

Utjecaj ekoloških i strukturnih činilaca na prirodno pomlađivanje prebornih šuma jele i bukve u Gorskom Kotaru

Matić, Slavko

Source / Izvornik: **Glasnik za šumske pokuse: Annales pro experimentis foresticis, 1983, 21, 223 - 400**

Journal article, Published version

Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:204949>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-28**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



SLAVKO MATIĆ

UTJECAJ EKOLOŠKIH I STRUKTURNIH
ČINILACA NA PRIRODNO POMLAĐIVANJE
PREBORNIH ŠUMA JELE I BUKVE
U GORSKOM KOTARU

THE IMPACT OF ECOLOGICAL AND STRUCTURAL
FACTORS ON NATURAL REGENERATION OF FIR AND
BEECH SELECTION FORESTS IN GORSKI KOTAR

Autor iznosi rezultate istraživanja utjecaja ekoloških i strukturnih čimbenika na prirodno pomlađivanje prebornih šuma jele i bukve. Pretpostavilo se da je prirodno pomlađivanje posljedica uzajamnog djelovanja čitavog niza ekoloških i strukturnih čimbenika te su istraživane zakonitosti i veze koje se javljaju između navedenih čimbenika kao uzroka i prirodnog pomlađivanja kao posljedica tih uzroka. Višestruka regresijska analiza je upotrebljena kod izračunavanja veze između ekoloških i strukturnih čimbenika kao nezavisnih varijabli s elementima pomlađivanja kao zavisnim varijablama. Složena analiza varijance je upotrebljena kod rješavanja problema kako područje, geološka podloga i ekspozicija utječu pojedinačno i zajedno na ekološke i strukturne čimbenike te elemente pomlađivanja. Faktorska analiza je upotrebljena kod istraživanja povezanosti između prirodnog pomlađivanja, ekoloških i strukturnih čimbenika unutar ekosistema jele i bukve. Istraživanja su provedena na 204 pokusne plohe smještene na tri različita lokaliteta, na dvije geološke podloge, dvije šumske zajednice i dvije suprotne ekspozicije.

Ključne riječi: preborne šume, prirodno pomlađivanje, ponik, pomladak, mladik, jela, smreka, bukva, ekologija, struktura.

1. UVOD — INTRODUCTION

Preborne šume jele i bukve u Gorskom Kotaru predstavljaju idealan oblik gospodarskih šuma koje mogu zadovoljiti društvene potrebe za drvom i ostalim šumskim proizvodima, a istovremeno one mogu predstavljati stabilne šumske ekosisteme neophodne za zdrav i stabilan čovjekov okoliš. Da bi se trajno održala preborna struktura tih šuma, prirodno pomlađivanje predstavlja prvi i osnovni preduvjet koji će nam garantirati trajni pokrov šumske vegetacije koja distribuirana u prebornu strukturu predstavlja i idealnu zaštitnu šumu.

Idealan preborni oblik šume vezan je za areal jele, bukve i smreke (Leibundgut H., 1958), a on se u SRH proteže na površini od oko 300.000 ha od čega na preborne šume jele, bukve i smreke u Gorskom Kotaru otpada oko 71.706 ha.

Velike površine prebornih šuma jele i bukve u Gorskom Kotaru predstavljaju vrlo važne gospodarske objekte, kao i ekosisteme, o kojima ovise mnogi čimbenici vezani za normalan život čovjeka i društva (kisik, voda, erozija, poplave, klima itd.).

Razvojem tehnike i tehnologije u svijetu i u nas osjeća se sve veći negativni pritisak na šumske ekosisteme koji nas okružuju. Društvo u svom naglom tehničkom, tehnološkom i ekonomskom napretku i razvoju još nije odredilo granicu do koje može ići u tom razvoju, a da ne naruši odnosno uništi šumske ekosisteme koji nas okružuju i koji su nam neophodni za život. Mnoge zemlje su, na žalost, prešle tu granicu pa i nije čudo da se produktivne površine u svijetu pretvaraju u pustinje, a vegetacija na zemlji rapidno se smanjuje.

Ni preborne šume Gorskog Kotara nisu imune na negativni utjecaj tehnološkog i ekonomskog »napretka«. Mnogi izgrađeni objekti ili objekti u gradnji (dalekovodi, naftovodi, plinovodi, željeznice, ceste itd.) direktno utječu na smanjenje površina pod šumom. Pored toga preborne šume jele i bukve na tom području pokazuju znakove nestabilnosti koji se očituju u sušenju i sužavanju areala pojedinih vrsta drveća odnosno njenih sastojina, poremećenom vodnom režimu i djelovanju erozijskih sila, smanjenju prirasta, smanjenju vitalnosti pojedinih stabala, izostanka prirodnog pomlađivanja itd.

Kako je prirodno pomlađivanje osnovni preduvjet za trajno održanje prebornog gospodarskog oblika, koji ispunjava gospodarsku i zaštitnu funkciju, smatramo da svaki poremećaj u kontinuitetu prirodne regeneracije predstavlja početak u pucanju lanca tog vrlo složenog i uravnoteženog ekosistema. Svi ostali načini regeneracije tih šuma predstavljaju samo nužnu mjeru da se održi ekonomski kontinuitet produktivnosti tih šuma, a čiji je krajnji rezultat s biološkog, ekološkog i gospodarskog stajališta zapravo neizvjestan.

Važnost prirodne regeneracije za šumsku praksu i znanost, a i za društvo, svakim danom se sve više ističe. U zaključcima Kongresa IUFRO, sekcije jedan (stanište i uzgajanje šuma) održanog u Istanbulu 1975. godine s pravom se ističe da će se prirodnoj regeneraciji unutar uzgajanja šuma u budućnosti posvetiti mnogo više pažnje.

Iz samih referata spomenutog Kongresa vidljivo je da je problem prirodne regeneracije obrađen na vrlo širokom zemljopisnom području te da su tretirani različiti problemi usko vezani za prirodnu regeneraciju šuma.

U svojim referatima Saatcioglu F., Borset O., Leibundgut H., Lamprecht H. i Finol H. obrađuju i ističu probleme i zadatke vezane za prirodnu regeneraciju u umjerenj klimatskoj zoni, mediteranskoj i subtropskoj regiji, tropskim šumama, šumama Turske, Norveške i Venezuele.

Druga grupa autora (Mlinšek D., König E., Schmidt-Vogt H., Heikuranien L. i Mayer H.) obrađuju specifične probleme vezane za prirodnu regeneraciju u različitim stanišnim i gospodarskim uvjetima. Na taj način obrađeni su problemi prirodne regeneracije u gospodarskim šumama, problem šteta od divljači kod obnove šuma, regeneracija u visokoplaninskim šumama i na tresetištima.

Iz referata i diskusije vođene na kongresu evidentno je da istraživanja na području prirodne regeneracije šuma nisu bogata te da se u budućnosti treba mnogo više posvetiti tom problemu kao i pronalaženju različitih metoda istraživanja prirodne regeneracije u šumama.

Jelove prirodne šume su vrlo često objekt istraživanja šumarskih stručnjaka kako u nas tako i u ostalom dijelu Evrope. Međutim, problem prirodnog pomlađivanja u tim šumama nije dovoljno znanstveno ispitan. Preborne šume jele i bukve dinarskog područja imaju svoje specifičnosti u odnosu na ostale takve šume izvan naših granica. Te su specifičnosti izražene u ekološkim i strukturnim različitostima te se rezultati istraživanja dobiveni u našim šumama ne moraju u svemu slagati s rezultatima dobivenim u šumama ostalog dijela Evrope. Otud i potreba što intenzivnijeg istraživanja prirodnog pomlađivanja u našim šumama ne odbacujući, jasno, ni mogućnost primjene odgovarajućih rezultata istraživanja dobivenih u inozemstvu.

Proučavajući dostupnu nam literaturu o prirodnom pomlađivanju vezanom za preborne šume jele i bukve u nas i u drugim dijelovima Evrope, došli smo do spoznaje da se ta pojava pokušavala objasniti i definirati s više stajališta.

Odnose između tla i prirodne regeneracije jelovih šuma s posebnim osvrtom na humusni horizont tla u svojim radovima su obrađivali Šimak M. (1951), Šafar J. (1955, 1963. i 1965), Mayer H. (1959), Kordiš F. (1964), Pintarić K. (1970), Gašperšić F. (1972) i Matić S. (1976).

Odnos pomladka smreke i jele prema reakciji tla obrađuje Mayer H. (1959), a o utjecaju reakcije tla na klijavost sjemena jele piše Brinar M. (1971).

O ulozi smreke u raznim stadijima prirodne regeneracije u jelovim šumama te o njenom stimulativnom učinku na prirodnu regeneraciju jele piše Šimak M. (1951), Šafar J. (1963), Sukačev V. N. (1964), Leibundgut H. (1968) i Mlinšek D. (1969) godine.

Problem izmjene vrsta u prebornim šumama jele i bukve te širenje bukve i utjecaj gospodarenja na to širenje obrađivali su: Šimak M. (1951), Šafar J. (1955, 1963. i 1965), Mayer H. (1959), Gašperšić F. (1967. i 1972), Brinar M. (1971) i Pintarić K. (1978) i dr.

Utjecaj strukture sastojine na prirodno pomlađivanje u jelovim šumama, problem stablimičnog i grupimičnog gospodarenja u vezi prirodnog pomlađivanja te o utjecaju svijetla u sastojini na pomlađivanje pisali su Leibundgut H. (1945. i 1968), Köstler J. (1950), Dannecker K. (1955), Dekanić I. (1963), Bernadzki E. (1965), Mlinšek D. (1967, 1968. i 1969), Hren V. (1968), Gašperšić F. (1972), Matić S. (1972, 1973, 1976. i 1978) godine i dr.

O zdravoj prirodnoj mješovitoj šumi kao preduvjetu za prirodno pomlađivanje, o međusobnom utjecaju jele, bukve i smreke na prirodno pomlađivanje, o utjecaju zaraženosti jelovih sastojina i sjemena jele na prirodno pomlađivanje pisali su: Šafar J. (1955, 1963), Dannecker M. (1955), Tregubov V. (1957), Šimak M. (1951), Matić S. (1972, 1978), Gašperšić F. (1972). Hren V. (1975), Regent B. i Mučalo V. (1975) i dr.

I pored relativno većeg broja navedenih radova o problemu prirodnog pomlađivanja u šumama jele i bukve smatramo da ta problematika nije dovoljno obrađivana u šumama Gorskog Kotara. Posebno su nedostatni radovi koji prirodno pomlađivanje sagledavaju kao rezultat djelovanja čitavog niza čimbenika u vrlo složenom i dinamičnom ekosistemu jelovih šuma.

Neprocijenjiva vrijednost i izuzetna ljepota jelovih šuma Gorskog Kotara obvezuje nas da im posvetimo više pažnje upravo istražujući prirodno pomlađivanje, jer će samo prirodno pomlađivanje osigurati trajnu vrijednost i vječitu ljepotu tim šumama.

2. PROBLEM I ZADATAK ISTRAŽIVANJA — THE SUBJECT AND AIM OF THE RESEARCH

Iz podataka nama dostupne i citirane literature uočili smo da se problem prirodnog pomlađivanja prebornih šuma jele i bukve obrađivalo s više stajališta. Međutim, primjećuje se da se, osim nekih izuzetaka, prirodno pomlađivanje promatralo više kao prirodna pojava u šumi a manje kao posljedica utjecaja ostalih čimbenika koji djeluju u sastojini. Ukoliko se pomlađivanje proučavalo i dovodilo u vezu s nekim od čimbenika, onda je to manje-više bio jedan ili nekoliko od mnogih koji djeluju u složenom ekosistemu prebornih šuma jele i bukve.

Polazeći od pretpostavke da je prirodno pomlađivanje u prebornim šumama jele i bukve posljedica uzajamnog posrednog ili neposrednog djelovanja čitavog niza ekoloških i strukturnih čimbenika koji djeluju u određenim šumskim ekosistemima, mišljenja smo da svako istraživanje prirodnog pomlađivanja mora obuhvatiti što veći broj tih čimbenika.

Definirajući ekološke čimbenike koji djeluju u šumskim ekosistemima kao čimbenike okoliša (svijetlo, voda, kemijski čimbenici i mehanički utjecaji) i čimbenike staništa (klima, tlo, reljef i biotski čimbenici) te znajući da je struktura sastojine u prebornoj šumi sastavljena od svih elemenata koji izgrađuju drvenu masu i raspoređuju je u prostoru, vidljivo je da su strukturni i ekološki čimbenici sastavljeni od velikog broja članova. Osim toga, izmjera svih tih članova na terenu zahtijeva izuzetne napore povezane s velikim utroškom vremena i sredstava uz posjedovanje odgovarajuće aparature. Pored ostalog, vjerojatno su i to razlozi deficitarnosti kompleksnih istraživanja prirodnog pomlađivanja u prebornim šumama jele i bukve.

Uočavajući važnost prirodnog pomlađivanja kao jednog od bitnih preduvjeta za trajno održavanje preborne strukture, a smatrajući prebor-

ne šume Gorskog Kotara višestruko korisnim za društvenu zajednicu, mišljenja smo da je neophodno istraživati zakonitosti koje se javljaju u prebornim šumama u cjelini, a posebno kod prirodnog pomlađivanja. Upoznavanje zakonitosti, međusobne povezanosti i ovisnosti koje vladaju u složenim i dinamičnim šumskim ekosistemima prebornih šuma omogućava nam da provodimo pravovremene stručne zahvate koji će povoljno djelovati na njihovu stabilnost i produktivnost.

Problem istraživanja u ovoj raspravi može se nazreti iz samog naslova ovog rada, a sastoji se u tome da se istraži postoji li a zatim kakav je i koliki je utjecaj ekoloških i strukturnih čimbenika na prirodno pomlađivanje prebornih šuma jele i bukve u Gorskom Kotaru. Iz samog problema proizlazi zadatak istraživanja kojeg okvirno možemo iznijeti u nekoliko točaka:

— odrediti i izmjeriti po našem mišljenju bitne ekološke i strukturne čimbenike u dvije najvažnije šumske zajednice jele i bukve u Gorskom Kotaru i to u šumi bukve i jele na vapnenoj podlozi i u šumi jele s rebračom na silikatnoj podlozi.

— definirati i izmjeriti one elemente pomlađivanja koji će na najbolji način predstaviti stanje prirodnog pomlađivanja u tim zajednicama.

— istražiti koji su to značajni čimbenici iz grupe ekoloških, strukturnih i elemenata pomlađivanja koji igraju značajnu ulogu kod pojave prirodnog pomlađivanja.

— istražiti kako pojedino zemljopisno područje, šumske zajednice (geološka podloga) i suprotne ekspozicije (sjever, jug) utječu pojedinačno i skupno na istraživane ekološke i strukturne čimbenike te elemente pomlađivanja.

— odrediti da li postoje, kakve i kolike su razlike između pojedinih ekoloških i strukturnih čimbenika te elemenata pomlađivanja između dvije najznačajnije šumske zajednice jele i bukve u Gorskom Kotaru.

— utvrditi povezanost između elemenata pomlađivanja, ekoloških i strukturnih čimbenika unutar složenog ekosistema šuma jele s rebračom i šuma bukve i jele. Isto tako odrediti koje su varijable (unutar spomenuta tri čimbenika) u međusobnom srodstvu i povezanosti kod zajedničkog djelovanja u šumskim zajednicama i koje grupe varijabla imaju značajnu a koje manje značajnu ulogu pri djelovanju unutar ekosistema jelovih šuma.

Sva istraživanja provedena su na tri različita područja u Gorskom Kotaru, u dvije najvažnije šumske zajednice jele i bukve koje se nalaze na dvije različite geološke podloge (vapnenac, silikat), na dvije suprotne ekspozicije (jug, sjever) i za sve značajne vrste drveća koje pridolaze u navedenim šumskim zajednicama.

Cilj ovog rada je u tome da se utvrdi veza između pojedinih članova koji se nalaze i djeluju u šumskim ekosistemima jele i bukve u Gorskom Kotaru, a čije se djelovanje reflektira na prirodno pomlađivanje. Ovaj rad nema zadatak da daje recepte za gospodarenje s tim šumama nego samo da utvrdi neke zakonitosti koje su prisutne u njima. Biologija kao znanstvena disciplina ne trpi recepte i šablone, a pogotovo ne uzgajanje šuma koje gospodari s vrlo složenim šumskim ekosistemima, djeluje na njih te

usmjerava put njihova razvoja prema većoj stabilnosti i produktivnosti. Upoznavanjem veza i zakonitosti koji vladaju u ovim šumama, moći ćemo pravilno usmjeravati naše zahvate te djelovati na one čimbenike koji po važnosti i utjecaju igraju presudnu ulogu na prirodno pomlađivanje.

3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA — THE AREA OF INVESTIGATION

3.1. Položaj — Position

Naša istraživanja, utjecaje strukturnih i ekoloških činilaca na prirodno pomlađivanje šuma jele i bukve u Gorskom Kotaru proveli smo na tri odvojena lokaliteta i to: na području Zalesine, Fužina i Tršća (sl. 1).

Šume Nastavno-pokusnog šumskog objekta Šumarskog fakulteta u Zagrebu, Zalesine (Gospodarske jedinice »Belevine« i »Kupjački vrh«) smjestile su se s desne strane ceste Zagreb—Rijeka (bivša Luizinska cesta) na 130 km od Zagreba.

Šume Šumarije Fužine (Gospodarska jedinica Brloško) nalaze se s lijeve i desne strane spomenute ceste na 158. km od Zagreba.

Šume Šumarije Tršće (Gospodarska jedinica Crni Lazi) nalaze se na jugozapadnom dijelu Gorskog Kotara s lijeve strane asfaltne ceste Crni Lug—Predzid.

3.2. Povijesni podaci — Historical data

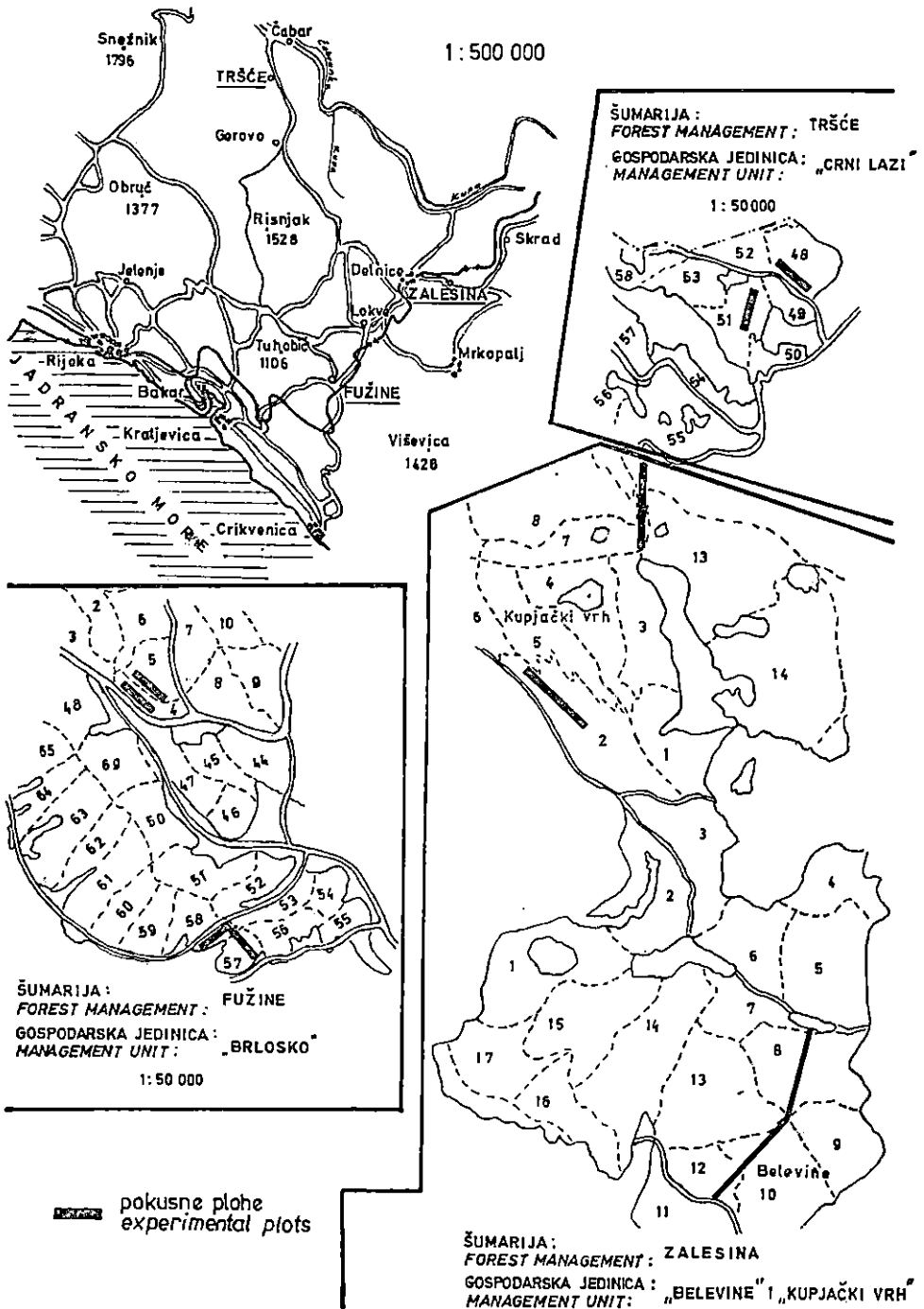
Veliki dio šuma Gorskog Kotara, pa tako i šume istraživanih područja, pripadale su hrvatskim vlastelinima Zrinskim i Frankopanima. Nakon pogibelji Zrinskih i Frankopana 1671. godine te šume podpadaju pod austro-ugarsku upravu. Na taj način jedan dio šuma, u koje spadaju i šume Šumarije Zalesina i Fužine, dolaze u posjed mađarskog grofa Batchanaya koji ih 1872. godine prodaje njemačkom knezu Thurn-Taxisu. Knez Thurn-Taxis posjeduje te šume sve do 1945. godine kad su one postale općenarodna imovina.

Šume na području Šumarije Tršće poklonio je car Franjo II hrvatskom plemiću Matiji Paraviću kao nagradu za zasluge stečene u borbi protiv Turaka. Udovica njegovog sina Polikarpa Paravića, koji je umro 1866. godine, udaje se za Nikolu pl. Gyzyja te obitelj Gyzy ženidbom dolazi do ovih posjeda. Ova obitelj posjeduje ove šume sve do 1945. godine kad postaju, također, općenarodna imovina.

Sve do početka izgradnje Luizinske ceste Rijeka—Delnice—Karlovac, šume Gorskog Kotara bile su praktički izvan jačeg utjecaja čovjeka. To su bile prašume bukve s manjom primjesom jele (Клепаc D. 1953). Nakon dovršenja ceste 1809. godine počinje intenzivnije iskorištavanje tih šuma i to uglavnom bukovine, koja je u to doba bila gospodarski interesantnija vrsta drveća. Bukva se, uglavnom, koristila za proizvodnju drvenog ugljena i pepela, koji su se preko Rijeke transportirali u druge zemlje.

Sjećom bukovih stabala naglo se širi jela te u omjeru smjese preuzima dominaciju nad bukvom, a negdje je skoro i istiskuje. Prema podacima Franciskovića J. (1938) i Šafara J. (1968) vidljivo je da se u

Matić S.: Utjecaj ekoloških i strukturnih činilaca na prirodno pomlađivanje prebornih šuma jele i bukve u Gorskom Kotaru. Glasnik za šum. pokuse 21:223—400, 1983.



Sl. — Fig. 1: Pregledna karta istraživanog područja — Survey map of the area investigated

razdoblju od 1875. do 1938. godine na području vlastelinstva Thurn-Taxisa više sjeklo bukve nego jele. Isto tako iz tih podataka se vidi da je bukva dominirala u omjeru smjese tih sastojina. Šumarski stručnjaci tog doba nemilice su sjekli bukvu, forsirajući uvijek i na svakom mjestu četinjače.

Prvo uređivanje šuma za šume na području Zalesine i Brloškog započelo je na kraju prošlog stoljeća. Tako je prva gospodarska osnova za šume na području Zalesine sastavljena 1891. godine za razdoblje od 20 godina. Prva gospodarska osnova za šume gospodarske jedinice »Crni Lazi« sastavljena je 1910. godine po šumarskom savjetniku G a r l a t h y - u. Šumarski savjetnik M a j n a r i ć J. (1929) godine sastavio je »Opis šuma i eksploataciona osnova« za šume ove gospodarske jedinice po kojoj se gospodarilo sve do početka II svjetskog rata.

3.3. Osobine podneblja — Characteristics of the climate

Da bismo dobili uvid u klimatske karakteristike istraživanog područja, poslužili smo se podacima dobivenim od Hidrometeorološkog zavoda SRH u Zagrebu. Podaci se odnose na meteorološke stanice Zalesina, Lokve i Parg. Meteorološka stanica Zalesina nalazi se u neposrednoj blizini istraživanog objekta gospodarska jedinica Belevine i Kupjački vrh na nadmorskoj visini od 750 m, te geografskoj širini 45° 23' N i geografskoj dužini 14° 53' E Gr.

Meteorološka stanica Lokve nalazi se cca 7. km od istraživanog objekta (gospodarska jedinica Brloško), na nadmorskoj visini od 774 m, geografskoj širini 45° 22' N i geografskoj dužini 14° 44' E Gr.

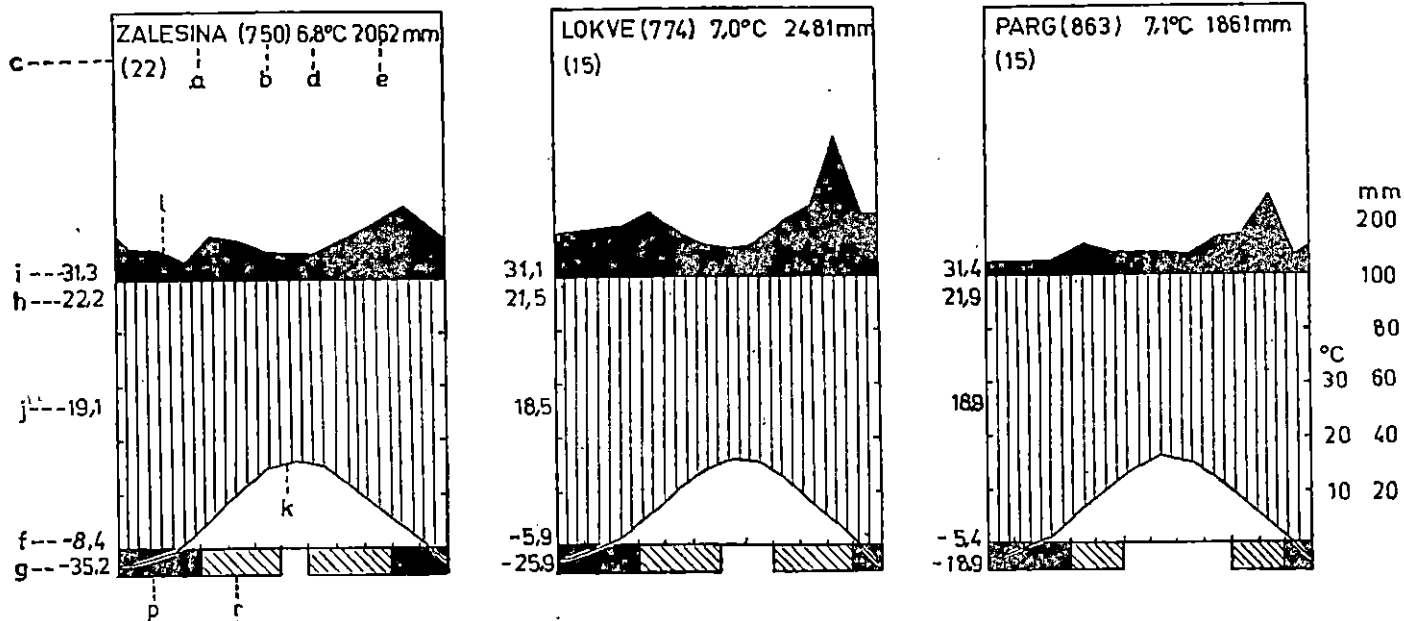
Meteorološka stanica Parg nalazi se cca 2 km od istraživanog objekta (gospodarska jedinica Crni Lazi) na nadmorskoj visini od 863 m, geografskoj širini 45° 36' N i geografskoj dužini 14° 38' E Gr.

S obzirom da se sve tri meteorološke stanice nalaze dosta blizu istraživanih objekata, mišljenja smo da se podaci dobiveni s tih stanica mogu dosta dobro primijeniti i na objekte istraživanja. Kod ovog moramo imati u vidu da se pravi uvid u klimatske odnose u šumskim zajednicama može dobiti na osnovi motrenja u postavljenim silvometeorološkim stanicama, koje bi nam dale pravu sliku mikroklimatskih uvjeta pojedinih istraživanih sastojina.

Svi istraživani objekti nalaze se unutar klimazonalne zajednice šume bukve i jele (*Abieti — Fagetum croaticum* Horv. 38).

Klimatske karakteristike ove zajednice opisao je Bertović S. (1975) pa je mi nećemo detaljno opisivati. Radi toga na sl. 2 donosimo klimadijagrame, prema Walteru H. za meteorološke stanice Zalesina (razdoblje 1951—1974. god.), Lokve (razdoblje 1961—1975. god.) i Parg (razdoblje 1961—1975. god.). Isto tako na slikama 3, 4 i 5 donosimo klimatograme za razdoblje 1971—1975. za navedene meteorološke stanice.

Iz priloženih klimatograma možemo uočiti osnovne pokazatelje koji karakteriziraju klimatske faktore na istraživanom području i klimatogrami nam daju godišnje podatke o klimatskim karakteristikama koje su vladale u razdoblju naših istraživanja i koje su imale direktnog utjecaja na prirodno pomlađivanje u šumama jele i bukve.

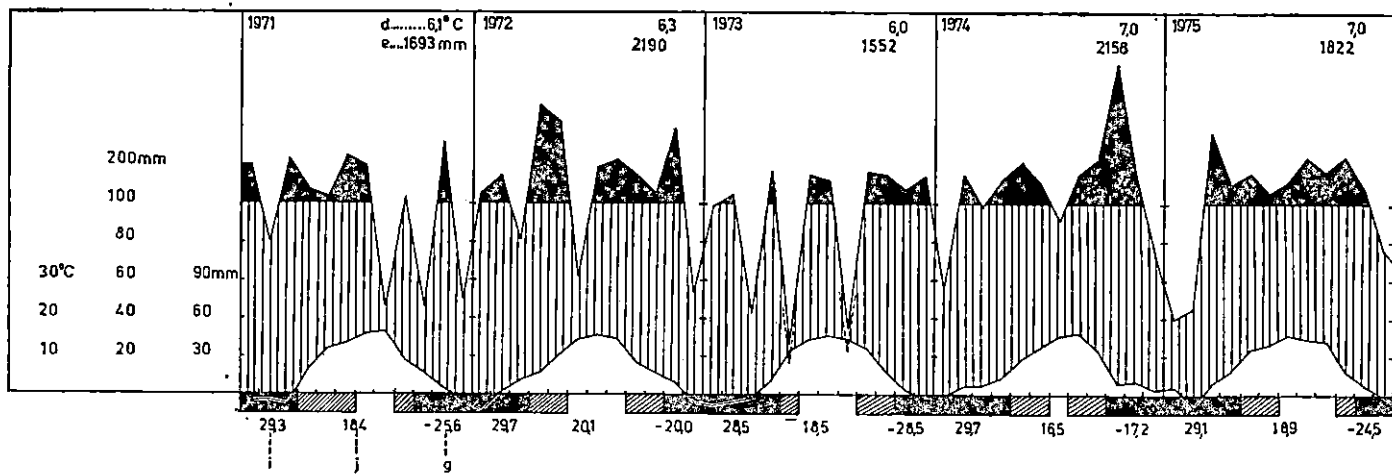


Sl. — Fig. 2: Klimadijagram meteoroloških stanica: Zalesina, Lokve i Parg u smislu H. Waltera — Climate charts of meteorological stations at: Zalesina, Lokve and Parg, after H. Walter.

Tumač za klimatske dijagrame i klimatogram (Sl. 2, 3, 4 i 5) izrađene u smislu H. Waltera — Legend for climatic diagrams and climatograms (Figs. 2, 3, 4 and 5) prepared after H. Walter:

a) Meteorološka stanica, b) Nadmorska visina stanice (m), c) Broj godina (period) motrenja, d) Srednja godišnja temperatura zraka (°C), e) Srednja godišnja količina oborina (mm), f) Srednji minimum temperature zraka najhladnijeg mjeseca, g) Apsolutni minimum temperature zraka, h) Srednji maksimum temperature zraka najtoplijeg mjeseca, i) Apsolutni maksimum temperature zraka, j) Srednje kolebanje (amplituda) temperature zraka, k) Srednje mjesečne temperature zraka, l) Srednje mjesečne količine oborina, m) Sušno (aridno) razdoblje, n) Razdoblje suhoće, o) Vlažno (humidno) razdoblje, p) Mjeseci sa srednjim minimumom temperature zraka ispod 0° C, r) Mjeseci s apsolutnim minimumom temperature zraka ispod 0° C.

a) Weather station, b) Altitude of station (m), c) Number of years of observation (period), d) Mean yearly air temperature (°C), e) Mean yearly amount of rainfall (mm), f) Mean air temperature minimum of the coldest month, g) Absolute air temperature minimum, h) Mean air temperature maximum of the warmest month, i) Absolute air temperature maximum, j) Mean fluctuation of air temperature, k) Mean monthly air temperatures, l) Mean monthly amounts of rainfall, m) Period of drought, n) Period of dryness, o) Humid period, p) Months with mean air temperature minimum below 0° C, r) Months with absolute air temperature minimum below 0° C.

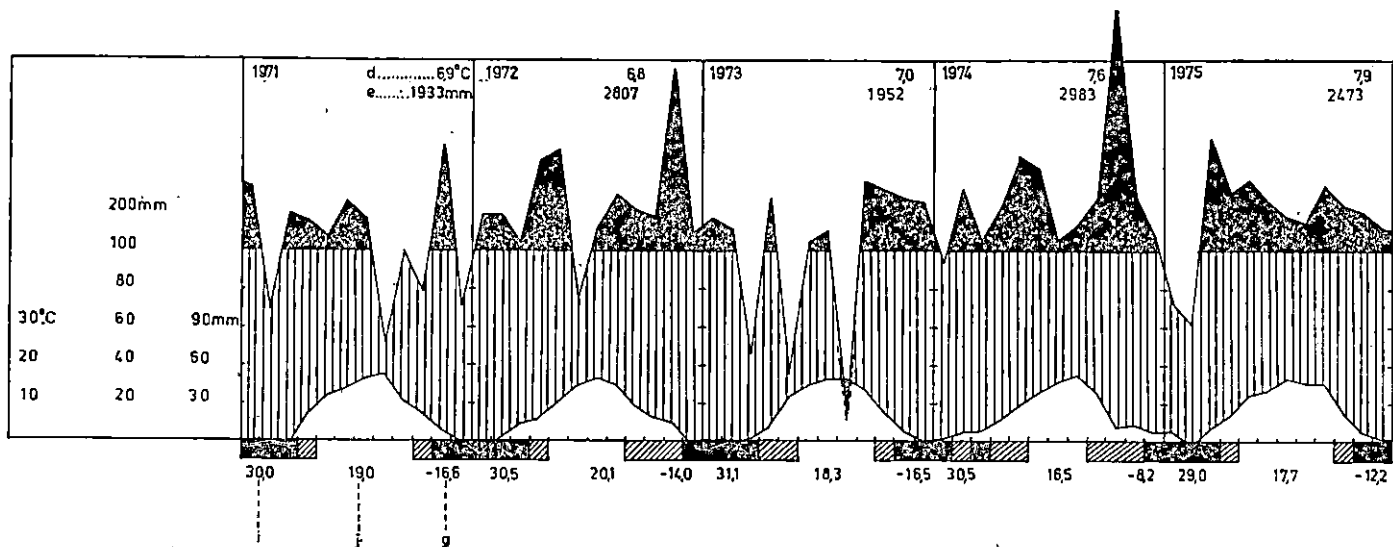


Sl. — Fig. 3: Klimatogram meteorološke stanice Zalesina (1971—1975) u smislu H. Waltera — Climatogram of the meteorological station at Zalesina (1971—1975) after H. Walter.

Tumač za klimatske dijagrame i klimatogram (Sl. 2, 3, 4 i 5) izrađene u smislu H. Waltera — Legend for climatic diagrams and climatograms (Figs. 2, 3, 4 and 5) prepared after H. Walter:

a) Meteorološka stanica, b) Nadmorska visina stanice (m), c) Broj godina (period) motrenja, d) Srednja godišnja temperatura zraka (°C), e) Srednja godišnja količina oborina (mm), f) Srednji minimum temperature zraka najhladnijeg mjeseca, g) Apsolutni minimum temperature zraka, h) Srednji maksimum temperature zraka najtoplijeg mjeseca, i) Apsolutni maksimum temperature zraka, j) Srednje kolebanje (amplituda) temperature zraka, k) Srednje mjesečne temperature zraka, l) Srednje mjesečne količine oborina, m) Sušno (aridno) razdoblje, n) Razdoblje suhoće, o) Vlažno (humidno) razdoblje, p) Mjeseci sa srednjim minimumom temperature zraka ispod 0° C, r) Mjeseci s apsolutnim minimumom temperature zraka ispod 0° C.

a) Weather station, b) Altitude of station (m), c) Number of years of observation (period), d) Mean yearly air temperature (°C), e) Mean yearly amount of rainfall (mm), f) Mean air temperature minimum of the coldest month, g) Absolute air temperature minimum, h) Mean air temperature maximum of the warmest month, i) Absolute air temperature maximum, j) Mean fluctuation of air temperature, k) Mean monthly air temperatures, l) Mean monthly amounts of rainfall, m) Period of drought, n) Period of dryness, o) Humid period, p) Months with mean air temperature minimum below 0° C, r) Months with absolute air temperature minimum below 0° C.

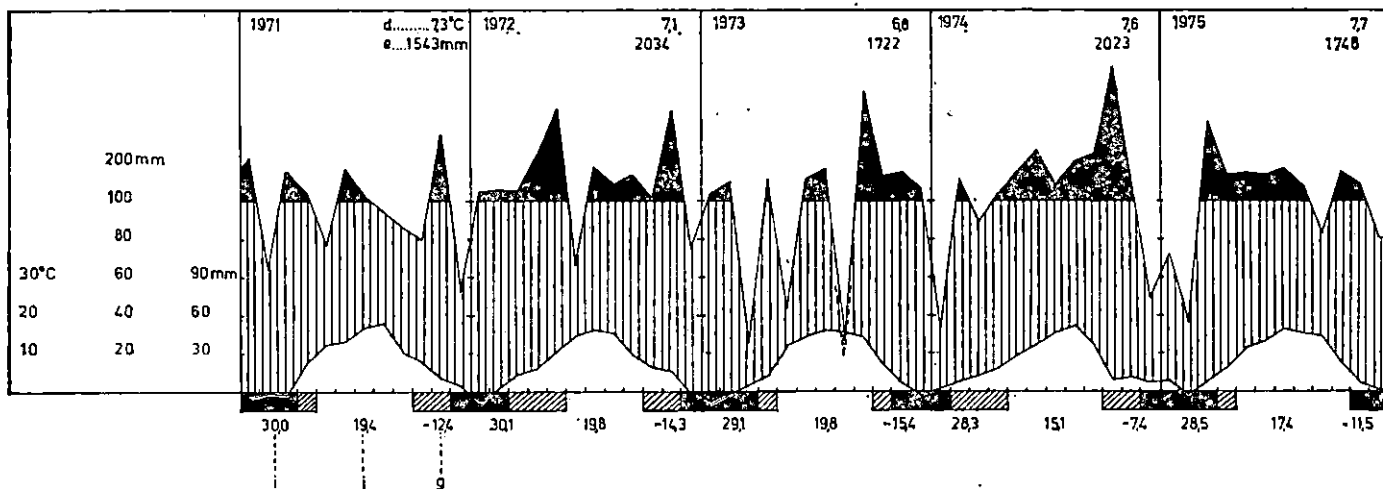


Sl. — Fig. 4: Klimatogram meteorološke stanice Lokve (1971—1975) u smislu H. Waltera — Climatogram of the meteorological station Lokve (1971—1975) after H. Walter.

Tumač za klimatske dijagrame i klimatogram (Sl. 2, 3, 4 i 5) izradene u smislu H. Waltera — Legend for climatic diagrams and climatograms (Figs. 2, 3, 4 and 5) prepared after H. Walter:

- a) Meteorološka stanica, b) Nadmorska visina stanice (m), c) Broj godina (period) motrenja, d) Srednja godišnja temperatura zraka (°C), e) Srednja godišnja količina oborina (mm), f) Srednji minimum temperature zraka najhladnijeg mjeseca, g) Apsolutni minimum temperature zraka, h) Srednji maksimum temperature zraka najtoplijeg mjeseca, i) Apsolutni maksimum temperature zraka, j) Srednje kolebanje (amplituda) temperature zraka, k) Srednje mjesečne temperature zraka, l) Srednje mjesečne količine oborina, m) Sušno (aridno) razdoblje, n) Razdoblje suhoće, o) Vlažno (humidno) razdoblje, p) Mjeseci sa srednjim minimumom temperature zraka ispod 0° C, r) Mjeseci s apsolutnim minimumom temperature zraka ispod 0° C.

- a) Weather station, b) Altitude of station (m), c) Number of years of observation (period), d) Mean yearly air temperature (°C), e) Mean yearly amount of rainfall (mm), f) Mean air temperature minimum of the coldest month, g) Absolute air temperature minimum, h) Mean air temperature maximum of the warmest month, i) Absolute air temperature maximum, j) Mean fluctuation of air temperature, k) Mean monthly air temperatures, l) Mean monthly amounts of rainfall, m) Period of drought, n) Period of dryness, o) Humid period, p) Months with mean air temperature minimum below 0° C, r) Months with absolute air temperature minimum below 0° C.



Sl. — Fig. 5: Klimatogram meteorološke stanice Parg (1971—1975) u smislu H. Waltera — Climatogram of the meteorological station at Parg (1971—1975) after H. Walter.

Tumač za klimatske dijagrame i klimatogram (Sl. 2, 3, 4 i 5) izrađene u smislu H. Waltera — Legend for climatic diagrams and climatograms (Figs. 2, 3, 4 and 5) prepared after H. Walter:

a) Meteorološka stanica, b) Nadmorska visina stanice (m), c) Broj godina (period) motrenja, d) Srednja godišnja temperatura zraka ($^{\circ}\text{C}$), e) Srednja godišnja količina oborina (mm), f) Srednji minimum temperature-zraka najhladnijeg mjeseca, g) Apsolutni minimum temperature zraka, h) Srednji maksimum temperature zraka najtoplijeg mjeseca, i) Apsolutni maksimum temperature zraka, j) Srednje kolebanje (amplituda) temperature zraka, k) Srednje mjesečne temperature zraka, l) Srednje mjesečne količine oborina, m) Sušno (aridno) razdoblje, n) Razdoblje suhoće, o) Vlažno (humidno) razdoblje, p) Mjeseci sa srednjim minimumom temperature zraka ispod 0°C , r) Mjeseci s apsolutnim minimumom temperature zraka ispod 0°C .

a) Weather station, b) Altitude of station (m), c) Number of years of observation (period), d) Mean yearly air temperature ($^{\circ}\text{C}$), e) Mean yearly amount of rainfall (mm), f) Mean air temperature minimum of the coldest month, g) Absolute air temperature minimum, h) Mean air temperature maximum of the warmest month, i) Absolute air temperature maximum, j) Mean fluctuation of air temperature, k) Mean monthly air temperatures, l) Mean monthly amounts of rainfall, m) Period of drought, n) Period of dryness, o) Humid period, p) Months with mean air temperature minimum below 0°C , r) Months with absolute air temperature minimum below 0°C .

Komparirajući podatke s klimatogramom pojedinih meteoroloških stanica uočavamo da je Zalesina najhladnija (srednja godišnja temperatura zraka od 6,8° C). U Lokvama padne najviše oborina (2481 mm), a Parg je najtopliji (7,1° C) i tamo padne najmanje oborina (1861 mm).

Iz klimatograma možemo vidjeti da je 1973. god. bila najsuša što je vidljivo za sve tri stanice, s tim da u Zalesini te godine bilježimo dva kraća razdoblja suhoće (V i VIII mj.), dok se u Lokvama i Pargu to uočava samo u VIII mj. iste godine. U rujnu 1971. god. uočen je u Zalesini nedostatak oborina.

Za god. 1974. možemo zaključiti da je bila najvlažnija, što je registrirano kod sve tri meteorološke stanice.

Detaljnou klimatskom analizom podataka dobivenih na tri spomenute meteorološke stanice mogu se uočiti razlike među njima. Te razlike u svakom slučaju imaju utjecaja na životne manifestacije šumskih sastojina pojedinog područja, što moramo imati na umu kod donošenja zaključaka o prirodnom pomlađivanju pojedinih sastojina istraživanog područja.

3.4. Pedološke prilike — Pedological conditions

Tla u istraživanim plohama, kao i u njihovoj neposrednoj široj okolini, dolaze na dvije geološko-petrološke podloge. Jednu čine jurski vapnenci i dolomiti kao karbonatna komponenta matičnog supstrata tla, a drugu crni brusilovci (aržilošisti), rdasti drobljivi škrljci, kvarcni pješčari i konglomerati permkarbona i karničke (Raihl) naslage trijasa kao silikatno kiseli supstrati.

Fizikalno-kemijske i mineraloške osobine tih supstrata imale su presudnu ulogu u pedogenetskim procesima i usmjerile su formiranje tala u dvije razvojne serije tj. tla na vapnencima i dolomitima i tla na silikatnim kiselim sedimentima.

Tla na silikatnim matičnim supstratima — Soils on parent silicate substrates

Silikatni supstrati tj. beskarbonatni pješčenjački konglomerati, trošeni škrljci i šareni glineni sedimenti dolaze u području Belevina, te na području Brloškog. Na tim supstratima, a u konstelaciji s drugim pedogenetskim faktorima, prvenstveno u uvjetima strmog reljefa tipični razvoj automorfni tala ide u pravcu: sirozem na rastresitim stijenama ili regosol ((A) — C profil) — humusno silikatno tlo ili ranker (A — C profil) — distrično smeđe (kiselo-smeđe) ili distrični kambisol (A — (B) — C profil) — smeđe podzolasto ili brunipodzol (A/E — B — C profil) — Podzol (A — E — B — C profil tla). Međutim, kako su se tla na kojima su izlučene plohe na silikatnim supstratima u Brloškom i Belevinama formirala u uvjetima blago valovitog reljefa, izostala je najmlađa razvojna stadija regosol, kao i ranker.

Zbog vodopropustljivog i rastresitog supstrata koji se nalazi u kontaktu s površinama koje izgrađuje krš, samo je jaružasta erozija, a ona ne omogućuje stvaranje mlađih razvojnih stadija tla.

Kisela smeđa, smeđa podzolasta i podzoli smjenjuju se na ovim površinama na vrlo kratkim odstojanjima tako da se mogu u jednom normalnom pedološkom profilu utvrditi sva tri tipa. To znači da ih nije moguće kartografski iskazati posebno, nego samo u vidu katene ili kartografske jedinice: »Kisela smeđa tla — smeđa podzolasta i podzoli«.

Što se tiče učešća pojedinih članova u kateni, mogli smo konstatirati da su u našim istraživanim plohama najviše zastupljena kisela smeđa tla, zatim dolaze po količini smeđa podzolasta i najmanje podzoli.

Osim krupno pjeskovitih, odnosno šljunkovitih pješčenjaka, kao matični supstrat dolazi i sitnozrni pješčenjak zlatnožute do ljubičaste boje. Tla koja su se razvila na ovoj vrsti supstrata su pretežno kisela smeđa tla. Horizont E, koji je karakterističan za podzol, a uzimajući u obzir veću površinu, mjestimično kao isprekidana vrpca širine 1—3 cm ili u vidu lokalnih mrljastih interkalacija između humusno akumulativnog — A i iluvijalnog — B horizonta, čineći jedan prelazni A/E horizont karakterističan za tip smeđepodzolastog tla ili brunipodzol. Tla su ovdje rahlija, a fiziološki aktivni profil dublji je nego kod šljunkovitih sedimenata.

Tla na vapnencu i dolomitu — Soils on limestone and dolomite

Vapnenci i dolomiti dolaze u izlučenim plohama u Zalesini na Kupjačkom vrhu, u Fužinama, Brloškom i Tršću, Crni Lazi. Izlučene površine istraživanja sa širim područjem predstavljaju u geološkom smislu tipični krš, koji nosi morfološka obilježja vanjskog i unutarnjeg reljefa.

Kamena podloga izbija ponegdje više ili manje na površinu prekidajući na većem ili manjem prostoru kontinuitet razvoja tla. Sporo kemijsko trošenje vapnenca i dolomita uz krški reljef uvjetovalo je u ovom bioklimatskom području sporiju pedogenezu od one na silikatnim rastresitim supstratima. Zbog toga su ovdje tla plića, skeletnija i s većim ili manjim učešćem stijena na površini kao i u pedološkom profilu. S obzirom na specifičnost matičnog supstrata dolaze tla koja se u prostoru još brže smjenjuju nego na silikatnoj podlozi prelazeći iz jedne razvojne stadije u drugu.

Tako smo konstatirali da na našim istraživanim plohama dolaze skoro sve tipične razvojne stadije automorfni tala vezane za ovu vrstu vapnenačko-dolomitnih supstrata: kamenjar ili litosol ((A) — C profila) — vapnenasto dolomitna crnica ili kalkomelanosol (A — C profila) — Smeđe tlo na vapnencu i dolomitu ili kalkokambiisol (A — (B)_{rz} — C profila) — lesivirano tlo (ilimerizirano) ili luvisol (A — E — B — C profila). U ovom slijedu razvoja nedostaje jedino rendzina koju uvjetuju mekši, laporoviti vapnenci i pržinasti dolomit, pa kako oni nisu utvrđeni na našim plohama, nismo utvrdili ni tip tla — rendzinu.

Razlika u reljefu, zatim pojava i učešće stijena i mogućnost nakupljanja sitnice tla u međustjenovite prostore i pukotine najvažniji su faktori koji uvjetuju prostorni raspored utvrđenih tipova tala, stoga su pojedini članovi u nizu ploha negdje više ili manje zastupljeni.

U Tršću — Crni Lazi smeđa i lesivirana tla na vapnencu i dolomitu dolaze mozaično i u neprestanoj izmjeni u prostoru i podjednako su zastupljeni.

U nizu ploha u Brloškom, međutim, veće je učešće smeđih nego lesiviranih tala, jer je teren dosta strm. Osim toga ova tla su skeletnija zbog većeg učešća dolomitne komponente u matičnom supstratu.

Na Kupjačkom vrhu imamo, također, različito učešće smeđih i lesiviranih tala na vapnencu. Tako npr. dok u nizu ploha odjela 2 dominiraju lesivirana tla nad smeđim, u odjelu 7 prevladavaju smeđa tla na vapnencu s više skeleta.

Što se tiče nerazvijenih tala kamenjara ili litosola, njihova pojava je vezana za jako strmi reljef ili su poistovječeni s geološkom podlogom tj. na onim mjestima gdje se zbog velikog učešća kamenitosti ne može identificirati pedološki profil, u izvjesnom smislu kamenjari prekidaju kontinuitet razvijenih tala kao što su crnice, smeđa i lesivirana tla. Vapneno dolomitne crnice dolaze na izlučenim ploham kao najmanje zastupljena tla, koja se formiraju na kamenim blokovima zatečenih položaja gdje je omogućena humifikacija i humizacija organske materije i na vrlo ograničenoj površini.

3.5. Fitocenološki odnosi — Phytocoenological relations

Proučavanje šumske vegetacije Gorskog Kotara započeto je još u prošlom stoljeću, da bi se još više razvilo u prvoj polovini ovog stoljeća. Najviše je to područje istraživao Ivo Horvat (1930—1963) kao i čitava plejada botaničara, fitocenologa i šumara. Zahvaljujući njima mi danas imamo relativno dobro opisanu šumsku vegetaciju (biljne zajednice) Gorskog Kotara.

Objavljene radove smatramo vrlo važnim, a s obzirom da se naši objekti istraživanja nalaze u već ranije opisanim fitocenozama, mi ćemo i u ovom radu dati sintezu onih najvažnijih.

Opis šumskih zajednica istraživanog područja — Description of forest communities in the area investigated

Planinske i gorske skupove Gorskog Kotara obrasta različiti svijet mezofilnih šuma bukve i jele koje pripadaju srednjeevropskoj vegetaciji.

Glavna zajednica ovog područja šuma bukve i jele (*Abieti-Fagetum croaticum* Horv. 38) razvijena je na vapnencima i dolomitima, to je ujedno i najbogatija zajednica ove vrste u Evropi. Ona je sastavljena od nekoliko subasocijacija i velikog broja facijesa, pa će se naš opis odnositi samo na zastupljene jedinice oko naših istraživanih ploha.

Druga po veličini je zajednica jele i rebrače (*Blechno-Abietum* Horv. 50), razvijena na silikatnoj podlozi, kao paraklimaksna zajednica velikog gospodarskog značenja.

Šuma bukve i jele — The Beech and Fir community (Abieti-Fagetum croaticum Horv. 38)

Naši objekti istraživanja u kojima je zastupljena ova zajednica nalaze se u Gospodarskoj jedinici: Kupjački Vrh (Zalesina), Brloško (Fužine) i Crni Lazi (Tršće).

Šuma bukve i jele se u području naših istraživanja javlja u dva facijesa i to: facijes *Mercurialis perennis* i facijes *Omphalodes verna*, stoga ukratko donosimo njihov opis.

a) Ass.: *Abieti-Fagetum croaticum* Horv. 38
Facijes: *Mercurialis perennis*

Ovaj facijes razvijen je na umjereno strmim (5—10°) i razvedenim padinama, bez većih kamenitih gromada na površini, a tlo pokriva (50—70%) sitnije oštrorubno kamenje. Zauzima pretežno tople ekspozicije i kupaste vrhove. Tlo te vegetacijske jedinice je kompleks mul-moder rendzine na tamnosivom vapnencu. Njihova dubina nije ujednačena, ali ipak prevladavaju plitka tla dubine do 15 cm.

Komparacijom naših snimaka s tablicama iz monografije V. Tregubova (1957) o Snežniku potvrdili smo da je *Mercurialis perennis* zaista vrsta koja ekološki i floristički dobro karakterizira ovaj facijes. Osebnost tog facijesa predstavlja kvalitativna i kvantitativna osiromašenost florističkog sastava. Ta negativna diferencijacija također vrlo dobro odjeljuje facijes *Mercurialis perennis* od drugih varijanata.

Kao najznačajnije biljke ekološkog skupa, koje karakteriziraju ovu zajednicu i daju temeljni pečat biotipu bukovo-jelovih šuma navodimo slijedeće vrste:

Slaj drveća tvore *Abies alba*, *Fagus sylvatica*, *Acer pseudoplatanus* i *Ulmus montana*.

U slaju grmlja osim vrsta drveća, dolaze *Lonicera xylosteum*, *Daphne laureola*, *Daphne mezereum*, *Corylus avellana*, *Lonicera alpigena*, *Rhamnus falax* i dr.

Slaj prizemnog rašća tvore *Mercurialis perennis*, *Asperula odorata*, *Omphalodes verna*, *Sanicula europaea*, *Pulmonaria officinalis*, *Anemone nemorosa* i dr.

b) Ass.: *Abieti-Fagetum croaticum* Horv. 38
Facijes: *Omphalodes verna*

Facijes *Omphalodes verna* nalazimo na svim ekspozicijama na blago razvedenom reljefu, na platoima i zaravnima između vrtača i u plitkim vrtačama, tamo gdje su dobri uvjeti za razvoj dubokog smeđeg karbonatnog tla.

Velika frekvencija vrste *Omphalodes verna* daje karakterističan izgled ovom facijesu. Osim nje, facijes razlikuje od ostalih još i *Daphne laureola*. U zeljastom slaju uvjerljivo prevladavaju bazofilno-neutrofilni elementi bukovo-jelovih šuma. Kombinacija ovih vrsta ukazuje na dobro, plodno, biološki vrlo aktivno tlo, odnosno stanište s vrlo visokim produkcijskim potencijalom.

Kao glavne vrste ekološkog skupa koji karakterizira ovaj facijes navodimo slijedeće: *Fagus sylvatica*, *Abies alba*, *Lonicera xylosteum*, *Daphne*

laureola, *Corylus avellana*, *Omphalodes verna*, *Sanicula europaea*, *Carex silvatica*, *Actae spicata*, *Asperula odorata*, *Anemone nemorosa* i dr.

Omphalodes verna tvori osnovni facijes u prebornim bukovo-jelovim šumama Gorskog Kotara i u njemu obično dominira jela.

Šuma jele i rebrače — The Fir and Hardfern community (*Blechno-Abietum* Horv. 1950)

Šuma jele i rebrače jedna je od najznačajnijih zajednica u šumsko-gospodarskom i u prirodnoznanstvenom pogledu. Ona prekriva velike prostore na silikatima Gorskog Kotara, ali se nalazi i na pogodnim mjestima u Velebitu, Kapeli i Plješivici, te seže do Vranice, planine u Bosni, gdje su razvijene lijepe sastojine iznad Busovače. U sloju drveća dominira jela, a uz jelu nalazi se u prvoj subasocijaciji smreka, a važan udio ima i bukva. Od ostalog drveća nalazi se stalno *Sorbus aucuparia*.

