

Ekološke in gozdnogojitvene osnove za podsadnjo bukve v antropogenih smrekovih sestojih

Zgoščena informacija o rezultatih raziskovalne naloge »Vnašanje listavcev za trajnostno gospodarjenje z gozdovi - SUSTMAN«

P. SIMONČIČ¹, M. ČATER², A. BREZNIKAR³, M. ZUPANIČ⁴

Izvleček:

Simončič, P., Čater, M., Breznikar, A., Zupanič, M.: Ekološke in gozdnogojitvene osnove za podsadnjo bukve v antropogenih smrekovih sestojih. *Gozdarski vestnik*, 63/2005, št. 9. V slovenščini

Raziskovalna naloga »Vnašanje listavcev za trajnostno gospodarjenje z gozdovi« je bila vključena v akcijo 5 (Key Action 5): Trajnostno kmetijstvo, ribištvo in gozdarstvo ter celovit razvoj podeželja in gorskih predelov - 5.3.1 Mnogonamensko gospodarjenje z gozdovi.

Premena s podsadnjo in setvijo, in ne s sečnjo na golo, izpolnjuje merila za trajnostno gospodarjenje z gozdom in zadovoljuje družbene zahteve po dobro premišljenih načinih gospodarjenja, zaradi katerih dojema javnost gospodarjenje z gozdovi pozitivno. Veliki goloseki v Evropi z izjemo Slovenije so eden poglavitnih razlogov za to, da je sedanji način gozdnega gospodarjenja slabo sprejet v javnosti. Znanje o značilnostih izkoriščanja svetlobe, modelu rasti in sencozdržnosti ciljnih listnatih vrst ter ugotovitve o konkurenci med podsajenimi listavci in odraslimi smrekami bodo pri gospodarjenju z gozdom omogočile postopno premeno čistih smrekovih sestojev brez golosekov. Tehnološki rezultat projekta na področju gojenja gozdov bo pomembno prispeval k evropskemu gozdarstvu.

Ključne besede: monokulture smreke, bukev, podsadnja SUSTMAN

Cilj raziskovalnega projekta SUSTMAN je bil razvoj in poglobljanje znanj o premeni smrekovih monokultur s podsadnjo listavcev kot gozdnogojitvenem ukrepu. Naloga je bila sprejeta v petem okvirnem programu EU in je potekala tri leta, od l. 2002 do 2005. V projektu so sodelovali raziskovalci s področij: gozdne ekologije, fiziologije, gojenja gozdov in gozdarji praktiki iz Avstrije, Češke, Nemčije, Slovenije (Gozdarski inštitut in Zavod za gozdove Slovenije) in Švedske. Ena pomembnih nalog je bila prenos znanja v prakso; s tem namenom so bile napisane gozdnogojitvene smernice za podsadnjo listavcev v smrekovih sestojih. V prispevku je predstavljen povzetek smernic, ki bodo v celoti objavljene v posebni izdaji strokovnih in znanstvenih del s področja gozdarstva.

1 IZHODIŠČA

Po oceni se v Evropi nahaja 6 - 7 milijonov hektarov čistih smrekovih sestojev (*Picea abies*) zunaj svojega naravnega areala (slika 2). Na 4 - 5 milijonih hektarov gre za rastišča, kjer v naravnih združbah prevladujejo listavci ali mešani sestoji.

Nekdanji mešani gozdovi so bili v preteklosti zaradi kmetijske rabe, stelarjenja in potrebe po kurivu prekomerno izkoriščani. V času industrializacije se je zaradi večje/ga izsekavanja? sečnje povečala potreba po lesu, kar je povzročilo množično sajenje smreke. V zadnjih 200 letih je bila smreka potisnjena v ospredje / pospeševana / zaradi velikih prirastkov, preprostega pogozdovanja in redčenj ter manjše ogroženosti s strani rastlinojede divjadi. Na velikih površinah gozdnate krajine zahodne in osrednje Evrope so tako prevladovali nasadi čiste smreke, ki so bili oz. so ogroženi zaradi vetrolovov, napadov žuželk in ostalih "škodljivcev", suše in posredno degradacije gozdnih tal. Klimatske spremembe z naraščajočo verjetnostjo nastopov ekstremnih vremenskih dogodkov, kot npr. neurij, povečujejo ranljivost smrekovih sestojev. Zaradi zmanjšane oz. spremenjene biotske raznolikosti ter spremenjenega okolja in krajine, je naklonjenost

