

Olistenje bukve na snežniško-javorniškem masivu

z razčlemba splošnih zakonitosti olistenja bukve

Živan VESELIČ*

Izvleček

Veselič, Ž.: Olistenje bukve na snežniško-javorniškem masivu. *Gozdarski vestnik*, št. 10/1990. V slovenščini s povzetkom v angleščini, cit. lit. 25.

Študija podaja pregled spremljanja olistenja bukovih gozdov od vznožja do zgornje gozdne meje snežniško-javorniškega pogorja v štiriletnem obdobju 1986–1989.

S podrobnejšo terensko raziskavo je ugotovljen vpliv ekspozicije rastišča in združenega položaja na čas olistenja bukve.

Na osnovi meteoroloških podatkov in podatkov o času olistenja bukve za tri meteorološke in fenološke postaje (Rateče-Planica, Rovte, Maribor) in za 21-letno obdobje 1969–1989 je s statističnimi analizami ugotovljen vpliv različnih meteoroloških dejavnikov. S poskusom z bukovimi mladikami v nadzorovanih pogojih pa je nakazan tudi vpliv dolžine dneva, spektralne sestave svetlobe, vlažnosti tal in relativni vpliv temperaturnih razmer na čas olistenja bukve.

Synopsis

Veselič, Ž.: The Leaf Formation in the Beech Tree in the Snežnik-Javorniki massif. *Gozdarski vestnik*, No. 10/1990. In Slovene with a summary in English, lit. quot. 25.

The study presents a survey on the observations as regards the leaf formation in beech forests from the foot to the upper altitudinal forest limit in the Snežnik-Javorniki mountain chain during a four-year period from 1986–1989.

A detailed field research established the influence of site exposure and cenological status on the time of the leaf formation in the beech.

Based on meteorologic data and the data on the time of the leaf formation in the beech of three meteorologic and phenological stations (Rateče-Planica, Rovte, Maribor) and of a 21-year period from 1969–1989, the influence of various meteorologic factors was established by means of statistical analyses. The test with beech young trees in controlled conditions also indicated the influence of day length, the spectral structure of the light, ground dampness and a relative influence of temperature conditions on the time of the leaf formation in the beech tree.

1. UVOD

Fenološke spremembe vegetacije v krajih z zmernim podnebjem nekajkrat letno značilno zaznamujejo naše okolje. Kljub temu je v zvezi s fenološkimi pojavi še marsikaj zavito v skrivnost.

Z raziskavo o olistenju bukve smo želeli bolje spoznati pojav olistenja bukve ter poskusiti pri pojavu olistenja ugotoviti njegove značilnosti in zakonitosti, zlasti v odnosu do dejavnikov okolja, ki bi nam omogočile pojav olistenja bukve uporabiti v

gozdno gojitvene namene.

Raziskavo smo v osnovi naslonili na območje snežniško-javorniškega pogorja, za razčlemba splošnih zakonitosti olistenja bukve pa smo uporabili meteorološke in fenološke podatke tudi iz drugih krajev Slovenije.

Rod bukve (*Fagus*) obsega devet vrst listopadnega drevja severne poloble (23, 1980). Evropska bukev ali po naše kratko bukev (*Fagus sylvatica* L.) je ena najbolj razširjenih in gospodarsko najpomembnejših drevesnih vrst v Evropi.

Snežniško-javorniško pogorje, na katerem smo proučevali pojav olistenja bukve, leži v severozahodnem delu Dinaridov in

* Mag. Ž. V., dipl. inž. gozd., Gozdno gospodarstvo Postojna, 66230 Postojna, Vojkova 9, YU

ga prištevamo k slovenskemu Visokemu krasu. Kot ves dinarski svet tudi snežniško-javorniški masiv sestavljajo apnenci, dolomitizirani apnenci in dolomiti iz kredne, jurske in triadne dobe. Zanj je značilno visokokraško interferenčno podnebje, kjer se srečujeta vpliva celinskega in mediteranskega podnebja. Odlikuje ga razmeroma veliko padavin (1500–3000 mm) z izrazitim jesenskim in manj izrazitim poznošpomadanskim maksimumom. Na snežniško-javorniškem pogorju bukova rastišča (skupaj z jelovo-bukovimi) prevladujejo in segajo od vznožja do zgornje gozdne meje, zato je to pogorje zelo primerno za študij ekologije in fenologije buke.

V zvezi s spomladanskim »prebujanjem«
rastlin si poskušajo rastlinski fiziologi že dolgo odgovoriti na vprašanje, katere snovi in kateri procesi v rastlinah se najprej odzovejo na ugodne ekološke razmere spomladi in vplivajo na to, da se v rastlini sprožijo intenzivne in usklajene fiziološke aktivnosti, ki privedejo do spomladanske rasti in razvoja rastline.

Zelo pomembno vlogo pri uravnavanju življenjskih procesov rastlin v odvisnosti od dejavnikov okolja imajo v rastlinah fiziološko aktivne snovi – rastni hormoni in inhibitorji rasti. Na ugodne rastne razmere spomladi se rastlina odzove s povečano koncentracijo rastnih hormonov oziroma z njihovim aktiviranjem ter zmanjšanjem vsebnosti inhibitorjev rasti, kar skupaj povzroči intenziviranje življenjskih procesov.

Med inhibitorji rasti, ki vplivajo na intenzivnost zimskega mirovanja lesnatih rastlin in tudi zadržujejo spomladansko prebujanje življenjskih procesov, se omenja predvsem abscisinska kislina, od rastnih hormonov pa naj bi k prekinjenju zimske dormance lesnatih rastlin spodbujali predvsem gibberelini in citokinini.

Pomembno vlogo pri prebujanju rastlin in tudi semen iz stanja mirovanja so dokazali snovem, ki absorbirajo svetlobo, zlasti svetlobo določenih valovnih dolžin, in so jih kot posebne pigmente imenovali s skupnim imenom fitohromi. Z njihovim obstojem so si fiziologi pojasnili morfogenski vpliv svetlobe. Danes vemo, da se ti nefotosintetski

pigmenti, ki kemijsko predstavljajo hromoproteide z molekulsko težo okrog 200.000 in niso svobodni ampak vezani na citoplazmatske membrane, nahajajo v vseh rastlinskih tkivih. Dokazanih je že cela vrsta fitohromov, ki nosijo imena po valovni dolžini svetlobe, pri kateri imajo maksimum absorpcije. Pri spodbujanju življenjskih procesov sta najbolj dejavni rdeča in za njo modra svetloba, njenemu vplivu pa deluje nasprotno temno rdeča (infrardeča) svetloba.

Čeprav je dokazanih že veliko fitohromov ter so v veliki meri tudi določene njihove kemijske zgradbe in so precej proučeni tudi procesi pretvorb fiziološko aktivnih oblik v neaktivne, pa je še veliko neznanega o mehanizmi njihovega vpliva na življenjske procese v rastlini.

Nejasnost glede mehanizmov in procesov ter snovi v rastlinah, ki imajo najodločilnejšo vlogo pri prebujanju rastlin iz stanja zimskega mirovanja, še povečajo dejstva, da svetloba, ki sicer pozitivno vpliva na oblikovanje aktivnih oblik fitohromov, na drugi strani neugodno vpliva na razmerje med rastnimi hormoni in inhibitorji rasti, da toplota vpliva na kemijske in zlasti fermentne reakcije v rastlinah tudi neodvisno od rastnih hormonov ter da je dokazan morfogenski vpliv svetlobe na rastline tudi neodvisno od fitohromov.

Da spomladansko olistenje ni pojav, ki ga lesnata rastlina ob ugodnih vremenskih razmerah začne in konča le v spomladanskem obdobju, je z natančno študijo razvoja prav bukovega popka v l. 1988 dokazal Roloff (ROLOFF 1988). S študijo je dokazal, da se bukev na svoje olistenje pripravlja skoraj dve leti. Prve listne zasnove – za liste na vrhu bodočih poganjkov – se pričenejajo razvijati že v jeseni, leto in pol pred olistenjem. Prek zime se nadaljnji razvoj listnih zasnov prekine, nadaljuje pa se spomladi. Do konca avgusta so vse listne zasnove v popku povsem razvite in začenejajo se že razvijati nove za spomlad, ki bo sledila naslednji zimi.

2. METODE DELA

V grobem lahko vse izvedene analize združimo v naslednja poglavja:

1. Statistične analize meteoroloških podatkov in podatkov o času olistenja bukke z več meteoroloških in fenoloških postaj Slovenije, ki sta jih v okviru svoje redne dejavnosti zbrali fenološka in meteorološka služba Hidrometeorološkega zavoda RS.

V ta namen smo statistično obdelali meteorološke in fenološke podatke o času olistenja bukke z meteoroloških in fenoloških postaj Rateče-Planica, Rovte in Maribor (Tezno) za 21-letno obdobje 1969–1989. Za štiriletno obdobje 1986–1989 pa smo primerjali nekatere meteorološke podatke s časom olistenja bukke za vseh šestindvajset meteoroloških postaj v Sloveniji, ki so hkrati fenološke in na njih opazujejo tudi bukke.

2. Štiriletna terenska opazovanja napredovanja olistenja bukke od vznožja snežniško-javorniškega masiva proti njegovemu vrhu.

3. Podrobnejše terenske analize vpliva ekspozicije na čas olistenja bukke.

4. Proučevanje vpliva dolžine dneva, svetlobnega spektra, temperature zraka in vlažnosti tal na olistenje bukovih mladik z lončnim poskusom.

2.1. Ugotavljanje vpliva vremenskih dejavnikov na čas olistenja bukke s pomočjo meteoroloških podatkov in podatkov o času olistenja bukke z meteoroloških in fenoloških postaj Slovenije

Pri teh analizah smo posvetili največ pozornosti podatkom s fenoloških in meteoroloških postaj Rateče-Planica, Rovte in Maribor, za katere smo uporabili podatke enaindvajsetletnega obdobja 1969–1989.

Navedene meteorološke in fenološke postaje smo v podrobnejšo analizo vključili iz naslednjih razlogov:

- postaje so v krajih z zelo različnim podnebjem,
- pri njih so bila vseh enaindvajset let opazovana ista bukova drevesa,
- zanje so bili dosegljivi dovolj dobri podatki o osončenju,
- postaje so zunaj območij pogoste spo-

mladanske megle zaradi temperaturnih inverzij.

Poleg fenoloških podatkov o času olistenja bukke smo imeli za te postaje za vseh omenjenih enaindvajset let za čas od 1. februarja do 31. maja na voljo naslednje meteorološke podatke:

- srednje dnevne temperature,
- maksimalne dnevne temperature,
- minimalne dnevne temperature,
- število dnevnih ur sončnega obsevanja,
- mesečne količine padavin.

Zaradi upoštevanja vrednosti vremenskih dejavnikov v letu pred analiziranim olistenjem smo si za obdobja celih let priskrbeli tudi podatke o:

- povprečnih mesečnih temperaturah,
- mesečnih količinah padavin.

Iz navedenih podatkov smo izpeljali vrsto novih, tako da smo skupno analizirali vpliv enainšestdeset različnih vremenskih dejavnikov na olistenje bukke; v zaključne analize, ki so predstavljene v tem delu, pa smo jih vključili petinštirideset.

Analizirali smo podatke vsake od navedenih postaj posebej.

Z ločeno analizo pa smo ugotovili vpliv temperaturnih razmer na čas olistenja bukke s pomočjo temperaturnih podatkov za štiriletno obdobje 1986–1989 vseh šestindvajset meteoroloških postaj Slovenije, ki so hkrati tudi fenološke in na njih opazujejo fenološke faze bukke.

Statistično iz vrednotenje vseh zbranih meteoroloških in fenoloških podatkov lahko vsebinsko razdelimo v dve poglavji.

1. Poskus določiti temperaturni in datumski prag, nad katerima so temperaturne razmere pomembne za pojav olistenja pri bukvi – s pomočjo izračunanih mnogih korelacijskih koeficientov med dnevom olistenja in različnimi temperaturnimi parametri. Metodo smo povzeli po Šeguli-Iliču (ŠEGULA-ILIČ 1990).

