

Prispelo/Received: 1990, november

GDK 288.8:174.7 *Picea abies* Karst :48:587.7+562.4(497.12 Pokljuka, Jelovica)

POŠKODOVANOST IN RAST SMREKOVEGA GORSKEGA GOZDA NA POKLJUŠKO-JELOVIŠKI PLANOTI

Milan HOČEVAR*

Izvleček

Na dveh izbranih raziskovalnih profilih s skupno površino 2770 ha so bili s kombiniranim površinskim snemanjem poškodovanosti dreves na CIR aeroposnetkih in z vzorčnim terenskim snemanjem dendrometrijskih kazalnikov na permanentnih ploskvah na terenu zajeti kazalniki zdravstvenega stanja in rasti gorskih smrekovih gozdov na območju Jelovice in Pokljuke. Gozdovi so še razmeroma ohranjeni, saj je le 10 % drevja na Jelovici in 35 % na Pokljuki očitno poškodovanega. Stari sestojsi so močnejše poškodovani kot mladi, vendar se slednji tudi na najmanjše poškodbe krošnje, odzivajo zelo občutljivo z zmanjšanim prirastkom in socialnim sestopom. Analiza prostorske razmestitve poškodb ne kaže prostorskega trenda. Z naraščanjem osutosti se debelinski prirastek znižuje pri vseh drevesnih vrstah, vendar to ne pomeni, da se zmanjšuje tudi sestojni prirastek. Ta je v zadnjem obdobju celo višji, kot je bil v prejšnjem.

Ključne besede: propadanje gozda, prirastek, fotointerpretacija, kontrolna vzorčna metoda, smreka.

DECLINE AND GROWTH OF MONTANE FORESTS OF NORWAY SPRUCE ON THE POKLJUKA-JELOVICA PLATEAU

Milan HOČEVAR*

Abstract

Two profiles encompassing the area of 2,770 hectares in total were selected to study factors concerning the condition and growth of montane forests of Norway spruce on the Pokljuka-Jelovica plateau (Slovenia) with an area survey of damaged trees with infrared color aerial photographs and a sample field survey of dendrometric factors in permanent plots in the field. The forests under consideration were found to be still in a relatively good condition since only 10 % of trees in Jelovica and 35 % of trees in Pokljuka were found to be evidently damaged. It was also observed that old-growth stands had deteriorated to a greater extent than stands of young growth though the latter were found to be very susceptible even to minor damages of crowns, which in turn result in increment decrease and social degradation. An analysis of spatial distribution of damages indicates no spatial trend. An increase in needle loss leads to a decrease in diameter increment in all tree species. Stand growth, however, does not decrease as well; to the contrary, it has recently been even higher than in the past.

Key words: forest decline, tree and stand growth, aerial photographs, CFI, spruce.

* dr.dipl.ing., izred. profesor, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo, 61000 Ljubljana, Večna pot 83, YU

Vsebina / Table of Contents

1	UVOD	29
1.1	Problematika ovrednotenja propadanja gozdov	29
1.2	Celostni fototerestrični monitoring propadanja gozdov	30
2	ZASNOVA RAZISKAVE POŠKODOVANOSTI IN RASTI SMREKOVEGA GORSKEGA GOZDA NA POKLJUŠKO- JELOVIŠKI PLANOTI	32
2.1	Opis objekta	32
2.2	Cilj	34
2.3	Metode zajemanja podatkov	34
2.3.1	Terensko snemanje	35
2.3.2	Aerosnemanje in fotointerpretacija	36
2.3.3	Obdelava in ovrednotenje podatkov	37
3	IZSLEDKI	38
3.1	Poškodovanost dreves in sestojev	38
3.1.1	Izbira metode ocenjevanja poškodovanosti	38
3.1.2	Poškodovanost dreves	41
3.1.3	Poškodovanost sestojev	45
3.2	Poškodovanost in rast	48
3.2.1	Osutost in debelinski prirastek	48
3.2.2	Časovni trend debelinskega prirastka	54
3.2.3	Poškodovanost in izgube sestojnega volumenskega prirastka	58
4	RAZPRAVLJANJE O UGOTOVITVAH RAZISKAV	62
5	ZUSAMMENFASSUNG	64
6	REFERENCE	66

1 UVOD

1.1 Problematika ovrednotenja propadanja gozdov

Propadanje gozdov je celosten pojav, ki ogroža vse bistvene funkcije gozda. V vrstnem redu kot se poškodbe stopnjujejo takole: osip listja in iglic, pešanje rasti in reprodukcijskih sposobnosti, odmiranje posameznih dreves, presvetljevanje sestojev do končnega odmiranja celih sestojev in izginotja gozda. Tudi teža posledic propadanja se prelaga od lesne proizvodnje na varstvene, okoljetvorne in socialne funkcije gozda. Za zdaj je propadanje gozdov le redkokje že doseglo razdiralne površinske razsežnosti, vendar nam vse pogostejša katastrofalna hudourniška razdejanja in vse močnejše erozijske škode v alpskem prostoru v zadnjih letih dajejo slutiti, da je stabilnost varovalnih gozdov mnogokje že tudi površinsko načeta. Obstaja resna nevarnost, da z nadaljnjim slabšanjem zdravstvenega stanja ne bo prizadeto le gozdarstvo, temveč tudi mnoge druge gospodarske veje, ki na prvi pogled nimajo mnogo skupnega z njim, kot so npr.: turizem, promet, vodno gospodarstvo pa tudi kmetijstvo. Glede na takšen morebitni razvoj škod je nujno začeti organizirano celostno periodično nadzirati (monitoring), stanje gozdov. Nadzor mora biti še posebno intenziven v ogroženih gozdovih in v gozdovih s poudarjenim splošnim pomenom.

Propadanje gozdov kot posledica degradacije in onesnaženja okolja je večplasten pojav z multifunkcionalnimi učinki in ga zato ni mogoče opisati z eno samo oznako, kot je to na primer osutost krošenj. Ne zadovoljuje tudi sinteza več posameznih ocen in meritev (osutost, porumenelost, delež suhih vej, oblika vrha, itn.) v eno oznako vitalnosti ali ogroženosti (Šolar, 1986). Tak prijem ni vprašljiv le zaradi povsem subjektivnega načina ovrednotenja pomena posameznih dejavnikov, temveč predvsem, ker ne upošteva prostorske razsežnosti in razmestitve pojava, ki pa je odločilnega pomena za oceno degradacije, predvsem neproizvodnih funkcij gozda.

Za učinkovit večnamenski nadzor nad stanjem in razvojem gozdov zato na VTOZD za gozdarstvo Biotehniške fakultete v Ljubljani razvijamo nov, celostni prijem snemanja in analize pojava umiranja gozdov tako, da na treh funkcionalno opredeljenih ravneh določamo polifunkcionalno diagnozo, kot jo poznamo iz medicine. Te so:

1. Analiza funkcionalnih motenj na ravni drevesa, ki se kažejo kot:

- motnje v rasti koreninskega in nadzemskega dela, ki so posledice negativnih fizioloških sprememb v teh organih. Te motnje posredno ugotavljamo ponavadi z ocenjevanjem osutosti, kloroze; redkeje z dendrometrijskimi snemanji ali fiziološkimi analizami;

- motnje v konkurenčni sposobnosti: socialni sestop posameznih dreves, iz ginevanje posameznih drevesnih vrst;
- motnje v regeneracijski sposobnosti posameznih osebkov, provenienc in drevesnih vrst: nezadostna semenitev in pomlajevanje;
- odmiranje poškodovanih osebkov (mortaliteta).

2. Analiza strukturnih sprememb na sestojni, površinski ravni. Te se kažejo kot:

- spremembe v sestavi sestojev glede na drevesne vrste in razvojne faze;
- presvetlevanje sestojev.

3. Analiza motenj gozdnega ekosistema kot celote. Ta obsega:

- žarišča površinskega odmiranja delov gozda;
- spremembe v poteku gozdnega roba in porazdelitvi gozdnih in negozdnih površin (vzorec);
- degradacijo tal, pojav erozijskih površin.

Metoda je primerna za splošen opis propadanja gozdov ne glede na vzroke. Tako so za propadanje tropskih gozdov motnje na ravni dreves razmeroma nepomembne, katastrofalne pa so motnje na obeh naslednjih ravneh. Nasprotno so za propadanje gozdov v zmernem pasu značilne motnje na ravni drevesa, dogajanje na drugih ravneh pa je le logična posledica le-teh.

Opisani prijem omogoča smotrni nadzor nad vsemi bistvenimi funkcijami gozda in ovrednotenje pojava in posledic propadanja ne samo na drevesni, temveč tudi na ploskovni ravni. Temelji na uporabi metod terenskega in daljinskega zajemanja podatkov ter metod vzorčnega in polnega snemanja.

1.2 Celostni fototerestrični monitoring propadanja gozdov

Ciljno gospodarjenje s propadajočim gozdom na lokalni ravni je mogoče le pri jasno postavljeni diagnozi stanja in razvojnih tendenc sestojev, ki dosledno upošteva večnamensko vlogo gozda. Ker so informacije, ki jih daje terenski velikoprostorski popis propadanja gozdov, v te namene presplošne, smo v Sloveniji za posebno ogrožene gozdove in gozdove nacionalnega pomena razvili kombinirano fototerestrično metodo; ta temelji na načelih, ki smo jih podali v uvodnem poglavju.

Metoda obsega sklop medsebojno usklajenih terestričnih in daljinskih snemanj in intenzivno statistično analizo podatkov.

Bistvene značilnosti metode so:

- Intenzivna snemanja na ravni drevesa na vzorčnih ploskvah (permanentni vzorci, kontrolni sestoji), ki obsegajo meritev dendrometrijskih znakov (prsni premer, debelinski prirastek, višina dreves) in oceno intenzitete poškodb. Snemanja na tej ravni so osredotočena na spremljanje lesnoproizvodne funkcije s terestričnimi metodami. Na tej ravni se opravljajo tudi potrebne fiziološke raziskave in posebni popisi (npr.: vzrokov poškodb, popis lišajev, itn.), ki rabijo za preučevanje vzročno-posledičnega mehanizma propadanja gozdov.
- Snemanja na sestojni ravni rabijo za ugotavljanje in spremljanje stanja (ocena trendov) površinskih kazalnikov lesne proizvodnje (raven sestojnega hektarskega prirastka), poškodovanosti (stopnja sestojne poškodovanosti) in sprememb v strukturi sestojev (presvetljevanje sestojev, spremembe v sestavi po drevesnih vrstah in razvojnih fazah, žarišča mortalitete). Snemanja na tej ravni opravljamo na terenu (kontrolni sestoji) in na aeroposnetkih (ponavadi infrardeči barvni posnetki, polna snemanja ali raziskovalni profili) in imajo izrazit večfunkcionalni poudarek.
- Snemanja na ravni gozda kot ekosistema zajemajo gozdno in negozdno krajino in rabijo predvsem za ugotavljanje stanja in nadzor neproizvodnjih funkcij. Ker gre za izdelavo velikoprostorskih pregledov o porazdelitvi gozdnih in negozdnih površin, potek gozdnega roba, pojavu mortalitetnih žarišč in degradacijskih pojavov (erozijska žarišča), se uporabljajo razne metode daljinskega zaznavanja, kot so avio- pa tudi satelitska snemanja (črno-beli avioposnetki v majhnem merilu, multispektralni satelitski posnetki).

Bistvo opisane metode je kombinirana uporaba različnih snemalnih tehnik (teren, letalo, satelit) ter vzorčnega in površinskega zajemanja podatkov. Ti podatki so, poleg standardnih virov podatkov (digitalni model reliefa, geologija tal itn.), bistveni sestavni del prostorskega informacijskega sistema (GIS). Vezni člen med terenskim in daljinskim snemanjem so kontrolni sestoji, na katere so omejena terenska snemanja. Ti hkrati omogočajo zanesljivo kalibriranje daljinsko zajetih podatkov in ekstrapolacijo terenskih informacij (doublesampling). Zaradi njihove velikosti (ponavadi 5 do 20 ha) jih je mogoče zlahka razmestiti na posnetkih iz letala ali iz satelita. Intenziteta snemanj je največja pri terenskem zajemanju podatkov in obsega oceno poškodovanosti (drevo, sestoj) ter njenega vpliva na rast dreves in sestojev. Terenska snemanja dajejo v glavnem dendrometrijske podatke, ti pa so zaradi vzorčne tehnike zajemanja točkovne narave ter so omejeni na razmeroma majhen delež celotne površine. Nasprotno dajejo posnetki iz zraka velikopovršinski ploskovni pregled o intenziteti in prostorski razmestitvi poškodb z eksaktnim potekom mej. Dajejo podroben vpogled v zgradbo sestojev in potek gozdnega roba ter obenem objektivno in brez napake dokumentirajo trenutno stanje sestojev in gozdnega ekosistema.

S smotrno povezavo obeh tehnik zajemanja podatkov (doublesampling) in s periodičnim ponavljanjem snemanj je mogoče zanesljivo oceniti stanje in raz vojne tendence gozda. Pri tem je poudarek terenskih snemanj na ugotavljanju vzročnih povezav in vrednotenju lesnoproizvodne funkcije, daljinsko zaznavanje pa je osredotočeno na učinkovito spremljanje drugih funkcij gozda.

Predstavljena metoda daje optimalne izsledke predvsem tam, kjer je terensko fazo mogoče povezati z redno inventarizacijo gozdov na kontrolnih vzorčnih ploskvah (Hočevvar, 1990). Informacijska vsebina in zanesljivost ocen naraščata progresivno s številom ponovitev snemanj.

2 ZASNOVA RAZISKAVE POŠKODOVANOSTI IN RASTI SMREKOVEGA GORSKEGA GOZDA NA POKLJUŠKO-JELOVIŠKI PLANOTI

2.1 Opis objekta

Za praktično preskušnjo uvodoma predstavljene metode se je ponudila ugodna priložnost pri raziskavah gorskega smrekovega gozda na območju Pokljuke in Jelovice. Pokljuka in Jelovica sta območje nacionalnega pomena, ki je deloma včlenjeno v Triglavski narodni park. Zaradi neposredne bližine turističnih središč in pomembnih prometnic je za gozdove značilen, poleg zelo pomembne lesne proizvodnje, tudi izreden pomen vseh drugih funkcij gozda. Prva poročila o pospešenem propadanju tudi teh gozdov so bila tako povod za raziskavo, ki jo predstavljamo. Raziskava je modelne narave in bo v končni fazi (satelitska interpretacija) zajela celotno območje Jelovice in Pokljuke z neposredno okolico (več kot 45.000 ha). Za zdaj je opravljen del raziskav, ki obsega terenska snemanja in fotointerpretacijo infrardečih barvnih posnetkov na dveh izbranih raziskovalnih profilih s skupno površino 2770 ha (Slika 1, preglednica 1).