¹ dr. P. S. Gozdarski inštitut Slovenije

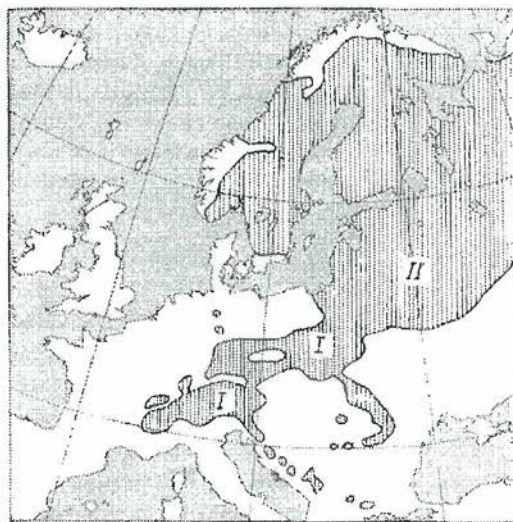
² dr. M. Č. Gozdarski inštitut Slovenije

³ mag. A. B. Zavod za gozdove Slovenije

⁴ M. Z. univ. dipl. inž. gozd. Zavod za gozdove Slovenije



Slika 1. Popsadnja bukve v smrekovem sestoju na Pohorju.



Slika 2. Potencialno naravna razširjenost smreke v Evropi (črtkano). Risba: Tove Vollbrecht, povzeto po Schmidt-Vogt 1987.

javnosti za nadaljnje snovanje smrekovih gozdov manjša. Iz ekonomskih, okoljskih in socialnih razlogov predstavlja obnova nekdanjih mešanih sestojev korak v smeri trajnostnega gospodarjenja. Eden od načinov je postopna premena smrekovij v vrstno mešane sestoj, ki jo lahko izvedemo na več načinov - npr. s podsadnjo bukovih sadik (*Fagus sylvatica*), ki so ga v zadnjih desetletjih močneje vzpodbujali v večjem delu zahodne Evrope.

2 PODSADNJA V DRŽAVAH SODELUJOČIH V PROJEKTU

Popsadnja z bukvijo je star način obnove, ki ga v zadnjih desetletjih izvajajo v številnih evropskih državah. Tovrstne aktivnosti so se v Nemčiji začele v prvi polovici devetnajstega stoletja. Listavci so bili, gledano v celoti, podsadjeni le na nekaj odstotkih površin smrekovij. V nekaterih predelih Nemčije so te površine večje (40-60%). Po vsej verjetnosti se bo v prihodnje podsadnja povečala zaradi razlogov povezanih z biotsko raznolikostjo. Ostali razlogi so povezani s snovanjem stabilnih sestojev in izboljšavo talnih lastnosti. V državah, ki so sodelovale v projektu, prevladuje pri podsadnji bukev, uporabljajo pa tudi javor, lipo, jesen, hrast, duglazijo, gaber, jerebiko in češnje. Zaželeno je uporaba sadik lokalne proveniencije, prevladuje obnova s sadnjo. Setev bukovega semena se uporablja redko, ker velja za nezanesljivo. Najpogosteje se uporabljajo sadike različnih velikosti (15 cm - 100 cm) in starosti (1 - 5 let). Tudi število sadik/ha se razlikuje od 200 - 10.000 sadik na hektar površine. Temeljnica matičnega sestoja v času podsadnje je prav tako raznolika: od manj kot 20 pa tudi preko 50 kvadratnih metrov. Prilagajanje sklepa krošenj ne sledi nobenemu standardnemu načinu ukrepanja, odraslo drevje se pušča od 5 - 20 let, ponekod celo dlje kot 40 let. Obstaja tudi več načinov postopnega odstranjevanja zastirajočih dreves.

3 IZBOR LOKACIJ / RASTIŠČ ZA IZVEDBO PODSADNJE

Proces odločanja izvedbe podsadnje listavcev v smrekove sestoj lahko ločimo na:

1. ovrednotenje dejavnikov tveganja za smreko,
2. pripravo ocene ustreznosti listavcev glede na izbor lokacije / rastišča in
3. izbor načina premene.

1. Ovrednotenje dejavnikov tveganja za smreko

V procesu odločanja najprej določimo stopnjo tveganja za smrekove sestoj. Poglavitna dejavnika sta rastišče in sestoj. Oceniti je potrebno tveganje zaradi suše, kot posledica rastiščnih značilnosti

(največja globina koreninjenja zaradi plitkih tal ali omejeno koreninjenje zaradi slabe preskrbe z zrakom). Oba dejavnika omejujeta preskrbo z vodo, posebno v razmerah vremenskih ekstremov (npr. dolgotrajna povečana poletna temperatura, neenakomerna preskrba s padavinami). Manjša vitalnost smreke v takšnih razmerah zmanjša odpornost in poveča dovzetnost na napade podlubnikov, ki s sušo kot primarnim stresnim dejavnikom, povzročajo trajne poškodbe drevoja.