Svojsvene vrste asocijacije imaju regionalni karakter, ali one zajednicu vrlo jasno ograničavaju prema svim drugim zajednicama u istom pojasu. To su vrste: *Blechnum spicant*, *Nephrodium oreopteris*, *Rurhynchium striatum*, *Campylopus flexuosus*, *Melampyrum vulgatum* i dr.

Među ostalim vrstama naročito se ističu svojsvene vrste sveze i reda, te pratilice i to: *Nephrodium dilatatum*, *Vaccinium myrtillus*, *Lycopodium annotinum*, *Hieracium murorum*, *Luzula nemorosa*, *Calamagrostis arundinacea*, *Plagiothecium undulatum*, *Lycopodium selago*, *Luzula luzulina*, *Luzula pilosa*, *Goodyera repens*, *Oxalis acetosella*, *Rubus* sp., *Polytrichum attenuatum*, *Dicranum scoparium*, *Prenanthes purpurea*, *Athyrium filix femina*, *Thuidium tamariscinum*, *Stereodon cupressiformis*, *Hylacomium splendens*, *Veronica officinalis*, *Rhytidiadelphus triqueter* i dr.

Asocijacija se dijeli u tri subasocijacije:

a) *Blechno-Abietetum galietosum rotundifolii* Horv. — je najrašireniji tip čiste jelove šume. Diferencijalne vrste su: *Galium rotundifolium*, *Solidago virga aurea*, *Satureia grandiflora*, *Mycelis muralis*, *Carex pilulifera*, *Pteridium aquilinum* i dr.

Ova subasocijacija može se rastaviti u nekoliko facijesa:

1. facijes *Rubus hirtus* na dubljim vlažnijim tlima,
2. facijes *Vaccinium myrtillus* ponajčešće na platoima,
3. tipični, ujedno najrašireniji facijes, gdje su svi elementi podjednako zastupljeni i
4. facijes s *Calamagrostis arundinacea*, na suhim južnim i zapadnim padinama.

Naše plohe u predjelu Belevine nalaze se u području facijesa *Vaccinium myrtillus*.

b) *Blechno-Abietetum fagetosum* Rauš — zajednica je razvijena na silikatima i škriljevcima s blagim nagibima i različitim ekspozicijama.

U sloju drveća prevladava bukva tanjih dimenzija, a jela većih dimenzija se javlja u stabilničnoj strukturi. Diferencijalne vrste su: *Fagus silvatica* i *Calamagrostis arundinacea*. Na otvorenim mjestima prevladava trava milava.

c) *Blechno-Abietetum hylacomietosum* Horv. — Razvija se na vlažnim staništima, naročito u manjim depresijama. Diferencijalne su vrste: *Hylacomium loreus*, *Majanthemum bifolium*, *Picea excelsa*, *Sphangnum girgensohnii*, *Carex brizoides* i dr. Ovamo pripadaju poznate šume u Belevinama, Sungerskom Lugu i u Mlaki kod Fužina. Subasocijacija se ističe obilnim pojavljivanjem smreke koja povezuje ove šume s gorskom šumom smreke.

Naši objekti istraživanja nalaze se u subasocijaciji *Blechno-Abietetum galietosum rotundifolii* Horv. u gospodarskoj jedinici Belevine (Zalesina) i subasocijaciji *Blechno-Abietetum fagetosum* Rauš u gospodarskoj jedinici Brloško (Fužine).

*Fitocenološka komparacija istraživanih ploha —
A phytocenological comparison of the surfaces investigated*

Iznad submediteranskih šuma i šikara bijeloga i crnoga graba (idući od mora prema unutrašnjosti), koje sežu do podnožja planinskih skupova Gorskog Kotara, nalazi se bitno različiti svijet mezofilnih šuma bukve i jele, koji na sjeveroistočnoj strani Gorskog Kotara prelazi u područje hrastovo-grabovih šuma. Periferni dijelovi zone bukovo-jelovih šuma znatno se po svojoj ekologiji i djelomično fizionomiji razlikuju od centralnih dijelova spomenute zone u Gorskome Kotaru.

Naše plohe tako su smještene da obuhvaćaju sve karakteristične sastojine u zoni bukovo-jelovih šuma Gorskog Kotara.

Postavljene plohe u gospodarskoj jedinici Brloško (Fužine) nalaze se upravo na jugozapadnoj periferiji bukovo-jelovih šuma Gorskog Kotara, dok su izabrane plohe u gospodarskoj jedinici Kupjački Vrh i Belevine u Zalesini centralno smještene u području Gorskog Kotara, a plohe u gospodarskoj jedinici Crni Lazi u Tršču nalaze se na sjeverozapadnom dijelu Gorskog Kotara. Fitocenološke razlike ovih predjela došle su do izražaja prilikom fitocenoloških snimanja. Najveće diferencijacije pokazala je vegetacija u odnosu na matičnu podlogu (vapnenac-silikat) zatim na ekspoziciju i inklinaciju i tip tla. Unutar šume bukve i jele (*Abieti-Fagetum croaticum*) javila su se dva facijesa i to:

a) Facijes *Mercurialis perennis* na južnim strmim i kamenitim pristrancima s plićim skeletnim tlima.

b) Facijes *Omphalodes verna* predstavlja osnovni tip bukovo-jelovih šuma Gorskog Kotara, razvijen na relativno dubljim tlima bogatijim hranjivima.

S obzirom na ekspozicije fitocenološki snimci nisu pokazali neku veću razliku, osim što su južne strane uvijek siromašnije s brojem biljaka od sjeverne strane.

Unutar šume jele s rebračom (*Blechno-Abietetum*) postavljene su plohe u subasocijaciji *Blechno-Abietetum galietosum rotundifolii* s facijesom *myrtilus* u gospodarskoj jedinici Belevina.

4. METODE RADA — METHODS

4.1. Terenski rad — Field work

Izbor objekata istraživanja — The selection of research material

Za vrijeme rada na određivanju lokacije objekata istraživanja nastojalo se da odabrani objekti budu predstavnici šuma bukve i jele u Gorskom Kotaru. Za tu svrhu odabrali smo deset objekata istraživanja predstavljene nizovima pokusnih ploha. Svaki niz sastoji se od 20 ploha (dva imaju 22 plohe), svaka površine 400 m² smještene u sistematskom nizu (profilu).

Objekti su smješteni na tri različita područja u Gorskom Kotaru (Zalesina, Fužine, Tršće), (slika 1), na dvije suprotne ekspozicije (N-S) u dvije različite šumske zajednice (šuma jele s rebračom i šuma bukve i jele) i na dvije različite geološke podloge (silikat i vapnenac).

Na području Zalesine (Nastavno-pokusni šumski objekt Šumarskog fakulteta u Zagrebu) u gospodarskoj jedinici Belevine, u odjelima 10, 12 i 13, na jugoistočnoj ekspoziciji u šumi jele s rebračom na silikatnoj podlozi postavljen je profil od 22 pokusne plohe. U istoj gospodarskoj jedinici na sjeverozapadnoj ekspoziciji u odjelima 8, 10 i 13 postavljen je sličan profil od 22 pokusne plohe.

U gospodarskoj jedinici Kupjački Vrh, odjel 2, u šumi bukve i jele na vapnenoj podlozi na jugozapadnoj ekspoziciji postavljen je profil od 20 pokusnih ploha. U odjelu 7 iste gospodarske jedinice na sjevernoj ekspoziciji postavljen je sličan profil od 20 pokusnih ploha.

Na području Šumarije Fužine u gospodarskoj jedinici Brloško, odjeli 57 i 58, u šumi jele s rebračom na silikatnoj podlozi na jugoistočnoj ekspoziciji smješten je profil od 20 pokusnih ploha. U istoj gospodarskoj jedinici u odjelu 58 na sjeverozapadnoj ekspoziciji postavljen je sličan profil od 20 ploha.

Na podlozi vapnenca i dolomita iste gospodarske jedinice u šumi bukve i jele, u odjelu 4, na jugozapadnoj ekspoziciji postavljen je profil od 20 ploha. U odjelu 5 iste gospodarske jedinice u šumi bukve i jele na sjeveroistočnoj ekspoziciji postavljen je profil od 20 pokusnih ploha.

Na području šumarije Tršće u gospodarskoj jedinici Crni Lazi, odjel 48, u šumi bukve i jele na vapnenoj podlozi na jugozapadnoj ekspoziciji smješten je profil od 20 pokusnih ploha. U istoj gospodarskoj jedinici, u odjelu 51, na sjeveroistočnoj ekspoziciji smješten je sličan profil od 20 pokusnih ploha.

Ukupno je osnovano 204 pokusne plohe smještene u 10 profila na tri različita zemljopisna područja u dvije šumske zajednice te na dvije suprotne ekspozicije.

Snimanje podataka na pokusnim plohama — Data recording from experimental plots

U vremenskom razdoblju od jeseni 1971. god. do jeseni 1976. god. radili smo na sistematskim terenskim istraživanjima na osnovnim objektima

istraživanja kao i na laboratorijskoj i kancelarijskoj obradi snimljenih podataka. Imajući pred očima cilj i zadatak istraživanja, na svim objektima odnosno svakoj pokusnoj plohi izvršeno je snimanje podataka i uzimanje uzoraka da bi se dobili ekološki i strukturni podaci te podaci koji se odnose na elemente pomlađivanja.

Snimanje ekoloških čimbenika — Recording of ecological factors

Da bi se dobili ekološki čimbenici koji vladaju na istraživanim plohama, izvršili smo ove radove:

— izmjerena je nagnutost (inklinacija) na više mjesta svake pokusne plohe.

— višekratno su izuzimani uzorci tla do dubine 10 cm u tlu radi dobivanja podataka o momentalnoj vlažnosti tla, fiziološki aktivnoj vlazi i higroskopicitetu tla. Svaki put je uziman prosječan uzorak tla sa pet mjesta na svakoj pokusnoj plohi.

— uzimanje prosječnog uzorka tla do 10 cm dubine na pet mjesta svake pokusne plohe radi dobivanja podataka o postotku humusa u tlu.

— izmjera debljine sirovog humusa odnosno sloja u različitim stupnjevima razgrađene mrtve organske tvari nagomilane iznad mineralnog dijela tla. Izmjera je vršena na 7 mjesta na svakoj pokusnoj plohi.

— uzimanje uzoraka tla do dubine 10 cm na pet mjesta svake pokusne plohe radi dobivanja podataka o reakciji tla (pH).

— izmjera svijetla u sastojini na visini od 1,30 m od tla na 15 mjesta svake pokusne plohe te istovremena izmjera svijetla na prostoru izvan sastojine.

— registriranje stabala koja su posječena u vremenskom razdoblju od 5 do 25 godina na svakoj pokusnoj plohi.

— registriranje stabala na svakoj pokusnoj plohi koja su posječena u vremenskom razdoblju do 5 godina.

Snimanje strukturnih podataka — Recording of structural data

Da bismo dobili podatke o strukturnim čimbenicima, na svakoj pokusnoj plohi izvršili smo ove radove:

— izmjera prsnog promjera svih stabala iznad 10 cm promjera po etažama (I, II i III etaža).

— izmjera promjera svih stabala od 3 do 10 cm prsnog promjera.

— izmjera visina stabala u sastojini radi konstruiranja visinske krivulje i određivanja boniteta.

— izmjera horizontalnih projekcija krošanja stabala radi izrade jednoulaznih tabela horizontalnih projekcija krošanja.

— izmjera visine krošanja stabala radi izrade jednoulaznih tabela volumena krošanja stabala.

— uzimanje izvrtaka stabala pomoću Presslerovog svrdla radi dobivanja podataka o tečajnom godišnjem prirastu.

Snimanje elemenata pomlađivanja — Recording of regeneration indices

Snimanjem elemenata pomlađivanja obuhvaćeni su ovi radovi:

— višegodišnje snimanje broja ponika svih vrsta drveća na 10% površine svake pokusne plohe (pruga dimenzije 20x2 m u sredini svake plohe.

— višegodišnje snimanje broja jednogodišnjeg pomlatka svih vrsta drveća na 10% površina svake pokusne plohe.

— višegodišnje snimanje broja dvo-i trogodišnjeg pomlatka svih vrsta drveća na 10% površina svake pokusne plohe.

— snimanje broja pomlatka i mladika svih vrsta drveća do 3 cm prsnog promjera na cijeloj površini svake pokusne plohe.

— snimanje visina pomlatka i mladika svih vrsta drveća do 3 cm prsnog promjera na cijeloj površini svake pokusne plohe. Snimanje je izvršeno po visinskim klasama i to do 10 cm, od 11 do 25 cm, od 26 do 50 cm itd. sve do visine mladika koji ima prsni promjer 3 cm.

4.2 Obrada podataka — Date processing

Svi snimljeni podaci na pokusnim plohama podvrgnuti su, ovisno o vrsti podataka, kancelarijskoj ili laboratorijskoj obradi podataka.

S obzirom da nam je najmanja jedinica istraživačka bila pokusna ploha površine 400 m², podatke smo obradili za svaku od 204 plohe posebno, te ih unijeli u listu podataka za svaku pokusnu plohu. (Primjer tab. 1).

Za svaku plohu na listi podataka naznačen je broj plohe, zemljopisno područje, geološka podloga, ekspozicija, a posebno su izneseni rezultati obrade ekoloških faktora, strukturnih faktora i elemenata pomlađivanja. Način obrade ovih podataka opisat ćemo po onom redoslijedu po kojem su upisani u listi podataka.

Osim navedenog, za svaki od 10 profila izračunata je struktura sastojine po vrstama drveća, etažama, debljinskim stupnjevima i razredima, broju stabala, temeljnici i drvnoj masi, te je preračunata na površinu od 1 ha. Isto tako za svaki profil posebno je izračunata i nacrtana visinska krivulja glavnih vrsta drveća koje pridolazi na određenom profilu.

Obrada ekoloških podataka — The processing of ecological data

Nagnutost ili inklinacija svake pokusne plohe izračunata je kao srednja vrijednost izmjera na svakoj pokusnoj plohi.

Momentalna vlažnost, fiziološki aktivna vlaga i higroskopicitet tla su određeni na osnovi laboratorijske obrade svih uzoraka uzetih na pokusnim plohama a po uobičajenim metodama koje se upotrebljavaju u pedološkim laboratorijima.

Količina humusa u tlu također je dobivena upotrebom laboratorijskih metoda opisanih u Pedološkom praktikumu (Š k o r i ć, 1965).

Debljina sirovog humusa dobivena je kao srednja vrijednost od 7 izmjera na svakoj pokusnoj plohi.

Reakcija tla (pH) određena je u suspenziji tla s vodom pomoću aprata pH-metra.

Broj plohe: 2
Plot No.:

Tab. 1.

Područje: Zalesina Geološka podloga: silikat Ekspozicija: Jug
The area: Zalesina Geological substrat: Silicate Aspect: South

Ekološki faktori — Ecological factors

Inklinacija	St. mome. vlaž.%	Fiziol. akt. vlaga%	Higroskopi. %	Humus %
6	120.81	99.99	20.82	40.17
Sirovi humus cm	PH	Užito svjetlo %	Sječa u zad. 25 g.	Sječa u zad. 5 g.
3.5	3.95	12.205	8	5

Strukturni faktori — Structure factors

Vrste drveća:	Jela	Smreka	Bukva	Javor	Brijest	Ukupno
Broj stabla od 3 cm na više:	35	10	14	0	0	59
Br. stab. d 3—10 cm:	27	8	12	0	0	47
Drvena masa	m ³					
Prve etaže:	8.42	.00	.00	.00	.00	8.42
Druge etaže:	.92	1.08	.00	.00	.00	2.00
Treće etaže:	1.10	.35	.42	.00	.00	1.87
Ukupno:	10.44	1.43	.42	.00	.00	12.29
Projekcija krošnje:	m ²					
Prve etaže:	66.68	.00	.00	.00	.00	66.68
Druge etaže:	23.20	23.04	.00	.00	.00	46.24
Treće etaže:	230.18	48.23	184.45	.00	.00	462.86
Ukupno:	320.06	71.27	184.45	.00	.00	575.78
Volumen krošnje	m ³					
Prve etaže:	572.28	.00	.00	.00	.00	572.28
Druge etaže:	131.21	139.00	.00	.00	.00	270.21
Treće etaže:	514.56	150.69	700.39	.00	.00	1365.64
Ukupno:	1218.05	289.69	700.39	.00	.00	2208.13
Srednje stablo:	cm					
Prve etaže:	60	0	0	0	0	
Druge etaže:	32	34	0	0	0	
Treće etaže:	8	10	10	0	0	
Volumni prirast	Četinjače		Listače		Ukupno	
	.374		.035		.409	

Elementi pomlađivanja — Indicators of regeneration

Broj ponika:	400	0	0	0	0	400
Pomladka 1 godišnj.:	180	0	0	0	0	180
Pomladka 2 godišnj.:	110	0	0	0	0	110
Pomladka 3 godišnj.:	100	0	0	0	0	100
Mortalitet ponika:	55	0	0	0	0	55
Pomladka 1 godišnj.:	39	0	0	0	0	39
Pomladka 2 godišnj.:	9	0	0	0	0	9
Broj						
Pom. mlad do 3 cm pro:	342	115	6	0	0	463
Pom. mlad do 25 cm vi:	239	84	0	0	0	323
Pom. mlad iznad 25 cm:	103	31	6	0	0	140
Ukupne visine						
Pom. mlad do 3 cm pro:	10887	3140	1328	0	0	15355
Pom. mlad do 25 cm vi:	2548	787	0	0	0	3335
Pom. mlad iznad 25 cm:	8339	2353	1328	0	0	12020
Faktor pomlađivanja:	9.77	11.50	.43	.00	.00	7.23

Podaci o postotku užitog svjetla dobiveni su komparacijom 15 izmjera svjetla na svakoj pokusnoj plohi s istovremenim izmjerama na otvorenom prostoru izvan šume. Aritmetička sredina tih komparacija predstavlja nam podatak o užitom svjetlu na plohi.

Podatke o sječi u zadnjih 5 do 25 god. i sječi do 5 god. koji nam predstavljaju utjecaje biotskih odnosno antropogenih čimbenika, dobili smo registriranjem posječenih stabala na svakoj pokusnoj plohi.

Obrada strukturnih podataka — The processing of structural data

Na osnovi podataka izmjerenih prsnih promjera i visina stabala na pokusnim plohama sastavljena je tablica strukture sastojine po vrstama drveća, etažama, debljinskim stupnjevima i razredima, broju stabala, temeljnici i drvnoj masi za svaku od 204 pokusne plohe. Na osnovi tih podataka za svaku plohu upisane su vrijednosti za broj stabala od 3 cm prsnog promjera na više i broj stabala od 3 do 10 cm prsnog promjera.

Na isti način uneseni su podaci za vrijednosti drvne mase po etažama i ukupno za sve vrste drveća na svakoj plohi.

Vrijednosti horizontalnih projekcija krošanja po etažama i ukupno, dobivene su na osnovi sastavljenih jednoulaznih tabela za horizontalne projekcije krošanja za jelu, smreku i bukvu (posebno za vrste na silikatu, a posebno na vapnenoj podlozi) i broja stabala po debljinskim stupnjevima za svaku plohu posebno.

Vrijednosti volumena krošanja po etažama i ukupno dobivene su na osnovi sastavljenih jednoulaznih tabela za volumene krošanja za jelu, smreku i bukvu i broja stabala po debljinskim stupnjevima za svaku plohu posebno.

Podatke o promjerima srednjih stabala svake etaže posebno, dobili smo na osnovi strukture sastojine odnosno broja stabala po debljinskim stupnjevima.

Volumne priraste četinjača i listača na svakoj pokusnoj plohi dobili smo metodom izvrtaka služeći se Mayerovom diferencijalnom metodom.

Obrada podataka elemenata pomlađivanja — The processing of data on regeneration indicators

Broj ponika smo dobili kao srednju vrijednost višegodišnjih izmjera ponika svih vrsta drveća na površini koja iznosi 10% od ukupne površine pokusne plohe te preračunavanjem te vrijednosti na površinu od 400 m² koliko iznosi površina svake pokusne plohe.

Na isti način dobili smo vrijednost za jedno, dvo- i trogodišnji pomladak.

Mortalitet ili postotak odumrlih biljaka ponika, jedno i dvogodišnjeg pomlatka, dobili smo kao srednju vrijednost višegodišnjih opažanja i izračunavanja postotka odumrlih biljaka.

Broj pomlatka i mladika do 3 cm promjera dobili smo registriranjem svih biljaka pomlatka i mladika na svakoj pokusnoj plohi.

Broj pomlatka do 25 cm visine i broj pomlatka i mladika iznad 25 cm visine dobili smo na osnovi potpune visinske izmjere pomlatka i mladika na plohi.

Ukupne visine pomlatka i mladika dobili smo na osnovi totalne izmjere visina pomlatka i mladika, te njegovim razvrstavanjem u visinske razrede. Na isti način dobili smo visine pomlatka do 25 cm visine kao i visine pomlatka i mladika iznad 25 cm visine. Sve visine pomlatka i mladika mjerene su i upisane u centimetrima.

Faktor pomlađivanja nam predstavlja omjer između broja pomlatka i mladika na plohi i broja stabala iznad 3 cm prsnog promjera, te smo ga na taj način izračunali za svaku pokusnu plohu.

Statističke metode — Statistical methods

Kod rasprave o problemu i zadatku istraživanja u ovom radu bilo nam je jasno da je za rješavanje postavljenih problema i zadataka potrebno primijeniti statističke metode uz upotrebu elektroničkog računala.

Raspolažući s velikim brojem snimljenih i obrađenih podataka bili smo u situaciji da iskoristimo velike mogućnosti elektroničkog računala te uporabom različitih statističkih metoda i programa dođemo do rješenja postavljenih nam zadataka. Međutim, radeći na obradi dobivenih podataka primjenom računala i programa statističke analize, došli smo do zaključka da obilje dobivenog materijala i rezultata prelazi okvire koje smo zacrtali i koji su uobičajeni pri izradi ovakvih i sličnih radova. Radi toga za ovaj rad uzeli smo onaj dio materijala koji će odgovarati postavljenom zadatku i cilju istraživanja, te smo od ukupno 10 ekoloških, 18 strukturnih čimbenika te od 14 elemenata pomlađivanja s kojim podacima raspolažemo za ovaj rad uzeli 7 ekoloških i 6 strukturnih čimbenika te 6 elemenata pomlađivanja. Do skraćivanja uglavnom je došlo na taj način da smo uzeli sumarne rezultate pojedinih čimbenika (drvena masa, projekcija krošnja itd).

Prilikom matematičkostatističke obrade podataka upotrebljavali smo skraćene nazive, a na ovom mjestu donosimo pune nazive i kratice svih 19 upotrebljivanih naziva pojedinih čimbenika.

Ekološki čimbenici — Ekological factors:

1. FAVL — fiziološki aktivna vlaga u tlu — Physiological soil humidity
2. HUM — % humusa u prvih 10 cm tla — Percentage of humus in the first 10 cm of soil
3. SHUM — debljina sirovog humusa u cm — Thickness of raw humus in cm
4. pH — reakcija tla — Soil reaction
5. USVJ — % užitog svijetla u sastojini na visini od 1,30 m od tla — Percentage of light available in the stand at 1.30 m from the ground
6. BPS 25 — broj posječenih stabala unazad 5 do 25 god. — Number of trees felled 5 to 25 years back
7. BPS 5 — broj posječenih stabala do unazad 5 god. — Number of trees felled until 5 years ago

Strukturni čimbenici — Structure factors:

1. BSP 3 — broj stabala prsnog promjera od 3 cm na više — Number of trees with a diameter of 3 cm and over at breast height
2. BSP 10 — broj stabala prsnog promjera od 3 do 10 cm — Number of trees of 3 to 10 cm diameter at breast height
3. SSTAB 1 — promjer srednjeg stabla prve etaže sastojine (u cm) — Diameter of a medium tree of the first storey of the stand (in cm)
4. DRMAU — drvena masa (u m³) — Growing stock (in cub. m)
5. PRKRU — horizontalna projekcija krošanja (u m²) — Horizontal projection of crowns (in sq. m)
6. VOLKRU — volumen krošanja (u m³) — Volume of crowns (in cub. m)

Elementi pomlađivanja — Indicators of regeneration:

1. BPONIK — broj ponika — Number of seedlings
2. BPOD 1 — broj jednogodišnjeg pomlatka — Number of young reproduction one-year-old
3. BPOD 2 — broj dvogodišnjeg pomlatka — Number of young reproduction — two-year-old
4. BPOD 3 — broj trogodišnjeg pomlatka — Number of young reproduction — three-year-old
5. BPMU — ukupan broj pomlatka i mladika — Total number of young reproduction and young stems
6. UPMU — ukupne visine pomlatka i mladika — Total height of young reproduction and young stems

Kod izračunavanja veze između čitavog niza odabranih grupa sastavljenih od ekoloških i strukturnih čimbenika kao nezavisnih varijabla s elementima pomlađivanja kao zavisnim varijablama, služili smo se višestrukoum regresijskom analizom.

Analizom varijance služili smo se kod rješavanja problema kako područje, geološka podloga i ekspozicija utječu pojedinačno i zajedno na istraživane ekološke i strukturne čimbenike te čimbenike pomlađivanja u šumi bukve i jele i šumi jele s rebračom.

Kod istraživanja povezanosti između pojava prirodnog pomlađivanja, ekoloških i strukturnih čimbenika unutar ekosistema jele i bukve služili smo se faktorskom analizom.

Podaci su obračunati u Sveučilišnom računskom centru u Zagrebu na stroju UNIVAC 1110.

Višestruka regresijska analiza — Multiple regression analysis

Zadatak ove rasprave pored ostalog sastoji se u tome da se utvrde utjecaji ekoloških i strukturnih čimbenika na prirodno pomlađivanje. Kod istraživanja tih utjecaja služili smo se višestrukoum regresijskom analizom jer smo mišljenja da će nam ona najbolje ocijeniti odnose i utjecaje između elemenata pomlađivanja kao zavisnih varijabli te ekoloških i strukturnih čimbenika kao nezavisnih varijabli.

Regresijska analiza primijenjena je kod izračunavanja veza između čitavog niza odabranih grupa (selekcija) za jelu, smreku, bukvu i ukupno

za sve vrste drveća koje dolaze na silikatnoj podlozi u šumi jele s rebračom. Isti račun proveden je za tri navedene vrste drveća i ukupno za vrste koje dolaze na vapnenoj podlozi u šumi jele i bukve.

Grupe ili selekcije predstavljaju skup od jedne odabrane zavisne varijable (element pomlađivanja) i više odabranih nezavisnih varijabli (ekološki i strukturni čimbenici).

Za sve podatke određene vrste drveća na određenoj geološkoj podlozi (silikat — vapnenac) najprije je izračunata korelacijska matrica koja sadrži koeficijente linearne korelacije između svih 19 ekoloških i strukturnih čimbenika te elemenata pomlađivanja.

Osim toga izračunate su tabele koje sadrže ove podatke:

1. Broj i naziv varijable
2. Suma varijabla
3. Aritmetička sredina
4. Standardna devijacija
5. Varijanca
6. Relativna pogreška
7. Maksimalna varijabla
8. Minimalna varijabla

U računu višestruke regresijske analize za svaku selekciju izračunate su ove vrijednosti:

1. Standardna greška procjene
2. Koeficijent multiple korelacije
3. Objašnjeni dio varijance (koeficijent determinacije)
4. Korigirani koeficijent determinacije
5. Koeficijent regresije
6. Standardna greška regresijskog koeficijenta
7. Standardizirani regresioni koeficijent
8. Parcijalni koeficijent korelacije
9. T-vrijednost
10. Parcijalna F vrijednost
11. Stupanj signifikantnosti

Za svaku odabranu selekciju izvršena je analiza varijance radi testiranja hipoteze da su svi koeficijenti regresije jednaki nuli, te je izračunata F-vrijednost i stupanj signifikantnosti.

U radu proveden je velik broj računa, te iz razumljivih razloga nismo u mogućnosti na ovom mjestu prikazati sve dobivene rezultate. Tabelarnim prikazima nastojat ćemo prikazati samo najinteresantnije rezultate. Isto tako nismo ulazili u detalje vezane za programe statističke obrade podataka držeći se principa da su za nas interesantni samo rezultati te obrade. Do tih rezultata došli smo služeći se već poznatim i uobičajenim metodama matematičko-statističke analize uz upotrebu elektroničkog računala, radi toga u ovom radu i ne iznosimo detaljne metode te obrade.

Analiza varijance — Varijance analysis

Naša istraživanja utjecaja ekoloških i strukturnih čimbenika na prirodno pomlađivanje u šumama bukve i jele proveli smo na tri zemljopisno različita područja (Zalesina, Fužine, Tršće). Pored toga, istraživanja su obavljena na dvije različite geološke podloge (silikat, vapnenac) na kojima dolaze dvije gospodarski najvažnije šumske zajednice jele i bukve u Gorskom Kotaru i to šuma jele s rebračom na silikatnoj podlozi i šuma bukve i jele na vapnenoj podlozi. Isto tako na svakom području, odnosno u svakoj šumskoj zajednici, istraživanja su provedena na južnim i sjevernim ekspozicijama. Prema tome, svi naši istraživani ekološki i strukturni čimbenici te pokazatelji pomlađivanja izvrgnuti su utjecajima tri različita zemljopisna područja, dvije različite geološke podloge i dvije suprotne ekspozicije.

Da bismo mogli donijeti pravilne zaključke o istraživanim čimbenicima, potrebno je rezultate dobivene istraživanjima podvrgnuti statističkoj analizi. Potrebno je utvrditi kako nezavisni faktori (područje, geološka podloga i ekspozicija) utječu pojedinačno i zajedno na istraživane ekološke i strukturne čimbenike te na čimbenike pomlađivanja. S obzirom da u ovom slučaju provjeravamo utjecaje dviju i više nezavisnih varijabli, odlučili smo se za složenu analizu varijance. To nam je bilo moguće radi toga što smo naša istraživanja planirali tako da smo u svakom području istraživanja i u svakoj biljnoj zajednici toga područja imali niz od 20 pokusnih ploha na južnoj i isto toliko na sjevernoj ekspoziciji. Prema tome, omogućeno nam je da provedemo složenu analizu varijance kod pokusa kod kojeg imamo slučajan raspored blokova.

S obzirom na podatke dobivene snimanjem na terenu, te na zastupljenosti pojedinih biljnih zajednica na svakom području kao i učešće pojedinih vrsta drveća u omjeru smjese svake sastojine, proveli smo analizu varijance za sve ekološke i strukturne čimbenike te elemente pomlađivanja na tri područja, i dvije ekspozicije u šumi bukve i jele na vapnenoj podlozi i to za tri vrste drveća: jelu, bukvu i javor.

Shema analize varijance za ovu grupu podataka izgleda ovako:

Tretman	Kod	Faktor A Područje	Faktor B Ekspozicija
1	A ₁ B ₁	Zalesina	Jug
2	A ₁ B ₂	Zalesina	Sjever
3	A ₂ B ₁	Fužine	Jug
4	A ₂ B ₂	Fužine	Sjever
5	A ₃ B ₁	Tršće	Jug
6	A ₃ B ₂	Tršće	Sjever

Ovakva složena analiza varijance, kod koje imamo dva glavna djelovanja (područje i ekspozicija), od kojih područje ima tri jednostavna djelovanja (Zalesina, Fužine, Tršće), a ekspozicija dva (jug, sjever) označava se oz-

nakom »3x2«. Ona je provedena za svaki od 7 ekoloških čimbenika. Isto tako analiza varijance provedena je za 6 strukturnih čimbenika i 6 elementa pomlađivanja za jelu, 6 strukturnih i 2 elementa pomlađivanja za bukvu i 6 strukturnih i dva elementa pomlađivanja za javor, u šumi bukve i jele na vapnenoj podlozi. Ukupno je provedeno 33 analize varijanci za sve čimbenike snimljene na 120 pokusnih ploha smještenih na tri različita zemljopisna područja u šumi bukve i jele na vapnenoj podlozi.

Sličnu složenu analizu varijance provedli smo za drugu grupu podataka u kojoj imamo dva područja (Zalesina, Fužine), dvije geološke podloge odnosno dvije različite biljne zajednice (na silikatu i vapnencu) i dvije suprotne ekspozicije (jug, sjever).

Ovu analizu varijance, u kojoj imamo tri glavna djelovanja (područje, geološka podloga, ekspozicija), a svako glavno djelovanje ima po dva jednostavna djelovanja, kratko označavamo »2x2x2«.

Shema ovakve analize varijance izgleda ovako:

Tretman	Kod	Faktor A Područje	Faktor B Geol. podl.	Faktor C Ekspozicija
1	A ₁ B ₁ C ₁	Zalesina	Silikat	Jug
2	A ₁ B ₁ C ₂	Zalesina	Silikat	Sjever
3	A ₁ B ₂ C ₁	Zalesina	Vapnenac	Jug
4	A ₁ B ₂ C ₂	Zalesina	Vapnenac	Sjever
5	A ₂ B ₁ C ₁	Fužine	Silikat	Jug
6	A ₂ B ₁ C ₂	Fužine	Silikat	Sjever
7	A ₂ B ₂ C ₁	Fužine	Vapnenac	Jug
8	A ₂ B ₂ C ₂	Fužine	Vapnenac	Sjever

Ovakva analiza varijance provedena je za 7 ekoloških čimbenika koji vladaju u šumama na dva navedena područja. Isto tako provedena je analiza varijance za 6 strukturnih čimbenika i 6 čimbenika pomlađivanja za jelu, te 6 strukturnih čimbenika i 2 čimbenika pomlađivanja za bukvu, 5 strukturnih čimbenika i 6 čimbenika pomlađivanja za sve vrste drveća. Ukupno je u ovoj grupi podataka izračunato 38 analize varijanci za podatke snimljene na 160 pokusnih ploha na dva različita zemljopisna područja i dvije različite šumske zajednice.

Faktorska analiza — Factor analysis

Prema M o m i r o v i ć u (1966) faktorska analiza predstavlja statističku analizu, namijenjenu utvrđivanju broja faktora, koeficijentata njihovog učešća u varijanci mjernih varijabla, međusobnih korelacija između faktora i varijabli, kao i međusobnih korelacija između faktora.

Uvažavajući nama dostupnu literaturu prema kojoj faktorska analiza nije dosada često upotrebljavana u šumarskim istraživanjima (osim pe-

doloških istraživanja — Martinović, 1972. i prema Martinoviću Vukorep (1970), smatramo potrebnim da detaljnije opišemo njene osobine i prednosti kod kompleksnih ekosistemskih šumarskih istraživanja.

Prema Fulgosiju (1974) najjednostavnije je da se problem faktorske analize u početku izloži kao problem multiple ili višestruke regresije. U višestrukoj regresiji nastojimo da na osnovi više nezavisnih varijabla odredimo vrijednost ili veličinu zavisne varijable, a na osnovi jednadžbi višestruke regresije. Tu je i sličnost s faktorskom analizom. Naime, i tu prema Fulgosiju (1974), postoji jednadžba regresije, samo s tom razlikom što se rezultat dobiven nekim izmjerama smatra zavisnom varijablom ili kriterijem, a nezavisne varijable su hipotetski konstrukti ili matematičke veličine koje nazivamo faktorima. Iz ovog proizlazi, kako na osnovi tih hipotetičkih ili matematičkih veličina odrediti ili opisati stvarnu veličinu tj. rezultat neke izmjere (varijable).

Tu je i iscrpljena sličnost faktorske analize s višestrukom regresijskom analizom jer su vrijednosti nezavisnih varijabla u regresijskoj analizi poznati, a u slučaju faktorske analize te vrijednosti nisu poznate. U faktorskoj analizi poznate su samo vrijednosti zavisnih varijabli koje nazivamo manifestne varijable, a faktori (latentne varijable) nisu poznati.

Iz ovog izlazi i osnovni problem faktorske analize: opisati neku ili neke manifestne varijable na osnovi neke ili nekih latentnih varijabla ili faktora.

Pita se zbog čega je potrebno neku manifestnu varijablu, rezultat neke izmjene, opisivati na osnovi hipotetskih ili latentnih varijabla koje nazivamo faktorima. Kao prvo, postoji ogroman broj manifestnih varijabli (izmjera) koje mogu zajedno biti vrlo interesantne za određeno područje znanosti, ali koje su, kad se uzmu zajedno, vrlo nepogodne za deskripciju.

Osim toga, svakim danom znanost pronalazi nove manifestne varijable, te se njihov broj povećava, pa situacija postaje još teža. Konačno, te manifestne varijable su unutar jednog znanstvenog područja u međusobnim korelacijama.

Razjašnjavajući navedene konstatacije, možemo se poslužiti primjerom kemije. Svaki spoj u kemiji, a kojih ima veliki broj, može se kod analiziranja svesti na jedan manji broj elemenata, koji se dalje ne daju kemijski rastavljati. Znači spojevi mogu biti manifestne varijable, a elementi latentne varijable. Vrijednost kemije je, pored ostalog, i u tome što je našla put da jednu nepreglednu, kompliciranu i naoko nepovezanu pojavnost svede ili izvede iz jednog malog broja determinanti.

Što se tiče korelacije koje predstavljaju slaganje između rezultata dvaju mjerenja ili između dviju skupina podataka, postavlja se pitanje otkud to slaganje kad se često dvije izmjere mjere različitim instrumentima te su često i različiti u vanjskim manifestacijama. Faktorska analiza nam nudi odgovor na takva i slična pitanja, te nam omogućava da istražujući jedno područje ekosistema pomoću računa korelacije ne ostanemo samo na nivou utvrđenih korelacija, nego nam pruža mogućnost dubljeg

uvida u ekosistem kojeg istražujemo. Znači, faktorska analiza daje nam nove informacije o pojedinim dijelovima ekosistema, a te informacije proizlaze iz korelacija i izmjerenih varijabli, ali nam one nisu dostupne bez upotrebe faktorske analize.

Cilj faktorske analize sastoji se u tome da svede veliki broj varijabli različitog oblika koje su u međusobnim korelacijama na određeni manji broj faktora koji su u stanju objasniti taj veliki broj varijabli i njihove korelacije.

Prema Fulgosiju (1974) to je jedan od tipičnih ciljeva znanstvenog rada da se objasni veliki broj fenomena na osnovi malog broja zakona ili u ovom slučaju faktora. Isto tako isti autor tvrdi da će faktorska analiza imati svoje mjesto u znanstvenim istraživanjima sve dotle dok se neka znanost služi računom korelacije i dok je utvrđivanje međusobne povezanosti između pojava jedan od problema neke znanosti. Upravo zbog ovakvog gledanja na faktorsku analizu mi smo odlučili upotrijebiti je u našim istraživanjima s obzirom da nam je cilj da se utvrde povezanosti između pojava pomlađivanja, ekoloških i strukturnih čimbenika unutar složenog šumskog ekosistema bukve i jele. S obzirom da smo naša istraživanja temeljili na većem broju varijabli, koje sve skupa definiraju ekološke i strukturne čimbenike i elemente pomlađivanja, mišljenja smo da će nam faktorska analiza dobro poslužiti da opišemo taj veći broj varijabli na osnovi jednog manjeg broja faktora.

Služeći se uobičajenim matematičko-statističkim programom faktorske analize, koji je prilagođen elektroničkom računalu, dobili smo čitav niz podataka od kojih ćemo na ovom mjestu opisati rezultate dobivene u faktorskoj matrici nakon rotacije te vrijednosti faktorske varijance pojedinačno i ukupno.

Faktorske matrice dobivene računskom operacijom rotacije služe nam za to da se pronađe prava interpretacija faktora. To je matrica koja sadrži faktorske koeficijente ili faktorska opterećenja varijabli za određeni broj faktora. Ona predstavlja završni produkt koji se dobiva bilo ekstrakcijom faktora iz matrice korelacija ili kao u ovom našem slučaju operacijom rotacije. Ono što nam omogućava razlikovanje jednog faktora od drugog i njihovu interpretaciju, to su razlike između faktorskih koeficijenata koje pojedine skupine varijabli imaju s pojedinim faktorima. Jedan faktor obuhvaća određeni broj varijabli koje su u međusobnoj povezanosti. Da bismo ocijenili koliko je koji faktor značajan, služimo se varijancom faktora. Varijanca faktora nas upućuje na to kakvu važnost imaju grupe varijabli izlučene u pojedine faktore za istraživanu pojavu. Što je varijanca nekog faktora veća, to je veća i njegova važnost u odnosu na ostale faktore, a istovremeno se bolje objašnjava veza između varijabli koje su obuhvaćene u faktoru. Faktorski koeficijenti varijabli navedenih u svakoj faktorskoj matrici predstavljaju koeficijente korelacije između faktora i varijable. Kao značajne uzeli smo samo one faktorske koeficijente koji imaju apsolutne vrijednosti veće od 0,300.

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA — RESULTS OF INVESTIGATIONS

5.1 Gospodarsko obilježje istraživanih sastojina — Economic characteristics of the stands investigated

Struktura sastojine — The structure of stands

Poznavanje strukture sastojine, odnosno unutarnjeg sastava sastojine je od velike važnosti za gospodarenje u prebornim šumama. Da bismo što bolje, sa šumskouzgojnog stajališta, definirali istraživane objekte, iznijet ćemo rezultate koje smo dobili istraživajući strukturne osobine svakog od 10 objekata istraživanja.

U tablici 2 donosimo podatke o strukturi sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima, broju stabala, temeljnici i drvnoj masi za profil pokusnih ploha na južnoj ekspoziciji u gospodarskoj jedinici Belevine u Zalesini.

Od ukupno 545 m³/ha drvne mase jela je u omjeru smjese zastupljenost sa 84%, smreka sa 8% i bukva sa 8%. Sastojina se nalazi na I/II bonitetnom razredu po Šuriću, te stvarna drvna masa odgovara normalnoj (562 m³/ha) (Klepac, 1965). Frekvencijska krivulja ukupnog broja stabala i krivulja broja stabala svake vrste drveća posebno ima pravilan izgled Liocurtove krivulje te nas upućuje na zaključak da se ovdje radi o prebornoj sastojini stabilnične strukture. Broj stabala opada od prvog debljinskog razreda do zadnjeg bez »skokova« u pojedinim višim razredima, što je tipično uz prebornu sastojinu grupimične strukture.

Veliki broj stabala u prvom debljinskom razredu (od 3—10 cm) kod jele, smreke i bukve ukazuje nam na dobar »priliv« u sastojinu iz razvojnog stadija mladika.

Visinska krivulja (graf. 1) daje nam biološku sliku odnosa tri glavne vrste drveća u šumi jele s rebračom na silikatnoj podlozi. Uočljiva je visinska dominacija bukve u najnižim debljinskim razredima sve do prsnog promjera od 25 do 30 cm kad dominaciju preuzima jela. Smreka nadvisuje jelu kod prsnog promjera 42 cm.

U tablici 3 donosimo strukturne karakteristike sastojine jele s rebračom na silikatnoj podlozi u Belevinama na sjevernoj ekspoziciji. Od ukupno 635 m³/ha drvne mase 88% otpada na jelu, 7% na smreku i 5% na bukvu. Sastojina se nalazi na I/II bonitetu, a stvarna drvna masa veća je od propisane normalne mase (568 m³/ha) za taj bonitet. Frekvencijska krivulja broja stabala za svaku vrstu drveća i ukupno za sve vrste drveća ukazuje nam da je ta sastojina grupimične strukture. Uočavamo veći broj stabala i veću drvnu masu u četvrtom i petom debljinskom razredu.

U prvom debljinskom razredu imamo manji broj stabala nego u sastojini na južnoj ekspoziciji. To je naročito izraženo kod jele i smreke čiji je priliv u sastojinu slabiji. Bukva pokazuje tendenciju masovnijeg pridolaženja u te sastojine, što je vidljivo iz broja stabala u prvom i drugom debljinskom razredu.

Iz visinske krivulje uočavamo visinsku dominaciju bukve do prsnog promjera 30 cm, od kojeg nadalje počinje dominacija jele (graf. 2).

Gosp. jed.
Management unit: Belevine
Odjel:
Compt.: 10, 12, 13

Ekspozicija:
Aspect: Jug — South
Površina:
Area: 1 ha

ŠUMA JELE S REBRAČOM
The Fir and Hardfern community

Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima, broju stabala, temeljnici i drvnjoj masi
The structure of the stand by tree species, thickness class, number of trees, basal area and wood mass

Debljin. razred cm Diameter gr.	Jela — Fir			Smreka — Spruce			Bukva — Beech			Ukupno — Total		
	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G	M
—10	317	1.03	6.44	135	0.41	2.62	267	0.93	3.05	719	2.37	12.11
11—20	127	2.52	17.11	24	0.45	3.02	122	2.34	16.54	273	5.31	36.67
21—30	79	4.29	43.26	17	0.71	6.47	19	0.91	9.32	115	5.91	59.05
31—40	66	6.91	86.00	12	1.10	13.22	11	0.96	12.30	89	8.97	111.52
41—50	49	8.23	115.21	5	0.80	10.94	2	0.32	4.74	56	9.35	130.89
51—60	29	7.22	108.42							29	7.22	108.42
61—70	15	4.91	75.83	1	0.32	4.95				16	5.23	80.78
71—80	1	0.41	6.35							1	0.41	6.35
Σ	683	35.52	458.62	194	3.79	41.22	421	5.46	45.95	1298	44.77	545.79

N = number of trees, G = basal area, M = volume

Tab. 3

Gosp. jed. Management unit: Belevine
 Odjel: 8, 10, 13
 Compt.

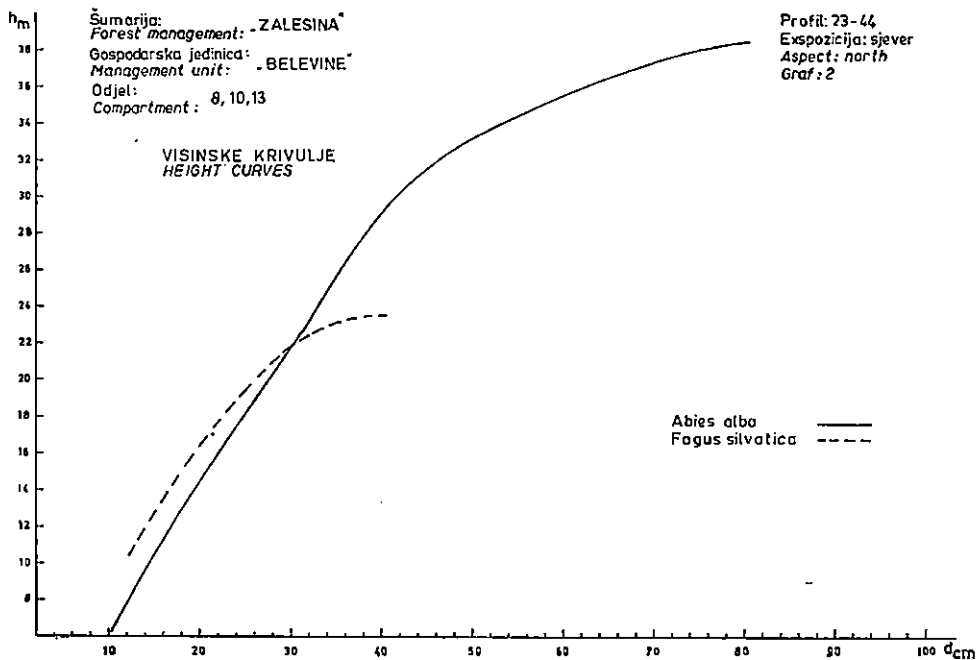
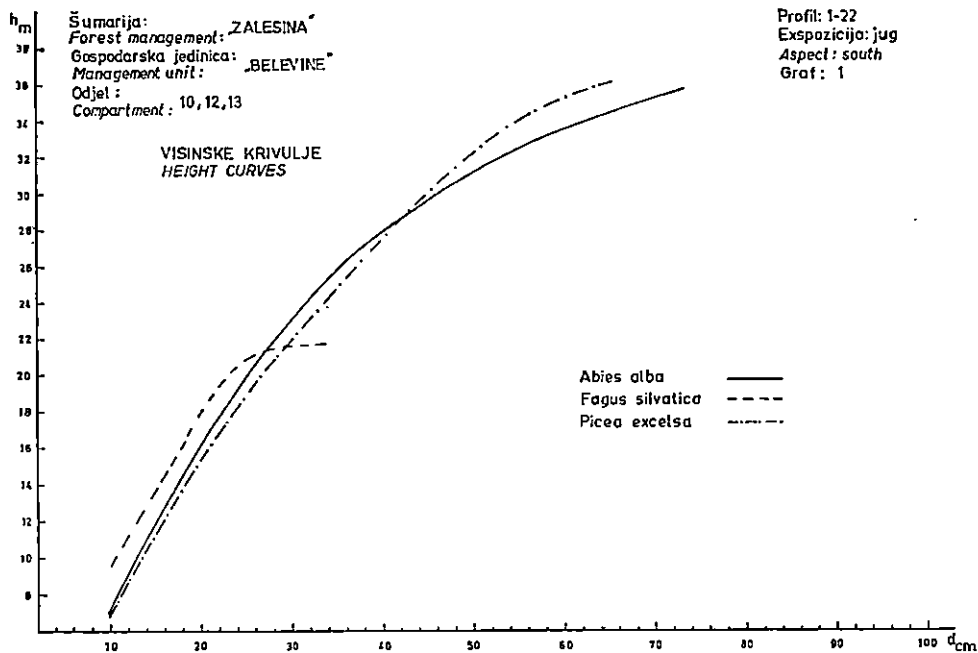
Ekspozicija: Sjever — North
 Aspect:
 Površina: 1 ha
 Area:

ŠUMA JELE S REBRAČOM
 The Fir and Hardfern community

Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima, broju stabala, temeljnici i drvnoj masi
 The structure of the stand by tree species, thickness class, number of trees, basal area and wood mass

Debljin. razred cm Diameter gr.	Jela — Fir			Smreka — Spruce			Bukva — Beech			Ukupno — Total		
	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G	M
—10	95	0.34	2.06	20	0.05	0.28	205	0.64	2.01	320	1.03	4.35
11—20	46	0.88	5.97	3	0.06	0.38	105	1.80	10.60	154	2.74	16.95
21—30	27	1.25	11.53	2	0.12	1.20	27	1.27	12.15	56	2.64	24.88
31—40	28	2.76	33.92				3	0.33	4.20	31	3.09	38.12
41—50	40	6.83	95.97	6	0.92	12.49				46	7.75	108.46
51—60	54	13.07	195.39	5	1.13	16.68				59	14.20	212.07
61—70	28	9.24	142.83	3	0.97	14.85				31	10.21	157.68
71—80	10	4.60	72.35							10	4.60	72.35
Σ	328	38.97	560.02	39	3.25	45.88	340	4.04	28.96	707	46.26	634.86

N = number of trees, G = basal area, M = volume



U tablici 4 donosimo strukturu sastojine na vapnenoj podlozi u odjelu 2 gospodarske jedinice Kupjački vrh u Zalesini gdje je smješteno 20 ploha na južnoj ekpoziciji.

Drvena masa iznosi 490 m³ po hektaru, od čega se na jelu odnosi 41%, bukvu 29% i javor 30%. Sastojina se nalazi na I/II bonitetu te je stvarna drvena masa nešto viša od normalne (450 m³/ha) za taj bonitetni razred i taj omjer smjese. Frekvencijska krivulja broja stabala predstavlja krak hiperbole koja se asimptotički približava osi apcise, te nam ukazuje da se ovdje radi o prebornoj sastojini stabilnične strukture.

Uočljiv je veliki broj stabala bukve u prvom debljinskom razredu, nešto manji broj jele i mali broj javora, što nam istovremeno pruža sliku priliva u sastojinu.

Iz visinske krivulje (graf. 3) uočavamo visinsku dominaciju javora u nižim debljinskim razredima koja prestaje kod prsnog promjera od 25 do 30 cm kad dominaciju preuzima bukva i jela. Bukva je u svim debljinskim razredima do promjera 50 cm u dominaciji nad jelom koja iznad tog promjera nema konkurenciju u bukvi.

Tablica 5 predstavlja strukturu sastojine u istoj gospodarskoj jedinici u odjelu 7 na sjevernoj ekpoziciji.

Drvena masa iznosi 494 m³ po hektaru, od čega se na jelu odnosi 67%, bukvu 15% a na javor i brijest 18%. Sastojina se nalazi na II bonitetnom razredu te je stvarna masa viša od normalne (435 m³/ha) za ovaj bonitetni razred i omjer smjese. Frekvencijska krivulja ukupnog broja stabala i broja stabala za bukvu ukazuje da se tu radi o prebornoj sastojini stabilnične strukture, dok krivulja za jelu i javor poprima zvonolik oblik s jako naglašenom desnom asimetrijom.

Broj stabala prvog debljinskog razreda najveći je kod bukve dok je malen kod jele, javora i brijesta.

Iz visinske krivulje (graf. 4) vidljivo je da javor ima znatno visinsku dominaciju nad bukvom. Javor i bukva imaju u mladosti veće visine nego jela, što je u skladu s našim saznanjima o biološkim osobinama tih vrsta. Dominacija bukve nad jelom prestaje kod prsnog promjera oko 30 cm, a dominacija javora prestaje kod 40 cm prsnog promjera.

U tablici 6 nalazi se struktura sastojine jele s rebračom u gospodarskoj jedinici Brloško, odjel 57 i 58, Šumarije Fužine na južnoj ekpoziciji.

Drvena masa po hektaru u toj sastojini iznosi 637 m³ od čega se na jelu odnosi 92%, a na bukvu 8%. Sastojina se nalazi na II bonitetnom razredu te je drvena masa veća od normalne (474 m³/ha) za ovaj bonitetni razred i omjer smjese.

Iz tablice 6 je vidljivo da u prvom debljinskom razredu ima svega 62 jele a 706 stabala bukve, što nam svjedoči o nagloj ekspanziji bukve u te sastojine.

Frekvencijska krivulja broja stabala jele i bukve predstavlja krak hiperbole s naglašenim povećanim brojem stabala u petom i šestom debljinskom razredu, što nam ukazuje da je ovo preborna sastojina grupnične strukture.

Visinska krivulja (graf. 5) predstavlja nam visine jele koja dominira u omjeru smjese tih sastojina.