2. Ugotoviti vpliv različnih vremenskih dejavnikov na čas olistenja bukke.

A. V smislu napovedovanja dneva olistenja smo poiskali odvisnost dneva olistenja od vrednosti vremenskih dejavnikov, od katerih se tisti iz tekočega leta nanašajo na določeno obdobje pred olistenjem bukke.

Tu smo opravili dvoje analiz (točki a in b).

a. Analize, opravljene na osnovi enaindvajsetletnih podatkov, ločeno za vsako od podrobneje analiziranih meteoroloških in fenoloških postaj Rateče-Planica, Rovte in Maribor.

Pri teh analizah smo zaradi množice parametrov uporabili dve statistični metodi:

– faktorsko analizo, inačico z vrtenjem faktorjev po metodi Varimax, ki ji je sledil (z novo oblikovanimi ortogonalnimi faktorji) izračun multiple regresije, izveden po metodi Stepwise (postopnega vključevanja spremenljivk v analizo multiple regresije),
– serijo zaporedno izvedenih multiplih regresij, izračunanih prav tako po metodi Stepwise.

Pri tako velikem številu kazalcev, kjer so poleg tega še mnogi med seboj znatno korelirani, postane uporaba multiple regresije v določeni meri oporečna, saj na osnovi rezultatov, ki jih dobimo, v takšnem primeru ne moremo povsem zanesljivo določiti vpliv posameznih znakov na proučevano odvisno spremenljivko. V takšnem primeru je uporaba faktorske analize korektnjša. Ker pa nam faktorska analiza prikaže velikost vpliva celega sklopa med seboj tesneje povezanih dejavnikov, vpliv posameznega pa v splošnem ni mogoče izluščiti, smo si pomagali z obema metodama, s tem, da smo pri seriji multiplih regresij v kasnejših izračunih izpuščali vse tiste spremenljivke, katerih vpliv se je v predhodnih izračunih pokazal za značilnega.

Pri obeh analizah smo zaporedni dan, ko je prišlo do olistenja, postavili v odvisnost do naslednjih meteoroloških parametrov:

- x_1 – vsota efektivnih temperatur od 1. februarja do izbranega dne iz začetka obdobja običajnega časa olistenja bukke (za Rateče-Planico do 121. dneva, za Rovte do 111. dneva in za Maribor do 106. dneva),
- x_2 – vsota efektivnih temperatur zgodnjega 46-dnevnega obdobja (od 1. februarja oziroma kmalu po njem),
- x_3 – vsota efektivnih temperatur zadnjega 46-dnevnega obdobja pred izbranim dnevom iz začetka obdobja običajnega časa olistenja bukke,
- x_4 – vsota pozitivnih maksimalnih dnevnih temperatur od 1. februarja do izbranega dne iz začetka obdobja običajnega časa olistenja bukke (121., 111. oziroma 106. dan),

x_5 – vsota minimalnih dnevnih temperatur od 1. februarja do izbranega dne iz začetka obdobja običajnega časa olistenja bukke,

x_8 – število dni s povprečno dnevno temperaturo nad 0°C v zgodnjem 46-dnevem obdobju,

x_{11} – število dni s povprečno dnevno temperaturo nad 5°C v zadnjem 46-dnevem obdobju pred izbranim dnevom iz začetka obdobja običajnega časa olistenja bukke,

x_{14} – zaporedni dan v letu, ko je povprečna temperatura presegla 5°C

Opomba: Upoštevan je prvi dan od petih, pri katerih so povprečne temperature vsaj štirih presegle 5°C in je bilo povprečje vseh petih nad 5°C . S tem smo se izognili slučajnosti pojavljanja posameznih toplih dni, ki na čas olistenja ne morejo pomembneje vplivati.

x_{17} – zaporedni dan v letu, ko je bila povprečna temperatura po hladnem obdobju zadnjič pod -2°C

Opomba: Upoštevan je zadnji dan od desetih, pri katerih je imelo vsaj sedem dni povprečno temperaturo nižjo od -2°C , nižje od -2°C pa je moralo biti tudi povprečje desetih dni. S tako oblikovanim kazalcem smo poskušali označiti konec (dolgotrajnega) hladnega zimskega obdobja. Ker smo upoštevali (si priskrbeli) le meteorološke podatke za obdobje od 1. februarja dalje, smo v primeru, da pozneje takšnega obdobja ni bilo, za čas tako oblikovanega temperaturnega praga označili 31. dan v letu.

x_{32} – povprečna temperatura julija, avgusta in septembra preteklega leta,

x_{33} – količina padavin v milimetrih julija, avgusta in septembra preteklega leta,

x_{34} – Langov faktor humidnosti za julij, avgust in september preteklega leta,

$$L = P/T$$

P – količina padavin v milimetrih

T – srednja temperatura

x_{35} – povprečna temperatura aprila, maja in junija preteklega leta,

x_{36} – količina padavin v milimetrih aprila, maja in junija preteklega leta,

x_{37} – Langov faktor humidnosti za april, maj in junij preteklega leta,

x_{38} – povprečna temperatura obdobja od aprila do septembra preteklega leta,

x_{39} – količina padavin v milimetrih v obdobju od aprila do septembra preteklega leta,

x_{40} – Langov faktor humidnosti za obdobje od aprila do septembra preteklega leta.

x_{41} – povprečna temperatura mesecev oktobra in novembra preteklega leta,

- x_{48} – število dni s povprečno dnevno temperaturo nad 0°C v obdobju od 1. februarja do izbranega dne iz začetka obdobja običajnega časa olistenja bukke,
- x_{52} – količina padavin v milimetrih v januarju in februarju,
- x_{53} – količina padavin v milimetrih v marcu in aprilu,
- x_{54} – količina padavin v milimetrih za obdobje od januarja do aprila,
- x_{55} – število ur sončnega obsevanja v maju, juniju in juliju preteklega leta,
- x_{56} – število ur sončnega obsevanja v avgustu, septembru in oktobru preteklega leta,
- x_{57} – število ur sončnega obsevanja v obdobju od maja do oktobra preteklega leta,
- x_{60} – vsota globalnega obsevanja od 1. februarja do izbranega dne iz začetka obdobja običajnega časa olistenja.

Količino globalnega obsevanja smo izračunali po obrazcu

$$Q = a \cdot S + b \text{ (kWh/m}^2\text{)}$$

kjer so:

S – dnevno število ur sončnega obsevanja

a in b – eksperimentalno določeni komponenti za posamezne dekade v letu – na osnovi 20-letnih podatkov za obdobje 1960–1979 (HOČEVAR in sodel. 1980).

- x_{61} – število ur sončnega obsevanja od 1. februarja do izbranega dne iz začetka obdobja običajnega časa olistenja.

b. Analiza, opravljena na osnovi temperaturnih podatkov in podatkov o času olistenja bukke za obdobje 1986–1989 vseh meteoroloških in fenoloških postaj z bukvijo v Sloveniji.

Z navedenimi podatki smo izračunali le faktorsko analizo in njej sledečo multiplo regresijo. V teh izračunih smo upoštevali naslednje temperaturne podatke:

- x_1 – Vsota učinkovitih temperatur od 1. februarja do 106. dne v letu,
- x_3 – vsota učinkovitih temperatur od 60. do 106. dne v letu,
- x_4 – vsota pozitivnih maksimalnih dnevni temperaturo od 1. februarja do 106. dne v letu,
- x_5 – vsota minimalnih dnevni temperaturo od 1. februarja do 106. dne v letu,
- x_6 – število dni s povprečno temperaturo nad 5°C v obdobju od 32. do 78. dne v letu,
- x_9 – število dni s povprečno temperaturo nad 10°C v obdobju od 60. do 106. dne v letu,
- x_{11} – število dni s povprečno temperaturo nad

5°C v obdobju od 60. do 106. dne v letu,

- x_{14} – zaporedni dan v letu, ko je povprečna dnevna temperatura preseгла 5°C (glej opombo pod točko 1),
- x_{18} – zaporedni dan v letu, ko je minimalna dnevna temperatura zadnjič segla pod -5°C (upoštevan je zadnji od petih oziroma štirih zaporednih dni z minimalno temperaturo pod -5°C),
- x_{20} – vsota učinkovitih temperatur zadnjih 60 dni pred olistenjem,
- x_{23} – vsota učinkovitih temperatur zadnjih petnajst dni pred olistenjem,
- x_{25} – vsota maksimalnih dnevni temperaturo zadnjih 60 dni pred olistenjem,
- x_{30} – vsota minimalnih dnevni temperaturo zadnjih 60 dni pred olistenjem,
- x_{46} – število dni s povprečnimi dnevni temperaturo nad 5°C v obdobju od 1. februarja do 106. dne v letu,
- x_{47} – število dni s povprečno dnevno temperaturo nad 3°C v obdobju od 1. februarja do 106. dne v letu,
- x_{50} – vsota povprečnih dnevni temperaturo od 60. do 106. dne v letu,
- x_{51} – vsota povprečnih dnevni temperaturo od 1. februarja do 106. dne v letu.

B. Ugotavljanje vpliva različnih vremenskih dejavnikov na vsoto učinkovitih temperatur do olistenja bukke.

Ker so se pri izvedenih statističnih analizah pokazale med analiziranimi vremenskimi dejavniki temperaturne razmere kot daleč najodločilnejši dejavnik, ki določa čas olistenja bukke, smo vpliv nekaterih drugih dejavnikov preizkusili še tako, da smo statistično ugotovili njihov vpliv na vsoto učinkovitih temperatur, pri kateri se pojavi olistenje.

Tudi pri tej analizi smo uporabili:

- faktorsko analizo, enačico Varimax, ki ji je sledil izračun linearne multiple regresije po metodi Stepwise,
- serije zaporednih linearnih multiplikih regresij, izvedenih prav tako po metodi Stepwise.

Pri obeh analizah smo vsoto učinkovitih temperatur do olistenja (Y_2) postavili v odvisnost do različnih vremenskih dejavnikov, kot neodvisno spremenljivko pa smo vključili tudi dan olistenja.

C. Ugotavljanje vpliva dneva olistenja in nekaterih vremenskih dejavnikov na vsoto učinkovitih temperatur (oziroma na pov-

prečno efektivno temperaturo) v zadnjih 60 dneh pred olistenjem bukke.

Zaradi odgovora na vprašanje, ali zahteva bukke za zgodnejše olistenje ugodnejše temperaturne razmere, kot so ji potrebne, kadar olisti pozno, smo poleg analize pod točko 2B izvedli tudi izračun serije linearnih multiplih regresij, pri katerih smo kot odvisno spremenljivko upoštevali vsoto efektivnih temperatur v zadnjih šestdesetih dneh pred olistenjem. Ker gre vselej za obdobje enake dolžine, nam analiza kaže tudi vpliv izbranih dejavnikov na povprečno efektivno temperaturo v zadnjih 60 dneh pred olistenjem. Obdobje 60 dni smo izbrali zato, ker je to najdaljše obdobje, ki smo ga ob razpoložljivih meteoroloških podatkih od 1. februarja dalje lahko upoštevali pri vseh analiziranih meteoroloških in fenoloških postajah.

2.2. Terenska opazovanja napredovanja olistenja bukke od vznožja Snežniško-javorniškega masiva proti njegovemu vrhu

Opazovanje napredovanja olistenja bukke od vznožja proti vrhu snežniško-javorniškega pogorja sem opazoval štiri pomladi v obdobju 1986–1989.

Osnovo popisom so predstavljali popisi 19. izbranih zrelih bukovih sestojev, sistematično razporejenih po okroglih nadmorskih višinah (500 m, 750 m, 1000 m, 1250 m, 1500 m) na različnih makroekspozicijah snežniško-javorniškega pogorja. Mikroekspozicije samih vzorčnih sestojev so v splošnem nekoliko sledile njihovi makrolegi, temu se povsem nismo mogli izogniti – npr. na vzhodni strani masiva so bili sestoji v splošnem zmerno vzhodno ekspozirani – pri njihovi izbiri pa smo se izognili ekstremnim nagibom; vpliv mikroekspozicije smo v ekstremnejših terenskih razmerah proučevali posebej.