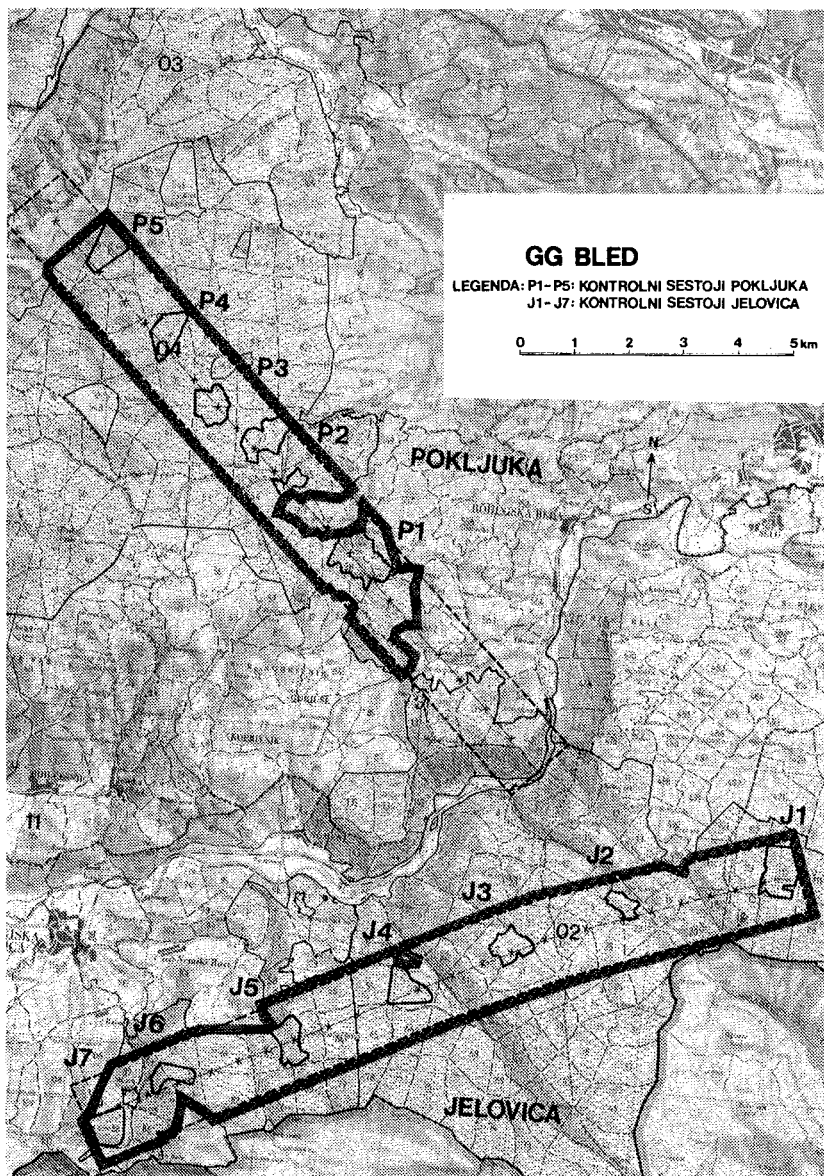
Preglednica 1: Opis metod snemanja podatkov

Tabelle 1: *Eingesetzte Verfahren und Datenaufnahmen*

1. Aerosnemanje	
Površina območja Pokljuka-Jelovica ¹⁾ :	45.000 ha
Površina CIR-aerosnemanja ²⁾ :	2.770 ha
2. Terensko snemanje	
Število kontrolnih sestojev:	12
Površina kontrolnih sestojev:	399 ha
Število stalnih vzorcev:	209

¹⁾ predvideno površinsko prekrivanje s satelitskimi posnetki

²⁾ 2 snemalna redova



Slika 1: Pregledna karta območja raziskav na Pokljuki in Jelovici z vrisanimi raziskovalnimi profili in kontrolnimi sestoji

Bild 1: Uebersichtskarte des Versuchsgebietes mit eingezeichneten Forschungsprofilen und Kontrollbeständen

2.2 Cilj

Cilj raziskave je ocena stanja in razvojnih tendenc sestojev na Pokljuki in Jelovici ob opuštevaniu njihove večfunkcionalne narave. Pri tem so v ospredju:

1. Obseg, stopnja in prostorska razporeditev poškodovanosti dreves in sestojev.
2. Poškodovanost in rast dreves ter sestojev.
3. Periodična primerjava ravni priraščanja gozdnih sestojev različnih stopenj poškodovanosti.
4. Stanje in spremembe v strukturi sestojev in gozda.

Iz navedene problematike so za zdaj nadrobno obdelana prva tri vprašanja. Ker zadnje zahteva ponovitveno snemanje, bo obdelano kasneje. Njihovi izidi bodo prikazani v nadaljevanju.

2.3 Metode zajemanja podatkov

Raziskava temelji na povezavi podatkov redne inventure, dopolnjene z nekaterimi posebnimi snemanji, z velikoprostorskim daljinskim zajemanjem kakovostnih podatkov. Zasnovana je večfazno in kot permanentni monitoring. Smiselno kombinira terensko zajemanje dendrometrijskih podatkov in oceno poškodovanosti dreves v sklopu inventure na permanentnih vzorčnih ploskvah, s površinsko oceno strukturnih značilnosti in poškodovanosti sestojev na posnetkih iz zraka. Stične točke obeh podatkovnih ravni so kontrolni sestoji, za katere obstajajo parne ocene na obeh ravneh. Polno informacijsko vsebino in vrednost bo tako dobila šele s ponovnim merjenjem.

V začetni fazi je raziskava omejena na dva raziskovalna profila, eden je na Pokljuki in drugi na Jelovici, skupna površina pa znaša 2770 ha (slika 1). Območje je bilo iz zraka površinsko posneto z infrardečim barvnim filmom. Vz dolž profilov so bili za podrobna terenska snemanja sistematično izbrani kontrolni sestoji (skupaj 12). Sama snemanja v teh sestojih so potekala na permanentnih vzorčnih ploskvah običajne inventurne mreže Gozdnega gospodarstva Bled.

Strogo statistično vzeto, seveda profila za celoten prostor nista reprezentativna zaradi razmeroma velike površine in raznolikosti, ki jo zajemata, pa vendar kažeta vse bistvene značilnosti in probleme visokogorskega smrekovega gozda. V nadaljevanju prikazani izsledki so tako zanimivi kot ocene za posamezne tipe gozda (stratume), ne

smemo pa jih razumeti kot povprečne ocene za celo območje (razlike v stratusni strukturi med profili in celotno populacijo).

2.3.1 Terensko snemanje

Terensko snemanje je potekalo v dveh stopnjah:

- 1. stopnja: Sistematično izločanje kontrolnih sestojev vzdolž raziskovalnih profilov
- 2. stopnja: Snemanje dendrometrijskih podatkov in ocena osutosti na permanentnih vzorčnih ploskvah

Snemanja so bila opravljena na stalnih ploskvah, ki so jih na GG Bled zakoličili za redno inventarizacijo gozdov že v sedemdesetih letih (kontrolna vzorčna metoda). V okviru raziskave smo opravili vse običajne in nekatere posebne dendrometrijske meritve, poleg tega pa smo za vsako drevo ocenili tudi osutost krošenj na 10 % natančno s pomočjo uporabe referenčnih fotografij (EAFV, 1986). Nadroben pregled obsega snemanj je razviden iz preglednice 2.

Preglednica 2: Značilnosti terenskega snemanja in podatkovna struktura

Tabelle 2: Eigenschaften der Gelaendeaufnahmen und die Datenstruktur

Površina vzorčne ploskve:	4 ari
Vzorčna mreža:	100 x 200 m
Podatki:	
Opis vzorca:	lokacija, opis sestoja, opis rastišča
Izmera dreves:	prsni premer v cm, socialni položaj, osutost (10 % stopnje), dolžina krošnje
Izbrana drevesa:	dominantna višina v m
Dodatna snemanja:	
samo Jelovica:	utesnjenost krošnje (vsako drevo) gozdnogojitvena funkcija (vsako drevo)
samo Pokljuka:	vrtanje prirastka Id v mm za obdobja: 1976-1981 in 1982-1986 (prvo drevo vsake stopnje osutosti v vzorcu)

Terenska dela so opravili sodelavci VTOZD za gozdarstvo, ki so kasneje sodelovali tudi pri fotointerpretaciji.

Bistvene značilnosti kontrolnih sestojev so razvidne iz preglednice 3.

Preglednica 3: Zgradba, zdravstveno stanje in dendrometrijski znaki kontrolnih sestojev

Tabelle 3: Struktur, Gesundheitszustand und dendrometrische Daten der Kontrollbestände

Kontr. sestoj		N vzorcev	poškodovanost		Dg	G/ha m ²	V/ha m ³	iv/ha m ³ 1)	Posek m ³ /ha	starost let	SI: sm/bu
št.odd.	tip		osut.	ind.							
Pokljuka		120	22,2	35,3	34,6	40	510	11,1	5,5	-	-
P1 37,38	st. deb	33	30,9	58,3	50	46	678	12,4	8,1	140	23,5
P2 54,55,59	ml. drog	27	16,4	12,4	19	33	330	11,2	1,7	50	25,5
P3 60/79	st. drog	17	16,4	14,2	21	42	450	12,8	1,8	75	19,7
P4 85	st. deb	28	26,1	42,9	42	41	590	11,0	6,9	175	19,5
P5 104	raznodob.	15	23,5	35,5	30	36	382	5,7	7,9	120	14,9
Jelovica		89	14,9	10,5	32,2	36	443	7,8	10,5	-	-
J1 112	st. deb.	28	17,0	15,4	47	28	415	6,2	17,1	160	19/15
J2 18,23	ml. deb	10	15,5	11,9	24	52	625	11,8	0,5	100	20/17
J3 42	st. drog.	11	13,4	6,0	21	44	544	12,1	5,8	80	21/18
J4 54	ml. deb.	12	13,7	8,6	30	39	497	7,8	22,2	100	21,18
J5 63	ml. deb.	10	14,1	8,9	22	35	375	7,4	2,6	100	16/12
J6 83,85	st. deb.	8	16,3	12,7	26	33	341	5,7	4,0	140	15/11
J7 88	st. deb.	10	12,4	5,3	29	30	311	5,6	6,4	120	15/11

1) Prirastek m³/ha/leto: Pokljuka 1976-1987, Jelovica 1982-1988

SI: site indeks za smreko/bukev

2.3.2 Aerosnemanje in fotointerpretacija

Z našo raziskavo smo zajeli po en snemalni red na Jelovici in Pokljuki. Tehnični podatki aerosnemanja so vidni iz preglednice 4.

Preglednica 4: Tehnične značilnosti infrardečega barvnega aerosnemanja na Pokljuki in Jelovici**Tabelle 4: Technische Daten der Infrarot-Farbaufnahmen auf Pokljuka – Jelovica**

Izvajalec:	Geodetski zavod Slovenije, Ljubljana
Kamera:	Zeiss-Jena, LMK s kompenzacijo pomika objektiv f: 305.33 mm
Filter:	minus modri (propustnost > 550 nm)
Film:	Kodak IRC 2443
Merilo:	1 : 5000
Preklop:	65 % v redu
Redovi:	2
Št. slik:	21 + 21

Fotointerpretacija je potekala s stereoskopom INTERPRETOSKOP B Zeiss-Jena pri 8- do 12- kratni povečavi neposredno na izvirnih diapozitivih. Fotointerpretator, inž. gozdarstva D. Hladnik¹⁾, je ves čas sodeloval tudi pri terenskih delih, in to je omogočilo zanesljivo oceno osutosti.

Za fotointerpretacijo poškodovanosti dreves smo uporabili metodo, ki smo jo razvili že v prejšnjih raziskavah (Hočevar in Hladnik 1988). Obsegala je izločanje in razmejevanje sestojev in sistematično vzorčno oceno sestojne poškodovanosti. Osutost drevja smo presojali po barvnih odtenkih in strukturnih značilnostih po 10 odstotnih stopnjah.

2.3.3 Obdelava in ovrednotenje podatkov

Snemanja so zajela približno 4500 dreves na terenu in več kot 50 000 iz zraka; to je zahtevalo zelo smotrno obdelavo podatkov. S posebej za to raziskavo razvitimi računalniškimi programi v FORTRAN-u smo oblikovali dve ločeni datoteki: datoteko znakov dreves (meritve in izvedene vrednosti) in datoteko ploskovnih vrednosti vzorčnih ploskev (lesna zaloga/ha, sprotni volumenski prirastek/ha itn.). Nadaljnja računalniška obdelava je ločeno za obe skupini obsegala izračun srednjih vrednosti, ustreznih statističnih parametrov in testnih vrednosti s standardnimi statističnimi programi. Statistični kazalniki imajo deloma le orientacijsko vrednost, ker podatkovno gradivo, strogo vzeto, ni zmeraj zadoščalo načelom matematično – statistične teorije.

3 IZSLEDKI

3.1 Poškodovanost dreves in sestojev

3.1.1 Izbira metode ocenjevanja poškodovanosti

3.1.1.1 Optimiranje metode ocene sestojne poškodovanosti

Poškodovanost gozda, sestoja ali ploskve ponavadi opisujemo z razvrstitvijo dreves po stopnjah poškodovanosti. Izraz je za nadaljnjo računalniško obdelavo in analizo medsebojnih odvisnosti različnih dejavnikov zelo neprimeren, zelo malo pa pove tudi o prostorski koncentraciji poškodb. Izhod je v določitvi prostorskega indeksa poškodovanosti.

V literaturi je opisanih več takih poskusov (Schmidtke 1987, Haegeli 1987, Neumann 1989), ki pa po našem mnenju ne ustrezajo povsem. Zato smo pred leti (Hočevár, Hladnik 1988) začeli raziskovati sami. V pričujoči študiji smo se osredotočili na dva kazalnika: povprečno osutost in indeks poškodovanosti, ki smo ju poskusili objektivno ovrednotiti.