Tab. 4

Gosp. jed.
Management unit: Kupjački vrh
Odjel: 2
Compt.: 2

Ekspozicija: Jug — South
Aspect:
Površina: 1 ha
Area:

ŠUMA BUKVE I JELE
The Beech and Fir community

Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima, broju stabala, temeljnici i drvnoj masi
The structure of the stand by tree species, thickness class, number of trees, basal area and wood mass

Debljin. razred cm Diameter gr.	Jela — Fir			Bukva — Beech			Javor — Maple			Ukupno — Total		
	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G	M
—10	149	0.54	3.80	258	0.96	5.86	19	0.10	0.54	426	1.60	10.20
11—20	68	1.26	8.34	149	2.80	20.99	39	0.81	6.26	256	4.87	35.59
21—30	33	1.69	16.87	73	3.87	44.50	56	3.16	36.89	162	8.72	98.26
31—40	23	2.33	28.96	37	3.68	51.74	43	4.14	57.45	103	10.15	138.15
41—50	17	2.62	35.77	5	0.91	14.89	16	2.52	40.02	38	6.05	90.68
51—60	7	1.76	26.49	1	0.23	3.96	2	0.48	8.29	10	2.47	38.74
61—70	14	5.05	78.30							14	5.05	78.30
Σ	311	15.25	198.53	523	12.45	141.94	175	11.21	149.45	1009	38.91	489.92

N = number of trees, G = basal area, M = volume

Tab. 5

Gosp. jed.
Management unit: Kupjački vrh
Odjel: 7
Compt.:

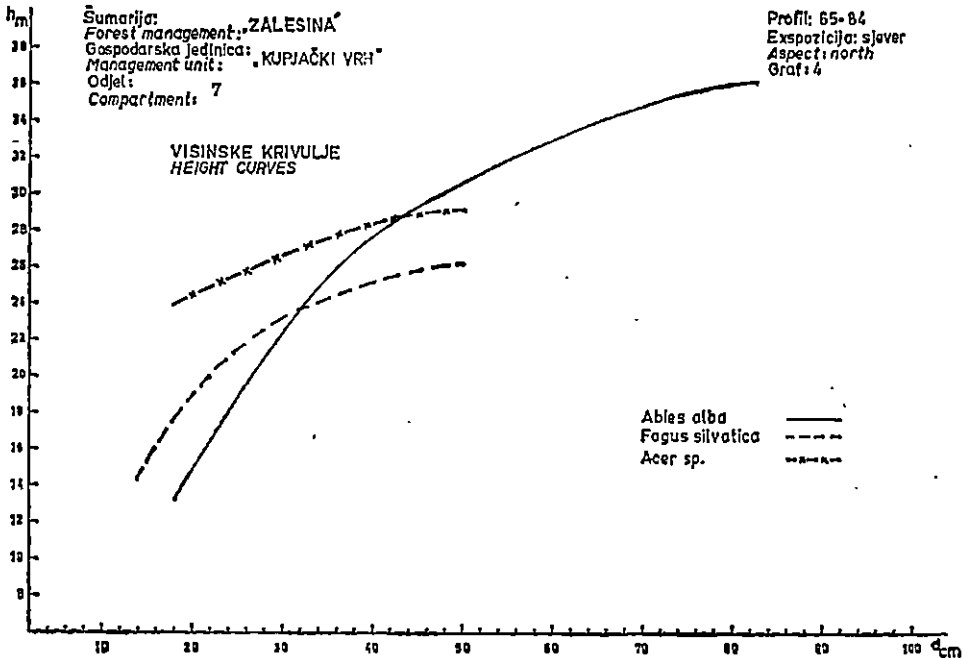
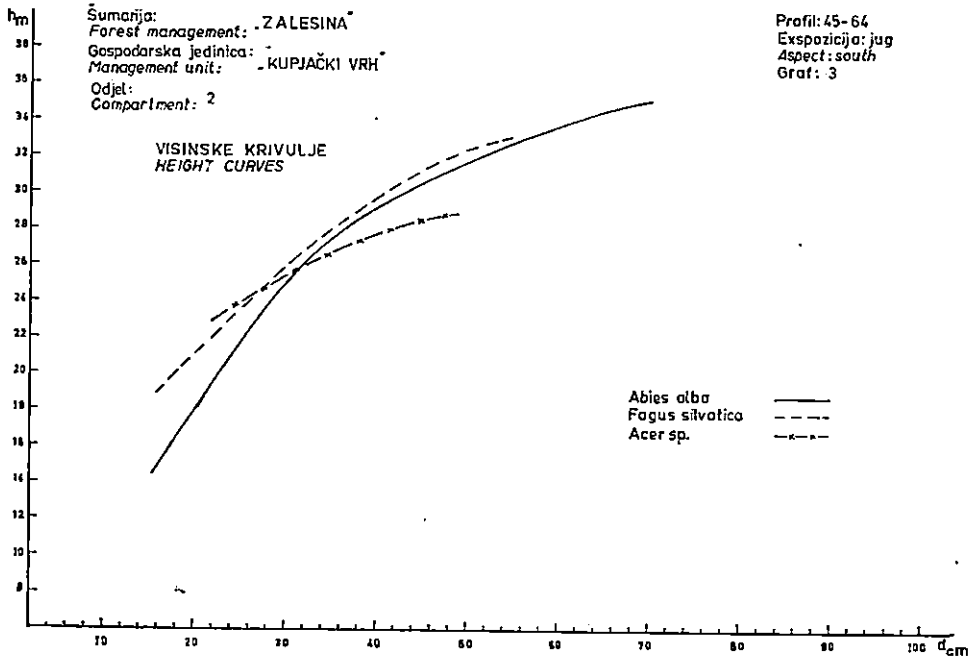
Ekspozicija: Sjever — North
Aspect:
Površina: 1 ha
Area:

ŠUMA BUKVE I JELE
The Beech and Fir community

Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima, broju stabala, temeljnici i drvnoj masi
The structure of the stand by tree species, thickness class, number of trees, basal area and wood mass

Debljin. razred cm Diameter gr.	Jela — Fir			Bukva — Beech			Javor i brijest Maple and Elm			Ukupno — Total		
	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G	M
—10	52	0.25	0.91	274	0.88	2.75	9	0.04	0.14	335	1.17	3.80
11—20	62	1.27	8.48	77	1.37	8.26	17	0.38	2.50	156	3.02	19.24
21—30	36	1.97	18.70	38	1.99	19.81	30	1.57	15.80	104	5.53	54.31
31—40	33	3.46	40.63	25	2.50	31.20	28	2.83	35.26	86	8.79	107.09
41—50	33	5.48	72.23	4	0.74	10.81	16	2.49	34.90	53	8.71	117.94
51—60	5	1.15	16.00				1	0.21	3.20	6	1.36	19.20
61—70	15	5.04	72.72							15	5.04	72.72
71—80	12	5.09	74.11							12	5.09	74.11
81—90	3	1.78	25.93							3	1.78	25.93
Σ	251	25.49	329.71	418	7.48	72.83	101	7.52	91.80	770	40.49	494.34

N = number of trees, G = basal area, M = volume



Tablica 7 predstavlja strukturu sastojine na sjevernoj ekspoziciji u odjelu 58. Drvna masa po hektaru iznosi 484 m^3 , od čega 90% u omjeru smjese čini jela a 10% bukva uz neznatno prisustvo javora. Sastojina se nalazi na II bonitetnom razredu te joj drvna masa odgovara normalnoj ($474 \text{ m}^3/\text{ha}$) za ovaj bonitetni razred i omjer smjese.

Frekvencijska krivulja broja stabala ukazuje da je ovo preborna sastojina grupimične strukture. Uočljiv je velik broj stabala bukve i mali broj jela u prvom debljinskom razredu.

Iz visinske krivulje (graf. 6) uočavamo da u nižim debljinskim razredima dominira bukva, a jela preuzima dominaciju iznad 40 cm promjera.

U tablici 8 donosimo strukturu sastojine bukve i jele na vapnenoj podlozi u gospodarskoj jedinici Brloško, odjel 4, na južnoj ekspoziciji.

Drvna masa po ha ove sastojine iznosi 638 m^3 , od čega 48% u omjeru smjese čini jela, 46% bukva a 6% javor. Sastojina se nalazi na I/II bonitetnom razredu te je drvna masa viša od normalne ($460 \text{ m}^3/\text{ha}$) za taj bonitetni razred i omjer smjese.

Frekvencijska krivulja broja stabala pokazuje da se tu radi o prebornoj sastojini stablimične strukture s povećanim brojem stabala i drvne mase u višim debljinskim razredima.

Prvi debljinski razred oskudijeva s brojem stabala, što je naročito izraženo kod jele i javora dok je kod bukve broj nešto povoljniji.

Visinska krivulja (graf. 7) ističe dominantnu ulogu bukve u tim sastojinama. Bukva je visinski dominantna u nižim debljinskim razredima do 40 cm promjera, kad dominaciju preuzima jela, s tim da bukva ponovno nadvisuje jelu iznad 60 cm promjera.

U tablici 9 imamo strukturu sastojine u odjelu 5 gospodarske jedinice Brloško u šumi bukve i jele na sjevernoj ekspoziciji.

Drvna masa po hektaru ove sastojine iznosi 541 m^3 od čega 51% čini jela, 41% bukva i 8% javor. Sastojina se nalazi na I bonitetnom razredu te je drvna masa približno jednaka normalnoj ($521 \text{ m}^3/\text{ha}$) za taj bonitetni razred i omjer smjese. Frekvencijska krivulja broja stabala pokazuje da je to preborna sastojina stablimične strukture u kojoj je nagomilan broj stabala i drvna masa u šestom i sedmom debljinskom razredu.

Prvi debljinski razred kod jele i javora oskudijeva s brojem stabala, dok na osnovi prvog debljinskog razreda kod bukve možemo zaključiti o naglom širenju bukve u te sastojine.

Iz visinske krivulje (graf. 8) uočavamo visinsku dominaciju bukve u nižim debljinskim razredima do 40 cm prsnog promjera kad dominaciju preuzima jela.

U tablici 10 donosimo strukturu sastojine bukve i jele na vapnenoj podlozi u gospodarskoj jedinici Crni Lazi, odjel 48, južna ekspozicija Šumarije Tršće.

Drvna masa sastojine iznosi $456 \text{ m}^3/\text{ha}$ od čega 61% otpada na jelu, 39% na smreku, dok je učešće bukve po drvnoj masi u omjeru smjese minimalno zastupljeno. Sastojina se nalazi na I/II bonitetnom razredu te je drvna masa niža od normalne drvne mase ($580 \text{ m}^3/\text{ha}$) za taj bonitetni razred.

Gosp. jed. Brloško
 Management unit:
 Odjel: 57 i 58
 Compt.:

Ekspozicija: Jug — South
 Aspect:
 Površina: 1 ha
 Area:

ŠUMA JELE S REBRAČOM
 The Fir and Hardfern community

Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima, broju stabala, temeljnici i drvnoj masi
 The structure of the stand by tree species, thickness class, number of trees, basal area and wood mass

Debljin. razred cm Diameter gr.	Jela — Fir			Bukva — Beech			Ukupno — Total		
	N	G	M	N	G	M	N	G	M
—10	62	0.15	0.38	706	2.15	2.71	768	2.30	3.09
11—20	22	0.48	3.23	135	2.19	11.03	157	2.67	14.26
21—30	31	1.62	15.23	10	0.47	4.22	41	2.09	19.45
31—40	14	1.34	15.41	4	0.40	4.62	18	1.74	20.03
41—50	16	2.70	35.69	10	1.68	22.71	26	4.38	58.40
51—60	19	4.71	66.23	1	0.28	4.27	20	4.99	70.50
61—70	18	6.35	91.65				18	6.35	91.65
71—80	17	7.56	110.06				17	7.56	110.06
81—90	18	10.03	146.44				18	10.03	146.44
91—100	10	6.99	102.92				10	6.99	102.92
Σ	227	41.93	587.24	866	7.17	49.56	1093	49.10	636.80

N = number of trees, G = basal area, M = volume

Tab. 7

Gosp. jed.
Management unit: Brloško
Odjel: 58
Compt.:

Ekspozicija: Sjever — North
Aspect:
Površina: 1 ha
Area:

ŠUMA JELE S REBRAČOM
The Fir and Hardfern community

Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima, broju stabala, temeljnici i drvnoj masi
The structure of the stand by tree species, thickness class, number of trees, basal area and wood mass

Debljin. razred cm Diameter gr.	Jela — Fir			Bukva — Beech			Javor — Maple			Ukupno — Total		
	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G	M
—10	24	0.07	0.19	811	2.52	3.40				835	2.59	3.59
11—20	18	0.36	2.38	197	3.28	16.58	1	0.02	0.07	216	3.66	19.03
21—30	18	0.95	8.90	26	1.20	10.48	3	0.14	1.14	47	2.29	20.52
31—40	20	2.08	24.76	5	0.47	5.32				25	2.55	30.08
41—50	24	3.99	52.56	2	0.31	4.00				26	4.30	56.56
51—60	28	6.82	95.79	2	0.44	6.33				30	7.26	102.12
61—70	21	7.09	102.46							21	7.09	102.46
71—80	13	5.66	82.48							13	5.66	82.48
81—90	7	3.91	57.15							7	3.91	57.15
91—100	1	0.69	10.20							1	0.69	10.20
Σ	174	31.62	436.87	1043	8.22	46.11	4	0.16	1.21	1221	40.00	484.19

N = number of trees, G = basal area, M = volume

Gosp. jed.
Management unit: Brloško
Odjel: 4
Compt.:

Ekspozicija: Jug — South
Aspect:
Aspect: 1 ha
Area:

SUMA BUKVE I JELE
The Beech and Fir community

Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima, broju stabala, temeljnici i drvnoj masi
The structure of the stand by tree species, thickness class, number of trees, basal area and wood mass

Debljin. razred cm Diameter gr.	Jela — Fir			Bukva — Beech			Javor — Maple			Ukupno — Total		
	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G	M
—10	110	0.39	2.38	290	0.92	2.87	2	0.01	0.03	402	1.32	5.28
11—20	54	1.03	6.86	64	1.21	8.59	9	0.22	1.70	127	2.46	17.15
21—30	27	1.34	14.59	37	1.87	19.67	7	0.43	4.81	71	3.64	39.07
31—40	18	1.70	20.64	29	3.04	40.66	9	0.83	10.75	56	5.57	72.05
41—50	24	3.91	54.47	34	5.69	85.91	1	0.15	2.23	59	9.75	142.61
51—60	28	6.77	100.95	17	4.14	68.18				45	10.91	169.13
61—70	13	4.43	68.54	8	2.86	51.00				21	7.29	119.54
71—80	4	1.92	30.02	1	0.43	7.87	2	0.86	16.21	7	3.23	54.10
81—90	1	0.53	8.34	1	0.55	10.41				2	1.08	18.75
Σ	279	22.02	306.79	481	20.71	295.16	30	2.52	35.73	790	45.25	637.68

N = number of trees, G = basal area, M = volume

Tab. 9

Gosp. jed.
Management unit: Brloško
Odjel: 5
Compt.: 5

Ekspozicija: Sjever — North
Aspect:
Površina: 1 ha
Area:

SUMA BUKVE I JELE
The Beech and Fir community

Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima, broju stabala, temeljnici i drvnoj masi
The structure of the stand by tree species, thickness class, number of trees, basal area and wood mass

Debljin. razred cm Diameter gr.	Jela — Fir			Bukva — Beech			Javor — Maple			Ukupno — Total		
	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G	M
—10	23	0.09	0.54	704	1.56	10.55				727	1.65	11.09
11—20	19	0.41	2.92	62	1.07	7.68	1	0.03	0.21	82	1.51	10.81
21—30	19	1.03	11.12	16	0.83	9.45	11	0.62	7.41	46	2.48	27.98
31—40	13	1.45	19.93	12	1.25	17.97	15	1.41	19.39	40	4.11	57.29
41—50	11	1.86	27.59	8	1.45	23.86	5	0.83	13.36	24	4.14	64.81
51—60	17	4.22	67.43	18	4.43	77.81	1	0.23	3.96	36	8.88	149.20
61—70	16	5.34	88.40	9	3.14	59.24				25	8.48	147.64
71—80	5	2.17	36.89							5	2.17	36.89
81—90	1	0.53	8.97	1	0.64	12.91				2	1.17	21.88
91—100	1	0.79	13.42							1	0.79	13.42
Σ	125	17.89	277.21	830	14.37	219.47	33	3.12	44.33	988	35.38	541.01

N = number of trees, G = basal area, M = volume

Tab. 10

Gosp. jed.
Management unit: Crni Lazi

Odjel: 48
Compt.:

Ekspozicija: Jug — South
Aspect:

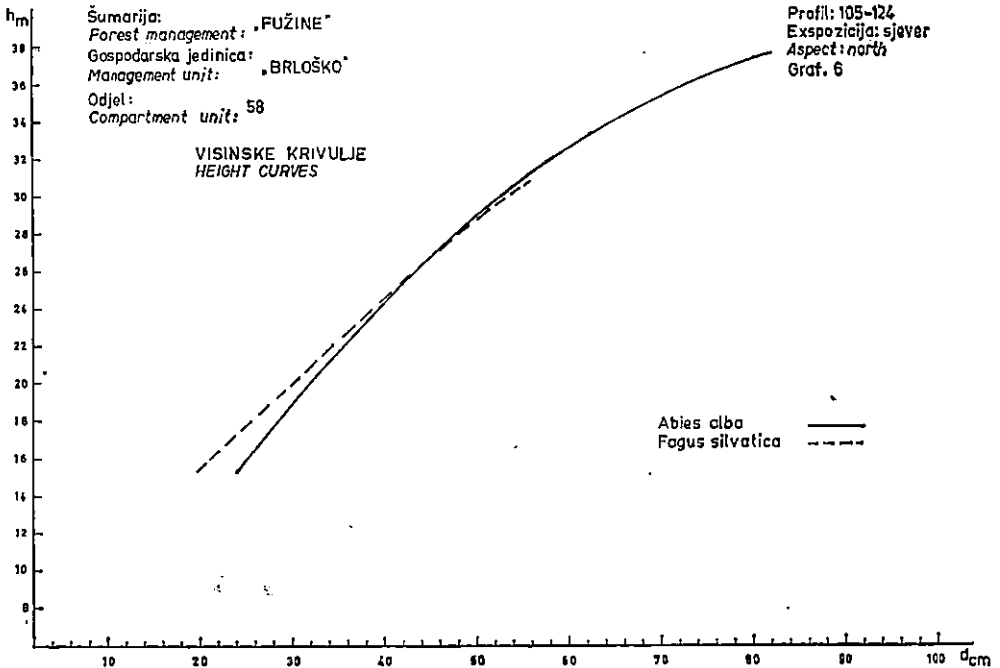
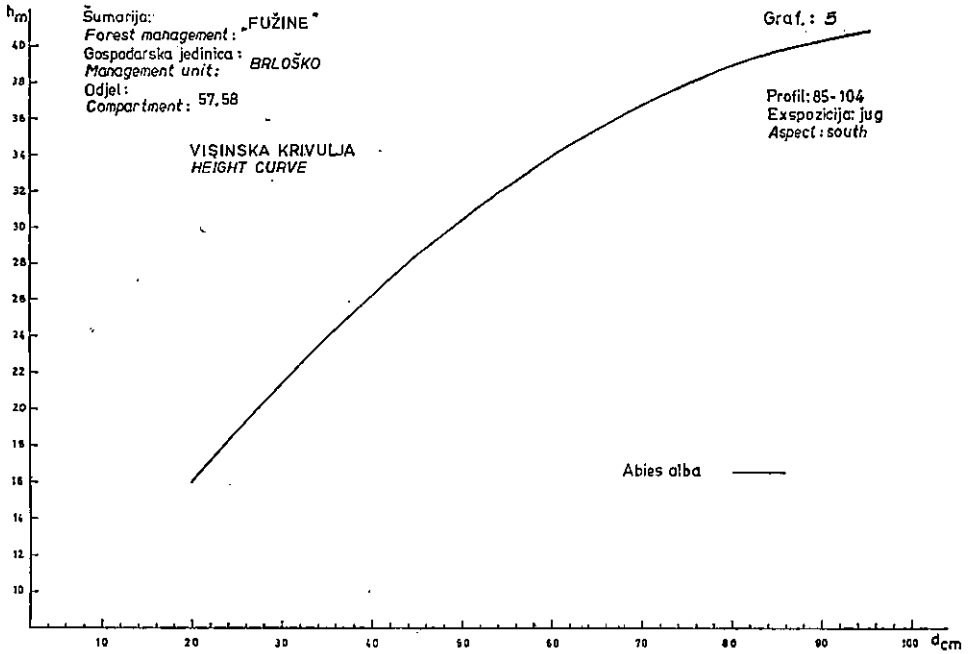
Površina: 1 ha
Area:

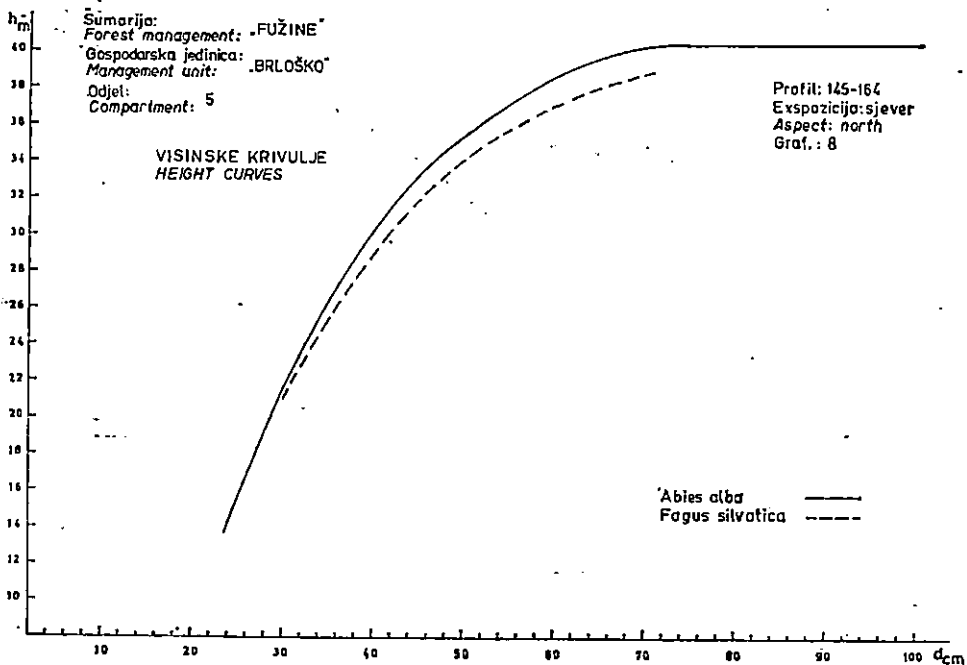
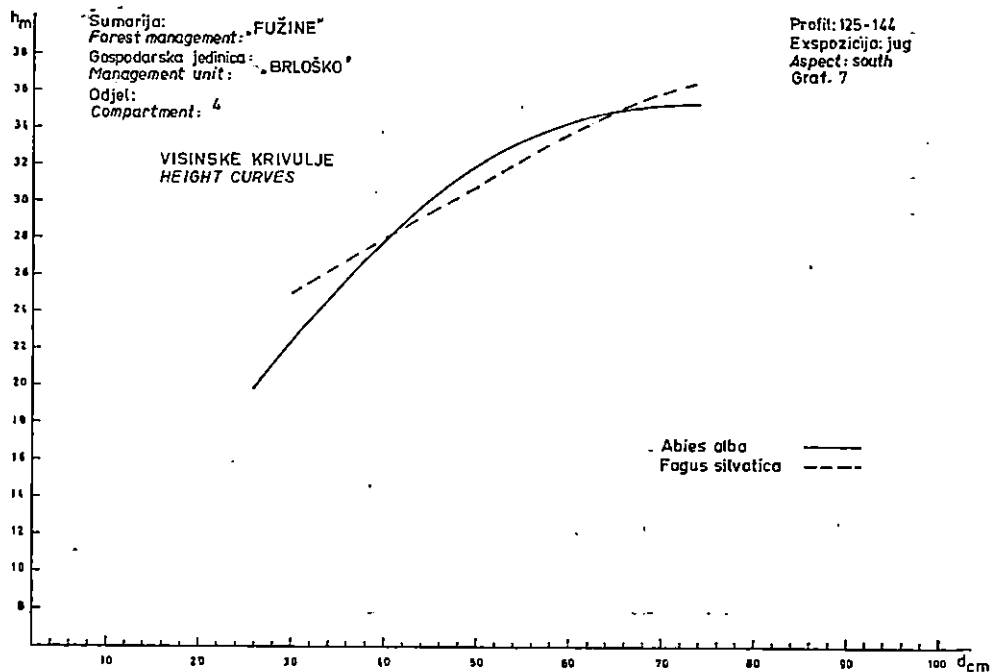
SUMA BUKVE I JELE
The Beech and Fir community

Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima, broju stabala, temeljnici i drvnjoj masi
The structure of the stand by tree species, thickness class, number of trees, basal area and wood mass

Debljin. razred cm Diameter gr.	Jela — Fir			Bukva — Beech			Smreka — Spruce			Ukupno — Total		
	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G	M
—10	697	2.34	12.48	228	0.50	1.16	43	0.18	1.07	968	3.02	14.71
11—20	210	3.88	25.82	10	0.16	0.94	24	0.46	3.08	244	4.50	29.84
21—30	63	3.04	29.39	1	0.04	0.35	17	0.76	7.21	81	3.84	36.95
31—40	31	3.31	41.72				24	2.64	33.32	55	5.95	75.04
41—50	52	8.63	120.41				50	7.80	107.44	102	16.43	227.85
51—60	13	3.10	46.29				8	1.75	25.77	21	4.85	72.06
Σ	1066	24.30	276.11	239	0.70	2.45	166	13.59	177.89	1471	38.59	456.45

N = number of trees, G = basal area, M = volume





Frekvencijska krivulja broja stabala pokazuje da je to preborna sastojina stablimične strukture s nagomilanim brojem stabala i drvnom masom u petom debljinskom razredu.

U prvom debljinskom razredu imamo najviše stabala jele i bukve, dok je smreka slabo zastupljena.

Iz visinske krivulje (graf. 9) možemo uočiti visinsku dominaciju smreke nad jelom.

U tablici 11 donosimo strukturu sastojine u istoj gospodarskoj jedinici u odjelu 51 na sjevernoj ekspoziiji.

Drvena masa u toj sastojini iznosi 318 m³/ha, od čega na jelu otpada 71%, smreku 24% i bukvu 5%. Sastojina se nalazi na I/II bonitetnom razredu te je drvena masa znatno niža od normalne drvne mase (580 m³/ha) za taj bonitetni razred.

Iz frekvencijske krivulje broja stabala možemo zaključiti da se ovdje radi o prebornoj sastojini stablimične strukture.

Bukva i javor imaju najveći broj stabala u prvom debljinskom razredu, smreka nešto manji a jela najmanji broj.

Iz visinske krivulje (graf. 10) možemo zaključiti da smreka ima visinsku dominaciju nad jelom.

Horizontalne projekcije i volumeni krošanja — Horizontal projection and volume of crowns

Da bismo dobili tabele horizontalnih projekcija i volumena krošanja koje bi nam poslužile da dobijemo uvid u taj strukturni čimbenik u šumama bukve i jele i šumama jele s rebračom u Gorskom Kotaru, obradili smo snimljene terenske podatke projekcija i volumena krošanja.

Podatke smo snimali u šumi jele s rebračom u gospodarskoj jedinici Belevine i to 1061 stablo jele, 749 stabala bukve i 268 stabala smreke. U šumi bukve i jele u gospodarskoj jedinici Kupjački vrh snimili smo 525 stabala jele i 499 stabala bukve.

Za jelu i smreku izjednačenja smo vršili polinomom trećeg stupnja

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3.$$

Jednadžba za horizontalnu projekciju krošanja jele glasi:

$$y = -0,49626 + 1,17644x - 0,01958x^2 + 0,00012x^3$$

Jednadžba za horizontalnu projekciju krošanja smreke glasi:

$$y = -10,00302 + 2,69669x - 0,07225x^2 - 0,00064x^3$$

Za volumen krošanja jele izjednačavanje je izvršeno po jednadžbi:

$$y = -28,39394 + 5,93341x - 0,05134x^2 + 0,00068x^3$$

Za volumen krošanja smreke izjednačenje je izvršeno po jednadžbi:

$$y = -69,64091 + 13,34768x - 0,33181x^2 - 0,00349x^3$$

Gosp. jed.
Management unit: Crni Lazi
Odjel: 51
Compt.:

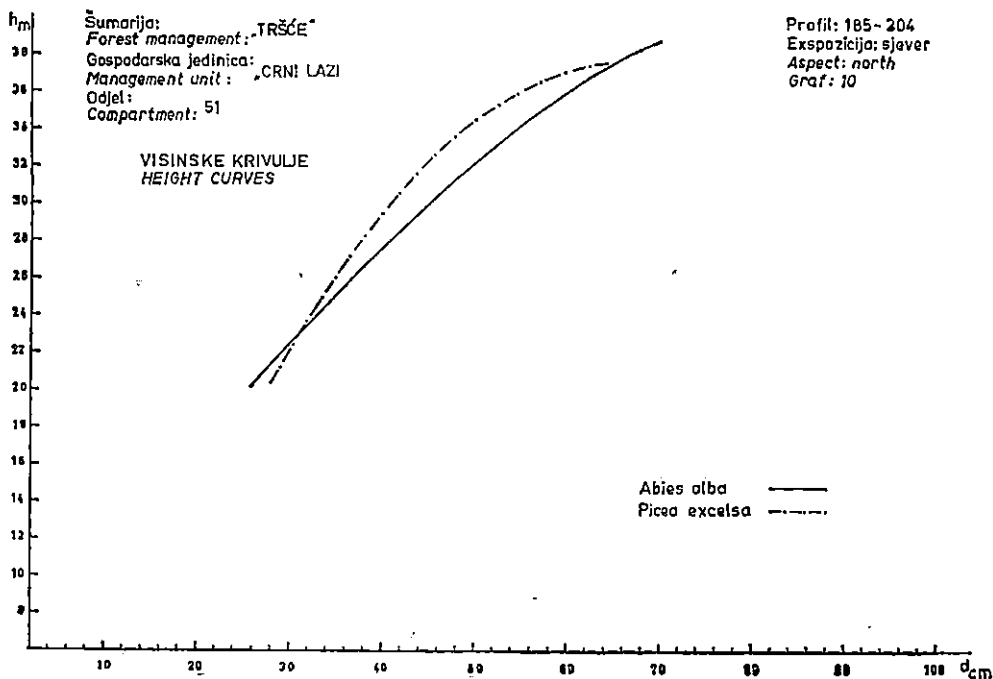
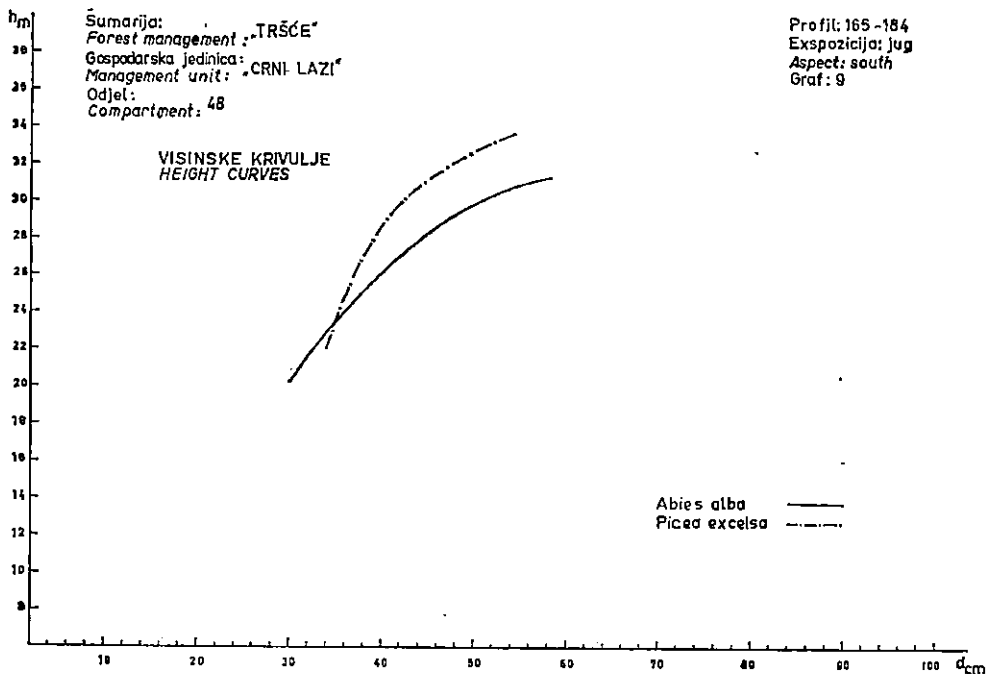
Ekspozicija: Sjever — North
Aspect:
Površina: 1 ha
Area:

SUMA BUKVE I JELE
The Beech and Fir community

Struktura sastojine po vrstama drveća, debljinskim razredima, broju stabala, temeljnici i drvnoj masi
The structure of the stand by tree species, thickness class, number of trees, basal area and wood mass

Debljin. razred cm Diameter gr.	Jela — Fir			Smreka — Spruce			Bukva i javor Beech and Maple			Ukupno — Total		
	N	G	M	N	G	M	N	G	M	N	G	M
—10	173	0.60	3.65	237	0.72	4.54	486	1.76	5.98	896	3.08	14.17
11—20	76	1.32	8.58	65	1.24	8.41	77	1.06	6.22	218	3.62	23.21
21—30	35	1.81	18.03	34	1.79	17.88	3	0.15	1.60	72	3.75	37.51
31—40	33	3.31	40.96	18	1.80	22.54	1	0.11	1.54	52	5.22	65.04
41—50	25	4.10	57.07	4	0.63	8.56				29	4.73	65.63
51—60	6	1.46	21.90	5	1.13	16.74				11	2.59	38.64
61—70	12	4.32	67.04							12	4.32	67.04
71—80	1	0.41	6.35							1	0.41	6.35
Σ	361	17.33	223.58	363	7.31	78.67	567	3.08	15.34	1291	27.72	317.59

N = number of trees, G = basal area, M = volume



Obračun je izvršen po programu POLINO uz upotrebu elektroničkog računala.

Za bukvu na silikatu horizontalne projekcije krošanja smo izjednačili pomoću pravca metodom najmanjih kvadrata te smo dobili jednadžbu:

$$y = -1,8402 + 2,0084x$$

Volumen krošanja smo izjednačili polinomom drugog stupnja metodom najmanjih kvadrata te smo dobili jednadžbu:

$$y = -24,70229 + 7,900017x + 0,206337x^2$$

Horizontalne projekcije krošanja za jelu u šumi bukve i jele na vapnenoj podlozi izjednačili smo jednadžbom pravca metodom najmanjih kvadrata te smo dobili jednadžbu:

$$y = -0,20 + 0,56x$$

Volumene krošanja za jelu izjednačili smo polinomom drugog stupnja metodom najmanjih kvadrata te smo dobili jednadžbu:

$$y = -25,5711 + 2,9773x + 0,05x^2$$

Horizontalne projekcije krošanja za bukvu u šumi bukve i jele izjednačili smo jednadžbom pravca metodom najmanjih kvadrata i dobili jednadžbu:

$$y = 0,08 + 1,09x$$

Volumene krošanja za bukvu izjednačili smo polinomom drugog stupnja metodom najmanjih kvadrata te dobili jednadžbu:

$$y = -25,8695 + 5,7626x + 0,0987x^2$$

Svi rezultati izjednačenih i tabeliranih podataka za horizontalne projekcije i volumene krošanja za jelu, smreku i bukvu u šumi jele s rebranjem prikazani su u tablici 12, a podaci za jelu i bukvu u šumi bukve i jele u tablici 13.

5.2 Rezultati višestruko regresijske analize — Results of multiple regression analysis

U priloženim tablicama donosimo jedan dio rezultata višestruko regresijske analize koji se odnose na ove podatke:

— koeficijent multiple korelacije koji predstavlja mjeru jačine linearne veze između zavisne varijable i ostalih nezavisnih varijabli u jednadžbi.

— F-test analize varijance koji pokazuje da li su sve varijable u selekciji značajne ili nisu. On pomaže da se utvrdi da li je bilo koji X povezan s Y.

— objašnjivi dio varijance koji procjenjuje varijancu objašnjenu promjenljivim vrijednostima X. Ako je ta vrijednost mala, onda nam to ukazuje da je veliki dio varijance Y prouzrokovan promjenljivim vrijednostima koje nisu obuhvaćene regresijom.

Tab. 12

ŠUMA JELE S REBRAČOM — THE FIR AND HARDFERN COMMUNITY

Deblj. stup. cm Diameter gr.	Projekcija krošanja m ² Horizontal projection of crowns (in sq. m)			Volumen krošnje m ³ Volume of crowns (in cub. m)		
	Jela Fir	Smreka Spruce	Bukva Beech	Jela Fir	Smreka Spruce	Bukva Beech
3	2.88	—	4.10	—	—	0,85
4	3.94	—	6.11	—	—	10.20
6	5.96	3.17	10.17	5,51	—	30.13
8	7.85	7.27	13.28	16.14	17.69	51.70
10	9.63	10.37	18.12	26.49	34.15	74.93
12	11.34	13.05	22.15	36.59	48.79	99.81
14	12.87	15.33	26.20	46.48	61.77	126.34
16	14.33	17.25	30.21	56.18	73.28	154.52
18	15.71	18.84	34.22	65.74	83.48	184.35
20	16.99	20.12	38.25	75.18	92.52	215.83
22	18.19	21.13	42.24	84.54	100.59	248.97
24	19.32	22.00	46.38	93.84	110.00	283.75
26	20.38	22.45	50.30	103.13	114.47	320.18
28	21.38	23.00	54.32	112.43	122.00	358.27
30	22.32	23.04	58.33	121.78	126.44	398.00
32	23.20	23.04	62.37	131.21	130.00	439.39
34	24.04	23.04	66.45	140.74	139.00	482.42
36	24.84	23.04	70.50	150.43	145.00	527.11
38	25.61	23.04	74.51	160.29	150.03	573.45
40	26.35	22.97	78.49	170.36	156.84	621.44
42	27.07	22.93	82.47	180.67	164.34	669.42
44	27.77	22.95	86.45	191.26	172.71	717.40
46	28.46	23.06	90.43	202.16	182.11	765.39
48	29.15	23.30	94.41	213.40	194.00	813.37
50	29.84	23.70	98.39	225.01	204.68	861.35
52	30.54	24.50	102.37	237.02	217.00	909.34
54	31.25	25.08	106.35	249.48	233.39	957.32
56	31.98	26.12	110.33	262.41	250.47	1005.30
58	32.74	27.44	114.31	275.84	239.58	1053.29
60	33.53	29.07	118.29	289.81	290.90	1101.27
62	34.35	31.03	122.27	304.35	314.60	1149.25
64	35.22	33.36	126.25	319.49	340.84	1197.23
66	36.14	36.09	130.23	335.26	369.78	1245.22
68	37.11	39.26		351.70	401.60	
70	38.15	42.88		368.85	436.47	
72	39.25	46.52		386.72	475.00	
74	40.43	51.62		405.36	516.00	
76	41.68	56.80		424.80	561.00	
78	43.02			445.07		
80	44.45			446.21		
82	45.98			488.24		
84	47.61			511.19		
86	49.35			525.11		
88	51.20			560.03		

Tab. 13
ŠUMA BUKVE I JELE — THE BEECH AND FIR COMMUNITY

Deblj. stup. cm Diameter gr.	Projekcija krošanja m ² Horizontal projection of crowns (in sq. m)		Volumen krošanja m ³ Volume of crowns (in cub. m)	
	Jela Fir	Bukva Beech	Jela Fir	Bukva Beech
2	1.90	3.40	0.79	—
4	2.42	4.45	1.64	3.67
6	3.55	6.60	3.71	13.84
8	4.67	8.78	6.55	25.38
10	5.80	10.93	10.17	38.31
12	6.90	13.12	14.58	52.62
14	8.00	15.27	19.77	68.31
16	9.12	17.45	25.74	85.38
18	10.22	19.65	32.49	103.83
20	11.32	21.82	40.03	123.67
22	12.46	24.00	48.34	144.88
24	13.60	26.26	57.44	167.47
26	14.70	28.45	67.31	191.45
28	15.81	30.62	77.97	216.81
30	16.93	32.80	89.41	243.54
32	18.05	35.35	101.63	271.66
34	19.18	37.20	114.63	301.16
36	20.30	39.42	128.42	332.04
38	21.43	41.60	142.99	364.30
40	22.55	43.86	158.33	397.94
42	23.70	46.10	174.46	430.00
44	24.81	48.20	191.37	442.00
46	25.98	50.53	209.06	494.00
48	27.05	52.75	227.54	527.20
50	28.21	54.90	246.79	557.60
52	29.30	57.10	266.83	589.80
54	30.42	59.35	287.65	621.00
56	31.52	61.70	309.24	653.80
58	32.15	63.90	331.62	684.50
60	33.80	66.00	354.79	717.00
62	34.91	68.25	378.73	750.00
64	36.00	70.50	403.45	780.10
66	37.10	72.60	428.96	810.20
68	38.20	74.80	455.25	840.40
70	39.35	77.00	482.32	870.60
72	40.47	79.20	510.17	900.70
74	41.60	81.40	538.76	930.90
76	42.71	83.60	568.21	970.10
78	43.80	85.80	598.41	1010.50
80	44.95	88.00	629.38	1032.80
82	46.11	90.20	661.14	1064.00
84	47.21	92.40	693.68	1095.20
86	48.16	94.60	716.80	1126.70
88	49.20	96.70	747.10	1158.10
90	50.60	98.80	777.20	1188.00

— prikaz varijabli koje su za selekciju značajne. To su varijable koje su poredane prema redu njihovog značenja i to od većeg prema manjem značenju u koloni »Relativni značaj varijabli«.

U tablicama »Regresijske jednadžbe« dali smo prikaz svih regresijskih jednadžbi za navedene selekcije. U koloni 3 umjesto skraćenog naziva varijable (X) dali smo njihove brojeve (1—19), ovisno koje su varijable bile u kombinaciji.

Prema Snedecor, G. i Cochram, W. (1971) glavne vrijednosti višestruke regresijske analize sastoje se u ovome:

- da se sastave jednadžbe s X koje daju najbolje procjene vrijednosti Y.
- kad ima mnogo X —ova po mogućnosti treba pronaći podseriju, koja daje najbolju jednadžbu pomoću koje možemo najbolje procijeniti Y.
- ako u nekim ispitivanjima nije predviđena procjena Y nego istraživanje koji je X povezan s Y, onda je, po mogućnosti, dobro procijeniti vrijednosti nezavisnih varijabli te ih poredati prema njihovom značenju.

U tablicama »Višestruko regresijska analiza« držali smo se tih uputa. U tablicama »Regresijske jednadžbe« iznijeli smo sve izračunate regresijske jednadžbe koje su značajne (F-test 5%* i 1%**). Kod toga smo imali na umu da nam koeficijent regresije procjenjuje prosječnu promjenu zavisne varijable Y po jedinici povećanja nezavisne varijable X. Sve navedene jednadžbe statistički su značajne na razini od 1%.

Radi bolje preglednosti kod komentiranja i usporedbe dobivenih rezultata istraživanja, podijelit ćemo materiju prema šumskim zajednicama, vrstama drveća i elementima pomlađivanja.

ZAJEDNICA JELE S REBRAČOM (BLECHNO-ABIETETUM HORV.)

Ovisnost broja ponika jele (BPONIK) o ekološkim i strukturnim čimbenicima — Dependence of the number of Fir seedlings (BPONIK) on ecological and structural factors

Promatrajući prvu grupu ili selekciju u kojoj je odabrana zavisna varijabla ponik, koji predstavlja čimbenik pomlađivanja i šest odabranih nezavisnih varijabli od kojih 3 predstavljaju ekološke čimbenike (HUM, pH, BPS25), a tri strukturne (DRMU, PRKRU, VOLKRU), uočavamo da je kombinacija tih 6 čimbenika objasnila 0,382 varijance broja ponika (tablica br. 14) u šumi jele s rebračom na silikatnoj podlozi. Taj dio objašnjene varijance može se pripisati reakciji tla i broju posječenih stabala u zadnjih pet do dvadeset i pet godina (ekološki čimbenici), te volumenu krošanja i drvnoj masi (strukturni čimbenici).

U drugoj selekciji zavisne varijable ponika i svih preostalih 18 nezavisnih varijabla uočavamo znatno više koeficijente multiple korelacije, nižu standardnu grešku te veću vrijednost objašnjivog dijela varijance (0,568). Taj dio varijance je objašnjen pomoću četiri ekološka (pH, HUM, BPS25, SHUM) i tri strukturna čimbenika (DRMU, VOLKRU, BSP10).

Na osnovi iznesenih podataka navedenih selekcija možemo zaključiti da nam pojava i količina ponika jele ovisi o reakciji tla, broju posječenih stabala u zadnjih 25 godina, drvnoj masi, volumenu krošanja, broju stabala promjera od 3—10 cm, količini humusa i debljini sirovog humusa.

Promatrajući prvu i drugu regresijsku jednadžbu u tab. br. 15, a na osnovi koeficijenta regresije i njihovog predznaka kod navedenih varijabla, zaključujemo da se broj ponika povećava brojem posječenih stabala u zadnjih 25 godina i volumena krošanja, a smanjenjem vrijednosti reakcije tla i drvene mase (prva selekcija). U drugoj selekciji vidljivo je da se broj ponika povećava smanjenjem vrijednosti reakcije tla, volumena krošanja, broja stabala od 3—10 cm promjera, koločine humusa i debljine sirovog humusa, te povećanjem drvene mase i broja posječenih stabala u zadnjih 25 godina.

Ovisnost broja jednogodišnjeg pomlatka jele (BPOD1) o ekološkim i strukturnim čimbenicima — Dependence of the number of one-year young reproduction of Fir (BPOD1) on ecological and structural factors

Broj jednogodišnjeg pomlatka jele prema podacima u tablici 14 u prvoj selekciji ovisi o horizontalnoj projekciji krošanja u sastojini, s tim da je objašnjeni dio varijance dosta nizak te iznosi 0,197. Od ukupno 4 nezavisne varijable u toj selekciji (USVJ, BPS10 i PRKRU) projekcije krošanja imaju najviše utjecaja na zavisnu varijablu. S obzirom da je objašnjeni dio varijance dosta malen, to znači da postoje značajni čimbenici koji nisu obuhvaćeni ovom selekcijom, a koji bi objasnili veći dio varijance.

Da je to stvarno tako, potvrđuju nam rezultati dobiveni višestrukom regresijskom analizom u drugoj selekciji kod koje je BPOD1 zavisna varijabla, a ostalih 18 ekoloških i strukturnih čimbenika te elemenata pomlađivanja predstavljaju nezavisne varijable.

U tablici 14 uočavamo da kod te selekcije imamo vrlo visok koeficijent multiple korelacije, nižu standardnu grešku nego kod prethodne selekcije, te visoku F-vrijednost i veliki postotak objašnjenog dijela varijance (0,822). Broj dvogodišnjeg pomlatka, broj trogodišnjeg pomlatka, ukupan broj pomlatka i mladika, reakcija tla i broj ponika imaju najviše utjecaja kod objašnjavanja tog dijela varijance.

Promatrajući obadviije selekcije zaključujemo da nam je pojava jednogodišnjeg pomlatka jele veća ukoliko su veće projekcije krošanja, veći broj dvogodišnjeg i trogodišnjeg pomlatka, veća drvena masa, reakcija tla i broj ponika.

Ovisnost broja dvogodišnjeg pomlatka jele (BPOD2) o ekološkim i strukturnim čimbenicima — Dependence of the number of two-year young reproduction of Fir (BPOD2) on ecological and structural factors

Broj dvogodišnjeg pomlatka jele prema podacima iznesenim u tabl. 14 i 15 u dvije navedene selekcije ovisi o broju posječenih stabala u zad-

njih pet godina, broju trogodišnjeg i jednogodišnjeg pomlatka, broju posječenih stabala u zadnjih 5—25 godina, fiziološki aktivnoj vlazi tla i srednjem sastojinskom stablu prve etaže.

U prvoj selekciji broj posječenih stabala u zadnjih pet godina objašnjava 11,9% varijance, dok ostale navedene nezavisne varijance u drugoj selekciji objašnjavaju 76,9% varijance.

Komparirajući prvu i drugu selekciju uočavamo da kombinacije u drugoj selekciji uz vrlo veliki koeficijent multiple regresije (0,91) znatno manju standardnu grešku procjene i visokosignifikantnu F-vrijednost objašnjava veliki dio varijance (0,769).

S obzirom na predznake koeficijenata regresije zaključujemo da se broj dvogodišnjeg pomlatka jele povećava povećanjem broja posječenih stabala u zadnjih pet godina, broja trogodišnjeg i jednogodišnjeg pomlatka, broja posječenih stabala u zadnjih 5—25 godina i povećanjem promjera srednesastojinskog stabla prve etaže, te smanjenjem fiziološki aktivne vlage u tlu.

Ovisnost broja trogodišnjeg pomlatka jele (BPOD3) o ekološkim i strukturnim čimbenicima — Dependence of the number of three-year young reproduction of Fir (BPOD3) on ecological and structural factors

Prema podacima iz tabl. 14 i 15 broj trogodišnjeg pomlatka jele ovisi o užitom svjetlu koje objašnjava vrlo mali postotak varijance (4,9%) u prvoj selekciji.

Znatno veći postotak objašnjenog dijela varijance (76,9%) u drugoj selekciji može se pripisati utjecajima dvo- i jednogodišnjeg pomlatka, fiziološki aktivne vlage tla i broja posječenih stabala u zadnjih 5—25 godina.

Iz regresijskih jednadžbi možemo zaključiti da se broj trogodišnjeg pomlatka povećava povećanjem priliva svjetla u sastojinu, broja dvo- i jednogodišnjih biljaka jele i fiziološki aktivne vlage tala te smanjenjem broja posječenih stabala u zadnjih 25 godina.

Ovisnost ukupnog broja pomlatka i mladika jele (BPMU) o ekološkim i strukturnim čimbenicima — Dependence of the total number of young reproduction and young stems of Fir (BPMU) on ecological and structural factors

Ekološki čimbenici (USVJ, SHUM, BPS25) objašnjavaju 42,4% varijance ukupnog broja pomlatka i mladika u prvoj selekciji (tab. 14). Na osnovi koeficijenata regresije (tab. 15) možemo zaključiti da se broj pomlatka i mladika povećava smanjenjem debljine sirovog humusa, povećanjem broja posječenih stabala u zadnjih 5 do 25 godina i povećanjem užitog svjetla u sastojini.

Tab. 14: Višestruka regresijska analiza — Multiple regression analysis

Zajednica i vrsta drveća The commu- nity and tree species	Zavisna varijabla (y) Dependent variable (y)	Kombinacije nezavisnih varijabli (x) Combination of independent variables (x)	Koeficijent multiple korelacije Multiple correlation coefficient	Standardna greška procjene Standard evaluation error	F vrijednost F-value	Objašnjivi dio varijance Explainable part of the variance	Relativni značaj varijabli Comparative significance of variables
1	2	3	4	5	6	7	8
SUMA JELE S REBRAČOM (jela) The Fir and Hardfern community (Fir)	BPONIK (11)	HUM, PH, BPS25, DRMAU, PRKRU, VOLKRU (2, 4, 6, 15, 16, 17)	0.65	647.70	9.57**	0.382	—PH, BPS25, VOLKRU, —DRMAU
		FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPOD1, BPOD2, BPOD 3, DRMAU, PRKRU, VOLKRU, BPMU, UPMU (1 — 10 i 12 — 19)	0.81	541.71	7.06**	0.568	—PH, DRMAU BPS25 —VOLKRU, —BSP10, —HUM, —SHUM
		USVJ, BPS25, BSP10, PRKRU (5, 6, 9, 16)	0.49	111.86	6.10**	0.197	PRKRU
	BPOD1 (12)	FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPONIK, BPOD2, BPOD3, DRMAU, PRKRU, VOLKRU, BPMU, UPMU (1 — 11 i 13 — 19)	0.92	52.75	22.22**	0.822	BPOD2, PBOD3, BPMU, PH, BPONIK
	BPOD2 (13)	PH, BPS25, BPS5, BSP3, PRKRU (4, 6, 7, 8, 16)	0.41	70.79	3.23**	0.119	BPS5
		FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPONIK, BPOD1, BPOD3, DRMAU, PRKRU, VOLKRU, BPMU, UPMU (1 — 12 i 14 — 19)	0.91	36.22	16.38**	0.769	BPOD3, BPOD1, BPS25, —FAVL, SSTAB1

SUMA JELE S REBRAČOM

(jela)

The Fir and Hardfern community

(Fir)

	SHUM, USVJ (3, 5)	0.27	31.42	3.14*	0.049	USVJ
BPOD3 (14)	FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPONIK, BPOD1, BPOD2, DRMAU, PRKRU, VOLKRU, UPMU (1 — 13 i 15 — 19)	0.89	16.50	13.96**	0.738	BPOD2, BPOD1, FAVL, —BPS25
	SHUM, PH, USVJ, BPS25, BSP3, BSP10 (3, 4, 5, 6, 8, 9)	0.68	287.11	11.17**	0.424	—SHUM, BPS25, USVJ
BPMU (18)	FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPONIK, BPOD1, BPOD2, DRMAU, PRKRU, BPOD3, VOLKRU, UPMU (1 — 17 i 19)	0.93	155.59	26.63**	0.831	UPMU, BPOD1
	USVJ, BPS25, BSP3, BSP10 (5, 6, 8, 9)	0.65	6865.52	14.57**	0.395	BPS25, USVJ, BSP10, —BSP3
UPMU (19)	FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPONIK, BPOD1, BPOD2, BPOD3, DRMAU, PRKRU, VOLKRU, BPMU (1 — 18)	0.93	3642.79	23.48	0.830	BPMU

Tab. 15: Regresijske jednadžbe — Regression equations

Zajednica i vrsta drveća The commu- nity and tree species	Zavisna varijabla (y) Dependent variable (y)	Kombinacije nezavisnih varijabli (x) Combination of independent variables (x)	$y = f(x_1, \dots, x_{10})$
		2, 4, 6, 15, 16 i 17	$y_{11} = 7867.0 - 10.2x_2 - 1887.8x_4 + 38.1x_6 - 60.4x_{15} - 3.0x_{16} + 1.6x_{17}$
	Ponik (11)	1—10 i 12—19	$y_{11} = 8471.14 + 6.58x_1 - 16.31x_2 - 90.44x_3 - 1903.30x_4 + 15.0x_5 + 3371x_6 + 46.59x_7 + 123.70x_8 - 163.26x_9 - 1.30x_{10} + 2.05x_{12} + 1.25x_{13} - 5.09x_{14} + 116.91x_{15} + 3.78x_{16} - 2.26x_{17} + 0.03x_{18} - 0.02x_{19}$
	BPOD1 (12)	5, 6, 9, 16 1—11 i 13—19	$y_{12} = -48.12 + 3.92x_5 + 3.51x_6 - 1.12x_9 + 0.44x_{16}$ $y_{12} = -321.01 - 0.28x_1 + 1.12x_2 + 0.18x_3 + 90.8x_4 - 2.36x_5 - 0.07x_6 + 5.21x_7 + 3.57x_8 - 0.75x_9 - 1.43x_{10} + 0.02x_{11} + 0.68x_{13} + 1.16x_{14} - 1.61x_{15} - 0.50x_{16} + 0.08x_{17} + 0.11x_{18} - 0.002x_{19}$
	BPOD2 (13)	4, 6, 7, 8, 16 1—12 i 14—19	$y_{13} = -162.89 + 37.59x_4 + 2.37x_6 + 12.37x_7 - 0.22x_8 + 0.16x_{16}$ $y_{13} = -161.87 - 0.59x_1 - 0.74x_2 + 2.69x_3 + 24.07x_4 + 1.87x_5 + 2.49x_6 + 2.25x_7 - 8.62x_8 + 4.85x_9 + 1.33x_{10} + 0.32x_{12} + 0.99x_{14} - 3.08x_{15} + 0.68x_{16} - 0.02x_{17} - 0.02x_{18}$
	BPOD3 (14)	3, 5 1—13 i 15—19	$y_{14} = 23.08 - 2.71x_3 + 1.48x_5$ $y_{14} = 80.56 + 0.34x_1 + 0.35x_2 - 1.03x_3 - 18.79x_4 - 0.64x_5 - 1.22x_6 - 0.98x_7 - 0.99x_8 + 1.23x_9 - 0.05x_{10} - 0.01x_{11} + 0.11x_{12} + 0.21x_{13} - 0.28x_{15} - 0.004x_{16} + 0.01x_{17} + 0.01x_{18} - 0.0001x_{19}$
	BPMU (18)	3, 4, 5, 6, 8, 9 1—17 i 19	$y_{18} = 1273.99 - 83.20x_3 - 225.73x_4 + 24.09x_5 + 18.09x_6 - 5.76x_8 + 5.74x_9$ $y_{18} = 843.27 + 0.63x_1 - 3.27x_2 - 10.16x_3 - 185.03x_4 + 7.39x_5 + 0.87x_6 - 11.41x_7 - 6.29x_8 - 9.72x_9 - 0.93x_{10} + 0.003x_{11} + 0.93x_{12} - 0.28x_{13} + 0.55x_{14} + 8.5x_{15} + 1.58x_{16} - 0.26x_{17} + 0.03x_{19}$
	UPMU (19)	5, 6, 8, 9 1—18	$y_{19} = 82.18 + 730.7x_5 + 557.4x_6 - 480.2x_8 + 754.5x_9$ $y_{19} = 3849.31 + 2.94x_1 - 8.05x_2 - 404.25x_3 + 331.24x_4 + 153.20x_5 + 98.99x_6 - 135.17x_7 + 572.60x_8 - 93.54x_9 - 28.58x_{10} - 1.11x_{11} - 10.00x_{12} - 0.03x_{13} - 6.43x_{14} + 235.18x_{15} - 43.70x_{16} - 0.71x_{17} + 18.57x_{18}$

SUMA JELE S REBRAČOM

(jela)

The Fir and Hardfern community
(Fir)

U drugoj selekciji, koja objašnjava 83,1% varijance, među najznačajnije čimbenike možemo ubrojiti ukupne visine pomlatka i mladika jele te broj jednogodišnjeg pomlatka. Povećanjem svakog od njih povećava se broj pomlatka i mladika.

Ovisnost ukupne visine pomlatka i mladika jele (UPMU) o ekološkim i strukturnim čimbenicima — Dependence of the total height of young reproduction and young stems of Fir (UPMU) on ecological and structural factors

Prema podacima prikazanim u tab. 14, 39,5% varijance ukupne visine pomlatka i mladika objašnjen je s dva ekološka (USVJ i BPS25) i dva strukturna čimbenika (BSP3 i BSP10). U drugoj selekciji uočavamo dosta veliki postotak objašnjenog dijela varijance (83%) uz znatno manju standardnu grešku i visoki koeficijent multiple korelacije. Broj pomlatka i mladika ima najviše utjecaja kod objašnjenog dijela ove varijance.

Na osnovi predznaka koeficijenata regresije u regresijskim jednadžbama (tab. 15) zaključujemo da se ukupna visina pomlatka i mladika povećava s većim brojem posječenih stabala u zadnjih 5—25 godina, povećanim prilivom svijetla u sastojini, povećanim brojem stabala od 3 do 10 cm prsnog promjera te smanjenim brojem stabala iznad 3 cm prsnog promjera. Isto tako na osnovi podataka iz druge selekcije dolazimo do zaključka da se povećanim brojem pomlatka i mladika povećava i njihova visina.

Ovisnost ukupnog broja pomlatka i mladika bukve (BPMU) o ekološkim i strukturnim čimbenicima — Dependence of the total number of young reproduction and young stems of Beech (BPMU) on ecological and structural factors

U tab. 16 donosimo najvažnije rezultate višestruke regresijske analize u kojoj je u prvoj selekciji odabrana zavisna varijabla, ukupan broj pomlatka i mladika bukve (BPMU) koja predstavlja čimbenik pomlađivanja i šest odabranih nezavisnih varijabli od kojih tri predstavljaju ekološke čimbenike (pH, USVJ, BPS25), a tri strukturne čimbenike (SSTAB1, DRMAU i VOLKRU). Kombinacija navedenih nezavisnih čimbenika objasnila je 0,238 varijance ukupnog broja pomlatka i mladika bukve. Taj dio objašnjene varijance može se pripisati jednom ekološkom (BPS25) i jednom strukturnom (VOLKRU) čimbeniku.

U drugoj selekciji zavisne varijable broja pomlatka i mladika bukve i svih 18 nezavisnih varijabli uočavamo da pored vrlo visokog koeficijenta multiple korelacije, niske standardne greške, visoke F-vrijednosti imamo veliki postotak objašnjenog dijela varijance (76,7%). Taj dio varijance je objašnjen pomoću visine pomlatka i mladika.