Dejavniki sestojja so povezani s strukturo sestojja in načinom gospodarjenja z njim. Večje število osebkov povečuje izgubo vode zaradi prestrezanja vode v krošnjah in vejah, zato dospe na gozdna tla manj vode. Vitko drevice z večjim dimenzijskim razmerjem (višina / premer) postane postopno mehansko nestabilno, sestoji ne morejo kljubovati močnejšemu vetru, snegu ali žledu. Manjša gostota korenin zaradi zbitih tal in večja vodna bilanca omejujejo globino koreninjenja in slabijo sidranje ter povečujejo mehansko labilnost.

Oceno tveganja za smreko lahko določimo tudi s pomočjo analize klimatskih razmer (na osnovi temperaturnih vsot in poprečnih letnih padavin).

2. Ocena ustreznosti listavcev glede na izbor lokacije/ rastišča.

Ocena temelji na vodni preskrbljenosti, hranilih v tleh in klimatskih razmerah. Številni listavci zahtevajo za uspešno rast bogata tla. V projektu je podrobna analiza tal na raziskovalnih ploskvah vključevala mineralni del (pH, nasičenost z bazami, itd.), oceno poljske kapacitete za vodo in vlago tal. Podatki o rabi tal in rasti smrekovih sestojev v preteklosti lahko nakažejo primerne lokacije za podsadnjo buke.

3 Izbor načina premene.

Na odločitve o gozdnogospodarskih ukrepih pomembno vplivajo finančna sredstva, s katerimi razpolaga lastnik gozda. Ukrepi so odvisni od časa, v katerem pričakujemo donos, od zagotavljanja splošno koristnih funkcij in od obsega subvencij. Odločitvi za izvedbo premene sledi določitev sestojev z največjo prioriteto premene, oziroma odločitev »kje najprej začeti«. Cilji lastnikov pri gospodarjenju z gozdnimi sestoji so odvisni

od tržne cene lesa, od davčnih obveznosti, od državnih subvencij zaradi škod in subvencij za gozdnogojitvene ukrepe vnosa listavcev. Odločitve lastnika upoštevajo tudi potencialno tveganje pri gospodarjenju z obstoječimi smrekovimi sestoji, ki je povezano s slabimi izkušnjami iz preteklosti. Opredelitev gozdnogospodarskega cilja pri vnosu listavcev temelji na presoji stabilnosti smrekovih sestojev. Konkretna rastiščne razmere v posameznem primeru moramo primerjati z zahtevami listavcev po svetlobni in oskrbi s hranili.

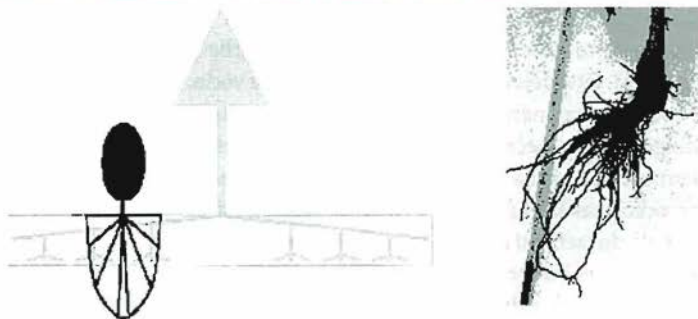
Končna odločitev o izvedbi podsadnje kot metodi premene mora upoštevati možen obseg vlaganj, ki je odvisen od intenzitete samega procesa (ceno /ha) in površine, kjer bomo podsadnjo izvedli. Oba dejavnika sta spremenljivki, odvisni od posestnika in izvajalca. Z upoštevanjem heterogenosti in organizacije gozdarskega sistema v posamezni državi in deležem antropogeno osnovanih smrekovij bodo pristopi pri izvedbi specifični.

Obnova gozda in uporaba različnih načinov sečnje je odvisna od gozdnogojitvenih smernic in strategije oblikovanja bodočih sestojev - od golosečnega (v nekaterih evropskih državah), skupinsko postopnega do individualnega načina. Premena s podsadnjo je zanesljivo najbolj uspešna v stabilnih smrekovih sestojih.

4 RAZPOREDITEV KORENIN IN KOMPETICIJA

Tipičen koreninski sistem smreke je plitek, z največjo gostoto korenin v organskem delu in zgornji mineralni plasti tal. V nasprotju s smreko razvija bukev korenine globlje (slika 3, levo). Podzemna kompeticija med smrekovimi in bukovimi osebki se pojavi v prvih letih po izvedeni podsadnji, ko so korenine bukovih sadik omejene na zgornje talne plasti. Za proučevanje koreninske biomase in razporeditve podsajenih dreves smo v okviru projekta na vseh šestih raziskovalnih ploskvah uporabili nov pristop za izkop korenin z uporabo nadzvočnega zračnega curka. Rezultati kažejo, da prihaja do gostitve tankih smrekovih korenin v zgornjih 20 cm gozdnih tal, pod globino 40 cm pa jih skoraj ni. Vertikalna razporeditev korenin kaže očitne razlike med obema vrstama. Korenine podsajenih bukev prodirajo globlje kot smrekove

