

GDK: 228.8:182.3:181.48:(497.12x10 Savinjske Alpe)

## SPREMINJANJE NARAVNE GOZDNE VEGETACIJE OB VIŠINSKEM GRADIENTU VEŽE - DLESKOVŠKE PLANOTE V SAVINJSKIH ALPAH

Jurij DIACI\*

### *Izvleček*

Delo obravnava postopne spremembe vegetacije in strukture sestojev ob gradientu nadmorskih višin na Dleskovški planoti v Savinjskih Alpah. S klasifikacijo in ordinacijo so identificirane in analizirane značilne skupine gozdov, ki so se razvile ob gradientu nadmorskih višin. Analiza izpostavlja dopolnjevanje obeh tehnik in njune pomanjkljivosti, kadar jih uporabljamo neodvisno in samostojno. Kombinirana uporaba obeh tehnik se je izkazala kot primerno orodje za razpoznavanje in analizo notranje strukture vegetacije naravnih gozdov. Ugotovljena je tudi odvisnost med pritalno vegetacijo ter strukturo in priraščanjem sestojev. Oblikovane so hipoteze o jakosti antropogenega vpliva, znižanju gornje gozdne meje in večji vlogi listavcev v nekdanjih visokogorskih pragozdovih.

*Ključne besede: naravni gorski gozd, ordinacija in klasifikacija gozdne vegetacije, predalpski jelovo-bukov gozd, visokogorski bukov gozd, sekundarni gozd macesna in smreke, znižanje gornje gozdne meje*

## CHANGING OF NATURAL FOREST VEGETATION ALONG THE ALTITUDE GRADIENT IN THE SAVINJA ALPS

### *Abstract*

The paper deals with the structure of forest vegetation that is close to its natural condition in the Savinja Alps. Significant groups of forests that have evolved under the influence of complex ecological gradient (altitude) were identified and analysed by classification and ordination of plant communities and structural variables. The analyses expose the complementarity of both techniques and their deficiencies in cases when they were applied solely and independently. The supplementation of structural and ecological variables with vegetational variables is also stressed. The results suggest that a joint application of classification and ordination techniques is a very good solution for the identification and analyses of specific patterns of vegetation in research of natural ecosystems. Several hypotheses were also examined, concerning the strength of antropozoogenic influences, decline of alpine timberline and the role of broad-leaved trees in the former upper mountain virgin forests.

*Key words: natural mountain forests, ordination and classification of forest vegetation, prealpine beech forest with fir, upper mountain beech forest, secondary larch forest with spruce, the decline of alpine timberline*

---

\* mag., dipl. ing. gozd., novi raziskovalec, Oddelek za gozdarstvo Biotehniške fakultete, 61000 Ljubljana, Večna pot 83, SLO

**KAZALO**

1	UVOD IN POSTAVITEV PROBLEMA .....	47
2	PREDSTAVITEV OBJEKTA RAZISKAVE .....	48
2.1	Lega in izbira objektov .....	48
2.2	Geologija in tla .....	49
2.3	Klima .....	50
2.4	Vegetacija .....	51
3	METODA DELA .....	52
4	REZULTATI .....	52
4.1	Splošen pregled vegetacije s fitoindikacijo rastišč ob višinskem gradientu .....	52
4.2	Spreminjanje vegetacije in zgradbe sestojev ob višinskem gradientu .....	53
4.2.1	Klasifikacija naravnih gozdnih sestojev glede na vegetacijo .....	54
4.2.2	Klasifikacija naravnih gozdnih sestojev glede na ekološke, strukturne in prirastne spremenljivke .....	57
4.2.3	Primerjava in združitev obeh načinov klasifikacije .....	61
4.2.4	Iskanje zakonitosti razvrščanja raziskovalnih ploskev glede na kompleksne gradiente okolja .....	62
4.3	Fitoindikacija rastišč izločenih skupin gozdov .....	68
5	RAZPRAVA .....	70
5.1	Primerjava zgradbe visokogorskih bukovih gozdov na skrajnostnih rastiščih in subalpinskih bukovih gozdov z javorom ( <i>Aceri-Fagetum</i> ) .....	70
5.2	Degradacijski vpliv planinskega pašništva na gorske ekosisteme .....	72
5.3	Vloga macesna v Savinjskih Alpah .....	75
6	SKLEP .....	76
	SUMMARY .....	78
	VIRI .....	82

## 1 UVOD IN POSTAVITEV PROBLEMA

Tisočletni vpliv človeka na gorski svet je povzročil splošno degradacijo gorskih gozdov. Med drevesnimi vrstami so bile najbolj prizadete klimaksne vrste, ki so vezane na višje organizirane ekološke sisteme, v Sloveniji še posebej bukev. S krčenjem gozda se je ravnotežje v naravi porušilo. Uravnavajočega delovanja gorskega gozda na okolje ni bilo več. Relativno visoko biomaso gorskega gozda, ki s svojo prisotnostjo biološko usmerja pretok energije in kroženja snovi, so zamenjali siromašnejši in nižje razviti ekosistemi - "novine", "frate" in gorski pašniki. Zaradi manjše biomase ter slabših pritegovalnih sposobnosti energije in snovi (MLINŠEK 1989) se je verjetnost naravnih katastrof povečala.

Človek se je začel zanimati za gorski gozd šele v prvi polovici devetnajstega stoletja po obsežnih naravnih katastrofah (plazovi, narasle vode, erozija...). Skušal ga je proučevati ter zavarovati. V gozdarski zakonodaji Švice, Bavarske in Avstrije iz tistega časa so že določila o varovanju in negi visokogorskih gozdov (MAYER / OTT 1991, KALHS 1974). Prve raziskovalce je dostikrat zapeljala trenutna podoba vegetacije s prevladujočimi pionirskimi vrstami. Tako so še pred osemdesetimi leti ocenjevali, da je dejanska zgornja gozdna meja le nekoliko nad današnjo mejo gozda, struktura naravnega gorskega gozda pa naj bi bila precej podobna sedanji (LOVRENČAK 1971, GAMS 1976).

Tudi danes mnogi obiskovalci naših gora vidijo v morda res idiličnih in romantičnih sestojih ob zgornji gozdni meji poslednjo oazo neokrnjene narave. Redke macesnove sestoje z rušjem obravnavajo kot stabilne, uravnotežene naravne ekosisteme, ki se na meji mogočega borijo za svoj obstoj. Mnoge raziskave so že potrdile prevladujoči antropogeni vpliv na te ekosisteme ter njihovo močno osiromašenost in degradiranost (WRABER 1970). O pravi podobi njihovih prednikov - visokogorskih pragozdov pa vemo le malo.

Vendar ohranjena vegetacija na najbolj nedostopnih mestih kaže podobo gozdov iz preteklosti. Na ekstremnih predelih gorstev, v jarkih, soteskah, na skalnatih grebenih..., najdemo pogosto drevesne vrste z atlantskim značajem, ki jih tam ne bi pričakovali (bukev, jelka). Tu uspevajo na nadmorskih

višinah, kjer na človeku bolj dostopnih delih gozdov popolnoma dominirata smreka in macesen. Večjo vlogo bukve v slovenskem gorskem svetu dokazujejo tudi novejša gozdarska (POČKAR / STRITIH 1987), geografska (PLESNIK 1971) in palinološka raziskovanja (ŠERCELJ 1978, CULIBERG 1981).

Namen naloge je raziskati strukturo in razvoj pozabljenih ostankov nekdanj veliko bolj razširjenih in stabilnih naravnih gorskih gozdov. Postavili smo si naslednja konkretnjša vprašanja in naloge:

- Na podlagi analize rastišč in zgradbe sestojev določiti skupine gozdov s podobnim razvojem in zgradbo ter ugotoviti njihovo navezanost na kompleks ekoloških dejavnikov!
- V kakšni meri rastišče (zgradba vegetacije) odraža spremembe v sestoji?
- V kolikšni meri so bili sestoji v preteklosti pod antropozoogenim vplivom?
- Kakšna je bila vloga listavcev v nekdanjih visokogorskih pragozdovih?

## 2 PREDSTAVITEV OBJEKTA RAZISKAVE

### 2.1 Lega in izbira objektov

Naloga obravnava ohranjene gorske gozdove planote Veža (Dleskovška planota) v Savinjskih Alpah. Naravni sestoji so se ohranili v predelih, neprimernih za pašo ter delih gozdov, kjer je neprimerna konfiguracija terena onemogočila spravilo posekanega lesa. Pri izločitvi sestojev smo se opirali na ustno izročilo starejših gozdarjev, gozdnogospodarske načrte, posnetke iz zraka in številne terenske ogleda. Osnovna izločitvena kriterija sestojev oziroma makrolokacij za podrobnejše vzorčenje sta bila, da se v gozdovih ni sekalo niti intenzivno paslo.

Tretji kriterij izbire gozdov je bila razvojna faza. Proučevane sestoje smo analizirali po razvojnih fazah pragozdov, kar je zaradi naravnosti teh sestojev ustrežnejše kot uporaba modelov iz gospodarskega gozda. Razvoj srednjeevropskih pragozdov so nekateri avtorji (LEIBUNDGUT 1959, HILLGARTER 1971) razdelili na naslednje razvojne faze:

- faza mladega gozda; vitalno mladovje brez zastora starih dreves
- optimalna faza; stabilen gozd s tesnim do normalnim sklepom krošenj
- starostna faza; še vedno strnjen sklep krošenj z znaki padanja vitalnosti
- faza razpadanja; prekinjen sklep krošenj in labilen zgornji sloj
- faza pomlajevanja; prisotnost vitalnega pomladka pod zastorom starih dreves ali v manjših odprtinah

Izbirali smo sestoje v optimalni fazi. Gozd doseže v optimalni fazi zelo stabilno strukturo, odporno proti mehanskim in biološkim nevarnostim. Ta faza traja najdlje v razvoju naravnega gozda, zato je v poprečnih razmerah njen delež v naravnih gozdovih največji. Zgradba naravnega gozda v optimalni fazi zagotavlja ekosistemu stabilnost za daljši čas (BORMANN / LIEKENS 1986) in je prav zato zanimiva za proučevanje in prenos izsledkov na gospodarske in varovalne gozdove.

Ploskve smo sistematično razvrstili na vsakih 100 m nadmorske višine od višine 1100 m do zgornje gozdne meje na višinah od 1600 do 1810m. Na tej višinski razliki so, po navedbah avtorjev (HILLGARTER 1971, OTT 1991), razlike med sestojnimi kazalci v srednjih ekoloških razmerah dovolj velike, da jih lahko smiselno zajamemo in primerjamo s statističnimi testi.

Središče vsake ploskve natančno določa presečišče azimuta in plastnice na 100 m. Da bi z raziskavo lahko iz vrednotili učinek različnih naklonov in leg, smo ploskve locirali na dveh prostorsko oddaljenih transektih. Zaradi konfiguracije terena smo na delih z zelo razgibanim reliefom izločili tudi dodatne ploskve na 50 m višinske razlike.

## 2.2 Geologija in tla

Proučevano območje je, kar zadeva geološko podlago, zelo homogeno. Prevladujejo svetlo sivi kristalasti apnenci srednje do zgodnje triadne starosti, manj je dolomitne podlage (POROČ. H GEOL. KARTI... 1982). Dolomit je skladovit in debelo zrnat, zato je kompakten in na pogled podoben apnencu, na katerem se pojavljajo tipični kraški pojavi, vsepovsod pa izpod talne odeje štrlijo delci matične kamnine. Zaradi apnenca, ki kemično prepereva, je na celotnem področju problematičen vodni režim.

Dolomiti so manj prepustni za vodo, preperevajo predvsem fizikalno, kraških pojavov in površinske skalovitosti ni.