Iz tabela regresijskih jednadžbi (tab. 17) za prvu selekciju zavisne varijable BPMU na osnovi koeficijenata regresije za značajne varijable

Tab. 16: Višestruka regresijska analiza — Multiple regression analysis

Zajednica i vrsta drveća The commu- nity and tree species	Zavisna varijabla (y) Dependent variable (y)	Kombinacija nezavisnih varijabli (x) Combination of independent variables (x)	Koeficijent multiple korelacije Multiple correlation coefficient	Standardna greška procjene Standard evaluation error	F vrijednost F-value	Objašnjivi dio varijance Explainable part of the variance	Relativni značaj varijabli Comparative significance of variables
1	2	3	4	5	6	7	8
SUMA JELE S REBRAČOM (bukva) The Fir and Hardfern community (Beech)	BPMU (18)	PH, USVJ, BPS25, SSTAB1, DRMAU, VOLKRU (4, 5, 6, 10, 15, 17)	0.54	92.90	5.32**	0.238	BPS25, VOLKRU
		FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPONIK, BPOD1, BPOD2, BPOD3, DRMAU, PRKRU, VOLKRU, UPMU (1—17 i 19)	0.90	51.39	16.17**	0.767	UPMU
	UPMU (19)	PH, BPS25, SSTAB1, DRMAU (4, 6, 10, 15)	0.49	5004.38	6.17**	0.199	—BPS25
		FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPONIK, BPOD1, BPOD2, BPOD3, DRMAU, PRKRU, VOLKRU, BPMU (1—18)	0.94	2218.99	25.69**	0.843	BPMU, —PRKRU VOLKRU, BSP3

Tab. 17: Regresijske jednažbe — Regression equations

Zajednica i vrsta drveća The commu- nity and tree species	Zavisna varijabla (y) Dependent variable (y)	Kombinacija nezavisnih varijabli (x) Combination of independent variables (x)	$y = f(x_1, \dots, x_{19})$
1	2	3	4
SUMA JELE I REBRAČOM (bukva) The Fir and Herdfern community (Beech)	BPMU (18)	4, 5, 6, 10, 15, 17 1—17 i 19	$y_{18} = -206.21 + 69.85x_4 + 0.64x_5 - 5.93x_6 + 0.26x_{10} - 1.50x_{15} + 0.03x_{17}$ $y_{19} = -88.55 - 0.13x_1 + 0.21x_2 + 3.47x_3 + 23.34x_4 - 1.20x_5 - 1.09x_6 - 6.61x_7 - 6.34x_8 + 2.64x_9 - 0.42x_{10} + 6.93x_{15} + 0.48x_{16} - 0.06x_{17} + 0.02x_{19}$
	UPMU (19)	4, 6, 10, 15 1—18	$y_{19} = -10677.43 + 4743x_4 - 375.11x_6 + 26.48x_{10} + 238.66x_{15}$ $y_{19} = -715.57 - 3.27x_1 - 24.93x_2 + 148.84x_3 + 260.22x_4 + 119.30x_5 + 14.38x_6 + 284.58x_7 + 661.52x_8 - 225.02x_9 + 11.38x_{10} + 112.90x_{15} - 52.52x_{16} + 5.44x_{17} + 33.70x_{18}$

zaključujemo da se broj pomlatka i mladika bukve povećava smanjenjem broja posječenih stabala u zadnjih 5 do 25 godina i povećanjem volumena krošanja.

U drugoj selekciji vidljivo je da se broj pomlatka i mladika povećava povećanjem ukupnih visina pomlatka i mladika bukve.

Ovisnost ukupnih visina pomlatka i mladika bukve (UPMU) o ekološkim i strukturnim čimbenicima — Dependence of the total height of young reproduction and young stems of Beech (UPMU) on ecological and structural factors

U prvoj selekciji zavisne varijable ukupnih visina pomlatka i mladika bukve (UPMU) i nezavisnih varijabla, od kojih su dvije ekološke (pH i BPS25), a dvije strukturne (SSTAB1 i DRMAU), u tab. 16 je vidljivo da nam ta selekcija objašnjava 19,9% varijance. Zaslugu za to ima najviše varijabla broj posječenih stabala u zadnjih 5 do 25 godina (BPS25).

U drugoj selekciji iste zavisne varijable i svih preostalih 18 nezavisnih varijabli 84,3% varijance objašnjavaju četiri značajne varijable i to ukupan broj pomlatka i mladika, projekcija krošanja, volumen krošanja i broj stabala iznad 3 cm promjera.

Iz regresijske jednadžbe prve selekcije (tab. 17) zaključujemo da se ukupne visine pomlatka i mladika povećavaju smanjenjem broja posječenih stabala u zadnjih 5 do 25 godina. Isto tako iz druge selekcije zaključujemo da se povećanjem broja pomlatka i mladika, smanjenjem horizontalne projekcije krošanja, povećanjem volumena krošanja i povećanjem broja stabala iznad 3 cm prsnog promjera povećavaju ukupne visine pomlatka i mladika bukve.

Ovisnost broja pomlatka i mladika smreke (BPMU) o ekološkim i strukturnim čimbenicima — Dependence of the number of young reproduction and young stems of Spruce (BPMU) on ecological and structural factors

U tablici 18 prikazani su rezultati višestruke regresijske analize u kojoj je zavisna varijabla broj pomlatka i mladika smreke, a nezavisne varijable čine kombinacije ekoloških (pH, USVJ, BPS5) i strukturnih varijabli (BSP3, BSP10). Objašnjeni dio varijance kod te analize iznosi 0,312, a objasnili su je dva ekološka (USVJ, BPS5) i jedan strukturni čimbenik (BSP10).

U drugoj selekciji gdje imamo istu zavisnu varijablu, a nezavisnu čine svih 18 varijabli, objašnjeni dio varijance iznosi 0,646 te je objašnjen ukupnim visinama pomlatka i mladika smreke.

Na osnovi predznaka koeficijenata regresije (tab. 19) možemo zaključiti da se broj pomlatka i mladika smreke povećava povećanjem užitog svijetla, broja posječenih stabala u zadnjih 5 godina i broja stabala promjera 3—10 cm, kao i povećanjem ukupnih visina pomlatka i mladika smreke.

Tab. 18: Višestruka regresijska analiza — Multiple regression analysis

Zajednica i vrsta drveća The commu- nity and tree species	Zavisna varijabla (y) Dependent variable (y)	Kombinacije nezavisnih varijabli (x) Combination of independent variables (x)	Koeficijent multiple korelacije Multiple correlation coefficient	Standardna greška procjene Standard evaluation error	F vrijednost F-value	Objašnjivi dio varijance Explainable part of the variance	Relativni značaj varijabli Comparative significance of variables
1	2	3	4	5	6	7	7
SUMA JELE S REBRAČOM (smreka) The Fir and Hardfern community (spruce)	BPMU (18)	PH, USVJ, BPS5, BSP3, BSP10 (4, 5, 7, 8, 9)	0.63	69.45	4.91**	0.312	USVJ, BPS5, BSP10
		PAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, UPMU, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPOD1, BPONIK, BPOD2, BPOD3, DRMAU, PRKRU, (1 — 17 i 19) VOLKRU	0.89	49.83	5.36**	0.646	UPMU
		PH, BSP3, BSP10 (4, 8, 9)	0.47	2863.17	3.69**	0.158	BSP10, -BSP3
	UPMU (19)	FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPONIK, BPOD1, BPOD2, DRMAU, PRKRU, VOLKRU, BPMU (1 — 18) BPOD3	0.90	1817.41	5.65**	0.661	BPMU, BSP3, DRMAU, -SSTAB1 -VOLKRU

Tab. 19: Regresijske jednadžbe — Regression equations

Zajednica i vrsta drveća The commu- nity and tree species	Zavisna varijabla (y) Dependent variable (y)	Kombinacija nezavisnih varijabli (x) Combination of independent variables (x)	$y = f(x_1, \dots, x_{10})$
1	2	3	4
SUMA JELE S REBRAČOM (smreka) The Fir and Hardfern community (spruce).	BPMU (18)	4, 5, 7, 8, 9	$y_{18} = 345.44 + 91.77x_4 + 7.80x_5 + 15.80x_7 - 9.30x_8 + 13.39x_9$
		1—17 i 19	$y_{18} = 12.126 - 0.43x_1 + 0.64x_2 + 1.42x_3 + 8.44x_4 + 1.21x_5 -$ $- 2.91x_6 + 10.06x_7 - 54.27x_8 + 48.63x_9 + 0.88x_{10} -$ $- 37.12x_{15} + 0.26x_{16} + 0.67x_{17} + 0.02x_{19}$
	UPMU (19)	4, 8, 9	$y_{19} = 9095.7 + 2820.3x_4 - 525.8x_8 + 872.1x_9$
		1 — 18	$y_{19} = 5892.4 - 10.67x_1 - 34.11x_2 + 9.47x_3 + 1388.8x_4 + 62.24x_5 +$ $+ 78.99x_6 + 99.89x_7 + 2857.2x_8 - 2179.2x_9 - 4.22x_{10} +$ $+ 2475.4x_{15} - 27.66x_{16} - 41.56x_{17} + 26.43x_{18}$

Ovisnost ukupnih visina pomlatka i mladika smreke (UPMU) o ekološkim i strukturnim čimbenicima — Dependence of the total height of young reproduction and young stems of Spruce (UPMU) on ecological and structural factors

U tablici 18 donosimo rezultate regresijske analize prve selekcije kod koje je zavisna varijabla ukupna visina pomlatka i mladika smreke, a nezavisne varijable u toj selekciji čine reakcija tla, broj stabala promjera iznad 3 cm, i broj stabala od 3—10 cm prsnog promjera. Iz tablice je vidljivo da je objašnjeni dio varijance 0,158, a da su je objasnili nezavisne varijable, broj stabala od 3—10 cm promjera i broj stabala iznad 3 cm prsnog promjera.

U drugoj selekciji iste zavisne varijable i 18 nezavisnih varijabla objašnjeno je 0,661 varijance preko ukupnog broja pomlatka i mladika, broja stabala iznad 3 cm prsnog promjera, drvne mase, srednjeg stabla prve etaže sastojine i volumena krošnja.

Na osnovi koeficijenata regresije (tab. 19) zaključujemo da se u prvoj selekciji ukupna visina pomlatka i mladika smreke povećava povećanjem broja stabala od 3 do 10 cm promjera te smanjenjem broja stabala iznad 3 cm promjera. U drugoj selekciji vidljivo je da se ukupna visina pomlatka i mladika smreke povećava povećanjem broja pomlatka i mladika, broja stabala promjera iznad 3 cm, drvne mase i smanjenjem promjera srednjeg stabla prve etaže i volumena krošnja.

Ovisnost broja ponika (BPONIK) svih vrsta drveća (jela, smreka i bukva) o ekološkim i strukturnim čimbenicima — Dependence of the number of seedlings (BPONIK) of all tree species (Fir Spruce, Maple, Beech, Elm) on ecological and structural factors

Ovisnost broja ponika jele, smreke i bukve o ekološkim i strukturnim čimbenicima koji vladaju u šumi jele s rebračom, možemo promatrati u grupi ili selekciji kod koje je zavisna varijabla ponik, a nezavisne varijable predstavljaju svih 18 preostalih čimbenika (tab. 20).

Ova kombinacija nezavisnih varijabli objasnila je 0,527 ukupne varijance broja ponika. Najviše utjecaja na objašnjeni dio varijance imaju tri ekološka čimbenika (pH, BPS25 i HUM), te jedan pokazatelj pomlađivanja (UPMU) koji u širem smislu predstavlja strukturni čimbenik.

Na osnovi regresijske jednadžbe (tab. 21) i predznaka koeficijenata regresije značajnih varijabla možemo zaključiti da se broj ponika povećava smanjenjem vrijednosti reakcije tla, povećanjem broja posječenih stabala u zadnjih 5 do 25 godina, te smanjenjem ukupne visine pomlatka i mladika i količine humusa.

Objašnjeni dio varijance je relativno visok (0,527), što nam kazuje da pojava ponika u sastojini najvećim dijelom ovisi o čimbenicima koje smo obuhvatili u našim istraživanjima, ali isto tako postoji još određeni broj čimbenika koji utječu na tu pojavu a koje nismo uključili u naša istraživanja.

Tab. 20: Višestruka regresijska analiza — Multiple regression analysis

Zajednica i vrsta drveća The commu- nity and tree species	Zavisna varijabla (y) Dependent variable (y)	Kombinacija nezavisnih varijabli (x) Combination of independent variables (x)	Koeficijent multiple korelacije Multiple correlation coefficient	Standardna greška procjene Standard evaluation error	F vrijednost F-value	Objašnjivi dio varijance Explainable part of the variance	Relativni značaj varijabli Comparative significance of variables
1	2	3	4	5	6	7	8
SUMA JELE S REBRAČOM (jela + smreka + bukva) The Fir and Hardfern community (Fir + Spruce + Beech)	BPONIK (11)	FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BPS3, BSP10, SSTAB1, BPOD1, BPOD2, BPOD3, DRMAU, PRKRÜ, VOLKRU, BPMU, UPMU (1—10 i 12—19)	0.79	566.59	6.15**	0.527	—PH, BPS25, —UPMU, —HUM
	BPOD1 (12)	FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPONIK, BPOD2, BPOD3, DRMAU, PRKRÜ, VOLKRU, BPMU, UPMU (1—11 i 13—19)	0.93	52.12	22.85**	0.826	BPOD2, BPOD3, BPS5, BPMU
	BPOD2 (13)	FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPONIK, BPOD1, BPOD3, DRMAU, PRKRÜ, VOLKRU, BPMU, UPMU (1—12 i 14—19)	0.90	37.24	15.29**	0.756	BPOD1, BPOD3, —FAVL, SHUM

SUMA JELE S REBRAČOM
(jela + smreka + bukva)
The Fir and Hardfern community
(Fir + Spruce + Beech)

BPOD3 (14)	FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPONIK, BPOD1, BPOD2, DRMAU, PRKRU, VOLKRU, BPMU, UPMU (1—13 i 15—19)	0.90	15.77	15.63**	0.760	BPOD2, BPOD1, FAVL, —BPS25
BPMU (18)	FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPONIK, BPOD1, BPOD2, BPOD3, DRMAU, PRKRU, VOLKRU, BPMU, UPMU (1—17 i 19)	0.92	175.60	18.94**	0.796	UPMU, SSTAB1, —VOLKRU, PRKRU, BPOD1
UPMU (19)	FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPONIK, BPOD1, BPOD2, BPOD3, DRMAU, PRKRU, VOLKRU, BPMU (1—18)	0.91	4177.94	18.19**	0.789	

Ovisnost broja jednogodišnjeg pomlatka (BPOD1) svih vrsta drveća (jela, smreka, bukva) o ekološkim i strukturalnim čimbenicima — Dependence of the number of one-year young reproduction (BPOD1) of all tree species (Fir, Spruce, Beech) on ecological and structural factors

Iz podataka u tablici 20, koji se odnose na broj dvogodišnjeg pomlatka (zavisna varijabla) te preostalih 18 nezavisnih varijabli, uočavamo visoki koeficijent multiple korelacije (0,90) te veliki dio objašnjene varijance (0,756). Za taj dio objašnjene varijance dvogodišnjeg pomlatka zaslužni su, prije svega, broj jedno- i trogodišnjeg pomlatka, fiziološki aktivna vlaga u tlu i debljina sirovog humusa u tlu.

Iz regresijskih jednadžbi (tab. 21) uočavamo da se broj dvogodišnjeg pomlatka povećava povećanjem broja jedno i trogodišnjeg pomlatka, smanjenjem fiziološki aktivne vlage tla i povećanjem debljine sirovog humusa u tlu.

Ovisnost broja trogodišnjeg pomlatka (BPOD3) svih vrsta drveća (jela, smreka, bukva) o ekološkim i strukturalnim čimbenicima — Dependence of the number of three-year young reproduction (BPOD3) of all tree species (Fir Spruce, Beech) on ecological and structural factors

Od ukupno 18 nezavisnih varijabli koji utječu na zavisnu varijablu (broj trogodišnjeg pomlatka) njih četiri (broj dvo i jednogodišnjeg pomlatka, fiziološki aktivna vlaga i broj posječenih stabala u zadnjih 5 do 25 godina) rješavaju 0,760 ukupne varijance broja trogodišnjeg pomlatka (tab. 20). U istoj tablici možemo vidjeti da između zavisne i kombinacije nezavisnih varijabla postoji vrlo visoki koeficijent multiple korelacije (0,90).

Iz regresijske jednadžbe za ovu selekciju (tab. 21) vidimo da se povećanjem dvo i jednogodišnjeg pomlatka i fiziološki aktivne vlage tla povećava broj trogodišnjeg pomlatka. Smanjenjem broja posječenih stabala u zadnjih 5 do 25 godina povećava se broj trogodišnjeg pomlatka.

Ovisnost ukupnog broja pomlatka i mladika (BPMU) svih vrsta drveća (jela, smreka, bukva) o ekološkim i strukturalnim čimbenicima — Dependence of the total number of young reproduction and young stems (BPMU) of all tree species (Fir, Spruce, Beech) on ecological and structural factors

Ukupan broj pomlatka i mladika svih vrsta drveća koje dolaze u šumi jele s rebračom, a koja smo mi uključili u naša istraživanja, ima visoki koeficijent multiple korelacije (0,92) u odnosu na 18 nezavisnih varijabla (tab. 20). Od svih nezavisnih varijabli samo pet strukturalnih varijabli rješavaju 0,796 od ukupne varijance. To su ukupne visine pomlatka i mladika, srednje stablo prve etaže sastojine, volumen krošanja, projekcija krošanja i broj jednogodišnjeg pomlatka.

Tab. 21: Regresijske jednačbe — Regression equations

Zajednica i vrsta drveća The community and tree species	Zavisna varijabla (y) Dependent variable (y)	Kombinacija nezavisnih varijabli (x) Combination of independent variables (x)	$y = f(x_1, \dots, x_{19})$
SUMA JELE S REBRAČOM (jela + smreka + bukva) The Fir and Hardfern community (Fir + Spruce + Beech)	BPONIK (1)	1—10 i 12—19	$y_{11} = 8986.13 + 7.15x_1 - 12.58x_2 - 69.72x_3 - 2055.82x_4 + 14.03x_5 + 28.89x_6 + 43.72x_7 - 14.90x_8 - 5.31x_9 - 1.96x_{10} + 1.38x_{12} + 2.59x_{15} - 5.79x_{14} + 22.08x_{16} + 2.32x_{18} - 0.21x_{17} + 0.14x_{19} - 0.03x_{19}$
	BPOD1 (12)	1—11 i 13—19	$y_{12} = -265.87 - 0.27x_1 + 1.04x_2 - 1.02x_3 + 52.00x_4 - 3.06x_5 + 1.37x_6 + 9.95x_7 + 1.63x_8 - 2.77x_9 + 0.01x_{10} + 0.01x_{11} + 0.61x_{13} + 1.40x_{14} + 0.97x_{15} + 0.10x_{16} - 0.01x_{17} + 0.07x_{18} + 0.00x_{19}$
	BPOD2 (13)	1—12 i 14—19	$y_{13} = -147.06 - 0.67x_1 - 0.56x_2 + 5.95x_3 + 43.14x_4 + 1.46x_5 + 0.90x_6 + 0.99x_7 + 0.54x_8 - 0.39x_9 - 0.02x_{10} + 0.01x_{11} + 0.31x_{12} + 1.05x_{14} - 1.02x_{15} - 0.07x_{16} + 0.01x_{17} - 0.02x_{18} + 0.00x_{19}$
	BPOD3 (14)	1—13 i 15—19	$y_{14} = 60.98 + 0.32x_1 + 0.25x_2 - 1.44x_3 - 13.77x_4 - 0.15x_5 - 1.01x_6 - 1.89x_7 - 0.25x_8 + 10.70x_9 - 0.04x_{10} - 0.00x_{11} + 0.13x_{12} + 0.18x_{13} + 0.15x_{15} - 0.01x_{16} - 0.00x_{17} + 0.11x_{18} - 0.00x_{19}$
	BPMU (18)	1—17 i 19	$y_{18} = 699.12 + 0.41x_1 - 2.85x_2 - 17.95x_3 - 185.61x_4 + 1.00x_5 + 1.75x_6 - 6.30x_7 - 5.63x_8 - 7.84x_9 + 2.19x_{10} + 0.01x_{11} + 0.78x_{12} - 0.36x_{13} + 1.36x_{14} + 6.61x_{15} + 1.60x_{16} - 0.26x_{17} + 0.03x_{19}$
	UPMU (19)	1—18	$y_{19} = 2265.29 + 11.19x_1 - 9.09x_2 - 191.21x_3 + 1006.09x_4 + 378.12x_5 + 98.8x_6 - 291.93x_7 + 39.30x_8 + 354.05x_9 - 44.56x_{10} - 1.52x_{11} - 2.35x_{12} + 6.62x_{13} - 37.91x_{14} - 218.38x_{15} - 46.65x_{16} + 7.88x_{17} + 18.57x_{18}$

Matić S.: Utjecaj ekoloških i strukturalnih čimbenika na prirodno pomaćivanje prebornih šuma jele i bukve u Gorskom Kotaru. Glasnik za šum. pokuse 21:223—400, 1983.

Iz regresijskih jednadžbi u tablici 21 možemo zaključiti da se broj pomlatka i mladika svih vrsta drveća povećava povećanjem ukupne visine pomlatka i mladika, srednjeg promjera stabla prve etaže sastojine, smanjenjem volumena krošanja, povećanjem horizontalne projekcije krošanja i broja jednogodišnjeg pomlatka.

Ovisnost ukupne visine pomlatka i mladika (UPMU) svih vrsta drveća (jela, smreka, bukva) o ekološkim i strukturnim čimbenicima — Dependence of the total height of young reproduction and young stems (UPMU) of all tree species (Fir, Spruce, Beech) on ecological and structural factors

Iz podataka u tablici 20 možemo vidjeti da ukupne visine pomlatka i mladika svih vrsta drveća imaju visoki koeficijent multiple korelacije sa 18 nezavisnih varijabli (0,91). Od ukupno osam značajnih varijabli koje rješavaju 0,789 sedam su strukturne a jedna ekološka. Strukturne varijable su: broj pomlatka i mladika, volumen krošanja, projekcija krošanja, broj stabala od 3 do 10 cm promjera, drvena masa, srednje stablo prve etaže sastojine i broj ponika. Užito svjetlo u sastojini predstavlja ekološki čimbenik.

Iz podataka u tablici 21 na osnovi regresijske jednadžbe za ovu selekciju možemo zaključiti da se ukupne visine pomlatka i mladika svih vrsta drveća u sastojini jele s rebračom povećavaju povećanjem broja pomlatka i mladika, volumena krošanja, smanjenjem projekcije krošanja, povećanjem broja stabala od 3 do 10 cm promjera, smanjenjem drvne mase, povećanjem priliva svjetla u sastojini, smanjenjem promjera srednjeg stabla prve etaže sastojine i smanjenjem broja ponika.

ZAJEDNICA BUKVE I JELE (ABIETI-FAGETOSUM
CROATICUM HORV. 38)

Ovisnost broja ponika jele (BPONIK) o ekološkim i strukturnim čimbenicima — Dependence of the number of seedlings of Fir (BPONIK) on ecological and structural factors

U tablici 22 u kojoj broj ponika predstavlja zavisnu varijablu, a u prvoj selekciji nezavisnu varijablu čine tri ekološka čimbenika (HUM, pH, BPS25) i tri strukturna čimbenika (DRMU, PRKRU, VOLKRU) možemo uočiti da je objašnjeni dio varijance 0,225, a koeficijent multiple korelacije 0,51. Objašnjeni dio varijance može se pripisati reakciji tla kao ekološkom čimbeniku koji djeluje u šumi bukve i jele na vapnenoj podlozi.

U drugoj selekciji, gdje nezavisne varijable sačinjavaju svi preostali čimbenici, imamo nešto veći koeficijent multiple korelacije (0,65) kao i veći objašnjeni dio varijance ponika (0,315) nego u prvoj selekciji. Varijancu objašnjava 9 čimbenika od kojih su šest strukturni (UPMU, VOLKRU, BPMU, DRMAU, BPOD1, PRKRU) a tri ekološka (pH, USVJ, FAVL).

Promatrajući prvu i drugu selekciju te uzimajući u obzir navedene značajne varijable, a na osnovi regresijskih jednadžbi (tab. 23) i njihovih koeficijenata regresije, možemo zaključiti da se broj ponika povećava sniženjem vrijednosti reakcije tla, smanjenjem ukupnih visina pomlatka i mladika, povećanjem volumena krošanja i broja pomlatka i mladika, sniženjem drvne mase i priliva svjetla u sastojini, povećanjem broja jednogodišnjeg pomlatka, smanjenjem horizontalne projekcije krošanja i povećanjem fiziološke vlage u tlu.

Ovisnost broja jednogodišnjeg pomlatka jele (BPOD1) o ekološkim i strukturnim čimbenicima — Dependence of the number of one-year young reproduction of Fir (BPOD1) on ecological and structural factors

Rezultati višestruke regresijske analize prikazani u tablici 22 za prvu selekciju zavisne varijable jednogodišnjeg pomlatka i četiri nezavisne varijable od kojih su dvije ekološke (USVJ, BPS25) a dvije strukturne (BSP10, PRKRU), govore nam o dosta visokom koeficijentu multiple korelacije (0,69) i relativno većem dijelu objašnjene varijance broja jednogodišnjeg pomlatka (0,463). Od četiri navedene nezavisne varijable užito svjetlo i broj stabala promjera od 3 do 10 cm objašnjavaju navedeni dio varijance.

U drugoj selekciji iste zavisne varijable i 18 ostalih varijabli uočavamo vrlo visok koeficijent multiple korelacije (0,92) i veliki dio objašnjene varijance broja jednogodišnjeg pomlatka (0,813). Taj dio varijance su objasnili šest čimbenika od koja su pet strukturna (BPOD2, UMPU, BPMU, BPONIK, DRMAU) i jedan ekološki (BPS5).

Na osnovi regresijskih jednadžbi (tab. 23) možemo zaključiti da se broj jednogodišnjeg pomlatka u sastojini bukve i jele povećava povećanjem svjetla u sastojini, broja stabala od 3 do 10 cm promjera, broja posječenih stabala u zadnjih 5 godina, broja dvogodišnjeg pomlatka, ukupne visine pomlatka i mladika, smanjenjem broja pomlatka i mladika, povećanjem broja ponika i drvne mase sastojine.

Ovisnost broja dvogodišnjeg pomlatka jele (BPOD2) o ekološkim i strukturnim čimbenicima — Dependence of the number of two-year young reproduction of Fir (BPOD2) on ecological and structural factors

Od ukupno pet ekoloških i strukturnih čimbenika koji djeluju kao nezavisne varijable na zavisnu varijablu broj dvogodišnjeg pomlatka u prvoj selekciji (tab. 22) njih tri su značajni (BSP3, pH, BPS5) te objašnjavaju 0,418 varijance.

U drugoj selekciji iste zavisne varijable i 18 nezavisnih varijabli četiri su značajna (BPOD1, BPS5, BPMU, UPMU) te objašnjavaju velik dio varijance (0,810) uz vrlo visok koeficijent multiple korelacije (0,92).

Tab. 22: Višestruka regresijska analiza — Multiple regression analysis

Zajednica i vrsta drveća The commu- nity and tree species	Zavisna varijabla (y) Dependent variable (y)	Kombinacija nezavisnih varijabli (x) Combination of independent variables (x)	Koeficijent multiple korelacije Multiple correlation coefficient	Standardna greška procjene Standard evaluation error	F vrijednost F-value	Objašnjivi dio varijance Explainable part of the variance	Relativni značaj varijabli Comparative significance of variables
1	2	3	4	5	6	7	8
SUMA BUKVE I JELE (gela) The Beech and Fir community (Fir)	BPONIK (11)	HUM, PH, BPS25, DRMAU, PRKRU, VOLKRU (2, 4, 6, 15, 16, 17)	0.51	206.02	6.77**	0.225	—PH
		FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPOD1, BPOD2, BPOD3, DRMAU, PRKRU, VOLKRU, BPMU, UPMU (1—10 i 12—19)	0.65	193.78	4.04**	0.315	—UPMU, VOLKRU, —PH, BPMU, —DRMAU, —USVJ, BPOD1, —PRKRU, FAVL
		USVJ, BPS25, BSP10, PRKRU (5, 6, 9, 16)	0.69	72.29	26.66**	0.463	USVJ, BSP10
	BPOD1 (12)	FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPONIK, BPOD2, BPOD3, DRMAU, PRKRU, VOLKRU, BPMU, UPMU (1—11 i 13—19)	0.92	42.67	29.74**	0.813	BPS5, BPOD2, UPMU — BPMU, BPONIK, DRMAU
		PH, BPS25, BPS5, BSP3, PRKRU (4, 6, 7, 8, 16)	0.66	23.52	18.11**	0.418	BSP3, —PH, BPS5
	BPOD2 (13)	FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPONIK, BPOD1, BPOD3, DRMAU, PRKRU, VOLKRU, BPMU, UPMU (1—12 i 14—19)	0.92	13.43	29.25**	0.810	BPOD1, —BPS5, BPMU, —UPMU

Matić S.: Utjecaj ekoloških i strukturalnih čimbenika na prirodno pomlađivanje prešernih šuma jele i bukve u Gorskom Kotaru. Glasnik za šum. pokuse 21:223—400, 1983.

SUMA BUKVE I JELE
(Jela)The Beech and Fir community
(Fir)

	SHUM, USVJ (3, 5)	0.45	28.92	14.65**	0.187	—SHUM, USVJ
BPOD3 (14)	FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPONIK, BPOD1, BPOD2, DRMAU, PRKRU, VOLKRU, BPMU, UPMU (1—13 i 15—19)	0.77	22.38	7.96**	0.513	BPMU, —UPMU
	SHUM, PH, USVJ, BPS25, BSP3, BSP10 (3, 4, 5, 6, 8, 9)	0.76	129.36	25.12**	0.549	—SHUM, BPS25, BSP10
BPMU (18)	FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPONIK, BPOD1, BPOD2, BPOD3, DRMAU, PRKRU, VOLKRU, UPMU (1—17 i 19)	0.94	68.91	46.01**	0.872	UPMU, BPOD3, BPS5, BPOD2, —BPOD1, BPONIK
	USVJ, BPS25, BSP3, BSP10 (5, 6, 8, 9)	0.78	2628.51	45.21**	0.598	+BSP10, BPS25
UPMU (19)	FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPONIK, BPOD1, BPOD2, BPOD3, DRMAU, PRKRU, VOLKRU, BPMU (1—18)	0.94	1522.45	43.38**	0.865	BPMU, —BPS5, BPOD1, —BPONIK, —BPOD3, BPS25, —BPOD2, —PRKRU

Tab. 23: Regresijske jednadžbe — Regression equations

Zajednica i vrsta drveća The commu- nity and tree species	Zavisna varijabla (y) Dependent variable (y)	Kombinacija nezavisnih varijabli (x) Combination of independent variables (x)	$y = f(x_1, \dots, x_{19})$
		2, 4, 6, 15, 16, 17	$y_{11} = 1284.16 - 0.79x_2 - 149.10x_4 + 5.25x_6 - 5.28x_{15} - 0.002x_{16} + 0.09x_{17}$
BPONIK (11)		1—10 i 12—19	$y_{11} = 839.32 + 2.21x_1 - 0.72x_2 - 9.55x_3 - 95.88x_4 - 10.46x_5 + 3.89x_6 - 11.59x_7 + 8.03x_8 + 12.22x_9 + 0.20x_{10} + 0.80x_{12} + 0.09x_{13} - 0.11x_{14} - 70.02x_{15} - 4.73x_{16} + 1.30x_{17} + 0.57x_{18} - 0.03x_{19}$
BPOD2 (12)		5, 6, 9, 16 1—11 i 13—19	$y_{12} = 9.84 + 7.73x_5 - 0.66x_6 + 3.22x_9 + 0.02x_{16}$ $y_{12} = 98.16 + 0.19x_1 - 0.33x_2 - 1.50x_3 + 11.42x_4 + 1.90x_5 - 1.57x_6 + 14.39x_7 + 2.78x_8 - 3.41x_9 + 0.21x_{10} + 0.04x_{11} - 2.41x_{13} - 0.06x_{14} + 12.84x_{15} + 0.14x_{16} - 0.18x_{17} - 0.15x_{18} + 0.01x_{19}$
BPOD2 (13)		4, 6, 7, 8, 16 1—12 i 14—19	$y_{13} = 60.17 - 7.04x_4 + 0.35x_6 + 3.07x_7 + 1.35x_8 - 0.06x_{10}$ $y_{13} = 23.85 - 0.10x_1 + 0.09x_2 + 0.46x_3 - 2.47x_4 + 0.29x_5 + 0.04x_6 - 3.28x_7 - 1.12x_8 + 0.89x_9 - 0.002x_{10} + 0.0004x_{11} + 0.24x_{12} + 0.07x_{14} - 2.60x_{15} + 0.10x_{16} + 0.02x_{17} + 0.05x_{18} - 0.002x_{19}$
BPOD3 (14)		3, 5 1—13 i 15—19	$y_{14} = 23.35 - 4.52x_3 + 1.46x_5$ $y_{14} = 53.61 - 0.24x_1 + 0.003x_2 - 1.14x_3 - 3.98x_4 - 0.41x_5 - 0.98x_6 - 2.86x_7 + 2.21x_8 - 2.06x_9 - 0.12x_{10} - 0.001x_{11} - 0.02x_{12} + 0.19x_{13} + 1.96x_{15} - 0.05x_{16} - 0.02x_{17} + 0.15x_{18} - 0.004x_{19}$
BPMU (18)		3, 4, 5, 6, 8, 9 1—17 i 19	$y_{18} = 226.24 - 17.0x_3 - 26.63x_4 + 2.15x_5 + 7.05x_6 + 1.54x_8 + 7.57x_9$ $y_{18} = -66.30 + 0.16x_1 - 0.28x_2 - 0.12x_3 + 2.30x_4 - 0.75x_5 - 0.05x_6 + 18.86x_7 - 5.83x_8 + 0.55x_9 + 0.04x_{10} + 0.07x_{11} - 0.39x_{12} + 1.44x_{13} + 1.41x_{14} + 17.42x_{15} + 1.29x_{16} - 0.31x_{17} + 0.03x_{19}$
UPMU (19)		5, 6, 8, 9 1—18	$y_{19} = -137.91 + 50.41x_5 + 284.30x_6 - 80.52x_8 + 336.71x_9$ $y_{19} = 3274.24 - 0.54x_1 + 1.41x_2 - 48.53x_3 - 326.95x_4 + 6.14x_5 + 97.32x_6 - 410.07x_7 + 251.35x_8 - 16.19x_9 + 0.40x_{10} - 1.96x_{11} + 9.41x_{12} - 20.72x_{13} - 16.77x_{14} - 231.45x_{15} - 40.75x_{16} + 5.62x_{17} + 17.11x_{18}$

SUMA BUKVE I JELE
(jela)
The Beech and Fir community
(Fir)

Na osnovi koeficijentata regresije jednadžbe prve selekcije (tab. 23) vidljivo je da se broj dvogodišnjeg pomlatka povećava povećanjem broja stabala promjera tri centimetra na više, smanjenjem vrijednosti reakcije tla i povećanjem broja posječenih stabala u zadnjih pet godina.

Značajne varijable u drugoj selekciji nas upućuju na zaključak da se broj dvogodišnjeg pomlatka jele povećava povećanjem broja jednogodišnjeg pomlatka, smanjenjem broja posječenih stabala u zadnjih 5 godina, povećanjem broja pomlatka i mladika te smanjenjem ukupnih visina pomlatka i mladika.

Ovisnost broja trogodišnjeg pomlatka jele (BPOD3) o ekološkim i strukturalnim čimbenicima — Dependence of the number of three-year young reproduction of Fir (BPOD3) on ecological and structural factors

U tablici 22 u selekciji gdje nam je zavisna varijabla trogodišnji pomladak, a nezavisne varijable čine debljina sirovog humusa na tlu i užito svjetlo, u sastojini vidimo da nam dvije nezavisne varijable objašnjavaju 0,187 varijance.

U drugoj selekciji iste zavisne varijable i 18 nezavisnih objašnjeno je 0,513 varijance i to pomoću varijabla ukupan broj pomlatka i mladika i ukupne visine pomlatka i mladika.

U tablici 23 vidljivo je da nam broj trogodišnjeg pomlatka raste smanjenjem debljine sirovog humusa na tlu, povećanjem količine svjetla i povećanjem broja pomlatka i mladika te smanjenjem ukupne visine pomlatka i mladika jele.

Ovisnost broja pomlatka i mladika jele (BPMU) o ekološkim i strukturalnim čimbenicima — Dependence of the number of young reproduction and young stems of Fir (BPMU) on ecological and structural factors

U prvoj selekciji gdje je zavisna varijabla broj pomlatka i mladika, a nezavisne varijable sastoje se od četiri ekološka čimbenika (SHUM, pH, USVJ, BPS25) i dva strukturalna čimbenika (BSP3, BSP10) imamo tri značajne varijable (SHUM, BPS25, BSP10) koje objašnjavaju 0,549 varijance (tab. 22).

U drugoj selekciji iste zavisne varijable i preostalih 18 nezavisnih varijabli uočavamo visok koeficijent multiple korelacije (0,94) te velik dio objašnjene varijance (0,872). Taj dio varijance objašnjavaju čimbenici ukupne visine pomlatka i mladika broj trogodišnjeg pomlatka, broj posječenih stabala u zadnjih 5 godina, broj dvogodišnjeg pomlatka, broj jednogodišnjeg pomlatka i broj ponika.

Povećanjem vrijednosti navedenih značajnih varijabli u većini slučajeva povećava se i broj pomlatka i mladika izuzev kod debljine sirovog humusa i broja jednogodišnjeg pomlatka čije smanjenje utječe na povećanje broja pomlatka i mladika.

Ovisnost ukupnih visina pomlatka i mladika jele (UPMU) o ekološkim i strukturnim čimbenicima — Dependence of the total height of young reproduction and young stems of Fir (UPMU) on ecological and structural factors

Od ukupno četiri nezavisna čimbenika u prvoj selekciji, kod koje je zavisna varijabla ukupne visine pomlatka i mladika (tab. 22), dva su značajna (BSP10 i BPS25) te objašnjavaju 0,598 varijance. U drugoj selekciji iste zavisne varijable imamo 8 značajnih varijabli od ukupno 18 nezavisnih (BPMU, BPS5, BPOD1, BPONIK, BPOD3, BPS25, BPOD2, PRKRU). Tih osam varijabli objašnjavaju 0,865 varijance ukupnih visina pomlatka i mladika.

Na osnovi regresijskih jednadžbi (tab. 23) u prvoj selekciji možemo zaključiti da se povećanjem broja stabala od 3 do 10 cm promjera i broja posječenih stabala u zadnjih 5 do 25 godina povećavaju ukupne visine pomlatka i mladika. Iz druge regresijske jednadžbe možemo zaključiti da se ukupne visine pomlatka i mladika jele povećavaju povećanjem broja pomlatka i mladika, broja jednogodišnjeg pomlatka i broja posječenih stabala u zadnjih 5 do 25 godina, te smanjenjem svih ostalih značajnih varijabli.

Ovisnost ukupnog broja pomlatka i mladika bukve (BPMU) o ekološkim i strukturnim čimbenicima — Dependence of the total number of young reproduction and young stems of Beech (BPMU) on ecological and structural factors

U prvoj selekciji ili grupi podataka koji se odnose na višestruku regresijsku analizu, gdje je zavisna varijabla ukupni broj pomlatka i mladika bukve (tab. 24) a nezavisne varijable čine ekološki i strukturni čimbenici koji vladaju u šumi bukve i jele na vapnenoj podlozi, uočavamo da je objašnjeni dio varijance 0,453.

Varijancu objašnjavaju značajne varijable i to tri strukturne (VOLKRU, SSTAB1, DRMAU) i dvije ekološke (pH, USVJ).

U drugoj selekciji, u kojoj imamo 18 nezavisnih varijabli, vidimo vrlo visoki koeficijent multiple korelacije (0,95) i veliki dio objašnjene varijance ukupnog broja pomlatka i mladika bukve (0,895). Varijancu objašnjavaju značajne varijable od kojih je jedna strukturna (UPMU), a dvije ekološke (SHUM, HUM).

Na osnovi regresijskih jednadžbi (tab. 25) i predznaka koeficijenata regresije možemo zaključiti da se broj pomlatka i mladika bukve povećava smanjenjem volumena krošanja, užitog svijetla u sastojini i količine humusa u tlu, te povećavanjem srednjeg sastojinskog stabla prve etaže sastojine, drvene mase, reakcije tla, ukupnih visina pomlatka i mladika i debljine sirovog humusa u tlu.

Tab. 24: Višestruka regresijska analiza — Multiple regression analysis

Zajednica i vrsta drveća The commu- nity and tree species	Zavisna varijabla (y) Dependent variable (y)	Kombinacija nezavisnih varijabli (x) Combination of independent variables (x)	Koeficijent multiple korelacije Multiple correlation coefficient	Standardna greška procjene Standard evaluation error	F vrijednost F-value	Objašnjivi dio varijance Explainable part of the variance	Relativni značaj varijabli Comparative significance of variables
1	2	3	4	5	6	7	7
SUMA BUKVE I JELE (bukva) The Beech and Fir community (Beech)		PH, USVJ, BPS25, SSTAB1, DRMAU, VOLKRU (4, 5, 6, 10, 15, 17)	0.69	164.83	17.42**	0.453	—VOLKRU, SSTAB1, DRMAU, PH, USVJ
	BPMU (18)	FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPONIK, BPOD1, BPOD2, BPOD3, DRMAU, PRKRU, VOLKRU, UPMU (1—17 i 19)	0.95	72.13	57.49**	0.895	UPMU, SHUM, —HUM
		PH, BPS25, SSTAB1, DRMAU (4, 6, 10, 15)	0.48	30911.24	8.54**	0.203	SSTAB1, PH
	UPMU (19)	FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPONIK, BPOD1, BPOD2, BPOD3, DRMAU, PRKRU, VOLKRU, BPMU (1—18)	0.94	12285.61	46.88**	0.874	BPMU, —SHUM, HUM, BSP3, —PRKRU

Ovisnost ukupne visine pomlatka i mladika bukve (UPMU) o ekološkim i strukturalnim čimbenicima — Dependence of the total height of young reproduction and young stems of Beech (UPMU) on ecological and structural factors

Od ukupno četiri nezavisne varijable u prvoj selekciji (tab. 24) koje djeluju na zavisnu varijablu ukupne visine pomlatka i mladika bukve, dvije su varijable značajne (SSTAB1 i pH) i objašnjavaju 0,203 od ukupne varijance.

U drugoj selekciji iste zavisne varijable i ostalih 18 nezavisnih varijabli imamo veliki dio objašnjene varijance (0,874). Varijancu objašnjavaju pet nezavisnih čimbenika od kojih su tri strukturalna (BPMU, BSP3, PRKRU) a dva ekološka (SHUM, HUM).

Na osnovi regresijskih jednadžbi (tab. 25) i predznaka koeficijenata regresije značajnih varijabli možemo zaključiti da se ukupne visine pomlatka i mladika povećavaju povećanjem promjera srednjeg sastojinskog stabla, povećanjem reakcije tla, broja pomlatka i mladika, smanjenjem sirovog humusa, povećanjem količine humusa, broja stabala iznad 3 cm promjera te smanjenjem projekcije krošanja u sastojini.

Ovisnost broja pomlatka i mladika smreke (BPMU) o ekološkim i strukturalnim čimbenicima — Dependence of the number of young reproduction and young stems of Spruce (BPMU) on ecological and structural factors

U tablici 26 donosimo glavne rezultate višestruke regresijske analize za jednadžbe u kojima je zavisna varijabla broj pomlatka i mladika smreke te nezavisne varijable prikazane u prvoj selekciji od kojih su tri ekološke i dvije strukturalne. Vrlo mali dio objašnjene varijance (0,01) i to objašnjen pomoću značajne varijable broja stabala od 3 do 10 cm promjera, govori nam da smo u ovoj selekciji obuhvatili vrlo mali broj nezavisnih varijabli koje imaju značajan utjecaj na zavisnu varijablu. Sigurni smo da postoji čitav niz nezavisnih varijabli koje bi objasnile veći dio varijance, a koje mi nismo obuhvatili u ovoj selekciji.

U drugoj selekciji iste zavisne varijable i ostalih 18 nezavisnih varijabli uočavamo visok koeficijent multiple korelacije (0,82) te nešto veći dio objašnjene varijance (0,380). Varijancu objašnjavaju značajne varijable ukupne visine pomlatka i mladika te broj posječenih stabala u zadnjih 5 godina.

Iz regresijskih jednadžbi (tab. 27) možemo zaključiti da nam se broj pomlatka i mladika smreke povećava povećanjem broja stabala od 3 do 10 cm promjera, povećanjem ukupne visine pomlatka i mladika te smanjenjem broja posječenih stabala u zadnjih 5 godina.

Tab. 25: Regresijske jednadžbe — Regression equations

Zajednica i vrsta drveća The commu- nity and tree species	Zavisna varijabla (y) Dependent variable (y)	Kombinacija nezavisnih varijabli (x) Combination of independent variables (x)	$y = f(x_1, \dots, x_{10})$
1	2	3	4
SUMA BUKVE I JELE (bukva) The Beech and Fir community (Beech)	BPMU (18)	4, 5, 6, 10, 15 i 17	$y_{18} = -103.99 + 46.97x_4 - 6.83x_5 - 5.64x_6 + 3.51x_{10} + 20.41x_{15} - 0.12x_{17}$
		1—17 i 19	$y_{18} = 76.78 - 0.69x_1 - 1.57x_2 + 16.35x_3 + 9.17x_4 - 1.04x_5 - 1.92x_6 - 4.85x_7 - 9.98x_8 + 6.73x_9 + 0.82x_{10} - 0.62x_{15} + 0.37x_{16} + 0.01x_{17} + 0.01x_{19}$
	UPMU (19)	4, 6, 10, 15	$y_{19} = -44445.5 + 9539.1x_4 - 1424.5x_6 + 510.9x_{10} - 844.9x_{15}$ $y_{19} = -17297.0 + 97.83x_1 + 263.88x_2 - 3523.8x_3 + 214.83x_4 - 527x_5 + 159.99x_6 + 578.31x_7 + 2428.4x_8 - 1477.4x_9 - 48.49x_{10} + 1070.9x_{15} - 122.43x_{16} - 2.05x_{17} + 153.07x_{18}$

Tab. 26: Višestruka regresijska analiza — Multiple regression analysis

Zajednica i vrsta drveća The commu- nity and tree species	Zavisna varijabla (y) Dependent variable (y)	Kombinacija nezavisnih varijabli (x) Combination of independent variables (x)	Koeficijent multiple korelacije Multiple correlation coefficient	Standardna greška procjene Standard evaluation error	F vrijednost F-value	Objašnjivi dio varijance Explainable part of the variance	Relativni značaj varijabli Comparative significance of variables
1	2	3	4	5	6	7	8
SUMA BUKVE I JELE (smreka) The Beech and Fir community (Spruce)	BPMU (18)	PH, USVJ, BPS5, BSP3, BSP10 (4, 5, 7, 8, 9)	0.37	110.26	1.07*	0.01	BSP10
		FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTABI, BPONIK, BPOD1, BPOD2, BPOD3, DRMAU, PRKRU, VOLKRU, UPMU (1—17 i 19)	0.82	86.82	2.36*	0.38	UPMU, —BPS5
	UPMU (19)	PH, BSP3, BSP10 (4, 8, 9)	0.72	3926.64	12.95**	0.479	BSP10, —BSP3
		FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTABI, BPONIK, BPOD1, BPOD2, BPOD3, DRMAU, PRKRU, VOLKRU, BPMU (1—18)	0.91	2989.26	6.01**	0.698	—USVJ, —BPS5, BPMU

Ovisnost ukupne visine pomlatka i mladika smreke (UPMU) o ekološkim i strukturnim čimbenicima — Dependence of the total height of young reproduction and young stems of Spruce (UPMU) on ecological and structural factors

Podaci u tablici 26 prve selekcije zavisne varijable ukupnih visina pomlatka i mladika te jednog ekološkog (pH) i dva strukturna nezavisna čimbenika (BSP3, BSP10) ukazuju nam da ta selekcija ima visoki koeficijent multiple korelacije (0,72) te relativno visoki dio objašnjene varijance (0,479). Od ukupno tri nezavisna čimbenika dva su značajna (BSP10, BSP3) te im se može pripisati objašnjeni dio varijance.

U drugoj selekciji iste zavisne varijable i ostalih 18 nezavisnih varijabli uočavamo vrlo visoki koeficijent multiple korelacije (0,91) te veći dio objašnjene varijance (0,698). Varijancu objašnjavaju značajne varijable i to dvije ekološke (USVJ, BPS5) i jedna strukturna (BPMU).

Na osnovi regresijskih jednadžbi (tab. 27) te značajnih varijabli u prvoj i drugoj selekciji zaključujemo da nam se ukupna visina pomlatka i mladika smreke povećava povećanjem broja stabala promjera od 3 do 10 cm, smanjenjem broja stabala iznad 3 cm promjera, užitog svijetla i broja posječenih stabala u zadnjih 5 godina te povećanjem broja pomlatka i mladika smreke.

Ovisnost broja ponika (BPONIK) svih vrsta drveća (jela, smreka, bukva, javor, brijest) o ekološkim i strukturnim čimbenicima — Dependence of the number of seedlings (BPONIK) of all tree species (Fir, Spruce, Beech, Maple, Elm) on ecological and structural factors

U tablici 28 nalaze se rezultati višestruke regresijske analize selekcije u kojoj je zavisna varijabla broj ponika svih vrsta drveća, a nezavisnu varijablu čine svi preostali 18 ekoloških i strukturnih čimbenika pomlađivanja koje u širem smislu svrstavamo u strukturne čimbenike. U navedenoj selekciji uočavamo visok koeficijent multiple korelacije (0,87) te veliki dio objašnjene varijance (0,719).

Za objašnjeni dio varijance zaslužne su devet značajnih varijabli od kojih su tri ekološke (SHUM, BPS25, pH), a preostalih šest strukturnih (UPMU, BSP3, BPOD3, BPOD1, BPOD2, BSP10).

Iz podataka regresijskih jednadžbi (tab. 29) i predznaka značajnih varijabli možemo zaključiti da nam se broj ponika u šumi bukve i jele povećava smanjenjem količine sirovog humusa na tlu, ukupne visine pomlatka i mladika, broja stabala promjera iznad 3 cm, broja posječenih stabala u zadnjih 5 godina do 25 godina i reakcije tla. Isto tako broj ponika povećava se ukoliko se povećava broj trogodišnjeg pomlatka, jedno i dvogodišnjeg pomlatka te broja stabala od 3 do 10 cm promjera.

Tab. 27: Regresijske jednadžbe — Regression equations

Zajednica i vrsta drveća The commu- nity and tree species	Zavisna varijabla (y) Dependent variable (y)	Kombinacija nezavisnih varijabli (x) Combination of independent variables (x)	$y = f(x_1, \dots, x_{19})$
1	2	3	4
SUMA BUKVE I JELE (smreka) The Beech and Fir community (Spruce)	BPMU (18)	4, 5, 7, 8, 9 1—17 i 19	$y_{18} = 391.59 - 40.35x_4 - 1.68x_5 + 12.52x_7 - 5.16x_8 + 10.75x_9$ $y_{18} = 188.40 + 0.08x_1 - 1.01x_2 + 11.96x_3 - 38.62x_4 + 3.27x_5 +$ $+ 2.09x_6 + 24.38x_7 + 8.11x_8 - 10.34x_9 + 0.39x_{10} + 4.77x_{15} -$ $- 0.88x_{16} + 0.04x_{17} + 0.02x_{18}$
	UPMU (19)	4, 8, 9 1—18	$y_{19} = 8847.9 - 797.8x_4 - 353.4x_8 + 900.0x_9$ $y_{19} = -1719.7 + 17.32x_1 - 20.44x_2 + 534.98x_3 + 1171.6x_4 -$ $- 195.66x_5 - 100.50x_6 - 772.15x_7 - 343.06x_8 + 583.16x_9 -$ $- 15.23x_{10} - 52.02x_{15} + 19.70x_{16} - 1.49x_{17} + 26.04x_{18}$

Ovisnost broja jednogodišnjeg pomlatka (BPOD1) svih vrsta drveća (jela, smreka, bukva, javor, brijest) o ekološkim i strukturalnim čimbenicima — Dependence of the number of one-year young reproduction (BPOD1) of all tree species (Fir, Spruce, Beech, Maple, Elm) on ecological and structural factors

Selekcija u kojoj je zavisna varijabla broj jednogodišnjeg pomlatka, a nezavisne varijable svih 18 u obračun uzetih čimbenika (tab. 28), ima visok koeficijent multiple korelacije (0,86) i dosta veliki objašnjeni dio varijance (0,695).

Varijancu objašnjava pet značajnih nezavisnih varijabli od kojih su svi strukturalni.

Podaci regresijskih jednadžbi (tab. 29) nam ukazuju da se broj jednogodišnjeg pomlatka povećava povećanjem broja dvo i trogodišnjeg pomlatka, ponika, ukupne visine pomlatka i mladika te smanjenjem broja stabala od 3 do 10 cm prsnog promjera.

Ovisnost broja dvogodišnjeg pomlatka (BPOD2) svih vrsta drveća (jela, smreka, bukva, javor, brijest) o ekološkim i strukturalnim čimbenicima — Dependence of the number of two-year young reproduction (BPOD2) of all tree species (Fir, Spruce, Beech, Maple, Elm) on ecological and structural factors

U tablici 28 vidljivo je da selekcija zavisne varijable broja dvogodišnjeg pomlatka i 18 nezavisnih varijabli imaju visok koeficijent multiple korelacije (0,85) te dosta veliki dio objašnjene varijance broja dvogodišnjeg pomlatka (0,672).

Varijancu objašnjavaju tri značajne varijable od kojih su dvije strukturalne i jedna ekološka.

Iz podataka regresijske jednadžbe za ovu selekciju (tab. 29) vidljivo je da se broj dvogodišnjeg pomlatka povećava u sastojini povećanjem broja jednogodišnjeg pomlatka, ponika i povećanjem vrijednosti reakcije tla.

Ovisnost broja trogodišnjeg pomlatka (BPOD3) svih vrsta drveća (jela, smreka, bukva, javor, brijest) o ekološkim i strukturalnim čimbenicima — Dependence of the number of three-year young reproduction (BPOD3) of all tree species (Fir, Spruce, Beech, Maple, Elm) on ecological and structural factors

Iz podataka višestruke regresijske analize (tab. 28) gdje je zavisna varijabla broj trogodišnjeg pomlatka, a nezavisne varijable čine preostalih 18 čimbenika, vidljiv je visoki koeficijent multiple korelacije (0,86) kao i veliki dio objašnjene varijance (0,702).

Varijancu objašnjavaju četiri značajna ekološka čimbenika.

Iz tablice 29 i predznaka u regresijskoj jednadžbi možemo zaključiti da nam se broj trogodišnjeg pomlatka povećava povećanjem broja pomlatka i mladika, smanjenjem ukupnih visina pomlatka i mladika, te povećanjem broja jednogodišnjeg pomlatka i broja ponika.