Slika 3. Odrasli smrekov sesto (sivo) s sadiko bukve (črno) na levi. Na desni: koreninski sistem bukve sadike, ki kaže močne poškodbe



korenine, celo prek 1m. Na ta način sadike minimizirajo medvrstno kompeticijo. Ker koreninijo smreke globlje v bližini svojih debel, je potrebno zagotoviti določeno minimalno razdaljo med bukovimi sadikami in odraslimi smrekami. Nadvse je pomembno, da z ustrezno razporeditvijo omogočimo sadikam razvoj globokega koreninskega sistema, saj je lahko deformacija koreninskega sistema razlog za propad osebka. Nekatere od izkopanih sadik kažejo izrazito deformiran glavni koreninski sistem (slika 3, desno), ki nastane zaradi krajšanja korenin pred sadnjo in verjetno zaradi neprimerne namestitve med samim sajenjem. Zmanjšana globina koreninjenja zaradi deformiranega koreninskega sistema zmanjša kompeticijske sposobnosti in lahko vodi v zmanjšano stabilnost drevoja v kasnejših obdobjih.

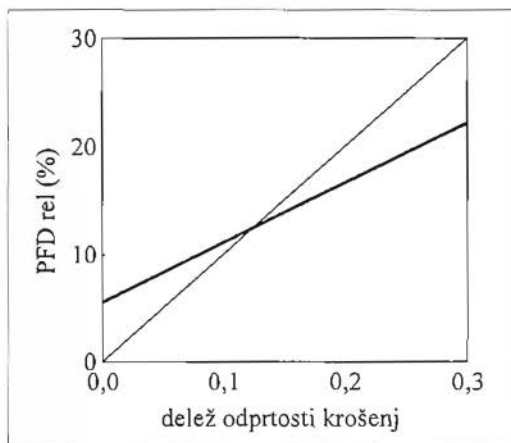
Pretok rastlinskega soka (angl. = *sap flow*) (transpiracija vode) je dober kazalnik stanja funkcionalnosti koreninskega sistema. V projektu smo uporabili za merjenje pretoka pri sadikah in odraslem smrekovem drevju metodo deformacije toplotnega polja (angl. = *Heat Field Deformation method*).

Bukove sadike so transpirirale v juliju in avgustu 2002, ki je bilo srednje suho obdobje okrog 1,5 kg vode/ dan. V enakem obdobju v letu 2003, ki je bilo sušno, so sadike transpirirale 2,3 kg vode/ dan. Nasprotno so transpirirala odrasla smrekova drevesa 35-krat več (54,5 kg/ dan v letu 2002). Meritve kažejo, da je odraslo smrekovo drevje zelo občutljivo na sušo, saj je pretok v poletnih mesecih brez dežja znatno upadel. Bukove sadike so na sušo bolj odporne in prilagodljive, pretok je v času izrazitega zmanjšanja pri smreki v primeru bukovih sadik potekal brez večjih odstopanj v vsem obdobju. Naša merjenja in zaključki

raziskav iz literature potrjujejo, da poteka večja kompeticija v bližini smrekovih dreves. Posebno v sušnih razmerah so sadike prizadete bolj, če so bližje smrekovim deblom. Na teh mestih se sajenju izogibamo. Druga možnost je redčenje matičnega sestoja ali zgodnejše sproščanje krošenj, kot bi ga izvedli sicer.

5 SVETLOBNE RAZMERE, VPLIV KROŠENJ IN REAKCIJA SADIK

Sadice se prilagajajo na majhno intenziteto svetlobe z orientacijo listja, prilagoditvijo habitusa, majhnim vlaganjem v tvorbo listja in razprostrtostjo le tega na čim večji površini. Seveda je predpogoj zagotovljena oskrba s hranili, ki je vrstno pogojena. Gojitelj lahko znatno izboljša toleranco na pomanjkanje svetlobe z dodajanjem hranil (gnojenjem) na revnejših rastiščih in zaščito listne površine