Na enotni matični podlagi obravnavanega območja so se razvili prehodi med rjavimi tlemi in različnimi tipi rendzin. Tla so zaradi razgibanosti reliefa heterogena v kemičnem, fizikalnem in biološkem pogledu. Na najmanjših površinah se prepletajo globoki žepi prsti in plitva skeletna tla. Tla so raznovrstna tudi zaradi velikega višinskega razpona, ki ga proučevano območje zajema. Tako najdemo v dolini Lučke Bele polkarbonatna rjava tla zelo neenakomernih globin, više in na manj strmih legah najdemo sprsteninasto rendzino (VOVK 1985). Z naraščajočo višino postajajo rendzine zaradi neugodnih klimatskih razmer vedno bolj siromašne. Humus je zaradi manjše aktivnosti mikroorganizmov še neaktiviran (prhninasta rendzina, protorendzina). Na splošno so rendzine prepustne za vodo in imajo majhno vodno kapaciteto, zato so rastišča na rendzinah precej odvisna od celoletne porazdelitve padavin.

### 2.3 Klima

Klimatsko leži obravnavano območje v prehodni coni med klimo širše Slovenije in klimo višjih predelov Jezersko-Solčava (MANOHIN 1974). Najbližja meteorološka postaja je v Lučah. Nestabilnost temperatur je podobna kot v Sloveniji, poprečne temperature pa so zaradi višje nadmorske višine in bližine Alp znižane. Poprečna letna temperatura za Luče (520 m n.m.v.) znaša 8,1° C, poprečna julijska temperatura pa 17,7° C. Spremenljivost reliefa je glavni vzrok pomembnim anomalijam klime, tako prihaja v mikroklimatskem pogledu do znatnih razlik med rastišči.

Dolgoletno poprečje padavin za Luče znaša 1621 mm. Višek padavin je v mesecu novembru. Padavine z nadmorsko višino naraščajo le do višine, kjer je temperatura -2 do -5° To je pozimi na višini okoli 1500 m, poleti pa nad najvišjimi vrhovi. Koncentracija padavin je ob Kamniških planinah, kjer pade na slemenih letno nad 2000 mm padavin. Prav za območje Raduha-Ojstrica so značilne močne nevihte. Na visokogorski planoti Veži traja snežna odeja približno 200 dni. Karakteristika klime (De Martonovov indeks) kaže, da spada območje v izrazito gozdno klimo. Dovolj je sončnih

dni za ustvarjanje bistvene razlike med prisojnimi in osojnimi pobočji. Tako je na prisojnih pobočjih dejanska klima mnogo bolj suha in toplejša v primerjavi z osojnimi. Ta razlika se še posebej kaže v zimskem času. Strma pobočja so poleg tega bolj suha tudi zaradi hitrega odtoka padavin po pobočjih. Med transektoma nastajajo v klimatskem oziru kljub relativni bližini večje razlike. Uveljavljajo se predvsem razlike glede padavin. Relativno največ padavin je v dolini Lučke Bele.

## 2.4 Vegetacija

Raziskovano območje je v prehodnem območju med alpskim in predalpskim fitogeografskim območjem (WRABER 1963). Glede na novejšo fitogeografsko delitev Slovenije (ZUPANČIČ et al. 1987) bi omenjeno področje uvrstili v:

- evrosibirsko-severnoameriško regijo
- srednjeevropsko provinco
- podalpski podsektor
- jugozahodni alpski distrikt

V poprečnih ekoloških razmerah spremembe vegetacije jasno sledijo spremembam klime z naraščajočo nadmorsko višino. Vegetacijo ob gradientu nadmorskih višin tako opisujemo z rastlinskimi pasovi, ki jih karakterizirajo klimatsko pogojene ključne gozdne združbe. Glede na vertikalno conacijo vegetacije v Sloveniji proučevano območje zajema višinski razpon od visokogorskega do subalpinskega vegetacijskega pasu (WRABER 1963, MARINČEK 1987). Po Mayer-ju (MAYER / OTT 1991), ki obravnava gozdno vegetacijo Alp, bi proučevano območje obsegalo naslednja rastlinska pasova:

1. Subalpinski pas: - nizki subalpinski pas (1200/1400-1600/1800m N.M.V.)
2. Montanski pas: - visokogorski pas (600/800-1200/1400m N.M.V.)

Za področje Veže obstaja prvo fitocenološko kartiranje M. Wrabra iz leta 1963, ko so bili kartirani v merilu 1:25000 samo tedanji "stabilni družbeni gozdovi" (razlaščeni škofijski gozdovi, WRABER 1963). Večina gozdov, ki jih v nalogi obravnavamo, je bila uvrščena v asociacijo predalpskih jelovo-bukovih gozdov (*Abieti-Fagetum praealpinum*). V bolj mraziščnih legah naj

bi bil še pas visokogorskih smrečij (*Adenostylo glabrae-Piceetum*), nad tem pasom naj bi se raztezalo alpsko rušje z macesnom (*Rhodotamno-Rhodoretum laricetosum*). Pri kasnejših kartiranjih je bila zajeta samo določena lastniška struktura gozdov, tako da kartiranja niso popolna. Osnova je bila karta 1:10000 (MARINČEK et al. 1974, 1986). Večino bukovih gozdov so zajeli s subasociacijo alpskih bukovih gozdov z macesnom (*Anemone-Fagetum laricetosum*).

### 3 METODA DELA

Za vse raziskovalne ploskve smo določili: položaj v pokrajini, nadmorsko višino središča ploskve, azimut in nagib padnice, skalovitost in kamnitost, pripadnost razvojni fazi in splošen opis videza rastišča in sestoja. Na vseh raziskovalnih ploskvah, razen na dveh preliminarno izmerjenih, je poleti 1991 mag. D. ROBIČ popisal vegetacijo po metodi BRAUN-BLANQUET.

Za vsako drevo na ploskvah smo določili drevesno vrsto, izmerili prsni premer, višino, dolžino krošnje, najmanjši in največji premer krošnje, debelinski prirastek, koordinate dreves na ploskvi, ugotovili starost in ocenili socialni položaj, vitalnost in tendenco dreves.

### 4 REZULTATI

#### 4.1 Splošen pregled vegetacije s fitoindikacijo rastišč ob višinskem gradientu

Od 169 rastlinskih vrst, popisanih na ploskvah, je v stanovitni kombinaciji 43 rastlinskih vrst. Splošna ekološka označitev obravnavanega rastišča na podlagi fitoindikacije (ELLENBERG 1988, KOTAR / ROBIČ 1991) je naslednja (ROBIČ 1992):

1. Svetlobne razmere nakazujejo dokaj strnjeno gozdno vegetacijo. Izrazit modus je med rastlinami sence in polsence (rang 4).
2. Toplotne razmere so slabše indicirane, ker je veliko toplotno indiferentnih vrst. Rastišče lahko ocenimo kot hladno (3).



3. Kontinentalnost nakazuje suboceansko podnebje (4). Meja proti kontinentalnemu podnebjju je ostra, prehod proti oceanskemu podnebjju pa je bolj postopen.
4. Tudi vlažnostne razmere so zaradi velikega števila indiferentnih vrst slabo indicirane. Nakazujejo sveže rastišče (5).
5. Slabo indicirana je tudi reakcija tal. Modus frekvenčne porazdelitve indeksov je pri slabo kislih tleh (7).
6. Porazdelitev indeksov, ki nakazujejo preskrbljenost tal z dušikom, je zelo široka. Neizrazit modus je pri tleh, zmerno bogatih z dušikom (5).

Porazdelitve fitoindikacijskih vrednosti z dvema in več modusi nas opozarjajo, da vegetacijski popisi ne predstavljajo enotnega tipa rastlinja. To potrjujejo tudi testi homotonosti (ROBIČ 1992). Iz vegetacijske tabele (ROBIČ 1992), v kateri so opisi urejeni po nadmorskih višinah, je razvidna zakonitost postopnega spreminjanja vrstne sestave ob gradientu nadmorskih višin. Kot posebno zanimivost tabele je potrebno izpostaviti relativno pogostost značilnic listnatih gozdov (*Fagetalia, Quercu-Fagetea*), ki so kljub vstopanju in izstopanju drugih vrst ob gradientu nadmorskih višin relativno stanovitne. To dejstvo je v prid hipotezi o močno antropozoogeno znižani gornji meji bukovih gozdov.

#### 4.2 Spreminjanje vegetacije in zgradbe sestojev ob višinskem gradientu

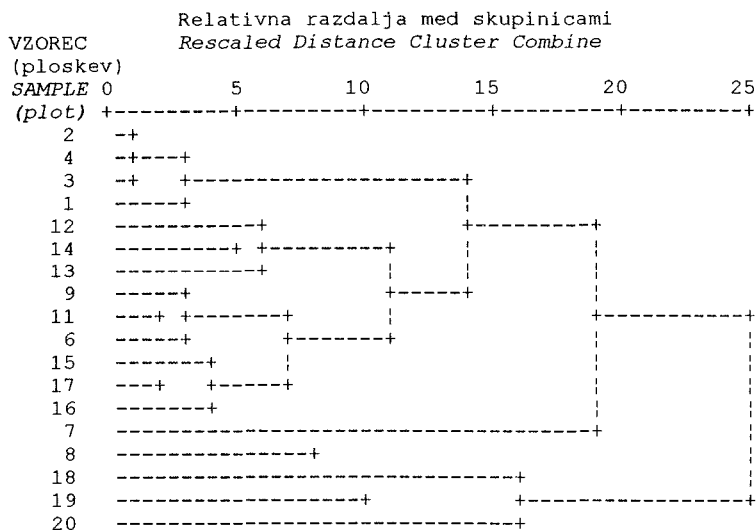
V Kamniških in Savinjskih Alpah relief, z njim posredno pa ekspozicija in naklon, v toliki meri spreminjajo splošne ekološke faktorje, da se lahko na istih nadmorskih višinah razvijejo popolnoma različne življenjske združbe, ki med sabo niso primerljive. Poleg nadmorske višine, ki relativno zvezno spreminja splošne ekološke razmere, je pri proučevanju gozdne vegetacije potrebno upoštevati tudi reliefno pogojena odstopanja in posebnosti. Za razpoznavanje vzorcev porazdeljevanja vegetacije in spreminjanja strukture sestojev ob višinskem gradientu smo uporabili metodi klasifikacije in ordinacije.

#### 4.2.1 Klasifikacija naravnih gozdnih sestojev glede na vegetacijo

Za združevanje objektov v skupine na podlagi sintezne tabele popisov vegetacije smo uporabili aglomerativno hierarhično klasifikacijo. Izločili smo rastlinske vrste, ki se pojavljajo samo v enem izmed popisov, kajti upoštevanje rastlinskih vrst z nizko stalnostjo bi vodilo k diskriminiranju gozdne vegetacije na izhodiščnih osemnajst sestojev in ne bi bilo v prid oblikovanju homogenih skupin na višjem nivoju. Kvantiteta določene vrste v vzorcu je podana s kombinirano oceno številčnosti in zastiranja, ki obsega sedem stopenj. Za preračunavanje smo uporabili VAN DER MAAREL-ovo (1978) kvantitativno oceno.

Za mero podobnosti med vzorci smo izbrali kvadratno evklidsko razdaljo, ki manjše razlike med stratumi zabriše, večje pa poudari (PIELOU 1984). Spremenljivk nismo izrazili v standardizirani obliki, saj je kombinirana ocena številčnosti in zastiranja podana glede na isto mersko lestvico za vse spremenljivke. Za kopičenje je bila uporabljena WARD-ova metoda (NORUŠIS 1986).