Določitev obeh kazalnikov temelji na poprejšnji oceni stopnje osutosti za posamezna drevesa. Kljub znanim pomanjkljivostim takega ocenjevanja (subjektivnost, nespecifičnost slike) smo uporabili metodo, ki je v navadi pri vseh evropskih popisih umiranja gozdov. V primerjavi s prejšnjimi raziskavami smo jo izboljšali toliko, da smo uporabljali referenčne fotografije osutosti krošenj (s tem smo zagotovili ponovljivost ocenjevanja) in vpeljali ocenjevanje po 10-odstotnih stopnjah osutosti. Izkazalo se je, da je popolno lestvičenje osutosti z enakimi presledki nujno za nadaljnjo matematično statistično obdelavo.

Prostorske kazalnike sestojnih poškodb smo za posamezne ploskve (sestoji, vzorčne ploskve) izračunali po obrazcih:

$$\text{povprečna osutost (POS) v \% : POS} = \frac{\sum OS_i}{n} \times 100$$

OS_i: osutost drevesa *i* v ploskvi

n: število dreves v ploskvi

indeks osutosti (IND): IND = delež dreves z osutostjo več kot 25 %

Mejo 25 % smo izbrali na podlagi naših izkušenj v prejšnjih raziskavah (Hočevár, Hladnik, 1988). Uveljavila se je pa tudi že kot tako imenovani prag poškodovanosti

(Schlaepfer in Haemmerli, 1990) pri prikazu izidov popisov umiranja gozdov drugod v Evropi.

Ocene sestojne poškodovanosti (POS, IND) ni mogoče dobiti z neposredno okularno oceno, čeprav obstajajo tudi taki poskusi (Schwarzenbach in dr., 1986), temveč le s polnim ali vzorčnim snemanjem osutosti posameznih dreves na terenu ali na aeroposnetkih. Za obsežnejša snemanja je primerno le vzorčno snemanje. Pri tem se postavlja vprašanje, kolikšna velikost vzorca je smotrna za zanesljivo in racionalno oceno sestojne poškodovanosti.

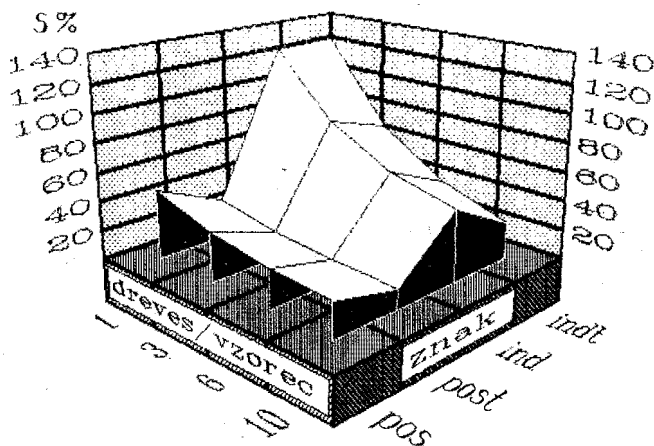
To vprašanje smo proučili v posebni študiji na 49 vzorcih terenske meritve v kontrolnih sestojih 1 in 4 na Pokljuki (izbrani so bili vzorci z vsaj 10 dreves). S posebnim simulacijskim programom smo nato spreminjali velikost vzorca od 1, 3, 6 do 10 dreves in preučevali gibanje variance in standardne napake sestojne ocene za oba prostorska kazalnika. Poleg izvirnih vrednosti (POS, IND) smo v računu upoštevali tudi transformirane. Preučili smo te transformacije:

$$\text{POST} = \arcsin \frac{\text{POS}}{100}$$

$$\text{INDT} = \sqrt{(n' + 36)}$$

n' = delež dreves z OS > 25 %

Bistveni izidi so vidni na sliki 2, ki prikazuje za posamezne kazalnike gibanje koeficienta variacije v odvisnosti od števila dreves v vzorcu. Iz tega je nato mogoče zlahka določiti potrebno število vzorcev za zahtevano natančnost ocene. Iz študije sledi, da je smotrna velikost vzorca za določitev POS približno pet dreves. Za zanesljivo oceno sestojne poškodovanosti zadostuje v tem primeru že 10 do 15 vzorcev. Za določitev indeksa osutosti ploskve potrebujemo več dreves v vzorcu (vsaj 10) in več vzorcev. Študija kaže tudi, da je enodrevesni vzorec neučinkovit in neprimeren celo za delo z aeroposnetki.



Slika 2: Odvisnost koeficienta variacije od števila dreves v vzorcu in metode izračuna

Bild 2: Einfluss der Anzahl der Bäume in der Stichprobe und der Berechnungsmethode auf die Höhe des Variationskoeffizienten

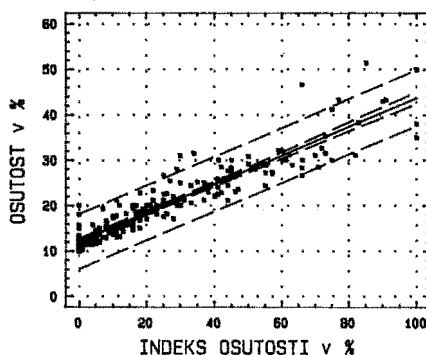
3.1.1.2 Primernost različnih kazalnikov poškodovanosti sestojev

Predstavljena sestojna kazalnika imata zelo različno informacijsko vsebino.

Povprečna osutost (POS) je razmeroma stabilna srednja vrednost z nizkim koeficientom variacije, zelo malo pa pove o sami porazdelitvi drevja po različnih stopnjah osutosti. Izračun povprečne osutosti je skoraj brez vrednosti, če stopnje osutosti niso enako široke; to je bilo še do nedavnega pravilo pri snemanjih propadanja gozdov. Določitev povprečne osutosti zahteva natančno oceno osutosti vsakega drevesa.

Bistveno drugačne so lastnosti indeksa osutosti (IND), ki upošteva predvsem drevje s srednjo in visoko osutostjo. Bistvena prednost kazalnika je, da ga je mogoče preprosto določiti tudi med rednimi inventurami. Zadostuje namreč enostavno štetje očitno poškodovanih dreves (primerjava s katalogom referenčnih dreves).

V naši raziskavi smo izračunali oba kazalnika za vse ploskve in ju primerjalno uporabili v različnih izračunih. Praviloma smo z vključevanjem spremenljivke POS dobivali nekaj boljše rezultate, kot pa če smo isti izračun opravili s kazalnikom IND, razlike pa so bile razmeroma majhne. Da sta oba kazalnika dobro povezana ($r = 0.918$), vidimo tudi iz slike 3.



Slika 3: Povezava med povprečno osutostjo in indeksom osutosti (Pokljuka: 120 ploskev)

Bild 3: Zusammenhang zwischen mittlerem Nadelverlust und Schadenindex (Pokljuka, 120 Flaechenwerte)

3.1.1.3 Primerjava terestrične in fotointerpretacijske ocene osutosti

V kontrolnih sestojih smo snemali osutost terestrično in fotointerpretacijsko. Rezultati obeh metod snemanja so v obliki frekvenčne porazdelite drevja po stopnjah osutosti za Pokljuko prikazani na sliki 4. Vidimo, da se ocene razmeroma dobro ujemajo, ker smo, kolikor je bilo največ mogoče to metodično zagotovili s tem, da je fotointerpretator sodeloval ves čas tudi pri terenskem ocenjevanju.

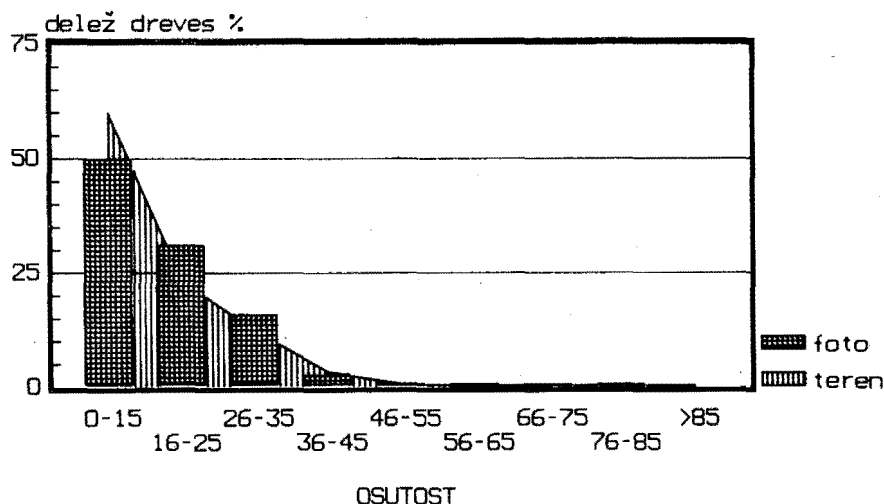
Razlike so nekoliko opazne pri drevju z nizko stopnjo osutosti, in to opažajo tudi drugi avtorji (Roehle, 1987). Zaradi boljšega vpogleda v vrh krošenj na aeroposnetkih in s tem prepoznavanja anomalij, ki se pri terenskem ogledu ne opazijo, je delež nepoškodovanega drevja pri fotointerpretacijski metodi nekaj manjši. Nekatera neskladja so seveda normalna, saj ne gre za opazovanja na istem drevju, različno pa je tudi število opazovanj. Terestrična ocena temelji na snemanju 3.200 dreves, fotointerpretacijska pa kar 16.100.

3.1.2 Poškodovanost dreves

Kljub nekaterim zelo pesimističnim ocenam v gozdarski praksi je drevje na celotnem raziskovalnem območju še razmerom malo poškodovano.

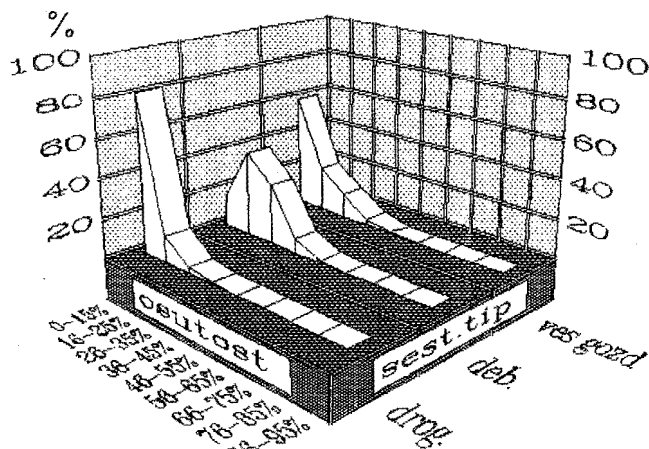
Kako je s smreko na Pokljuki, kaže slika 5. Na večini drevja (59.8 %) ni videti poškodb, drevja z očitnimi poškodbami (osutost > 25 %) je samo 16.8 %. Povprečna osutost drevja znaša 22.2 %. Pomembne pa so razlike v stanju mladih in starih sestojev: mladi

sestoji so bistveno manj poškodovani kot stari – v teh prevladuje drevje z osutostjo med 16 do 35 %.



Slika 4: Primerjava ocen osutosti drevja s fotointerpretacijo in terenskim snemanjem (Pokljuka; kontrolni sestoji, brez podstojnih dreves)

Bild 4: Vergleich der Resultate der Nadelverlustschaetzungen mit der Fotointerpretation und Gelaendeaufnahmen (Pokljuka; Kontrollbestaende, ohne un terdrueckte Baeume)



Slika 5: Osutost smreke na Pokljuki v mladih in starih sestojih (kontrolni sestoji)

Bild 5: Verteilung der Fichte nach Schadklassen (Pokljuka-Kontrollbestaende)

Zaradi zelo majhnega deleža drugih drevesnih vrst v gozdovih na Pokljuki zanje skorajda ni mogoče podati ocene. Od 56 jelk (kontrolni sestoji) jih je večina uvrščena v stopnje od 45 % do 75 % (v enakih deležih), in nobena pod 25 % osutosti.

Nekoliko boljše kot na Pokljuki je na Jelovici, kjer znaša povprečna osutost iglavcev 11.1 % in listavcev 11.2 %. Stanje poškodovanosti za posamezne drevesne vrste kaže preglednica 5 (stolpec: skupaj).

Preglednica 5: Primerjava osutosti nosilcev funkcij in drugega drevja (Jelovica – kontrolni sestoji)

Tabelle 5: Vergleich der Schaeden an Auslese – und Nebenbestandbaeumen (Jelovica – Kontroll-bestaende)

Stopnja osutosti	Smreka			Jelka			Listavci		
	n % drugi	n % nosilci	n % skupaj	n % drugi	n % nosilci	n % skupaj	n % drugi	n % nosilci	n % skupaj
n	414	456	870	93	65	158	524	147	671
<15	59,4	73,7	66,9	16,1	41,5	26,6	91,2	95,2	92,1
20	25,1	19,9	22,4	33,3	20,0	27,8	6,9	4,8	6,4
30	7,0	5,3	6,1	14,0	21,5	17,1	1,1	0	0,9
40	5,6	0,9	3,1	18,3	12,3	15,8	0,5	0	0,4
50	1,0	0,2	0,6	8,6	3,1	6,3	0	0	0
60	0,9	-	0,5	1,1	1,5	1,3	0	0	0
70	0,7	-	0,3	6,5	0	3,8	0	0	0
80	0,2	-	0,1	2,2	0	1,3	0,2	0	0,1
>90	0	-	0	0	0	0	0	0	0
Povprečna osutost	17.1	13.4	15.1	31.7	22.0	27.3	11.2	10.5	10.6

Na Jelovici je zdravstveno stanje torej ugodnejše pri vseh drevesnih vrstah. Pri smreki samo 10.7 % drevja presega prag poškodovanosti, pa tudi pri jelki je s 45.6 % stanje še razmeroma ugodno. Očitno poškodovanih listavcev skoraj ni, saj je njihov delež manjši od 2 %. Ker starost vseh analiziranih sestojev na Jelovici presega 80 let, analiza po starosti sestojev ni bila opravljena.

Iz sumarnih krivulj na sliki 5 ni mogoče razbrati ničesar o gospodarski in gojitveni vrednosti bolj ali manj poškodovanega drevja. Zato je zanimiva primerjalna analiza

poškodovanosti nosilcev funkcij in drugega drevja na Jelovici, ki jo dodatno vsebuje preglednica 5.

Primerjava za Jelovico kaže, da je zdravstveno stanje nosilcev funkcij še bistveno boljše kot pa drugega drevja.

Na Pokljuki nosilci funkcij pri snemanju niso bili določeni, zato smo drevje različnih stopenj poškodovanosti nadrobneje opredelili s pomočjo njihovih strukturnih in dendrometrijskih znakov. Rezultati so prikazani v preglednici v prilogi.