Na površini približno 1 ha sem v teh sestojih v navedenem štiriletnem obdobju vsako leto vsakih sedem do osem dni, v različnih letih pa, kolikor je bilo le mogoče na isti dan leta, ocenjeval delež bukke, ki so že do vrha olistale – ločeno za drevje zgornjega drevesnega sloja in za podraslo drevje. Skoraj vedno sem vseh 21 vzorčnih sestojev popisal v enem dnevu. Le izjemo-

ma, v obdobjih, ko so bili popisi časovno najzahtevnejši, sem kakšnega od vzorčnih sestojev popisal zjutraj naslednjega dne. Vsa štiri leta sem vse popise opravil sam, s čimer je bil subjektivni vpliv na ocene olistenja zmanjšan na najmanjšo možno mero.

Hkrati s fenološkimi popisi bukke na predstavljenih popisnih mestih pa sem na poti od enega vzorčnega sestoja do drugega zapisal vse opažene značilnosti v pogledu olistenja bukke. Ti zapisi so bili nujni za izris kartne predstave o stanju olistenja bukke na snežniško-javorniškem pogorju v določenem dnevu danega leta.

2.3. Podrobnejše terenske analize vpliva ekspozicije na čas olistenja bukke

Vprašanje vpliva ekspozicije na čas olistenja bukke je bilo eno od pomembnih vprašanj, ki smo jih želeli ugotoviti z raziskavo. Ne le zato, da bi ugotovili, kako sama ekspozicija vpliva na čas olistenja bukke, ampak tudi zaradi njenega preoblikovanja meteoroloških dejavnikov, kot so temperatura, sevanje, vlažnost. Zato smo vpliv ekspozicije rastišča na olistenje bukke ugotavljali s posebnimi opazovanji.

V ta namen smo v času olistenja izbrali šest vrhov oziroma grebenov z nadm. viš. od 800–1300 m, poraščenih s srednjedobnimi ali starejšimi bukovimi sestoji, ter na njih vsaj nekaj deset metrov višinske razlike od vrha na severnem in južnem pobočju obeležili eno ploskev približne velikosti 0,50 ha, na kateri smo določili stopnjo olistenja, prsni premer in združbeni položaj vsem bukovim drevesom. Pri izboru ploskev smo posebej pazili na to, da sta bila sestoji na obeh ploskvah istega vrha oziroma grebena približno enako stara in približno enako gosta, ter tudi na to, da sta bili pobočji približno enakega nagiba. Zaradi izrazitejšega vpliva ekspozicije na ekološke dejavnike (predvsem na količino globalnega obsevanja) so bili analizirani sestoji izbrani na ekstremnejših nagibih 25–40°.

Stanje olistenja dreves smo določali po štiristopenjski lestvici:

1. bukke je še povsem »v popkih«
2. olistalo je do 1/3 krošnje (spodnji def)
3. olistalo je 2/3 krošnje (vrh krošnje še ni)

4. bukev je v celoti ozelenela

Po združenem položaju smo drevje ločili v tri sloje. Posamezne sloje smo opredelili na osnovi petstopenjske Kraftove lestvice, pri čemer smo prvi in drugi sloj te lestvice združili v našega prvega, četrty in peti sloj pa v našega tretjega:

1. nadvladajoča in vladajoča drevesa
2. sovladajoča drevesa
3. obvladana in izločena drevesa

Značilnost vpliva posameznih proučevanih dejavnikov smo statistično preizkusili z neparametričnim Kruskal-Wallisovim testom.

2.4. Proučevanje vpliva dolžine dneva, svetlobnega spektra, temperature okolja in vlažnosti tal na olistenje bukovih mladik

Da bi ugotovili vpliv še nekaterih dejavnikov na olistenje bukke, ki jih v naravi in s pomočjo statistične analize meteoroloških podatkov ne bi oziroma nismo mogli ugotoviti, smo zastavili lončni poskus z bukovimi mladikami. S poskusom smo želeli ugotoviti, kako vplivajo na čas olistenja bukke:

- dolžina dneva,
- svetlobni spekter,
- temperatura okolja (zlasti njen relativni pomen v primerjavi z dolžino dneva),
- vlažnost tal.

Izvedeni lončni poskus je treba razumeti kot dodatek k izvedeni raziskavi. Odločitev, da ga izvedemo, se je porodila šele ob analizah rezultatov terenskega spremljanja olistenja bukke in statističnih izračunov meteoroloških in fenoloških podatkov, ob katerih so se pojavila vprašanja, na katera smo želeli dobiti vsaj približne odgovore. Čeprav obseg lončnega poskusa in zaradi skromnih tehničnih sredstev tudi njegova izvedba ne ustrezata povsem kriterijem znanstvenega dela, smo ga zaradi nekaterih zanimivih izsledkov kljub vsemu vključili v raziskavo.

Za poskus smo uporabili bukovne sadike, ki smo jih spomladi 1989 populili med mladjem pod vrhom Velikega Javornika in jih posadili v lončke v neki drug namen. Sadike so bile s podobne nadmorske višine (približno 1200 m), vse so rasle na svetlobi, bile so približno enako stare, niso pa bile

selekcioniране v smislu podobnosti časa olistenja.

Z bukovimi sadikami, ki smo jih pač imeli na voljo (saditev isto spomlad, kot bi opazovali olistenje, ne bi bila dopustna), smo spomladi leta 1990 izvedli naslednji lončni poskus.

32 bukovih sadik, ki so v lončkih rasle na prostem, smo 1. februarja slučajnostno razdelili v štiri skupine s po osmimi sadikami:

- 8 smo jih še naprej pustili na prostem,
- 8 smo jih postavili na toplo, v sobo za okno, obsevala pa jih je samo sončna (dnevna) svetloba,
- 8 smo jih postavili prav tako na toplo za okno, prek noči pa smo jih obsevali z običajno neonsko svetlobo,
- 8 pa smi jih tudi dali na toplo, za okno, ponoči pa smo jih obsevali z Gro-lux (Sylvania) žarnicami, katerih svetloba vsebuje znaten delež rdečega, precej modrega in zanemarljivo malo zelenega spektra.

Polovico sadik od 24, ki smo jih prenesli v zaprt prostor, smo obilno zalivali, polovico pa le zelo malo.

Podatke poskusa smo statistično obdelali z metodo enostavne analize variance.

3. VREMENSKE RAZMERE IN ČAS OLISTENJA BUKVE

3.1. Ugotovitev temperaturnega in časovnega (datumskega) praga za spomladansko prebujanje bukke

V tem poglavju želimo odgovoriti na dve vprašanji:

1. Katere temperaturne razmere pomembno vplivajo na pojav olistenja bukke?
2. Od katerega dne (datuma) dalje temperaturne razmere pomembno vplivajo na čas olistenja bukke?

Do odgovora na postavljena vprašanja smo poskušali priti s sistematičnimi izračuni korelacijskih koeficientov med vrednostmi nekaterih temperaturnih kazalcev, izvedenih iz povprečnih dnevnihih temperatur nad izbranimi temperaturnimi pragi in za izbrana obdobja ter časom olistenja bukke.

Z izračuni korelacijskih odnosov med vsotami temperatur in številom dni nad različnimi temperaturnimi pragi ter časom

olistenja bukke na prvo vprašanje nismo mogli odgovoriti.

V tretje smo poskušali ugotoviti iskano mejno vrednost temperature z izračunom korelacijskih koeficientov med dnevom olistenja bukke in povprečnimi vrednostmi temperatur, izračunanih iz temperatur, ki so presegale izbrane temperaturne prage, spet za obdobja od izbranih dni do dneva olistenja bukke.

Korelacijski koeficienti med povprečnimi temperaturnimi vrednostmi in dnevi olistenja bukke za postajo Rovte niso pokazali nič, medtem, ko na osnovi njihovih vrednosti za postaji Maribor in predvsem Rateče-Planica, lahko zaključimo, da na čas olistenja bukke pozitivno vplivajo temperaturne razmere vseh dni s pozitivnimi povprečnimi temperaturami (preglednica 1).

Pri naših predhodnih orientacijskih statističnih analizah so izračuni že opozarjali, da leži temperaturni prag za bukev zelo nizko – pri povprečni dnevni temperaturi 3°C ali nižje. Končno je to potrjeno z izračuni teh korelacijskih koeficientov.

Podobni izračuni korelacijskih koeficientov za brezo in hrast, ki jih je izvedel Šegula-Ilič (ŠEGULA-ILIČ 1990) so za ti dve vrsti dopustili sklep o temperaturnem pragu pri povprečni dnevni temperaturi

6°C, medtem ko za bukev niso dopustili opredelitve.

Glede časa oziroma zaporednega dne v letu, od katerega dalje postanejo temperaturne razmere (posebej) pomembne za pojav olistenja bukke, so nam največ pokazali izračunani korelacijski koeficienti med dnevi olistenja bukke in številom dni s povprečnimi dnevnimi temperaturami nad izbranimi temperaturnimi pragi za obdobja od 1. februarja do izbranih dni (preglednica 2).

Na osnovi njihovih vrednosti smemo zaključiti, da so v Ratečah-Planici in v Rovtah za čas olistenja bukke pomembnejše šele temperaturne razmere od 1. marca dalje, medtem ko v Mariboru očitno že tudi ugodne temperature v februarju napovedujejo zgodnje olistenje bukke.

Menimo, da so ugotovljene razlike med proučevanimi kraji posledica tega, da v Mariboru ob toplejšem vremenu v februarju temperature že znatnejši del dnevov presegajo fiziološki temperaturni minimum za spomladansko prebujanje bukke, medtem ko v Ratečah-Planici in v Rovtah temu ni tako.

3.2. Ugotavljanje vpliva vremenskih dejavnikov na čas olistenja bukke na osnovi meteoroloških in fenoloških podatkov iz obdobja 1969–1989 za postaje Rateče-Planica, Rovte in Maribor

Preglednica 1: Korelacijski koeficienti med povprečnimi dnevnimi temperaturami, izračunanimi iz povprečnih dnevnih temperatur nad izbranimi temperaturnimi pragi za obdobja od izbranih dni v letu do dneva olistenja bukke ter časom (zaporednim dnevom), ko je bukev olistila

Rateče-Planica

Povp. T/čas	41-olist	51-olist	61-olist	71-olist	81-olist	91-olist
nad 0°C	-.4283	-.4936	-.5930*	-.5496*	-.6085*	-.4881
nad 2	-.2015	-.2538	-.3087	-.3499	-.4139	-.2780
nad 4	-.0661	-.0692	-.0818	-.1081	-.1790	-.1140
nad 6	-.1248	-.1248	-.1248	-.1248	-.1493	-.0848
nad 8	-.0731	-.0731	-.0731	-.0731	-.0731	-.0556
nad 10	-.1533	-.1533	-.1533	-.1533	-.1533	-.1667

Maribor:

Povp. T/čas	41-olist	51-olist	61-olist	71-olist	81-olist	91-olist
nad 0°C	-.2180	-.3152	-.3505	-.4947	-.5342*	-.4607
nad 2	-.1342	-.2387	-.3144	-.4654	-.5300*	-.4448
nad 4	.0768	-.0184	-.0712	-.2815	-.5023	-.4431
nad 6	.1284	-.0716	-.0753	-.1273	-.5173*	-.4362
nad 8	-.0639	-.0751	-.1553	-.3019	-.3551	-.4293
nad 10	-.0801	-.0801	-.1828	-.1516	-.2502	-.3305

Pri teh analizah smo vremenske dejavnike, ki se nanašajo na obdobje tekočega leta pred olistenjem, oslonili na določena izbrana obdobja pred olistenjem bukke in ne na čas do njenega olistenja, ki se spreminja.