Klasifikacija je grafično prikazana na dendrogramu (graf 1). Razvidni so posamezni primeri, ki se združujejo v šope in vrednosti koeficienta razdalj na vsaki združitvi. Vrednosti v dendrogramu so prirejene merski skali od 0 do 25, tako da se razmerja med koeficienti ohranjajo. Iz grafikona 1 so razvidne najznačilnejše skupine sestojev. Kot rezultat kopičenja na podlagi vegetacijske podobnosti popisov zelo jasno nastopajo predvsem naslednje tri večje skupine gozdov.



**Grafikon 1:** Dendrogram aglomerativne hierarhične klasifikacije z Ward-ovo metodo za 18 raziskovalnih ploskev na podlagi podobnosti vegetacije

**Figure 1:** Dendrogram using Ward's method for clustering twenty research units in regard to the vegetation

### 1. Predalpski jelovo-bukovi gozdovi

Vzorci vegetacije s ploskev od 1 do 4, ki se združijo relativno najbolj zgodaj in tvorijo homogeno skupino gozdov, bi lahko uvrstili v predalpske jelovo-bukove gozdove (*Abieti-Fagetum praealpinum*). Od drugih popisov se razlikujejo predvsem po večjem deležu jelke in v manjši meri tudi smreke v vseh slojih vegetacije.

### 2. Visokogorski bukovi gozdovi

Naslednja skupina sestojev je večja in manj homogena. Na teh ploskvah prevladuje bukev, zmanjša se delež jelke, poveča se delež macesna. Vegetacija ploskev iz nižjih nadmorskih višin (ploskvi 13 in 14 - montanski vegetacijski pas) predstavlja prehod v jelovo-bukove gozdove. Na teh ploskvah najdemo jelko posamič v drevesnem sloju, nekoliko več pa v grmovnem in zeliščnem sloju. V tej skupini gozdov se pojavlja tudi ploskev

12, ki je še tudi v montanskem vegetacijskem pasu. Sestoj leži pod skalnim skokom na delno stabiliziranem melišču in je podvržen katastrofam, zato se bukev težje uveljavlja. Precej drugačna je skupinica, ki jo tvori vegetacija s ploskev 6, 9 in 11. Sestoje povezujeta manjši delež smreke ter večji delež bukve. Pojavljajo se tudi nekateri subalpinski elementi, kot: *Pinus mugo*, *Rhododendrum hirsutum*, *Rhodothamnus chamaecystus*, *Salix appendiculata*, *Adenostyles alpina*, *Senecio abrotanifolius*. Tej skupini vzorcev vegetacije je blizu skupina ploskev 15, 17 in 16, saj skupaj tvorijo najvišje bukove sestoje. Zgoraj omenjenih osem ploskev bi lahko uvrstili v rastiščno dokaj enotno skupino "visokogorskih bukovih gozdov z macesnom", ki pa je strukturno, prirastno in razvojno precej heterogena.

Kot posebnost se v tej skupini pojavlja tudi sestoj 17, kajti v sestoju samem in tudi v bližnji okolici ni bukovih dreves, pritalna vegetacija z velikim izborom fagetalnih vrst pa nakazuje bukovo rastišče. Od skupine ploskev 18, 19 in 20, na katerih prevladujeta predvsem macesen in smreka, se razlikuje po tem, da manjkajo nekateri nakazovalci surovega humusa in kislega substrata (*Prunella grandiflora*, *Potentilla erecta*), povsem pa manjkata značilnici združbe navadnega slečnika in ruševja z macesnom (*Rhodothamno-Mugetum laricetosum*), slečnik (*Rhodothamnus chamaecystus*) in dlakavi sleč (*Rhododendrum hirsutum*). Verjetno degradacija rastišča zaradi pašništva in požiganja na nekoliko manjši nadmorski višini ni tako izrazita.

### 3. Nadomestna gozdna združba macesna in smreke (sukcesijski stadij na rastišču visokogorskih bukovih gozdov)

V tej skupini sestojev prevladata macesen in smreka. Pojavijo se vrste nakazovalke subalpinskega vegetacijskega pasu (*Pinus mugo*, *Rhododendron hirsutum*, *Rhodothamnus chamaecystus*, *Salix appendiculata*, *Sorbus chamaemespilus*, *Senecio abrotanifolius*, *Juniperis sibirica*) ter vrste nakazovalke odprtih rastišč (*Gentianella germanica*, *Prunella grandiflora*, *Ajuga pyramidalis*, *Potentilla erecta*...). Te vrste se pojavljajo tudi na degradiranih rastiščih, zato lahko sklepamo, da vegetacija na ploskvah 18, 19 in 20 predstavlja sukcesijski stadij, nastal zaradi dolgotrajnega antropozoogenega vpliva na tem prostoru. Glavni dokaz za to pa sta številčnost in stanovitnost značilnic pritalnega sloja mezofilnih gozdov gabra,

bukve, jelke in javora (red *Fagetalia*). V nekdanjih pragozdovih, ki so se pred aktivnostjo človeka raztezali na teh visokogorskih prostranstvih, je bukev zanesljivo zavzemala pomemben delež (CULIBERG et al. 1981, ŠERCELJ 1959, 1965, 1971, 1978). Razlog, da so se značilnice bukovih rastišč kljub dolgotrajni degradaciji ohranile, je verjetno v ugodnem spletu ekoloških dejavnikov. Prevladujejo namreč relativno majhen naklon, pretežno južna ekspozicija in apnena matična podlaga.

Zanimiva je skupina, nastala z združitvijo sestojev 7 in 8. Predstavlja podobno pionirsko gozdno združbo kot ploskve 18, 19 in 20, vendar gre za mlajši sukcesijski stadij. Veliko je fagetalnih vrst, popolnoma pa manjkajo značilnice visokogorskih trat, ki so lahko zelo pogoste tudi na sekundarnih rastiščih v nižjih predelih, prav tako dlakavi sleč in slečnik. Verjetno gre za sukcesijo, ki jo je povzročil gozdni požar v bližnji preteklosti.

#### 4.2.2 Klasifikacija naravnih gozdnih sestojev glede na ekološke, strukturne in prirastne spremenljivke

Neodvisno od kopičenja sestojev na podlagi vegetacije smo sestoje združevali v skupine z uporabo naslednjih ekoloških, strukturnih in prirastnih spremenljivk:

1. Spemenljivke, ki označujejo splošne ekološke značilnosti proučevanih sestojev (nadmorska višina, azimut padnice ploskve, nagib padnice ploskve).
2. Spremenljivke, ki označujejo lesno maso sestojev (lesna zaloga, temeljnica).
3. Spremenljivke, ki označujejo priraščanje sestojev.
4. Spremenljivke, ki označujejo stanje lesne mase (lesna zaloga stoječih in ležečih mrtvih dreves).
5. Spremenljivke, ki označujejo drevesno sestavo (lesna zaloga bukve, smreke, jelke...).
6. Koeficient agregacije sestoja, izračunan na podlagi najmanjše razdalje med sosedji.
7. Spremenljivke, ki označujejo strukturiranost sestojev (aritmetična srednja višina sestojev, srednji premer dreves v sestoji, srednje vitkostno število...).

8. Spremenljivke, ki označujejo asimilacijski aparat posameznih ploskev (aritmetične sredine dolžin krošenj dreves, ploščin tlorisov krošenj dreves, volumnov krošenj dreves).

Preglednica 1: Rezultati aglomerativne hierarhične klasifikacije na podlagi ekoloških, strukturnih in prirastnih spremenljivk z metodo netehtanih poprečij razdalj med šopi

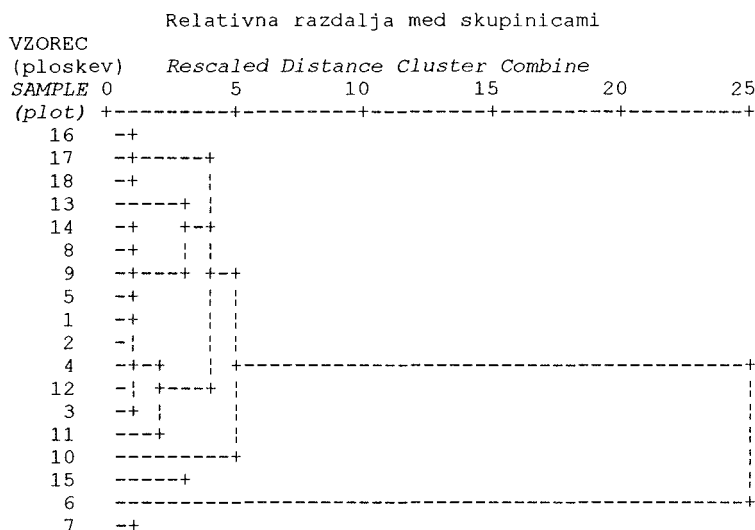
Table 1: The results of agglomerative hierarchical clustering based on ecological, structural and incremental variables using average linkage between groups method

Korak	Združena šopa		Koefficient	Šop se pojavi prvič		Naslednji korak
	Šop 1	Šop 2		Šop 1	Šop 2	
Stage	Clusters Combined		Coefficient	Stage Cluster 1st Appears		Next stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	16	17	25780.6	0	0	5
2	1	2	33575.9	0	0	7
3	8	9	38356.5	0	0	10
4	4	12	60699.3	0	0	7
5	16	18	66408.4	1	0	14
6	13	14	71313.9	0	0	13
7	1	4	77508.5	2	4	9
8	6	7	83333.4	0	0	17
9	1	3	103645.7	7	0	11
10	5	8	165488.8	0	3	13
11	1	11	285366.3	9	0	15
12	10	15	349499.5	0	0	16
13	5	13	366772.3	10	6	14
14	5	16	532200.6	13	5	15
15	1	5	637240.3	11	14	16
16	1	10	733988.3	15	12	17
17	1	6	3938125.0	16	8	0

Vsi kriteriji združevanja primerov so zasnovani na matriki razdalj med pari objektov. Uporabili smo metodo netehtanih poprečnih razdalj med šopi. Razdalja med šopi je definirana kot aritmetična sredina razdalj med vsemi pari primerov, katerih en član para je iz enega izmed šopov. V novo skupino se združita dve skupini, za kateri je razdalja med pari premerov v vsakem šopu najmanjša. Za razliko od metod "najbližjega" ali "najbolj

oddaljenega sosedu", ki zahtevajo samo mejne razdalje, temelji ta metoda na razlikah med vsemi pari razdalj.

Rezultati klasifikacije so prikazani v preglednici 1. V vsakem koraku so razvidni primeri (ploskve), ki so združeni v šop. V koraku 1 sta združeni ploskvi 16 in 17. V stolpiču "koeficient" je kvadratna evklidska razdalja. Zadnji stolpič označuje korak, v katerem se obstoječi šop združi z naslednjim. Iz analize koeficientov razdalj je razviden močan porast koeficientov med korakoma 13 in 14, ko se združita šopa s ploskvama 5 in 16. Torej ob prehodu iz petih skupin na štiri skupine. Visok koeficient v koraku 14 pomeni, da sta se združili nehomogeni skupini. Če torej uporabimo koeficient različnosti kot vodilo za izločanje skupin, se v našem primeru izkaže pet skupin kot število, ki zadovoljivo predstavlja celotno množico podatkov.