Preglednica v prilogi vsebuje zelo zanimive informacije za poglobljeno analizo lastnosti drevja različnih stopenj poškodovanosti. Pri interpretaciji pa je treba upoštevati različno zasedenost posameznih stopenj osutosti in pogoste interakcije med različnimi kazalniki, kot: naraščanje osutosti z naraščanjem premera, (starosti), vpliv rastišča in starosti, itn. Kljub navedenim pomislekom je mogoče izluščiti nekatere zelo pomembne ugotovitve, ki jih potrjujejo tudi prirastoslovne analize, njihovi izsledki pa bodo prikazani kasneje.

Iz preglednice sledi, da se drevje mladih sestojev (drogovnjaki do 60 let) mnogo močneje odziva na poškodbe asimilacijskega aparata kot drevje starih sestojev; pri tem je zelo pomembna socialna pripadnost. Ugotavljamo:

- Ne glede na starost sestojev velja, da v sloju nadraslega drevja ni drevja z visokimi stopnjami osutosti, to lepo potrjuje tudi slika 10. V obeh drugih socialnih slojih najdemo drevje vseh stopenj osutosti.
- Naraščanje premera pri drevju z nizko in srednjo osutostjo je le navidezno in izvira iz tega, da najdemo nepoškodovano drevje predvsem v mladih sestojih (nizki premeri na 1. stopnji osutosti). Očitno je, da se premer pri visokih stopnjah osutosti zmanjša (stolpec: skupaj); to kaže na povezavo med prirastkom in osutostjo in da poškodbe, vsaj pri tem drevju, trajajo že dalj časa (glej tudi sliki 9 in 11c). Zadnjo ugotovitev potrjuje tudi analiza kazalnika soc₂ (nekakšen indeksiran premer: relativna vrednost premera drevesa glede na srednji premer ploskve). Vse nadraslo in ne preveč poškodovano soraslo drevje ima nadpovprečne premere (soc₂ > 100). Ta ugotovitev ne velja za podraslo drevje.
- Pomembni sklepi o gojitvi so mogoči na podlagi analize kazalnika soc_{2/1}, ki je merilo za socialni vzpon (vrednosti > 1) ali sestop (vrednost < 1) dreves med dvema snemanjema (10 let). Preslojevanje je intenzivno predvsem v mladih sestojih, pri tem so poleg osutosti pomembni še drugi dejavniki, kot sta socialna pripadnost in "fiziološka vitalnost" (osutosti ne moremo enačiti z vitalnostjo). Vzpenjalce najdemo samo še pri drevju obeh gornjih slojev. V sloju nadraslega drevja opazamo sicer signifikanten vpliv osutosti na intenzivnost preslojevanja, vendar osutosti do 45 % ne zadoščajo, da bi sprožile sestop dreves. Vzroki za tako

opazanje so lahko zelo različni: poškodbe trajajo šele kratek čas, učinek osutosti prékrivajo drugi, močnejši vitalnostni dejavniki. Očitno sta socialni vzpon in sestop v odvisnosti od osutosti pri drevju soraslega sloja. Nikakršnih možnosti za socialni vzpon nima podraslo drevje ne glede na osutost.

Drevje v starih sestojih se na poškodbe krošenj ne odziva več s preslojevanjem, čeprav je pri močno poškodovanem drevju tako težnjo mogoče zaznati (nesignifikantno).

Analiza preslojevanja ima zaradi kratkega časovnega obdobja, ki ga zajema, za zdaj le omejeno vrednost. Vendar že ti rezultati kažejo na izjemno informacijsko vrednost kontrolne metode na stalnih vzorčnih ploskvah, ki je ne dosega nobena druga klasična operativna inventurna metoda.

3.1.3 Poškodovanost sestojev

Za poglobljeno analizo zdravstvenega stanja gozda ne zadošča poznavanje deležev poškodovanega drevja. Poškodbe morajo biti razvrščene tudi prostorsko. Pri tem je sestoj kot temeljna načrtovalna enota vezni člen, ki omogoča včlenitev ocene poškodovanosti v sistem gozdnogospodarskega načrtovanja in s tem tudi učinkovito ciljno ukrepanje.

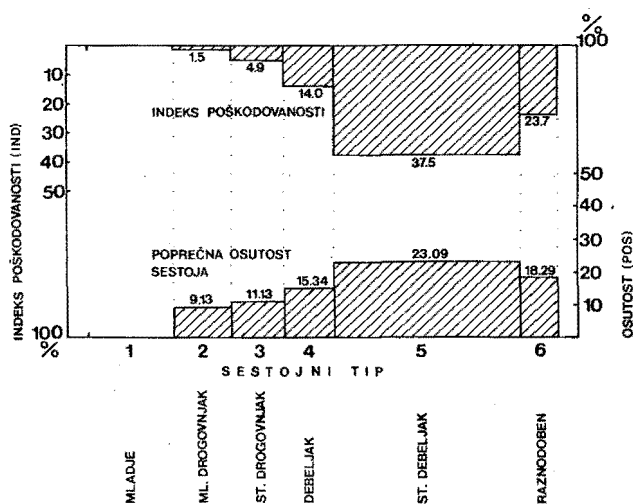
Kot smo že omenili v prejšnjem poglavju, smo v raziskavi za oceno poškodovanosti sestojev uporabljali dva kazalnika: povprečno osutost in indeks osutosti. Za posamezne kontrolne sestoe sta podana v preglednici 1, ki omogoča sočasno tudi primerjavo z drugimi sestojnimi kazalniki. Zopet lahko ugotovimo, da je stanje na Jelovici nekoliko boljše kot na Pokljuki. Iz preglednice 1 je očitna tudi povezava med starostjo in poškodovanostjo sestojev; to nazorno potrjuje tudi slika 6, ki predoča stanje na celotnem raziskovalnem profilu na Pokljuki.

Iz slike 6 vidimo, da je povprečna osutost v sestojih mlajših razvojnih faz nižja kot v starejših (sig.: 0,0001), obenem pa je manjši tudi delež poškodovanih dreves. Ugotovitev je zelo pomembna z gozdnogojitvenega stališča, saj pomeni, da je normalna nega mladih sestojev še zmeraj mogoča.

Razdalje na X-osi na sliki 6 so nanesene sorazmerno z velikostjo posameznih sestojnih tipov, tako da je mogoče oceniti tudi površinske razsežnosti poškodb različne intenzitete. Vidimo, da prevladujejo starejši debeljaki, ki so sočasno tudi najbolj poškodovani.

Za ponazoritev prostorske razmestitve poškodb je bila na podlagi fotointerpretacije IRC aeroposnetkov izdelana karta poškodovanosti. Za Pokljuko je prikazana na sliki 7, na njej sta druga ob drugi predstavljeni sestojna karta in karta poškodovanosti.

Poškodovanost sestojev je ponazorjena z indeksom poškodovanosti. Primerjava obeh kart potrjuje veliko odvisnost višine poškodb od razvojne faze.



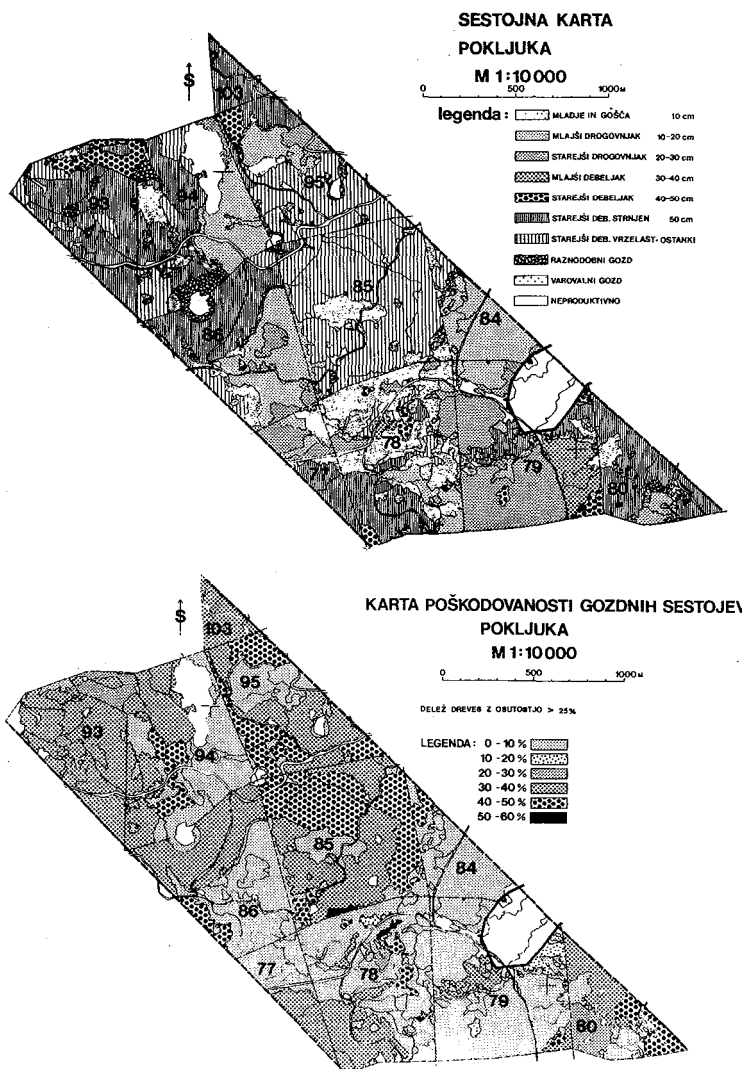
Slika 6: Poškodovanost sestojev na Pokljuki (fotointerpretacija 1 118 ha brez podstojnega drevja)

Bild 6: Waldschaeden in Bestaenden unterschiedlichen Entwicklungsphasen (Luftbilauwertung 1 118 ha – ohne unterdrueckte Baeume)

Preglednica 7: Statistična analiza povprečne osutosti smreke v kontrolnih sestojih vzdolž snemalnega profila na Pokljuki (ANOVA)

Tabelle 7: Statistische Analyse (ANOVA) der Bestandesschadwerte von Kontrollbestaenden (Fichte) auf dem Aufnahmeprofil Pokljuka (Fichte)

Kontrolni sestoj odd.	št. vzorcev	Dg	Realno stanje		s popravkom na isti Dg	
			POS	95 %-meje zaupanja	POS	95 %-meje zaupanja
37/38	33	49,64	27,4	25,4-29,5	23,7	21,8-25,7
54/55/59	27	19,18	16,5	14,2-18,8	21,7	19,6-23,9
60/79	17	20,76	16,4	13,6-19,3	20,2	17,5-22,9
85	28	42,43	24,3	22,1-26,6	21,4	19,4-23,6
104	15	30,33	23,6	20,5-26,7	23,1	20,2-26,1
Skupaj	120	34,33	22,2	21,11- 23,87	22,2	21,18- 23,22



Slika 7: Prikaz stanja gozdov na izbranem območju na Pokljuki. Primerjava sestojne karte s karto poškodovanosti kaže na medsebojne povezave med intenzivnostjo osutosti in starostjo (razvojno fazo) sestojev.

Bild 7: Schadenkarte und Bestandesstruktur auf Pokljuka (Luft-bildauswertung). Der Ausschnitt zeigt auf enge Abhängigkeit zwischen dem Schadindex und dem Bestandesalter (Entwicklungsphase) hin.

Raziskovalni profil na Pokljuki poteka od roba planote, ki je razmeroma izpostavljen vplivom industrijskega, širšega okolja proti notranjosti, kjer je planota razmeroma zavarovana. Zato nas je zanimalo, če se to kaže tudi v prostorskem trendu poškodb vzdolž profila. Za analizo smo uporabili terestrične ocene poškodovanosti na vzorčnih ploskvah; te je bilo treba najprej očistiti vpliva starosti sestojev in izbrati primerne kovariable. Da bi postopek poenostavili, smo kot kovariablo uporabili kar temeljično srednji premer dreves na vzorčnih ploskvah. Izsledke analize podaja preglednica 7.

Iz preglednice 7 razberemo, da po preračunu vrednosti povprečne osutosti na isto razvojno fazo (isti Dg) ni bilo mogoče ugotoviti kakršnega koli prostorskega trenda.

3.2 Poškodovanost in rast

Zdravstvenega stanja dreves in sestojev ni mogoče meriti neposredno, temveč le oceniti s pomočjo pomožnih znamenj, kot so: osutost, kloroza itn. Med temi znamenji in zdravstvenim stanjem (vitalnost, poškodovanost) – to se dolgoročno kaže v rasti in mortaliteti osebkov – mora (če so opažanja za oceno pojava relevantna) biti povezava, ta pa je podlaga za oblikovanje fiziološko pomembnih stopenj poškodovanosti. S podobnimi problemi ima opravka humana medicina, ki tudi postavlja nadrobno diagnozo na podlagi cele vrste posameznih preiskav (zanimivo je, da jih ne skušajo preračunavati na en sam kazalnik), zdravstvene statistike pa končno upoštevajo le starost in mortaliteto kot izraz zdravstvenega stanja neke populacije.

Ocena osutosti je torej prava, če lahko dokažemo njeno povezavo z rastjo in mortaliteto dreves in sestojev. Pri tem je treba razločevati med rastjo (prirastkom) drevesa v debelino in ploskovnim prirastkom sestojev. Metoda kontrolnega snemanja na stalnih ploskvah, ki je bila podlaga našega terenskega snemanja, se je izkazala zelo primerna za tovrstne raziskave. Za obračune, ki jih bomo predstavili v naslednjih poglavjih, smo imeli na voljo 4995 posameznih (I_d mm/l) in 209 ploskovnih (I_v m³/ha) vrednosti. Pomembna metodična prednost izbranega postopka je tudi v tem, da izpadi letnic ne morejo popačiti izmerjenega periodičnega prirastka.

3.2.1 Osutost in debelinski prirastek

Debelinski prirastek (I_{di}) za posamezno drevo (i) je pri kontrolni metodi zelo preprosto izračunati, in sicer tako kot razlike v premeru dreves pri končni (d_{2i}) in začetni meritvi (d_{1i}):

$$I_{di} = d_{2i} - d_{1i}$$

Iz načina obračuna se vidi, da se zaradi izpada letnic ocena prirastka ne more popačiti. Račun je bil na Pokljuki opravljen za eno obdobje (1975 - 1986), na Jelovici pa za dve (1973 - 1983 in 1983 - 1988).