Slika 4. Korelacija med deležem odprtosti krošenj in relativno intenziteto svetlobe (PFD rel) pod matičnim smrekovim sestojem na raziskovalnih ploskvah. Tanjša črta označuje razmerje 1:1

pred poškodbami. Majhna intenziteta svetlobe odločilno vpliva na vnesene sadike. Hrasti in bukke, ki uspevajo v razmerah delno zmanjšane svetlobne intenzitete so postali višji in z manjšimi premeri debel, kot osebki, ki so rasli v optimalnih razmerah (na prostem). Svetlobni dotok torej ne vpliva le na preživetje in rast, temveč tudi na kakovost sadik. Količina svetlobe, ki prodre skozi sklep krošenj je odvisna od stopnje odprtosti in niha od 2 % do 40 % svetlobe na prostem. Za gojitvene namene je potrebno določiti odvisnost svetlobnega dotoka od sklenjenosti krošenj matičnega sestoja. Delež odprtosti sestoja (angl. = *gap fraction*) je dobra spremenljivka za posredno določanje te vrednosti in vključuje tako strukturo, kot sklenjenost krošenj. Parameter podaja - znotraj določenega kota - delež vidnega neba, ki ga sestoj ne zastira. Vrednost 0 tako označuje popolno zaprtost sestoja, ki jo lahko izmerimo npr. s preslikavo hemisfere krošenj. Slika 4 kaže neposredno odvisnost med deležem odprtosti sestoja in intenziteto svetlobe znotraj 60° kota neposredno nad merjenimi sadikami. Rast sadik pod matičnim sestojem je tesno povezana s svetlobnim dotokom. Na ploskvah z optimalno oskrbo hranil (kot npr. na ploskvi v Sloveniji), je odziv rasti sadik na intenziteto svetlobe očiten. Povzamemo lahko:

1) pod enomernim zastorom je relativni vpliv svetlobe neposredno povezan s sestojno gostoto vendar narašča počasneje kot zaprtost/ odprtost krošenj;

2) rast sadik je povezana z dotokom svetlobe, če je zagotovljena optimalna preskrba s hranili, ki je vrstno pogojena;

3) za rast in preživetje sadik v senci je zelo pomembna zaščita listne površine pred objedanjem rastlinojede divjadi;

4) na začetno preživetje in nadaljnjo vitalnost bukovih sadik vpliva preskrba z vodo.

6 VZGOJA SADIK, NAČIN SADNJE, PROSTORSKA RAZMESTITEV SADIK IN PRIPRAVA TAL

Pri vnosu listavcev pod matični smrekov sestoj izberemo enega od mnogih načinov priprave tal, tehnike obnove in vzorcev razmestitve sadik. Priprava tal je povezana z načinom obnove s sadnjo in vključuje gnojenje in pripravo gornje

plasti tal. Gnojenje je drag ukrep in vključuje tudi neželene stranske učinke kot npr. povečano rast pritalne vegetacije ali povečano tveganje zaradi odtoka hranil. Sočasno je učinek gnojenja na rast posajenih sadik omejen zaradi njihovega manjšega koreninskega sistema in zavrte rasti korenin. Na degradiranih in zakisanih tleh se lahko rastni pogoji znatno izboljšajo z dodajanjem apnenca v mineralnem delu tal na področju kjer sadimo. Točkovna uporaba omejuje tveganje izgube hranil in onesnaženost talne vode. Pozitivne učinke priprave rastišča na preživetje in rast navajajo in potrjujejo številne raziskave. Priprava rastišča je lahko mehanska ali z uporabo herbicidov oz. požiganjem, vendar sta slednji dve metodi zakonsko omejeni v številnih delih Evrope (tudi v Sloveniji). Mehanska priprava vključuje možnost uporabe številnih načinov. Glavni namen je ustvariti talno podlago, ki bo omogočila rast korenin in preskrbo z vodo, odstranitev pritalne vegetacije, ki s sadikami tekmuje za vodo in hranila ter izboljšanje mikroklimе in kemijskih lastnosti tal. Če gre za uporabo intenzivnih metod (npr. krožni rezkalec), pride do večjega tveganja za odtok hranil. Prav tako lahko pride do dodatnih poškodb korenin in debel, če gre za pripravo pod zastorom. Vpliv priprave tal na okuženost matičnega sestoja s smrekovo rdečo trohno ni podrobno raziskan in poznan.

Praktične izkušnje podsadnje listavcev kažejo, da imajo srednje velike sadike velikosti 40-80 cm v splošnem veliko stopnjo preživetja in zadovoljivo rast pri sprejemljivih stroških. Visoke sadike (> 120 cm dolžine) so uporabne, ko gre za večjo nevarnost objedanja ali kadar je konkurenca pritalne vegetacije premočna. Puljenke lahko predstavljajo poceni in vitalen sadni material, če izpolnjujejo osnovne genetske zahteve in če zado- stimo osnovnim pogojem pri izkopu, transportu in skladiščenju ter sadnji. Transport in previdno ravnanje s sadikami so ključni za nadaljnji uspeh. Pomembna je tudi pravočasna oskrba in dostava ter zaščita pred izsušitvijo med transportiranjem in skladiščenjem. Izogibamo se obrezovanju korenin - za lažjo sadnjo je dopustno zmerno obrezovanje daljših stranskih korenin, če to znatno ne zmanjša koreninske mase. Sajenje v zasek je primerno za večino sadik in sadnega materiala (< 80 cm



Slika 5. Smrekov sestoje na Pohorju potreben podsadnje. Pritalna vegetacija otežuje naravno obnovo

višine). Na peščenih tleh z večjimi sadikami (60 - 120 cm višine), se je pokazalo na osnovi meritev preživetja in razvoja korenin kot uspešnejše sajenje s polkrožno sadilno motiko. Višje sadike (> 120 cm dolžine) sadimo v jamice.