**Grafikon 2:** Dendrogram aglomerativne hierarhične klasifikacije z metodo netehtanih poprečnih razdalj med šopi za 18 raziskovalnih ploskev na podlagi razlik v ekoloških, strukturnih in prirastnih spremenljivkah

**Figure 2:** Dendrogram as a result of clustering for twenty research units regarding ecological, structural and incremental factors

Grafično je klasifikacija prikazana na dendrogramu (graf 2). Tudi iz dendrograma je razvidno, da je rešitev s petimi skupinami ploskev (stratumi gozdov) ustrezna, saj se pojavi, še preden postanejo koeficienti razdalj, pri katerih se skupine združujejo, preveliki. Najbolj izrazito skupino sestojev sestavljajo ploskve 1, 2, 3, 4, 13 in 14. Zanje je značilna predvsem prisotnost jelke v lesni masi. Macesen se pojavlja posamič. Horizontalna porazdelitev dreves je naključna, vendar se približuje enakomerni. Stratum zavzema pretežno gorski vegetacijski pas.

Skupina sestojev na ploskvah 18, 19 in 20 porašča najvišje predele Dleskovške planote. Prevladujeta macesen in smreka. Iz visokih vrednosti kazalcev dinamike rasti in priraščanja sestojev lahko sklepamo o veliki vitalnosti gozda. Ti gozdovi so zaradi stoletne paše v različnih sukcesijskih stadijih, vendar prevladujejo večinoma stara drevesa.

Sestoja v skupini, ki jo sestavljata ploskvi 7 in 8, imata podobno zgradbo kot zgoraj omenjena skupina sestojev, vendar sta sestoja razvojno precej mlajša. Zaradi velike strmine gre bolj verjetno za sukcesijo po naravni katastrofi ali požaru kot pa za vračanje gozda na prejšnje pašne površine. Drevesa so nizka, sklep še ni popolnoma strnjen. Horizontalna porazdelitev dreves je izrazito šopasta. Sestoja sta glede na merilo podobnosti najbolj oddaljena od drugih ploskev. To je razumljivo, saj predstavljata mlajšo razvojno fazo, druge ploskve so pretežno v optimalni razvojni fazi.

Nekoliko manj izrazita je skupina sestojev na ploskvah 6, 9, 11, 15 in 16. V teh gozdovih značilno prevladuje bukev, tudi macesna je več, jelka se pojavlja le posamič. Macesen je nekoliko nadržasel nad bukvijo. Skupina sestojev zavzema visokogorski vegetacijski pas.

Manj izrazita je skupinica ploskev 10 in 15. Sestoja sta iz različnih nadmorskih višin, vendar s podobno strukturno zgradbo. V obeh sestojih smreka močno prevladuje. Prva, nižja (pl. 10), je na vrhu melišča na višini 1100 m, druga (pl. 15) je na nadmorski višini 1600 m.



#### 4.2.3 Primerjava in združitev obeh načinov klasifikacije

Iz primerjave grafov 1 in 2 lahko izluščimo naslednje podobnosti med obema neodvisnima načinoma klasifikacije gozdnih sestojev ob višinskem gradientu.

Jelovo-bukovi gozdovi izstopajo pri obeh načinih kopičenja kot najbolj izrazita skupina, zato jih lahko štejemo za dovolj homogeno skupino in jih v nadaljnjih analizah obravnavamo kot "stratum jelovo-bukovih gozdov".

V obeh klasifikacijah je izrazita skupina ploskev 18, 19 in 20, ki predstavljajo najvišjo gozdno vegetacijo. Tem ploskvam smo zaradi podobnega nastanka, nadmorske višine in razvojne problematike pridružili še ploskev 17 z manj spremenjeno pritalno vegetacijo in skupino poimenovali "nadomestna gozdna združba macesna in smreke".

Razvojno in vegetacijsko je tem ploskvam blizu skupina ploskev 7 in 8, ki je prav tako jasno ločena pri obeh načinih kopičenja. Sestoja sta v mlajšem sukcesijskem stadiju na dokaj strmem terenu, ki je verjetno odvrčal trajni antropozoogeni vpliv, zato je degradacija teh rastišč manj izrazita.

Preostale ploskve spadajo v precej veliko in nekoliko heterogeno skupino bukovih gozdov, ki smo jo poimenovali "visokogorski bukov gozdovi z macesnom". V ta stratum gozdov smo združili sestoje od montanskega vegetacijskega pasu (ploskve 12, 13 in 14), ki predstavljajo nekakšen prehod v jelovo-bukov gozd, do sestojev, ki so na prehodu v nadomestne gozdove macesna in smreke. V to skupino smo uvrstili tudi ploskev 12, ki je sicer delno še v stadiju sukcesije na melišču, vendar pa nadaljnji razvoj, glede na prisotnost bukve na ploskvi in v okolici, kaže na bukov gozd. Nekakšno "srednjo" podobo teh gozdov nakazuje le ploskev 15. Preostale ploskve predstavljajo bolj ali manj prehodne oblike.

V okviru te skupine gozdov značilno izstopa skupina ploskev 6, 9 in 11. To so najvišja recentna bukova rastišča na proučevanem območju. Skupina se od drugih bukovih sestojev razlikuje predvsem ekološko, strukturno in prirastno, manj pa po floristični sestavi. Ti bukovi sestoji poraščajo zelo strma južna pobočja, nad njimi pa se razteza rušje, tako da jih ogrožajo

snežni plazovi. Od tod značilni poleženi habitus debel tako pri macesnu kot pri bukvi. Zaradi skrajnostnih rastiščnih razmer moramo to skupino gozdov obravnavati ločeno kot lokalno rastiščno posebnost. Poimenovali smo jo "visokogorski bukovi gozdovi na skrajnostnih rastiščih". Ploskev 6 smo zaradi manjše nadmorske višine, nekoliko boljših ekoloških razmer in večjega deleža smreke uvrstili v zadnji stratum gozdov.

Kopičenje sestojev na podlagi ekoloških, strukturnih in prirastnih kriterijev se precej sklada s klasifikacijo sestojev z uporabo vzorcev vegetacije. Presek obeh načinov kopičenja gozdne vegetacije zagotavlja dovolj smiselne in homogene gozdne stratume, ki odražajo podobne rastiščne razmere, strukturo sestojev, nastanek, razvojni stadij (jakost antropogenih vplivov), razvojno fazo (LEIBUNDGUT 1957) in višinske vegetacijske pasove. Ujemanje obeh načinov klasifikacije potrjuje hipotezo, da lahko na podlagi poznavanja rastlinskih združb sklepamo na strukturne, rastne in razvojne značilnosti gozdnih sestojev.

#### 4.2.4 Iskanje zakonitosti razvrščanja raziskovalnih ploskev glede na kompleksne gradiente okolja

Kot vhodna matrika za analizo strukture vegetacijskih popisov nam je služila sintezna tabela vegetacijskih popisov z osemnajstih raziskovalnih ploskev (ROBIČ 1992). Na vseh popisih je bilo skupaj 169 različnih rastlinskih vrst. Vsaka vrstica matrike (s) je predstavljala različno rastlinsko vrsto, stolpič (n) pa popise. Matriko si lahko predstavljamo kot s dimenzionalni prostor z n točkami, kjer je vsaka ploskev predstavljena z eno točko, osi n dimenzionalnega koordinatnega sistema pa predstavljajo različne rastlinske vrste z mersko skalo, na katero so naneseni podatki VAN DEN MAARELOVE transformacije kombinirane ocene številčnosti in zastiranja po BRAUN-BLANQUETU (R-tip ordinacije).

Za ugotavljanje povezav med spremenljivkami in odkrivanje "notranjih" strukturnih posebnosti gozdnih sestojev smo uporabili faktorsko analizo, za ekstrakcijo faktorjev in ordinacijo ploskev v prostoru pa metodo glavnih komponent (PCA). Kot strukturo lahko razumemo odkrivanje podobnih

skupin gozdov ali zakonitosti razvrščanja različnih enot (popisov) glede na postopne spremembe v vrstni sestavi.

*Preglednica 2: Vrednosti treh glavnih komponent (FAKTORJEV) po rotaciji glede na začetne spremenljivke. Vrednosti pomenijo koordinate popisov, če predstavljajo osi koordinatnega sistema faktorji.*

*Table 2: The matrix of factor loadings (factor pattern matrix) using principal component analysis (PCA) for factor extraction. Each row contains the coefficients used to express a standardised variable (plot) in terms of factors.*

PLOSKEV (x) PLOT	FAKTOR 1 (y) FAKTOR 1	FAKTOR 2 (z) FAKTOR 2	FAKTOR 3 FAKTOR 3
20	-.07599	.20650	.72427
19	.03692	.02291	.83176
18	.03671	.10966	.73205
17	.27256	.36982	.70046
8	-.06650	.61779	.44868
11	.49710	.61468	.22352
9	.37126	.65954	.13922
7	.12589	.83160	.17439
16	.50473	.46696	.53573
15	.52791	.47684	.41104
6	.63377	.63350	.02997
4	.76646	.37837	-.04351
14	.77425	.16728	.24416
3	.78804	.25886	-.10900
13	.64506	-.10352	.28549
2	.82010	.19958	-.08921
1	.84226	.06118	-.04894
12	.55294	.29409	.22715

Ordinacija je postopek preslikave večdimenzionalnega roja točk v prostor z eno, dvema ali tremi dimenzijami, ki je človeku še realno predstavljen. Preslikava mora biti izvedena tako, da postanejo razločne vse bistvene strukturne lastnosti tega roja točk. Metoda glavnih komponent je ena izmed številnih metod ordinacije, za katero je značilno, da osnovni roj podatkov projiciramo v različno orientiran s - dimenzionalen prostor, tako kot ti stojijo - brez posebnega tehtanja. Osi izhodiščnega koordinatnega sistema, v katerem so točke shematično podane, zavrtimo z rigidno rotacijo okoli

izhodošča na način, da je roj točk kar najbolj enostaven oziroma predstavljen (PIELOU 1987).

Zaradi predstavljenosti smo upoštevali samo prve tri glavne komponente oziroma osi. Ti trije faktorji pojasnijo skupaj 66 % skupne spremenljivosti vegetacije gozdnih sestojev na raziskovalnih ploskvah (preglednica 3). Vrednosti koeficientov posameznih faktorjev po spremenljivkah (ploskve) so predstavljene v preglednici 2. Vsaka ploskev je tako predstavljena z linearno kombinacijo samo treh spremenljivk (izločenih faktorjev). Koeficienti označujejo, kolikšen je "pomen" posameznih izločenih faktorjev. Faktorji z visokimi vrednostmi koeficientov za določeno spremenljivko so z njo v tesni povezavi. Na primer: faktor ena ima visoko vrednost koeficienta pri spremenljivki ena in najnižjo pri spremenljivki dvajset. Ker so faktorji, izločeni z metodo glavnih komponent, medsebojno nekorelirani (ortogonalni), predstavljajo koeficienti faktorjev tudi korelacijo med faktorji in spremenljivkami. Koeficient korelacije med faktorjem dva in ploskvijo sedem znaša 0.83, med faktorjem dva in ploskvijo trinajst pa -0.10.

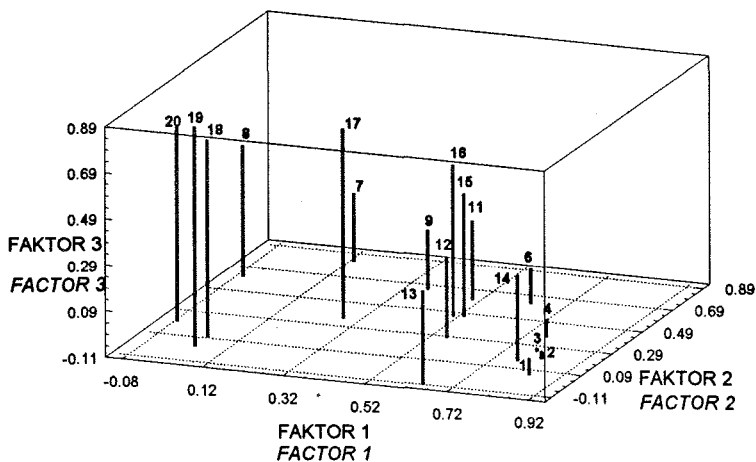
Iz koeficientov pri posameznih faktorjih lahko ugotovimo tudi, koliko variabilnosti posamezne spremenljivke je pojasnjeno z linearno kombinacijo treh faktorjev (komunaliteta), kar je osnova za presojo ustreznosti modela izločenih faktorjev. Deleži variabilnosti posameznih spremenljivk, ki so pojasnjeni z linearno kombinacijo treh faktorjev, so razvidni iz preglednice 3. Iz iste preglednice so vidni tudi deleži skupne variabilnosti ploskev, ki je pojasnjena z vstopom posameznega faktorja v model. S tremi izločenimi faktorji je pojasnjeno najmanj variabilnosti ploskve dvanajst. Ploskev floristično najbolj odstopa od preostalih popisov in jo je najtežje razvrstiti v skupine gozdov.