Za konec obdobja smo izbrali za vsako od treh obravnavanih meteoroloških in fenoloških postaj različen zaporedni dan v letu, pri vseh pa je bil to dan iz začetka obdobja, v katerem v danem kraju bukke običajno olisti. Za postajo Rateče-Planica smo izbrali 121. dan v letu, za Rovte 111. in za Maribor 106. dan. Ko smo v statističen izračun vključili podatke vseh 26 meteoroloških in fenoloških postaj z bukvijo v Sloveniji pa smo kot zadnji dan analiziranih obdobja izbrali enotno 106. dan v letu.

Zaradi preglednosti podanih rezultatov so v preglednicah navedeni samo tisti faktorji, katerih vpliv na čas olistenja bukke se je pri izračunu multiple regresije pokazal značilen, ter osnovni vremenski dejavniki, ki jih ti faktorji predstavljajo – imajo vredno-

sti uteži v njih večjo kot 0,50. Pri metodi Varimax smemo kot dejavnike, ki pomembneje vplivajo na naravo faktorja in ki jih dani faktor tudi predstavlja, namreč upoštevali le tiste, ki imajo v danem faktorju »utež« večjo kot 0,50. Seveda so posamezni faktorji najbolj poistoveteni s tistimi osnovnimi dejavniki, ki so »v njih« zastopani s posebno visokimi utežmi.

Neodvisne spremenljivke, ki so pri izvedenih serijah multiplih regresij, izračunanih po metodi Stepwise, pokazale značilen vpliv na čas olistenja bukke, bomo navajali v zaporedju, kakor so kot značilne »izhajale« iz zaporednih multiplih regresij.

Pri posameznih vremenskih dejavnikih so v pregledu navedeni zelo skrajšani zapisi njihovih opisov, ki so popolneje podani v poglavju o metodah dela.

Rezultati multiplih regresij so povsod podani v standardizirani obliki.

V tabelah pomenijo tri * značilnost rezultata na nivoju tveganja 0,001, dve * značil-

Preglednica 2: Korelacijski koeficienti med številom dni s srednjo dnevno temperaturo nad izbranimi temperaturnimi pragi za obdobja od 1. februarja do izbranih dni v letu ter časom (zaporednim dnevom), ko je bukke olistila

Rateče-Planica

Sred. T/čas	32-61	32-71	32-81	32-91	32-101	32-111
nad 0°C	-0,3066	-0,1820	-0,2193	-0,2268	-0,2084	-0,1911
nad 2	-0,3027	-0,2948	-0,3603	-0,3740	-0,4127	-0,4288
nad 4	-0,3864	-0,4656	-0,5698*	-0,5060*	-0,4964	-0,5303*
nad 6			-0,3966	-0,4105	-0,3527	-0,3514
nad 8				-0,5744*	-0,3567	-0,4019
nad 10				-0,5329*	-0,4512	-0,3972

Rovte:

Sred. T/čas	32-61	32-71	32-81	32-91	32-101	32-111
nad 0°C	-0,1732	-0,3031	-0,3731	-0,3548	-0,3459	-0,3632
nad 2	-0,1206	-0,3053	-0,3941	-0,3748	-0,3436	-0,3567
nad 4	-0,0445	-0,3729	-0,4085	-0,3974	-0,3431	-0,3931
nad 6	-0,3833	-0,3271	-0,3500	-0,2963	-0,1343	-0,2996
nad 8	-0,1432	-0,2779	-0,3854	-0,1890	-0,0268	-0,1889
nad 10			0,4502	-0,2406	-0,1334	-0,3191

Maribor:

Sred. T/čas	32-61	32-71	32-81	32-91	32-101	32-111
nad 0°C	-0,5216*	-0,5622*	-0,5475*	-0,5552	-0,5552*	-0,5570*
nad 2	-0,5935*	-0,6121*	-0,5774*	-0,6025*	-0,6006*	-0,5983*
nad 4	-0,4890	-0,5225*	-0,5134*	-0,5542*	-0,5483*	-0,5411*
nad 6	-0,2906	-0,3445	-0,4623	-0,5763*	-0,5434*	-0,5176*
nad 8	-0,2569	-0,1532	-0,2354	-0,4503	-0,5041*	-0,5641*
nad 10	-0,4731	-0,1644	-0,3259	-0,5881*	-0,5560*	-0,5892*

nost rezultata na nivoju tveganja 0,01 in ena * značilnost rezultata na nivoju tveganja 0,05.

Rezultati izvedenih faktorjskih analiz in njim sledečih multiplih regresij ter serij multiplih regresij vpliva vremenskih dejavnikov na čas olistenja bukke so ločeno za vsako od naštetih postaj navedeni v preglednicah 3, 4 in 5.

Tako faktorjska analiza s sledečo multiplo regresijo, kot serija multiplih regresij kažeta na to, da so v Ratečah-Planici od vseh dejavnikov, ki vplivajo na olistenje bukke, še najpomembnejše temperaturne razmere zadnjega 46-dnevnega obdobja pred izbranim dnem iz začetka obdobja običajnega olistenja.

Za temperature v Ratečah-Planici je značilen pozen in zato strmejši dvig srednjih dnevnih temperatur prek fiziološkega praga vegetacije, dinamika, ki je značilna za kraje v gorskem in visokogorskem svetu. Zgodnejše analizirano obdobje (45.-91. dan v letu) je v Ratečah-Planici praviloma še prehladno, da bi pomembneje vplivalo na čas olistenja bukke.

Sodeč po utežeh edinega pomembnega faktorja in po rezultatih izvedene serije multiplih regresij je olistenje bukke pri po-

staji Rovte najznačilneje odvisno od temperaturnih razmer, in to v celotnem predspomladanskem in spomladanskem obdobju.

Podobno kot pri postaji Rovte je tudi pri rezultatih za Maribor zanimiv pomemben vpliv vsote minimalnih temperatur v tem obdobju. Morda pri bukki z nizkim temperaturnim pragom v nekoliko toplejših krajih prav minimalne dnevne temperature posebno odločilno krojijo čas njenega olistenja.

Na osnovi podrobnejše analize vpliva vremenskih dejavnikov na čas olistenja bukke ob upoštevanju dolgoletnih podatkov obravnavanih treh meteoroloških in fenoloških postaj lahko ugotovimo, da med proučevanimi dejavniki na čas olistenja bukke najodločilneje vplivajo temperaturne razmere tekočega leta pred olistenjem. Vendar pa je v celoti gledano delež variacije časa olistenja bukke, ki ga pojasnjujejo temperaturni kazalci tekočega leta, razmeroma majhen, kvečjemu 48%. Tudi Šegula-Ilič (ŠEGULA-ILIČ 1990) je za bukke ugotovil podobno nizke deleže variacije časa olistenja, ki so jih pojasnile predspomladanske in spomladanske temperaturne razmere.

Na koncu lahko ugotovimo, da se pri nobeni ob treh analiziranih postaj ni poka-

Preglednica 3: Rateče-Planica

Povzetek rezultatov ugotavljanja vpliva vremenskih dejavnikov na čas olistenja bukke s pomočjo faktorjske analize in njej sledeče linearne multiple regresije.

Y – zaporedni dan v letu, ko je bukkev olistila

Faktor z značilnim vplivom	R ²	Stand. koef. multiple regresije	Osnovni vremenski dejavniki uteži
F8	.3806	-.6170**	X ₁₁ +.61 št. dni s povp. T nad 5° C 75-121 X ₃₂ +.58 povp. T julij-sept. v l. pred ol. X ₃ +.57 vsota efekt. T 75-121

Povzetek rezultatov serije linearnih multiplih regresij

Vremenski dejavnik	R ²	Stand. koef. mult. regr.	Osnovni vremenski dejavniki
1. X ₁₁	.4827	-.8138***	št. dni s povp. T nad 5° C 75-121
X ₃₅	.7647	-.5855***	povp. T april-junij v letu pred olist.
X ₃₉	.8153	-.2443*	količina mm padavin april-sept. v letu pred olist.
2. X ₉	.3693	-.7936***	vsota efekt. T 75-121
X ₃₈	.5404	-1.1509***	povp. T april-sept. v letu pred olist.
X ₃₂	.6712	+ .6346*	povp. T julij-sept. v letu pred olist.
X ₄₀	.7527	-.4149*	Langov f. za april-sept. v letu pred olist.
3. X ₁	.3408	-.4892*	vsota efekt. T 1. febr.-121
X ₆₀	.4713	+ .3734*	vsota glob. sev. 1. febr.-121
4. X ₄	.2831	-.5321*	vsota max T nad 0° C 1. febr.-121

Preglednica 4: **Rovte**

Povzetek rezultatov ugotavljanja vpliva vremenskih dejavnikov na čas olistenja bukve s pomočjo faktorске analize in njej sledeče linearne multiple regresije.

y – zaporedni dan v letu, ko je bukev olistila

Faktor z značilnim vplivom	R ²	Stand. koef. multiple regresije	Osnovni vremenski dejavniki uteži
F1	.3643	-.6036**	x ₁ +.95 vsota efekt. T 1. febr. -111 x ₅ +.95 vsota min. T 1. febr. -111 x ₂ +.93 vsota efekt. T 41-87 x ₄ +.93 vsota maks. T 1. febr. -111 x ₄₈ +.91 št. dni s povp. T nad 0°C 1. febr. -111 x ₈ +.90 št. dni s povp. T nad 0°C 41-87 x ₃ +.88 vsota efekt. T 65-111 x ₁₁ +.83 št. dni s povp. T nad 5°C 65-111 x ₁₄ +.73 prag. povp. T nad 5°C x ₁₇ +.64 prag sred. T pod -2°C

Povzetek rezultatov serije multiplih regresij

Vremenski dejavnik	R ²	Stand. koef. mult. reg.	Osnovni vremenski dejavniki
1. x ₅	.4251	-1.7706**	vsota min. T 1. febr. -111
x ₄₈	.5773	+1.1847*	št. dni s povp. T na 0°C 1. febr. -111
2. x ₃	.4047	-.6362**	vsota efekt. T 65-111
3. x ₄	.3892	-.6239**	vsota max. T 1. febr. -111
4. x ₁	.3798	-.6163**	vsota efekt. T 1. febr. -111
5. x ₂	.2851	-.5339*	vsota efekt. T 41-87
6. x ₁₁	.2265	-.4759*	št. dni s povp. T nad 5°C 65-111

Preglednica 5: **Maribor**

Povzetek rezultatov ugotavljanja vpliva vremenskih dejavnikov na čas olistenja bukve s pomočjo faktorске analize in njej sledeče linearne multiple regresije.

y – zaporedni dan v letu, ko je bukev olistila

Faktor z značilnim vplivom	R ²	Stand. koef. multiple regresije	Osnovni vremenski dejavniki uteži
F1	.4185	-.6469**	x ₄₈ +.96 št. dni s povp. T nad 0°C 1. febr. -106 x ₈ +.95 št. dni s povp. T nad 0°C 32-78 x ₅ +.91 vsota min. T 1. febr. -106 x ₂ +.86 vsota efekt. T 32-78 x ₄ +.86 vsota max. T 1. febr. -106 x ₁₇ -.81 prag povp. T pod -2°C x ₁ +.78 vsota efekt. T 1. febr. -106 x ₃ +.59 vsota efekt. T 60-106 x ₁₄ -.57 prag povp. T nad 5°C

Povzetek rezultatov serije multiplih regresij

Vremenski dejavnik	R ²	Stand. koef. mult. regr.	Osnovni vremenski dejavniki
1. x ₅	.4531	-.6731***	vsota min. T 1. febr. -106
2. x ₁	.3989	-.6316**	vsota efekt T 1. febr. -106
3. x ₄	.3977	-.6306**	vsota max. T 1. febr. -106
4. x ₄₈	.3102	-.5570**	št. dni s povp. T nad 0°C 1. febr. -106
5. x ₂	.3041	-.5514**	vsota efekt. T 32-78
6. x ₈	.2834	-.5323*	št. dni s povp. T nad 0°C 32-78
7. x ₃	.2506	-.5886**	vsota efekt. T 60-106
x ₆₀	.4217	+ .4228*	vsota glob. sev. 1. febr. -106
8. x ₁₇	.2163	+ .4651*	prag povp. T pod -2°C

zalo, da bi na čas olistenja bukke pomembneje vplivala količina padavin, niti količina padavin v istem letu pred olistenjem niti njihova količina v preteklem vegetacijskem obdobju.