Metoda določanja s parnimi razlikami premerov daje zanesljive rezultate; to je pokazala tudi primerjava z metodo vrtanj, ki so bila na Pokljuki primerjalno opravljena na 248 drevesih različne stopnje osutosti (preglednica 8). Ocene debelinskega prirastka so skoraj enake (razlike niso signifikantne). Obenem rezultat računa kaže tudi na to, da izpada prirastka za zdaj na Pokljuki ni.

Preglednica 8: Statistična primerjava ocen debelinskega prirastka z metodo razlik premerov in vrtanja (test parnih primerjav)

Tabelle 8: Statistischer Vergleich der Durchmesserzuwachs schätzungen durch Bohrungen und Durchmess erdifferenzen (Test: Paarvergleiche)

	Razlika premerov Durchmesserdifferenz D mm/l	Vrtanje Bohrung Id mm/l
n	248	248
sred.vrednost	3.40	3.44
stand.odkl.:s	1.87	1.45
s %	55	42
razlika	-0.048	
Test razlike	p = 0.74 n.s.	

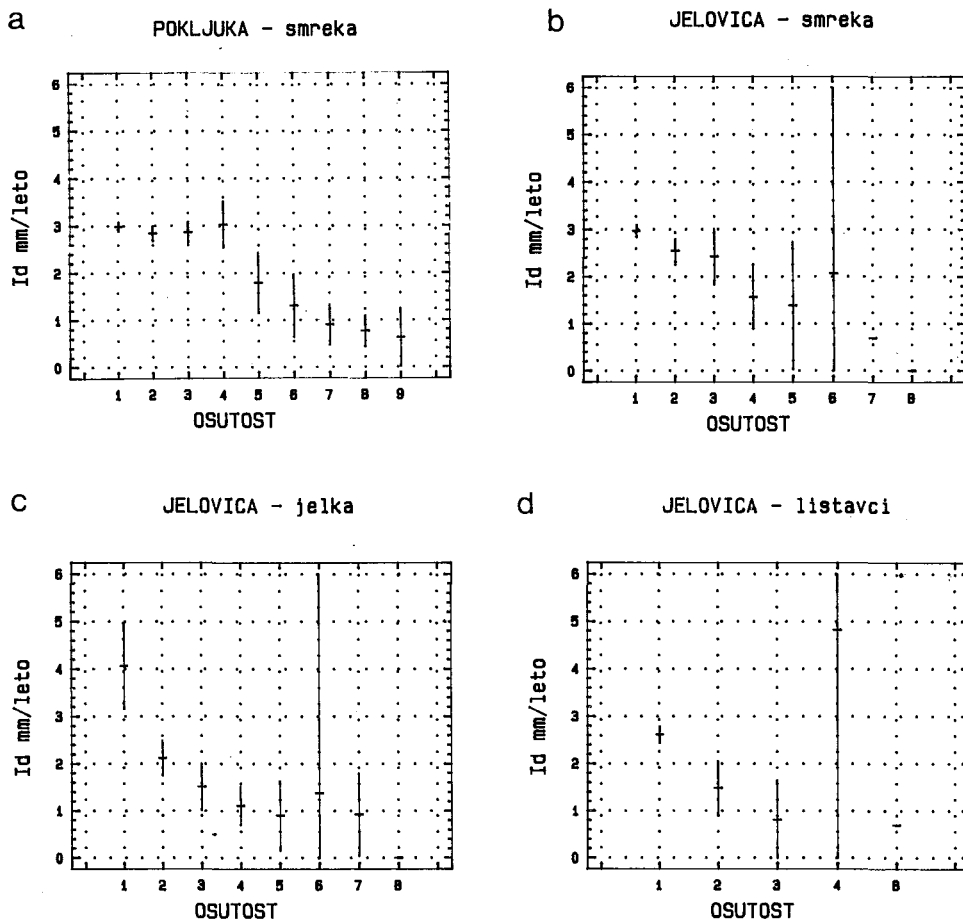
Za oceno odnosov med debelinskim prirastkom in osutostjo je bila za obe rastišči in različne drevesne vrste opravljena najprej enovariantna analiza. Izsledki so prikazani na slikah 8a do 8d.

Prikazi na slikah 8a do 8d podajajo absolutne vrednosti prirastkov za posamezne stopnje osutosti (10 % stopnje). Za vsako vrednost je vrisan tudi statistični interval zaupanja ($p = 0.95$), tako da je mogoče presoditi katere razlike med vrednostmi so značilne in katere ne.

Debelinski prirastki smreke na Pokljuki in Jelovici so približno enaki in razmeroma skromni (3 mm) tudi pri neprizadetem drevju stopnje 1 (sl. 8a, 8b). Upad prirastka z naraščajočo osutostjo je opazen kot temeljni trend, na Jelovici je izrazitejši kot Pokljuki. Jasnejši postajajo odnosi s porazdelitvijo drevja na mlade (mlajši in starejši drogovnjaki) in stare sestoje (debeljaki).

Izrazit in značilen je upad prirastka jelke in listavcev na Jelovici (sl. 8c, 8d). Z značilnim zmanjšanjem prirastka se odziva drevje že pri malenkostni presvetlitvi

krošnje. Iz gospodarskega zornega kota je pomemben podatek, da je nepoškodovana jelka s 4 mm debelinskega prirastka najmočnejše priraščajoča drevesna vrsta na območju.



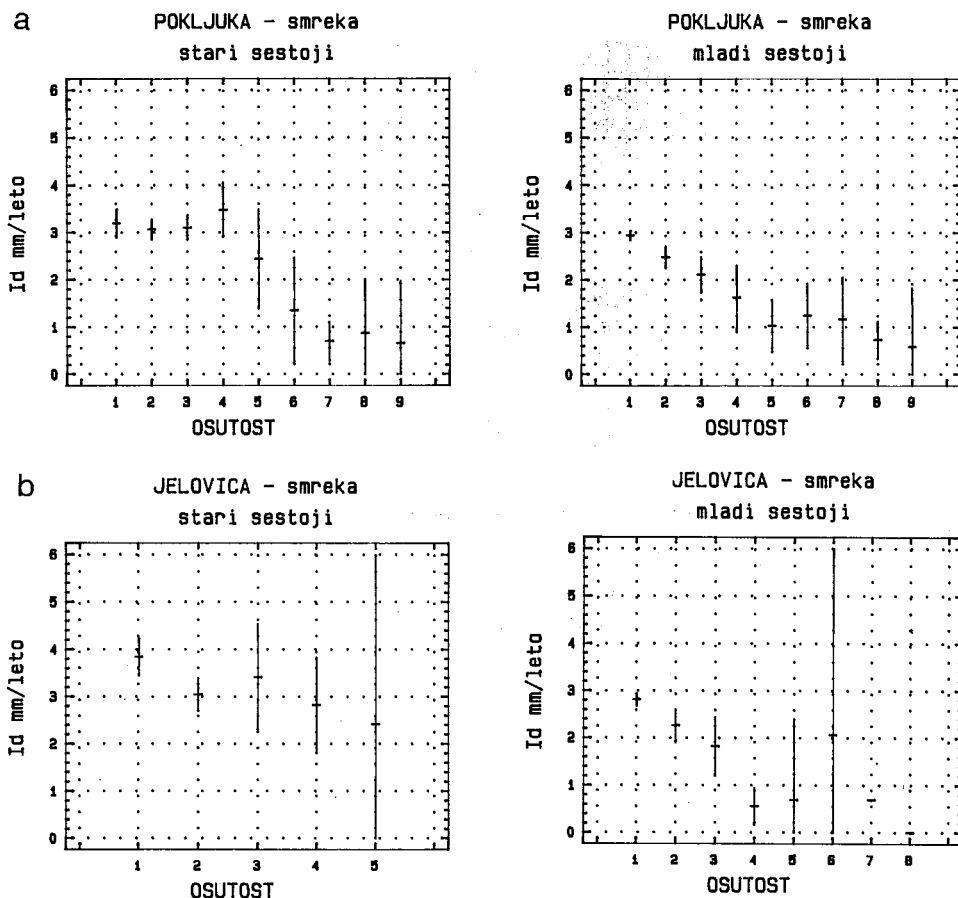
Slika 8: Povezava med debelinskim prirastkom in osutostjo različnih drevesnih vrst na Pokljuki (obdobje: 1976-1986) in Jelovici (obdobje: 1972-1988). Kontrolni sestoji, vse razvojne faze

Bild 8: Zusammenhang zwischen Durchmesserwachstum und Nadelverlust fuer verschiedene Baumarten auf Pokljuka und Jelovica (Kontrollbestaende, alle Entwicklungsstufen zusammen)

Navedeni prikazi upoštevajo le enovariantne povezave med obema parametroma Id in osutostjo, ne pa mnogih interakcij z drugimi dendrometrijskimi znamenji. Da so

te pomembne, kaže že omenjena preglednica 6, ki čeprav težko berljiva, omogoča sočasno analizo vpliva še dodatnih dejavnikov, kot so: socialni položaj (soc2), razvojna težnja (soc2/1), premer (d) in starost drevja.

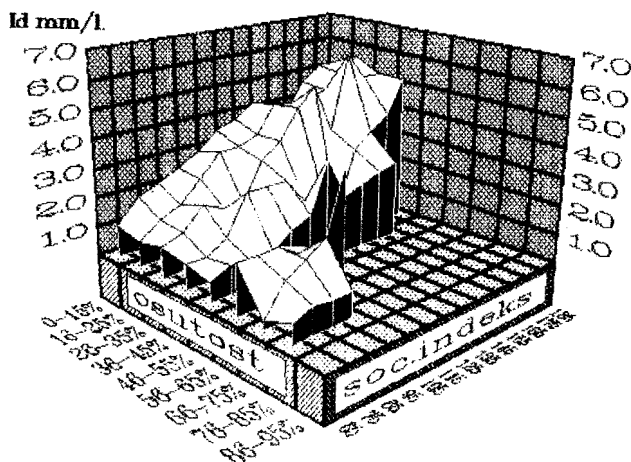
Zelo pomemben dodatni dejavnik, ki interakcijsko vpliva na odnos med debelinskim prirastkom in osutostjo, je starost drevja. Iz slik 9a in 9b (glej tudi sliko 13) se za smreko lepo vidi, da je reakcija mladega in starega drevja na presvetljevanje krošenj (osutost) zelo različna. Kot bomo za izbrane sestoje še nadrobneje videli, so predvsem zelo občutljivi mladi sestoji.



Slika 9: Vpliv starosti sestojev na povezavo med debelinskim prirastkom in osutostjo pri smreki na Pokljuki (a) in Jelovici (b).

Bild 9: Einfluss des Bestandesalters auf die Beziehung zwischen Durchmesserwachstum und Nadelabfall auf Pokljuka (a) und Jelovica (b).

Zanimiv vpogled v celostno rastno ravnanje mladih smrekovih sestojev daje za spremenljivke prirastek, osutost in socialni položaj (socialni indeks: soc2) tudi slika 10: z rastočim socialnim indeksom prirastek strmo linearno narašča in pada razmeroma počasi z naraščajočo osutostjo (počasneje pri podstojnem drevju). Iz slike razberemo tudi značilno upadanje deleža močno poškodovanega drevja z naraščajočim socialnim indeksom; to kaže na odločilen pomen nepoškodovane krošnje za socialno preslojevanje. V mladih sestojih z zelo dinamičnim preslojevanjem že malenkostne izgube prirastka zaradi poškodb krošenj vodijo k socialnemu sestopu (glej tudi sliko 11b).



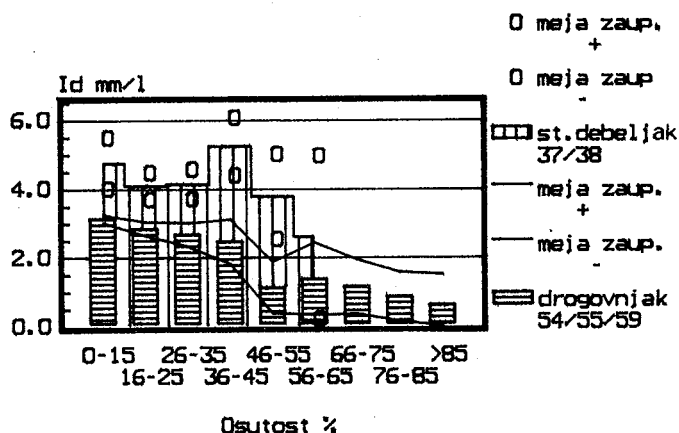
Slika 10: Vpliv osutosti in socialnega položaja drevja na debelinsko rast pri smreki (Pokljuka – mladi sestoji)

Bild 10: Einfluss des Nadelabfalls und Sozialindexes auf Durchmesserwachstum bei Fichte (Pokljuka – Jungbestände)

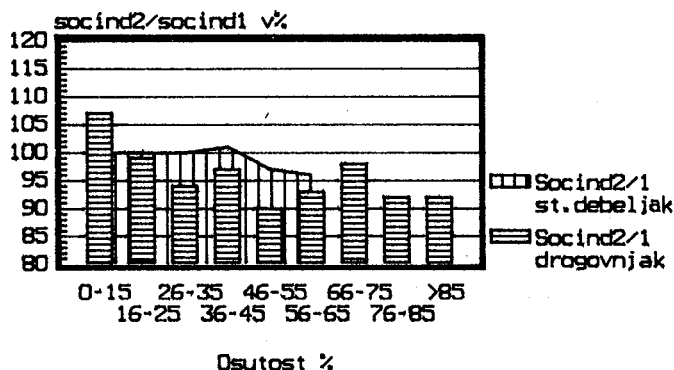
Za razumevanje odziva drevja različnih starosti na naraščujočo presvetljevanje krošenj so zelo poučni izsledki analize debelinskega prirastka v dveh različno starih, homogenih smrekovih sestojih na Pokljuki (kontrolni sestoj 1: debeljak, 130 let, kontrolni sestoj 2: drogovnjak, 50 let; skupaj: 985 dreves), ki so prikazani na slikah 11a do 11c. Bistvene izsledke, ki jih podaja analiza, lahko strnemo v tele ugotovitve:

- Debelinski prirastek starega sestoja je še razmeroma visok (slika 11a) in višji kot v mladem sestoji (svetlitveni učinek). Osutost na prirastek starega sestoja v širokih mejah nima vpliva (razlike niso sig.). Nasprotno se odziva mlado drevje že na majhne izgube iglic z zmanjšanjem prirastka (sig.). Zanesljivost ocen prirastka za obe skupini drevja je na sliki 11a označena z intervalom zaupanja.