**Preglednica 3: Deleži variabilnosti posameznih spremenljivk (komunaliteta) ter deleži skupne variabilnosti, pojasnjeni z izločenimi faktorji**

*Table 3: The communalities for the variables and factor statistics after three factors have been extracted*

Spremenlj. (št. pl.) Variable (Plot No.)	Komunaliteta Communality	Faktor Factor	Lastna vrednost Eigenvalue	Procent variabil. Pct. of Variabil.	Kum. proc. variabil. Cum. Pct. of Variabil.
20	.57298	1	7.79988	43.3	43.3
19	.69372	2	2.83700	15.8	59.1
18	.54927	3	1.21935	6.8	65.9
17	.70170				
8	.58740				
11	.67490				
9	.59221				
7	.73783				
16	.75981				
15	.67502				
6	.80388				
4	.73252				
14	.68705				
3	.69990				
13	.50831				
2	.72036				
1	.71553				
12	.44383				

Grafična predstavitev ordinacije raziskovalnih ploskev glede na prve tri glavne komponente je razvidna iz grafa 3. Na grafu je predstavljena tudi interpretacija posameznih glavnih komponent ordinacije, za kar je bilo potrebno proučiti srednje vrednosti ekoloških, strukturnih in prirastnih spremenljivk gozdnih sestojev na ploskvah. Srednje vrednosti smo izračunali po razredih, ki smo jih oblikovali glede na položaj ploskev v odnosu na proučevano os oziroma glavno komponento. Na podoben način smo proučili tudi transformirane ocene številčnosti in zastornosti za 169 rastlinskih vrst, popisanih na ploskvah.



**Grafikon 3:** Predstavitev ordinacije raziskovalnih ploskev v trirazsežnem prostoru glede na kompleksne gradiente okolja. Osi predstavljajo izločeni faktorji v faktorski analizi z metodo glavnih komponent (PCA).

**Figure 3:** Ordination of research plots in three dimensional space in regard to complex environmental gradients (altitude, slope, antropozoogenic influence). The axes represent three extracted factors in factorial analysis using principal component analysis (PCA)

Iz analize lahko sklepamo, da predstavlja prva glavna komponenta (x-os) predvsem vpliv kompleksnega faktorja nadmorska višina. Poleg tega se spreminja tudi kamnitost, vendar manj značilno. Nagibi in lege ploskev glede na prvo os so dokaj konstantni. Značilne so tudi spremembe strukturnih (šopasta rast) in prirastnih spremenljivk. Z naraščajočo nadmorsko višino se v združbah pojavijo naslednje rastlinske vrste: *Larix decidua*, *Clematis alpina*, *Pinus mugo*, *Rhododendron hirsutum*, *Rhodothamnus chamaecystus*, *Salix appendiculata*, *Sorbus chamaespilus*, *Heleborus nigra*, *Calamagrostis varia*, *Erica herbacea*, *Saxifraga rotundifolia*, *Viola biflora*, *Senecio abrotanifolius*, *Vaccinium myrtillus*... Nekaterim drugim vrstam pa se kombinirana ocena številčnosti in zastiranja zmanjša: *Fagus sylvatica*, *Picea abies*, *Adenostyles alpina*,...

Tudi druga glavna komponenta kaže vpliv ekološkega gradienta, to je nagib. Poleg nagiba se vzdolž osi spreminja tudi lega. Ploskve z manjšim nagibom

imajo pretežno južno lego, ploskve z večjim nagibom pa jugozahodno. Velike razlike so v strukturnih značilnostih sestojev. Z večjim nagibom prevladuje šopasta rast. Značilno manjši pa so lesna zaloga, prirastek ter volumen in ploščina krošenj. V vegetaciji se z večjim nagibom zmanjša ocena zastornosti za naslednje vrste: *Abies alba*, *Picea abies*, *Dryopteris filix-mas*, *Vaccinium myrtillus*, *Ajuga pyramidalis*, *Potentilla erecta*,... Poveča pa se ocena zastornosti za naslednje vrste: *Adenostyles alpina*, *Calamagrostis varia*,... Ploskve z večjim nagibom so na jugozahodnih legah z obilico padavin, o čemer priča prisotnost visokih steblik. Tudi značilnice reda listnatih gozdov (*Fagetalia*) so ob gradientu dokaj konstantne. Poleg tega se z nagibom poveča prisotnost vrst nakazovalk bazičnih tal (*Calamagrostis varia*), zmanjša pa se prisotnost vrst nakazovalk kisljih tal, nerazgrajenega humusa in degradacije rastišča (*Ajuga pyramidalis*, *Potentilla erecta*, *Vaccinium myrtillus*). Iz grafa 3 je razvidno, da skupina ploskev s kombinacijo večjih nadmorskih višin in nagibov (7, 8, 9 in 11) v preteklosti ni bila pod močnim antropozoogenim vplivom. Vzrok je v nedostopnosti in neprimernosti reliefa za pašo.

Tretja glavna komponenta nakazuje kompleks več faktorjev, od katerih pa je verjetno najizrazitejši antropozoogeni vpliv. Poleg tega se ob tretji glavni komponenti spreminjajo še nadmorska višina ter kamnitost in mnoge strukturne značilnosti sestojev. Pri vegetaciji so velike razlike v ocenah zastiranja med pionirskimi in klimaksnimi drevesnimi vrstami. Z naraščanjem vrednosti ob osi tretje glavne komponente se manjša ocena zastiranja naslednjim drevesnim vrstam: *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*, *Fagus sylvatica*, *Picea abies*,... Poveča pa se ocena zastiranja za sledeče rastlinske vrste: *Larix decidua*, *Pinus mugo*, *Rhododendron hirsutum*, *Rhodothamnus chamaecystus*, *Vaccinium vitis-idea*, *Fragaria vesca*, *Ajuga pyramidalis*, *Potentilla erecta*,... Ocena zastiranja se poveča predvsem vrstam, ki so značilne za odprta rastišča in višje nadmorske višine, pojavljajo pa se tudi nižje na degradiranih rastiščih.

Rezultati obeh klasifikacij in ordinacije raziskovalnih ploskev se precej ujemajo, saj so iz grafa 3 jasno razvidne glavne skupine gozdov, ki smo jih oblikovali s kopičenjem. Odraža pa se tudi večja natančnost ordinacije v primerjavi s klasifikacijo. Tudi najmanjše razlike med ploskvami so vizualno predstavljuje in jih lahko hitro kvantitativno in vsebinsko ovrednotimo

(ekološka gradienta, gradient degradacije). Kot primer vzemimo možnost razlikovanja v okviru relativno homogene skupine jelovo-bukovih gozdov.

Iz grafa 3 so vidne tudi vse ploskve, ki tvorijo nekakšne prehode med preostalimi, bolj ali manj izraženimi skupinami. Položaj ploskve 17, ki smo jo uvrstili v skupino nadomestnih gozdov macesna in smreke, nas opozarja, da je ploskev najnižja med ploskvami te skupine, da ima srednji nagib ter da je precej pod antopozoogenim vplivom. Vseeno pa manj kot ostale ploskve iste skupine gozdov, ki ležijo višje in imajo manjši nagib (ploskve 20, 19 in 18) ter bolj kot sukcesijsko mlajši ploskvi na bolj strmi legi (ploskvi 7 in 8).

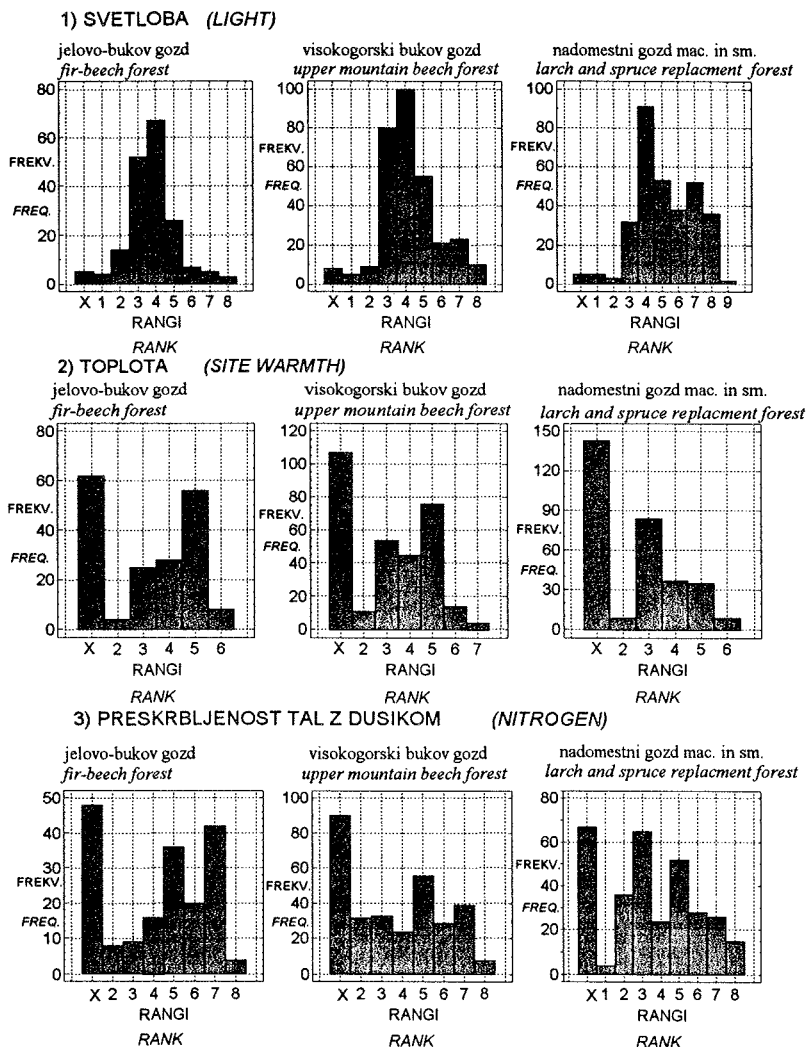
Rezultati analize ordinacije gozdnih sestojev potrjujejo hipotezo, da so rastline odlični nakazovalec ekoloških, hkrati pa tudi antropozoogenih oziroma degradacijskih vplivov okolja na gozdne ekosisteme.

### 4.3 Fitoindikacija rastišč izločenih skupin gozdov

Popisi vegetacije na raziskovalnih ploskvah ne predstavljajo homotone vegetacije, zato smo dopolnili splošno ekološko opredelitev rastišča s fitoindikacijo rastišč izločenih gozdnih stratumov. V analizi so prikazane indikacijske vrednosti samo za tiste ekološke dejavnike, ki se jasno razlikujejo med skupinami gozdov. To so svetloba, toplota in preskrbljenost tal z dušikom.

Frekvenčne porazdelitve rangiranih indikacijskih vrednosti (ELLENBERG 1988) so razvidne iz grafa 4.