Kot nepomembna za čas olistenja bukke se je pokazala tudi vsota ur sončnega sevanja, spet tako v istem letu pred olistenjem kot tudi v preteklem vegetacijskem obdobju.

Statistične analize nam nakazujejo verjetnost da je po toplih letih, zlasti jeseni, potrebno v naslednjem letu nekaj več toplote za olistenje bukke.

Kljub očitnemu vplivu vsote učinkovitih temperatur na čas olistenja drevja, tudi bukke, pa je poskus z vsoto učinkovitih temperatur napovedati pojav olistenja – tudi ene same vrste in celo posameznega osebka (fenološka služba v določenem kraju spremljala letni razvoj istega osebka) – obsojen na neuspeh. Bukev v različnih krajih olisti pri zelo različnih vsotah učinkovitih temperatur, pa tudi pri istem osebku (v istem kraju) so lahko vsote učinkovitih temperatur do olistenja v različnih letih zelo različne (najvišje vsote so tudi dvakrat višje od najnižjih).

Oglejmo si to na konkretnih podatkih.

V obravnavanem 21-letnem obdobju 1969–1989 je bukev v Mariboru olistila v povprečju ob 1.41-krat tolikšni vsoti učinkovitih temperatur kot v Ratečah–Planici in 1.25-krat tolikšni kot v Rovtah.

Že omenjena verjetnost, da je po toplih letih, zlasti jesenih, potrebno v naslednjem letu bukki nekaj več toplote, da olisti, bi za toplejše kraje pomenila, da bi bukev v teh krajih vedno olistila pri nekaj višji vsoti učinkovitih temperatur, vendar bi to ne moglo povzročiti tolikšnih razlik med vsotami učinkovitih temperatur toplih in hladnih krajev, kot jih prikazuje preglednica 6.

Zastavlja pa se vprašanje ali so večje zahteve bukke, če sploh so zahteve, v toplejših krajih tudi posledica njene genet-

ske prilagojenosti na toplejše okolje. Brinarjev provenienčni poskus (BRINAR 1963) nas opozarja, da večje vsote učinkovitih temperatur do olistenja bukke niso posledica njene prilagoditve na toplejše podnebne razmere.

Brinar je za omenjeni poskus zbral bukkovo seme iz 34 različnih krajev Slovenije ter ga posejal na skupno poskusno površino v Ljubljani. V naslednjih osmih letih je pet let skrbno opazoval začetek olistenja bukkovih sadik in dokazal, da so bukkvice višjih (hladnejših) provenienc olistale statistično značilno kasneje kot bukkvice z nižje ležečih (toplejših) krajev.

Iz opisanega poskusa lahko glede vprašanja, ki ga obravnavamo tu, izluščimo predvsem spoznanje, da so očitno bukkvice iz hladnejših krajev na skupni poskusni površini olistile celo pri višji vsoti učinkovitih temperatur kot bukkvice iz toplejših krajev.

Za vsa leta, ko je do olistenja bukke prišlo ob visokih vsotah učinkovitih temperatur je značilno, da so se visoke temperature pojavile zgodaj, praviloma pa so jim sledila sorazmerno zelo topla obdobja. Čeprav je v takšnih letih bukev praviloma olistila prej, lahko z vidika porabe energije zaključimo, da je takšna pot do olistenja manj učinkovita. Očitno visoke temperature, ki prehitvajo dosežen razvoj spomladanskega prebujanja lesnih rastlin niso toliko produktivne, kolikor prispevajo k vsoti temperatur.

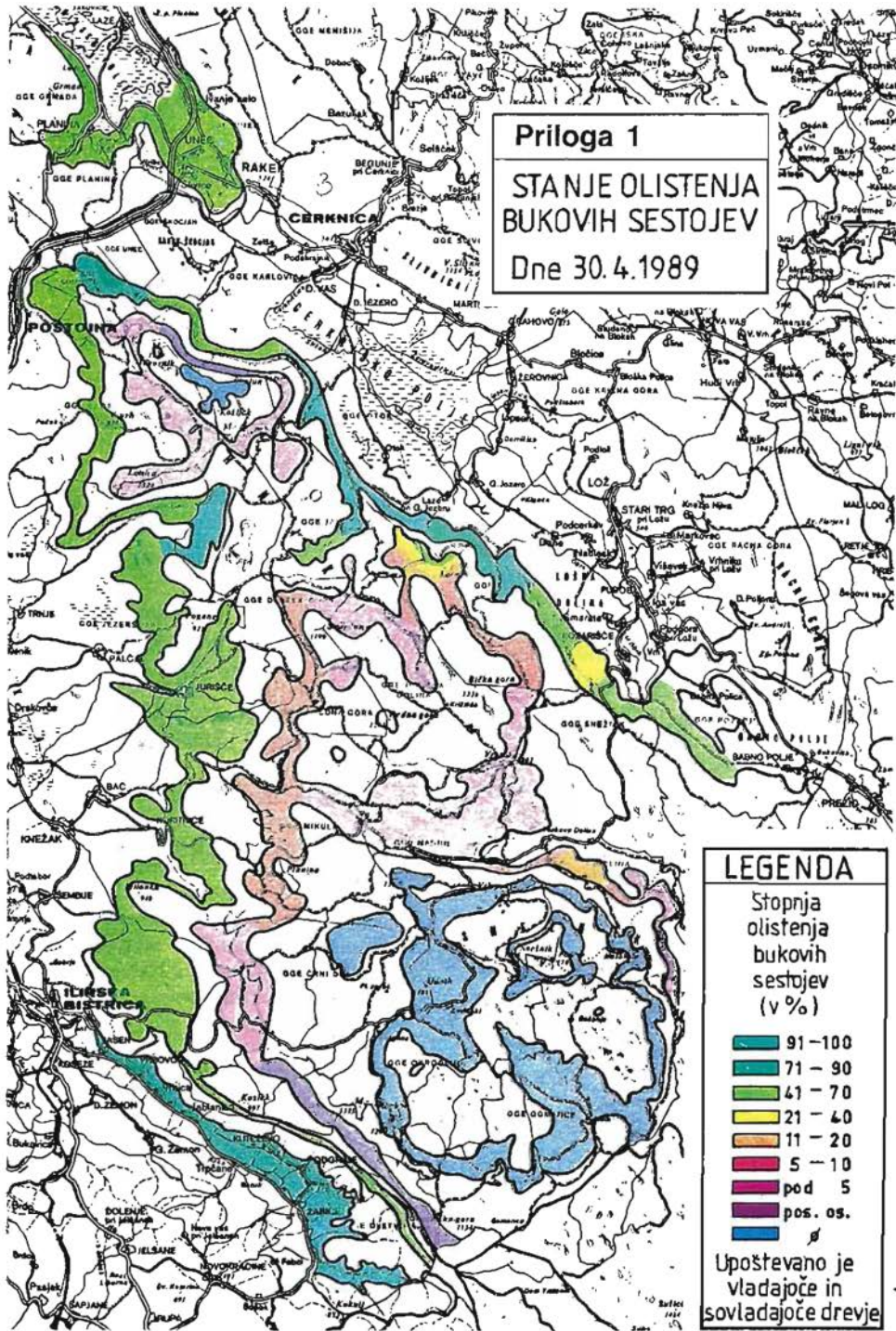
3.3. Ugotavljanje vpliva temperaturnih razmer na čas olistenja bukke na osnovi štiriletnih podatkov vseh meteoroloških in fenoloških postaj z bukkijo v Sloveniji

Analizo smo izvedli le s pomočjo faktor-ske analize in njej sledeče linearne multiple regresije.

Izračun je pokazal, da temperaturne razmere v predspomladanskem in spomladanskem obdobju ob vključitvi več podnebno

Preglednica 6: Povprečne, največje in najmanjše vsote učinkovitih temperatur od 1. februarja do dneva olistenja bukke za postaje Rateče–Planica, Rovte in Maribor

	Rateče–Planica	Rovte	Maribor
Povprečna vsota efekt. T do olistenja	2.802	3.158	3.952
Največja vsota efekt. T do olistenja	3.809	4.479	5.139
Najmanjša vsota efekt. T do olistenja	1.916	2.346	2.428



Priloga 1
STANJE OLISTENJA
BUKOVIH SESTOJEV
 Dne 30.4.1989

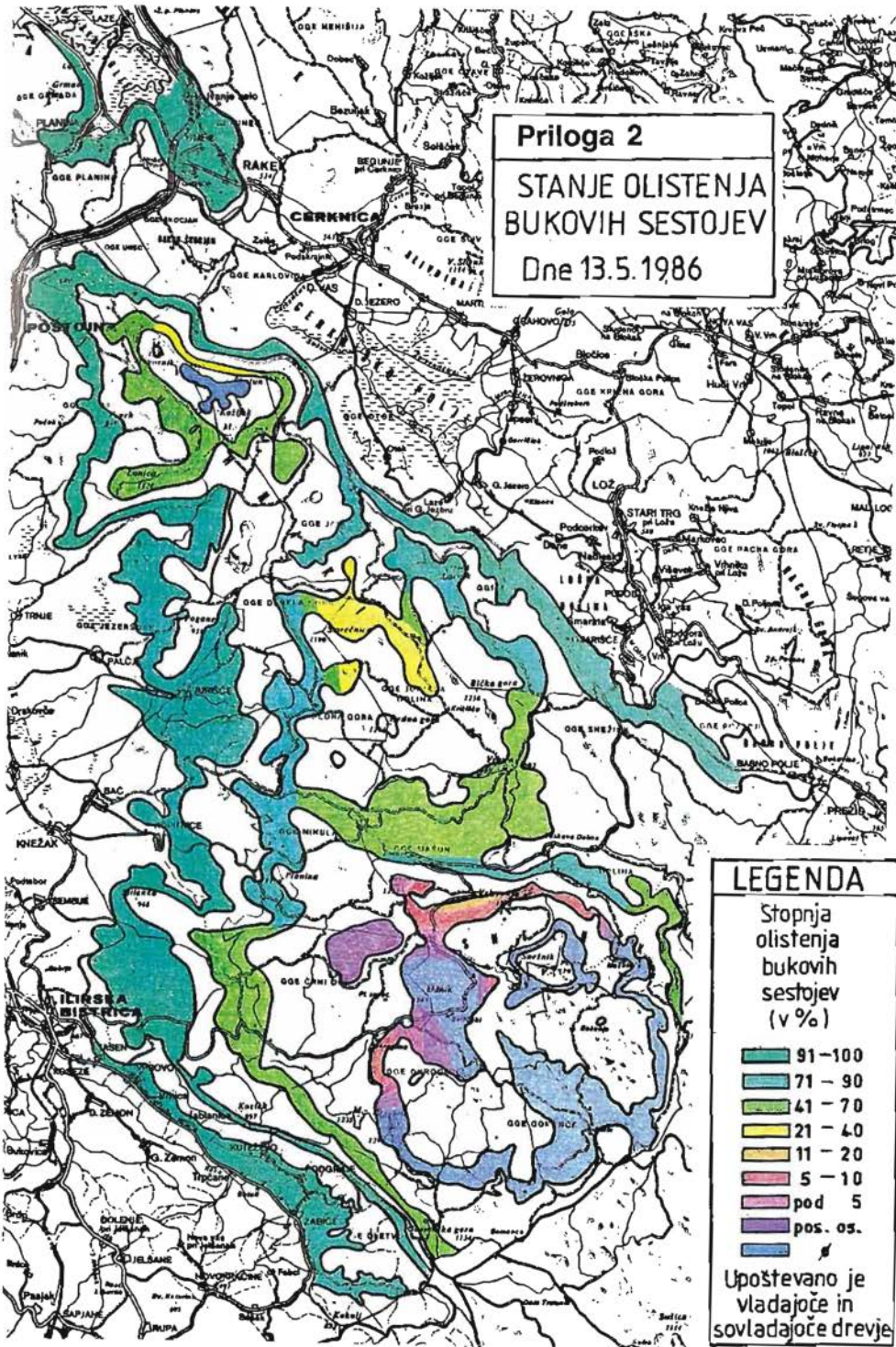
LEGENDA

Stopnja
 olistenja
 bukovih
 sestojev
 (v %)

91 - 100
71 - 90
41 - 70
21 - 40
11 - 20
5 - 10
pod 5
pos. os.