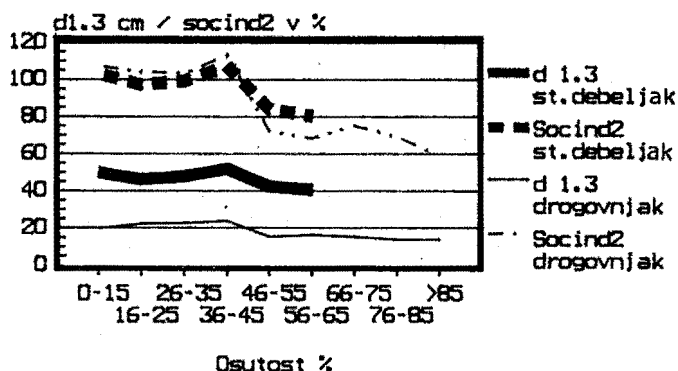
- Znak soc2/1 ponazarja trend preslojevanja drevja v odvisnosti od osutosti od prve do druge meritve (10 let). Ugotovimo lahko, da se staro drevje kljub dobremu priraščanju v širokih mejah ne odziva s preslojevanjem. Nasprotno najdemo v mladem sestoju vzpenjalce le pri drevju s neprizadetimi krošnjami (11b).
- Izgube debelinskega prirastka se pri poškodovanem drevju kažejo tudi v nižjih prsnih premerih (11c) pri drugi meritvi. Za obe skupini drevja je močnejši upad opazen šele pri osutostih, ki presegajo 45 %. Krivulja soc2 označuje socialno pripadnost pri zadnji meritvi. Ugotovimo lahko, da spada drevje z več kot 45-odstotno osutostjo predvsem k podslojnemu drevju.



a) Osutost in debelinska rast
Nadelverlust und Durchmesserwachsstum



b) Socialni vzpon in sestop drevja različnih stopenj osutosti
Umsetzen und Nadelabfall



- c) Razmerja med osutostjo, prsnim premerom in socialnim položajem drevja
Beziehungen zwischen Nadelverlust, Brusthoehendurchmesser und Sozialindex

Slika 11: Povezava med osutostjo in nekaterimi dendrometrijskimi znaki v sestojih različne starosti (Pokljuka, kontrolni sestoji: odd. 54, 55, 59 in odd. 37, 38)

Bild 11: *Beziehung zwischen Nadelverlust und dendrometrischen Parametern in Bestaenden verschiedenen Alters (Pokljuka, Kontrollbestaende Abt.: 54, 55, 59 und Abt.: 37, 38)*

Poleg omenjenih dejavnikov, vplivajo na prirastek še mnoga druga znamenja, ki pa jih dozdejšnje analize ne upoštevajo. Da bi lahko ocenili tisti vpliv osutosti na debelinski prirastek, ki je oddeljen od drugih dejavnikov, smo za posamezne kontrolne sestoje (enotna starost, boniteta rastišča) opravili multivariabla regresijsko analizo po temle vzorcu:

$$Id(mm) = f(d(cm), soc_2, osutost (\%), Dg, SDI)$$

Id: debelinski prirastek mm/leto;
 d: premer drevesa cm;
 soc₂: socialni indeks;
 osutost: ocena v %;
 Dg: temeljično srednji premer ploskve;
 SDI: kazalnik relativne gostote sestoja na ploskvi.

Izidi take analize so potrdili prej podane ugotovitve. Vpliv spremenljivke osutost je bil značilen le v mladih kontrolnih sestojih. Na podlagi izračunanih parcialnih regresijskih koeficientov se prirastek v teh sestojih zmanjšuje za vsako stopnjo osutosti (10 % stopnje) za 4-7 %.

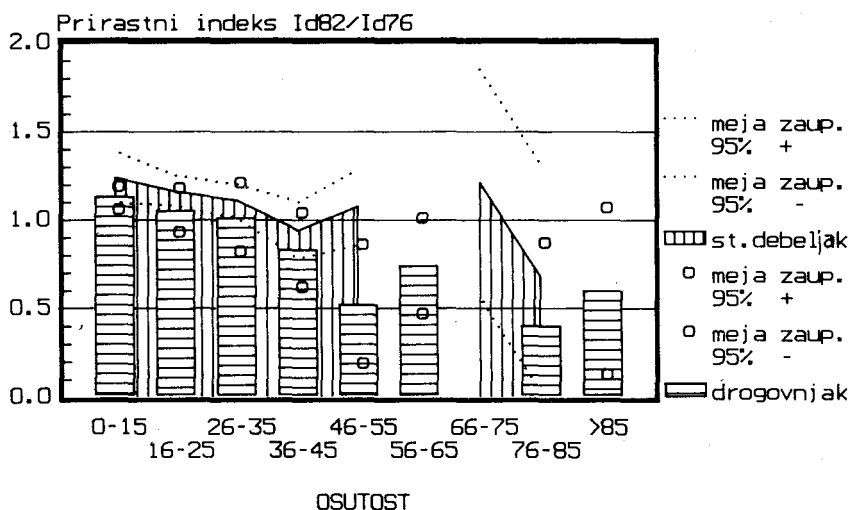
3.2.2 Časovni trend debelinskega prirastka

Na vprašanje, ali zaradi propadanja gozdov lahko govorimo tudi o upadanju prirastka, bomo najprej skušali odgovoriti na temelju analize vrtnanj prirastka, ki smo jih opravili

na Pokljuki na 248 drevesih, in periodičnih merjenj premerov na Jelovici. Obakrat smo imeli na voljo podatke o debelinskem prirastku za dve obdobji.

Časovni trend debelinskega prirastka dreves različnih stopenj poškodovanosti (ocena poškodovanosti na koncu obdobja!) je za smreko na Pokljuki viden iz slike 12. Trend je prikazan kot prirastni indeks ($Id_{82/76}$), to je kot količnik med debelinskim prirastkom v zadnem obdobju ($Id_{1982-87}$) in debelinskim prirastkom v prejšnjem ($Id_{1976-1982}$). Vrednosti čez 1.0 pomenijo boljšo rast v zadnjem obdobju, pod 1.0 pa pojezanje prirastka. Analiza je zopet narejena ločeno za mlade in stare sestoje. Iz slike 12 lahko razberemo tole:

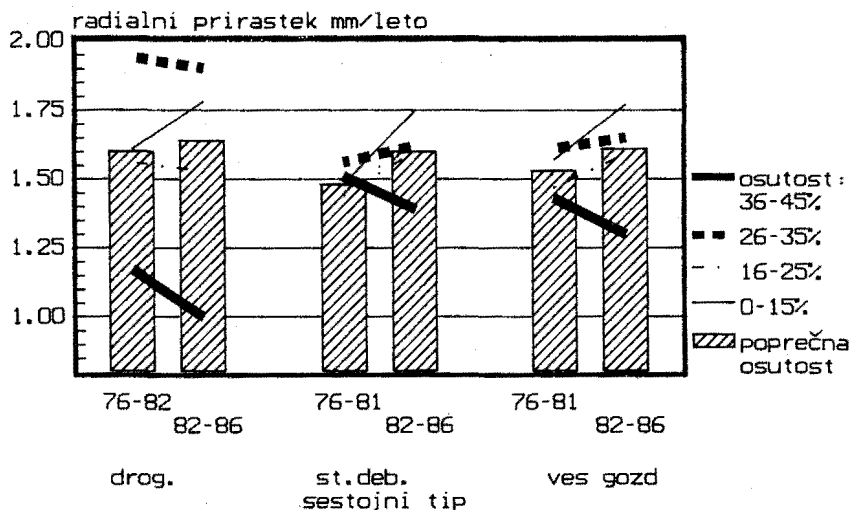
- Rast drevja nizkih stopenj osutosti je v zadnjem obdobju boljša kot v preteklem. Ker je njihov delež še razmeroma visok, ugotavljamo, da je povprečni debelinski prirastek v zadnjem obdobju signifikantno, za 10 %, višji (glej tudi sliko 13) kot v prejšnjem (debeljaki: +12.8 %, drogovnjaki: +5.4 %).
- Drevje v starih sestojih se skoraj ne odziva na naraščajočo presvetlitev krošnje (vpliv ni signifikanten, $p:0,09$) v primerjavi z mladimi sestoji pa je raven njegovega priraščanja razmeroma visoka. Nasprotno se odziva mlado drevje na naraščajočo osutost zelo signifikantno ($p:0.00001$) z negativnim rastnim trendom.



Slika 12: Trend debelinskega prirastka pri smreki za drevje različnih stopenj osutosti in starosti (Pokljuka: primerjava rasti v obdobjih 1976-1982 in 1982-1987)

Bild 12: *Periodenvergleich des Durchmesserwachstums bei der Fichte fuer Baeeume mit unterschiedlichem Nadelverlust und Alter (Zuwachsbohrungen Pokljuka: Perioden 1976-1982 und 1982-1987)*

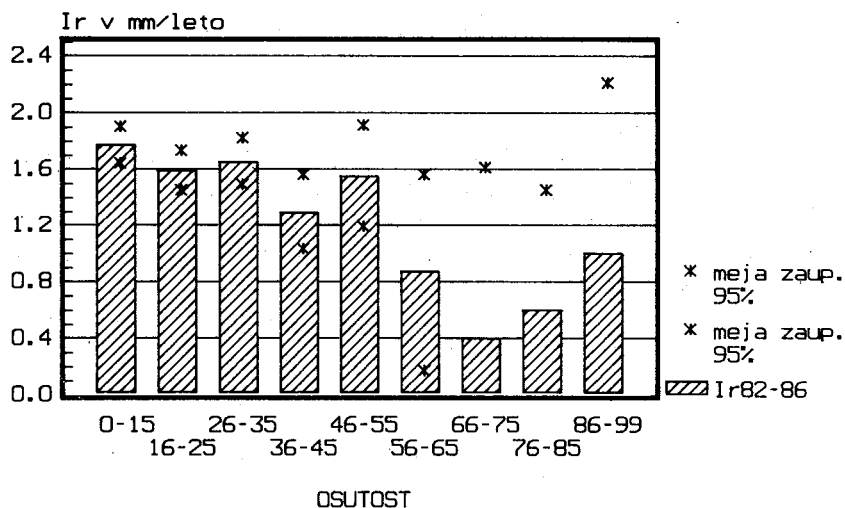
Te ugotovitve nazorno dopolnjujejo izidi parnih analiz absolutnega debelinskega prirastka na sliki 13, ki podaja za oba tipa sestojev in ves gozd trende priraščanja neposredno v odvisnosti od stopnje osutosti in za poprečne populacije. Čeprav je splošni trend priraščanja pozitiven, nam nadrobna analiza trendov kaže (pozitivni trend ugotavljamo v mladih sestojih le pri drevju s polnimi krošnjami in v starih sestojih do osutosti 35 %), da je stanje zelo labilno, saj bo poslabšanju zdravstvenega stanja gozda nujno sledil tudi upad prirastka.



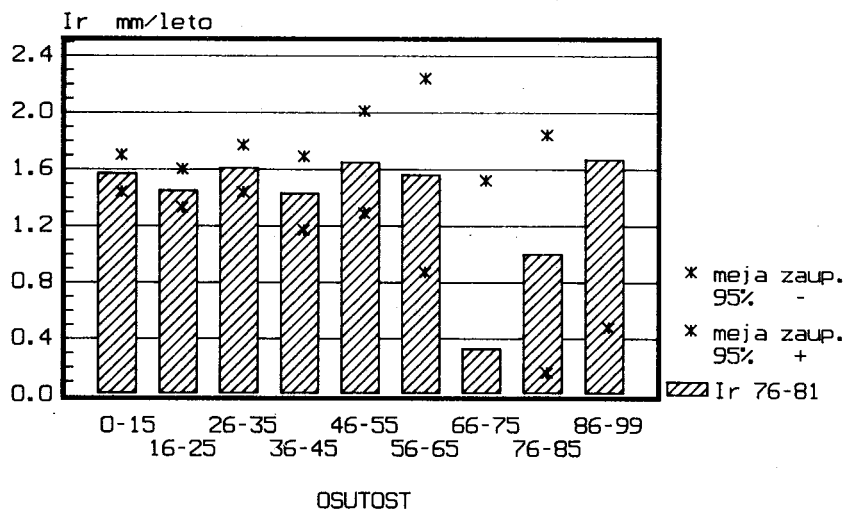
Slika 13: Periodična primerjava debelinskega prirastka drevja različnih razvojnih faz in stopenj osutosti (smreka, Pokljuka: analiza izvrtkov)

Bild 13: Zuwachsniveau der Fichtenbaeume verschiedener Nadelabfallklassen in Alt- und Jungbestaenden (Pokljuka: Bohrungen an ausgewaehlten Probebaeumen)

Dozdajšnji izsledki kažejo, da so med osutostjo in prirastkom na območju Pokljuke-Jelovice obstajajo značilne odvisnosti. To spoznanje lahko uporabimo pri iskanju odgovora na vprašanje o začetku pojava poškodb. Na sliki 14a in 14b je za obe obdobji zopet prikazan debelinski prirastek glede na osutost. Primerjava obeh slik kaže, da je odvisnost med prirastkom in osutostjo izrazita v zadnjem obdobju (14a, sig, $p = 0.002$), v prejšnjem pa je ni.



a) obdobje 1983 - 1988:



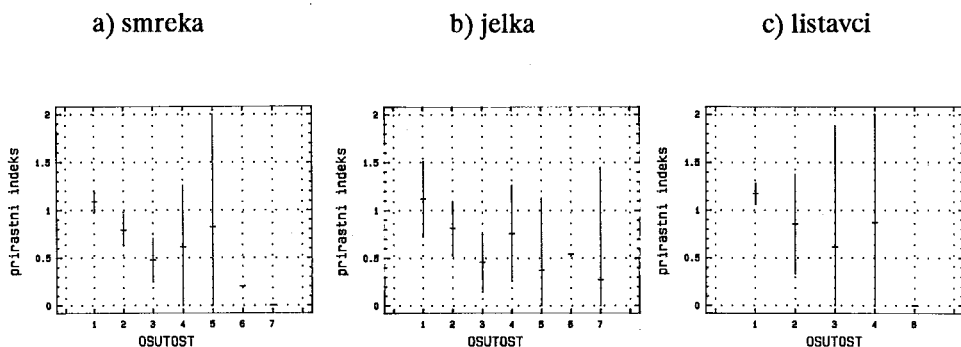
b) obdobje: 1976 - 1983:

Slika 14: Debelinska rast in osutost v obdobjih 1976-1983 in 1983-1988 (Pokljuka, smreka, ves gozd)

Bild 14: Zusammenhang zwischen Dickenwachstum und Nadelverlust im Zeitvergleich (Pokljuka: Fichte, alle Bestände)

Iz tega lahko torej sklepamo, da so se poškodbe na Pokljuki pojavile šele v osemdesetih letih.