Setev semena je metoda obnove z majhnimi stroški. Uspešna je pri npr. hrastih po goloseku, na opuščeni kmetijskih tleh in v prereditvenih sestojih hrastov ali borov. Glavno oviro predstavljajo ptice in glodavci, ki se s tovrstnim semenjem in mladimi klicami hranijo. V razmerah, kjer je prisotno tudi naravno mladje lahko pričakujemo več škode s strani glodavcev. Razvite so bile tehnike setve bukve pod smrekovim sestojem, ki zmanjšajo stroške v primerjavi z obnovo s sadnjo na 50 - 70 %, rezultat pa je gost pomladek, ki lahko zagotovi ustrezno kakovost prihodnjega sestoja. Ne glede na dejstva o uspešnosti setve, je v praksi bolj priljubljena obnova s sadnjo. Poglavitna slabost setve je poleg že omenjenih biotskih in abiotskih dejavnikov tudi pomanjkanje izkušenj. Rezultati poskusov s setvijo in praktične izkušnje kažejo, da je lahko setev uspešna ob zagotovitvi osnovnih pogojev. Potrebno je uporabljati le seme visoke kakovosti (kalivost nad 70 %) in zadostne količine (30-60 kg /ha neto površine, kjer sejemo). Za uspešno rast sadik mora znašati odprtost matičnega sestoja do 70 % polne zarasti. Priporočljiva je setev spomladi med aprilom in sredino maja. Zeliščni sloj in plast humusa mora biti odstranjena. Za zaščito pred pticami morajo biti semena popolnoma prekrita. Setev ni priporočljiva tam, kjer pričakujemo bujno pritarno vegetacijo ali obilno naravno pomlajevanje



Slika 6. Ograjena ploskev nad Mislinjskim grabnom z uspešno pomladitvijo z bukvijo

smreke. Pogosto je potrebno ograjevanje tako pri setvi, kot sadnji za zaščito pred divjimi prašiči, zajci in kopitarji.

V nasadih kjer je poudarjena proizvodnja lesa, je zelena gostota sadik odvisna od drevesne vrste in ciljne lesne zaloge. Nanjo vpliva prisotnost pionirskih drevesnih vrst, kot tudi trajanje in stopnja zaprtosti matičnega sestoja. Raziskave kažejo, da je hitrost čiščenja vej v nasadih bukve za začetno gostoto 6.000 - 7.000 sadik/ha primer-

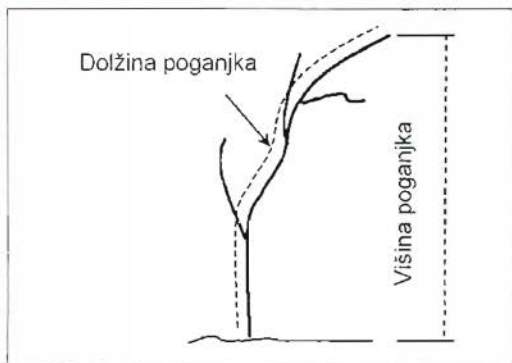


Slika 7. Uspešna podsadnja bukve na Pohorju

ljiva s hitrostjo čiščenja vej v primeru naravnega pomladka velike gostote. Izjemno majhne gostote sadnje upočasnijo proces čiščenja vej in zmanjšajo kakovost. Uporaba višjih sadik in primes pionirskih vrst v daljšem obdobju pod zastorom opraviči zmerno zmanjšanje gostote sadik. Če naš cilj ni visokokakovosten les, lahko število sadik znatno zmanjšamo. Primes smreke je v večini listnatih nasadov pod matičnim smrekovim sestojem ekonomsko zelo dobrodošla, zato je primerna tudi določena količina naravno pomlajene smreke na rastiščih, kjer je ta stabilna. V primeru, da vitalno smrekovo mladje že obstaja v času uvajanja listavcev, lahko le to postane resna konkurenca listavcem, zato je potrebno uravnavanje zmesi ali prostorsko ločevanje vrst s previdno uravno svetlobe in počasnim odpiranjem s sečnjami. Preprostih poti za premeno smrekovih sestojev ni mogoče predpisati. Tudi v podobnih razmerah obstajajo številne gozdnogojitvene možnosti. Določeni gojitveni cilji kot sta proizvodnja lesa in obnova naravnih gozdnih združb zahtevajo posebne gojitvene pristope. V procesu obnove se lahko spremeni raven potrebnih vhodnih sredstev; velik vložek pri pripravi tal lahko npr. vpliva na manjši vložek pri sadnji in vzgoji sadik. Uspeh premene je v veliki meri odvisen od natančne opredelitve ciljev in uskladitve posameznih korakov v procesu obnove.