Upoštevano je
 vladajoče in
 sovladajoče drevje

Priloga 2
STANJE OLISTENJA
BUKOVIH SESTOJEV
 Dne 13.5.1986



LEGENDA

Stopnja
olistenja
bukovih
sestojev
(v %)

- 91 - 100
- 71 - 90
- 41 - 70
- 21 - 40
- 11 - 20
- 5 - 10
- pod 5
- pos. os.

Upoštevano je
vladajoče in
svladajoče drevje

različnih postaj v analizo pojasnijo kar 94 % variacije časa olistenja buke. To je posledica tega, da je pri takšni analizi izločen vpliv makrovremenskih sprememb v posameznih letih (npr. toplo obdobje v določenem letu se hkrati pojavi v vseh krajih).

Rezultat je pomemben, ker nas opozarja na to, da primerjava časov olistenja buke med kraji oziroma rastišči dobro nakazuje njihove temperaturne razmere.

3.4. Vpliv vremenskih dejavnikov in časa olistenja na vsoto učinkovitih temperatur do olistenja buke

Zaradi ugotovljenega pomembnega vpliva temperaturnih razmer na čas olistenja buke in zato, ker se prav vsota učinkovitih temperatur v fenološki literaturi često navaja kot najodločilnejši dejavnik za nastop različnih fenofaz, smo se odločili raziskati, ali kateri vremenski dejavniki značilno vplivajo na vsoto učinkovitih temperatur, pri kateri v posameznih letih olisti buke.

Ker smo iskali vpliv vremenskih dejavnikov na vsoto učinkovitih temperatur do olistenja, smo od vsot vremenskih dejavnikov tekočega leta razen pri padavinah vključili tiste, ki se nanašajo na obdobje do dneva olistenja.

Tudi te statistične analize smo opravili na osnovi meteoroloških in fenoloških podatkov za obdobje 1969–1989 ločeno za vse tri podrobneje obravnavane meteorološke in fenološke postaje Rateče–Planica, Rovte in Maribor. Zaradi omejenega prostora preglednic tu ne navajamo.

Analiza je pri postajah Rateče–Planica in Rovte opozorila na določen zaviralni vpliv tople jeseni na olistenje buke, saj je bila po topli jeseni potrebna višja vsota učinkovitih temperatur, da je prišlo do olistenja buke. Podobno, vendar še mnogo značilnejše, so pri postaji Maribor vplivale visoke temperature v vsem vegetacijskem obdobju leta pred olistenjem, ki so pojasnile kar 57 % variacije vsote učinkovitih temperatur do olistenja.

3.5. Vpliv nekaterih vremenskih dejavnikov in časa olistenja na vsoto učinkovitih temperatur oziroma na povprečno učinkovito temperaturo v zadnjih 60 dneh pred olistenjem buke

Da bi si odgovorili na vprašanje, ali zahteva bukev za zgodnejše olistenje ugodnejše temperaturne razmere, kot so ji potrebne, če olisti pozno, smo ločeno za vsako od treh natančneje proučevanih postaj izvedli izračun serije multiplih regresij, pri katerih smo kot odvisno spremenljivko vključili vsoto učinkovitih temperatur v zadnjih 60 dneh pred olistenjem, med neodvisne spremenljivke pa smo ob nekaj previdno izbranih vremenskih dejavnikih vključili tudi dan olistenja.

Izvedeni izračuni multiplih regresij so pokazali, da bukev za zgodnejše olistenje ne potrebuje višje vsote učinkovitih temperatur v zadnjih 60 dneh pred olistenjem. Rezultat se ujema z ugotovitvijo iz prejšnjega poglavja, da vsota učinkovitih temperatur do olistenja ni odvisna od tega, katerega dne v letu bukev olisti.

Obe vprašanji smo si zastavili zato, da bi ugotovili, če je buki zaradi premagovanja »notranje ure« na osnovi nekega drugega dejavnika npr. dolžine dneva, pri zgodnejših olistenjih potrebno več energije. Odgovor je očitno negativen.

4. ORIS OLISTENJA BUKVE NA SNEŽNIŠKO-JAVORNIŠKEM POGORJU

Štiriletno spremljanje olistenja buke na prostranem in reliefno zelo razgibanem snežniško-javorniškem pogorju je pokazalo nekaj pomembnih splošnih značilnosti postaje olistenja buke.

– Čas olistenja buke je zelo odvisen od nadmorske višine.

V povprečju je nadmorska višina rastišča, prav gotovo zaradi svojega odločujočega vpliva na temperaturne razmere, v reliefno razgibanem svetu daleč najodločilnejši dejavnik, ki vpliva na čas olistenja buke. Zato, razen v nekaterih predelih, ki jih bomo podrobneje opisali pozneje, bukev na vseh pobočjih snežniško-javorniškega pogorja spomladi približno enakomerno zeleni proti njegovi zgornji gozdni meji. Tudi če nekatere olisti nekaj prej kot na drugem mestu z enako nadmorsko višino, gre v večini primerov za časovne razlike do nekaj dni, medtem ko olistenje bukovih gozdov od vznožja pogorja do njegove zgornje

gozdne meje traja kar okrog meseca in pol.

Čeprav se z nadmorsko višino spreminjajo tudi drugi meteorološki parametri – povečuje se vrednost globalnega sevanja, podaljšuje se dan, spreminja se spektralna sestava svetlobe, tudi sestava atmosfere – se vendarle s spremembo nadmorske višine najizraziteje spreminjajo temperaturne razmere. Zato tolikšna odvisnost pojava olistenja od nadmorske višine samo še potrjuje velik pomen temperature kot dejavnika, ki vpliva na olistenje bukke.

Zelo ugodne vremenske razmere v poznejšem spomladanskem obdobju lahko pri napredovanju olistenja bukke od nižjih proti višjim legam v znatni meri nadomestijo zaostanek v razvoju vegetacije, ki ga je povzročilo neugodno vreme v predspomladanskem in zgodnjem spomladanskem obdobju. To gotovo ne velja samo za razvoj vegetacije v vertikalni smeri, ampak tudi v horizontalni, v smislu nastopanja kasnejših fenofaz.

Spremenljivost vremenskih razmer nam ne dopušča, da bi določili natančno hitrost napredovanja olistenja, ki bi veljala za vsa leta – tako v posameznem sestoji kot tudi napredovanje po pobočjih. V grobem pa lahko zaključimo, da »fronta olistenja bukke« po pobočjih napredujejo s hitrostjo približno 7 dni na 250 m višinske razlike.

Na kartnih prilogah 1 in 2 so predstavljene stopnje olistenja bukovih sestojev snežniško-javorniškega pogorja na dan dveh popisov, enega iz l. 1986 in enega iz l. 1989. Stanje olistenja bukke na pogorju je prikazano s prikazom njenega olistenja na okroglih nadmorskih višinah v višinskih pasovih, ki segajo od 50 m nižje do 50 m višje od dane izohipse – mnogokratnika 250 m.

Analize vzorčnih sestojev so pokazale, da podstojno bukovo drevje v povprečjuolisti približno teden pred bukvami zgornjega sloja. V povprečju torej podstojne bukke olistijo časovno približno toliko pred bukvami zgornjega sestojnega sloja, kot če bi rasle 250 m nižje.

– V nekaj predelih snežniško-javorniškega pogorja buke ozeleni prej kot v okoliških predelih z isto nadmorsko višino.

Govorimo lahko o nekaj večjih anomalijah sicer že omenjenega, po vseh pobočjih

precej enakomernega olistenja bukovih gozdov na obravnavanem pogorju.

Ugotovljeni so bili trije takšni predeli nekaj večje površine:

– ob spodnji tretjini ceste na Kalič, ob vznožju skrajnega severovzhodnega pobočja Javornikov, blizu Postojnskih vrat,

– severovzhodno pobočje Lenčajevega vrha, v revirju Leskova dolina,

– severovzhodno in vzhodno pobočje Javornikov (z najbolj izraženim zgodnjim olistenjem na severovzhodnih pobočjih Lačnika in Kozlovke). Slednji primer je površinsko največji in tudi najizrazitejši primer zgodnejšega olistenja na vsem pogorju.

Pozornost zbudi dejstvo, da vsa opisana mesta posebno zgodnjega olistenja bukke ležijo ob vznožju visokih in strmih severovzhodnih pobočij. Njihova lega na izrazitih osojnih pobočjih se ujema z ugotovitvijo, ki se ji bomo podrobneje posvetili pozneje, da bukev na osojnih pobočjih olisti prej kot na prisojnih.

Tudi bukovi sestoji na obsežnem severnem pobočju Snežnika v višinskem pasu 1000–1200 m (ob cesti od Mašuna proti Sviščakom) olistijo prej kot bukovi sestoji na enaki nadmorski višini na južnih pobočjih Snežnika.

5. VPLIV EKSPOZICIJE RASTIŠČA NA ČAS OLISTENJA BUKVE

Podrobnejše proučevanje vpliva ekspozicije rastišča na čas olistenja bukke smo izvedli na izbranih šestih vrhovih oziroma grebenih na način, kot je opisan v poglavju o metodah dela. Ugotavljali smo razliko v olistenju bukke med izrazitimi severnimi in južnimi pobočji. Beležili smo pravzaprav stopnjo olistenja posameznih bukev, seveda pa je ta v ozki zvezi s časom olistenja.

Značilnost vpliva ekspozicije smo statistično preizkusili z neparametričnim Kruskal-Wallisovim testom, in sicer ločeno po posameznih združenih slojih, saj združbeni položaj po lastnih opažanjih (kasneje statistično potrjenih) in po navedbah literature (BRINAR 1971) v bistveni meri vpliva na čas olistenja bukke. Rezultati te analize so prikazani v preglednici 7.

Ugotovljeno je torej zelo značilno zgodnejše olistenje bukke na severno eksponi-

Preglednica 7: Vpliv ekspozicije rastišča na stopnjo oziroma čas olistenja bukke – po posameznih združbenih slojih (Kruskal-Wallisov test):

Združbeni sloj	Ekspozicija	Povprečni rang	χ^2	Število dreves v vzorcu
1	južna	307.56	34.93***	701
	severna	391.45		
2	južna	42.28	12.53***	99
	severna	60.06		
3	južna	94.93	4.36*	198
	severna	104.76		
1 + 2 + 3	južna	448.37	39.85***	998
	severna	550.84		

ranih (osojnih) pobočjih. Rezultat, ki smo ga po izvedenih natančnejših terenskih opisih sicer že pričakovali, je presenetljiv glede na to, da se je v vseh statističnih analizah pokazal značilen vpliv temperaturnih razmer na čas olistenja bukke. Seveda pa vseh dejavnikov, ki lahko vplivajo na čas olistenja bukke (samo kot primer navedimo npr. množino sevanja rdeče svetlobe v preteklem vegetacijskem obdobju) omejenjene analize vpliva meteoroloških dejavnikov na čas olistenja bukke niso obravnavale, ker jih iz razumljivih razlogov tudi niso mogle zajeti.

Kljub ugotovljenemu zelo značilnemu vplivu ekspozicije rastišča na čas olistenja bukke je vendarle treba poudariti, da je časovna razlika med olistenjem bukke na severnem in južnem pobočju relativno majhna. Upoštevajoč hitrost olistenja posameznega drevesa oziroma vsega sestoja gre celo v primeru ekstremnejših naklonov v povprečju med severnimi in južnimi pobočji za časovno razliko pri olistenju le nekaj dni, kar bi, prevedeno v merilo nadmorske višine, pomenilo kvečjemu višinsko razliko kakšnih 150 m.