Izidi podobne analize prirastnih trendov na Jelovici potrjujejo gornje ugotovitve le deloma. V povprečju kažejo le listavci v zadnjem obdobju višji prirastek kot v prejšnjem (sig.p = 0.013), pri jelki pa je ta v obeh obdobjih približno enak (n.s.). Prirastek smreke se zmanjšuje (sig.). Nekoliko bolj diferencirano sliko dobimo, če analizo opravimo ob upoštevanju osutosti dreves, kot je podana na slikah 15a do 15c. Tudi tu lahko za vse drevesne vrste ugotovimo izboljšano rast pri nepoškodovanem drevju. Že malenkostna osutost pa hitro vodi do upadanja rasti. Negativen trend je značilen za smreko, pri obeh drugih vrstah pa je le nakazan.



Slika 15: Trend debelinskega prirastka in osutost (Jelovica-kontrolni sestoji; prirastni indeks = $Id_{83-88} : Id_{72-83}$)

Bild 15: Zusammenhang zwischen dem Zuwachstrend und Nadelverlust (Jelovica Kontrollbestände; $Id_{83-88} : Id_{72-83}$)

3.2.3 Poškodovanost in izgube sestojnega volumenskega prirastka

Upadanje debelinskega prirastka posameznih dreves z osutostjo ne pomeni nujno tudi padajočih trendov sestojnega prirastka, ki je prava lesnoproizvodna mera. O izgubah govorimo namreč lahko šele, če ugotovimo upad ravni sestojnega prirastka (na površino preračunani volumenski prirastek: I_v v m^3/ha) v primerjavi s prejšnjim obdobjem ali z nepoškodovanim gozdom.

Odlična priložnost za poglobljeno tovrstno analizo se je ponudila v naši raziskavi, saj smo imeli podatke kontrolnih meritev na 205 stalnih vzorčnih ploskvah. Datoteka je obsegala za vsako ploskev vrednost ploskovnega prirastka (I_v/ha), oceno povprečne

osutosti (POS) in indeks osutosti (IND) ter vrsto kazalnikov sestojnih in rastiščnih značilnosti; to je omogočalo zelo poglobljeno analizo medsebojnih odvisnosti.

Najprej smo opravili multivariantno regresijsko analizo odvisnosti med sestojnim prirastkom in sestojnimi in rastiščnimi kazalniki za celotno poključko-jeloviško območje. Razmeroma pomembne razlike v stanju in rasti sestojev na obeh območjih, so se pokazale v razmeroma visoki preostali varianci (doseženi $R_2 = 0.76$), so nas končno prisilile, da smo morali obravnavati območji ločeno. Značilen vpliv obeh kazalnikov poškodb (POS, IND) na sestojni prirastek smo ugotovili na Pokljuki. Izidi regresijske analize za indeks osutosti so podani v preglednici 9. Vidimo, da je vpliv indeksa osutosti visoko značilen in da skupaj z drugimi sestojnimi kazalniki pojasnuje 82.7 % celotne variabilnosti sestojnega prirastka. Enaka analiza je bila opravljena tudi s spremenljivko povprečna osutost (POS), ki je dala malenkostno boljši rezultat ($R_2 = 0.83$). Bistveno boljšo izravnavo smo končno dosegli z upoštevanjem logaritemskih parametrov ($R_2 = 0.88$). Zaradi preprostosti bomo v nadaljevanju navedli predstavili rezultate najprej omenjenega izračuna (preglednica 9).

Preglednica 9: Regresijska ocena sestojnega prirastka na Pokljuki na podlagi sestojnih in rastiščnih kazalcev (Pokljuka-kontrolni sestoji)

Tabelle 9: *Regressionsschaetzung des flaechenbezogenen Bestandeszuwachses (Pokljuka)*

variabla	Koeficient	SE	sig.
a ₀	- 134,5920	28,399496	0,00001
IND	- 0,0215	0,008184	0,00950
SI	- 2,8421	0,735967	0,0002
LN-SI	64,3640	14,445811	0,00001
(G/ha)/(STAR)	2,8693	1,233784	0,0218
G/ha	0,2403	0,016696	0,0001

$$R^2 = 0,8201 \text{ SE ocena} = 2,01 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$n = 120$$

spremenljivka:

$$y = \text{Iv m}^3/\text{ha}$$

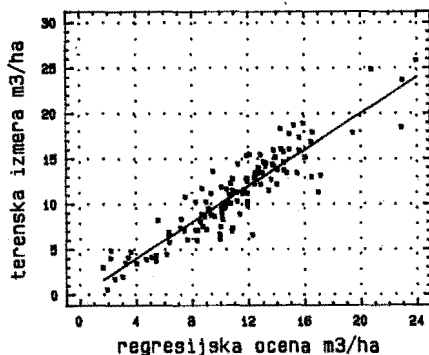
SI = site indeks, smreka

G/ha = temeljnica m^2/ha

STAR = starost sestoja v letih

IND = indeks poškodovanosti v %

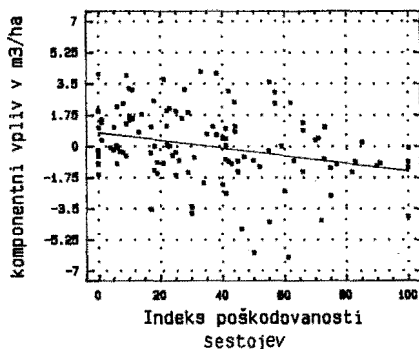
Zanesljivost ocene prirastka na podlagi predstavljenega vzorca je tako raz meroma visoka, kot to kaže tudi slika 16.



Slika 16: Zanesljivost regresijske ocene sestojnega prirastka (Pokljuka)

Bild 16: Treffsicherheit der Regressionsschaetzung fuer die Berechnung des Bestandeszuwachses (Pokljuka)

Vpliv poškodovanosti sestojev (indeks) na raven sestojnega prirastka, potem ko je bil računsko odstranjen vpliv drugih dejavnikov, prikazuje slika 17. Iz nje je mogoče razbrati, da je na hektar preračunani volumenski prirastek v sestojih brez poškodb (brez dreves z $IND > 25\%$) za približno $1 \text{ m}^3/\text{ha}$ višji, v povsem poškodovanih sestojih ($IND = 100\%$) pa za $2 \text{ m}^3/\text{ha}$ nižji od povprečja ($10.35 \text{ m}^3/\text{ha}$). S podmeno, da sestoji z $IND = 0$ predstavljajo rasto sposobnost zdravega gozda, znašajo trenutno izgube sestojnih prirastkov na Pokljuki glede na nepoškodovan gozd približno $1 \text{ m}^3/\text{ha}$ ali 10% .



Slika 17: Vpliv sestojnega indeksa poškodovanosti na raven sestojnega prirastka (Pokljuka: osnova regresija v pregled. 9)

Bild 17: Komponenteneffekt von Beschadigungsindex auf Bestandeswachstum (Pokljuka: Grundlage Regression in Tab. 9)

Podobno analizo smo opravili tudi na Jelovici. Regresijski model, ki smo ga dobili, je sicer pojasnil 77.88% nihanja sestojnega prirastka, vendar ni zajel nobenega od

obeh kazalnikov poškodovanosti. Razlog temu so razmeroma nizke vrednosti poškodb in večja raznoterost podatkov. Trend sestojnega prirastka na Pokljuki lahko presodimo na podlagi periodične primerjave analize izvrtkov, kot smo to že nakazali v prejšnjem poglavju. Ugotavljamo, da je na Pokljuki sestojni volumenski prirastek v zadnjem obdobju za približno 10 % višji kot v prejšnjem, to povišanje bi bilo kar 20-odstotno, če ne bi obenem nastale prirastne izgube na drevju z močnejše osutimi krošnjami.

Na Jelovici lahko ocenimo trend sestojnega prirastka neposredno s periodično primerjavo ploskovnih in volumenskih prirastkov (parne primerjave) obeh zaporednih obdobj. Za razliko od Pokljuke ugotavljamo na Jelovici povprečno precejšen upad sestojnega prirastka, ki znaša 8.6 %, če upoštevamo vse vzorce profila (na 5 vzorcih je bil opravljen končni posek, $n = 89$ vzorcev), če pa upoštevamo le vzorce z lesno zalogo, pa še vedno 4.34 %. Razlogi zato so različni, pomembni pa so negativni starostni trend in razmeroma močna redčenja v starih sestojih (izidi regresijske analize). Negativen vpliv sestojnih poškodb je bil očiten v močnejše poškodovanih sestojih (preglednica 10).

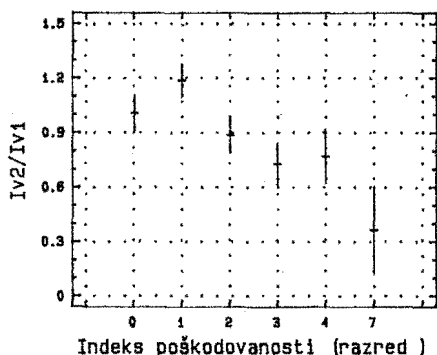
Preglednica 10: Periodična primerjava višine sestojnega volumenskega prirastka na Jelovici za sestoje z različno intenziteto poškodb (kontrolni sestoji: parne primerjave)

Tabelle 10: Periodenvergleich des flächenbezogenen Massenzuwachses auf Jelovica fuer Bestaende unterschiedlicher Schadgrade (Kontrollbestaende: Paarvergleiche)

Indeks osutosti	n	Iv ₇₂₋₈₃ m ³ /ha	Iv ₈₃₋₈₈ m ³ /ha	Razlika m ³ /ha	sig. p = 95 %
IND < 10 %	50	7.60	7.21	-0.38	n.s.
IND > 10 %	34	9.04	6.75	-2.30	0.016

Nadrobneje je trend upadanja sestojnega prirastka v odvisnosti od poškodovanosti sestojev prikazan na sliki 18; na njej so poleg srednjih vrednosti podane tudi standardne napake. Slika razmeroma jasno nakazuje negativno povezavo med trendom sestojnega prirastka (Iv₂/Iv₁) in sestojnimi poškodbami, vendar tega zaradi premajhnega števila vzorcev v posameznih razredih in razmeroma visoke spremenljivosti, ni bilo mogoče tudi statistično potrditi.

Kot vidimo iz slike 18, tudi na Jelovici sestoji brez poškodb in malo poškodovani sestoji v zadnjem obdobju boljše priraščajo kot v prejšnjem; to vsaj nekoliko potrjuje naše ugotovitve na Pokljuki.



Slika 18: Vpliv intenzitete sestojnih poškodb na trend sestojnega prirastka (Jelovica: kontrolni sestoji)

Bild 18: Einfluss der Bestandesschaeden auf den Trend des flaechenbezogenen Massenzuwachses (Jelovica: Kontrollbestaende)

4 RAZPRAVLJANJE O UGOTOVITVAH RAZISKAV

Izsledki naših raziskav smrekovih gorskih gozdov na pokljuško-jelovski planoti kažejo, da zdravstveno stanje tamkajšnjih gozdov ni tako dramatično, kot so napovedovali nekateri. Razmeroma ohranjeni so gozdovi na Jelovici, saj delež očitno poškodovanega drevja ($IND = > 25\%$) ne presega 10.5% (smreka: 10.7%); to je bistveno ugodnejše, kot je ugotovil Šolar (Šolar 1990) za vso Slovenijo (stanje 1987; iglavci, $IND: 42.65$, smreka, $IND: 39.3$). Stanje na Pokljuki je nekoliko manj ugodno (iglavci, $IND: 35.3\%$), vendar še zmeraj pod slovenskim povprečjem. To velja tudi za primerjave s tujino, čeprav ocene niso povsem primerljive (npr. z Avstrijo). Ker smo pri našem ocenjevanju uporabljali švicarski referenčni atlas krošenj (EAFV, 1986), je zanimiva ugotovitev, da je delež očitno poškodovanih smrek v Švici približno na jelovski ravni ($IND: 11\%$, Schlaepfer in Haemmerli 1990). V zvezi s tem je pomembna ugotovitev, da je delež očitno poškodovanih dreves najnižji v gojitveno najpomembnejšem sestojnem sloju nosilcev funkcij in dominantnega drevja.

Navedene številke so samo povprečja, ki ne povedo ničesar o bistvenih razlikah med posameznimi drevesnimi vrstami, sestojnimi tipi in razvojnimi fazami ter o vplivu socialnega statusa drevja. Kot kažejo izsledki naših raziskav, so med temi kazalniki, in osutostjo signifikantne korelacijske povezave. Bistvene ugotovitve so, da je drevje v starih sestojih bolj osuto kot v mladih in da je jelka najbolj ogrožena drevesna vrsta; sledi ji smreka in z močnim zaostankom še bukev. Tudi te ugotovitve se skladajo s izsledki drugih slovenskih raziskav (Šolar 1990) pa tudi tujih (Schlaepfer in Haemmerli 1990). Vpliv starosti je tako močan, da lahko prekrije vse druge vzroke. Zato je treba pri vseh prostorskih raziskavah to upoštevati. Na Pokljuki smo tako

pokazali, da prostorski vzorec pri upoštevanju starosti ni signifikanten, iz tega sklepamo, da za poškodbe niso krivi krajevni povzročitelji.

Za gozdnogojitveno ukrepanje v poškodovanih sestojih so posebno pomembni izsledki preučevanja povezave med osutostjo in preslojevanjem dreves. Povsem nova je ugotovitev, da je za najmanjše izgube asimilacijskih organov zelo občutljivo predvsem drevje v letvenjakih in drogovnjakih. V teh sestojih že najmanjše izgube vodijo do socialnega sestopa. Na srečo so ti sestoji še razmeroma nepoškodovani, tako da je selekcijska baza še dovolj velika. Staro drevje pa se na osip krošnje v širokih mejah ne odziva več. Podobne raziskave nam v svetovnem merilu niso znane, vendar naše ugotovitve potrjujejo že podano mnenje, da je z zgodnjim redčenjem treba pospeševati razvoj močnih krošenj in da moramo zelo zadržano odstranjevati poškodovano drevje v starih sestojih.