Tab. 28: Višestruka regresijska analiza — Multiple regression analysis

Zajednica i vrsta drveća The commu- nity and tree species	Zavisna varijabla (y) Dependent variable (y)	Kombinacija nezavisnih varijabli (x) Combination of independent variables (x)	Koeficijent multiple korelacije Multiple correlation coefficient	Standardna greška procjene Standard evaluation error	F vrijednost F-value	Objašnjivi dio varijance Explainable part of the variance	Relativni značaj varijabli Comparative significance of variables
1	2	3	4	5	6	7	8
SUMA BUKVE I JELE (jela + bukva + smreka + javor + brijest) The Beech and Fir community (Fir + Beech + Spruce + Maple + Elm)	BPONIK (11)	FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPOD1, BPOD2, BPOD3, PRKRU, VOLKRU, BPMU, UPMU, DRMAU (1—10 i 12—19)	0.87	303.87	17.89**	0.719	—SHUM, —UPMU, —BSP3, BPOD3, —BPS25, BPOD1, BPOD2, BSP10, —PH
	BPOD1 (12)	FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPONIK, BPOD2, BPOD3, DRMAU, PRKRU, VOLKRU, BPMU, UPMU (1—11 i 13—19)	0.86	269.30	16.03**	0.695	BPOD2, BPOD3, BPONIK, UPMU, —BSP10
	BPOD2 (13)	FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPONIK, BPOD1, BPOD3, DRMAU, PRKRU, VOLKRU, BPMU, UPMU (1—12 i 14—19)	0.85	148.33	14.52**	0.672	BPOD1, BPONIK, PH

SUMA BUKVE I JELE
(jela + bukva + smreka + javor + brijest)
The Beech and Fir community
(Fir + Beech + Spruce + Maple + Elm)

BPOD3 (14)	FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPONIK, BPOD1, BPOD2, DRMAU, PRKRU, VOLKRU, BPMU, UPMU (1—13 i 15—19)	0.86	42.57	16.54**	0.702	BPMU, —UPMU, BPOD1, BPONIK
BPMU (18)	FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPONIK, BPOD1, BPOD2, BPOD3, DRMAU, PRKRU, VOLKRU, BPMU, UPMU (1—17 i 19)	0.82	210.09	11.77**	0.620	UPMU, BPOD3, SHUM, —HUM, —PRKRU, BSP3, BPS5, —BSP10, VOLKRU, USVJ
UPMU (19)	FAVL, HUM, SHUM, PH, USVJ, BPS25, BPS5, BSP3, BSP10, SSTAB1, BPONIK, BPOD1, BPOD2, BPOD3, DRMAU, PRKRU, VOLKRU, BPMU, UPMU (1—18)	0.81	21354.46	10.43**	0.59	BPMU, —SHUM, —BPOD3, —USVJ, —BPONIK, BSP10, —BPS25, —BSP3, —BPS5, BPOD1

Tab. 29: Regresijske jednadžbe — Regression equations

Zajednica i vrsta drveća The commu- nity and tree species	Zavisna varijabla (y) Dependent variable (y)	Kombinacija nezavisnih varijabli (x) Combination of independent variables (x)	$y = f(x_1 \dots x_{19})$
1	2	3	4
ŠUMA BUKVE I JELE (jela + bukva + smreka + javor + brijest) The Beech and Fir community (Fir + Beech + Spruce + Maple + Elm)	BPONIK (11)	1—10 i 12—19	$y_{11} = 1455.69 + 0.97x_1 - 2.20x_2 - 65.22x_3 - 109.50x_4 - 6.85x_5 -$ $- 18.21x_6 - 37.06x_7 - 20.57x_8 + 16.09x_9 - 1.10x_{10} +$ $+ 0.21x_{12} + 0.38x_{13} + 1.42x_{14} - 5.00x_{15} + 0.90x_{16} +$ $+ 0.09x_{17} + 0.20x_{18} - 0.00x_{19}$
	BPOD1 (12)	1—11 i 13—19	$y_{12} = -40.91 - 1.22x_1 - 2.19x_2 - 8.64x_3 - 22.63x_4 + 7.63x_5 +$ $+ 2.54x_6 + 12.25x_7 + 13.72x_8 - 12.93x_9 + 1.06x_{10} +$ $+ 0.17x_{11} + 0.90x_{13} + 1.91x_{14} - 7.02x_{15} - 0.23x_{16} + 0.02x_{17} -$ $- 0.10x_{18} + 0.00x_{19}$
	BPOD2 (13)	1—12 i 14—19	$y_{13} = -180.80 - 1.46x_1 + 1.84x_2 + 13.33x_3 + 52.91x_4 - 2.48x_5 -$ $- 4.55x_6 - 7.39x_7 - 3.65x_8 + 1.91x_9 + 0.00x_{10} + 0.09x_{11} +$ $+ 0.27x_{12} + 0.33x_{14} + 2.94x_{15} + 0.00x_{16} - 0.03x_{17} +$ $+ 0.09x_{18} - 0.00x_{19}$
	BPOD3 (14)	1—13 i 15—19	$y_{14} = -18.76 - 0.16x_1 + 0.53x_2 - 4.39x_3 - 0.67x_5 - 0.42x_6 -$ $- 4.56x_7 - 0.39x_8 - 0.03x_9 - 0.09x_{10} + 0.03x_{11} + 0.05x_{12} +$ $+ 0.03x_{13} + 0.71x_{15} + 0.16x_{16} - 0.02x_{17} + 0.10x_{18} - 0.00x_{19}$
	BPMU (18)	1—17 i 19	$y_{18} = -182.92 - 0.48x_1 - 4.38x_2 + 56.41x_3 + 25.66x_4 + 9.38x_5 +$ $+ 9.73x_6 + 32.15x_7 + 15.13x_8 - 10.82x_9 + 0.80x_{10} +$ $+ 0.10x_{11} - 0.06x_{12} + 0.18x_{13} + 2.39x_{14} - 2.94x_{15} -$ $- 1.15x_{16} + 0.10x_{17} + 0.01x_{19}$
	UPMU (19)	1—18	$y_{19} = 24791.39 - 33.64x_1 + 196.44x_2 - 6946.19x_3 + 5234.66x_4 -$ $- 1728.57x_5 - 1554.11x_6 - 3518.21x_7 - 1594.06x_8 +$ $+ 1529.97x_9 - 100.61x_{10} - 17.71x_{11} + 13.32x_{12} - 18.47x_{13} -$ $- 170.23x_{14} + 699.70x_{15} + 50.99x_{16} - 5.52x_{17} + 66.53x_{18}$

Ovisnost ukupnog broja pomlatka i mladika (BPMU) svih vrsta drveća (jela, smreka, bukva, javor, brijest) o ekološkim i strukturnim čimbenicima — Dependence of the total number of young reproduction and young stems (BPMU) of all tree species (Fir, Spruce, Beech, Maple, Elm) on ecological and structural factors

Broj pomlatka i mladika svih vrsta drveća u šumi jele i bukve na vapnenoj podlozi kao zavisna varijabla i preostalih 18 nezavisnih varijabli imaju visok koeficijent multiple korelacije (0,82), a objašnjeni dio varijance broja pomlatka i mladika iznosi 0,620 (tab. 28). Varijancu objašnjavaju 10 značajnih varijabli od kojih su šest strukturnih i 4 ekološke.

Iz podataka u tablici 29 na osnovi predznaka koeficijenata regresijske analize možemo zaključiti da nam se broj pomlatka i mladika povećava povećanjem ukupnih visina pomlatka i mladika, broja trogodišnjeg pomlatka, debljine sirovog humusa, smanjenjem količine humusa, projekcije krošanja, povećanjem broja stabala iznad 3 cm promjera, broja posječenih stabala u zadnjih 5 godina, smanjenjem broja stabala od 3 do 10 cm promjera, povećanjem volumena krošanja i užitog svijetla u sastojini.

Ovisnost ukupnih visina pomlatka i mladika (UPMU) svih vrsta drveća (jela, smreka, bukva, javor, brijest) o ekološkim i strukturnim čimbenicima — Dependence of the total height of young reproduction and young stems (UPMU) of all tree species (Fir, Spruce, Beech, Maple, Elm) on ecological and structural factors

Ukupne visine pomlatka i mladika svih vrsta drveća u šumi bukve i jele na vapnenoj podlozi, kao zavisna varijabla, imaju koeficijent multiple korelacije u odnosu preostalih 18 varijabli 0,81. Deset značajnih varijabli objašnjavaju 0,590 dijela varijance (tab. 28). Od deset značajnih varijabli šest su strukturne a četiri ekološke.

Iz podataka u tablici 29 možemo zaključiti da nam se visine pomlatka i mladika povećavaju povećanjem broja pomlatka i mladika, smanjenjem debljine sirovog humusa, broja trogodišnjeg pomlatka, užitog svijetla, broja ponika, povećanjem broja stabala od 3 do 10 cm promjera, smanjenjem broja posječenih stabala u zadnjih 5 do 25 godina, broja posječenih stabala u zadnjih 5 godina, te povećanjem broja jednogodišnjeg pomlatka.

5.3 Rezultati analize varijance — Results of variance analysis

Utjecaj različitih područja i ekspozicija na ekološke čimbenike u šumi bukve i jele na vapnenoj podlozi — The impact of the various regions and aspects on ecological factors in Beech and Fir forests on limestone substrate

Neke od rezultata dobivene analizom varijance donosimo u tablici 30, gdje je za svih 7 ekoloških čimbenika izvršena analiza varijance. U tablici prikazane su srednje vrijednosti pojedinih ekoloških čimbenika za

određena područja i ekspozicije, njihov međusobni utjecaj ili interakciju na rezultat konkretnog ekološkog čimbenika, statističke opravdanosti razlike između djelovanja pojedinih faktora (područje i ekspozicija), te prosječne vrijednosti svakog ekološkog čimbenika.

Za prikaz statističke opravdanosti razlike na različitim stupnjevima upotrijebili smo ove oznake:

xxx	vjerojatnost	0,1%
xx	vjerojatnost	1%
x	vjerojatnost	5%
0	vjerojatnost	10%

Od svih sedam navedenih ekoloških čimbenika u tablici 40 za različita područja jedino ne postoji statistički opravdana razlika čimbenika FAVL kod različitih područja Gorskog Kotara. Kod ostalih šest čimbenika te su razlike visokosignifikantne na nivou od 0,1%, što nam ukazuje da se sastojina svakog pojedinog područja bitno razlikuje po svojim ekološkim čimbenicima.

Sastojine na području Fužina imaju najviše vrijednosti ovih ekoloških čimbenika: HUM, SHUM i pH. Na području Tršća uočljive su ove najviše vrijednosti ekoloških čimbenika: USVJ, BPS25 i BPS5.

Unutar različitih ekspozicija uočljive su visokosignifikantne razlike na nivou od 0,1% kod FAVL gdje na sjevernoj ekspoziciji imamo više fiziološki aktivne vlage nego na južnoj. Razlike na istom nivou uočljive su i kod SHUM, pH i BPS5.

Statistički opravdane razlike na nivou od 5% prisutne su i kod USVJ gdje je vidljivo da na južnoj ekspoziciji imamo više užitog svijetla nego na sjevernoj.

Osim ekološkog čimbenika FAVL sve ostale statistički značajne vrijednosti su više na južnoj nego na sjevernoj ekspoziciji.

Opravdanost interakcije između područja i ekspozicije za svaki ekološki čimbenik je vidljiva u tablici 40. Zajedničko djelovanje faktora područja i ekspozicije očituje se kod rezultata HUM, SHUM, BPS25 i BPS5 gdje su interakcije statistički opravdane na nivou od 0,1%. Interakcije kod FAVL su na nivou od 1%, a kod formiranja rezultata za pH i USVJ faktori područja i ekspozicije djeluju samostalno pa prema tome ne postoji interakcija, što je u ostalom i vidljivo iz priložene tablice.

Utjecaj različitih područja i ekspozicija na strukturalne čimbenike jele u šumi bukve i jele na vapnenoj podlozi — The impact of the various regions and aspects on structural factors of Fir in Beech and Fir forests on limestone substrate

Rezultate analize varijance, gdje smo ispitivali utjecaje različitih područja i ekspozicija kao nezavisnih faktora na strukturalne čimbenike jele kao zavisne faktore, donosimo u tablici 31. Iz tablice je vidljivo da postoje visokosignifikantne razlike na nivou od 0,1% između vrijednosti BSP3,

Tab. 30. Srednje vrijednosti i značajnost ekoloških čimbenika u šumi bukve i jele dobivene analizom varijacije — Mean values and significances of ecological factors in Beech and Fir forests, obtained by variance analysis

Varijabla Variable	Područje — The area			Ekspozicija — Aspect		Interakcija AxB	Prosjeak — Mean
	Zalesina A ₁	Fužine A ₂	Tršće A ₃	Jug — South B ₁	Sjever — North B ₂		
FAVL	42.6	41.7	37.8	36.0***	45.4***	xx	40.7
HUM	26.8***	48.6***	32.0***	36.0	35.5	xxx	35.8
SHUM	0.7***	4.4***	1.0***	2.5***	1.6***	xxx	2.0
PH	5.8***	7.3***	6.4***	6.6**	6.4***	—	6.5
USVJ	4.7***	2.2***	11.5***	6.7*	5.5*	—	6.1
BPS25	7.0***	4.2***	10.5***	7.0	7.4	xxx	7.2
BPS5	0.5***	0.8***	2.8***	1.6***	1.1***	xxx	1.3

Tab. 31. Srednje vrijednosti i značajnost strukturnih čimbenika jele u šumi bukve i jele dobivene analizom varijacije — Mean values and significances of structural factors of Fir in Beech and Fir forests, obtained by variance analysis

BSP3	11.1***	7.6***	28.5***	21.8***	9.7***	xxx	15.7
BSP10	4.0***	2.6***	17.4***	12.8***	3.3***	xxx	8.0
SSTAB1	45.0	48.5	42.6	43.2	47.5	—	45.4
DRMAU	10.5	10.6	9.9	9.7	10.9	x	10.3
PRKRU	147***	116***	227***	189***	137***	xxx	163
VOLKRU	1025	912	1042	978	1008	xxx	993

BSP10 i PRKRU za svaki od tri područja. Najveće vrijednosti prisutne su u sastojinama na području Tršća, zatim Zalesine i Fužina. Razlike koje možemo vidjeti u tablicama kod vrijednosti za SSTAB1, DRMAU i VOLKRU nisu statistički značajne pa ih prema tome možemo pripisati slučaju.

Isti slučaj imamo kod ispitivanja utjecaja različitih ekspozicija, gdje je vidljivo da isti ekološki čimbenici pokazuju razlike i kod ekspozicija kao i kod područja na istom stupnju signifikantnosti. Južne ekspozicije kod signifikantnih rezultata iskazuju više vrijednosti strukturnih čimbenika od sjevernih.

Interakcije između područja i ekspozicija su visokosignifikantne kod svih strukturnih čimbenika, uz napomenu da je stupanj signifikantnosti kod DRMAU na nivou od 5%, a da kod SSTAB1 faktori područja i ekspozicije djeluju neovisno, što znači da interakcije ne postoji.

Utjecaj različitih područja i ekspozicija na faktore pomlađivanja jele u šumi bukve i jele na vapnenoj podlozi — The impact of the various regions and aspects on Fir regeneration factors in Beech and Fir forests on limestone substrate

U tablici 32 prikazani su rezultati analize varijance utjecaja različitih područja i ekspozicija na faktore pomlađivanja jele. Iz tablice je vidljivo da kod svih faktora pomlađivanja postoji visokosignifikantna razlika (nivo 0,1%) unutar pojedinog područja. Najveće vrijednosti svih faktora pomlađivanja, izuzev ponika, imaju sastojine na području Tršća zatim Zalesine te Fužina.

Visokosignifikantne razlike postoje kod utjecaja sjeverne i južne ekspozicije, uključivši utjecaj koji imaju kod broja ponika. Tu ne postoji statistički značajna razlika, te postojeću razliku možemo pripisati slučaju. Kod svih statističkih značajnih rezultata uočavamo veće vrijednosti faktora pomlađivanja na južnoj nego na sjevernoj ekspoziciji.

Faktori — područje i ekspozicija — djeluju uzajamno kod formiranja rezultata pojedinih faktora pomlađivanja, što znači da postoji interakcija. Interakcija je visokosignifikantna na nivou od 0,1% kod svih faktora pomlađivanja, s tim da je kod ukupnih visina pomlatka i mladika na nivou od 1%, a kod broja dvogodišnjeg pomlatka na nivou od 5%.

Utjecaj različitih područja i ekspozicija na strukturne čimbenike bukve u šumi bukve i jele na vapnenoj podlozi — The impact of the various regions and aspects on structural factors of Beech in Beech and Fir forests on limestone substrate

U tablici 33 prikazali smo utjecaj nezavisnih faktora područja i ekspozicija na zavisne strukturne faktore bukve. Iz priložene tablice vidljivo je da kod faktora područja postoje visokosignifikantne razlike na nivou od 0,1% kod svih strukturnih čimbenika. Najviše vrijednosti strukturnih pokazatelja imamo kod sastojina na području Fužina, zatim kod Zalesine i Tršća.

Signifikantne razlike pokazale su se kod istraživanja utjecaja sjeverne i južne ekspozicije na neke strukturne čimbenike bukve. Razlike nisu značajne jedino kod SSTAB1 i PRKRU. Ostali strukturni čimbenici pokazuju značajne razlike na nivou od 0,1%. Na južnoj ekspoziciji imamo više vrijednosti kod čimbenika DRMAU i VOLKRU, dok na sjevernoj ekspoziciji imamo veće vrijednosti kod BSP3 i BSP10.

Interakcija prisutna je kod svih strukturnih čimbenika bukve s tim da je kod SSTAB1 na nivou od 5%, a kod svih ostalih čimbenika je na nivou od 0,1%. To znači da nezavisni faktori područje i ekspozicija ne djeluju samostalno na stvaranje rezultata kod strukturnih čimbenika bukve nego je njihov utjecaj uzajaman.

Tab. 32. Srednje vrijednosti i značajnost faktora pomlađivanja jele u šumi bukve i jele dobivene analizom varijacije — Mean values and significances of Fir regeneration factors in Beech and Fir forests, obtained by variance analysis

Varijabla Variable	Područje — The area			Ekspozicija — Aspect		Inter- akcija AxB	Prosjeak — Mean
	Zale- sina A ₁	Fužine A ₂	Tršće A ₃	Jug — South B ₁	Sjever — North B ₂		
BPONIK	430***	148***	282***	264	309	xxx	287
BPOD1	49***	31***	165***	115***	48***	xxx	81
BPOD2	30***	14***	56***	46***	21***	x	33
BPOD3	33***	2***	34***	36***	10***	xxx	23
BPMU	180***	12***	312***	238***	98***	xxx	169
UPMU	3301***	359***	7322***	4850***	2471***	xx	3661

Tab. 33. Srednje vrijednosti i značajnost strukturnih čimbenika bukve u šumi bukve i jele dobivene analizom varijacije — Mean values and significances of structural factors of Beech in Beech and Fir forests, obtained by variance analysis

BSP3	19***	26***	16***	17***	24***	xxx	20
BSP10	11***	20***	14***	10***	19***	xxx	15
SSTAB1	26.7***	50.0***	0***	27.5	24.7	x	26.1
DRMAU	4.2***	10.9***	0.4***	6.4***	3.9***	xxx	5.2
PRKRU	264***	344***	123***	251	236	xxx	243
VOLKRU	1363***	2171***	342***	1515***	1070***	xxx	1292

Tab. 34. Srednje vrijednosti i značajnost faktora pomlađivanja bukve u šumi bukve i jele dobivene analizom varijacije — Mean values and significances of Beech regeneration factors in Beech and Fir forests, obtained by variance analysis

BPMU	77***	372***	30***	119***	201***	xxx	160
UPMU	3183***	40658***	4223***	4675***	27367***	xxx	16021

Utjecaj različitih područja i ekspozicija na faktore pomlađivanja bukve u šumi bukve i jele na vapnenoj podlozi — The impact of the various regions and aspects on Beech regeneration factors in Beech and Fir forests on limestone substrate

Rezultati ove analize varijance prikazani su u tablici 34. Iz nje je vidljivo da kod faktora područja postoje visokosignifikantne razlike na nivou od 0,1% između faktora pomlađivanja bukve. Ti čimbenici imaju najveće vrijednosti na području Fužina, zatim u Zalesini te u Tršću.

Unutar različitih ekspozicija vidljivo je da postoje visokosignifikantne razlike na nivou od 0,1% kod faktora pomlađivanja bukve, s tim da na sjevernoj ekspoziciji imamo više srednje vrijednosti nego na južnoj.

Kod svakog od ispitivanih faktora pomlađivanja bukve postoji i interakcija na nivou od 0,1%.

Utjecaj različitih područja i ekspozicija na strukturne čimbenike javora u šumi bukve i jele na vapnenoj podlozi — The impact of the various regions and aspects on structural factors of Maple in Beech and Fir forests on limestone substrate

Neki od rezultata provedene analize varijance prikazani su u tablici 35, gdje je vidljivo da kod svih strukturnih čimbenika javora postoje visokosignifikantne razlike na nivou od 0,1%. Najviše srednje vrijednosti ovih čimbenika su na području Zalesine, zatim u Fužinama i u Tršću.

Kod različitih ekspozicija vidljivo je da kod strukturnih čimbenika BSP3, BSP10 i PRKRU postoje signifikantne razlike na nivou od 1%, kod DRMAU i VOLKRU na nivou od 5%, a kod SSTAB1 ne postoje statistički značajne razlike. Više vrijednosti strukturnih čimbenika javora nalaze se na južnoj ekspoziciji nego na sjevernoj.

Kod većine strukturnih čimbenika postoji interakcija na nivou od 0,1% s tim da je kod BSP10 na nivou od 1%, a kod SSTAB1 ne postoji zajedničko djelovanje područja i ekspozicije.

Utjecaj različitih područja i ekspozicija na faktore pomlađivanja javora u šumi bukve i jele na vapnenoj podlozi — The impact of the various regions and aspects on Maple regeneration factors in Beech and Fir forests on limestone substrate

U tablici 36 prikazani su neki rezultati analize varijance iz kojih možemo uočiti da glavno djelovanje faktor područje pokazuje visokosignifikantne razlike na nivou od 0,1% između svojih jednostavnih djelovanja faktora Zalesina, Fužine i Tršće u svom utjecaju na faktore pomlađivanja javora. Najviše vrijednosti faktora pomlađivanja uočeni su kod šuma na područja Fužina, zatim kod Zalesine te kod Tršća.

Isto kao i različita područja, tako i različite ekspozicije pokazuju visokosignifikantne razlike na nivou od 0,1%. Više vrijednosti su na južnoj nego na sjevernoj ekspoziciji.

Faktori područje i ekspozicija ne djeluju samostalno nego kod stvaranja rezultata postoji interakcija koja je kod BPMU na nivou od 0,1%, a kod UPMU na nivou od 5%.

*Utjecaj različitih područja, geoloških podloga i ekspozicija na ekološke čimbenike u šumama bukve i jele i jele s rebračom —
The impact of the various regions, geological substrate and aspects on ecological factors in Beech and Fir forests, and Fir forests with Hardfern*

U tablici 37 doneseni su neki rezultati analize varijance predstavljeni srednjim vrijednostima svakog od istraživanih ekoloških čimbenika za područje (Zalesina, Fužine), geološku podlogu (silikat, vapnenac), ekspoziciju (jug, sjever), njihov međusobni utjecaj ili interakciju na formiranje rezultata pojedinog ekološkog čimbenika, statistička opravdanost razlike između djelovanja pojedinih faktora (područje, geološka podloga, ekspozicija) te prosječne vrijednosti svakog ekološkog čimbenika.

Od istraživanih ekoloških čimbenika FAVL i BPS5 ne pakožuju statistički značajne razlike unutar područja Zalesine i Fužina. Svi ostali čimbenici pokazuju visokosignifikantne razlike na nivou od 0,1%. Srednje vrijednosti za FAVL, USVJ i BPS25 su više kod šuma na području Zalesine, a vrijednosti HUM, SHUM i pH više su u šumama Fušina.

Svi istraživani ekološki čimbenici pokazuju visokosignifikantne razlike na nivou od 0,1% za rezultate dobivene na geološkim podlogama silikata i vapnenca. Vrijednosti za SHUM, USVJ BPS25 i BPS5 veće su u šumama na silikatu, a vrijednosti FAVL, HUM i pH više su u šumama na vapnenoj podlozi.

Ekološki čimbenici SHUM, pH i BPS25 pokazuju visokosignifikantne razlike na nivou od 0,1% između južne i sjeverne ekspozicije, a rezultat za FAVL pokazuje signifikantne razlike na nivou od 5%. Razlike u vrijednostima za HUM, USVJ i BPS25 nisu signifikantne. Vrijednosti za SHUM, pH i BPS25 veće su na južnoj ekspoziciji, a za FAVL veća je na sjevernoj ekspoziciji.

Statistička značajnost međusobnih utjecaja ili interakcije između pojedinih nezavisnih varijabli ispitivana je u četiri varijante utjecaja (AxB, BxC, CxA, AxBxC). Ona je zabilježena u sve četiri varijante samo kod SHUM. Interakcija nije prisutna kod rezultata za USVJ, a kod preostalih pet ekoloških čimbenika prisutna je u različitim varijantama, što je vidljivo iz priložene tablice.

Utjecaj različitih područja, geoloških podloga i ekspozicija na strukturne čimbenike jele u šumama bukve i jele i jele s rebračom — The impact of the various regions, geological substrate and aspects on structural factors of Fir in Beech and Fir forests, and Fir forests with Hardfern

Rezultati analize varijance strukturnih čimbenika jele na različitim područjima, geološkoj podlozi i ekspoziciji prikazani su u tablici 38.

Tab. 35. Srednje vrijednosti i značajnost strukturnih čimbenika javora u šumi bukve i jele dobivene analizom varijacije — Mean values and significances of structural factors of Maple in Beech and Fir forests, obtained by variance analysis

Varijabla Variabla	Područje — The area			Ekspozicija — Aspect		Inter- akcija AxB	Prosjeck — Mean
	Zalesina A ₁	Fužine A ₂	Tršće A ₃	Jug — South B ₁	Sjever — North B ₂		
DSP3	5.1***	1.3***	0.2***	2.7**	1.7**	xxx	2.2
BSP10	0.5***	0***	0***	0.3**	0.1**	xx	0.2
SSTAB1	28.6***	14.9***	0.0***	15.6	13.4	—	14.5
DRMAU	4.4***	1.7***	0.0***	2.6*	1.6*	xxx	2.1
PRKRU	148***	47***	0.0***	81**	49**	xxx	65
VOLKRU	1135***	379***	0.0***	614*	395*	xxx	505

Tab. 36. Srednje vrijednosti i značajnost faktora pomlađivanja javora u šumi bukve i jele dobivene analizom varijacije — Mean values and significances of Maple regeneration factors in Beech and Fir forests, obtained by variance analysis

BPMU	212***	284***	45***	260***	101***	xxx	181
UPMU	1798***	2909***	2897***	3224***	1845***	x	2534

Unutar područja Zalesina i Fužine ne postoji signifikantna razlika u srednjim vrijednostima, jedino kod DRMAU, a kod VOLKRU ta razlika je značajna na nivou od 5%. Kod svih ostalih istraživanih strukturnih čimbenika te su razlike visokosignifikantne na nivou od 0,1%. Šume na području Zalesine imaju brojčano veće strukturne pokazatelje kod svih istraživanih strukturnih čimbenika, izuzev kod SSTAB1 gdje veća vrijednost pripada šumama na području Fužina.

Strukturni čimbenik BSP10 ne pokazuje značajne razlike unutar različitih geoloških podloga, dok svi ostali čimbenici pokazuju visokosignifikantne razlike na nivou od 0,1%.

Svi istraživani strukturni čimbenici imaju veće vrijednosti na silikatnoj geološkoj podlozi nego na vapnenoj.

Unutar različitih ekspozicija SSTAB1, DRMAU i VOLKRU ne pokazuju statistički značajne razlike. Svi ostali istraživani strukturni čimbenici pokazuju visokosignifikantne razlike na nivou od 0,1%.

Svi statistički značajni strukturni čimbenici jele imaju veće vrijednosti na južnoj nego na sjevernoj ekspoziciji.

Svaki od strukturnih čimbenika podlozan je interakciji u različitim varijantama utjecaja i na različitim nivoima značajnosti, što je vidljivo iz priložene tablice 38.

Tab. 37. Srednje vrijednosti i značajnost ekoloških čimbenika u šumi jele s rebračom
 i šumi bukve i jele dobivene analizom varijacije — Mean values and significances
 of ecological factors in Fir forests with Hardfern, and Beech and Fir forests, obtained
 by variance analysis

Varijabla Variable	Područje The area		Geol. podloga Geol. substrate		Ekspozicija Aspect		Interakcija				Prosjek Mean
	Zalesina A ₁	Fužine A ₂	Silikat B ₁	Vapne- nac Lime- stone B ₂	Jug-S C ₁	Sjever-N C ₂	AxB	BxC	CxA	AxBxC	
FAVL	40.2	35.7	33.8***	42.1***	35.2*	40.7*	—	—	—	xxx	38.0
HUM	25.8***	32.1***	20.2***	37.7***	29.8	28.1	xxx	—	xxx	xxx	29.0
SHUM	1.7***	4.6***	3.8***	2.6***	3.6***	2.8***	xxx	xxx	xxx	xxx	3.2
PH	4.9***	5.7***	4.1***	6.6***	5.4***	5.2***	xxx	xxx	xxx	—	5.3
USVJ	5.1***	3.1***	4.7***	3.5***	4.0	4.1	—	—	—	—	4.1
BPS25	10.5***	5.1***	10.0***	5.6***	8.2	7.4	xxx	—	—	—	7.8
BPS5	0.8	1.1	1.3***	0.6***	1.2***	0.7***	—	xxx	—	xxx	0.9

Tab. 38. Srednje vrijednosti i značajnost strukturnih čimbenika jele u šumi jele s rebračom i šumi bukve i jele dobivene analizom varijacije — Mean values and significances of structural factors of Fir in Fir forests with Hardfern, and Beech and Fir forests, obtained by variance analysis

Varijabla Variable	Područje The area		Geol. podloga Geol. substrate		Ekspozicija Aspect		Interakcija				Prosjek Mean
	Zalesina A ₁	Fužine A ₂	Silikat B ₁	Vapne- nac Lime- stone B ₂	Jug-S C ₁	Sjever-N C ₂	AxB	BxC	CxA	AxBxC	
BSP3	14.6***	7.7***	12.9***	9.4***	14.0***	8.2***	xxx	0	0	xxx	11.1
BSP10	5.4***	2.1***	4.2	3.3	5.8***	1.7***	xx	—	x	x	3.8
SSTAB1	47.8***	56.6***	57.6***	46.7***	51.1	53.2	x	—	xxx	—	52.2
DRMAU	14.9	15.3	19.7***	10.5***	14.8	15.4	—	0	xx	—	15.1
PRKRU	227***	155***	250***	132***	211**	170**	xx	xx	—	xx	191
VOLKRU	1422*	1228*	1681***	969***	1354	1296	—	xx	0	—	1325

Utjecaj različitih područja, geoloških podloga i ekspozicija na faktore pomlađivanja jele u šumama jele s rebračom i jele i bukve — The impact of the various regions, geological substrate and aspects on regeneration factors of Fir in Beech and Fir forests, and Fir forests with Hardfern

Rezultati analize varijance različitih faktora pomlađivanja jele kao zavisne varijable na različitim područjima, geološkim podlogama i ekspozicijama kao nezavisne varijable, donosimo u tablici 39. Iz priložene tablice je vidljivo da unutar područja Zalesina i Fužine postoje visokosignifikantne razlike statistički opravdane na nivou od 0,1% kod svih istraživanih faktora pomlađivanja.

U šumama na području Zalesine kod svih istraživanih faktora pomlađivanja imamo veće srednje vrijednosti nego kod šuma na području Fužina.

Unutar različitih geoloških podloga kao nezavisne varijable faktor pomlađivanja BPOD3 ne pokazuje signifikantne razlike između silikata i vapnenca. Svi ostali faktori pomlađivanja su visokosignifikantno različiti na nivou od 0,1%. Sve srednje vrijednosti faktora pomlađivanja na silikatu su više od isto takvih vrijednosti na vapnencu.

Faktori pomlađivanja BPONIK, BPMU i UPMU ne pokazuju signifikantne razlike unutar različitih ekspozicija, dok faktor BPOD2 pokazuje signifikantne razlike na nivou od 1%, dotle ostali faktori pokazuju visokosignifikantne razlike na nivou od 0,1%. Svi statistički značajni faktori pomlađivanja imaju više vrijednosti na južnim nego na sjevernim ekspozicijama.

Svaki od faktora pomlađivanja je podložan interakciji u različitim varijantama utjecaja i na različitim nivoima, što je vidljivo iz priložene tablice 39.

Utjecaj različitih područja, geoloških podloga i ekspozicija na strukturne čimbenike bukve u šumama jele s rebračom i jele i bukve — The impact of the various regions geological substrate and aspects on structural factors of Beech in Fir forests with Hardfern and Fir and Beech forests

Rezultati analize varijance strukturnih čimbenika bukve na različitim područjima, geološkoj podlozi i ekspoziciji prikazani su u tablici 40.

Unutar područja Zalesina i Fužine kod svih istraživanih strukturnih čimbenika bukve postoje visokosignifikantne razlike na nivou od 0,1%. Vrijednosti strukturnih pokazatelja bukve su više u šumama na području Fužina nego u šumama na području Zalesine.

Unutar različitih geoloških podloga ne postoje značajne razlike kod VOLKRU. Kod BSP3 ta razlika je značajna na nivou od 5%, a kod BSP10 na nivou od 1%. Svi preostali strukturni čimbenici pokazuju visokosignifikantne razlike na nivou od 0,1%.

Vrijednosti strukturnih pokazatelja bukve za BSP3, BSP10 i PRKRU su više u šumi na silikatnoj podlozi, a vrijednosti za SSTAB1 i DRMAU su više u šumi na vapnenoj podlozi.

Tab. 39. Srednje vrijednosti i značajnost faktora pomlađivanja jele u šumi jele s rebračom i šumi bukve i jele dobivene analizom varijacije — Mean values and significances of Fir regeneration factors in Fir forests with Hardfern and Beech and Fir forests, obtained by variance analysis

Varijabla Variable	Područje The area		Geol. podloga Geol. substrate		Ekspozicija Aspect		Interakcija				Prosjek Mean
	Zalesina A ₁	Fužine A ₂	Silikat B ₁	Vapne- nac Lime- stone B ₂	Jug-S C ₁	Sjever-N C ₂	AxB	BxC	CxA	AxBxC	
BPONIK	1000***	436***	1147***	289***	665	771	xxx	—	—	—	718
BPOD1	113***	42***	115***	40***	94***	61***	xxx	—	xxx	—	77
BPOD2	60***	30***	68***	22***	55**	35**	0	—	x	0	45
BPOD3	32***	7***	21	18	26***	11***	—	0	xxx	—	19
BPMU	364***	30***	298***	96***	180	214	xxx	xxx	—	—	197
UPMU	7009***	845***	6024***	1830***	4003	3847	xxx	xx	—	xxx	3927

Tab. 40. Srednje vrijednosti i značajnost strukturalnih čimbenika bukve u šumi jele s rebračom i šumi bukve i jele dobivene analizom varijacije — Mean values and significances of structural factors of Beech in Fir forests with Hardfern, and Beech and Fir forests, obtained by variance analysis

Varijabla Variable	Područje The area		Geol. podloga Geol. substrate		Ekspozicija Aspect		Interakcija				Prosjeak Mean
	Zalesina A ₁	Fužine A ₂	Silikat B ₁	Vapne- nac Lime- stone B ₂	Jug-S C ₁	Sjever-N C ₂	AxB	BxC	CxA	AxBxC	
BSP3	16.6***	32.3***	26.3*	22.5*	22.6*	26.2*	xxx	—	xxx	—	24.4
BSP10	9.7***	25.1***	19.7**	15.3**	15.0***	19.9***	xxx	x	xxx	—	17.5
SSTAB1	14.9***	28.7***	5.2***	38.3***	24.0*	19.4*	xxx	—	—	—	21.8
DRMAU	2.8***	6.4***	1.7***	7.6***	5.7***	3.6***	xxx	xxx	—	—	4.6
PRKRU	269***	445***	410***	304***	370	344	xxx	xxx	xx	—	357
VOLKRU	1314***	2229***	1775	1767	1949***	1593***	—	xxx	—	xxx	1771

Tab. 41. Srednje vrijednosti i značajnost faktora pomlađivanja bukve u šumi jele s rebračom i šumi bukve i jele dobivene analizom varijacije — Mean values and significances of regeneration factors of Beech in Fir forests with Hardfern, and Beech and Fir forests, obtained variance analysis

BFMU	44***	260***	80***	225***	110***	194***	xxx	xxx	xxx	xxx	152
UPMU	2505***	24820***	5404***	21920***	4565***	22760***	xxx	x	xxx	xxx	13662

Unutar južne i sjeverne ekspozicije jedino strukturni pokazatelj PRKRU ne pokazuje značajne razlike. Vrijednosti za BSP3 pokazuju značajne razlike na nivou od 10%, a SSTAB1 na nivou od 5%. Svi ostali strukturni pokazatelji pokazuju značajne razlike na nivou od 0,1%.

Sjeverne ekspozicije imaju veće vrijednosti za strukturne pokazatelje bukve BSP3 i BSP10, dok južne ekspozicije imaju veće vrijednosti kod svih preostalih strukturnih čimbenika.

Svaki od strukturnih čimbenika bukve podložan je međusobnom utjecaju ispitivanih nezavisnih varijabli u različitim varijantama utjecaja i na različitim nivoima značajnosti, što je vidljivo iz priložene tablice 40.

Utjecaj različitih područja, geoloških podloga i ekspozicija na faktore pomlađivanja bukve u šumama jele s rebračom i jele i bukve — The impact of the various regions, geological substrate and aspects on regeneration factors of Beech in Fir forests with Hardfern and Fir and Beech forests

Rezultate analize varijance različitih faktora pomlađivanja bukve kao zavisne varijable na različitim područjima, geološkoj podlozi i ekspozicijama kao nezavisnih varijabli donosimo u tablici 41.

Iz tablice je vidljivo da unutar područja Zalesina i Fužine stoje visokosignifikantne razlike na nivou od 0,1% između čimbenika pomlađivanja. Njihove srednje vrijednosti su veće u šumama na području Fužina nego u šumama na području Zalesine.

Unutar različitih geoloških podloga također postoje visokosignifikantne razlike između faktora pomlađivanja bukve. Njihove srednje vrijednosti veće su u šumama na vapnencu nego u šumama na silikatu.

Različite ekspozicije pokazuju visokosignifikantne razlike u vrijednostima faktora pomlađivanja. Vrijednosti tih faktora su veće na sjevernim nego u južnim ekspozicijama.

Svi faktori pomlađivanja bukve podložni su interakciji nezavisnih faktora u različitim varijantama utjecaja i na različitim nivoima značajnosti, što je vidljivo iz priložene tablice 41.

Utjecaj različitih područja, geoloških podloga i ekspozicija na strukturne čimbenike svih vrsta drveća u šumi jele s rebračom i jele i bukve — The impact of the various regions, geological substrate and aspects on structural factors of all tree species in Fir forests with Hardfern and Fir and Beech forests

U tablici 42 prikazani su neki rezultati analize varijance utjecaja nezavisnih faktora (područje, geološka podloga i ekspozicija) na zavisne (strukturne) čimbenike svih vrsta drveća koje dolaze u prebornim šumama jele i bukve i jele s rebračom.

Unutar dva područja, Zalesina i Fužine, strukturni čimbenik BSP10 pokazuje visokosignifikantne razlike na nivou od 0,1%, dok čimbenik

BSP3 tu razliku pokazuje na nivou značajnosti od 1%. Preostala tri strukturalna čimbenika ne pokazuju statistički značajnu razliku, te pokazane razlike možemo smatrati slučajnim.

Šume na području Fužina pokazuju veće srednje vrijednosti strukturalnih čimbenika od šuma na području Zalesine.

Šume na geološkim podlogama silikata i vapnenca pokazuju statistički značajne razlike kod strukturalnih čimbenika PRKRU, BSP3 i BSP10. Kod prvog čimbenika ta razlika je na nivou značajnosti od 0,1%, kod druga dva ona je na nivou od 1%. Ostali u tablici navedeni strukturalni čimbenici ne pokazuju statistički značajne razlike. Svi istraživani strukturalni čimbenici pokazuju veće srednje vrijednosti u šumama na području silikata od šuma na vapnencu.

Južna i sjeverna ekspozicija pokazuju statistički značajne razlike u strukturalnim čimbenicima PRKRU, VOLKRU i BSP3. Kod prva dva ta je razlika na nivou od 0,1%, a kod trećeg čimbenika ona je na nivou od 5%. Svi strukturalni čimbenici na južnoj ekspoziciji imaju veće srednje vrijednosti od isto takvih na sjevernoj ekspoziciji.

Međusobni utjecaj ili interakcija kod nezavisnih strukturalnih čimbenika prisutan je kod formiranja rezultata svakog istraživanja strukturalnog čimbenika. Kod DRMAU interakcija prisutna je kod utjecaja područja i ekspozicije (CxA) tj. u jednoj varijanti utjecaja, dok je kod VOLKRU prisutna u tri varijante što je vidljivo u tablici 42.

Utjecaj različitih područja, geoloških podloga i ekspozicija na faktore pomlađivanja svih vrsta drveća u šumi jele s rebračom i jele i bukve — The impact of the various regions, geological substrate and aspects on regeneration factors of all tree species in Fir forests with Hardfern and Fir and Beech forests

U tablici 43 donosimo rezultate analize varijance utjecaja nezavisnih faktora područja, geološke podloge i ekspozicije na zavisne varijable faktore pomlađivanja svih vrsta drveća u šumama jele s rebračom i jele i bukve.

Unutar područja Zalesine i Fužina postoje visokosignifikantne razlike na nivou od 0,1% kod svih faktora pomlađivanja, osim kod BPOD2 gdje razlike nisu statistički značajne.

Šume na području Zalesine imaju više srednje vrijednosti statistički značajnih faktora pomlađivanja, izuzev UPMU gdje imamo veću vrijednost kod šuma na području Fužina.

Geološke podloge silikat i vapnenac pokazuju statistički visokosignifikantne razlike na nivou od 0,1% u vrijednostima faktora pomlađivanja. Osim kod BPONIK, svi ostali faktori pomlađivanja pokazuju veće srednje vrijednosti u šumama na području vapnenca nego u šumama na silikatu.

Šume na različitim ekspozicijama pokazuju visokosignifikantne razlike na nivou od 0,1% kod svih faktora pomlađivanja, osim kod BPONIK

Tab. 42. Srednje vrijednosti i značajnost strukturalnih čimbenika svih vrsta drveća u šumi jele i rebrače i šumi bukve i jele dobivene analizom varijacije — Mean values and significances of structural factors of all tree species in Fir forests with Hardfern, and Beech and Fir forests, obtained by variance analysis

Varijabla Variable	Područje The area		Geol. podloga Geol. substrate		Ekspozicija Aspect		Interakcija				Prosjek Mean
	Zalesina A ₁	Fužine A ₂	Silikat B ₁	Vapne- nac Lime- stone B ₂	Jug-S C ₁	Sjever-N C ₂	AxB	BxC	CxA	AxBxC	
BSP3	35.7**	40.6**	41.1**	35.3**	40.3*	36.1*	x	—	xxx	—	38.2
BSP10	16.7***	27.3***	25.1**	18.9*	22.1	22.0	—	xx	xxx	—	22.0
DRMAU	20.8	22.6	22.0	21.4	22.7	20.7	—	—	x	—	21.7
PRKRU	593	624	678***	539***	655***	563***	xxx	—	xxx	x	609
VOLKRU	3439	3655	3549	3544	38.22***	3271***	xx	xx	—	xx	3547

Tab. 43. Srednje vrijednosti i značajnost faktora pomlađivanja svih vrsta drveća u šumi jele i rebrače i šumi bukve i jele dobivene analizom varijacije — Mean values and significances of regeneration factors of all tree species in Beech and Fir forests, and Fir forests with Hardfern, obtained by variance analysis

Varijabla Variable	Područje The area		Geol. podloga Geol. substrate		Ekspozicija Aspect		Interakcija				Prosjek Mean
	Zalesina A ₁	Fužine A ₂	Silikat B ₁	Vapne- nac Lime- stone B ₂	Jug-S C ₁	Sjever-N C ₂	AxB	BxC	CxA	AxBxC	
BPONIK	1391***	654***	1147***	898***	1082	963	—	X	—	X	1022
BPOD1	390***	137***	115***	412***	410***	117***	XX	XXX	XXX	XXX	263
BPOD2	165	174	67***	272***	244***	96***	X	XXX	XX	—	170
BPOD3	71***	31***	21***	82***	77***	27***	XX	XXX	XXX	XXX	52
BPMU	582***	433***	418***	597***	526	489	XXX	XXX	XX	XXX	508
UPMU	12004***	27130***	12558***	26576***	11459***	27676***	XXX	XXX	XXX	XXX	19567

i BPMU gdje su pokazane razlike slučajne. Šume na području južnih ekspoziција imaju veće srednje vrijednosti faktora pomlađivanja od sjevernih s izuzetkom kod UPMU.

Svaki od faktora pomlađivanja podložan je međusobnom utjecaju ispitivanih nezavisnih varijabla i to u različitim varijantama utjecaja i na različitim nivoima značajnosti, što je vidljivo iz priložene tablice 43.

5.4 Rezultati faktorske analize — Results of factor analysis

Faktorska analiza za jelu u šumi jele s rebračom — Factor analysis for Fir in a Fir forest with Hardfern

Na osnovi statističke obrade podataka sa 84 pokusne plohe smještene u šumi jele s rebračom na silikatnoj podlozi, dobili smo osnovne statističke podatke za jelu prikazane u tablici 44. Tablica je obuhvatila 19 različitih varijabli koje predstavljaju ekološke i strukturne čimbenike kao i elemente pomlađivanja. Iz nje je vidljiva sumarna vrijednost svake varijable, njena aritmetička sredina, standardna devijacija, varijanca, relativna pogreška te minimalna i maksimalna vrijednost varijable.

Na osnovi provedene faktorske analize dobili smo faktorsku matricu prikazanu u tablici 45 i tablici 46 koja nam donosi vrijednosti faktorskih varijanca ukupne ekstrahirane varijance i ukupne varijance.

Iz faktorske matrice u tablici 45 uočavamo da 19 istraživanih varijabli, koje se odnose na ekološke i strukturne čimbenike, te elemente pomlađivanja jele na silikatnoj podlozi možemo svrstati u šest faktora. Svi ti faktori objašnjavaju 79,6% ukupne varijance. Svaki nam je faktor predstavljen određenim brojem varijabli koje su u međusobnom srodstvu i koje su u korelaciji s pojedinim faktorima. Oni nam objašnjavaju ulogu i položaj pojedinih varijabli u kontekstu prirodne regeneracije jele. Iz tablice 45 i 46 vidljivo je da je prvi faktor imao najveću vrijednost jer sam objašnjava 3,145 ili 20,8% ukupno objašnjene varijance. Prvi faktor možemo nazvati strukturnim jer obuhvaća pet strukturnih varijabli i jednu ekološku. Strukturni čimbenik BSP3 prva je i najznačajnija varijabla u tom faktoru s koeficijentom 0,893. Uz njega i BSP10, SSTAB1, PRKRU i DRMAU sudjeluju u objašnjenom dijelu varijance prvog faktora. Dvije strukturne varijable (SSTAB1 i DRMAU) imaju negativan predznak, što znači da je njihov utjecaj negativan na istraživanu pojavu.

Drugi faktor predstavlja faktor pomlađivanja u kojem od pet značajnih varijabli četiri predstavljaju elemente pomlađivanja, a jedna ekološki čimbenik. Taj faktor je drugi po značaju, a objašnjava 2,988 ili 19,8% ukupno objašnjene varijance, a varijabla BPOD2 ima visoki faktorski koeficijent (0,927) s drugim faktorom što je stavlja na prvo mjesto u sklopu ostalih varijabli tog faktora.

Treći faktor predstavlja zajednički faktor tri značajna strukturna čimbenika, te sam objašnjava 2,754 ili 18,2% od ukupne objašnjene faktorske varijance. Varijabla VOLKRU ima najveći faktorski koeficijent (0,973) s trećim faktorom, te ima najveće značenje u tom faktoru.

Tab. 44. Šuma jele s rebračom — The Fir and Hardfern community

Vrsta drveća: Jela — Fir
Tree species:

Osnovni statistički podaci — Main statistical data

Varijabla Variable	Suma Sum	Aritm. sredina Mean	Stand. devijacija Standard deviation	Varijanca Variance	Relativna pogreška Relative error bound	Minimalna varijabla Minimum	Maksimalna varijabla Maximum
1 FAVL	2926.5	33.648	17.800	316.84	.57785—05	6.8800	99.990
2 HUM	1793.5	21.352	12.857	165.31	.47452—05	7.1500	95.670
3 SHUM	306.40	3.6476	1.7735	3.1452	.66106—05	.60000	9.0000
4 PH	339.63	4.0432	.17452	.30458—01	.68116—03	3.5000	4.5000
5 USVJ	427.04	5.0838	4.1681	17.373	.31363—05	1.2380	27.625
6 BPS25	862.00	10.262	6.2674	39.280	.46478—05	2.0000	27.000
7 BPS5	101.00	1.2024	1.3952	1.9465	.21926—05	.00000	6.0000
8 BSP3	1115.0	13.274	9.5808	91.792	.36833—05	3.0000	49.000
9 BSP10	394.00	4.6905	7.1203	50.698	.18014—05	.00000	33.000
10 SSTAB1	4791.0	57.036	11.839	140.16	.30654—04	32.000	83.000
11 BPONIK	9392.0	1118.1	824.19	.67929+06	.35830—05	80.000	3850.0
12 BPOD1	9510.0	113.21	124.85	15588.	.22933—05	.00000	640.00
13 BPOD2	5570.0	66.310	75.407	5686.2	.22313—05	.00000	370.00
14 BPOD3	1740.0	20.714	32.219	1038.0	.17753—05	.00000	210.00
15 DRMAU	1619.3	19.277	9.7518	95.098	.62017—05	1.9700	49.770
16 PRKRU	20873.	248.49	113.48	12877.	.73260—05	69.590	617.06
17 VOLKRU	.13862+06	1650.3	711.17	.50576+06	.80731—05	381.79	3568.7
18 BPMU	26571.	316.32	378.19	.14303+06	.21379—05	.00000	1639.0
19 UPMU	56137+06	6683.0	8829.3	.77957+08	.19774—05	.00000	40483.

Matić S.: Utjecaj ekoloških i strukturnih čimbenica na prirodno pomlađivanje prebornih šuma jele i bukve u Gorskom Kotaru. Glasnik za šum. pokuse 21:223—400, 1983.

Tab. 45. Šuma jele s rebračom — The Fir and Hardfern community

Vrsta drveća: Jela — Fir
Tree species:

Faktorska matrica — Factor matrix

Varijable Variable	Faktori — Factors					
	1	2	3	4	5	6
FAVL					0.603	
HUM					0.755	
SHUM				—0.667		—0.309
PH						—0.713
USVJ				0.302	0.816	
BPS25	0.701			0.328		
BPS5		0.336		—0.642		
BSP3	0.893					
BSP10	0.800				0.364	
SSTAB	—0.722					—0.328
BPONIK						0.827
BPOD1		0.907				
BPOD2		0.927				
BPOD3		0.876				
DRMAU	—0.309		0.902			
PRKRU	0.562		0.758			
VOLKRU			0.973	0.780		
BPMU		0.313		0.780		
UPMU					0.301	

Tab. 46. Šuma jele s rebračom — The Fir and Hardfern community

Vrsta drveća: Jela — Fir
Tree species:

Broj faktora Number factors	Faktorske varijance Factor variance	% od faktorske varijance Percentage of factor variance	% od ukupne varijance Percentage of total variance
1	3.145	20.8	16.6
2	2.988	19.8	15.7
3	2.754	18.2	14.5
4	2.454	16.2	12.9
5	2.172	14.4	11.4
6	1.515	10.7	8.5
Ukupno Total	15.128	100.0	79.6
Ukupna varijanca = 19.00 Total variance			

Četvrti faktor koji predstavlja kombinaciju elemenata pomlađivanja i ekoloških čimbenika objašnjava 2,454 ili 16,2% od ukupne objašnjene faktorske varijance. Dvije varijable elemenata pomlađivanja (BPMU i UPMU) imaju najviši i jednak faktorski koeficijent (0,780) s četvrtim faktorom, te mu daju svoje obilježje. Ostale četiri značajne varijable su ekološke te daju svoje obilježje tom faktoru. Dvije od njih (SHUM i BPS5) imaju negativan predznak, a prema tome i negativan utjecaj.

Peti faktor ima ekološko obilježje u kojem su od pet značajnih varijabli tri ekološke, jedna strukturna i jedna element pomlađivanja. Taj faktor objašnjava 2,172 ili 14,4% od ukupne objašnjene faktorske varijance. Ekološka varijabla USVJ ima najviši faktorski koeficijent (0,816) u tom faktoru te mu daje i ekološko obilježje.

Šesti faktor nosi obilježje zajedničkog faktora elemenata pomlađivanja, ekoloških i strukturnih čimbenika. On objašnjava 1,615 ili 10,7% od ukupne objašnjene faktorske varijance. Varijabla BPONIK ima najveći faktorski koeficijent (0,827) a ostale tri značajne varijable (pH, SSTAB1 i SHUM) imaju negativan predznak i utjecaj.

Promatrajući šest faktora u tablici 45 uočavamo da faktori jedan i tri nose strukturno obilježje, te zajednički objašnjavaju 5,899 ili 39,0% od ukupne objašnjene varijance.

Faktori dva, četiri i šest nose obilježje elemenata pomlađivanja te zajednički objašnjavaju 7,057 ili 46,7% od ukupne objašnjene varijance.

Faktor pet ima ekološko obilježje te objašnjava 2,172 ili 11,4% od ukupne objašnjene varijance.

Svih šest faktora sa svojim značajnim varijablama objašnjavaju 15,128 ili 79,6% od ukupne objašnjene varijance. Ukupna varijanca ima vrijednost 19,000.

Faktorska analiza za smreku u šumi jele s rebračom — Factor analysis for Spruce in a Fir forest with Hardfern

Kao rezultat statističke obrade podataka s 44 pokusne plohe u šumi jele s rebračom za smreku dobili smo osnovne statističke podatke prikazane u tablici 47.

U tablici 48 i 49 donosimo faktorsku matricu i vrijednosti faktorskih varijanci kao i ukupnu varijancu.

Iz faktorske matrice uočavamo da je nakon provedene faktorske analize ekstrahirano pet faktora koji objašnjavaju 80,2% ukupne varijance.

Prvi faktor u faktorskoj matrici najvažniji je, jer objašnjava 3,585 ili 29,8% od ukupne objašnjene varijance. Sastavljen je od sedam varijabli koje su u međusobnom srodstvu gledajući kompleks prirodne regeneracije smreke kao rezultat djelovanja ekoloških i strukturnih čimbenika i elemenata pomlađivanja, a koji su u ovom slučaju izraženi u 15 istraživanih varijabli.

U prvom faktoru četiri strukturne varijable (BSP10, BSP3, PRKRU i VOLKRU) imaju visoke faktorske koeficijente s prvim faktorom, a tri ekološke varijable (BPS25, SHUM i FAVL) imaju nešto niže faktorske koeficijente. Strukturna varijabla BSP10 ima najveći faktorski koeficijent (0,957). S obzirom na to ovaj faktor predstavlja strukturni faktor u kojem

Tab. 47. Šuma jele s rebračom — The Fir and Hardfern community

Vrsta drveća: Smreka — Spruce
Tree species:

Osnovni statistički podaci — Main statistical data

Varijabla Variable	Suma Sum	Aritm. sredina Mean	Stand. devijacija Standard deviation	Varijanca Variance	Relativna pogreška Relative error bound	Minimalna varijabla Minimum	Maksimalna varijabla Maximum
1 FAVL	1635.6	37.172	21.117	445.92	.27346—05	6.8800	99.990
2 HUM	1166.2	20.505	15.778	248.95	.25488—05	7.1500	95.670
3 SHUM	111.00	2.5227	1.6326	2.6655	.22575—05	.60000	9.0000
4 PH	175.40	3.9864	.19180	.36788—01	.29046—03	3.5000	4.5000
5 USVJ	289.75	6.1307	5.1640	26.667	.16012—05	1.2380	27.625
6 BPS25	623.00	14.159	5.5487	30.788	.50243—05	4.0000	27.000
7 BPS5	46.000	1.0455	1.5395	2.3700	.96505—06	.00000	6.0000
8 BSP3	186.00	4.2273	6.4479	41.575	.94402—06	.00000	34.000
9 BSP10	124.00	2.8182	4.7607	22.664	.89076—06	.00000	22.000
10 SSTAB1	639.00	14.523	22.268	495.88	.94100—06	.00000	64.000
11 DRMAU	68.900	1.5659	2.3808	5.6680	.94589—06	.00000	8.0700
12 PRKRU	1746.9	39.703	57.907	3353.2	.97103—06	.00000	315.72
13 VOLKRU	8936.8	203.11	279.83	78304.	.10091—05	.00000	1320.2
14 BPMU	3653.0	83.136	83.757	7015.2	.13166—05	2.0000	320.00
15 UPMU	.10480+06	2381.9	3120.7	.97385+07	.10463—05	48.000	17348.

Tab. 48. Šuma jele s rebračom — The Fir and Hardfern community

Vrsta drveća: Smreka — Spruce
Tree species:

Faktorska matrica — Factor matrix

Varijable Variable	Faktori — Factors				
	1	2	3	4	5
FAVL	0.451			0.437	—0.575
HUM			0.680		
SHUM	0.522			0.425	
PH				0.314	0.728
USVJ		0.339	0.706		—0.381
BPS25	0.537		—0.352		
BPS5				0.867	
BSP3	0.940				
BSP10	0.957				
SSTAB1		0.930			
DRMAU		0.955			
PRKRU	0.767	0.585			
VOLKRU	0.553	0.803			
BPMU			0.861		
UPMU			0.829		

Tab. 49. Šuma jele s rebračom — The Fir and Hardfern community

Vrsta drveća: Smreka — Spruce
Tree species:

Broj faktora Number factors	Faktorske varijance Factor variance	% od faktorske varijance Percentage of factor variance	% od ukupne varijance Percentage of total variance
1	3.585	29.8	23.9
2	3.095	25.7	20.6
3	2.723	22.6	18.2
4	1.316	10.9	8.8
5	1.306	10.9	8.7
Ukupno Total	12.024	100.0	80.2
Ukupna varijanica = 15.00 Total variance			

uz strukturne varijable znatan utjecaj imaju i ekološke varijable. Sve značajne faktorske varijable u prvom faktoru imaju pozitivan predznak, tj. pozitivan utjecaj.

Drugi faktor sastavljen je od pet varijabli od kojih su četiri strukturne (DRMAU, SSTAB1, VOLKRÜ i PRKRÜ) i jedna ekološka (USVJ). Strukturna varijabla DRMAU ima najveći faktorski koeficijent (0,955). S obzirom na to ovaj faktor nosi strukturno obilježje. On objašnjava 3,095 ili 25,7% od ukupne objašnjene varijance. Sve značajne varijable u drugom faktoru imaju pozitivan predznak.

Treći faktor nosi obilježje elemenata pomlađivanja, a sastavljen je od pet varijabli koje su u međusobnoj vezi. Prve dvije varijable predstavljaju elemente pomlađivanja (BPMU i UPMU), a ostale tri su ekološke varijable (USVJ, BPS25 i HUM). Varijabla BPMU ima najveći faktorski koeficijent. Ovaj faktor objašnjava 2,723 ili 22,6% od ukupne objašnjene varijance. Ekološka varijabla BPS25 ima negativan predznak, tj. negativan utjecaj.