Kaj bi bil najpomembnejši vzrok zgodnejšega olistenja bukke na osojnih pobočjih, je težko zanesljiveje zaključiti. Gre za eno od zanimivejših odprtih vprašanj proučevanja zakonitosti olistenja bukke.

Razlika v osvetljenosti med drevjem vrhnjega sestojnega sloja in izrazito podstojnimi bukvami je v bukovih sestojih tesnejšega sklepa ogromna – podstojno drevje raste le ob nekaj odstotkov tiste svetlobe, ki obliva vrhne drevje. Med prisojnimi in osojnimi pobočji je razlika v intenzivnosti osvetljenja mnogo manjša, morda pa je vendarle ta razlika dovolj, da vpliva na

zgodnejše olistenje bukke na osojnih pobočjih.

Morda je razlog časovnih razlik olistenja bukke med severnimi in južnimi pobočji v različni spektralni sestavi svetlobe, ki jih obseva.

Že doslej izvedena proučevanja vpliva spektralne sestave svetlobe na čas olistenja bukke (BRINAR 1963), pa tudi naši izsledki (poglavje 5.4), kažejo, da različna spektralna sestava svetlobe v času pred olistenjem nima vpliva oziroma nima pomembnejšega vpliva na čas olistenja bukke.

Različna sestava svetlobe bi torej lahko na čas olistenja bukke vplivala predvsem ob obsevanju drevja v preteklem vegetacijskem obdobju.

Po raziskavah Leibundguta (LEIBUNDGUT 1954), ki je z različnimi snovmi premazoval popke bukke, ki so v preteklih letih rastle na soncu oziroma v senci, bi večja kserofitnost popkov pri bukvah na južnih pobočjih ne mogla biti razlog njihove kasnejše ozelenitve.

Morda bi lahko del »krivde« za kasnejše olistenje bukke na prisojnih pobočjih pripisali njihovim višjim poznopoletnim in jesenskim temperaturam v preteklem letu.

Nekaj lahko k zgodnejšemu olistenju bukke na osojnih pobočjih morda prispeva tudi njihova večja vlažnost, čeprav nam vpliv vlažnosti tal na čas olistenja bukke z izvedenim lončnim poskusom ni uspelo dokazati.

Opozoriti velja na izrazit atlantski značaj bukke, ki ji sveža rastišča z manjšimi temperaturnimi in vlažnostnimi nihanji bolj ustrezajo, pa se na takšne razmere morda bukev odziva z živahnejšim letnim življenjskim ritmom.

6. VPLIV DOLŽINE DNEVA, SVETLOBNEGA SPEKTRA, TEMPERATURNIH RAZMER IN VLAŽNOSTI TAL NA OLISTENJE BUKOVIH MLADIK

Kot je v poglavju o metodah dela že podrobneje navedeno, smo z namenom, da ugotovimo vpliv še nekaterih dejavnikov na čas olistenja bukve, ki jih v naravi in s pomočjo statistične analize meteoroloških podatkov ne bi oziroma nismo mogli, zastavili lončni poskus z bukovimi mladikami, ki smo jih leto poprej populili med presvetljenim mladjem pod vrhom Velikega Javornika.

Sadike smo izpostavili različnim pogojem v pogledu dolžine dneva, svetlobnega spektra, temperature in vlažnosti tal.

Čeprav je bilo sadik za natančnejše sklepe premalo in tudi niso bile selekcionirane v smislu podobnosti časa olistenja, smo s poskusom vseeno vsaj orientacijsko ugotovili zanimive odnose med proučevanimi dejavniki in časom olistenja bukovih mladik. Rezultati poskusa so predstavljeni na grafikonu 1.

Enostavna analiza variance vpliva različne vlažnosti tal in različnih temperaturnih

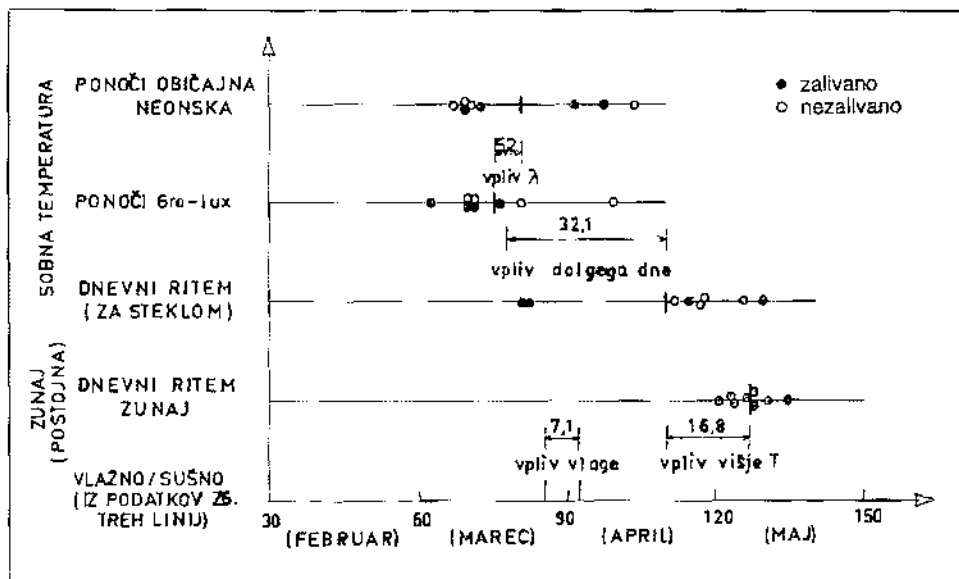
in svetlobnih razmer je pokazala zelo značilen vpliv dolžine dneva ($\alpha < 0,001$) in značilen vpliv temperaturnih razmer ($\alpha < 0,05$) na čas olistenja bukovih mladik. Zalivane bukvice so olistale v povprečju sicer sedem dni prej kot nezalivane (zelo skromno zalivane), in tiste, ki so bile ponoči osvetljevane z Gro-lux žarnicami, pet dni prej kot tiste, ki jim je po noči svetila običajna neonska luč, toda vpliva različne vlažnosti tal in različnega svetlobnega spektra se zaradi majhnega vzorca in velike variabilnosti bukovih mladik v pogledu časa olistenja pri poskusu nista pokazala kot statistično značilna.

7. SKLEP

Pojav spomladanskega prebujanja lesnatih rastlin je pritegnil v preteklosti že mnoge raziskovalce, vendar je pri njem še mnogo neznanega.

Z našo raziskavo smo želeli spoznati značilnosti poteka olistenja bukve od vznožja do zgornje gozdne meje reliefno zelo razgibanega snežniško-javorniškega pogorja, s statističnimi analizami meteorolo-

Grafikon 1. Vpliv dolžine dneva, svetlobnega spektra, temperature in vlažnosti tal na olistenje bukovih mladik



loških podatkov in podatkov o času olistenja bukke, ki jih v okviru svoje redne dejavnosti zbira Hidrometeorološki zavod Slovenije, ter z nekaterimi dodatnimi raziskavami pa smo želeli spoznati tudi vpliv različnih ekoloških dejavnikov na čas olistenja bukke.

Statistične analize meteoroloških podatkov in podatkov o času olistenja bukke smo oslonili predvsem na meteorološke in fenološke podatke postaj Rateče–Planica, Rovte in Maribor in na 21-letno obdobje 1969–1989.

Naše analize so potrdile ugotovitve Šegule-Iliča (ŠEGULA-ILIČ 1990), da vsota učinkovitih temperatur do določenega dne iz začetka obdobja običajnega časa olistenja pri bukvici pojasni razmeroma skromen delež variacije časa olistenja – do 40 %, v celoti pa temperaturne razmere v predpomladanskem in spomladanskem obdobju pojasnjujejo približno do 45 % variacije časa olistenja.

Analize so pokazale, da je temperaturni prag fiziološko dejavnih temperatur pri bukvici zelo nizek, vsekakor blizu povprečne dnevne temperature 0°C. Seriji izračunanih korelacijskih koeficientov za dve od treh postaj sta dopuščali sklep, da je prag prav pri 0°C, zato smo učinkovite temperature tudi računali od te temperaturne vrednosti.

Med temperaturnimi kazalci se je zlasti pri toplejših krajih kot vpliven kazalec pokazala vsota minimalnih temperatur. Verjetno je to prav posledica zelo nizkega fiziološkega temperaturnega praga bukke.

Raziskava je v precejšnji meri potrdila namig Šegule-Iliča v že omenjenem delu, da utegnejo višje jesenske temperature delovati zaviralno na olistenje bukke v sledeči pomladi. Na osnovi naših raziskav imajo poleg jesenskih temperatur zaviralni vpliv na olistenje bukke verjetno tudi pozno poletne temperature.

Po naših ugotovitvah – vsaj v naših razmerah – na čas olistenja bukke ne vpliva količina padavin – niti v tekočem letu pred olistenjem niti v preteklem letu.

Na čas olistenja bukke ne vpliva tudi število sončnih ur – niti v tekočem letu pred olistenjem niti v preteklem letu.

Naše analize so pokazale, da večja množina globalnega sevanja v času pred olistenjem ne vpliva na zgodnejše olistenje bu-

kve, kar je nekoliko presenetljivo in se tudi ne ujema z rezultati Šegule-Iliča, kjer je globalno sevanje pri dveh od štirih proučevanih meteoroloških in fenoloških postaj z bukvico kazalo značilen pospeševalni vpliv. Morda je takšen izid naših analiz posledica vključitve mnogih drugih vrstenskih dejavnikov v statistične izračune, ki so »maskirali« razmeroma šibek vpliv množine globalnega sevanja na čas olistenja bukke.

Kljub očitnemu vplivu vsote učinkovitih temperatur na čas olistenja drevja, tudi bukke, pa je poskus z vsoto učinkovitih temperatur napovedati pojav olistenja – tudi ene same vrste in celo posameznega osebka (fenološka služba v določenem kraju spremlja letni razvoj istega osebka) – obsojen na neuspeh. Bukev v različnih krajih olisti pri povprečno zelo različnih vsotah učinkovitih temperatur, pa tudi pri istem osebku (v istem kraju) so lahko vsote učinkovitih temperatur do olistenja v različnih letih zelo različne (najvišje vsote so tudi dvakrat višje od najnižjih).

Raziskava je potrdila, da bukev v toplih krajih olisti pri znatno višjih vsotah učinkovitih temperatur kot v hladnih krajih. Na osnovi Brinarjevega provenienčnega poskusa (BRINAR 1963) sklepamo, da omenjene razlike niso posledica genetske prilagoditve bukke na ugodnejše temperaturne razmere v toplih krajih.

Vzrok teh razlik je predvsem v tem, da zgodnjih visokih in kasnejših zelo visokih temperatur bukev ne more izkoristiti v tolikšni meri kot prispevajo k vsoti učinkovitih temperatur. V zelo toplih pomladih bukev sicer praviloma olisti prej, toda praviloma tudi pri višji vsoti učinkovitih temperatur.

Upoštevaajoč podatke iz različnih krajev so temperaturne razmere v predpomladanskem in spomladanskem obdobju pojasnile 94 % variacije časa olistenja bukke, kar pomeni, da je v splošnem čas olistenja bukke dober kazalec temperaturnih značilnosti rastišča.

To ne velja tako dobro v reliefno zelo razgibanem svetu, saj v določeni meri na olistenje bukke vpliva tudi ekspozicija rastišča.

Štiriletno proučevanje napredovanja olistenja bukke od vznožja do zgornje gozdne meje snežniško-javorniškega pogorja je po-

kazalo na prevladujoč vpliv nadmorske višine na čas olistenja. Če izvzamemo visokokraška mrazišča, je olistenje z nekaj izjemami napredovalo precej enakomerno po izohipsah. Izjemo je predstavljalo nekaj obsežnih in strmih severovzhodnih pobočij, kjer je bukev olistala prej kot na okoliških območjih istih nadmorskih višin. Med rastišči enake nadmorske višine v submediteranskem in celinskem območju ni pomembnejših razlik v času olistenja bukke. »Fronta olistenja bukke« z nadmorsko višino napreduje v povprečju s hitrostjo približno 7 dni/250 m.