Za operativno gozdarstvo je pomembna ugotovitev, da na splošno ni mogoče govoriti, da se prirastek zmanjšuje zaradi "umiranja gozdov", čeprav je bil upad debelinskega prirastka z osutostjo ugotovljen za vse drevesne vrste. To je v skladu s podobnimi jugoslovanskimi (Ferlin 1990, Hočevar in Hladnik 1988, Kalafadžić in Kušan 1990) in tujimi ugotovitvami (Roehle 1987, Schmidt-Haas 1990, Utschig 1989). Novo je spoznanje, da se z upadom debelinskega prirastka na najmanjše presvetljevanje krošnje zelo močno odziva predvsem mlado drevje, staro drevje pa tudi še pri razmeroma močni osutosti (do 35 %) normalno prirašča. To opažanje in pa razlike med Jelovico in Pokljuko kažejo, da je težko govoriti o enovitem pragu poškodovanosti.

Raziskave sestojnega, na hektar preračunanega volumenskega prirastka so pokazale, da je za zdrave sestoe splošni pozitiven trend naraščanja prirastka v zadnjih letih za približno 5 do 20 %, to ustreza tudi ugotovitvam v tujini (Kenk 1989). Kot morebitni vzrok te pospešene rasti navaja Kenk spodbujevalni učinek povečevanja deleža CO₂ v atmosferi in gnojenja z atmosferskim dušikom ter ugodnih podnebnih razmer. S sestojnimi poškodbami se prirastek zmanjšuje, in to je bilo na Jelovici dokazano za sestoe z indeksom osutosti nad 10 %. Na Pokljuki je v zadnjem obdobju raven sestojnega prirastka za približno 10 % višja kot v prejšnjem, na podlagi izsledkov regresijske analize pa menimo, da bi bila ta lahko še za 10 % višja (skupaj 20 %), če se ne bi sočasno zmanjševal prirastek zaradi sestojnih poškodb. Podobne raziskave v svetu so še zelo redke in se povečini skladajo z našimi ugotovitvami (Kramer in Athari 1984; Schmidt Haas 1990; Utschig 1989) saj kažejo, da so lahko izgube prirastka celo nekaj večje kot v našem primeru.

Naše raziskave zelo jasno povedo, da je propadanje gozdov celosten, večslojen problem, ki zahteva celosten in obenem po stratumih diferenciran način obravnave. Na gozdni ekosistem deluje hkrati množica pozitivnih in negativnih dejavnikov,

rezultante teh, pa ni mogoče oceniti na podlagi snemanj na posameznih drevesih ali modelnih raziskavah na homogeniziranih prirastoslovnih ploskvah. Preučevanje dodatno otežuje to, da se posledice negativnih vplivov okolja praviloma pojavljajo s precejšno časovno zamudo. Zanesljivi izidi so zaradi tega mogoči le na podlagi periodičnih snemanj. Raziskave je treba prenesti z opisa odziva drevesa na študij ploskovnih sestojnih kazalnikov. Naše izkušnje kažejo, da je za take raziskave racionalen in dovolj natančen kombiniran način s terenskimi snemanji dendrometrijskih kazalnikov na kontrolnih vzorčnih ploskvah v sklopu redne gozdne inventure in kakovostnih znamenj (poškodovanost, struktura sestojev in krajine) na posnetkih iz zraka.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Fuer ein grosses Nadelwaldgebirgskomplex wurde ein kombiniertes foto terrestrisches Verfahren entwickelt welches die benoetigten quantitativen und qualitativen Daten auf der Ebene des Baumes, des Bestandes und des Waldoekosystems als Ganzes mit der guenstigsten Arbeitsmethode sichern sollte. Die Grundidee dieser Modelluntersuchung war die Verbindung von dendrometrischen Daten (Vorrat, Zuwachs) die im Rahmen der regulaeren Forstinventuraufnahmen auf permanenten SP-Flaechen gewonnen wurden (4-Ar Flaechen) mit grossraeumiger, flaechendeckender Erfassung von qualitativen Daten (Schadenintensitaet, Bestandesstruktur, Waldgrenzenverlauf, Standortsdegradationen) aus der Luft (CIR-Luftbildaufnahmen im Masstab 1:5000). Die Untersuchungsergebnisse zeigen auf ein sehr unterschiedliches Verhalten von Jung- (ca 60 J.) und Altbestaenden (120-180 J.) hin. Die Altbestaende weisen hoechere Schaeden als Jungbestaende auf. Die Jungbestaende reagieren aber auf Kronenschaden rasch mit Zuwachsverlusten und sozialem Abstieg, waehrend die Altbestaende kaum Zuwachsverluste auch bei hohen Nadelverlusten zeigen (bis 45 %). Der beobachtete Zuwachsrueckgang mit zunehmender Kronenverlichtung bei Einzelbaeumen bedeutete jedoch nicht auch ein tieferes Bestandes zuwachsniveau. Dieses war Dank anderen guenstigen Bedingungen in der letzten Periode sogar um 10 % (Pokljuka) hoeher als in der vorangegangenen. Allerdings wuerde ein voellig unbeschadigter Wald noch eine um ca. 10 % hoechere Zuwachsleistung aufweisen.

Priloga/Anhang

Strukturni in dendrometrični znaki dreves različnih stopenj poškodovanosti (Pokljuka, smreka – kontrolni sestoji).

Struktur – und Messparamether der Baeume unterschiedlichen Schadstufen (Pokljuka, Fichte – Kontrollbestaende)

Osutost	Nadraslo 1					Sorasio 2					Podraslo 3					Skupaj				
	n	id mm	d1,3 cm	soc 2	soc2/1	n	id mm	d1,3 cm	soc 2	soc2/1	n	id mm	d1,3 cm	soc 2	soc2/1	n	id mm	d1,3 cm	soc 2	soc2/1
Mladi sestoji < 60 let																				
<15 %	76	4,53	27,87	153,12	1,11	801	3,04	20,83	107,61	1,06	153	1,42	14,45	74,99	0,95	1030	2,91	20,40	106,12	1,05
20	13	4,21	32,23	143,54	1,04	183	3,13	23,74	109,75	1,01	93	1,11	15,40	72,39	0,91	289	2,53	21,44	99,25	0,98
30	10	4,96	36,70	155,30	1,02	43	2,85	23,65	105,72	0,96	45	1,02	14,13	68,29	0,92	98	2,23	20,61	93,59	0,94
40	2	4,78	40,00	134,50	1,04	14	2,48	26,29	122,21	0,97	13	0,80	14,54	69,15	0,92	29	1,89	21,97	99,28	0,95
50						3	4,48	26,00	142,67	0,98	16	0,71	14,06	67,56	0,89	19	1,14	15,95	79,42	0,90
60						4	1,96	22,75	119,00	1,19	7	1,12	14,29	59,86	0,89	11	1,42	17,36	81,36	1,01
70						2	3,48	18,00	91,50	1,13	18	0,68	14,56	68,11	0,90	20	0,96	14,90	70,45	0,93
80						1	0,87	13,00	73,00	0,91	13	0,74	13,85	68,62	0,91	14	0,75	13,79	68,93	0,91
>85						1	3,48	28,00	136,00	0,96	8	0,65	14,50	61,63	0,92	9	0,97	16,00	69,89	0,92
Skupaj	101	4,54	29,54	151,73	1,09	1052	3,04	21,54	108,21	1,05	366	1,15	14,62	71,83	0,93	1519	2,68	20,41	102,34	1,02
Stari sestoji > 60 let																				
<15 %	15	4,99	57,47	134,33	0,99	129	3,51	37,38	106,55	1,01	18	2,03	22,67	76,11	1,03	162	3,48	37,60	105,74	1,01
20	15	4,41	53,07	139,93	1,02	324	3,37	40,05	102,21	0,98	43	1,56	22,79	71,00	0,95	382	3,20	38,62	100,18	0,98
30	5	5,39	59,80	130,20	1,02	231	3,44	40,57	101,14	0,99	44	1,52	25,05	71,48	0,94	280	3,17	38,47	97,00	0,98
40	3	5,51	60,67	135,67	0,96	59	3,76	39,71	96,93	1,00	12	1,45	18,42	62,92	0,94	74	3,45	37,11	92,99	0,99
50	2	6,52	70,00	117,00	0,85	9	2,90	35,67	86,11	0,97	10	1,57	22,00	61,70	0,98	21	2,61	32,43	77,43	0,96
60						2	3,48	52,00	103,50	0,95	7	0,99	19,43	57,29	0,90	9	1,55	26,67	67,56	0,91
70											12	0,72	17,75	59,75	0,90	12	0,72	17,75	59,75	0,90
80						1	0,00	37,00	88,00	0,94	2	1,30	16,50	63,50	0,93	3	0,87	23,33	71,67	0,93
>85																				
Skupaj	40	4,93	56,98	135,15	1,00	755	3,43	39,70	102,00	0,99	148	1,50	22,39	68,82	0,95	943	3,19	37,71	98,20	0,98
Vsi sestoji																				
<15 %	91	4,61	32,75	150,02	1,09	930	3,11	23,13	107,47	1,05	171	1,48	15,32	75,11	0,96	1192	2,99	22,74	106,07	1,04
20	28	4,32	43,39	141,61	1,03	507	3,28	34,16	104,93	0,99	136	1,25	17,74	71,95	0,93	671	2,91	31,22	99,77	0,98
30	15	5,10	44,40	146,93	1,02	274	3,35	37,91	101,86	0,98	89	1,27	19,53	69,87	0,93	378	2,93	33,84	96,12	0,97
40	5	5,22	52,40	135,20	0,99	73	3,51	37,14	101,78	0,99	25	1,11	16,40	66,16	0,93	103	3,01	32,84	94,76	0,98
50	2	6,52	70,00	117,00	0,85	12	3,04	33,25	100,25	0,97	26	1,04	17,12	65,31	0,92	40	1,91	24,60	78,38	0,93
60						6	2,46	32,50	113,83	1,11	14	1,06	16,86	58,57	0,90	20	1,48	21,55	75,15	0,97
70						2	3,48	18,00	91,50	1,13	30	0,70	15,83	64,77	0,90	32	0,87	15,97	66,44	0,92
80						2	0,43	25,00	80,50	0,92	15	0,81	14,20	67,93	0,92	17	0,77	15,47	69,41	0,92
>85						1	3,48	28,00	136,00	0,96	8	0,65	14,50	61,63	0,92	9	0,97	16,00	69,89	0,92
Skupaj	141	4,65	37,33	147,03	1,06	1807	3,20	29,13	105,62	1,02	514	1,25	16,86	70,96	0,94	2462	2,88	27,04	100,75	1,01

6 REFERENCE

EAFV, 1986: Kronenbilder. Eidg. Anstalt fuer das forst. Versuchswesen, Birmensdorf, 98 s.

FERLIN, F., 1990: Vpliv onesnaženja ozračja na rastno zmogljivost odraslih smrekovih sestojev. VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana, magistrsko delo 141 s.

HAEGELI, M., CARTIER, F., HAUENSTEIN, P., JESCHKI, W., LEUPPI, E., SCHERRER, H.U., SCHWARZENBACH, H.F., SOLL, E., 1987: Waldschaeden im unteren Aaretal. Schadenauswertung in der Umgebung von Kernanlagen. Eidg. Anst. forstl. Ver suchswes. Ber. 296: 63 s.

HOČEVAR M., HLADNIK D., 1988: Integralna foto-terestrična inventura kot osnova za smotrno odločanje in gospodarjenje z gozdom. Zbornik gozd. in lesarstva, Ljubljana, 31: 93-120

HOČEVAR, M., 1990: Ugotavljanje stanja in razvoja gozdov s kontrolno vzorčno metodo. VTOZD za gozdarstvo, Biotehniška fakulteta Ljubljana, 45 s.

NEUMANN, M., 1989: Zu Frage der Waldzustanderfassung durch grossraeumige Inventuren. Centralb. gesamt. Forstw., 106, 3: 161-178

KALAFADŽIČ, Z. IN KUŠAN, V., 1990: Opadanje prirasta jele (*Abies alba* L.) kao posljedica novonastalih oštećenja šuma u Gorskom Kotaru. Šum. list, 113, 9/10: 415-422

KENK, G., 1989: Erkenntnisgewinn in bezug auf das Waldwachstum in der BRD am Beispiel von Untersuchungen in Baden-Wuerttemberg. Sanasilva-Tagungsbericht: Waldwachstum und Waldschaeden, EFWSL Birmensdorf, s.: 11-23

KRAMER, H. IN ATHARI, S., 1984: Ueber die Zuwachsentwicklung in immisionsgeschaedigten Fichtenbestaenden und ihrer Bedeutung fuer die Hiebsatzbestimmung. Allg. Forstztg., 1984, 27: 685-686

ROEHLE, H., 1987: Entwicklung von Vitalitaet, Zuwachs und Biomassestruktur der Fichte in verschiedenen bayerischen Untersuchungsgebieten unter dem Einfluss der neuartigen Waldschaeden. Forst. Forschungsberichte, Muenchen, zvezek 83, 122 s.

SCHLAEPFER, R. IN HAEMMERLI, F., 1990: Das "Waldsterben" in der Schweiz aus heutiger Sicht. Schweiz. Z. Forstwes., 141, 3: 163-188 Schweiz

SCHMIDT-HAAS, P., 1990: Kronenverlichtungen und Waldwachstum. Schweiz. Z. Forstwes., 141, 3: 189-209

SCHMIDTKE, H., 1987: Zur Definition von Schadniveaus fuer bestandes- und betriebsweise Waldschadeninventuren. Allg. Forstzeitschr. 42, 930-932

SCHWARZENBACH, F.H., OESTER, B., SCHERRER, H.U., GAUTSCHI, H., EICHRODT, R., HUEBSCHER, R., HAEGELI, M., 1986: Flaechenhafte

Waldschadenerfassung mit Infrarot-Luftbildern 1:9000. Eidg.Anst.forstl.Ver-suchswes., Ber. 285: 76 s.

ŠOLAR, M., 1986: Onesnaženje zraka in propadanje gozdov v Sloveniji. ZDIT Slovenije, v Zborniku s posvetovanja v Mariboru, okt. 1986, s. 21 - s 45.

ŠOLAR, M., 1990: Stanje slovenskih gozdov v letu 1990 in gibanje njihove poškodovanosti v obdobju 1985-1989. Gozd. vest., 48, 2: 85-90.

UTSCHIG, H., 1989: Waldwachstumskundliche Untersuchungen im Zusammenhang mit Waldschaden. Forschungsberichte, Muenchen, zvezek 97, 185 s.