**Grafikon 4:** Frekvenčne porazdelitve rangiranih indikacijskih vrednosti po stratumih gozdov

**Figure 4:** Phytoindication following ELLENBERG'S method of forest groups derived by clustering and ordination

Iz analize grafa lahko sklepamo naslednje:

- 1) Med skupinami, v katerih prevladuje bukev, ni značilnih razlik glede svetlobnih razmer. Modus porazdelitve je med rastlinami sence in

- polsence. Pri nadomestnih gozdovih macesna in smreke je porazdelitev rangov pomaknjena v desno proti večji osvetljenosti.
- 2) Glede toplotnih razmer obstaja veliko bolj jasna razlika med bukovimi gozdovi z modusom pri rastlinah zmerno toplih rastišč in nadomestnimi gozdovi macesna in smreke z modusom pri rastlinah hladnih rastišč.
  - 3) Glede preskrbljenosti tal z dušikom so razlike največje. V jelovo-bukovih gozdovih prevladujejo tla bogata z dušikom, v visokogorskih bukovih gozdovih z macesnom so tla zmerno bogata z dušikom, v nadomestnih gozdovih macesna in smreke pa so tla revna glede preskrbljenosti z dušikom.

## 5 RAZPRAVA

### 5.1 Primerjava zgradbe visokogorskih bukovih gozdov na skrajnostnih rastiščih in subalpinskih bukovih gozdov z javorom (*Aceri-Fagetum*)

Proučevani ostanek visokogorskih bukovih gozdov na skrajnostnih rastiščih ob aktualni gornji gozdni meji priča o nekoč večji razprostranjenosti teh gozdov, verjetno so v preteklosti segali precej višje. Ti deli so bili že zgodaj zanimivi za pašništvo, zato so se ohranili samo na skrajnostnih rastiščih na največjih strminah. Kljub temu so ti ostanki živ dokaz vitalnosti bukve v Savinjskih Alpah, kar je v nasprotju s trditvami nekaterih avtorjev, da bukev v Kamniških in Savinjskih Alpah ne tvori ne naravne ne antropogene gozdne meje (LOVRENČAK 1976). Verjetno pa je, da so te gozdne formacije v preteklosti zavzele relativno malo prostora ob gornji gozdni meji, predvsem na bolj južnih pobočjih, drugje pa naj bi prevladoval bolj tip gornje gozdne meje z macesnom in smreko. Mnogi avtorji (FANTA 1981) obravnavajo subalpinske bukove gozdove kot nekakšne relikte iz časov večje razširjenosti bukve v Subatlantiku.

Zanimiva je primerjava s srednjevropskimi subalpinskimi bukovimi gozdovi z javorom (*Aceri-Fagetum*), ki so fiziognomsko precej podobni visokogorskim bukovim gozdovom na skrajnostnih rastiščih v Beli. Obe skupini gozdov sestavljata sencozdržna (bukve) in svetloljubna drvesna vrsta (macesen, javor), poraščata pa subalpinske gozdne predele do gornje gozdne meje.

Horizontalna struktura sestojev je zaradi prevladujočega vegetativnega razmnoževanja bukve izrazito šopasta, vertikalna struktura je dvoslojna s posameznimi macesni oziroma javori nad podstojno bukvijo. Zgradbo gozdov odlikuje zelo tesen sklep krošenj, ki ga tvorijo predvsem bukve, zaradi česar je gozdna meja zelo izrazita.

Vegetativno razmnoževanje bukve je v montanskem pasu praktično enako ničli, z nadmorsko višino narašča in na alpski gozdni meji doseže maksimum. Tu večkrat preseže generativno razmnoževanje. Poganjkov iz panja je relativno malo, bolj pomembni so poganjki iz poleglih delov rastline. Začetek takšnih bukovih kolonij je ponavadi generativen, in sicer v zavetju starega šopa ali samostojnih macesnov, zelo redko pa se oblikujejo samostojno. Nadaljnji obstoj pa je povsem odvisen od vegetativnega razmnoževanja.

Rastišči se ekološko razlikujeta. *Aceri-Fagetum*-i uspevajo na bolj osojnih legah in na zračnih ter vlažnih prsteh, medtem ko subalpinski bukov gozd porašča bolj prisojne lege. Za obe združbi pa je značilno, da zahtevata klimatski vpliv morja, kjer se pojavljata predvsem na lokacijah, bogatih s snegom.

Obe gozdni združbi sta zelo obremenjeni zaradi teže snega, ki igra zelo pomembno vlogo pri selekciji vrst, formiranju strukture sestojev in njihovi dinamiki. Sneg deformira že zelo mlada bukova drevesca, celo enoletne klice. Mehanske poškodbe so dostikrat skrite pod zemljo, deformirani del stebla pod zemljo je lahko daljši od nadzemskega dela drevesa (značilna sabljasta rast). Deformacije so zaradi slabših možnosti rasti izrazitejše pri bukvah iz nižjih socialnih položajev. V primeru sestoja pod Lastovcem je obremenitev dreves s snegom zaradi strmine in velike količine snega tako močna, da je sabljasta rast izrazita tudi pri macesnih.

*Aceri Fagetum*-i uspevajo v Srednji Evropi fragmentarno in še ti so zaradi paše zreducirani, zato jih dolgo niso obravnavali kot samostojno asociacijo. Floristično so precej podobni asociaciji *Abieti Fagetum* in zvezi *Adenostylion Aliarie* (FANTA 1981).

V subalpinskih bukovih gozdovih je macesen velikokrat tvorec jedra bukovega šopa, kjer učinkuje kot stabilizator, medtem ko rasteta javor in jerebika v *Aceri-Fagetum*-ih predvsem posamično zunaj bukovih šopov. Zaradi močnega vegetativnega razmnoževanja bukve druge drevesne vrste nimajo možnosti tvorjenja sklenjenih skupin.

Zanimivo je, da v obeh oblikah podalpskih bukovih gozdov zavzema smreka zelo obrobno mesto. Vzroki za to so najbrž kompleksni:

- velika verjetnost mehanskih poškodb,
- fiziološki vzroki; pod "toplim snegom" (odboj radiacije) in na nezamrznjenem substratu pomladek smreke in jelke mnogo preveč respirira,
- občutljivost na glivo *Herpotrichia nigra*, ki se na vlažnih pobočjih lahko zelo razmnoži,
- zaradi tesnega sklepa krošenj, značilnega za bukov subalpinski gozd, smreka, ki potrebuje z naraščajočo nadmorsko višino več svetlobe, ne more tvoriti daljših krošenj.

Fanta (FANTA 1981) navaja naslednje prednosti kolonijske rasti bukve na zgornji gozdni meji:

- proces vegetativnega razmnoževanja je manj občutljiv,
- sklenjene skupine se kot stabilizirajoči element sestoja laže upirajo silam narave,
- šopasta struktura v povezavi z vegetativnim razmnoževanjem omogoča stalno obnovo in eksistenco sestoja ter skupnosti v primerjavi z razvojnimi fazami (fazno dinamiko) generativno se obnavljajočih gozdov nižjih leg.

## 5.2 Degradacijski vpliv planinskega pašništva na gorske ekosisteme

Nedvomno je imelo pašništvo odločujoč vpliv na visokogorske ekosisteme v zadnjih tisoč ali morda celo več letih. Brez človekovega vpliva v gorskih področjih, ki pa se je osredotočil predvsem na krčitev gozdov za potrebe pašništva, bi gozd verjetno segal na Dleskovski planoti do samih vrhov Lastovca, Deske, Velikega vrha, Dleskovca in Križevnika. Dosti je dokazov za to, da je bilo gozda nekoč več in da je segal dosti više. Ocenjuje se,

da so površine, od koder je bil gozd v preteklosti izrinjen na višino današnje gornje gozdne meje, večje od alpskega pasu nad naravno zgornjo gozdno mejo (GAMS 1977). Do kod je segal, kakšni sta bili njegova struktura in funkcija ter predvsem kaj zaradi spremenjenih visokogorskih ekosistemov izgubljam, pa lahko le domnevamo. Za človeka morda najusodnejša je izguba izravnalnih mehanizmov nad skrajnostmi nežive narave, ki jih je nekoč zagotavljal gorski gozd z relativno visoko biomaso in njenimi močnimi pritegovalnimi lastnostmi.

Negativen vpliv paše na področju Dleskovške planote potrjuje mnogo dejstev. Na izkrčenih gozdnih površinah se ponavadi količina prsti zaradi hitre mineralizacije in erozije zmanjša na minimum. Na površju vedno bolj prevladuje goli apnenec. Pomanjkanje vode, erozija in zakrasovanje se stopnjujejo. Kjer so večje površine brez gozda, se tudi možnosti za uspevanje planinskih trav poslabšajo. Goveja živina prst (in rastlinstvo) tudi mehansko poškoduje. Na nagnjenih površinah dela stezice, prst se naguba, erodira in ogoljevanje površine se nadaljuje. Zaradi tega prihaja tudi do zamenjave rastlinskih združb.

Gozd se v sestojih, kjer je stalno prisotna ovčja in goveja paša, zaradi objedanja mladja ne more v celoti strniti (Polšak). Dolgotrajni proces pomlajevanja v gorskem gozdu je trajno moten. Čisti macesnovi gozdovi prevladujejo tudi na rastiščih, kjer je smreka še dovolj konkurenčno sposobna. Tako ne moremo govoriti o naravni sukcesiji gozda, temveč o umetno vzdrževanem stadiju pašnega gozda.

Bukovi sestoji na višjih in bolj skrajnostnih razmerah pričajo o rasti, strukturi in funkciji nekdanjih visokogorskih in subalpskih gozdov. V gozdovih, kjer se stihijsko pase, ima bukev zaradi neprestanega objedanja šopasto rast, če pa se dvigne nad pritalno vegetacijo, jo ogrožajo glodalci z objedanjem lubja v zimskem času. Manj je bukve, večji je pritisk na žir in lubje.

Paša za gozdne sestojke še ni tako pogubna, kot je ogenj, ki je z njo neposredno povezan. Degradiranosti našega nizkega krasa in nekaterih dinarskih predelov so se gozdarji zavedli že relativno zgodaj in začeli z intenzivnimi pogozdovanji. Podobo vegetacije gorskega sveta pa smo dolgo

jemali pretežno kot rezultat naravnih sil. Ukrenili nismo prav ničesar, čeprav so procesi degradacije ekosistemov zaradi večjih strmin, večje količine padavin, močnih vetrov in insolacije intenzivnejši kot na nizkem krasu.

Mnogo dejstev govori v prid močno znižani naravni gozdni meji. Za koliko je sedanja gozdna meja nižja od potencialne, je težko ugotavljati, kajti gozd je bil na položnejših vrhovih, kot je to primer za vse večje vrhove na Dleskovški planoti in na kopastih grebenih, v preteklosti najprej izkrčen. Vzrokov za takšne zgodnje krčitve je več:

- relativno primernejša konfiguracija terena za pašništvo na zložnejših vrhovih, še posebno v reliefno zelo razgibanih Savinjskih Alpah;
- v skrajnostnih visokogorskih razmerah je gozd zelo ranljiv in se je zato hitro umikal alpskim tratam. Vzdrževanje pašnikov je zahtevalo manj dela, hkrati pa so klimatske razmere že dovolj ugodne za uspevanje travišč;
- gozd so krčili predvsem s požiganjem. Ogenj je veter zaradi termike hitro zanesel proti vrhu, nato še malo čez sleme ali kopo.

Tako so ti deli gora že dolgo goli in izpostavljeni eroziji. Pri nas so bili brezgozdni vrhovi v preteklih stoletjih reden pojav, o tem pričajo tudi ledinska imena kot Plešivec (GAMS 1976). Goli in zakraseli vrhovi, visokogorske planote, slemena so že tako močno preoblikovani, da jih jemljemo kot dejstvo.