Vpliv ekspozicije rastišča na čas olistenja bukke je presenetljiv. Kljub statistično dokazanemu pospeševalnemu vplivu višjih predpomladanskih in spomladanskih temperatur na čas olistenja bukke in brez dvoma višjim temperaturam zraka in še posebno drevja – zaradi intenzivnejšega sevanja – na južnih pobočjih pa bukev na severno eksponiranih rastiščih olisti v povprečju nekaj dni prej kot na južnih pobočjih.

Kaj bi bil najpomembnejši vzrok zgodnejšega olistenja bukke na osojnih pobočjih, je težko zanesljivo zaključiti. Gre za eno od zanimivejših odprtih vprašanj proučevanja zakonitosti olistenja bukke.

Glede na zelo velik vpliv osvetljenosti bukke v preteklem vegetacijskem obdobju (poglavje 5.3, tudi LEIBUNDGUT 1954, BRINAR 1971) je zgodnejše olistenje na severnih eksponiranih pobočjih najverjetneje posledica slabše osvetljenosti teh rastišč v preteklem vegetacijskem obdobju.

Lahko bi bilo poznejše olistenje prisojnih bukovih pobočij tudi posledica višjih pozno-poletnih in jesenskih temperatur v letu pred olistenjem na južnih pobočjih.

Morda je atlantski značaj bukke vzrok njenemu živahnejšemu ritmu rasti na osojnih pobočjih.

Z lončnim poskusom smo ob nadzorovanih rastišnih pogojih ugotovili, da dolžina dneva daleč najodločilneje vpliva na čas olistenja bukke. Nočno obsevanje bukovih mladik od 1. februarja dalje je imeło na čas olistenja dvakrat tolikšen učinek kot prenos sadik 1. februarja od zunaj na sobno temperaturo.

S preskromnim vzorcem nam vpliva različne vlažnosti tal na olistenje bukke stati-

stično ni uspelo dokazati, kaže pa, da bi večja vlažnost tal utegnila povzročiti nekoliko zgodnejše olistenje bukke. Vsekakor vpliva vlažnosti tal na olistenje bukke ni mogoče primerjati z vplivom dolžine dneva in temperaturnih razmer na čas njenega olistenja.

Tudi obsevanje z Gro-lux žarnicami z veliko rdeče in precej modre svetlobe je v primerjavi z običajno neonsko svetlobo povzročilo le nekajdnevno in časovno neznatno zgodnejše olistenje. Ta ugotovitev se ujema z navedbami Brinarja (BRINAR 1963), da obsevanje s svetlobo različnih valovnih dolžin ni povzročilo pomembnejših razlik v času olistenja bukke.

THE LEAF FORMATION IN THE BEECH TREE IN THE SNEŽNIK-JAVORNIKI MASSIF

With an Analysis of the General Laws Concerning the Leaf Formation in the Beech Tree

Summary

The phenomenon of the spring awakening of woody plants has already attracted attention of many researchers. In spite of this fact, a lot has still remained unknown.

The present study tried to contribute to the understanding of the characteristics of the leaf formation process in the beech tree from the foot to the altitudinal forest limit in the very changeable relief of the Snežnik-Javorniki mountain chain. By means of statistical analyses of meteorologic data and data as regards the time of leaf formation in the beech tree, which are collected by the Hydrometeorologic Institute of Slovenia, and by means of some additional investigations, the influence of various ecologic factors on the time of the leaf formation in the beech tree tried to be established. Statistical analyses of meteorologic data and the data as regards the time of the leaf formation in the beech tree based above all on meteorologic and phenological data from the Rateče-Planica, Rovte and Maribor stations as well as on a 21-year period from 1969–1989.

The analyses also confirmed the conclusions of ŠEGULA-ILIČ (1990) that the sum of effective temperatures until a definite day within the initial period of the usual time of the leaf formation in the beech tree explains relatively small share of leaf formation time variation – up to 40%. On the whole, temperature conditions in the prespring and spring period explain approximately to 45% of the variation of leaf time formation.

The analyses showed that the temperature threshold of physiologically active temperatures in the beech tree was very low, near average day temperature 0°C. The series of the calculated

correlation coefficients for two out of three stations offered the conclusion that the threshold was right at 0°C. For this reason, effective temperatures were calculated from this temperature value on.

The sum of minimal temperatures turned out as an influential index among temperature indices, especially in warm locations. It is most probably the consequence of a very low physiological temperature threshold in the beech tree.

The study confirmed the suggestion of Šegula-llič in the above mentioned work to a great degree, i.e. that higher autumn temperatures might have retarding influence on the leaf formation in the beech in the following spring. Based on the studies performed, it could be claimed that besides autumn temperatures also late summer temperatures have retarding influence on the leaf formation in the beech.

It was established that the precipitation quantity had no influence on the time of leaf formation in the beech, neither in the year when leaf formation occurred nor in the previous year, which held true at least of Slovene conditions. The same could be claimed from the influence of solar hours.

The analyses showed that greater amount of global radiation in the time before leaf formation did not bring about earlier leaf formation in the beech, which is a well surprising fact and does not correspond to the results by Šegula-llič, where the global radiation in two out of four meteorologic and phenological stations studied showed a characteristic promoting influence in the beech. Such a result of the analyses might be the consequence of the incorporating of several other meteorologic factors in the statistical calculation, which "covered" a relatively weak influence of the quantity of global radiation on the time of the leaf formation in the beech.

In spite of the great influence of effective temperature on the time of leaf formation there is impossible to predict the date of leaf formation by using the sum of effective temperatures – even for one species or one individuum. In different places beech forms leaves at very different sums of effective temperatures. There are great differences in sums of effective temperatures up to leaf forming in different years also for the same individuum. The maximal sums are up to twice higher than the minimal ones.

The study confirmed that the beech formed leaves at considerably higher sums of effective temperatures in warm locations than it did in cool ones. Based on Brinar's provenance test (BRINAR 1963), a conclusion can be derived that the above mentioned differences are not the consequence of genetic adaptation of the beech to more favourable temperature conditions in warm locations. A beech cannot make use of early high and late very high temperatures to such a degree as they contribute to the sum of temperatures effective temperatures. In very warm springs, the beech forms leaves earlier but this also happens at a higher sum of effective temperatures as a rule.

Taking into consideration the data from various

locations, temperature conditions during the prespring and spring period explained 94% of the variation of the time of leaf formation, which means that in general the time of leaf formation is a good indicator of temperature characteristics of a natural site.

This can not be claimed in the same degree for a landscape of a changeable relief because the exposition of a natural site also influences the leaf formation in the beech to a certain degree.

A four-year observation of the advancing of the leaf formation in the beech from the foot to the upper altitudinal forest limit in the Snežnik-Javoriniki mountain chain proved the prevailing influence of the altitude on the leaf formation time. Not taking into consideration the frost localities of the high karst, leaf formation advanced fairly constantly by the contour lines. Exceptions were represented by some extensive and steep north-eastern slopes, where the beech formed leaves earlier than in the neighbouring areas of the same altitude. There are no significant differences in the leaf formation time of the beech between the natural sites of the same altitude in the submediterranean and continental climate. "The front of beech leaf formation" advances with the altitude by the speed of about 7 days/250 m on the average.

The influence of exposition of a natural site on the time of leaf formation in the beech is surprising. In spite of the statistically proved promoting influence of higher prespring and spring temperatures on the time of the leaf formation in the beech and higher temperatures of the air and trees – due to more intensive radiation – in southern slopes, the beech in the sites exposed to the north forms leaves some days earlier on the average than it does in southern slopes.

It is hard to say which is the most important reason of earlier leaf formation of beech on northern slopes. This remains one of interesting questions in researching the leaf formation of beech.

With regard to great influence of beech exposure in the preceding vegetation period (chapter 5.3, also LEIBUNDGUT 1954, BRINAR 1971), earlier leaf formation in northern slopes might be the consequence of poorer exposure of these sites in the previous vegetation period.

The reason of later leaf forming of beech on southern slopes might be the higher temperatures on these slopes in late summer and autumn in previous year.

The vivacious growth rhythm of beech on northern slopes might be also the consequence of its atlantic character.

By means of a pot sample in controlled vegetation conditions it was established that day length had by far the greatest influence on the time of leaf formation in the beech. Exposing of young beech trees to light during night from the first of february on had a two times greater effect on the leaf formation time than removal of the young trees from the outside to room temperature.

The influence of different soil dampness on the

leaf formation of the beech could not be statistically proved due to the insufficient sample. It indicates, however, that greater soil dampness might cause earlier leaf formation in the beech. Yet the influence of dampness cannot possibly be compared to the influence of day length and temperature conditions on the leaf formation in the beech.

Also the radiation with Gro-lux bulbs with a lot of red and much blue light caused leaf formations only a few days earlier and temporarily uncharacteristically in comparison to a usual neon light. This statement is in accordance with those by Brinar (BRINAR 1963), which state that the radiation by light of various wave-lengths did not cause significant differences in the time of leaf formation in the beech.

LITERATURA

1. Blejec, M.: 1969. Statistične metode v gozdarstvu in lesarstvu.
2. Brinar, M.: 1957. Naša bukev in naši bukovi gozdovi, Gozdarski vestnik.
3. Brinar, M.: 1963. O razvojnem ritmu različnih bukovih provenienc oziroma ekotipov, Gozdarski vestnik.
4. Brinar, M.: 1965. Bukove rase in diferenciacija različkov glede nekaterih fizioloških in tehnoloških lastnosti, Gozdarski vestnik.
5. Brinar, M.: 1971. O ekološki in dedni pogojenosti razhajanja nekaterih morfoloških, fenoloških in anatomskih lastnosti naše bukve, Zbornik IGLG 10.
6. Gračanin, M., Ilijanič, L.: 1977. Uvod u ekologiju bilja, Zagreb.
7. Hočevar, A.: 1964. Fenološke faze v odvisnosti od vremena (disertacija), Ljubljana.
8. Hočevar, A., Rakovec, J.: 1975. Kvantitativna ocena sončnega sevanja.

9. Hočevar, A. in sodelavci: 1980. Razporeditev potenciala sončne energije v Sloveniji. Poročilo RSS, I. del, Ljubljana.

10. Janković, M.: 1963. Fitoekologija, Beograd.

11. Jovanović, B.: 1971. Dendrologija s osnovama fitocenologije, Beograd.

12. Košmelj, B.: 1925. Uvod v multivariantno analizo, Ljubljana.

13. Kramer P., Kozlowsky: 1960. Physiology of Trees, New York, Toronto, London.

14. Kramer, H.: 1983. Kurzfristige Zuwachsreaktionen bei Buche in Abhängigkeit von Witterung und verschieden Baummerkmalen, Allg. Forst- u. J.-Ztg.

15. Lanier, L.: 1986. Precis de sylviculture, Nancy.

16. Leibundgut, H.: 1954. Zur Phänologie der Laubbaume, insbesondere der Buche; Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen.

17. Marinček, L.: 1987. Bukovi gozdovi na slovenskem, Ljubljana.

18. Popović, Ž.: 1976. Fiziologija bilja, Beograd.

19. Rotoff, A.: 1987. Morphologie der Kronenentwicklung von *Fagus sylvatica* L. (Rotbuche) unter besonderer Berücksichtigung neuartiger Veränderungen; Flora, Jena.

20. Sarić, M.: 1983. Fiziologija biljaka, Beograd.

21. Sakai, A., Larcher, W.: 1987. Frost Survival of Plants; Berlin, Heidelberg.

22. Šegula-Ilič, A.: 1990. Model ozelenitve nekaterih drevesnih vrst v Sloveniji glede na meteorološke parametre okolja (magistrsko delo), Ljubljana.

23. * 1980. Šumarska enciklopedija, Zagreb.

24. * 1988. Klimatografija Slovenije, temperature zraka 1951–1980, Ljubljana.

25. * 1988. Klimatografija Slovenije, Padavine 1951–1980, Ljubljana.