Četvrti faktor nosi ekološko obilježje jer je sastavljen od četiri ekološke varijable (BPS5, FAVL, SHUM i pH). Ekološki faktor BPS5 ima najveći faktorski koeficijent (0,867). Taj faktor objašnjava 1,316 ili 10,9% od ukupne objašnjene varijance, a sve značajne varijable imaju pozitivan predznak.

Peti faktor nosi ekološko obilježje jer je sastavljen od tri ekološke varijable (pH, FAVL i USVJ). Ekološki faktor ima najveći faktorski koeficijent (0,728). Ovaj faktor objašnjava 1,306 ili 10,9 od ukupne objašnjene varijance. Sve značajne varijable, osim pH u ovom faktoru, imaju negativan predznak.

Promatrajući pet navedenih faktora u faktorskoj matrici, a uzimajući u obzir značajne faktorske varijable i njihove koeficijente, odnosno korelacije s pojedinim faktorom, uočavamo da nam faktori jedan i dva predstavljaju strukturne faktore, te zajedno objašnjavaju 6,780 ili 55,5% ukupno objašnjene faktorske varijance. Četvrti i peti faktori su ekološki s 2,622 ili 21,8% objašnjene varijance. Treći faktor predstavlja faktor elemenata pomlađivanja te objašnjava 2,723 ili 22,6% od ukupno objašnjene varijance.

Svih pet faktora sa svojim značajnim varijablama objašnjavaju 12,024 ili 80,2% od ukupne varijance koja iznosi 15,000.

Faktorska analiza za bukvu u šumi jele s rebračom — Factor analysis for Beech in a Fir forest with Hardfern

U tablici 50 prikazali smo osnovne statističke podatke za bukvu u šumi jele s rebračom dobivene sa 84 pokusne plohe, a koji su poslužili kao osnovni statistički podaci za faktorsku analizu.

U tablici 51 prikazana je faktorska matrica s pet ekstrahiranih faktora a u tablici 52 vrijednosti faktorske varijance i ukupne varijance.

Pet ekstrahiranih faktora u faktorskoj matrici objašnjavaju 77,4% od ukupne varijance.

Prvi i najznačajniji faktor sastoji se od osam značajnih varijabli od kojih su četiri strukturne (PRKRÜ, BSP3, BSP10 i VOLKRÜ), dvije eko-

Tab. 50. Šuma jele s rebračom — The Fir and Hardfern community

Vrsta drveća: Bukva — Beech
Tree species:

Osnovni statistički podaci — Main statistical data

Varijabla Variable	Suma Sum	Aritm. sredina Mean	Stand. devijacija Standard deviation	Varijanca Variance	Relativna pogreška Relative error bound	Minimalna varijabla Minimum	Maksimalna varijabla Maximum
1 FAVL	2826.5	33.648	17.800	316.84	.57785—05	6.8800	99.990
2 HUM	1793.5	21.352	12.857	165.31	.47452—05	7.1500	95.670
3 SHUM	306.40	3.6476	1.7735	3.1452	.66106—05	.60000	9.0000
4 PH	339.63	4.0432	.17452	.30458—01	.68116—03	3.5000	4.5000
5 USVJ	427.04	5.0838	4.1681	17.373	.31363—05	1.2380	27.625
6 BPS25	862.00	10.262	6.2674	39.280	.46478—05	2.0000	27.000
7 BPS5	101.00	1.2024	1.3952	1.9465	.21926—05	.00000	6.0000
6 BSP3	2133.0	25.393	17.471	305.23	.39278—05	1.0000	72.000
9 BSP10	1590.0	18.929	16.238	263.68	.29730—05	.00000	66.000
10 SSTAB1	488.00	5.8095	14.891	221.75	.14445—05	.00000	55.000
11 DRMAU	138.33	1.6468	1.5191	2.3076	.27404—05	.00000	8.0400
12 PRKRU	33396.	397.57	216.69	46954.	.55161—05	6.1100	893.69
13 VOLKRU	.14508+06	1727.2	945.45	.89388+06	.54794—05	10.200	4494.5
14 BPMU	6382.0	75.976	106.42	11325.	.18974—05	.00000	473.00
15 UPMU	.43671+06	5199.0	5593.7	.31289+08	.23460—05	.00000	21720.

loške (SHUM i HUM), a dvije predstavljaju elemente pomlađivanja (UPMU i BPMU). Sve navedene varijante objašnjavaju 3,983 ili 34,4% varijance s tim da strukturna varijabla PRKRU ima najveći faktorski koeficijent (0,897).

Imajući u vidu značajne varijable i njihove faktorske koeficijente ovaj faktor predstavlja strukturni faktor u kojem uz strukturne varijable djelomično u objašnjavanju varijance sudjeluju ekološke varijable i varijable elemenata pomlađivanja. Sve navedene značajne varijable imaju pozitivan predznak, osim ekološke varijable HUM koja ima negativan predznak i utjecaj.

Drugi faktor je sastavljen od šest varijabli od kojih dvije pripadaju elementima pomlađivanja (BPMU i UPMU), dvije ekološkim (BPS25 i FAVL), a dvije strukturnim varijablama (BSP10 i BSP3). Varijabla BPMU, koja pripada elementima pomlađivanja, ima najveći faktorski koeficijent (0,788) te ovaj faktor možemo svrstati među faktore elemenata pomlađivanja. U tom faktoru, uz elemente pomlađivanja, znatno sudjeluju u objašnjavanju varijance ekološke i strukturne varijable. Sve navedene varijable objašnjavaju 2,284 ili 19,7% od ukupne objašnjene faktorske varijance. Sve varijable u ovom faktoru imaju pozitivan predznak, osim ekološke varijable BPS25 i FAVL koje su negativne.

Treći faktor nosi obilježje strukturnog faktora jer je sastavljen od četiri varijable od kojih su tri strukturne (DRMAU, SSTAB1 i VOLKRU), a jedna predstavlja ekološku varijablu (pH). Strukturna varijabla DRMAU ima najveći faktorski koeficijent (0,896), pa prema tome i najjači utjecaj u tom faktoru. Sve varijable objašnjavaju 2,143 ili 18,5% ukupne objašnjene varijance, a imaju pozitivan predznak i utjecaj.

Četvrti faktor nosi obilježje ekološkog faktora, jer je sastavljen od tri ekološke varijable (USVJ, HUM i FAVL). Ekološka varijabla USVJ ima najveći faktorski koeficijent (0,821). Ovaj faktor objašnjava 1,991 ili 17,1% ekstrahirane varijance. Sve varijable u četvrtom faktoru nose pozitivan predznak.

Peti faktor sastavljen je od samo dvije ekološke varijable (BPS5 i pH) pa prema tome i nosi ekološko obilježje. Varijabla BPS5 ima najveći faktorski koeficijent (0,854). Ovaj faktor objašnjava 1,211 ili 10,4% ekstrahirane ili ukupno objašnjene varijance. Obadvije varijable nose pozitivan predznak i imaju pozitivan utjecaj.

Promatrajući pet ekstrahiranih faktora u navedenoj faktorskoj matrici, te uzimajući u obzir njihova obilježja ovisno o tome koje su varijable najviše zastupljene u faktoru i koje imaju najveće faktorske koeficijente, možemo zaključiti da nam prvi i treći faktor predstavljaju strukturne faktore. Oni zajedno objašnjavaju 6,126 ili 52,8% od ukupne objašnjene varijance.

Drugi faktor nosi obilježje elemenata pomlađivanja, a objašnjava 2,284 ili 19,7% od ukupne objašnjene varijance.

Četvrti i peti faktor predstavljaju ekološke faktore, a zajedno objašnjavaju 3,202 ili 27,5% ukupno objašnjene varijance.

Svih pet faktora zajedno objašnjavaju 11,612 ili 77,4% od ukupne varijance koja iznosi 15,000.

Tab. 51. Šuma jele s rebračom — The Fir and Hardfern community

Vrsta drveća: Bukva.— Beech
Tree species:

Faktorska matrica — Factor matrix

Varijable Variable	Faktori — Factors				
	1	2	3	4	5
FAVL		-0.360		0.644	
HUM	-0.304			0.785	
SHUM	0.680				
PH			0.363		0.535
USVJ				0.821	
BPS25		-0.688			
BPS5					0.854
BSP3	0.877	0.356			
BSP10	0.811	0.440			
SSTAB1			0.852		
DRMAU			0.896		
PRKRU	0.879				
VOLKRU	0.778		0.469		
BPMU	0.405	0.788			
UPMU	0.504	0.771			

Tab. 52. Šuma jele s rebračom — The Fir and Hardfern community

Vrsta drveća: Bukva — Beech
Tree species:

Broj faktora Number factors	Faktorske varijance Factor variance	% od faktorske varijance Percentage of factor variance	% od ukupne varijance Percentage of total variance
1	3.983	34.3	26.6
2	2.284	19.7	15.2
3	2.143	18.5	14.3
4	1.991	17.1	13.3
5	1.211	10.4	8.1
Ukupno Total	11.612	100.0	77.4

Ukupna varijanca = 15.00
Total variance

*Faktorska analiza za sve vrste drveća (jela, smreka, bukva)
u šumi jele s rebračom — Factor analysis for all tree species
(Fir, Spruce, Beech) in a Fir forest with Hardfern*

U tablici 53 prikazali smo osnovne statističke podatke za sve vrste drveća koje smo istraživali u šumi jele s rebračom. Podatke smo dobili sa 84 pokusne plohe, a poslužile su kao osnovni podaci u faktorskoj analizi.

U tablici 54 donosimo faktorsku matricu sa šest ekstrahiranih faktora, a u tablici 55 donosimo izračunate vrijednosti faktorske i ukupne varijance.

Šest ekstrahiranih faktora objašnjavaju 76,6% ukupne varijance.

Prvi faktor koji ima najveće značenje sastavljen je od sedam varijabli od kojih su četiri strukturne (BSP3, PRKRU, BSP10 i VOLKRU), dvije ekološke (SHUM i pH), a jedna pripada elementima pomlađivanja (BPMU).

Strukturna varijabla BSP3 ima najveći faktorski koeficijent (0,931), te zajedno s ostale tri strukturne varijable daje obilježje prvom faktoru. Prvi faktor objašnjava 3,724 ili 25,6% od ukupno objašnjene varijance. Sve značajne varijable u prvom faktoru imaju pozitivan predznak, osim BPMU koji ima negativan predznak i utjecaj.

Drugi faktor sastavljen je od pet varijabli od kojih četiri pripadaju elementima pomlađivanja (BPOD1, BPOD2, BPOD3 i BPMU), a peta pripada ekološkim čimbenicima (BPS5). Element pomlađivanja BPOD1 ima najveći faktorski koeficijent (0,924), te zajedno s ostalim srodnim varijablama daje tom faktoru karakteristiku i obilježje pomlađivanja.

Drugi faktor objašnjava 3,023 ili 20,8% ekstrahirane ili objašnjene varijance. Sve navedene značajne varijable u drugom faktoru imaju pozitivan predznak.

Treći faktor je sastavljen od pet značajnih varijabli od kojih tri nose ekološko (USVJ, HUM, FAVL), a dvije strukturno (SSTAB1 i VOLKRU) obilježje. Ekološka varijabla USVJ ima najveći faktorski koeficijent u trećem faktoru, te zajedno s ostalim ekološkim varijablama daje obilježje tom faktoru. Ovaj faktor objašnjava 2,160 ili 14,8% ukupno objašnjene varijance. Sve značajne varijable imaju pozitivan predznak, osim strukturne varijable VOLKRU koja ima negativan predznak i negativan utjecaj.

Četvrti faktor ima u svom sastavu pet varijabli, od kojih tri pripadaju elementima pomlađivanja (UPMU, BPMU i BPONIK), a dvije ekološkim čimbenicima (BPS5 i BPS25). Varijabla elemenata pomlađivanja UPMU ima najveći faktorski koeficijent (0,820) te zajedno s ostalim varijablama pomlađivanja daje tom faktoru obilježje. Ovaj faktor objašnjava 2,081 ili 14,3% od ukupno objašnjene varijance. Varijable BPONIK i BPS5 imaju negativan predznak, a ostale tri varijable su pozitivne.

Peti faktor sastavljen je od pet varijabli, od kojih četiri nose strukturno obilježje (DRMAU, VOLKRU, SSTAB1 i BSP10), jedna ekološko obilježje (pH). Strukturna varijabla DRMAU ima najveći faktorski koeficijent (0,763) te daje strukturno obilježje petom faktoru.

Peti faktor objašnjava 1,821 ili 12,5% od ukupno objašnjene varijance. Strukturna varijabla BSP10 ima negativan predznak i negativan utjecaj, a ostale značajne varijable imaju pozitivan predznak.

Tab. 53. Šuma jele s rebračom — The Fir and Hardfern community

Vrsta drveća: Jela, smreka, bukva
Tree species: Fir, Spruce, Beech

Osnovni statistički podaci — Main statistical data

Varijabla Variable	Suma Sum	Aritm. sredina Mean	Stand. devijacija Standard deviation	Varijanca Variance	Relativna pogreška Relative error bound	Minimalna varijabla Minimum	Maksimalna varijabla Maximum
1 FAVL	2826.5	33.648	17.800	316.84	.57785—05	6.8800	99.990
2 HUM	1793.5	21.352	12.857	165.31	.47452—05	7.1500	95.670
3 SHUM	306.40	3.6476	1.7735	3.1452	.66106—05	.60000	9.0000
4 PH	339.63	4.0432	.17452	.30458—01	.68116—03	3.5000	4.5000
5 USVJ	427.04	5.0838	4.1681	17.373	.31363—05	1.2380	27.625
6 BPS25	862.00	10.262	6.2674	39.280	.46478—05	2.0000	27.000
7 BPS5	101.00	1.2024	1.3952	1.9465	.21926—05	.00000	6.0000
8 BSP3	3437.0	40.917	16.993	288.78	.85958—05	7.0000	99.000
9 BSP10	2108.0	25.095	16.347	267.22	.42372—05	.00000	69.000
10 SSTAB1	5918.0	70.452	22.894	524.13	.13248—04	36.000	125.00
11 BPONIK	93920.	1118.1	824.19	.67929+06	.35830—05	80.000	3850.0
12 BPOD1	9510.0	113.21	124.85	15588.	.22933—05	.00000	640.00
13 BPOD2	5570.0	66.310	75.407	5686.2	.22313—05	.00000	370.00
14 BPOD3	1740.0	20.714	32.219	1038.0	.17753—05	.00000	210.00
15 DRMAU	1827.3	21.753	9.2642	85.825	.32363—05	4.3800	50.540
16 PRKRU	56135.	668.27	200.38	40153.	.15341—04	222.47	1360.2
17 VOLKRU	.29334+06	3492.1	961.31	.92411+06	.17969—04	1585.3	6983.4
18 BPMU	36626.	436.02	388.36	.15082+06	.28485—05	13.000	1678.0
19 UPMU	.11033+07	13135.	9085.1	.82540+08	.38996—05	1170.0	43603.

Tab. 54. Šuma jela s rebračom — The Fir and Hardfern community

Vrsta drveća: Jela, smreka, bukva
Tree species: Fir, Spruce, Beech

Faktorska matrica — Factor matrix

Varijable Variable	Faktori — Factors					
	1	2	3	4	5	6
FAVL			0.720			
HUM			0.731			
SHUM	0.685					
PH	0.352					
USVJ			0.760	0.303	0.433	—0.456
BPS25				—0.581		0.773
BPS5		0.360				
BSP3	0.931					
BSP10	0.798				0.372	
SSTAB1			0.328		0.525	
BPONIK				—0.320		0.751
BPOD1		0.924				
BPOD2		0.922				
BPOD3		0.871				
DRMAU					0.763	
PRKRU	0.908					
VOKRU	0.661		—0.303		0.564	
BPMU	—0.302	0.387		0.708		
UPMU				0.820		

Tab. 55. Šuma jela s rebračom — The Fir and Hardfern community

Vrsta drveća: Jela, smreka, bukva
Tree species: Fir, Spruce, Beech

Broj faktora Number factors	Faktorske varijance Factors variance	% od faktorske varijance Percentage of factor variance	% od ukupne varijance Percentage of total variance
1	3.723	25.6	19.6
2	3.023	20.8	15.9
3	2.160	14.8	11.4
4	2.081	14.3	11.0
5	1.820	12.5	9.6
6	1.742	12.0	9.2
Ukupno Total	14.549	100.0	76.6

Ukupna varijacija = 19.00
Total varianca

Šesti faktor sastavljen je od tri značajne varijable od kojih su dvije ekološke (BPS25 i pH), a jedna pripada elementima pomlađivanja (BPO-NIK). Ekološka varijabla BSP25 ima najveći faktorski koeficijent (0,773) od svih ostalih značajnih varijabala, te daje ekološko obilježje tom faktoru. Ovaj faktor objašnjava 1,742 ili 12% od ukupne objašnjene varijance. Varijabla pH ima negativan predznak i utjecaj, a ostale dvije varijable imaju pozitivan predznak.

Analizirajući šest ekstrahiranih faktora u faktorskoj matrici možemo zaključiti da nam prvi i peti faktor imaju strukturno obilježje, te zajedno objašnjavaju 5,544 ili 38,1% od ukupno objašnjene varijance.

Drugi i četvrti faktor imaju obilježje elemenata pomlađivanja, te zajedno objašnjavaju 5,104 ili 35,1% od ukupno objašnjene varijance.

Treći i šesti faktor nose ekološko obilježje, te zajedno objašnjavaju 3,902 ili 26,8% od ukupno objašnjene varijance.

Svih šest faktora objašnjavaju 14,549 ili 76,6% od ukupne varijance koja iznosi 19,000 ili 100%.

Faktorska analiza za jelu u šumi bukve i jele — Factor analysis for Fir in a Beech and Fir forest

Na osnovi statističke obrade podataka snimljenih varijabli za jelu na 120 pokusnih ploha u šumi bukve i jele dobili smo tablicu osnovnih statističkih podataka (tab. 56) koji su nam poslužili kao osnova za provedbu faktorske analize za jelu. Kao jedan od rezultata faktorske analize imamo faktorsku matricu prikazanu u tablici 57 sa pet ekstrahiranih faktora, a u tablici 58 donosimo izračunate vrijednosti objašnjene faktorske varijance i ukupne varijance.

Iz tablice 58 vidljivo je da pet ekstrahiranih faktora objašnjava 75,5% varijance.

Prvi faktor u faktorskoj matrici sastavljen je od 10 varijabli od kojih tri predstavljaju strukturne varijable (BSP3, BSP10 i PRKRU), pet varijabli predstavljaju elemente pomlađivanja (BPOD2, BPOD1, BPMU, UPMU i BPOD3) a dvije varijable su ekološke (USVJ i BPS5). Strukturna varijabla BSP3 ima najveći faktorski koeficijent (0,896), a iza nje slijedi strukturna varijabla BSP10 s koeficijentom 0,892. S obzirom na to ovaj faktor svrstavamo u strukturni faktor, iako moramo voditi računa o tome da su u njemu značajno prisutne i varijable elemenata pomlađivanja kao i ekološke varijable. S obzirom na veći broj varijabli u ovom faktoru i objašnjeni dio varijance koju on objašnjava (5,953 ili 41,5%) nije ni čudo što je on najznačajniji faktor u faktorskoj matrici. Sve značajne varijable u ovom faktoru imaju pozitivan predznak i utjecaj.

Drugi faktor sadrži četiri značajne varijable koje pripadaju strukturnim čimbenicima (VOLKRU, DRMAU, SSTAB1 i PRKRU). Ovaj faktor nosi obilježje strukturnog faktora, a varijabla VOLKRU ima najveći faktorski koeficijent (0,972). Faktor objašnjava 2,900 ili 20,2% od ukupne objašnjene varijance. Sve značajne strukturne varijable imaju pozitivan predznak i utjecaj.

Tab. 56. Šuma bukve i jele — The Beech and Fir community

Vrsta drveća: Jela — Fir
Tree species:

Osnovni statistički podaci — Main statistical data

Varijabla Variable	Suma Sum	Aritm. sredina Mean	Stand. devijacija Standard deviation	Varijanca Variance	Relativna pogreška Relative error bound	Minimalna varijabla Minimum	Maksimalna varijabla Maximum
1 FAVL	4885.4	40.711	15.905	252.98	.13602—04	4.0400	99.990
2 HUM	4293.9	35.783	15.608	243.59	.11266—04	14.880	99.990
3 SHUM	243.00	2.0250	2.1333	4.5510	.34129—05	.00000	8.5000
4 PH	779.97	6.4997	.74137	.54962	.14039—03	5.1000	7.7000
5 USVJ	736.21	6.1351	5.2557	27.622	.42452—05	.85900	31.993
6 BPS25	869.00	7.2417	3.9874	15.899	.77357—05	.00000	19.000
7 BPS5	160.00	1.3333	1.6157	2.6106	.30160—05	.00000	7.0000
8 BSP3	1887.0	15.725	14.836	220.10	.38139—05	.00000	74.000
9 BSP10	961.00	8.0083	11.275	127.12	.26979—05	.00000	52.000
10 SSTAB1	5444.0	45.367	18.183	330.60	.13014—04	.00000	90.000
11 BPONIK	34410.	286.75	234.09	54800.	.44937—05	10.000	1270.0
12 BPOD1	9790.0	81.583	98.663	9734.4	.30210—05	.00000	380.00
13 BPOD2	3970.0	33.063	30.837	950.92	.38636—05	.00000	150.00
14 BPOD3	2780.0	23.167	32.071	1028.5	.27290—05	.00000	170.00
15 DRMAU	1238.3	10.319	6.9240	47.942	.57930—05	.00000	29.850
16 PRKRU	19597.	163.31	97.382	9483.2	.68591—05	.00000	469.56
17 VOLKRU	.11919+06	993.22	609.19	.37111+06	.65813—05	.00000	2746.1
18 BPMU	20137.	167.81	192.58	37087.	.31573—05	.00000	1057.0
19 UPMU	.43927+06	3660.5	4144.5	.17177+06	.31948—05	.00000	17916.

Treći faktor sadrži pet značajnih varijabli od kojih tri pripadaju ekološkim (pH, SHUM i HUM) a dvije elementima pomlađivanja (BPONIK i BPOD3). Faktor nosi ekološko obilježje, iako i dva elementa pomlađivanja nisu beznačajna kod objašnjavanja varijance tog faktora. Ekološki čimbenik pH ima najveći faktorski koeficijent (0,855) u tom faktoru. Faktor objašnjava 2,875 ili 20,0% ukupno objašnjene varijance. Sve značajne ekološke varijable imaju pozitivan predznak, a sve značajne varijable elemenata pomlađivanja imaju negativan predznak i utjecaj.

Četvrti faktor sadrži četiri značajne varijable od koje tri pripadaju ekološkim (BPS25, USVJ i BPS5) a jedna elementima pomlađivanja (BPONIK). Ekološka varijabla BPS25 ima najveći faktorski koeficijent (0,800), te ona s ostale dvije varijable daje ekološko obilježje ovom faktoru. Ovaj faktor objašnjava 1,322 ili 9,2% od ukupno objašnjene varijance. Sve tri značajne ekološke varijable imaju pozitivan predznak, a varijabla BPONIK ima negativan predznak i negativan utjecaj.

Peti faktor sadrži tri značajne varijable, od kojih dvije pripadaju ekološkim varijablama (FAVL i HUM) a treća je varijabla elemenata pomlađivanja (BPONIK). Ekološka varijabla FAVL ima najveći faktorski koeficijent i daje obilježje ovom faktoru. Ovaj faktor objašnjava svega 1,299 ili 9,1% objašnjene varijance. Sve tri značajne varijable ovog faktora imaju pozitivan predznak i pozitivan utjecaj.

Promatrajući svih pet faktora u faktorskoj matrici i postotak objašnjene varijance po svakom faktoru, možemo zaključiti da nam prvi i drugi faktor imaju strukturno obilježje. Oni zajedno objašnjavaju 8,853 ili 61,7% ukupno objašnjene varijance. Ovdje je potrebno napomenuti da su u prvom faktoru naglašeno prisutni i elementi pomlađivanja, koji po svojoj brojnosti i visokim faktorskim koeficijentima utječu na to da bi taj faktor mogao imati obilježje elemenata pomlađivanja.

Treći i četvrti i peti faktor nose ekološko obilježje te zajedno objašnjavaju 5,496 ili 38,4% ukupno objašnjene varijance. Treći faktor slično kao i prvi u svom sastavu ima tri varijable elemenata pomlađivanja, te ga možemo smatrati zajedničkim faktorom ekoloških varijabli i varijabli elemenata pomlađivanja. Svih pet faktora objašnjavaju 14,349 ili 75,5% ukupne varijance koja iznosi 19,000.

Faktorska analiza za bukvu u šumi bukve i jele — Factor analysis for Beech in a Beech and Fir forest

U tablici 59 prikazani su osnovni statistički podaci za bukvu snimljeni na 120 pokusnih ploha u šumi bukve i jele. Podaci su poslužili kao osnova za faktorsku analizu.

U tablici 60 donosimo faktorsku matricu sa pet ekstrahiranih faktora od 19 istraživanih varijabla, a u tablici 61 donosimo izračunate vrijednosti faktorske i ukupne varijance.

Prvi faktor u faktorskoj matrici sastoji se od osam varijabli od kojih su četiri strukturne (VOLKRU, PRKRU, DRMAU i SSTAB1) a četiri eko-

Tab. 57. Šuma bukve i jele — The Beech and Fir community

Vrsta drveća: Jela — Fir
Tree species:

Faktorska matrica — Factor matrix

Varijable Variable	Faktori — Factors				
	1	2	3	4	5
FAVL					0.853
HUM			0.761		0.387
SHUM			0.783		
PH			0.855		
USVJ	0.652			0.492	
BPS25				0.800	
BPS5	0.632			0.375	
BSP3	0.896				
BSP10	0.892				
SSTAB1		0.681			
BPONIK			—0.653	—0.305	0.387
BPOD1	0.825				
BPOD2	0.828				
BPOD3	0.589		—0.385		
DRMAU		0.967			
PRKRU	0.654	0.669			
VOLKRU		0.972			
BPMU	0.785		—0.343		
UPMU	0.762				

Tab. 58. Šuma bukve i jele — The Beech and Fir community

Vrsta drveća: Jela — Fir
Tree species:

Broj faktora Number factors	Faktorske varijance Factors variance	% od faktorske varijance Percentage of factor variance	% od ukupne varijance Percentage of total variance
1	5.953	41.5	31.3
2.	2.900	20.2	15.3
3	2.875	20.0	15.1
4	1.322	9.2	7.0
5	1.299	9.1	6.8
Ukupno Total	14.349	100.0	75.5

Ukupna varijanca = 19.00
Total variance

Tab. 59. Suma bukve i jele — The Beech and Fir community

Vrsta drveća: Bukva — Beech
Tree species:

Osnovni statistički podaci — Main statistical data

Varijabla Variable	Suma Sum	Aritm. sredina Mean	Stand. devijacija Standard deviation	Varijanca Variance	Relativna pogreška Relative error bound	Minimalna varijabla Minimum	Maksimalna varijabla Maximum
1 FAVL	4885.4	40.711	15.905	252.98	.13602—04	4.0400	99.990
2 HUM	4293.9	35.783	15.608	243.59	.11266—04	14.880	99.990
3 SHUM	243.00	2.0250	2.1333	4.5510	.34129—05	.00000	8.5000
4 PH	779.97	6.4997	.74137	.54962	.14039—03	5.1000	7.7000
5 USVJ	736.21	6.1351	5.2557	27.622	.42452—05	.85900	31.993
6 BPS25	869.00	7.2417	3.9874	15.899	.77357—05	.00000	19.000
7 BPS5	160.00	1.3333	1.6157	2.6106	.30160—05	.00000	7.0000
8 BSP3	2444.0	20.367	13.474	181.56	.59077—05	2.00000	81.000
9 BSP10	1789.0	14.908	12.206	148.97	.44783—05	.00000	74.000
0 SSTAB1	3132.0	26.100	23.861	569.37	.39455—05	.00000	90.000
1 DRMAU	618.94	5.1578	6.0225	36.271	.31107—05	00000	29.080
2 PRKRU	29211.	243.43	152.54	23269.	.63800—05	17.800	790.79
3 VOLKRU	.15509+06	1292.4	1063.5	.11310+07	.44513—05	14.680	5009.0
4 BPMU	19201.	160.01	222.84	49659.	.27178—05	.00000	1008.0
5 UPMU	.19226+07	16021.	34617.	.11983+10	.21744—05	.00000	.20111+05

loške (USVJ, BPS5, BPS25 i SHUM). Strukturna varijabla PRKRU ima najveći faktorski koeficijent (0,842), te zajedno s ostalim značajnim strukturnim varijablama daje obilježje tom faktoru. U ovom faktoru moramo upozoriti na značajnu prisutnost ekoloških varijabli koje znatno sudjeluju u objašnjavanju varijance ovog faktora. Prvi faktor, kao najznačajniji, objašnjava 3,868 ili 31.1% ukupno objašnjene varijance. Sve značajne strukturne varijable i ekološka varijabla SHUM imaju pozitivan predznak, a preostale značajne ekološke varijable (USVJ, BPS5 i BPS25) imaju negativan predznak i negativan utjecaj.

Drugi se faktor sastoji od pet varijabli, od kojih su tri ekološke (SHUM, pH i HUM) a dvije strukturne (DRMAU i VOLKRU). Ekološka varijabla SHUM ima najveći faktorski koeficijent (0,811) i daje ekološko obilježje drugom faktoru. Ovaj faktor objašnjava 2,659 ili 21,4% od ukupno objašnjene varijance po svim faktorima. Sve ekološke i strukturna varijabla imaju pozitivan predznak.

Treći faktor sadrži četiri značajne varijable od kojih dvije prve pripadaju elementima pomlađivanja (UPMU i BPMU), treća ekološkim (BPS25) a četvrta strukturnim čimbenicima (SSTAB1). Varijabla UPMU ima najveći faktorski koeficijent u tom faktoru, te zajedno s BPMU istom daje obilježje elemenata pomlađivanja. Ovaj faktor objašnjava 2,412 ili 19,4% od ukupno objašnjene varijance. Varijable UPMU, BPMU i SSTAB1 imaju pozitivan predznak, dok ekološka varijabla BPS25 ima negativan predznak i utjecaj.

Četvrti faktor se sastoji od tri strukturne varijable (BSP10, BSP3 i PRKRU). Varijabla BSP10 ima najveći faktorski koeficijent, te zajedno s ostale dvije strukturne varijable daje obilježje četvrtom faktoru. Ovaj faktor objašnjava 2,293 ili 18,5% ukupno objašnjene varijance. Sve tri strukturne varijable imaju pozitivan predznak.

Peti faktor sastoji se od dvije ekološke varijable (FAVL i HUM). Varijabla FAVL ima najveći faktorski koeficijent, te uz drugu varijablu daje ekološko obilježje petom faktoru. Ovaj faktor objašnjava 1,190 ili 9.6% ukupno objašnjene varijance, a obadvije varijable imaju pozitivan predznak.

Iz faktorske matrice zaključujemo da nam faktori jedan i četiri imaju strukturno obilježje, s tim da zajedno objašnjavaju 6,161 ili 49,6% ukupno objašnjene varijance. Potrebno je istaknuti da prvi faktor sadrži i dosta značajne ekološke čimbenike koji imaju u prosjeku manje faktorske koeficijente od strukturnih čimbenika.

Drugi i peti faktor nose ekološko obilježje, te zajedno objašnjavaju 3,849 ili 31,0% ukupno objašnjene varijance.

Treći faktor nosi obilježje elemenata pomlađivanja, a objašnjava 2,412 ili 19,4% ukupne varijance.

Svih pet faktora u sklopu 15 istraživanih varijabla objašnjavaju 12,422 ili 82,2% ukupne varijance koja iznosi 15,000.

Tab. 60. Šuma bukve i jele — The Beech and Fir community

Vrsta drveća: Bukva — Beech
Tree species:

Faktorska matrica — Factor matrix

Varijable Variable	Faktori — Factors				
	1	2	3	4	5
FAVL					0.909
HUM		0.788			0.420
SHUM	0.380	0.811			
PH		0.808			
USVJ	-0.739				
BPS25	-0.416		0.528		
BPS5	-0.718				
BSP3				0.956	
BSP10				0.964	
SSTAB1	0.722		0.445		
DRMAU	0.737	0.505			
PRKRU	0.756			0.521	
VOLKRU	0.842	0.415			
BPMU			0.895		
UPMU			0.930		

Tab. 61. Šuma bukve i jele — The Beech and Fir community

Vrsta drveća: Bukva — Beech
Tree species:

Broj faktora Number factors	Faktorske varijance Factors variance	% od faktorske varijance Percentage of factor variance	% od ukupne varijance Percentage of total variance
1	3.838	31.1	25.8
2	2.659	21.4	17.7
3	2.412	19.4	16.1
4	2.293	18.5	15.3
5	1.190	9.6	7.9
Ukupno Total	12.422	100.0	82.8
Ukupna vrijednost = 15.00 Total variance			

Faktorska analiza za smreku u šumi bukve i jele — Factor analysis for Spruce in a Beech and Fir forest

Osnovni statistički podaci za smreku na vapnenoj podlozi prikazani su u tablici 62, a snimljeni su na 40 pokusnih ploha. Ti su podaci poslužili kao osnova za faktorsku analizu.

U tablici 63 prikazali smo faktorsku matricu sa pet ekstrahiranih i rotiranih faktora, a u tablici 64 donosimo izračunate vrijednosti faktorske i ukupne varijance.

Prvi se faktor sastoji od šest varijabli, od kojih su četiri strukturne (VOLKRU, DRMAU, PRKRU i SSTAB1), jedna ekološka (FAVL) a jedna pripada elementima pomlađivanja. Strukturna varijabla VOLKRU ima najveći faktorski koeficijent (0,947), te s još tri značajne strukturne varijable daje obilježje tom faktoru. Ovaj faktor objašnjava 3,659 ili 32,4% ukupno objašnjene varijance. Sve značajne strukturne varijable imaju pozitivan predznak, a ekološka varijabla i varijabla elemenata pomlađivanja ima negativan predznak.

Drugi faktor sastavljen je od sedam varijabli, od kojih su četiri strukturne (BSP3, BSP10, PRKRU i SSTAB1), dvije ekološke (BPS5 i FAVL) a jedna pripada elementima pomlađivanja (UPMU). Strukturna varijabla BSP3 ima najveći faktorski koeficijent (0,908), te zajedno s ostalim strukturnim varijablama daje obilježje ovom faktoru. Napominjemo da element pomlađivanja UPMU ima relativno visok faktorski koeficijent (0,605), te sigurno igra značajnu ulogu kod objašnjenja varijance faktora. Ovaj faktor objašnjava 2,792 ili 24,7% od ukupno objašnjene varijance. Od strukturnih varijabli samo SSTAB1 ima negativan predznak dok ostale imaju pozitivan predznak. Ekološka varijabla BPS5 također ima negativan predznak.

Treći faktor sastoji se od četiri ekološke varijable (HUM, pH, SHUM i FAVL). Varijabla HUM ima najveći faktorski koeficijent (0,917), te zajedno s ostale tri varijable daje ekološko obilježje ovom faktoru. Ovaj faktor objašnjava 1,839 ili 16,3% ukupno objašnjene varijance. Sve značajne varijable imaju pozitivan predznak i utjecaj.

Četvrti faktor se sastoji od tri varijable, od kojih dvije pripadaju elementima pomlađivanja (BPMU i UPMU) a jedna ekološkim čimbenicima (SHUM). Varijabla BPMU ima najveći faktorski koeficijent (0,917), te zajedno s varijablom UPMU daje ovom faktoru obilježje elemenata pomlađivanja. Ovaj faktor objašnjava 1,605 ili 14,2% od ukupno objašnjene varijance. Sve značajne varijable u ovom faktoru su pozitivne.

Peti faktor u sebi sadrži pet značajnih varijabli od kojih su sve ekološke (BPS25, USVJ, BPS5, SHUM i pH). Ekološka varijabla BPS25 ima najveći faktorski koeficijent (0,669), te zajedno s ostalim varijablama daje ekološko obilježje tom faktoru. Ovaj faktor objašnjava 1,416 ili 12,5% ukupno objašnjene varijance.

Od ukupno pet ekstrahiranih faktora prvi i drugi faktor imaju strukturno obilježje, te zajedno objašnjavaju 5,451 ili 57,1% ukupno objašnjene

Tab. 62. Šuma bukve i jele — The Beech and Fir community

Vrsta drveća: Smreka — Spruce
Tree species:

Osnovni statistički podaci — Main statistical data

Varijabla Variable	Suma Sum	Aritm. sredina Mean	Stand. devijacija Standard deviation	Varijanca Variance	Relativna pogreška Relative error bound	Minimalna varijabla Minimum	Maksimalna varijabla Maximum
1 FAVL	1513.6	37.841	9.3667	87.735	.10574—04	20.970	63.330
2 HUM	1279.1	31.977	7.3044	53.354	.12312—04	19.910	51.430
3 SHUM	38.400	.96000	.53388	.28503	.25727—05	.10000+00	2.7000
4 PH	255.97	6.3992	.54356	.29546	.85325—04	5.2500	7.2000
5 USVJ	456.71	11.468	5.3188	28.289	.34380—05	2.7120	31.993
6 BPS25	420.00	10.500	3.8895	15.128	.50512—05	3.0000	19.000
7 BPS5	112.00	2.8000	1.6825	2.8308	.22892—05	.00000	7.0000
8 BSP3	407.00	10.175	8.2645	68.302	.15227—05	2.0000	45.000
9 BSP10	216.00	5.4000	7.1173	50.656	.94795—06	.00000	38.000
10 SSTAB1	1337.0	33.425	18.162	329.84	.26667—05	.00000	58.000
11 DRMAU	200.67	5.0167	3.9869	15.896	.15640—05	.15000	15.320
12 PRKRU	4142.1	103.55	64.874	4208.6	.21537—05	12.670	239.14
13 VOLKRU	20673.	516.83	377.78	.14271+06	.17402—05	29.450	1480.4
14 BPMU	6187.0	154.67	110.75	12265.	.17885—05	11.000	599.00
15 UPMU	.20026+06	5006.6	5439.8	.29591+08	.11139—05	294.00	20743.

Tab. 63. Šuma bukve i jele — The Beech and Fir community

Vrsta drveća: Smreka — Spruce
Tree species:

Faktorska matrica — Factor matrix

Varijable Variable	Faktori — Factors				
	1	2	3	4	5
FAVL	—0.485	0.392	0.372		
HUM			0.917		
SHUM			0.411	0.441	—0.374
PH			0.758		0.308
USVJ					0.603
BPS25					—0.660
BPS5		—0.503			0.440
BSP3		0.908			
BSP10		0.898			
SSTAB1	0.723	—0.336			
DRMAU	0.930				
PRKRU	0.861	0.405			
VOLKRU	0.947				
BPMU				0.917	
UPMU	—0.302	0.605		0.625	

Tab. 64. Šuma bukve i jele — The Beech and Fir community

Vrsta drveća: Smreka — Spruce
Tree species:

Broj faktora Number factors	Faktorske varijance Factors variance	% od faktorske varijance Percentage of factor variance	% od ukupne varijance Percentage of total variance
1	3.659	32.4	24.4
2	2.792	24.7	18.6
3	1.839	16.3	12.3
4	1.600	14.2	10.7
5	1.416	12.5	9.4
Ukupno Total	11.306	100.0	75.4
Ukupna varijanca = 15.00 Total varianca			

varijance. Potrebno je napomenuti da prvi i drugi faktor uz strukturne varijable imaju po jednu varijablu elemenata pomlađivanja i tri ekološke varijable.

Treći i peti faktor predstavljaju ekološke faktore, te zajedno objašnjavaju 3,255 ili 28,8% ukupno objašnjene varijance.

Četvrti faktor ima obilježje elemenata pomlađivanja, te objašnjava 1,600 ili 14,2% ukupno objašnjene varijance.

Svih pet faktora objašnjavaju 11,306 ili 75,4% od ukupne varijance koja iznosi 15,000.

Faktorska analiza za sve vrste drveća (jela, smreka, bukva, javor i brijest) u šumi bukve i jela — Factor analysis for all tree species (Fir, Spruce, Beech, Maple, Elm) in a Beech and Fir forest

U tablici 65 prikazani su osnovni statistički podaci za sve vrste drveća sumarno koji su snimljeni na 120 pokusnih ploha u šumi bukve i jela, na vapnenoj podlozi. Ti su podaci poslužili za faktorsku analizu varijabli svih mjenjenih vrsta drveća u šumi bukve i jela.

U tablici 66 donosimo faktorsku matricu sa šest ekstrahiranih i rotiranih faktora, a u tablici 67 donosimo izračunate vrijednosti faktorske i ukupne varijance.

Prvi faktor u faktorskoj matrici sastoji se od šest srodnih varijabli, od kojih su pet varijable elemenata pomlađivanja (BPOD3, BPOD1, BPONIK, BPOD2 i BPMU) a jedna je varijabla ekološka (FAVL).

Elementi pomlađivanja daju obilježje ovom faktoru, a varijabla BPOD3 ima najveći faktorski koeficijent (0,874). Prvi faktor objašnjava 3,533 ili 23,9% od ukupno po svim faktorima objašnjene varijance. Sve varijable elemenata pomlađivanja u ovom faktoru imaju pozitivan predznak, dok je ekološka varijabla s negativnim predznakom.

Drugi faktor sastoji se od pet varijabli, od kojih su četiri strukturne (DRMAU, VOLKRU, SSTAB1 i PRKRU) a jedna ekološka (BPS25). Strukturna varijabla DRMAU ima najveći faktorski koeficijent (0,893), te zajedno s ostalim značajnim strukturnim varijablama daje obilježje tom faktoru. Ovaj faktor objašnjava 2,546 ili 17,2% ukupne varijance. Sve strukturne varijable imaju pozitivan predznak, a ekološka varijabla ima negativan predznak i utjecaj.

Treći faktor sastoji se od pet varijabli od kojih četiri predstavljaju ekološke (HUM, SHUM, pH i BPS25), a peta pripada elementima pomlađivanja (BPONIK). Varijabla HUM ima najveći faktorski koeficijent (0,853), te zajedno s ostalim ekološkim varijablama daje obilježje tom faktoru. Treći faktor objašnjava 2,537 ili 17,2% od ukupno objašnjene varijance. Varijable BPS25 i BPONIK imaju negativan predznak i utjecaj, a ostale značajne varijable imaju pozitivan predznak.

Četvrti faktor sastoji se od tri strukturne varijable (BSP10, BSP3 i PRKRU) s time da varijabla BSP10 ima najveći faktorski koeficijent (0,955). Taj faktor ima strukturno obilježje, a objašnjava 2,286 ili 15,5% od ukupnog objašnjenja varijance. Sve tri varijable imaju pozitivan predznak i utjecaj.

Tab. 65. Šuma bukve i jele — The Beech and Fir community

Vrsta drveća: Jela, smreka, bukva, javor, brijest
Tree species: Fir, Spruce, Beech, Maple, Elm

Osnovni statistički podaci — Main statistical data

Varijabla Variable	Suma Sum	Aritm. sredina Mean	Stand. devijacija Standard deviation	Varijanca Variance	Relativna pogreška Relative error bound	Minimalna varijabla Minimum	Maksimalna varijabla Maximum
1 FAVL	4885.4	40.711	15.905	252.98	.13602—04	4.0400	99.990
2 HUM	4293.9	35.783	15.608	243.59	.11266—04	14.880	99.990
3 SHUM	243.00	2.0250	2.1333	4.5510	.34129—05	.00000	8.5000
4 PH	779.97	6.4997	.74137	.54962	.14039—03	5.1000	7.7000
5 USVJ	736.21	6.1351	5.2557	27.622	.42452—05	.85900	31.993
6 BPS25	869.00	7.2417	3.9874	15.899	.77357—05	.00000	19.000
7 BPS5	160.00	1.3333	1.6157	2.6106	.30160—05	.00000	7.0000
8 BSP3	5017.0	41.808	17.483	305.67	.12099—04	9.0000	90.000
9 BSP10	2990.0	24.917	16.033	257.07	.61429—05	.00000	75.000
10 SSTAB1	11739.	97.825	33.833	1144.7	.16863—04	36.000	197.00
11 BPONIK	83100.	692.50	572.87	.32818+06	.44230—05	80.000	3000.0
12 BPOD1	39530.	329.42	487.27	.23744+06	.26122—05	10.000	3060.0
13 BPOD2	24010.	200.08	258.85	67006.	.28655—05	.00000	1740.0
14 BPOD3	7940.0	66.167	77.916	6070.9	.30885—05	.00000	510.00
15 DRMAU	2321.3	19.344	7.4392	55.341	.13981—04	4.7900	44.400
16 PRKRU	61236.	510.30	140.47	19731.	.25586—04	223.02	937.06
17 VOLKRU	.35961+06	2996.7	1157.1	.13388+07	.13883—04	1126.4	5720.7
18 BPMU	69508.	579.23	340.63	.11603+06	.70023—05	66.000	1776.0
19 UPMU	.29058+07	24215.	33260.	.11062+10	.27439—05	827.00	.20202+

Tab. 66. Šuma bukve i jele — The Beech and Fir community

Vrsta drveća: Jela, smreka, bukva, javor, brijest
Tree species: Fir, Spruce, Beech, Maple, Elm

Faktorska matrica — Factor matrix

Varijable Variable	Faktori — Factors					
	1	2	3	4	5	6
FAVL	-0.496					
HUM			0.853			
SHUM			0.850			
PH			0.823			
USVJ					0.744	
BPS25		-0.358	-0.302		0.371	
BPS5					0.825	
BSP3				0.955		
BSP10				0.878		
SSTAB1		0.686				
BPONIK	0.692		-0.310		-0.401	
BPOD1	0.870					
BPOD2	0.833					
BPOD3	0.874					
DRMAU		0.893				
PRKRU		0.490		0.594	-0.374	-0.328
VOLKRU		0.770			-0.449	
BPMU	0.603					0.556
UPMU						0.890

Tab. 67. Šuma bukve i jele — The Beech and Fir community

Vrsta drveća: Jela, smreka, bukva, javor, brijest
Tree species: Fir, Spruce, Beech, Maple, Elm

Broj faktora Number factors	Faktorske varijance Factor variance	% od faktorske varijance Percentage of factor variance	% od ukupne varijance Percentage of total variance
1	3.533	23.9	18.6
2	2.546	17.2	13.4
3	2.537	17.2	13.4
4	2.286	15.5	12.0
5	2.162	14.6	11.4
6	1.702	11.5	9.0
Ukupno Total	14.766	100.0	77.7

Ukupna varijanca = 19.00
Total variance

Peti faktor sastoji se od šest varijabli od kojih su tri ekološke (BPS5, BPS25, USVJ), jedna pripada elementima pomlađivanja (BPONIK), a dvije su strukturne (VOLKRU i PRKRU). Ekološka varijabla BPS5 ima najveći faktorski koeficijent (0,825) i daje ekološko obilježje ovom faktoru. Peti faktor objašnjava 2,162 ili 14,6% od ukupno objašnjene varijance. Sve ekološke varijable imaju pozitivan predznak, dok ostale značajne varijable (BPONIK, VOLKRU i PRKRU) imaju negativan predznak i negativan utjecaj.

Šesti faktor sastoji se od tri varijable od kojih su dvije varijable elemenata pomlađivanja (UPMU i BPMU), a treća pripada strukturnim varijablama (PRKRU). Varijabla elemenata pomlađivanja UPMU ima najveći faktorski koeficijent (0,890) pa daje ovom faktoru obilježje elemenata pomlađivanja. Ovaj faktor objašnjava 1,702 ili 11,5% od ukupne varijance. Varijable elemenata pomlađivanja imaju pozitivan predznak, a strukturna varijabla ima negativan predznak i negativan utjecaj.

Promatrajući svih šest faktora u priloženoj faktorskoj matrici, možemo uočiti da nam prvi i šesti faktor predstavljaju faktore elemenata pomlađivanja koji zajedno objašnjavaju 6,235 ili 35,4% od ukupne po svim faktorima objašnjene varijance.

Drugi i četvrti faktor imaju strukturno obilježje te zajedno objašnjavaju 4,832 ili 32,7% od ukupno objašnjene varijance.

Treći i peti faktor imaju ekološko obilježje, te zajedno objašnjavaju 4,699 ili 31,8% od ukupno objašnjene varijance.

Svi faktori zajedno objašnjavaju 14,766 ili 77,7% od ukupne varijance koja iznosi 19,000.

6. DISKUSIJA — DISCUSSION

Prirodno pomlađivanje u prebornim šumama jele i bukve vrlo je složena prirodna pojava koja je rezultat čitavog niza djelovanja ekoloških i strukturnih čimbenika. Da bi došlo do pojavljivanja prirodnog pomlatka u sastojini, moraju biti zadovoljeni određeni uvjeti, od kojih su, po našem mišljenju, najvažniji oni, koje stvaraju ekološki i strukturni čimbenici. Prvi uvjet koji predstavlja osnovu prirodnog pomlađivanja je fiziološki zrelo stablo, odnosno stablo koje je u stanju proizvesti zdravo i normalno sjeme. Ako je zadovoljen taj uvjet, onda cvjetanje, oplodnja cvijeta, sazrijevanje i opadanje sjemena, klijanje sjemena, razvoj i opstanak ponika, te razvoj i opstanak pomlatka i mladika ovisi o čitavom nizu ekoloških i strukturnih čimbenika.

U našim istraživanjima pošli smo od pretpostavke da je zadovoljen prvi i osnovni uvjet, tj. da na pomladnoj površini i okolo nje imamo fiziološki zrela stabla koja normalno rađaju sjemenom. U to smo se uvjerali, pored ostalog, na taj način što smo istraživali i registrirali učestalost dobrog uroda jele i smreke te pratili urod sjemena bukve i javora.

Prema našim ranijim istraživanjima (Matić, 1978) u prebornim šumama Gorskog Kotara jela je u razdoblju od zadnjih 15 godina dobro uro-

dila 8 puta i to godine 1964, 1966, 1968, 1970, 1971, 1973, 1975. i 1977. Smreka je u tom razdoblju urodila pet puta i to 1966, 1971, 1973, 1975. i 1977. godine.

Pun urod bukve nismo uočili, osim uroda pojedinačnih stabala čiju učestalost nismo registrirali, a javor i brijest rađaju obično skoro svake godine.

Imajući u vidu navedeno, mišljenja smo da nas priroda obilno opskrbljuje velikim količinama sjemena, a ukoliko dolazi do zastoja u pomlađivanju prebornih sastojina, uzroke trebamo tražiti u poremećenim strukturnim, a preko njih i ekološkim čimbenicima koji vladaju u tim sastojinama.

Vodeći računa o postavljenom cilju istraživanja te postignutim i iznesenim rezultatima, u diskusiji ćemo razmotriti samo ona pitanja koja su vezana za glavni problem istraživanja — kako ekološki i strukturni činioci utječu na prirodno pomlađivanje u prebornim šumama jele i bukve u Gorskom Kotaru. — Pri tome diskusiju ćemo provesti suglasno iznesenim rezultatima istraživanja, odnosno promatrajući strukturne osobine istraživanih sastojina, te rezultate do kojih smo došli primjenjujući višestruku regresijsku analizu, analizu varijance i faktorsku analizu.

6.1. Struktura sastojine — The structure of the stand

Izneseni rezultati strukture sastojine mogu nam dobro poslužiti da definiramo sadašnje stanje u kome se nalaze istraživane sastojine. Isto tako, strukturni podaci ukazuju nam na gospodarske zahvate koji su se vršili u prošlosti te nam daju smjernice koje i kakve zahvate treba poduzeti radi pravilnog razvoja istraživanih sastojina.

Rezultati strukturnih istraživanja niza pokusnih ploha u Belevinama na južnoj ekpoziciji u sastojini jele s rebračom ukazuju nam na nedostatak bukve u omjeru smjese tih sastojina. Isto tako možemo uočiti pridolazak bukve u te sastojine (u prvom debljinskom razredu ima je već 267 komada). Nestanak bukve iz tih sastojina uvjetovan je antropogenim utjecajem (Franišković, 1938) s obzirom na to da je bukva u prošlosti bila jače sječena od jele i smreke. Takvi zahvati su bili karakteristični za velik dio šuma Gorskog Kotara s kojima je upravljalo vlastelinstvo Thurn-Taxisa, a trajali su do početka drugog svjetskog rata (Šafar, 1968).

Povratak bukve u omjer smjese tih sastojina posljedica je pravilnog stava kod gospodarenja s tim sastojinama, koji se očituje u normalnoj drvenoj zalih, pravilnom rasporedu broja stabala po debljinskom razredu i stabilničnoj strukturi tih sastojina.

Osim bukve očigledna je i pojava mladika jele koje u prvom debljinskom razredu ima 317 komada i smreke koje u tom razredu ima 135 komada.

Dobre strukturne karakteristike ovih sastojina, koje se očituju u rasporedu broja stabala po debljinskim razredima te vrlo dobrom bonitetnom razredu, odražava se na tečajni godišnji prirast drvene mase koji po hektaru iznosi 15,04 m³. Od toga prirasta na jelu otpada 9,52 m³/ha, smreku 2,68 m³/ha i bukvu 2,84 m³/ha.

Bukva je zbog većeg visinskog prirasta u mladosti zazuzela visinsku dominaciju nad jelom i smrekom. Te dvije vrste imaju slabiju dinamiku visinskog prirasta u mladosti od bukve koja kod promjera od 25 do 30 cm zauzima pozicije ispod jele i smreke.

Smreka u višim debljinskim razredima nadvisuje jelu.

Komparirajući strukturu sastojine na južnoj ekspoziciji sa strukturom sastojine na sjevernoj ekspoziciji u istoj gospodarskoj jedinici uočavamo da nam 1298 stabala daje drvenu masu od 546 m³ na južnoj ekspoziciji, a 707 stabala sjeverne ekspozicije daje nam masu od 635 m³. Iz rasporeda broja stabala po debljinskim razredima uočavamo velik broj stabala u višim debljinskim razredima kod jele i smreke na sjevernoj ekspoziciji, što nam ukazuje na prebornu sastojinu grupimične strukture. Veća drvena masa od normalne te raspored broja stabala i drvnih masa po debljinskim razredima su razlogom slabijeg priliva u sastojinama pojedinih vrsta drveća na sjevernoj ekspoziciji nego na južnoj. Osim toga, prirast drvene mase u takvim strukturnim uvjetima iznosi 9,27 m³/ha, od čega na jelu i smreku otpada 7,63 m³/ha a na bukvu 1,64 m³/ha.

Uspoređujući strukturne karakteristike sastojina na južnoj i sjevernoj ekspoziciji gospodarske jedinice Belevine uočavamo da pored približno istih ekoloških uvjeta koji vladaju u ta dva istraživana objekta imamo različitu strukturu sastojine. Različitost se očituje u ukupnom broju stabala svih i pojedinačnih vrsta drveća, njihovom rasporedu po debljinskim razredima, ukupnoj temeljnici i drvnjoj masi. Veći broj stabala u prvom debljinskom razredu te veći tečajni godišnji prirast sastojina na južnoj ekspoziciji odraz su boljih strukturnih osobina tih sastojina.

Na području Šumarije Fužine, u gospodarskoj jedinici Brloško, u šumi jele s rebračom na južnoj ekspoziciji drvena masa iznosi 637 m³/ha što je više od normalne za taj bonitetni razred i omjer smjese. Promatrajući strukturu te sastojine uočavamo mali postotak bukve u omjeru smjese (8%), a istovremeno preveliki broj bukovih stabala u nižim debljinskim razredima.

Jela u tim sastojinama zauzima visoki postotak u omjeru smjese što je posljedica većeg broja stabala većih dimenzija od kojih u rasponu prsnog promjera od 61 do 100 cm ima 63 komada s drvnom masom od 451,07 m³. Isto tako uočljiv je mali broj stabala jele u nižim debljinskim razredima.

Ovakvo stanje strukture ovih sastojina posljedica je lošeg gospodarjenja u tim sastojinama u prošlosti. Uzgoj čistih sastojina jele na štetu bukve koja se u prošlosti sjekla u korist jele te nagomilana drvena masa jele po hektaru i prevelik broj stabala u višim debljinskim razredima doveli su do poremećene preborne strukture. Nagla sječa s prejakim intenzitetom u jednoj ophodnjici stvorili su uvjete naglog širenja bukve na račun jele, s tim da prema današnjoj situaciji struktura ovih sastojina ide u drugu krajnost koja isto tako nije dobra za ove sastojine. Na to nas upozorava broj stabala jele u prvom debljinskom razredu (62 kom.) i ostalim razredima te prevelik broj stabala bukve.

Tečajni godišnji prirast iznosi 11,66 m³/ha od čega na jelu otpada 9,59 m³/ha a na bukvu 2,07 m³/ha. Interesantan je visok prirast jele s obzirom

na mali broj stabala i velike prsne promjere. Jele velikih prsniha promjera imaju slobodne krošnje velikih površina te još i danas odlično prirašćuju, što je vidljivo iz mjenog prirasta.

Niz pokusnih ploha na sjevernoj ekspoziciji iste gospodarske jedinice i iste zajednice ima drvnu masu 484 m³/ha, od čega na jelu otpada 90% a na bukvu 10%. Drvna masa po apsolutnoj vrijednosti odgovara normalnoj, međutim, iz uvida u tablicu 17 vidimo da je i ovdje poremećena normalna preborna struktura ovih sastojina. Na ovoj ekspoziciji još je manji broj stabala jele a veći broj stabala bukve. Jela je raspoređena u debljinskim razredima do 100 cm, s tim da je ukupno po hektaru ima 174 komada. Bukva sa 1043 komada stabala po hektaru od čega 811 komada u prvom debljinskom razredu ukazuje na njeno naglo i nekontrolirano širenje na ova staništa.