Kasneje so krčili planine niže sredi gozdov (stalne planine in novinarjenje). Gozd je planine še vedno bolj ali manj obdajal in nudil ravnovesje na novo nastali krajini. V 19. stoletju, ko je planinsko pašništvo doseglo vrhunec, se je zaradi povečanega števila živali povečal pritisk na planine in gola gorska pobočja so dosegla največje površine. V začetku 20. stoletja pa se je s prevlado lesnega gospodarstva nad živinorejo začelo hitro zaraščanje planin.

Potrebe po pašnih površinah so se zmanjšale. Zato je nedopustno, da zaradi zanemarjenih planin in neupoštevanja pašnih pravic živina na Dleskovški planoti osvaja vedno večje površine občutljivih gorskih gozdov. Primer je paša v dolini Lučke Bele, kjer pašnih pravic nikoli ni bilo. Spet

druge se zaraščajo starodavne planine, ki jih je človek v preteklih stoletjih tipaje izgospodaril in so za planinsko pašništvo dosti primernejše.

Gozdna krajina bi lahko obstajala brez paše, čeprav bi naše gore s tem izgubile del svojih čarov. Planinsko pašništvo pa brez gozda ne more. O pomenu gozda za planinske pašnike zgovorno priča že dejstvo, da je veliko planin nad sedanjo gornjo gozdno mejo predvsem zaradi erozijskega delovanja opuščenih (Petkove njive, Molička peč). Večina trajnejših planin je pod sedanjo gornjo gozdno mejo in so obdane z gozdovi.

### 5.3 Vloga macesna v Savinjskih Alpah

Macesen ima v Savinjskih Alpah že tisočletja pomembno funkcijo pionirja. Izrazita razčlenjenost gorstva mu nudi veliko ugodnih reliefnih oblik, kjer v skrajnostnih razmerah najde zavetje pred konkurenčnimi sencozdržnejšimi vrstami, ki v teh razmerah ne uspevajo. Relativno majhna potreba po hranilih, močno koreninjenje, potreba po svetlobi, prilagoditev na temperaturne ekstreme ter velika regeneracijska sposobnost mu omogočajo veliko konkurenčno sposobnost na skrajnostnih rastiščih. Takšnih površin je veliko tudi v nižjih nadmorskih višinah in pomenijo trajen vir oskrbe okoliških gozdov z macesnovim semenom.

Macesen kot pionir lahko hitro zapolni večje odprtine v sestojih, ki nastajajo po naravnih katastrofah. Izredna dinamika višinske rasti mu omogoča, da lahko tudi v ostrih konkurenčnih razmerah jelovo-bukovega gozda najde svoj življenjski prostor. Še lažje pa macesen uspe v visokogorskih in subalpinskih bukovih gozdovih, ki se zaradi pretežno enoslojne zgradbe v terminalni fazi ter bolj izpostavljenih leg nagibajo k bolj katastrofalni in večjepovršinski razgradnji sestojnih struktur.

Pravi življenjski prostor macesna pa se začinja v subalpskem pasu. Vendar se moramo zavedati, da so obsežni čisti visokogorski in subalpski macesnovi sestoji pri nas nastali kot posledica tisočletja trajajočega človeškega vpliva na predele ob naravni gornji gozdni meji in so tako šolski primeri sukcesije. Macesen se s skalnatih obrobni predelov širi na površine,

ki jih je v preteklosti izkrčil človek. Poleg tega je človek na pašnih površinah macesen velikokrat namerno pospeševal.

Kral (KALHS 1974) iz palinoloških analiz na vzhodnem Tirolskem ugotavlja, da naj bi bil naravni pas macesnovih gozdov, ki se razteza do zgornje gozdne meje, dosti ožji, kot so verjeli v preteklosti. Pri nas na južnem obrobju Alp je ta pas najbrž še skromnejši.

Macesnove sestoje v Savinjskih Alpah je potrebno vrednotiti z vidika celotnih Alp kot enega vegetacijskih prehodov od vlažnejših submediteranskih področij z bukovo gornjo gozdno mejo proti notranjim gorskim kontinentalnim predelom Alp, kjer macesen tvori izrazitejši vegetacijski pas (TREGUBOV 1962, PLESNIK 1971, FANTA 1981, ELLENBERG 1988). Toliko večji pomen pa ima macesen pri nas kot pionir na skrajnostnih rastiščih ter kot primešana drevesna vrsta v bukovich in jelovo-bukovich gozdovich, kjer je nezamenljiv v funkciji učvrščevalca sestojev.

## 6 SKLEP

Kompleks ekoloških dejavnikov, ki se v poprečnih razmerah relativno enakomerno spreminja z naraščajočo nadmorsko višino ob pobočjih gora, je v Savinjskih Alpah večinoma moten s spremembami reliefa (delno tudi zaradi antropozoogenega vpliva), tako da lahko na istih nadmorskih višinah opazimo zelo raznovrstne ekološke razmere. Tem razmeram so se v tisočletjih prilagodile različne naravne gozdne združbe z značilnim naborom vrst, strukturami, dinamiko rasti in vzorci regeneracije.

S proučevanjem zadnjih ostankov naravne visokogorske gozdne vegetacije smo skušali odkriti glavne značilnosti spreminjanja gozdne vegetacije od visokogorskega do subalpinskega vegetacijskega pasu. Za razpoznavanje vzorcev porazdeljevanja vegetacije in spreminjanja strukture sestojev ob višinskem gradientu smo uprabili metodi klasifikacije in ordinacije.

Najprej smo raziskovalne ploskve kopicili na osnovi vegetacijskih popisov, zatem pa še na osnovi strukturnih in prirastnih spremenljivk. Rezultati obeh



postopkov se dobro ujemajo, kar potrjuje hipotezo, da lahko na podlagi poznavanja rastlinskih združb sklepamo na strukturne, rastne in razvojne značilnosti gozdnih sestojev.

Rezultati ordinacije raziskovalnih ploskev na podlagi vegetacijskih popisov se ujemajo z rezultati obeh klasifikacij in jih dopolnjujejo. Iz primerjav rezultatov je razvidna večja natančnost ordinacije v primerjavi s klasifikacijo. Tudi najmanjše razlike med ploskvami so vizualno predstavljive in jih lahko hitro kvantitativno in vsebinsko ovrednotimo (ekološka gradienta, gradient degradacije). Zaradi predstavljenosti smo upoštevali samo prve tri glavne komponente oziroma osi. Ob prvi osi (x) se značilno spreminjajo nadmorske višine, ob drugi osi (y) nagib in skalovitost, tretja os (z) pa izraža antropozoogeni vpliv. Rezultati analize ordinacije gozdnih sestojev potrjujejo hipotezo, da so rastline odličen nakazovalec ekoloških, hkrati pa tudi antropozoogenih oziroma degradacijskih vplivov okolja na gozdne ekosisteme. Na podlagi kopičenja in ordinacije vegetacijskih popisov, ekoloških, strukturnih in prirastnih spremenljivk gozdnih sestojev lahko sklepamo, da ob gradientu nadmorskih višin Dleskovške planote jasno izstopajo naslednje štiri skupine gozdov z mnogimi prehodi:

1. Jelovo-bukovi gozdovi
2. Visokogorski bukovi gozdovi z macesnom
- 2.1 Visokogorski bukovi gozdovi z macesnom na skrajnostnih rastiščih
3. Nadomestni (sekundarni) gozdovi macesna in smreke

Splošno ekološko opredelitev rastišča smo dopolnili s fitoindikacijo rastišč izločenih gozdnih stratumov. Fitoindikacija potrjuje pravilnost izločenih skupin rastišč, saj se značilno razlikujejo glede svetlobe, toplote in preskrbljenosti tal z dušikom.

Analize vegetacije in strukture gozdov lahko strnemo v naslednje ključne ugotovitve:

1. Večja vloga listavcev v nekdanjih visokogorskih pragozdovih v primerjavi z današnjim stanjem. V prid tej hipotezi govorijo naslednje ugotovitve:
  - velika številčnost in stanovitnost vrst značilnic listnatih gozdov (*Fagetalia*, *Quercus Fagetea*) ob gradientu nadmorskih višin kljub vstopanju in izstopanju drugih vrst,
  - v teh gozdovih najdemo zelo vitalne bukve in celo posamezne jelke.

2. Antropozoogeno znižanje gornje gozdne meje potrjujeta ugotovitvi:
  - fagetalne vrste se pojavljajo vse do zgornje gozdne meje,
  - velika ravnost in vitalnost dreves na sedanji gornji gozdni meji.
3. Nadomestni gozd macesna in smreke moramo obravnavati kot sukcesijo, ki postopno osvaja nekdanja gozdna rastišča.
4. Negativen vpliv planinske paše na proučevanem področju potrjujejo mnoga dejstva. Najbolj viden je regresijski vpliv gozdne paše na visokogorski planini Polšak. Že tako skromno subalpinsko vegetacijo objedajo spomladi in jeseni ovce, čez poletje pa govedo. Gozd, ki je bil proglašen za rezervat, se zaradi stoletne paše zadržuje na umetnem stadiju pašnega gozda. Zato je nujno potrebno razmejiti pašništvo in gozdarstvo. Le tako bo lahko gozdni rezervat Polšak služil svojemu osnovnemu namenu - ohranjanju in proučevanju neokrnjene narave.

Vsi človekovi posegi v gorski svet so naravnani v regresijo gozdnih ekosistemov (pašništvo, gorski turizem, ekstenzivno gozdarstvo...). Ekosisteme permanentno zadržujejo na stopnji prvih sukcesijskih stadijev. Klimaksne drevesne vrste so zaradi prekinjanja ekosistemskih povezav najprej prizadete in se umaknejo pionirski gozdni vegetaciji, ki lahko popolnoma prevlada. V najslabšem primeru gozd izgine in pokažejo se erozijske rane. Spremembe gorskih ekosistemov, povzročene z dolgotrajnim delovanjem človeka, vodijo v manjšanje in spremembo strukture biomase, kar dolgoročno pomeni izgubo ozroma nekontroliran tok energije, ki se v uravnoteženih sistemih porablja za vzdrževanje dinamičnega ravnotežja. Ugodne razmere za vrnitev klimaksnih drevesnih vrst lahko nastanejo šele po dolgotrajnem procesu nastajanja in izboljšave gozdnih tal.

## SUMMARY

In the study the old-growth forests on the high-mountain plateau Veža in the Savinja Alps, Slovenia were investigated. The research objects are situated in the transitional zone between Alpine and Prealpine phytogeographic area.

Owing to the effects of relief, exposure and slope, general ecological factors along the altitude gradient in the Savinja Alps can so dramatically

be changed that completely different vegetation communities can develop at the same altitude. In addition to altitude, which influences general ecological conditions relatively continuously, deviations and particularities caused by the relief should also be considered. Therefore, analysing close-to-nature vegetation and transferring knowledge to the managed forests is especially meaningful in groups of forests that adapted to their environment in the development going on for centuries and nowadays differ in regard to site, structure and development. The main goals of the research were:

- 1) searching for intrinsic patterns of forest vegetation in relation to vegetational composition and structure and
- 2) identification of the major factors influencing the vegetational composition.

The site differences were investigated and evaluated with quantitative phytocoenological methods. The remaining stand diversities were eliminated by selecting forest stands only in the optimal development phase (LEIBUNDGUT 1959), in which forests develop stabile structure that is extremely resistant against physical and biological influences. This structure ensures the ecosystem a dynamic steady state for a longer period of time (BORMANN / LIKENS 1986).