7 URAVNAVA SKLEPA KROŠENJ, KAKOVOST SADIK IN NAČIN SEČNJE IN SPRAVILA

Pri določanju načina poseganja v matični sestoj s sečnjo je zelo važna presoja stabilnosti smrekovega sestoja, ki ga spreminjamo. Najpomemb-



Slika 8. Razmerje med dolžino in višino naraščča z odklonom debelne osi od navpičnice in je dober kazalnik nagnjenosti sadik.

nejša je pri tem mehanska stabilnost, saj nanjo vpliva vsak poseg s sečnjo. Ostali dejavniki, ki jo ogrožajo, posebno podlubniki, so omejeni na sušnejša rastišča in leta z večjimi temperaturami od povprečnih in so zato manj pomembni. Ocena stabilnosti v gozdu ni vedno enostavna. Nekateri sestoji še kažejo posledice prejšnjih škod, zato



Slika 9. Uspešno bukovo jedro na Pohorju

Preglednica 1. Relativna intenziteta svetlobe (PFD rel.) na gozdnih tleh 100-letnega smrekovega sestoja v povezavi s temeljnico, sklepom krošenj in stopnjo odprtosti

Opis	Temeljnica (m ² /ha)	Zastrtost (%)	Relativna intenziteta svetlobe ≈ PFD rel. (%)	Stopnja odprtosti (%)
Zaprt sklep	45	90	3	0
Gost sklep	40	80	5	0
	35	60	8	0,04
	30	53	12	0,11
Presvetljen sklep	25	40	17	0,21
	20	30	25	0,36
	15	18	38	0,60

lahko stopnjo stabilnosti in stanje koreninskega sistema ocenimo učinkoviteje. Poškodovane, že razgrajene dele sestoja lahko predvidimo za obnovo s sadnjo bukve ali javorja (pasivna podsadnja). Aktivna podsadnja se začneja z namerinimi posegi v natični sestoj v obliki svetlitvenih sečenj. Pasivna podsadnja je velikokrat edina možnost na rastiščih, kjer je ogrožena stojnost sestojev. V primeru stabilnih matičnih sestojev lahko uporabljamo različne načine svetlitvenih sečenj od zastornih, skupinsko postopnih sečenj, sečenj v progah do ponekod v Evropi tudi golo-sečnega načina gospodarjenja. V praksi se vsi omenjeni načini redko uporabljajo dosledno, pogosteje gre za določen vzorec v časovno-prostorski kombinaciji izvedbe poseka. Kot primer, lahko začnemo z zastornimi sečnjami, ki jim sledijo skupinsko postopni načini, končni posek pa izvedemo s hitro napredujočimi sečnjami v pasovih.

Eden najpomembnejših dejavnikov, ki ga določa način sečnje je intenziteta svetlobe na gozdnih tleh. Za predstavo o intenziteti svetlobe znotraj smrekovih sestojev povzema preglednica 1 nekaj podatkov za skupinsko postopni način sečnje v smrekovih sestojih.

Številna opazovanja v praksi kažejo, da gostota krošenj matičnega sestoja vpliva na obliko rasti sadik pod njim. Pomembni parametri, kot razporeditev in debelina vej, število poganjkov, oblika krošenj, čiščenje vej in obseg sečenj ter poškodbe pri spravi niso bili vključeni v analizo in znanstveno utemeljeni v procesu podsadnje. Primer (slika 8)

kaže vpliv gostote smrekovega sestoja na odklon debelne osi podsajenih bukev: oblika debla, izražena v razmerju med dolžino in višino poganjka kaže, da pride do kolenaste oblike pod tesnim zastorom in povsem ravne rasti pod manjšo zastrtostjo. Stopnja nagnjenosti sadik narašča z večanjem sklenjenosti matičnega sestoja oz. z upadom dotoka svetlobe. Razmerje ni linearno, če upade intenziteta svetlobe pod 10 % ali celo 15 %, pride do vse večjega odklona osi zadnjega debelnega poganjka glede na navpičnico. Mejna vrednost se nahaja med 10 in 15 % jakosti svetlobe na gozdnih tleh.