Prirast drvne mase u ovoj sastojini iznosi 8,23 m³/ha od čega na jelu otpada 5,88 m³/ha a na bukvu 2,35 m³/ha.

Uspoređujući sastojine na južnoj i sjevernoj ekspoziciji ove gospodarske jedinice možemo uočiti posljedice do kojih je došlo uslijed negativnog utjecaja antropogenih činilaca na ove sastojine. Te posljedice očituju se u poremećenoj prebornoj strukturi ovih sastojina, a koja se reflektira na malom broju stabala i nepovoljnom debljinskom rasporedu jele, preveliikom broju stabala bukve u nižim debljinskim razredima.

Smanjeni prirast drvne mase te distribucija broja stabala na plohama sjeverne ekspozicije vrlo slikovito nam govori da i pored normalne drvne zalihe, koja se nalazi u tim sastojinama, imamo »nenormalnu« prebornu šumu jer ta drvna zaliha nije raspoređena u normalnu prebornu grupimičnu ili stablimičnu strukturu.

Komparirajući sastojine jele s rebračom na našim istraživanim objektima u Zalesini i Fužinama možemo uočiti nekoliko vrlo značajnih pokazatelja koji nam ukazuju na momentalno stanje tih sastojina, koje je nastalo kao posljedica utjecaja gospodarskih zahvata, a reflektiralo se na strukturu tih sastojina. Prije svega, zajedničko je za te sastojine da u omjeru smjese imaju mali postotak bukve što je posljedica njene intenzivne sječe u prošlosti. Naglo širenje bukve u današnjim uvjetima je posljedica promijenjenog stava prema bukvi u gospodarenju s tim sastojinama.

Sastojine jele s rebračom na području Zalesine tipični su predstavnici prebornih sastojina stablimične i grupimične strukture. Raspored broja stabala i drvnih masa po debljinskim razredima odnosno zastupljenost stabala u svim debljinskim razredima po zakonima koji vladaju u prebornoj šumi, omogućava da na plohama južne ekspozicije kod niže odnosno normalne drvne mase po hektaru imamo veći prirast nego kod slične sastojine na sjevernoj ekspoziciji koja ima veću drvnu masu od normalne.

Poremećena struktura sličnih sastojina u Brloškom razlog je manjeg volumnog prirasta, lošije zastupljenosti broja stabala jele te prekinutog kontinuiteta priliva stabala jele u sastojinama.

One sastojine koje imaju normalnu drvnu zaliha raspoređenu u prebornu strukturu imaju veliki prirast drvne mase i dobar priliv u sastojinu stabala manjih dimenzija.

Sastojina bukve i jele na vapnenoj podlozi na nizu pokusnih ploha gospodarske jedinice Kupjački vrh na južnoj ekspoziciji ima drvenu masu od 490 m³/ha te je nešto viša od normalne drvene zalihe. Jela je zastupljena sa 41% u omjeru smjese, a ostali dio zauzimaju listače i to bukva 29% i javor 30%. Uočljiv je veliki broj stabala bukve (258 kom.) u prvom debljinskom razredu u odnosu na jelu (149 kom.) i javor (19 kom.) što nam ukazuje da je bukva na ovim staništima biološki jača od jele i javora. S obzirom na zastupljenost broja stabala u višim debljinskim razredima ova sastojina je stablimične strukture.

Tečajni godišnji prirast drvene mase iznosi 11,54 m³/ha od čega na bukvu i javor otpada 8,35 m³/ha a na jelu 3,19 m³/ha.

Iz visinske krivulje možemo uočiti dominaciju bukve nad jelom te dominaciju javora u nižim debljinskim razredima. Sve nam ovo govori da je na ovim staništima bukva biološki jača od jele, te bi s tim saznanjem trebalo i sprovesti gospodarske zahvate u tim sastojinama.

Na nizu pokusnih ploha sjeverne ekspozicije odjela 7 iste gospodarske jedinice imamo približno istu drvenu masu s većim udjelom jele, u omjeru smjese (67%). Bukva je zastupljena sa 15% a javor i brijest sa 18%. I pored većeg učešća jele u omjeru smjese uočavamo veći priliv bukve u prvom debljinskom razredu (274 kom.) dok jele u tome razredu ima svega 52 komada.

Iz distribucije broja stabala uočavamo da je u zadnjim debljinskim razredima nagomilan veći broj stabala i drvene mase jele što ove sastojine približava prebornim sastojinama grupimične strukture.

Prirast drvene mase iznosi 7,38 m³/ha od čega na jelu otpada 3,66 m³/ha a na listače 3,72 m³/ha.

Visinska krivulja ukazuje na vitalnost bukve koja u nižim debljinskim razredima dominira nad jelom, ali koju, za razliku od sastojina na južnoj ekspoziciji, nadrasla jela u višim debljinskim razredima. Javor u ovim sastojinama ima visinsku dominaciju nad bukvom, a jelu nadvisuje samo u nižim debljinskim razredima.

Komparirajući sastojine na južnoj i sjevernoj ekspoziciji možemo uočiti da na južnoj ekspoziciji imamo prebornu sastojinu stablimične strukture s dosta pravilnim rasporedom broja stabala po debljinskim razredima. Struktura sastojine na sjevernoj ekspoziciji približava se prebornoj sastojini grupimične strukture s nagomilanom drvnom masom u zadnjim debljinskim razredima.

Podjednaku drvenu masu od 490 m³/ha na obadva objekta istraživanja sačinjavaju 1009 stabala na južnoj, a 770 na sjevernoj ekspoziciji. Taj podatak nam govori o normalnijem prilivu stabala na južnoj ekspoziciji kao posljedica normalnije strukture sastojine.

Veći prirast drvene mase na južnoj ekspoziciji uvjetovan je boljim strukturnim osobinama te sastojine.

Bukva na južnim ekspozicijama pokazuje veću vitalnost i dominaciju nad jelom od bukve na sjevernoj ekspoziciji. Javor na sjevernoj ekspoziciji visinski dominira nad bukvom.

U gospodarskoj jedinici Brloško na južnoj ekspoziciji u odjelu 4 gdje je smješten niz pokusnih ploha u zajednici bukve i jele uočavamo u tablici

18 da u prvom debljinskom razredu dominira bukva sa 290 komada stabala. Jele ima 110 komada a javora svega 2 komada. Drvna masa je viša od normalne, a raspoređena je u prebornu sastojinu stablimične strukture.

Zbog neredovitih i po intenzitetu malih zahvata u ove sastojine drvna masa je nagomilana u četvrtom, petom i šestom debljinskom razredu.

Tečajni godišnji prirast drvne mase iznosi 8,59 m³/ha od čega na jelu otpada 2,66 m³/ha a na bukvu i javor 5,93 m³/ha.

S obzirom na visinsku dominaciju bukve nad jelom u nižim i najvišim debljinskim razredima broj stabala u prvom debljinskom razredu i tečajni godišnji prirast možemo zaključiti da je na ovom staništu bukva u progresiji te pokazuje biološku dominaciju nad jelom.

Jela dominira u omjeru smjese na pokusnim plohama u odjelu 5 iste gospodarske jedinice na sjevernoj ekspoziciji, ali bukva pokazuje znakove ekspanzije i velikog priliva u sastojinu s obzirom na broj stabala u prvom debljinskom razredu koji iznosi 704 komada. Jela sa 23 komada u tom debljinskom razredu ukazuje na to da u tim sastojinama vladaju nepovoljni uvjeti za normalan razvoj jele. To nam potvrđuje i tečajni godišnji prirast drvne mase koji iznosi 7,25 m³/ha, od čega na bukvu i javor otpada 4,49 m³/ha a na jelu 2,76 m³/ha.

Iz visinske krivulje možemo zaključiti da na sjevernoj ekspoziciji, za razliku od južne, jela pokazuje visinsku dominaciju nad bukvom.

Ukupna distribucija broja stabala pokazuje dosta pravilnu prebornu stablimičnu strukturu, međutim, distribucija stabala jele i javora odstupa od te zakonitosti.

Komparirajući sastojine na južnoj i sjevernoj ekspoziciji možemo zaključiti da im je zajedničko obilježje veliki broj stabala bukve u nižim debljinskim razredima s tim da sastojina na južnoj ekspoziciji ima normalniju strukturu koja se reflektira na veće učešće jele po broju stabala, manjim brojem stabala bukve i većim prirastom drvne mase. Pored ekoloških uvjeta koji vladaju u tim sastojinama, neredoviti i neadekvatni gospodarski zahvati u te sastojine su razlogom nepovoljnog strukturnog stanja tih sastojina.

Sastojine jele i bukve na području Zalesine imaju manju drvnu masu, veći prirast drvne mase, normalniji raspored broja stabala i drvnih masa po debljinskim stupnjevima te veći broj stabala jele u prvom debljinskom stupnju nego slične sastojine na području Fužina. Na obadva područja bukva pokazuje veću ekspanziju nego jela s tim da jela na području Fužina pokazuje znakove slabe vitalnosti u odnosu na jelu u Zalesini.

Kad govorimo o strukturnim osobinama sastojina na području Fužina i Zalesine nužno je spomenuti neke ekološke uvjete koji su imali i imaju utjecaja na razvoj strukture i vitalnosti ovih sastojina.

Imajući u vidu klimatske razlike koje su evidentne između Zalesine i Fužina, a koje jasno govore o toplijim klimatskim uvjetima na području Fužina, možemo objasniti dominaciju bukve nad jelom kao i manju vitalnost jelovih stabala u Brloškom od jelovih stabala u Zalesini. Isto tako, vrlo je značajan utjecaj jelovog moljca (*Argyresthia fundella* F. L.) na sve sastojine Gorskog Kotara, a posebno na sastojine na području Fužina

gdje je napad bio najintenzivniji (Spaić, 1969). Posljedica napada jelovog moljca ostavio je vidan trag na stablima i strukturi ovih sastojina od kojeg se neka stabla nisu ni danas oporavila.

Utjecaj čovjeka koji se manifestira u vidu organiziranog i neorganiziranog te dobrog i lošeg gospodarenja naročito u prošlosti ostavio je i ostavlja tragove u tim sastojinama. Ekstenzivni način gospodarenja te kampanjski, nepravovremeni i pogrešni zahvati u sastojinama na području Fužina uvjetovali su stvaranje sastojina loših strukturnih osobina.

Sastojine na području Tršća u gospodarskoj jedinici Crni lazi bile su u prošlosti izvrgnute intenzivnim sječama. Posebno je bila sječena bukva koja je iz ovih sastojina skoro iskorijenjena. Takav stav prema bukvi proizvodio se u cijelom Gorskom Kotaru, posebno u sastojinama bližim komunikacijama, ali je u ovim šumama posebno i drastično izražen. Sigurni smo da je sličan stav u susjednim šumama Slovenije imao jakog utjecaja i na ove šume.

Nestankom bukove, a intenzivnom sječom jele stvaraju se uvjeti za razvoj smreke koja u ovim šumama sudjeluje s visokim postotkom u omjeru smjese.

Promatrajući strukturu sastojine u gospodarskoj jedinici Crni lazi, odjel 48 na južnoj ekspoziciji, uočavamo da je drvena masa niža od normalne, te da jela u omjeru smjese sudjeluje sa 61% a smreka sa 39%. Veliki broj stabala jele u prvom debljinskom razredu (697 kom.) upozorava nas na dobar i stalan priliv jele u sastojinu. Bukva se vraća u ove sastojine, što se lijepo vidi po broju stabala u prvom debljinskom razredu (228 kom). Smreka postupno ustupa mjesto bukvi i jeli te će, sudeći po broju stabala u prvom debljinskom razredu, u budućnosti zauzeti ono mjesto u omjeru smjese koje joj i pripada u tim šumama.

Prirast drvene mase u ovoj sastojini iznosi 6,97 m³/ha, od čega na jelu otpada 4,57 m³/ha a na smreku 2,40 m³/ha.

Iz visinske krivulje vidljiva je visinska dominacija smreke nad jelom te početak visinske stagnacije smreke kod 50 cm prsnog promjera.

Sastojina u odjelu 51 iste gospodarske jedinice na sjevernoj ekspoziciji ima još nižu drvenu masu od normalne kao i od prethodne sastojine. Glavno strukturno obilježje ove sastojine očituje se u velikom broju bukovih stabala u prvom (486 kom.) i drugom 177 kom.) debljinskom razredu, nešto nižem broju stabala smreke (237 kom.) i najmanjem broju stabala jele (173 kom.) u prvom debljinskom razredu.

Prirast drvene mase iznosi 8,64 m³/ha od čega na jelu otpada 5,32 m³/ha a na smreku 3,32 m³/ha. Smreka i u ovoj sastojini visinski dominira nad jelom s tim da visinski stagnira u najvišim debljinskim razredima.

Opće strukturno obilježje sastojine na području Tršća u odjelima 48 i 51 na južnoj i sjevernoj ekspoziciji sastoji se u tome da im je drvena masa niža od normalne. Frekvencijska krivulja broja stabala po debljinskim razredima ukazuje na prebornu sastojinu stablimične strukture s povećanim brojem stabala na južnoj ekspoziciji u petom debljinskom razredu. Postotak bukve u strukturi ovih sastojina te širenje smreke na račun bukve i jele posljedica je intenzivnih zahvata u drvenu masu ovih sastojina koji su naročito bili izraženi u prošlosti.

6.2 Višestruka regresijska analiza — Multiple regression analysis

Zajednica jele s rebračom (Blechno-Abitetum Horv.) — The Fir and Hardfern community (Blechno-Abietetum Horv.)

Promatrajući iznesene rezultate istraživanja višestruke regresijske analize iznesene u tablici 14, s posebnim osvrtom na broj ponika jele kao zavisne varijable uočavamo da nam je u prvoj selekciji objašnjeni dio varijance 0,382 a u drugoj 0,568. Komparirajući te rezultate s rezultatima dobivenim kod jedno, dvo i trogodišnjeg podmlatka jele zapažamo jednu specifičnost prisutnu kod ponika, a povezana je za broj promjenljivih vrijednosti nezavisnih varijabli (x) u prvoj i drugoj selekciji. Naime, relativno je mala razlika u objašnjenom dijelu varijance između prve selekcije sa šest nezavisnih varijabli i druge selekcije sa 18 nezavisnih varijabli u odnosu na jedno, dvo i trogodišnji pomladak, gdje je razlika u objašnjenom dijelu varijance daleko veća u korist druge selekcije. Suglasno s tim možemo zaključiti da nam je pojava ponika u odnosu na pojavu jedno, dvo i trogodišnjeg pomlatka manje ovisna o u ovom radu istraživanim ekološkim i strukturnim čimbenicima. Taj zaključak je u skladu sa saznanjem kojeg imamo o klijanju zdravog i normalnog sjemena u šumskim tlima koje je omogućeno onda kad sjemenu omogućimo pristup vlage i topline u određenom supstratu za klijanje uz prisustvo kisika. Opstanak, odnosno preživljenje ponika i njegov prelazak i pomladak je u svakom slučaju ovisan i o ostalim ekološkim i strukturnim čimbenicima. Tu je značajna spoznaja da pojava ponika nije uvijek garancija dobrog prirodnog pomlađivanja, jer uvjeti za pojavu ponika nisu uvijek identični uvjetima za opstanak i razvoj pomlatka i mladika.

Vrlo značajan ekološki čimbenik koji djeluje na pojavu i opstanak ponika u šumama jele s rebračom je reakcija tla (pH). Što je reakcija tla niža (tlo kiseliije) povećava se broj ponika. Rezultat je identičan i u uvjetima djelovanja čimbenika prve selekcije i u sklopu djelovanja čimbenika druge selekcije. Reakcija tla je značajna varijabla i kod pojave jednogodišnjeg pomlatka.

Ovi rezultati slažu se s rezultatima Mayera (1959) koji je ustanovio korelaciju između pojave pomlatka jele i smreke s kiselošću tla.

Laboratorijska istraživanja Brinara (1969) potvrdila su negativan utjecaj neutralizacije jelovog humusa na klijavost jelovog sjemena.

Gospodarski zahvati u vidu sječa provedenih u zadnjih pet do 25 godina pozitivno utječu na pojavu ponika jele. Taj rezultat je prisutan u prvoj i drugoj selekciji u tablici 14. Sječe provedene u navedenom razdoblju na našim istraživanim objektima stvorile su povoljne uvjete u tlu i iznad tla za klijanje sjemena i opstanak ponika. Sječe u zadnjih pet godina pozitivno utječu na pojavu i opstanak dvogodišnjeg pomlatka jele.

U svojim istraživanjima Šafar (1955, 1965) tvrdi da se jela bolje prirodno pomlađuje tamo gdje su bile jače sječe u prošlosti, a naša istraživanja pojave i opstanka ponika i pomlatka potvrđuju te tvrdnje.

Drvne mase i volumeni krošanja jele imaju značajnu ulogu kod pojave jelovog ponika s tim da u kombinaciji sa šest nezavisnih varijabli

volumen krošanja ima pozitivan a drvena masa negativan utjecaj, a u kombinaciji sa 18 nezavisnih varijabla situacija je obrnuta.

Broj stabala od 3 do 10 cm promjera značajno utječe na pojavu ponika s tim da pojava većeg broja tih stabala nepovoljno utječe na pojavu ponika s obzirom da onemogućavaju opstanak i razvoj ponika oduzimajući životnog prostora.

Humozna tla i tla s velikom količinom sirovog, nerastvorenog humusa nepovoljno utječu na pojavu i opstanak ponika jele. To su tla s debelim slojem nerastvorenog humusa gdje je u najčešćim slučajevima svjetlo u minimumu kao i ostali povoljni ekološki i strukturni čimbenici. Pojava sirovog humusa je slika uvjeta koji vladaju u konkretnoj sastojini, a koji nisu povoljni za razvoj ponika jele.

U tablici 14 vidljivo je da je pojava jednogodišnjeg podmlatka ovisna o pojavi dvo i trogodišnjeg pomlatka i ukupnog broja pomlatka i mladika kao i obrnuto. Taj podatak je logičan te nam ukazuje da u kontinuitetu prirodnog pomlađivanja koji je prisutan u prebornim šumama imamo jednogodišnjeg pomlatka tamo gdje se javlja i dvo i trogodišnji, jer je pojava jednoga od njih indikator povoljnih uvjeta za drugog i obrnuto.

Fiziološki aktivna vlaga tla, horizontalna projekcija krošanja i užito svjetlo dolaze skupno ili pojedinačno kao značajne varijable kod jedno, dvo i trogodišnjeg pomlatka.

Pojava ponika jele uvjetovana je s određenim brojem ekoloških i strukturnih čimbenika s tim da je broj značajnih ekoloških čimbenika veći od broja strukturnih.

Kod pojave jedno, dvo i trogodišnjeg pomlatka značajni strukturni čimbenici igraju važniju ulogu od ekoloških čimbenika.

Broj pomlatka i mladika i ukupne visine pomlatka i mladika daju realniju sliku prirodnog pomlađivanja jele u šumi jele s rebračom. Dok broj pomlatka i mladika daje brojčanu vrijednost broja jedinki, dotle ukupne visine pomlatka i mladika daju sliku njegove visinske razvijenosti odnosno visinskog rasta i prirasta.

Iz tablice 14 vidimo da značajnu ulogu kod pojave broja pomlatka i mladika jele igra sirovi humus tako da će broj mladika biti veći u onom dijelu sastojine gdje je manja debljina sirovog humusa. Istraživanja koja je prema Pintariću, (1974) proveo Novale potvrđuju ovaj rezultat s tim da je Novale istraživao pomlađivanje običnog bora i nekih listača.

Broj posječenih stabala u vremenu od pet do 25 godina svih vrsta drveća koji pridolaze u sastojini jele s rebračom pozitivno utječe kako na broj pomlatka i mladika tako i na ukupne visine pomlatka i mladika jele. Gašperšić (1974) došao je do rezultata da sječa jele utječe pozitivno na njeno prirodno pomlađivanje. Sječa stabala provedena u skladu s principima gospodarenja u prebornim šumama jele na silikatnoj podlozi stvara povoljne uvjete u sastojini za pojavu i visinski rast pomlatka i mladika.

Interesantno je napomenuti da sječa u vremenskom razdoblju do pet godina ne pokazuje značajne rezultate kod ocjene utjecaja na pojavu pomlatka jele. To je prekratko vremensko razdoblje da se stvore povoljni uvjeti posebno u tlu za opstanak i razvoj ponika i pomlatka. Iz toga mo-

žemo izvesti zaključak koji je važan za praktičnu primjenu kod gospodarenja u prebornim šumama jele a on glasi: vidljive rezultate utjecaja gospodarskih zahvata u vidu sječe stabala na prirodno pomlađivanje možemo očekivati u vremenskom razdoblju koji je u svakom slučaju duži od pet godina, a koji se prema našim istraživanjima kreće od pet do 25 godina.

Užito svijetlo kao značajan ekološki čimbenik ima važnu ulogu kod pojave pomlatka i mladika kao i kod njegovog visinskog rasta, što je vidljivo iz tablice 14. Svijetlo kao značajan čimbenik se u našim istraživanjima pojavilo kod pojave trogodišnjeg pomlatka te ukupnog broja pomlatka i mladika i njihovih visina. To nas upućuje na zaključak da svijetlo ne igra presudnu ulogu kod pojave ponika, jedno i dvogodišnjeg pomlatka jele, dok je pojava trogodišnjeg pomlatka te ukupnog broja pomlatka i mladika i njihovih visinskih prirasta značajno vezana za pojavu svijetla (tablica 14).

Broj stabala je značajan strukturni čimbenik koji je vezan za mnoge važne životne manifestacije u prebornim šumama i na osnovi kojeg možemo dobro ocijeniti u kakvom se stanju konkretna sastojina nalazi. Međutim, vrlo je važno poznavati broj stabala nižih debljinskih stupnjeva jer ta stabla značajno sudjeluju u nižim etažama prebornih šuma a predstavljaju buduća dominantna stabla i glavne nositelje proizvodnje u sastojini. Radi toga je od velike važnosti poznavanje broja stabala od 3 cm prsnog promjera na više, naročito kod istraživanja prirodnog pomlađivanja prebornih šuma.

Iz tablice 14 vidimo da broj stabala od tri do 10 cm promjera ima značajnu i pozitivnu ulogu na ukupne visine pomlatka i mladika. Isto tako vidljivo je da broj stabala od tri cm na više negativno utječe na visinski rast pomlatka i mladika najvjerojatnije radi zasjene koju prave krošnje stabala iznad pomlatka i mladika.

Iz tablice 17 uočavamo da broj posječenih stabala u zadnjih pet do 25 godina negativno utječe na broj stabala pomlatka i mladika bukve kao i na visinski rast bukve u sastojini jele s rebračom. Bukva se ponovno naseljava u te sastojine zauzimajući najniže etaže sastojine. Ukoliko se njegovom sastojini ne pomogne bukvi da dođe u više etaže u sastojini, ona vegetira šireći krošnje u potrazi za svijetlom. Takve bukve koje su dugo godina u zasjeni nemaju više izgleda da zauzmu mjesto u gornjim etažama sastojine (Balsiger, 1925).

Volumen krošanja bukve pozitivno utječe na broj stabala pomlatka i mladika bukve kao i njihov rast. Zbog malog udjela bukve u sastojinama na silikatu veći volumen krošanja garantira i veću proizvodnju sjemena a uz to i veći izgled da se pojavi pomladak i mladik bukve.

Horizontalne projekcije krošanja negativno utječu na visinski rast pomlatka i mladika bukve radi toga što se bukve manjih dimenzija najčešće nalaze pod zasjenom jele te radi toga horizontalno šire krošnje te zasjenjuju veće površine tla kao i pomladak i mladik bukve.

Iz tablice 12, gdje su prikazane horizontalne projekcije i volumeni krošanja u šumi jele s rebračom, vidimo da nam bukva prsnog promjera 10 cm ima skoro dvostruko veću horizontalnu projekciju krošanja (18,12m²) od jele (9,63 m²). Otuda proizlazi i njezin negativni utjecaj na visinski rast pomlatka i mladika bukve.

Broj stabala bukve iznad tri cm promjera igra značajnu ulogu kod visinskog prirasta odnosno ukupnih visina pomlatka i mladika bukve radi toga što je bukva u ovim sastojinama u manjku te svako odraslo stablo sposobno da plodonosi omogućava bolji razvoj pomlatka i mladika.

Broj pomlatka i mladika smreke u šumi jele s rebračom je veći tamo gdje je veća količina užitog svijetla. To je vidljivo iz tablice 18, a u skladu je našim saznanjima o biološkim i ekološkim svojstvima smreke, a posebno u odnosu prema svijetlu i mrazu. Površine na koje dolazi veća količina svijetla (posebno u prebornim sastojinama grupimične strukture) izložene su i utjecaju mraza. Jela i bukva su osjetljive na mraz te radi toga zauzimaju rubove takvih površina tražeći zaštitu ispod krošanja viših stabala, dok smreka, kao vrsta otporna na utjecaj mraza, osvaja takve površine. Takvu pojavu u prebornim sastojinama jele s rebračom dokazali smo u našim ranijim istraživanjima (Matić, 1973). Isto tako dobiveni rezultat je u skladu s istraživanjima Sukačeva (1964) i Leibundguta (1968) koji navode da smreka osvaja nove površine te igra pionirsku ulogu u procesima sukcesije šumske vegetacije na nove površine.

Broj posječenih stabala u zadnjih pet godina pozitivno utječe na pojavu pomlatka i mladika smreke što je povezano s djelovanjem svijetla na otvorenim površinama, nastalim nakon sječe stabala.

Broj stabala smreke promjera 3 do 10 cm pozitivno utječe na pojavu pomlatka i mladika kao i na njegov visinski rast. Naime, tamo gdje imamo tanjih stabala smreke tamo su i povoljniji uvjeti za pojavu i razvoj pomlatka i mladika. Obrnut je slučaj tamo gdje imamo veliki broj stabala od 3 cm na više tj. stabla većih dimenzija gdje je visinski rast pomlatka i mladika slabiji.

Veća drvena masa smreke pozitivno utječe na razvoj pomlatka i mladika dok veći volumen krošanja smrekovih stabala i stabla velikih promjera utječu na smanjenje visinskog rasta pomlatka i mladika.

Da bismo dobili potpuniju sliku o dobivenim rezultatima prirodnog pomlađivanja svake vrste posebno u sklopu šuma jele s rebračom, moramo voditi računa o činjenici da smo promatrali strukturne čimbenike svake pojedine vrste drveća te njihov utjecaj na elemente pomlađivanja iste vrste. Svaku vrstu promatrali smo odvojeno od cijele sastojine koju čine pojedine vrste, pa prema tome i u tom svijetlu moramo gledati dobivene rezultate. To se naročito odnosi na bukvu i smreku koje u omjeru smjese istraživanih sastojina jele s rebračom zauzimaju relativno mali postotak. Radi toga posebno smo istraživali ovisnost elemenata pomlađivanja svih vrsta drveća o ekološkim čimbenicima koji su zajednički za sve vrste drveća i strukturnim čimbenicima svih vrsta drveća (jela, smreka i bukva) u sastojini jele s rebračom.

Iz tablice 20 vidljivo je da nam broj ponika raste sa smanjenjem reakcije tla (pH) te je ponik jedini element pomlađivanja u ovim sastojinama na kojeg ima značajan utjecaj reakcija tla.

Sječa u zadnjih 5 do 25 godina pozitivno utječe na pojavu ponika a negativno na pojavu trogodišnjeg pomlatka, dok sječa izvršena u zadnjih pet godina značajno utječe na pojavu jednogodišnjeg pomlatka.

Tamo gdje pomladak i mladik imaju dobar visinski prirast, kao i tamo gdje je velika količina sirovog humusa, mala je mogućnost pojave i preživljenja ponika u sastojini.

Pojava ponika svih vrsta drveća je više uvjetovana ekološkim nego strukturnim čimbenicima, dok je pojava i opstanak jedno, dvo i trogodišnjeg pomlatka više ovisna o strukturnim nego o ekološkim čimbenicima.

Veći promjer srednjeg stabla dominantne etaže sastojine pozitivno utječe na broj pomlatka i mladika a negativno na njegov visinski rast i prirast. Značajnu ulogu imaju volumen i projekcija krošanja i kod broja mladika i kod njegovog visinskog rasta i prirasta. Tamo gdje imamo veliki broj pomlatka i mladika javlja se i jednogodišnji pomladak, a ponik se slabo pojavljuje tamo gdje imamo dobar visinski prirast pomlatka i mladika.

Užito svijetlo je jedini značajni ekološki čimbenik koji ima utjecaj na visine pomlatka i mladika, a njegov utjecaj je pozitivan. Povezano s tim drvna masa i horizontalne projekcije krošanja značajno i negativno utječu na visinski rast i prirast pomlatka i mladika.

Pomladak i mladik ima dobar visinski prirast tamo gdje se javlja veći broj stabala od 3 do 10 cm promjera. Sastojina koja u svojoj strukturi ima stabla tih dimenzija ima i uvjete za dobro uspijevanje pomlatka i mladika.

Broj pomlatka i mladika te njegov visinski prirast u našim istraživanim sastojinama više je ovisan o strukturnim čimbenicima nego o ekološkim.

Zajednica bukve i jele (Abieto-Fagetum croaticum Horv. 38) —

The Beech and Fir community (Abieto-Fagetum croaticum Horv. 38)

U zajednici bukve i jele (tablica 22) objašnjeni dio varijance ponika u prvoj i drugoj selekciji je relativno malen kad ga usporedimo s objašnjenom varijancom kod jedno, dvo i trogodišnjeg pomlatka. Slično kao i u zajednici jele s rebračom i ovdje možemo tvrditi da klijanje sjemena jele jednim dobrim dijelom nije samo ovisno o čimbenicima koje smo istraživali u ovom radu nego i o onim čimbenicima koje nismo obuhvatili u našim istraživanjima.

Veći broj ponika u sastojini javlja se na onim mjestima gdje je reakcija tla (pH) niža. Osim na ponik reakcija tla ima utjecaja i na dvo-godišnji pomladak.

Od ostalih ekoloških čimbenika za pojavu ponika značajni su užito svijetlo i fiziološki aktivna vlaga. Na mjestima gdje imamo veći pristup svijetla na tlo u sastojinama manja je vjerojatnost pojave ponika jele. Veća količina fiziološki aktivne vlage povećava broj ponika što možemo dovesti u vezu s užitim svijetlom. U pravilu tla na koje dopire više svijetla u sastojinu su i siromašnija s vlagom u tlu, što se i slaže s našim iznesenim rezultatima.

Strukturni čimbenici igraju značajniju ulogu kod pojave ponika u šumi bukve i jele na vapnenoj podlozi, iako ni u kojem slučaju ne možemo zanemariti skoro isto takav značaj ekoloških čimbenika.

Volumen krošanja jele, drvena masa i projekcija krošanja značajno utječu na pojavu ponika s tim da sastojine s nagomilanom drvnom masom, a koja nije raspoređena u prebornu strukturu, ne stvara povoljne uvjete za opstanak ponika. Isto tako sastojine u kojima postoje dobri uvjeti za visinski rast pomlatka i mladika nemaju istovremeno povoljne uvjete za pojavu ponika. Veći broj pomlatka i mladika, kao i broj jednogodišnjeg pomlatka, ukazuju na mogućnost pojave većeg broja ponika.

Na sječu stabala u vremenu do pet godina pozitivno reagira jednogodišnji pomladak kao i dvogodišnji pomladak u kombinaciji sa pet istraživanih čimbenika.

Debljina sirovog humusa nepovoljno i značajno utječe na pojavu trogodišnjeg pomlatka, a količina užitog svijetla povećava njegovu pojavu.

Iz tablice 22 vidimo da je veći broj čimbenika značajan za pojavu jedno, dvo i trogodišnjeg pomlatka s tim da strukturni čimbenici igraju nešto značajniju ulogu od ekoloških.

Debljina sirovog humusa je signifikantna i ima negativnu ulogu na ukupan broj pomlatka i mladika jele.

Sječa stabala u zadnjih pet do 25 godina značajno i pozitivno utječe na broj pomlatka i mladika jele kao i na njegov visinski rast. Zahvati provedeni u tim sastojinama u zadnjih 5 godina pozitivno utječu na broj pomlatka i mladika. Pomladak i mladik koji se nalazi u sastojinama u kojima je i izvršena sječa u zadnjih 5 godina nije u prosjeku značajno reagirao na te sječe povećanjem visinskog prirasta iz razloga što je u takvim sastojinama pomladak jele u nižim visinskim klasama i s malim visinskim prirastom.

Broj stabala od 3 do 10 cm promjera ima značajnu i pozitivnu ulogu kod pridolaska ukupnog broja pomlatka i mladika jele kao i kod njegovog visinskog prirasta.

Horizontalne projekcije krošanja negativno utječu na visinski prirast jelovog pomlatka i mladika.

Broj pomlatka i mladika jele i njegov visinski prirast u šumi bukve i jele ovisi o većem broju čimbenika s tim da je broj strukturnih čimbenika nešto veći i značajniji od ekoloških čimbenika.

Od ekoloških čimbenika značajan je biotski utjecaj u vidu zahvata koji se provode u tim sastojinama, kao i debljina sirovog humusa koja je indirektno povezana s tim zahvatima.

Od strukturnih čimbenika značajnu ulogu igraju broj stabala od 3 do 10 cm, horizontalne projekcije krošanja kao i elementi pomlađivanja koji su i dio strukture sastojine.

Broj pomlatka i mladika bukve ovisi o volumenu krošanja bukve koje u sastojini bukve i jele imaju negativan utjecaj na pridolazak pomlatka i mladika (tablica 24). Krošnje stabala tanjih dimenzija ispunjavaju prostore u nižim etažama sastojine te onemogućavaju priliv svijetla i vlage na tlo. Iz sličnih razloga horizontalne projekcije krošanja bukve sprečavaju visinski rast i prirast bukovog pomlatka i mladika.

Veća drvena masa i bukova stabla većih prsnih promjera u mješovitim sastojinama bukve i jele garancija su većeg pridolaska pomlatka i mladika

bukve, a veći broj bukovih stabala od 3 cm na više stvaraju uvjete boljeg visinskog prirasta pomlatka i mladika.

Reakcija tla (pH) pozitivno utječe na broj i visinski prirast pomlatka i mladika bukve tj. što je tlo alkaličnije, bolji su uvjeti pridolaska bukve.

Užito svijetlo stvara povoljne uvjete koje bukva kao najheliofilnija vrsta u odnosu na jelu i smreku (Balsiger, 1925) koristi, te na tim mjestima dobro pridolazi pomladak i mladik bukve.

Sirovi humus i količina humusa u tlu suprotno djeluju na pridolazak i visinski rast bukve. Dok se broj pomlatka i mladika povećava na površinama gdje je debljina sirovog humusa veća, dotle je na tim površinama visinski rast i prirast dosta malen. Veća količina humusa omogućava veći visinski prirast, a na tim mjestima je zabilježeno smanjenje broja pomlatka i mladika. Ovu pojavu možemo objasniti djelovanjem svijetla i ostalih čimbenika koji su stvorili uvjete da se sirovi humus rastvara odnosno gomila u sastojini. Gomilanje sirovog humusa na tlu dolazi tamo gdje mala količina svijetla dolazi na tlo, a to je tamo gdje strukturni čimbenici (površine krošanja, volumeni krošanja, drvena masa, itd.) imaju visoke vrijednosti. Tamo gdje dolazi do razgradnje sirovog humusa povoljni su uvjeti visinskog rasta i prirasta postojećeg pomlatka i mladika koji svojim krošnjicama onemogućava pridolazak većeg broja mladih jedinki bukve.

Pridolazak i visinski rast i prirast bukve u uvjetima koji vladaju u mješovitim sastojinama bukve i jele podjednako je ovisan o strukturnim kao i o ekološkim čimbenicima.

Obična smreka pridolazi samo na 40 pokusnih ploha južne i sjeverne ekspozicije u šumi bukve i jele na području Tršća.

Iz tablice 26 uočavamo da je broj stabala smreke od 3 do 10 cm najvažniji strukturni čimbenik čija pojava indicira na dobre uvjete pridolaska pomlatka i mladika te njegovog dobrog visinskog prirasta.

Stabla od 3 cm na više djeluju nepovoljno svojim krošnjama na visinski prirast pomlatka i mladika smreke.

S obzirom da smo užito svijetlo mjerili na 1,30 m iznad tla u uvjetima većeg broja mladika koji dobro prirašćuje na toj visini, dobivamo malu količinu svijetla, pa otud i rezultat u tablici 36 da užito svijetlo nepovoljno utječe na visinski prirast pomlatka i mladika.

Tamo gdje je izvršena sječa stabala u vremenskom razdoblju do 5 godina nije bilo pomlatka i mladika smreke. Radi toga smo dobili rezultat koji ukazuje na nepovoljan utjecaj takvih zahvata na pomladak i mladik.

Broj i visinski rast i prirast smreke u šumama bukve i jele na vapnenoj podlozi podjednako je ovisan o strukturnim kao i o ekološkim čimbenicima.

Na broj ponika svih vrsta drveća (jela, bukva, smreka, javor i brijest) najviše utjecaja ima debljina sirovog humusa koja nepovoljno utječe na ponik.

Veliki broj odraslih stabala tj. stabala iznad 3 cm promjera nepovoljno utječe na pojavu ponika svih vrsta drveća.

Tamo gdje je bila obavljena sječa u prošlosti u vremenu od pet do 25 godina naselio se pomladak i mladik pojedinih vrsta drveća koji u da-

našnjim uvjetima onemogućava opstanak poniku. Stabla nižeg uzrasta, tj. stabla promjera od 3 do 10 cm stvaraju povoljne uvjete za pridolazak ponika pojedinih vrsta drveća.

Što je tlo kiseliije, povoljniji su uvjeti za razvoj ponika svih vrsta drveća. Tu pojavu možemo povezati s dubinom tla s obzirom da tla s dubljim profilom imaju kiseliiju reakciju u prvih 10 cm dubine.

Pojava ponika svih vrsta drveća u šumama bukve i jele je nešto više vezana za broj ekoloških nego strukturnih čimbenika. Iz tablice 38 možemo zaključiti da nam je broj jedno, dvo i trogodišnjeg pomlatka nešto više vezan za strukturne nego ekološke čimbenike.

Značajan čimbenik za pridolazak broja pomlatka i mladika, kao i njihovog visinskog rasta i prirasta, predstavlja sirovi humus. Njegova debljina na tlu u šumi bukve i jele je znatno manja od vrijednosti koje on postiže u šumi jele s rebračom. Mješovite šume s većim brojem listača te jelom i smrekom predstavljaju stabilnije ekosisteme u kojima se normalnije odvijaju svi procesi pa tako i procesi kruženja i razgradnje materije. Na tlima s većim vrijednostima sirovog humusa javlja se veći broj pomlatka i mladika, ali na njegov opstanak i visinski rast sirovi humus nepovoljno utječe.

Na vrlo humoznim tlima ne pojavljuje se velik broj pomlatka i mladika kao ni na površinama s velikim brojem stabala od 3 do 10 cm.

Pojave vezane uz sirovi i normalni humus objasnili smo kod pojave pomlatka i mladika bukve koja je identična s pojavom pomlatka i mladika svih vrsta drveća.

Broj stabala od 3 cm na više, sječa stabala provedena u zadnjih pet godina, volumen krošanja i užito svijetlo pozitivno utječu na pridolazak pomlatka i mladika svih vrsta drveća u šumi bukve i jele.

Užito svijetlo, posječena stabla u zadnjih pet do 25 godina, broj stabala od tri do 10 cm te broj posječenih stabala u zadnjih pet godina nisu u ovoj fazi razvoja istraživanih sastojina stvorili uvjete za veliki visinski prirast pomlatka i mladika. Komentari i zaključci koje smo proveli u prethodnim poglavljima ove diskusije i koji objašnjavaju uzroke ovakvih rezultata mogu se primijeniti i kod objašnjenja i ovih pojava od kojih nam se neke na prvi pogled čine nelogične, a koje tek nakon objašnjenja postaju logične i prihvatljive.

Broj pomlatka i mladika te njihov visinski rast i prirast podjednako ovisi o ekološkim i strukturnim čimbenicima koji vladaju u šumi bukve i jele na vapnenoj podlozi.

6.3 Analiza varijance — Variance analysis

Šuma bukve i jele na području Zalesine, Fužina i Tršća — A Beech and Fir forest on the Zalesina, Fužine and Tršće area

Promatrajući rezultate istraživanja iznesene u poglavlju 5.3 i tablici 30, imamo dobar pregled ekoloških čimbenika koji vladaju u prebornim šumama bukve i jele u Gorskom Kotaru.

S obzirom na podatke koje smo dobili iz klimadijagrama i klimatograma za meteorološke stanice Zalesina, Lokve i Parg (slike 2 do 5) te podatke iz slike 6 i grafikona 1, i uspoređujući ih s podacima iz tablice 30, možemo sa sigurnošću tvrditi da na području Gorskog Kotara ne postoje značajne razlike u količini fiziološki aktivne vlage u prvih 10 cm tla unutar zajednice bukve i jele na vapnenoj podlozi. Taj nam je podatak vrlo značajan kad govorimo o prirodnom pomlađivanju pojedinih vrsta drveća s obzirom da nam je vlaga tla jedan od osnovnih čimbenika koji djeluju na klijanje sjemena i razvoj ponika, pomlatka i mladika.

Prema tome, prosječna vrijednost od 40,7% fiziološki aktivne vlage koja se nalazi u tlu na raspolaganju sjemenu i biljci, predstavlja prosječnu vrijednost dobivenu mjerenjem za vrijeme vegetacijske periode u šumi bukve i jele na vapnencu.

Vlaga u tlu je prvenstveno ovisna o količini oborina kojih u Gorskom Kotaru ima u izobilju, a isto tako je povezana za druge ekološke i strukturne čimbenike koji na nju posredno i neposredno djeluju.

Iz tablice 30 vidljivo je da postoji visokosignifikantna razlika na nivou od 0,1% između fiziološki aktivne vlage u tlu na sjevernoj od južne ekspozicije, što je od velikog značenja kod gospodarenja sa sastojinama jedne i druge ekspozicije.

Svaki od preostalih šest ekoloških čimbenika pokazuje visokosignifikantne razlike koje postoje unutar šuma na području Zalesine, Fužina i Tršća. Taj nam podatak vrlo slikovito govori da su ekološki čimbenici dobrim dijelom vezani za strukturne čimbenike koji su prisutni u tim sastojinama, te da utječu na veličinu svakog od njih (HUM, SHUM, USVJ itd).

Interesantne su razlike dobivene kod nekih ekoloških čimbenika na južnoj i sjevernoj ekspoziciji. Pored razlike kod fiziološki aktivne vlage tla dobili smo razlike kod količine sirovog humusa, reakcije tla, užitog svijetla i broja posječenih stabala u zadnjih pet godina.

Dobivene razlike nas upućuju da kod gospodarskih zahvata u te sastojine vodimo računa o mikroklimatskim i reljefnim uvjetima koji su prisutni i značajni u svakoj sastojini te da iskoristimo prednosti koje nam pružaju pojedini dijelovi sastojine u cilju veće proizvodnje i stabilnosti tih sastojina.

Rezultati prosječnih vrijednosti svakog od ekoloških čimbenika daju nam mogućnost da se bolje upoznamo s apsolutnim i relativnim vrijednostima ekoloških čimbenika vezanih uz šume bukve i jele u Gorskom Kotaru.

Strukturni čimbenici jele prikazani pomoću broja stabala od 3 cm na više, broja stabala od 3 do 10 cm te horizontalne projekcije krošanja pokazuju visokosignifikantne razlike unutar svakog od navedenih područja. Najviše srednje vrijednosti dobivene su u šumama na području Tršća, zatim Zalesine te Fužina. Interesantna je komparacija tih veličina i redosljed s veličinama i redosljedima koje smo dobili za ta područja u odnosu na ekološke čimbenike, užito svijetlo, broj posječenih stabala u zadnjih pet godina (tablica 30). Te vrijednosti, također imaju isti redosljed pa možemo zaključiti da nam je jači intenzitet zahvata u šume Tršća te veća količina užitog svijetla razlogom većeg broja stabala od tri do 10 cm i tri cm na više, te horizontalnih projekcija krošanja na području Tršća u odnosu na šume Zalesine kao i na šume Fužina.

Na osnovu navedenog možemo tvrditi da samo šume preborne strukture, koje izvanredno dobro koriste prostor iznad tla i u tlu, mogu imati veliki broj stabala i veliku horizontalnu projekciju krošanja, a istovremeno da u takvim strukturnim uvjetima mogu imati velike vrijednosti nekih ekoloških čimbenika (užito svjetlo, antropogeni utjecaji). Veće vrijednosti navedenih ekoloških čimbenika na južnoj ekspoziciji uzrokom su i većih vrijednosti navedenih strukturnih čimbenika jele na toj ekspoziciji (tablice 30 i 31).

Svi elementi pomlađivanja jele pokazuju visokosignifikantne razlike unutar pojedinih područja. Isti slučaj je i s različitim ekspozicijama s tim da kod broja ponika nema statistički značajne razlike između južne i sjeverne ekspozicije.

Broj ponika je najveći u šumama Zalesine, zatim u šumama Tršća, a najmanji je u šumama Fužina. Iz rezultata dobivenih višestrukom regresijskom analizom vidjeli smo da nam je reakcija tla bitan ekološki čimbenik vezan za pojavu ponika. Što je tlo kiseliije, veći je broj ponika jele na tlu, a što je u skladu s rezultatima koje smo dobili u tablici 30, gdje je pH u šumama Zalesine najniži (5,8) a u šumama Fužina najvići (6,4).

Ostali elementi pomlađivanja pokazuju veće vrijednosti u šumama Tršća, zatim Zalesine pa Fužina kao i više vrijednosti u šumama na južnoj od šuma na sjevernoj ekspoziciji. I u ovom slučaju možemo ukazati na veće vrijednosti ekoloških čimbenika (užito svjetlo i sječa stabala) na južnoj ekspoziciji, koje se podudaraju s isto tako većim značajnim vrijednostima strukturnih čimbenika i elemenata pomlađivanja.

Strukturni čimbenici bukve pokazuju najveće vrijednosti u šumama bukve i jele na području Fužina, zatim u Zalesini te u Tršću (tablica 33). Isto tako i vrijednosti elemenata pomlađivanja imaju isti redoslijed veličina kao strukturni čimbenici.

Povezano s rezultatima višestruke regresijske analize, gdje smo uočili da bukva bolje pridolazi na alkaličnim tlima s višim pH vrijednostima, ovdje zaključujemo da najviša reakcija tla na području Fužina (7,3) jedan je od razloga najvećih vrijednosti strukturnih čimbenika bukve na tom lokalitetu.

Tla na području Fužina imaju najviše vrijednosti reakcije tla, sirovog humusa i humusa (tablica 30), te možemo zaključiti da pored ostalih strukturnih i ekoloških čimbenika i ovi čimbenici su razlogom dobrog pridolaska bukve na ovom području.

Podaci iz tablice 35 pružaju nam sliku strukturnih čimbenika javora te njegovog pridolaska na istraživanim područjima.

Najveće strukturne vrijednosti javora imamo na području Zalesine, dok javora na području Tršća debljih dimenzija praktički ni nema.

Javor je vrsta heliofilnija od jele, smreke i bukve, ali s obzirom na njegov prirodni pridolazak u prebornim šumama Gorskog Kotara, smatramo da se on mora nalaziti u omjeru smjese ovih šuma. Njegov opstanak u tim šumama je u prvom redu vezan na način gospodarenja, prvenstveno za tehniku sječe (Vanselow, 1949) što možemo zaključiti i iz naših podataka.

Zbog intenzivne sječe listača (bukva, javor i dr.) javor je gotovo iskorijenjen iz šuma na području Tršća. Zbog slabih i neredovitih zahvata na području Fužina on je slabo zastupljen u omjeru smjese tih sastojina, dok su gospodarski zahvati u Zalesini bili najpovoljniji za njegov opstanak u strukturi sastojine.

Južne ekspoziције imaju veće strukturne vrijednosti javora od sjevernih (tablica 35), a isto tako na time ekspoziцијama javor se bolje pomlađuje (tablica 35).

Heliofilnost javora dolazi do izražaja ako kompariramo broj i ukupne visine pomlatka i mladika javora na pojedinim lokalitetima te količinu užitog svijetla na tim mjestima. Iz tablice 36 vidimo da 45 stabalaca pomlatka i mladika na području Tršća imaju ukupne visine 2987 cm a 284 stabalaca na području Fužina imaju gotovo isto tolike visine. Razlog toj pojavi možemo naći u količini užitog svijetla koja u šumama Tršća iznosi 11,5% a u šumama Fužina 2,2%.

Šuma jele s rebračom i šuma bukve i jele na području Zalesine i Fužina — The Fir and Hardfern forest and a Beech and Fir forest on the Zalesina and Fužine area

Ekološki čimbenici, koji vladaju u šumama jele s rebračom i šumama bukve i jele, na dvije suprotne ekspoziције i na području Zalesine i Fužina, dobiveni složenom analizom varijance, dobrim dijelom pokazuju visokosignifikantne razlike unutar područja, geološke podloge i ekspoziције.

Fiziološki aktivna vlaga u prvih 10 cm tla ne pokazuje statistički značajne razlike unutar područja šuma Zalesine i Fužina, međutim, te razlike su vrlo značajne kod šuma na vapnenoj i šuma na silikatnoj podlozi.

Interesantno je napomenuti da šume bukve i jele na vapnenoj podlozi imaju veću fiziološki aktivnu vlagu u prvih 10 cm tla od šuma jele s rebračom na silikatnoj podlozi. Objašnjenje te pojave možemo pronaći u mehaničkom sastavu tla. Teksturna oznaka u prvim horizontima tala na silikatnoj podlozi pretežno je sitno pjeskovita ilovača dok kod tala na vapnenoj podlozi imamo pretežno glinastu ilovaču. S obzirom da tla na vapnenoj podlozi u prvom horizontu imaju oko 50 do 75% čestica manjih od 0,02 mm, a tla na silikatnoj podlozi imaju 25 do 40% takvih čestica, radi toga tla na vapnenoj podlozi vežu više fiziološki aktivne vlage od tala na silikatu.

Šume na području Zalesine (na vapnencu i silikatu) imaju tla kiselije reakcije, više užitog svijetla, te je vršena jača sječa u zadnjih pet do 25 godina nego šume na području Fužina.

Šume na silikatnoj podlozi imaju veće vrijednosti sirovog humusa, kiselija tla, veći postotak užitog svijetla te veći broj posječenih stabala u zadnjih 25 godina nego šume na području vapnenca.

Prema tome, veće vrijednosti spomenutih ekoloških čimbenika na području Zalesine kao i na silikatnoj podlozi imaju utjecaja da se na tim istim lokalitetima pokazuju i veće značajne strukturne karakteristike jele. Te karakteristike su u prvom redu broj stabala od 3 cm na više, broj stabala

od 3 cm do 10 cm, horizontalna projekcija krošanja i volumeni krošanja. Na silikatnoj podlozi pored ovih nabrojanih strukturnih čimbenika još su značajni srednje stablo prve etaže sastojine i drvena masa.

Svi značajni ekološki čimbenici, osim fiziološki aktivne vlage tla, snimljeni u šumama na području Zalesina i Fužina, pokazuju veće vrijednosti na južnoj nego na sjevernoj ekspoziciji. Isto tako značajni strukturni čimbenici jele kao što su broj stabala od 3 cm na više, broj stabala od 3 cm do 10 cm i horizontalna projekcija krošanja imaju veće vrijednosti na južnoj ekspoziciji.

Broj ponika jele pokazuje veće vrijednosti na području Zalesine, te na silikatnoj podlozi i statistički neznačajnu veću vrijednost na sjevernoj ekspoziciji. Podaci su slični s onim koje smo dobili za ponik u šumama bukve i jele na tri lokaliteta s tim da je i u ovom slučaju reakcija tla niža i statistički značajna.

Veće statistički značajne ekološke i strukturne vrijednosti na navedenim lokalitetima slijede i veće statistički značajne vrijednosti elemenata pomlađivanja jele (tablica 39).

Kao što područje Zalesine više odgovara za razvoj jele (tablica 38 i 39), tako područje Fužina bolje odgovara razvoju bukve (tablice 40 i 41).

Svi strukturni čimbenici i elementi pomlađivanja bukve u Fužinama statistički su značajni, različiti i veći od isto takvih podataka iz Zalesine.

Bukva na silikatu pokazuje statistički značajne i veće strukturne vrijednosti kod broja stabala od 3 cm na više, broja stabala od 3 do 10 cm i horizontalnih projekcija krošanja. Jedini statistički značajan podatak koji pokazuje veće vrijednosti na vapnenoj podlozi je srednje stablo prve etaže sastojine.

Sve nam navedeno daje do znanja da se bukva ponovno vraća u sastojine jele s rebračom u kojima je nekada zauzimala značajno mjesto u omjeru smjese i iz kojih je nestala u prvom redu djelovanjem biotskih činitelja.

Broj pomlatka i mladika bukve te njihove ukupne visine imaju statistički značajne veće vrijednosti na vapnenoj podlozi. To objašnjavamo tako što su šume bukve i jele normalnije strukture što se tiče odnosa bukve i jele u omjeru smjese od šuma na silikatu, gdje praktički nemamo stabala većih dimenzija i gdje bukva u omjeru smjese sudjeluje u postotku nižem od 10%.

Volumen krošanja, drvene mase bukve i srednje stablo prve etaže veći su na južnoj, a broj stabala od 3 cm na više i od 3 do 10 cm je veći na sjevernoj ekspoziciji.

Broj pomlatka i mladika bukve te njihove ukupne visine imaju veće statistički značajne vrijednosti na sjevernoj ekspoziciji.

Iz svega navedenog možemo zaključiti da bukva pokazuje veće vrijednosti svih istraživanih strukturnih čimbenika na području Fužina, veće vrijednosti značajnih strukturnih čimbenika izuzev promjera srednjeg stabla prve etaže i drvnih masa, na podlozi silikata te pretežno veće vrijednosti elemenata pomlađivanja na južnoj ekspoziciji.

Veće prirodno pomlađivanje bukve zabilježeno je na području Fužina, u šumama na području vapnenca te na sjevernim ekspozicijama.

Strukturni čimbenici svih vrsta drveća koja dolaze u šumi jele s rebračom (jela, smreka, bukva) i u šumi bukve i jele (jela, bukva, javor, brijest) na području Zalesine i Fužina ne pokazuju značajne razlike u većem broju strukturnih čimbenika unutar područja, geološke podloge i ekspozicije, kao što su to pokazale pojedine vrste pojedinačno, u što smo se mogli uvjeriti iz dosadašnjih izlaganja.

Unutar dva istraživana područja svega su dva statistički značajna i različita strukturna čimbenika i to broj stabala od 3 cm na više i broj stabala od 3 do 10 cm, a čije vrijednosti su više na području Fužina.

Navedeni strukturni čimbenici kao i horizontalne projekcije krošanja pokazuju značajne i veće vrijednosti u šumama na podlozi silikata.

Broj stabala od 3 cm na više, horizontalne projekcije krošanja i volumeni krošanja pokazuju značajne razlike i veće vrijednosti na južnim ekspozicijama.

Svi značajni elementi pomlađivanja pokazuju veće vrijednosti na području Zalesine osim ukupnih visina pomlatka i mladika.

Broj ponika pokazuje značajne razlike te ga ima više u Zalesini zatim u šumama na silikatu dok vrijednosti broja ponika na različitim ekspozicijama nisu značajno različite.

Elementi pomlađivanja na vapnencu imaju veće vrijednosti izuzev ponika koji pokazuje veću vrijednost na silikatu.

Svi značajni elementi pomlađivanja, osim ukupnih visina pomlatka i mladika, pokazuju veće vrijednosti na južnoj nego na sjevernoj ekspoziciji.

Kad razmatramo dobivene rezultate elemenata pomlađivanja svih vrsta drveća moramo imati na umu visoke vrijednosti s kojima sudjeluje javor kod broja ponika, te jedno, dvo i trogodišnjeg pomlatka. Isto tako njegov udio u višim visinskim razredima pomlatka i mladika relativno je mali u odnosu na broj ponika i mlađeg pomlatka. Osim toga, različite biološke i ekološke osobine svake vrste drveća koje dolazi u istraživanim sastojinama te različiti odnosi svake od njih prema ekološkim čimbenicima, utječe na to da dobivene razlike u većem broju slučajeva nisu statistički značajne, kao što je to bio slučaj kod svake vrste posebno.

6.4 Faktorska analiza — Factor analysis

Uvažavajući iznesene rezultate istraživanja faktorske analize u poglavlju 5.4, gdje smo iznijeli dobivene rezultate istraživanja (tablice 45 do 67), u ovoj diskusiji nastojat ćemo ukazati na ulogu i značenje pojedinih faktora i u njima srodnih varijabli, te opisati njihovu ulogu unutar kompleksnog djelovanja ekoloških i strukturnih čimbenika te elemenata pomlađivanja u zajednicama jele s rebračom i bukve i jele.

Svaki faktor predstavljen u našim istraživanjima u faktorskoj matrici, predstavlja kombinaciju istraživanih varijabli, koje su u međusobnom srodstvu i koje djeluju zajedno. Varijanca faktora je mjera za procjenu značenja svakog faktora posebno. Što je veća varijanca pojedinog faktora, to je njegova važnost veća u usporedbi s drugim faktorima, predstavljenim u faktorskoj matrici.

S obzirom da mi u ovom radu istražujemo 19 varijabli koje spadaju u jedan određeni sustav prebornih šuma i koje u tom sustavu djeluju, s faktorskom analizom smo nastojali pokazati povezanost i zajedničko djelovanje određenog broja varijabli putem svakog faktora, te utjecaj i značenje pojedinih faktora na procese koji se događaju u prebornim šumama.