Data were collected during the summer of 1991. The twenty plots were located systematically every 100m in close-to-nature forest stands from mountain vegetation belt to upper timberline in the altitudinal span from 1100m -1900m. The research plots were restricted to 25 \* 25 m to avoid the problems of non homogeneous environment.

Ecological observations were made at each plot as to slope, altitude, relief, exposure, soil, type of bedrock... The species, DBH, height, length of crown, diameter of crown, diameter increment, social position and coordinates of each tree in the plot were recorded. In addition all vascular plants on the plots were recorded following the Braun-Blanquet methodology (ROBIČ 1992). The vegetation samples were fused into synthesis table, where the samples were ordered by altitude and the species were arranged in groups of higher syntaxon in sociological retrogression. Synthesis vegetation table served as a basis for clustering and ordination of the forest sites. All the species with presence in only one sample were

extracted from the table. The consideration of species with low frequencies would lead to forest site discrimination to the starting sites and would not favour the shaping of new homogeneous groups on a higher level (WHITTAKER 1978). The quantity of a given species was estimated with the Braun-Blanquet combined cover-abundance scale which comprises seven degrees. For the purpose of ordination and classification the scale was transformed with the VAN DER MAAREL (1978) quantitative ranking.

In the first part of the analysis, vegetation samples were used separately from other stand and site characteristics. For fusing site vegetation samples in to groups, an agglomerative hierarchical classification was used. Independently from the vegetation clustering a classification of forest based on ecological, structural and incremental factors was performed (eco-clustering). The results of eco-clustering agree with the clustering based on vegetation samples. Joining both methods of classification has assured homogeneous forest groups reflecting similar site conditions, stand structure, origin, development, succession stage, development phase and vegetation belts. The agreement of the results obtained by the two classification methods gives evidence, that vegetation communities can indicate also structural, incremental and developmental characteristics of forest sites and stands.

The most homogeneous groups according to both methods are the prealpine beech forest with fir (*Abieti-Fagetum praealpinum*) and the larch and spruce replacement vegetation communities, which extend at a broad altitude belt depending on the intensity of human impact in the past. All other plots are fused in a large and non homogeneous group of the prealpine upper mountain beech forest (*Fagetum altimontanum praealpinum*). In this stratum forests from mountain vegetation belt to the upper mountain forests are merged. Under the significant upper larch layer beech dominates. The plots 6, 9 and 11 (figure 1,2) are a part of the highest beech forest in the area. This group differs from the previous group with regard to ecology, structure and increment, but not so significantly with regard to vegetational composition. Those stands are growing in very steep west-south slopes below the stands of *Pinus mugo*. Because of the extreme site conditions this forest must separately be

considered as "Prealpine subalpine beech forest (*Fagetum subalpinum praealpinum*).

For identifying the factors representing relationships between sets of interrelated variables (forest sites) and for discovering the intrinsic natural patterns of vegetation a factor analysis was used. The inner structure of vegetation data can be understood as the pattern of communities distributions along an environmental gradient.

For the interpretation of extracted factors mean values of ecological, structural and incremental variables were studied. The mean values were calculated by classes which were formed according to the position of plots in relation to the investigated principal component. The same method was also used to study the transformed combined cover-abundance estimates for 169 vegetation species found on the plots. The environmental data were plotted on the ordination (figure 3) and subjected to correlation and regression analyses with the three principal components. From the analysis it can be concluded that the first factor (x axe) represents the influence of the complex ecological gradient - altitude. The second principal component expresses the influence of the slope. The third principal component is indicating a complex of several factors: altitude, rock portion and the dominant antropozoogenic influence.

The results of ordination agree with the results of both classifications. The same four groups as obtained by the classification can be noticed on figure 3. The figure also reflects higher exactness of ordination when compared with classification. The smallest differences between the plots are visualised and can be easily quantitatively and qualitatively evaluated. The analyses have also exposed the complementarity of classification and ordination and their deficiencies in case that they were applied solely and independently. The results suggest that a joint application of classification and ordination techniques is a very good solution for identification and analyses of specific patterns of vegetation. The high frequency of broad-leaved forest indicating character-species (*Fagetalia, Querco-Fagetea*), which are in spite of fact that other species are exchanging with increasing altitude very constant, illustrates that there was an antropozoogenic influence in the past. The consequences are the following:

- lowering of the upper timberline,
- decreasing of the proportion of beech and other broadleaf trees.

## VIRI

- BORMANN, F. H., LIKENS, G. E., 1986. Pattern and Process in a Forested Ecosystem - Springer-Verlag, 253 s.
- CULIBERG, M. / ŠERCELJ, A. / ZUPANČIČ, M., 1981. Palynologische und phytozoenologische Untersuchungen auf den Ledine am Hochplateau Jelovica - Razprave SAZU, razred za naravoslovne vede XXIII/6, s. 175-193.
- ELLENBERG, H., 1988. Vegetation Ecology of Central Europe - Fourth Edition, Cambridge University Press, 731 s.
- FANTA, J., 1981. *Fagus silvatica* L. und das *Aceri-Fagetum* an der apinen Waldgrenze in Mitteleuropäischen Gebirgen - Vegetatio 44, s. 13-24.
- GAMS, I., 1976. O zgornji gozdni meji na jugovzhodnem Koroškem - Geografski zbornik XVI, s. 155-192.
- GAMS, I., 1977. Gozd ob gornji meji uspevanja in varstvo narave - Varstvo narave, vol. 10, s. 23-31, Ljubljana.
- HILLGARTER, F. W., 1971. Waldbauliche und ertragskundliche Untersuchungen im subalpinen Fichtenurwald Scatle/Brigels - Diss. Nr. 4619 ETH Zürich, 80 s.
- KALHS, J., 1974. Struktur und Entwicklungsdynamik im sub-alpinem Fichtenwald Schlossberg/Lienz -Dissertationen der Hochschule für Bodenkultur in Wien. No. 4, 130 s.
- KOTAR, M. / ROBIČ, D., 1990. Povezanost proizvodne sposobnosti rastišča z nekaterimi ekološkimi dejavniki - Gozdarski vestnik, 5., s. 255-243.
- LEIBUNDGUT, H., 1959. Über Zweck und Methodik der Struktur- und Zuwachsanalyse von Urwäldern -SZFW., 110 Jg., Nr.3, s. 111-124.
- LOVRENČAK, F., 1976. Zgornja gozdna meja v Kamniških Alpah v geografski luči (V primerjavi s Snežnikom) -Geografski zbornik, XVI/1, 189 s.
- MANOHIN, V., 1974. Klimatska analiza za širše območje GG Nazarje - Elaborat "Rastiščna in vegetacijska analiza za GGE LUČE", 13 s.
- MARINČEK, L., 1987. Bukovi gozdovi na Slovenskem - Delavska enotnost, Ljubljana, 153 s.
- MARINČEK, L. / PUNCER, I. / ZUPANČIČ, M., 1974. Vegetacijska in rastiščna analiza za GGE LUČE, družbeni gozdovi - Biološki inštitut J. Hadžija pri SAZU, Ljubljana, tipkopis, 73 s.
- MARINČEK, L. / PUNCER, I. / ZUPANČIČ, M., 1986. Vegetacijska in rastiščna analiza za GGE LUČE zasebni gozdovi - Tipkopis, 60 s.

- MAYER, H. / OTT, E., 1991. Gebirgswaldbau, Schutzwaldpflege - Gustav Fischer Verlag, 410 s.
- MLINŠEK, D., 1989. Pragozd v naši krajini - BTF, VTOZD za gozdarstvo, 157 s.
- NORUŠIS, M. J., 1986. Advanced statistics SPSS/PC+ -ĐSPSS Inc., Chichago, 204 s.
- OTT, E. / LÜSCHER, F. / FREHNER, M. et al., 1991. Verjüngungsökologische Besonderheiten im Gebirgsfichtenwald im Vergleich zur Bergwaldstufe - Schweiz. Z. Forstwes., 142, (11): 879-904.
- PIELOU, E. C., 1984. The interpretation of ecological data -John Wiley & Sons, New York, 263 s.
- PLESNIK, P., 1971. O vprašanju zgornje gozdne meje in vegetacijskih pasov v gorovjih jugozahodne in severozahodne Slovenije -Geografski Vestnik, XLIII, s. 3-25.
- POČKAR, B. / STRITIH, J., 1987. Strategija rasti gozda na zgornji gozdni meji-primerjava med Dinaridi in Julijskimi alpami -Diplomsko delo, BTF, VTOZD za gozdarstvo, 64 s.
- ROBIČ, D., 1992. Vegetacijska tabela popisov raziskovalnih ploskev s komentarjem, mscr.
- TREGUBOV, V., 1962. Naravni sestoji macesna v Sloveniji in gospodarjenje z njimi - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 3, s. 29-145.
- VOVK, B., 1985. Pregled talnih enot (v lit. Wraber 1963, Zupančič 1985) - Tipkopolis, 12 s.
- WESTHOFF, V. / VAN DER MAAREL, E., 1978. The Braun-Blanquet Approach (v lit. Whittaker, R. H. 1978), s. 619-704.
- WHITTAKER, R. H., 1978. Ordination of Plant Communities - Dr W. Junk by Publishers The Hague, Boston, 388 s.
- WRABER, M. in sodelavci, 1963. Gozdno-gojitveni elaborat za območje GG Nazarje - Inštitut za biologijo pri SAZU, Ljubljana, 73 s.
- WRABER, M., 1970. Die obere Wald- und Baumgrenze in den slowenischen Hochgebirgen in ökologischer Betrachtung - Mittl. Ostalp.-din. Ges. f. Vegetkde., Band 11, s. 235-248.
- ZUPANČIČ, M. in sodelavci, 1980. Considerations on the phytogeographic division of Slovenia -Biogeographia - Vol. XIII p. 89-99.
- ŠERCELJ, A., 1959. Prispevek k zgodovini naših gozdov -GV, 16, s.193-203.
- ŠERCELJ, A., 1965. Paleofloristična raziskovanja v Triglavskem pogorju - Razprave SAZU, IV. razred, oddelek za prirodoslovne vede 8, s. 473-498.
- ŠERCELJ, A., 1971. Postglacialni razvoj gorskih gozdov v severozahodni Jugoslaviji - Razprave SAZU, IV. razred, oddelek za prirodoslovne vede, 13, s. 209-249.
- ŠERCELJ, A., 1978. Zur Vegetationsgeschichte des Slowenischen Raumes - Članek v "Spominskem zborniku M. Wrabra", s. 81-84.
1980. Poročilo h geološki karti Nazarskega območja -Tipkopolis, 13 s.

## ZAHVALA

*Raziskava je nastala na pobudo in pod vodstvom prof. dr. D. Mlinška. Nalogo je finančno omogočilo Gozdno gospodarstvo Nazarje. Prof. dr. M. Kotarju sem dolžan zahvalo za strokovno usmerjanje, mnoge ideje iz skupnih terenskih obhodov, posebno pa za kritičen pregled dela.*

*Za natančno in kvalitetno opravljeno naporno delo popisovanja ter analize gozdne vegetacije, številne ideje med terenskim delom in pri nastajanju naloge, posebno pa za strokovno usmerjanje pri obravnavanju vegetacije, sem dolžan iskreno zahvalo mag. D. Robiču.*

*Prav posebno zahvalo namenjam sodelavcu A. Kladniku, ki je s požrtvovalnostjo in zagrizenostjo velikega poznavalca in ljubitelja gorske krajine ter narave nasploh, vseskozi sodeloval pri nalogi, pri tem pa nesebično razkril mnoge skrivnosti gorskih gozdov. Na tem mestu bi se želel zahvaliti tudi sodelavcem iz Gozdnega gospodarstva Nazarje.*