Kako smo naše istraživane varijable podijelili u ekološke, strukturne i varijable pomlađivanja, možemo njihovo djelovanje unutar svakog pojedinog faktora promatrati s više stajališta. U prvom redu iz korelacijskog koeficijenta svake varijable i faktora ocjenjujemo koja varijabla ima najjači utjecaj u odnosu na ostale varijable u faktoru, te kako i koje varijable unutar jednog faktora utječu na promatrane varijable u tom faktoru. Osim toga, predznak koeficijenta korelacije svake varijable određuje kakav je utjecaj (pozitivan ili negativan), te varijable na ostale varijable u faktoru. Skup varijabli u faktoru imenuje tj. identificira faktor u okviru sustava djelovanja, tako da svaki faktor dobije svoje ime u okviru tog sustava (ekološki, strukturni, pomlađivanje). Konačno sve varijable unutar jednog faktora objašnjavaju jedan dio od ukupne varijance te je to mjerilo važnosti pojedinog faktora u odnosu na ostale koje djeluju u ekosistemu prebornih šuma jele i bukve u Gorskom Kotaru.

Šuma jele s rebračom — The Fir and Hardfern forest

Ekološki i strukturni čimbenici te elementi pomlađivanja jele u šumi jele s rebračom djeluju u okviru šest faktora (tablice 48 i 49) koji objašnjavaju 79,6% varijance.

Strukturno obilježje imaju prvi i treći faktor te zajedno objašnjavaju 39,0% od ukupno objašnjene varijance.

Iz naših istraživanja iznesenih u ovom radu (poglavlje o višestrukoj regresijskoj analizi i analizi varijance) uočili smo važnost strukturnih čimbenika s obzirom na njihovo statistički značajno djelovanje na sve promatrane procese u šumi jele s rebračom.

U prvom faktoru najveću ulogu ima broj stabala od 3 cm na više s obzirom na faktorski koeficijent. Povećanjem broja stabala od 3 cm na više povećava se sječa u zadnjih pet do 25 godina i horizontalna projekcija krošanja jele, a smanjuje se promjer srednjeg stabla prve etaže sastojine i drvna masa u sastojini.

Treći, isto tako strukturni faktor obuhvaća tri strukturne varijable, od kojih je volumen krošanja najvažniji. Povećanjem volumena krošanja povećava se drvna masa i horizontalna projekcija krošanja stabala jele.

Drugi, četvrti i šesti faktor nose obilježje pomlađivanja, jer u svakom od njih pojedini elementi pomlađivanja, s obzirom na faktorski koeficijent imaju najveću važnost. Tri navedena faktora objašnjavaju 46,7% ukupno objašnjene varijance, te ih to stavlja na prvo mjesto u sklopu djelovanja triju čimbenika (ekološki, strukturni, pomlađivanje) u prebornim šumama jele s rebračom.

U drugom faktoru najvažniju ulogu ima dvogodišnji pomladak, te je njegova pojava uvjetovana većom pojavom jedno i trogodišnjeg pomlatka, brojem pomlatka i mladika i većom sječom u razdoblju od pet godina.

U četvrtom faktoru, broj pomlatka i mladika te njihove ukupne visine imaju najznačajniju ulogu, a na njih u tom faktoru imaju značajan utjecaj četiri ekološka čimbenika. Elementi pomlađivanja bit će manji tamo gdje imamo više sirovog humusa na tlu i gdje je bila veća sječa stabala u posljednjih pet godina, a bit će veći tamo gdje je bila veća sječa stabala u zadnjih pet do 25 godina i gdje imamo više užitog svijetla u sastojini.

U šestom faktoru najznačajniju ulogu igra broj ponika jele, a njegov broj bit će veći tamo gdje je tlo kiselije, gdje je manji promjer srednjeg stabla prve etaže sastojine i gdje je manja debljina sirovog humusa.

Peti faktor nosi obilježje ekološkog u kojem užito svijetlo ima najvažniju ulogu. Taj faktor objašnjava 14,4% od ukupno objašnjene varijance. Tamo gdje je veća količina užitog svijetla u sastojini povećava se količina humusa, fiziološki aktivna vlaga tla, broj stabala od 3 do 10 cm i ukupne visine pomlatka i mladika.

Smreka je vrsta drveća koja se prirodno pomlađuje u sklopu sastojine jele s rebračom, te se nalazi pod utjecajem ekoloških i strukturnih elemenata te elemenata pomlađivanja koji djeluju u sklopu pet faktora prikazanih u tablicama 48 i 49. Svih pet faktora objašnjavaju 80,2% od ukupne varijance.

Prvi i drugi faktor imaju strukturno obilježje te zajedno objašnjavaju 55,5% od ukupno objašnjene varijance.

U prvom faktoru najznačajniju ulogu igra broj stabala smreke od 3 do 10 cm čije povećanje u sastojini ovisi o povećanju horizontalne projekcije i volumena krošanja smreke, broja posječenih stabala svih vrsta drveća u zadnjih pet do 25 godina, povećanjem debljine sirovog humusa i povećanjem količine fiziološki aktivne vlage tla.

Drvena masa smreke ima najveću važnost u drugom faktoru te će biti veća tamo gdje je veći promjer srednjeg stabla prve etaže sastojine, volumen i horizontalna projekcija krošanja smreke i užito svijetlo u sastojini.

Treći faktor koji pripada elementima pomlađivanja objašnjava 22,6% od ukupno objašnjene varijance, a najvažnija mu je varijabla broj pomlatka i mladika smreke. Ona će biti veća ukoliko se povećava ukupna visina pomlatka i mladika smreke, užito svijetlo i količina humusa, te gdje je sječa stabala u zadnjih pet do 25 godina bila manja.

Četvrti i peti faktor nose ekološko obilježje te zajedno objašnjavaju 21,8% od ukupno objašnjene varijance. U četvrtom faktoru najznačajnija je varijabla broj posječenih stabala u zadnjih pet godina čijim se povećanjem povećava fiziološki aktivna vlaga tla, količina sirovog humusa i reakcija tla.

Peti faktor ima najznačajniju varijablu reakciju tla, koja će biti veća ukoliko se smanji količina fiziološki aktivne vlage tla i količina užitog svijetla.

Na bukvu u šumi jele s rebračom djeluje pet faktora (tablice 51 i 52) koji zajedno objašnjavaju 77,4% varijance.

Prvi i treći faktori su strukturni te zajedno objašnjavaju 52,8 ukupno objašnjene varijance. Prvi faktor ima najznačajniju varijablu horizontalnu projekciju krošanja bukve. Elementi pomlađivanja u tom faktoru (broj i

ukupne visine pomlatka i mladika) povećat će se ukoliko se poveća broj stabala od 3 cm na više i od 3 do 10 cm, projekcije i volumeni krošanja bukve i količina sirovog humusa, te smanjenjem količine humusa.

Treći faktor je predstavljen drvnom masom bukve kao najvažnijom varijablom koja se povećava povećanjem promjera srednjeg stabla prve etaže sastojine, volumena krošanja i reakcije tla.

Četvrti i peti faktor imaju ekološko obilježje te zajedno objašnjavaju 27,5% ukupno objašnjene varijance. U četvrtom faktoru užito svijetlo ima najznačajniju ulogu te se njegovim povećanjem povećava količina humusa i fiziološki aktivna vlaga tla.

Peti faktor predstavljen je sa svega dvije varijable od kojih broj posječenih stabala u zadnjih pet godina ima značajnu ulogu te se povećanjem njegove vrijednosti povećava reakcija tla.

Drugi faktor nosi obilježje elemenata pomlađivanja te objašnjava 19,7% od ukupno objašnjene varijance. Broj pomlatka i mladika ima najveće značenje te se on povećava povećanjem ukupnih visina pomlatka i mladika, smanjenjem sječe stabala svih vrsta drveća u zadnjih pet do 25 godina, povećanjem broja stabala od 3 do 10 cm, smanjenjem fiziološki aktivne vlage tla i povećanjem broja stabala od 3 cm na više.

Strukturni čimbenici i elementi pomlađivanja ukupno za sve vrste drveća (jela, smreka, bukva) djeluju zajedno s ekološkim čimbenicima u vidu šest faktora koji objašnjavaju 76,6% ukupne varijance (tablice 55 i 54).

Prvi i peti faktor nose strukturno obilježje te zajedno objašnjavaju 38,1% od ukupno objašnjene varijance.

Najveću važnost u prvom faktoru ima broj stabala od 3 cm na više jer ima najveći koeficijent korelacije u tom faktoru. U prvom faktoru obuhvaćen je veći broj varijabli, a varijabla broj pomlatka i mladika ima negativan predznak. Na osnovi predznaka faktorskih koeficijenata možemo izvesti zaključak da se broj pomlatka i mladika svih vrsta drveća zajedno smanjuje ako se poveća broj stabala od 3 cm na više i od 3 do 10 cm, horizontalna projekcija i volumen krošanja, količina sirovog humusa i reakcija tla.

Najveći faktorski koeficijent u petom faktoru ima varijabla drvena masa svih vrsta drveća. Drvena masa bit će veća ukoliko se poveća volumen krošanja, srednje stablo prve etaže sastojine, reakcija tla i broj stabala od 3 do 10 cm.

Drugi i četvrti faktor nose obilježje elemenata pomlađivanja te zajedno objašnjavaju 35,1% od ukupno objašnjene varijance.

U drugom faktoru broj jednogodišnjeg pomlatka ima najveći faktorski koeficijent te se njegovim povećanjem povećava broj dvo i trogodišnjeg pomlatka, broj pomlatka i mladika te se povećava i sječa u zadnjih pet godina.

U četvrtom faktoru ukupne visine pomlatka i mladika imaju najveći faktorski koeficijent te prema tome i najveću važnost u tom faktoru. Visine pomlatka i mladika povećavaju se povećanjem broja pomlatka i mladika, smanjenjem broja ponika i sječe stabala u zadnjih pet godina, te povećanjem sječe u zadnjih pet do 25 godina.

Treći i šesti faktor nose ekološko obilježje te zajedno objašnjavaju 26,8% od ukupno objašnjene varijance.

Užito svijetlo ima najveći faktorski koeficijent u trećem faktoru te se njegovim povećanjem povećava količina humusa i fiziološki aktivna vlaga u tlu, promjer srednjeg stabla prve etaže sastojine, a smanjuje se volumen krošanja svih vrsta drveća u šumi jele se rebračom.

Šesti faktor sastoji se od tri varijable od kojih broj posječenih stabala u zadnjih pet do 25 godina ima najveći faktorski koeficijent. Tamo gdje je sječa stabala u zadnjih pet do 25 godina bila veća, povećava se broj ponika a reakcija tla je niža.

Šuma bukve i jele — The Beech and Fir forest

U šumi bukve i jele na vapnenoj podlozi strukturni čimbenici i elementi pomlađivanja jele te ekološki čimbenici djeluju u vidu 19 istraživanih varijabli koje su faktorskom analizom razvrstani u pet faktora, te objašnjavaju 75,5% ukupne varijance (tablice 57 i 58).

I u ovom slučaju, kao i kod sastojina jele s rebračom, prvi faktor ima strukturno obilježje te zajedno s drugim faktorom koji ima isto obilježje objašnjava 61,7% od ukupno objašnjene varijance.

Prvi faktor određen je sa 10 različitih varijabli u kojoj varijabla broj stabala od 3 cm na više ima najveći faktorski koeficijent i najveću važnost. Za njom slijedi varijabla broj stabala od 3 do 10 cm pa još osam varijabli od kojih je jedna strukturna, dvije ekološke i pet elemenata pomlađivanja. Svi faktorski koeficijenti su pozitivni, te prema tome možemo zaključiti da se povećanjem broja stabala jele promjera od 3 cm na više u šumi bukve i jele povećava broj stabala od 3 do 10 cm promjera, projekcija krošanja, užito svijetlo, broj posječenih stabala u zadnjih pet godina, broj jedno, dvo i trogodišnjeg pomlatka, broj pomlatka i mladika i njihove visine.

Volumen krošanja jele u drugom faktoru ima najveći faktorski koeficijent pa prema tome i utjecaj. On se povećava povećanjem drvnih masa, srednjeg stabla prve etaže sastojine i horizontalne projekcije krošanja.

Treći, četvrti i peti faktor nose ekološko obilježje te zajedno objašnjavaju 38,4% od ukupno objašnjene varijance.

U trećem faktoru, koji se sastoji od šest varijabli, reakcija tla ima najveći faktorski koeficijent. Povećanjem reakcije tla povećava se količina sirovoć humusa i humusa, a smanjuje se broj ponika jele, trgodišnjeg pomlatka i broj pomlatka i mladika.

Četvrti faktor ima najznačajniju varijablu, broj posječenih stabala u zadnjih pet do 25 godina čijim se povećanjem povećava količina užitog svijetla, broj posječenih stabala u zadnjih pet godina a smanjuje se broj ponika jele.

Peti faktor sastavljen je od tri varijable od kojih fiziološki aktivna vlaga tla ima najveći koeficijent. Povećanjem fiziološki aktivne vlage tla povećava se količina humusa u tlu i broj ponika jele.

Ekološki i strukturni čimbenici te elementi pomlađivanja bukve djeluju u šumi bukve i jele u vidu pet faktora koji zajedno objašnjavaju 82,8% ukupne varijance (tablice 60 i 61).

Prvi i četvrti faktor imaju strukturno obilježje te zajedno objašnjavaju 49,6% od ukupno objašnjene varijance.

U prvom faktoru volumen krošanja bukve ima najveći faktorski koeficijent. Povećanjem volumena krošanja povećava se horizontalna projekcija i drvena masa bukve, srednje stablo prve etaže sastojine i količina sirovog humusa, a smanjuje se količina užitog svijetla i broj posječenih stabala u zadnjih 25 godina i zadnjih pet godina.

U četvrtom faktoru varijabla broj stabala od 3 do 10 cm ima najveći faktorski koeficijent te se povećanjem te varijable povećava broj stabala od 3 cm na više i volumen krošanja bukve.

Drugi i peti faktor imaju ekološko obilježje te zajedno objašnjavaju 31,0% ukupno objašnjene varijance.

U drugom faktoru reakcija tla ima najznačajniju ulogu te se njenim povećanjem povećava količina sirovog humusa i humusa, drvnih masa i volumena krošanja.

Peti faktor ima svega dvije varijable od kojih fiziološki aktivna vlaga tla ima najveći faktorski koeficijent. Njegovim povećanjem povećava se i količina humusa u tlu.

Treći faktor ima obilježje elemenata pomlađivanja te objašnjava 19,4% od ukupno objašnjene varijance. Ukupne visine pomlatka i mladika imaju najveći faktorski koeficijent s tim da se njihovim povećanjem povećava broj pomlatka i mladika bukve, srednje stablo prve etaže sastojine a smanjuje se sječa stabala u zadnjih pet do 25 godina.

Smreka u šumi bukve i jele djeluje sa svojim ekološkim i strukturnim čimbenicima te elementima pomlađivanja u okviru pet faktora koji objašnjavaju 75,4% ukupne varijance (tablice 63 i 64).

Prvi i drugi faktor imaju strukturno obilježje te zajedno objašnjavaju 57,1% od ukupno objašnjene varijance.

U prvom faktoru volumen krošanja ima najveći faktorski koeficijent te se njegovim povećanjem povećava drvena masa i horizontalna projekcija krošanja bukve, promjer srednjeg stabla prve etaže sastojine, a smanjuje se fiziološki aktivna vlaga u tlu te ukupne visine pomlatka i mladika.

U drugom faktoru broj stabala smreke od 3 cm na više ima najveći faktorski koeficijent. Povećanjem broja stabala smreke od 3 cm na više povećava se broj stabala od 3 do 10 cm promjera, ukupne visine pomlatka i mladika, horizontalna projekcija krošanja, fiziološki aktivna vlaga tla, a smanjuje se broj posječenih stabala u zadnjih pet godina i promjer srednjeg stabla smreke u prvoj etaži sastojine.

Treći i peti faktor imaju ekološko obilježje te zajedno objašnjavaju 28,8% od ukupno objašnjene varijance.

Količina humusa ima najveći faktorski koeficijent u trećem faktoru te se njegovim povećanjem povećava reakcija tla, količina sirovog humusa i fiziološki aktivna vlaga tla.

Broj posječenih stabala u zadnjih pet do 25 godina ima najveći faktorski koeficijent u petom faktoru te se povećanjem sječe u zadnjih pet do 25 godina smanjuje količina užitog svijetla, broj posječenih stabala u zadnjih pet godina, reakcija tla, a povećava se količina sirovog humusa.

Četvrti faktor nosi obilježje elemenata pomlađivanja te objašnjava 14,2% od ukupno objašnjene varijance. Broj pomlatka i mladika ima najveći faktorski koeficijent te se njegovim povećanjem povećavaju ukupne visine pomlatka i mladika i količina sirovog humusa.

Strukturni čimbenici i elementi pomlađivanja ukupno za sve vrste drveća (jela, smreka, bukva, javor, brijest) u šumi bukve i jele djeluju zajedno s ekološkim čimbenicima u vidu šest faktora koji zajedno objašnjavaju 77,7% od ukupne varijance (tablice 66 i 67).

Prvi i šesti faktor imaju obilježje elemenata pomlađivanja te zajedno objašnjavaju 35,4% od ukupno objašnjene varijance.

Prvi faktor ima s varijablom broj trogodišnjeg pomlatka najveći faktorski koeficijent. Broj trogodišnjeg pomlatka povećava se povećanjem jedno i dvogodišnjeg pomlatka, ponika, broja pomlatka i mladika te smanjenjem fiziološki aktivne vlage tla.

U šestom faktoru ukupne visine pomlatka i mladika imaju najveći faktorski koeficijent te se njihovim povećanjem povećava broj pomlatka i mladika, a smanjuju horizontalne projekcije krošanja svih vrsta drveća.

Drugi i četvrti faktor imaju strukturno obilježje te zajedno objašnjavaju 32,7% od ukupno objašnjene varijance.

U drugom faktoru drvena masa ima najveći faktorski koeficijent te se njenim povećanjem povećava volumen i horizontalna projekcija krošanja, promjer srednjeg stabla prve etaže sastojine, a smanjuje se broj posječenih stabala u zadnjih pet do 25 godina.

U četvrtom faktoru broj stabala promjera 3 cm na više ima najveći faktorski koeficijent te se njegovim povećanjem povećava broj stabala od 3 do 10 cm i horizontalna projekcija krošanja svih vrsta drveća.

Treći i peti faktor nose ekološko obilježje te zajedno objašnjavaju 31,8% od ukupno objašnjene varijance.

U trećem faktoru količina humusa u tlu ima najveći faktorski koeficijent te se njegovim povećanjem povećava količina sirovog humusa, reakcija tla, a smanjuje se broj posječenih stabala u zadnjih pet do 25 godina i broj ponika svih vrsta drveća.

U petom faktoru broj posječenih stabala u zadnjih pet godina ima najveći faktorski koeficijent. Njegovim povećanjem povećava se količina užitog svijetla, broj posječenih stabala u zadnjih pet do 25 godina, a smanjuje se broj ponika, volumen i horizontalna projekcija krošanja svih stabala u šumi bukve i jele.

7. ZAKLJUČCI — CONCLUSIONS

Zadatak ovog istraživanja je u tome da se istraži kakav je utjecaj ekoloških i strukturnih činilaca na prirodno pomlađivanje u prebornim šumama jele i bukve u Gorskom Kotaru.

Istraživanja smo proveli u prebornim šumama jele i bukve u Gorskom Kotaru na 204 pokusne plohe smještene na tri zemljopisno različita područja (Zalesina, Fužine, Tršće), na dvije različite geološke podloge (silikat, vapnenac) na kojima dolaze dvije najznačajnije šumske zajednice u Gorskom Kotaru i to šuma jele s rebračom (*Blechno-Abietetum* Horv 1950) i šuma bukve i jele (*Abieti-Fagetum croaticum* Horv. 38), te na dvije suprotne ekspozicije (jug, sjever).

Na svakoj pokusnoj plohi izmjerili smo, numerički definirali ekološke i strukturne čimbenike te elemente pomlađivanja.

Ekološki čimbenici na pokusnim plohama predstavljeni su s ovih 10 pokazatelja:

— inklinacija, stupanj momentalne vlažnosti tla, fiziološki aktivna vlaga tla, higroskopicitet tla, količina humusa u tlu, debljina sirovog humusa, reakcija tla (pH), užito svjetlo u sastojini, broj posječenih stabala u zadnjih pet godina, broj posječenih stabala u zadnjih pet do 25 godina.

Strukturni čimbenici na pokusnim plohama predstavljeni su sa ovih 20 pokazatelja:

— broj stabala od 3 cm promjera na više, broj stabala od 3 do 10 cm promjera, drvena masa prve etaže, drvena masa druge etaže, drvena masa treće etaže, ukupna drvena masa, horizontalna projekcija krošanja prve etaže, horizontalne projekcije krošanja druge etaže, horizontalna projekcija krošanja stabala treće etaže, ukupne horizontalne projekcije krošanja, volumen krošanja prve etaže, volumen krošanja druge etaže, volumen krošanja treće etaže, ukupan volumen krošanja, promjer srednjeg stabla prve etaže, promjer srednjeg stabla druge etaže, promjer srednjeg stabla treće etaže, volumni prirast četinjača, volumni prirast listača, ukupni volumni prirast.

Elementi pomlađivanja na pokusnim plohama predstavljeni su sa ovih 14 pokazatelja:

— broj ponika, broj jednogodišnjeg pomlatka, broj dvogodišnjeg pomlatka, broj trogodišnjeg pomlatka, mortalitet ponika, mortalitet jednogodišnjeg pomlatka, mortalitet dvogodišnjeg pomlatka, broj pomlatka i mladika do 3 cm prsnog promjera, broj pomlatka do 25 cm visine, broj pomlatka i mladika iznad 25 cm visine, ukupne visine pomlatka i mladika do 3 cm prsnog promjera, ukupne visine pomlatka do 25 cm visine, ukupne visine pomlatka i mladika iznad 25 cm visine, faktor pomlađivanja.

Podatke za svaku od 204 pokusne plohe koje se odnose na navedene ekološke i strukturne čimbenike te elemente pomlađivanja imali smo na raspolaganju kod izrade ovog rada (tab. 1).

Za detaljnu analizu predstavljenu u ovom radu od navedenih podataka uzeli smo sedam ekoloških (fiziološki aktivna vlaga u tlu, količina humusa, debljina sirovog humusa, reakcija tla, užito svjetlo u sastojini, broj posječenih stabala u zadnjih pet godina, broj posječenih stabala u zadnjih pet do 25 godina), 6 strukturnih (broj stabala od 3 cm promjera na više, broj stabala prsnog promjera od 3 do 10 cm, promjer srednjeg stabla prve etaže sastojine, drvena masa, horizontalna projekcija krošanja, volu-

men krošanja) i 6 elemenata pomlađivanja (broj ponika, broj jednogodišnjeg pomlatka, broj dvogodišnjeg pomlatka, broj trogodišnjeg pomlatka, ukupan broj pomlatka i mladika, ukupne visine pomlatka i mladika).

Podaci se odnose na tri vrste drveća u šumi jele s rebračom (jela, smreka, bukva) i na pet vrsta drveća u šumi bukve i jele (jela, smreka, bukva, javor, brijest).

Služeći se matematičkomostatističkom obradom podataka upotrijebili smo višestruku regresijsku analizu, analizu varijance i faktorsku analizu te smo u smislu postavljenih zadataka i ciljeva ovih dosta opsežnih istraživanja dobivene rezultate iznijeli u predočenom tekstu i tablicama.

Na osnovi svega iznesenog došli smo do ovih zaključaka:

1. U šumi jele s rebračom broj ponika veći je tamo gdje je reakcija tla (pH) niža, manja debljina sirovog humusa, manja količina humusa, veća sječa u zadnjih pet do 25 godina, a s tim u vezi gdje je manji broj stabala od 3 do 10 cm, manja drvena masa i volumen krošanja jele.

Sama pojava jelovog ponika u šumi jele s rebračom nije nam nikakva garancija uspješnog prirodnog pomlađivanja te sastojine, jer u sklopu djelovanja svih istraživanih čimbenika ponik sa svojim srodnim varijablama objašnjava nam svega 10,7% od ukupno objašnjene varijance. Srodne varijable su reakcija tla, sirovi humus i promjer srednjeg stabla prve etaže sastojine, čijim povećanjem se smanjuje broj ponika jele.

U šumi bukve i jele broj ponika jele veći je tamo gdje je reakcija tla niža, veća količina fiziološki aktivne vlage tla, veći volumeni i horizontalne projekcije krošanja jele. Ponika će biti manje gdje je velika drvena masa jele po jedinici površine i gdje je velika količina užitog svijetla na tlu.

Zajedničko djelovanje fiziološki aktivne vlage tla i količine humusa pozitivno utječu na pojavu ponika s tim da u sklopu kompleksnog djelovanja svih istraživanih čimbenika navedeni čimbenici objašnjavaju svega 9,1% od ukupno objašnjene varijance.

Prosječni broj ponika u šumi bukve i jele veći je na području Zalesine nego na području Fužina i Tršća. Razlike su visokosignifikantne, dok u tim sastojinama ne postoje signifikantne razlike u broju ponika između južne i sjeverne ekspozicije.

Broj ponika veći je u sastojini jele s rebračom nego u sastojini bukve i jele.

2. Pojava jednogodišnjeg pomlatka jele u šumi jele s rebračom ovisna je o pojavi dvo- i trogodišnjeg pomlatka. Ukoliko je jedan od tih elemenata zavisna varijabla, u svim slučajevima ostale dvije javljaju se kao značajne nezavisne varijable.

Ponik ima značajan utjecaj za pojavu jednogodišnjeg pomlatka, a fiziološki aktivna vlaga tla, broj posječenih stabala u zadnjih 25 godina, horizontalne projekcije krošanja i užito svijetlo značajni su čimbenici za pojavu jedno, dvo i trogodišnjeg pomlatka jele.

Iz rezultata faktorske analize (tablica 45) zaključujemo da nam jedno, dvo i trogodišnji pomladak igra značajnu ulogu u sklopu djelovanja na

ekološke i strukturne čimbenike te elemente pomlađivanja jele. Oni zajedno s brojem posječenih stabala u zadnjih pet godina i brojem pomlatka i mladika (koji na njih djeluju pozitivno) objašnjavaju 19,8% od ukupno objašnjene varijance.

U šumi bukve i jele broj jedno, dvo i trogodišnjeg pomlatka ovisi o ekološkim (užito svjetlo, reakcija tla, broj posječenih stabala u zadnjih pet godina, sirovi humus) i strukturnim (broj stabala od tri do 10 cm, drvena masa, broj stabala od 3 cm na više) čimbenicima.

Elementi pomlađivanja, u tim sastojinama, broj pomlatka i mladika negativno utječu na jednogodišnji a pozitivno na dvo i trogodišnji pomlatka, dok je djelovanje ukupnih visina pomlatka i mladika suprotno toj pojavi.

Kompleksno djelovanje u vidu jednog faktora, jedno, dvo i trogodišnjeg pomlatka jele u sklopu s još tri strukturna, dva ekološka čimbenika i dva elementa pomlađivanja (tablica 57 i 58), ima vrlo značajnu ulogu jer zajedno objašnjavaju 41,5% od ukupno objašnjene varijance.

Broj jedno, dvo i trogodišnjeg pomlatka jele u šumi bukve i jele najveći je na području Tršća, zatim Zalesine pa Fužina.

Na južnoj ekspoziciji imamo više jedno, dvo i trogodišnjeg pomlatka nego na sjevernoj.

Broj jedno i dvogodišnjeg pomlatka veći je u šumi jele s rebračom nego u šumi bukve i jele, dok razlika u broju trogodišnjeg pomlatka nije signifikantna.

Na području Zalesine veći je broj jedno, dvo i trogodišnjeg pomlatka nego na području Fužina, dok ga na južnoj ekspoziciji ima više nego na sjevernoj.

3. Broj pomlatka i mladika jele i njihove ukupne visine predstavljaju vrlo značajne elemente pomlađivanja na osnovi kojih možemo vrlo objektivno ocijeniti stanje prirodnog pomlatka u prebornoj šumi jele i bukve.

U šumi jele s rebračom broj pomlatka i mladika veći je ukoliko je manja debljina sirovog humusa, veća sječa u zadnjih pet do 25 godina i veća količina užitog svjetla.

Ukupne visine pomlatka i mladika u istoj sastojini bit će veće ukoliko je bila veća sječa u zadnjih pet do 25 godina, veća količina užitog svjetla, veći broj stabala od tri do 10 cm te manji broj stabala od tri cm na više.

Kompleksno djelovanje broja i ukupnih visina pomlatka i mladika jele zajedno s još četiri ekološka čimbenika ima značajnu ulogu jer zajedno objašnjavaju 16,2% ukupno objašnjene varijance (tablica 45 i 46). Sirovi humus i broj posječenih stabala u zadnjih pet godina imaju negativnu, a užito svjetlo i broj posječenih stabala u zadnjih pet do 25 godina imaju pozitivnu ulogu na broj i ukupne visine pomlatka i mladika.

U šumi bukve i jele broj pomlatka i mladika jele veći je ukoliko je količina sirovog humusa manja, veći broj posječenih stabala u zadnjih pet do 25 godina, veći broj stabala od tri do 10 cm, i veći broj posječenih stabala u zadnjih pet godina.

Ukupne visine pomlatka i mladika bit će veće ukoliko je veći broj stabala od tri do 10 cm, veći broj posječenih stabala u zadnjih pet do 25 godina, manji broj posječenih stabala u zadnjih pet godina i manje horizontalne projekcije krošanja.

Broj pomlatka i mladika i njihove visine u šumi bukve i jele predstavljaju značajan čimbenik elemenata pomlađivanja koji u sklopu djelovanja s još osam strukturnih i ekoloških čimbenika te elemenata pomlađivanja objašnjavaju 41,5% od ukupne objašnjene varijance (tablice 57 i 58).

Šume bukve i jele na području Tršća imaju najveće vrijednosti broja pomlatka i mladika jele te njihovih visina, zatim dolaze šume Zalesine pa Fužina. Južne ekpozicije imaju veće vrijednosti od sjevernih.

Šume na silikatnoj podlozi imaju veće vrijednosti elemenata pomlađivanja od šuma na vapnenoj podlozi.

Šume na području Zalesine imaju veće vrijednosti pomlatka i mladika te njihovih visina nego šume bukve i jele i jele s rebračom na području Fužina.

4. Broj pomlatka i mladika i ukupne visine pomlatka i mladika bukve u šumi jele s rebračom više su ovisne o strukturnim nego o ekološkim čimbenicima.

Broj pomlatka i mladika ovisi o sječi stabala u zadnjih pet do 25 godina koja ima negativan i volumenu krošanja koje imaju pozitivan utjecaj.

Ukupne visine pomlatka i mladika ovise o sječi stabala u zadnjih 25 godina i horizontalnoj projekciji krošanja koje imaju negativan utjecaj te o volumenu krošanja i broju stabala od tri cm na više koje imaju pozitivan utjecaj.

Iz rezultata faktorske analize zaključujemo da broj pomlatka i mladika bukve i njihove ukupne visine igraju značajnu ulogu u drugom faktoru (tablice 51 i 52). U zajedničkom djelovanju sa srodnim strukturnim čimbenicima (broj stabala iznad tri cm promjera i broj stabala od tri do 10 cm promjera) koji na broj i visine pomlatka i mladika djeluju pozitivno te s ekološkim čimbenicima (broj posječenih stabala u zadnjih pet do 25 godina i fiziološki aktivna vlaga) koja na njih djeluje negativno, objašnjavaju 19,7% od ukupno objašnjene varijance.

Broj pomlatka i mladika bukve i njihove ukupne visine podjednako ovise o strukturnim kao i o ekološkim čimbenicima u šumi bukve i jele.

Broj pomlatka i mladika ovisi o volumenu krošanja i sirovom humusu koji imaju negativan utjecaj te o promjeru srednjeg stabla, drvnoj masi, reakciji tla (alkaličnije tlo), užitom svjetlu i sirovom humusu koji imaju pozitivan utjecaj.

Ukupne visine pomlatka i mladika ovise o srednjem stablu prve etaže sastojine, reakciji tla (alkaličnije tlo), količini humusa, broju stabala od tri cm na više koji imaju pozitivan utjecaj te o količini sirovog humusa i horizontalnoj projekciji krošanja koje imaju negativan utjecaj.

Iz rezultata faktorske analize zaključujemo da broj pomlatka i mladika bukve te njihove ukupne visine zajedno sa srednjim stablom prve etaže

sastojine koji ima pozitivan utjecaj te brojem posječenih stabala u zadnjih pet do 25 godina koji ima negativan utjecaj objašnjavaju u trećem faktoru 19,4% od ukupno objašnjene varijance (tablice 60 i 61).

Broj pomlatka i mladika bukve, kao i njihove ukupne visine, imaju najveće vrijednosti u šumi bukve i jele na području Fužina, zatim Zalesine te Tršća.

U istoj sastojini veće su vrijednosti broja pomlatka i mladika na sjevernoj nego na južnoj ekspoziciji.

Sastojine bukve i jele na vapnencu imaju veće vrijednosti broja pomlatka i mladika te njihovih visina od sastojina jele s rebračom na podlozi silikata.

Bukva se bolje pomlađuje i ima veće vrijednosti elemenata pomlađivanja u sastojinama na podlozi vapnenca i silikata na području Fužina od isto takvih sastojina na području Zalesine. Isto tako zabilježene su veće vrijednosti pomlatka i mladika i ukupnih visina bukve na sjevernoj nego na južnoj ekspoziciji sastojina na silikatnoj i vapnenoj podlozi.

5. Broj pomlatka i mladika smreke u šumi jele s rebračom ovisan je o količini užitog svijetla, broju posječenih stabala zadnjih pet godina, te broju stabla od tri do 10 cm koji imaju pozitivan utjecaj.

Ukupne visine pomlatka i mladika smreke u istoj zajednici povećavaju se povećanjem broja stabala od tri do 10 cm, broja stabala od tri cm na više i drvene mase, a smanjuje se povećanjem promjera srednjeg stabla prve etaže sastojine i volumena krošanja.

Iz rezultata faktorske analize možemo zaključiti da od 15 istraživanih strukturnih varijabli i varijabli elemenata pomlađivanja smreke te ekoloških varijabli, koji zajedno djeluju u sklopu pet faktora, broj pomlatka i mladika smreke djeluju u trećem faktoru zajedno s užitim svijetlom i količinom humusa koji imaju pozitivan utjecaj i brojem posječenih stabala koji imaju negativan utjecaj pa tako objašnjavaju 22,6% ukupno objašnjene varijance (tablice 48 i 49).

Broj pomlatka i mladika smreke u šumi bukve i jele ovisan je o broju stabala od tri do 10 cm koji ima pozitivan utjecaj, a sječa u zadnjih pet godina nije pokazala pozitivan utjecaj na pojavu pomlatka i mladika smreke.

Ukupne visine pomlatka i mladike smreke u istoj zajednici povećavaju se povećanjem broja stabala od tri do 10 cm promjera, a smanjuju se povećanjem broja stabala od tri cm na više, užitog svijetla i broja posječenih stabala u zadnjih pet godina.

Iz rezultata faktorske analize (tablice 48 i 49) vidimo da nam četvrti faktor objašnjava 10,9% od ukupno objašnjene varijance, a u njemu broj pomlatka i mladika smreke te njihove ukupne visine imaju najznačajniji utjecaj zajedno s količinom sirovog humusa koji ima pozitivan utjecaj.

6. Elementi pomlađivanja svih vrsta drveća u šumi bukve i jele i jele s rebračom, pokazuju ovisnost o strukturnim i ekološkim čimbenicima s tim

da je u šumi bukve i jele veća ovisnost o strukturnim čimbenicima (tablice 28 i 66), a u šumi jele s rebračom ta ovisnost je podjednaka (tablice 20 i 54).

7. U sastojinama bukve i jele na području Gorskog Kotara ne postoji značajna razlika u količini fiziološki aktivne vlage u prvih 10 cm tla.

Visokosignifikantne razlike postoje između sjeverne ekspozicije gdje je vlaga veća i južne ekspozicije gdje je vlaga niža.

Količina humusa i sirovog humusa najveća je u šumama na području Fužina, zatim Tršća te Zalesine.

Na južnoj ekspoziciji veće su količine sirovog humusa od sjevernih.

Tla su najkiselija na području Zalesine, manje kisela u Tršću a najmanje u Fužinama. Tla sjevernih ekspozicija su kiseliya od južnih.

Sastojine na području Tršća imaju najveću količinu užitog svijetla, manje imaju sastojine na području Zalesine, a najmanje na području Fužina. Užito svijetlo je veće na južnoj nego na sjevernoj ekspoziciji.

Od biotskih čimbenika najjači je antropogeni utjecaj u vidu sječe stabala u zadnjih pet godina i zadnjih pet do 25 godina bio na području šuma Tršća.

Šume bukve i jele i šume jele s rebračom na području Fužina ne pokazuju signifikantne razlike u fiziološki aktivnoj vlazi u prvih 10 cm tla u usporedbi s isto takvim sastojinama na području Zalesine. Razlike su se pokazale u šumama na sjevernoj ekspoziciji (gdje je vlaga veća) i šumama na južnoj ekspoziciji (gdje je vlaga manja).

Šume jele s rebračom na podlozi silikata, koje se nalaze na području Zalesine i Fužina, imaju manju fiziološki aktivnu vlagu u prvih 10 cm tla od šuma bukve i jele na vapnenoj podlozi istog područja.

Šume na području Zalesine (na vapnencu i silikatu) imaju tlo kiseliye reakcije, više užitog svijetla te se tamo sjeklo jače u zadnjih pet do 25 godina nego u šumama na području Fužina.

Šume na silikatnoj podlozi imaju veće vrijednosti sirovog humusa, kiseliya tla, veći postotak užitog svijetla te veći broj posječenih stabala u zadnjih 25 godina nego šume na području vapnenca.

Sirovi humus i reakcija tla imaju veće vrijednosti na južnoj od sjeverne ekspozicije u šumama na vapnenoj i silikatnoj podlozi Zalesine i Fužina.

8. U šumi bukve i jele na području Gorskog Kotara značajni strukturni čimbenici jele (broj stabala od tri cm na više, broj stabala od tri do 10 cm i horizontalna projekcija krošanja) imaju najveće vrijednosti na području Tršća, manje u Zalesini a najmanje u Fužinama.

Strukturni čimbenici bukve pokazuju najveće vrijednosti u šumama bukve i jele na području Fužina, manje u Zalesini a najmanje u Tršću.

Najveće strukturne vrijednosti gorskog javora imamo na području Zalesine, manje u Fužinama, dok je javor, radi intenzivnih sječa listača, skoro iskorijenjen iz šuma na području Tršća.

Gorski javor najbolje se prirodno pomlađuje na području Fužina.

U šumama jele s rebračom i šumama bukve i jele imamó veće signifikantne strukturne čimbenike jele na području Zalesine nego na području Fužina.

Jela u šumi jele s rebračom na silikatnoj podlozi ima veće strukturne karakteristike od jele u šumi bukve i jele na vapnenoj podlozi.

Jela na južnoj ekspoziciji pokazuje veće značajne vrijednosti strukturnih čimbenika od jele na sjevernoj ekspoziciji.

Svi strukturni čimbenici bukve veći su u šumama na području Fužina nego u šumama na području Zalesine.

Bukva na silikatnoj podlozi u šumi jele s rebračom pokazuje veće strukturne vrijednosti kod broja stabala od tri cm na više, broja stabala od tri do 10 cm i horizontalnih projekcija krošanja nego šume bukve i jele na vapnenoj podlozi. To nam je dobar pokazatelj da se bukva ponovno naseljava u sastojine jele s rebračom iz kojih je bila istisnuta pogrešnim gospodarskim zahvatima.

Bukva pokazuje veće signifikantne strukturne vrijednosti kod broja stabala od tri do 10 cm i broja stabala od tri cm na više, na sjevernoj ekspoziciji dok su ostale značajne strukturne vrijednosti veće na južnoj ekspoziciji (volumen krošanja, drvna masa, srednje stablo prve etaže sastojine) u šumama na silikatu i vapnencu Zalesine i Fužina.

9. Svi izneseni zaključci temelje se na osnovi statističkih signifikantnih rezultata dobivenih matematičkomstatističkom obradom podataka uz primjenu višestruko regresijske analize, analize varijance i faktorske analize. Međutim, prirodno pomlađivanje u prebornim šumama jele i bukve u Gorskom Kotaru je vrlo složen proces u kojeg su uključeni svi čimbenici koji djeluju u složenom ekosistemu jele i bukve. Na žalost, čovjek često iz subjektivnih i objektivnih razloga nije još dovoljno zavladao svim procesima koji vladaju u tim šumama pa su mnoga pitanja ostala nerazjašnjena. Nadamo se da su u ovom radu izneseni rezultati istraživanja pridonijeli nešto boljem razjašnjenju postojećih problema.

Kao i u svakom radu gdje se radi na istraživanju vrlo kompleksnih problema, a naročito tamo gdje se nastoji doći do zakonitosti koje vladaju u prirodnim šumskim zajednicama, mnoga pitanja ostala su nedovoljno rasvijetljena, a mnogim ukazanim problemima se nije moglo posvetiti dovoljno prostora. Nadamo se da će buduća još detaljnija kompleksna istraživanja prebornih šuma jele i bukve u Gorskom Kotaru razjasniti još mnoga otvorena pitanja koja stoje pred šumarima koji gospodare s tim vrlo vrijednim i za društvo vrlo značajnih šumskim ekosistemima.

8. LITERATURA — REFERENCES

- Alikalfić F., 1971: Problemi gospodarenja visokim »prebornim šumama u Bosni i Hercegovini. Sarajevo.
- Androić M., 1960: *Argyresthia fundella* F. R. (*Tineidae*) moljac jelinih iglica — uzročnik sušenja jele u Gorskom Kotaru, Šum. List, 7/8.
- Androić M. — Klepac D., 1969: Problem sušenja jele u Gorskom Kotaru i Sloveniji. Šum. List, 1/2.

- Anić M., 1942: Šume u Hrvatskoj, II dio, Zagreb. <'>
- Anko B., 1963: Dinamika visinske rasti jelke i bukve v kočevskom pragozdu in gojitevni zaključki. Ljubljana.
- Balsiger R., 1925: Der Pletterwald und seine Bedeutung für die Forstwirtschaft der Gegen wort. Bern.
- Benak V., 1888: Upliv svjetla na rast drveća. Šum. List.
- Bernadzki E., 1965: Untersuchungen zur Wahl des Verjüngungsverfahrens und Verjüngungszeitpunktes in Tannenbeständen an ihrer nordöstlichen Grenze in Polen. Zürich.
- Bertović S., 1970: Šumskovegetacijska područja i njihovi klimatski odnosi kao osnove za regionalnu tipološku kvalifikaciju šuma u Hrvatskoj. Zagreb, (disertacija).
- Bertović S., et all. 1974: Tipološke značajke šuma gospodarske jedinice Brod na Kupi, »Radovi« br. 21, Zagreb.
- Bertović S., 1975: Prilog poznavanju odnosa klime i vegetacije u Hrvatskoj. Acta biologica, VII/2, Zagreb.
- Borset O., 1975: Probleme der Naturverjüngung in den nordischen Waldern. Istanbul.
- Brinar M., 1969: Vpliv svetlobe na razvoj bukovega mladja, Zbornik BF, Ljubljana.
- Brinar M., 1971: O vplivu kolinov na kalitev semena v zvezi z alternacijo nekaterih gozdnih drevesnih vrst, Gozdarski vestnik.
- Burger H., 1941: Holz, Blattmenge und Zuwachs. Ein Pletterwald mittlerer Standortgüte. Mittl. d. Sch. A. f. d. f. v. w. XXII Bd. I i II H.
- Dannecker K., 1955: Aus der hohen Schule des Weisstannenwaldes, Frankfurt.
- Dekanić I., 1970: Tehnika uzgajanja šuma (predavanja).
- Dekanić I., 1963: Proučavanje optimalne strukture sastojine (po vrstama drveća i etažama) u vezi sa korišćenjem sunčane energije, hranjiva u tlu i gospodarske namjene (preborne satojine) Zagreb.
- Finol H., 1975: Methoden der naturverjüngung in einigen Venezonanischen waldtypen. IUFRO, Istanbul.
- Frančišković S., 1957: Varijabilnost brojeva stabala i kružnih ploha u prebirnom uzgoju. Anali za eksper. šum. Vol. II. Zagreb.
- Frančišković S., 1955: Zastrta površina u prebornoj šumi. Anali inst. za eksper. šum. Jugosl. Akademije znan. i umjetnosti Vol. I. Zagreb.
- Frančišković, S. 1938 i 1939: Prilog proučavanju taksacionih elemenata u prebirnim šumama. Šum. List.
- Frančišković S., 1927: Šume i šumarstvo vlastelinstva Thurn Taxis u zapadnoj Hrvatskoj. Šum. list.
- Fulgosi A., 1974: Uvod u faktorsku analizu. Zavod za produktivnost, Zagreb.
- Gašperšič F., 1967: Razvojna dinamika mešanih gozdov jelke-bukve na Snežniku u zadnjih sto letih. Gozdarski vestnik.
- Gašperšič F., 1972: Zakonitosti naravnega pomlađevanja jelovo-bukovih gozdov na visokem krasu Snežniško—Javorniškega masiva. (Disertacija), Ljubljana.
- Haikurainen, L., 1975: Reforestation of peatland. IUFRO, Istanbul.
- Horvat I., 1930: Vegetacijske studije o hrvatskim planinama. I. Zadruga na planinskim goletima. (Vegetationsstudien in den kroatischen Alpen. I. Die alpinen Rasengesellschaften) Rad Jug. akad. 238. Zagreb.
- Horvat I., 1931: Vegetacijske studije o hrvatskim stijenama i točilima (Vegetationsstudien in den kroatischen Alpen II. Alpine Felspalten- und Geröllgesellschaften). Rad Jug. akad. 241. Zagreb.
- Horvat I., 1937: Pregled šumske vegetacije Hrvatske (Aperçu de la vegetation silvestre en Croatie) Šum. list 61. Zagreb.
- Horvat I., 1938: Biljnosociološka istraživanja šuma u Hrvatskoj (Pflanzensoziologische Walduntersuchungen in Kroatien) Glas. šum. pok. 6. Zagreb.
- Horvat I., 1950: Šumske zajednice Jugoslavije. Les associations forestieres en Yougoslavie. Inst. šum. istraž. Zagreb.
- Hren V., 1968: Dinamika horizontalnog širenja krošanja bukve i jele u nekim zajednicama zapadne Hrvatske. Šum. list.

- Hufnagl L., 1896: Što je preborna šuma. Šum. list.
Hufnagl L., 1895: Preborna šuma, njezina normalna slika, drvena zaliha, prirast i prihod. Šum. list.
Jovanović A., 1925: Važnost normale kod uređivanja u prebornim šumama. Šum. list.
Juričić H., 1942: Vлага u zraku. Zemljopis Hrvatske I. dio Zagreb.
Kesterčanek F. X. 1882: Prilozi za povijest šuma i šumskog gospodarstva kod Hrvata. Šum. list.
Kern A., 1898: Uređivanje prebornih šuma. Šum. list.
Kern A., 1916: Praksa uređenja šuma uopće, a kod zemljišnih zajednica napose. Šum. list.
Klepac D., 1953: O šumskoj proizvodnji u fakultetskoj šumi Zalesina. Glasnik za šum. pokuse. Zagreb.
Klepac D., 1954: Komparativna istraživanja debljinskog, visinskog i volumnog prirasta u fitocenozi jele i rebrače. Šum. list.
Klepac D., 1956: Istraživanja debljinskih prirasta jele u najraširenijim cenoza-ma Gorskog Kotara. Glasnik za šum. pokuse, Zagreb.
Klepac D., 1960: Prirasne tablice za jelu na području fakultetske šumarije Za-lesina. Glasnik za šum. pokuse, br. 14, Zagreb.
Klepac D., 1961: Novi sistem uređivanja prebornih šuma. Poljop. šum. komora, Zagreb.
Klepac D., 1961: O nekim normalama u jelovim prebornim šumama. Šum. list.
Klepac D., 1961: Normalne frekvencije krivulje broja stabala u prebornoj šumi. Šum. list.
Klepac D., 1962: Novi sistem uređivanja prebornih šuma (dodatak). Polj. šum. komora, Zagreb.
Klepac D., 1963: Rast i prirast šumskih vrsta drveća i sastojina. Zagreb.
Klepac D., 1965: Uređivanje šuma. Zagreb.
Klepac D., 1963: Struktura sastojine. Šum. encikl. II. Zagreb.
Kolesarić V., 1974: Analiza varijance. Zavod za produktivnost, Zagreb.
König E., 1975: Wildschadenprobleme bei der Waldverjüngung IUFRO, Istanbul.
Kordiš F., 1964: Problemi pri obnovi jelovih gozdov, Gozdarski vestnik.
Korpel Š., 1965: Vplyv druhovego zloženia jedlovo-bukovyh porastov na prirodzenu obnovu jedle. Sbor. vedec. prac Lesn. fakulty VŠLD vo Zvolen. Zvolen.
Korpel Š., Vinaš B., 1965 a: Pestovanie jedle. Bratislava.
Köstler J. N., 1950: Waldbau. Berlin, Hamburg.
Lamprecht H., 1975: Wünschbarkeit, möglichkeiten und probleme der natur-verjüngung in tropischen waldern. IUFRO, Istanbul.
Leibundgut H., 1945: Waldbauliche Untesuchungen über den Aufbau von Plenterwäldern, Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw.
Leibundgut H., 1958: Razmatranje uz primjenu metoda prebiranja i grupi-mičnog gospodarenja u šumama Jugoslavije. (Prijevod) Narodni šumar. Sarajevo.
Leibundgut H., 1966: Die Waldflege. Bern.
Leibundgut H., 1975: Zum problem der Natürlichen Waldverjüngung in ge-massigten zonen. IUFRO, Istanbul.
Magine E., 1967: Investigations on factors Affecting the natural regeneration of Silver Fir in the Apennines. XIV IUFRO kongres. München.
Manojlović M., 1927: Teorija prebiranja. Šum. list.
Martinović J., 1972: Zavisnost stepena humanizacije od stanišnih uslova u šum-skim tlima na karstu Zapadne Hrvatske. Zagreb, (doktorska disertacija).
Matić S., 1972: Prirodno pomlađivanje u zaraženim jelovim sastojinama. Šum. list 11/12.
Matić S., 1973: Prirodno pomlađivanje kao faktor strukture sastojine u šumama jele s rebračom (*Blechno-Abietetum* Horv.), Šum. list 9/10, 11/12.
Matić S., 1976: Ecological and structural data about the Silver Fir/Beech selection forest in Croatia with special reference to their natural regeneration. XIV IUFRO World-Congress Oslo, Norway, June 20 — July 2.
Matić S., 1978: Natural regeneration of Fir forests on the northwestern part of the Balkan Peninsula (Gorski Kotar). II. International symposium on the problems of Balkan flora and vegetation, Istanbul 3 — 10 July, 1978.

- Marinov M., 1964: Vozobnovjanane na smesenita bukovo-elovo-smrečevoj gori. Gor. stop. 20/1964.
- Mayer H., 1959: Bodenvegetation und Naturverjüngung von Tanne und Fichte in einem Allgäuer Plenterbestand. Ber. Geobot. Inst. Rübel. in Zürich.
- Mayer H., 1963: Tannenreiche Wälder am Nordabfal der mitleren Ostalpen. München.
- Mayer H., 1975: Die verjüngung des gebirgawaldea. IUFRO, Istambul.
- Miletić Ž., 1954: Istraživanja širenja (ekspanzije) krune u prebornoj sastojini bukve. Glas. Šum. fak. Beograd.
- Miletić Ž., 1950: Osnovi uređivanja prebirne šume. Knjiga I, Beograd.
- Mlinšek D., 1967: Pomlađevanje in nekatere razvojne značilnosti bukovega in jelovega mladja v pragozdu na Rogu, Zbornik BF, Ljubljana.
- Mlinšek D., 1968: Slobodna tehnika gajenja šuma na osnovu nege. Beograd.
- Mlinšek D., 1969: Zakonitosti v razvoju gorskoga kraškega gozda in teorija prebiralnega gozda, Zeitschr. Sweiz. Forstvereins N. 46.
- Mlinšek D., 1975: Die Naturverjüngung im Wirtschaftsaald. IUFRO, Istambul.
- Moiseev V., Naumenko Z., 1957: O sočtanij grupovo voboročnih i postepenih rubok. Les, hazj. Moskva.
- Momirović K., 1966: Valjanost psihologijskih mjernih instrumenata. Ođabrana poglavlja iz psihometrije i neparametrijske statistike. Zagreb.
- Petračić A., 1931: Uzgajanje šuma II. Zagreb.
- Petž B., 1974: Statističko provjeravanje hipoteza. Zavod za produktivnost, Zagreb.
- Pintarić K., 1969: Njega šuma. Univerzitet u Sarajevu.
- Pintarić K., 1970: Uticaj zasjenjenosti i pripreme zemljišta na pojavu prirodnog pomlatka jele u prebornim šumama jele, smrče i bukve na Igmanu. Radovi Sumarskog fakulteta i Inst. za šum. Sarajevo.
- Pintarić K., 1974: Kvalitet guštika bukve u čistim visokim sastojinama bukve. Narodni šumar 1—3, Sarajevo.
- Pintarić K., 1974: Uzgajanje šuma, II dio, Tehnika obnove i njege sastojina (predavanja). Šumarski fakultet u Sarajevu.
- Pintarić K., 1978: Urwald Peručica als natürliches Forschungslaboratorium. Allgemeine Forst Zeitschrift. München.
- Pranjić A., 1963: Ovisnost drvne mase stabla o promjeru krošnje i visini. Šum. list.
- Prpić B., 1975: Zakorjenjivanje i hidrataura obične jele, Posl. udruž. šumsko-privrednih organizacija, Zagreb.
- Puncer I., 1976: Dinarski jelovo bukovo gozdovi na Kočevskem. Ljubljana (doktorska disertacija).
- Rauš Đ., 1976: Šumarska fitocenologija (skripta), Zagreb.
- Rauš Đ., 1978: Die Waldvegetation an der nordwestlichen Grenze der Balkanhalbinsel. Istambul.
- Regent B. i Mučalo V., 1975: Kvalitativna svojstva sjemena obične jele u odnosu na sušenje. Posl. udruž. šumsko-privrednih organizacija, Zagreb.
- Saatcioglu F., 1975: Allgemeine charakteristikender Waldverjüngung in der Türkei. IUFRO, Istanbul.
- Schmidt-Vogt H., 1975: Verjüngung von schlagweisem hochwald. IUFRO, Istanbul.
- Snedekor Dž. i Kohren V., 1971: Statistički metodi. Prijevod, Beograd.
- Spaić I., 1969: Neka ekološka opažanja i rezultati suzbijanja moljca jelinih iglica (*Argyresthia fundella* F. R.), Šum. list 5/6.
- Spaić I., 1969 a: Suzbijanje moljca jelinih iglica (*Argyresthia fundella* F. R.), 1968. god. u Gorskom Kotaru. Šum. list 1/2.
- Spaić I., 1969 b: Stanje zaraze i suzbijanje moljca jelinih iglica (*Argyresthia fundella* F. R.) u 1969. godini. Šum. list 11/12.
- Sukačev V. N. i dr. 1964: Osnovi lesnoj biogeocenologiji, Moskva.
- Safar J., 1952: Problem izmjene vrsta u šumama, Šum. list.
- Safar J., 1953: Proces pomlađivanja jele i bukve u hrvatskim prašumama. Šum. list.
- Safar J., 1954: Ugibanje i obnavljanje jele u prebornim šumama, Šum. list.
- Safar J., 1955: Problem nadiranja i širenja bukve u arealu jele. Prilog poznavanju pomlađivanja jele u prebornim šumama, Anali inst. za eksp. šum.

- Šafar J., 1957: O pomlađivanju jele na planinskom području, Šum. list.
- Šafar J., 1965: Pojava proširivanja bukve na Dinaridima Hrvatske, Šum. list.
- Šafar J., 1963: Ekonomski i biološki temelji za uzgajanje šuma, Zagreb.
- Šafar J., 1968: Prilozi rješavanju problema o održavanju i podmlađivanju jele na području Gorskog Kotara, Šum. list.
- Šimak M., 1951: Untersuchungen über den natürlichen Baumartenwechsel in schweizerischen Plenterwäldern, Mit. schw. Anst. f. forstl. Versuchswesen.
- Škorić A., 1965: Pedološki praktikum. Sveuč. u Zagrebu, Zagreb.
- Škorić A., 1977: Tipovi naših tala, Zagreb.
- Škreb S., 1942: Klima. Zemljopis Hrvatske, Zagreb.
- Šurić J., Pranjić A., 1966: Šurićeve (Pranjić) tarife za bukvu, jelu i smreku. Šum.-tehn. Priručnik, Zagreb.
- Tregubov V. i dr. 1957: Prebiralni gozdovi na Snežniku. Institut za gozdno in lesno gosp. Slov. Ljubljana.
- Vajda Z., 1933: Studija o prirodnom rasprostranjenju i rastu smreke u sastojinama Gorskog Kotara, Zagreb.
- Vanselow K., 1949: Theorie und praxis der natürlichen Verjüngung im Wirtschaftswald. 2. Auflage, Berlin.
- Vranković A., 1971: Pedološki prikaz tala šumsko-gospodarskih jedinica u području planinskog masiva M. Kapela, Zagreb.
- Republički hidrometeorološki zavod SR Hrvatske, 1975: Pregled meteoroloških podataka stanice Zalesina. Razdoblje 1951—1974. Zagreb.