Načini sečnje, za katere je značilno postopno odstranjevanje matičnega sestoja v daljšem časovnem obdobju, zahtevajo stalne posege v sestoj in pomenijo stalen vpliv na gozdna tla zaradi vpliva težke mehanizacije. Zaradi majhne koncentracije sečenj se stroški proizvodnje lesa nenehno povečujejo.

Bukove sadike lahko uspevajo pod povsem zaprtim sklepom krošenj, vendar naj intenziteta svetlobe ne bo manjša od 10 - 15 % v daljšem časovnem obdobju, saj pride sicer do deformacije debel. Naravno pomlajevanje znatno ovira gosta pritalna vegetacija, posebno trave, zato ga je potrebno vzpodbuditi v razmeroma zgodnji fazi celotnega procesa obnove sestoja. Ko je mladje oblikovano (približno 4-6 let po vzniku) potrebuje smrekovo mladje za ustrezno višinsko rast veliko več svetlobe (več kot 30%), v primerjavi z bukovim mladjem. Tekmovalnost med vrstama omilimo z oblikovanjem skupinic ene vrste, katerih premer naj znaša najmanj 20 m.

VIRI: <http://www.sustman.de/>

Avtorja fotografij: Matjaž Čater in Primož Simončič

GDK: 114:(253)

Atlas gozdnih tal Slovenije – 6. del

Forest Soil Atlas of Slovenia - Part VI

Lado KUTNAR*, Mihej URBANČIČ*, Primož SIMONČIČ*

Izvleček:

Kutnar, L., Urbančič, M., Simončič, P.: Atlas gozdnih tal - 6. del. Gozdarski vestnik 63/2005, št. 9. V slovenščini, z izvlečkom v angleščini, cit. lit. 5. Prevod v angleščino: avtorji. Lektura angleškega besedila Jana Oštir.

V šestem delu Atlasa je prikazan ključ za določevanje talnih tipov slovenske razvrstitve gozdnih tal. Obravnavane so rastline kot nakazovalci talnih in drugih rastiščnih razmer. Z demonstracijskimi rastlinskimi vrstami sta prikazani Ellenbergova fitoindikacijska metoda in Koširjeva metoda vrednotenja rastiščnih dejavnikov z rastlinskimi nakazovalci. Atlas je namenjen tako gozdarjem kot raziskovalcem in lastnikom gozdov, da bi bolje poznali lastnosti, pomen in razširjenost gozdnih tal.

Ključne besede: razvrstitev tal, ključ talnih tipov, rastlinski nakazovalec, fitoindikacijska metoda

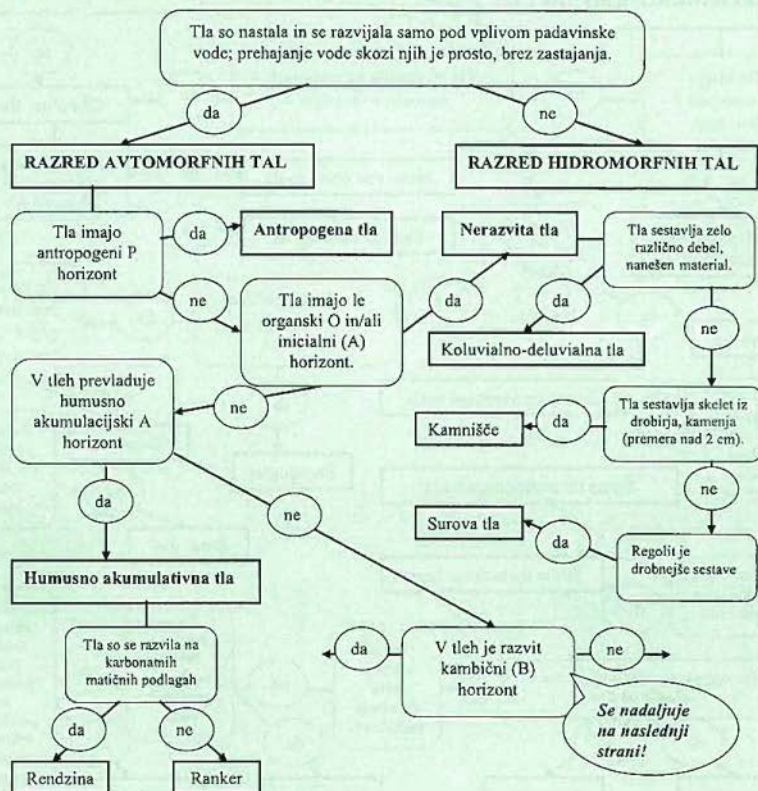
Abstract:

Kutnar, L., Urbančič, M., Simončič, P.: Forest Soil Atlas of Slovenia - Part VI. Gozdarski vestnik, Vol. 63/2005, No. 9. In Slovene, with abstract in English, lit. quot. 5. Translated into English by the authors. English language editing by Jana Oštir.

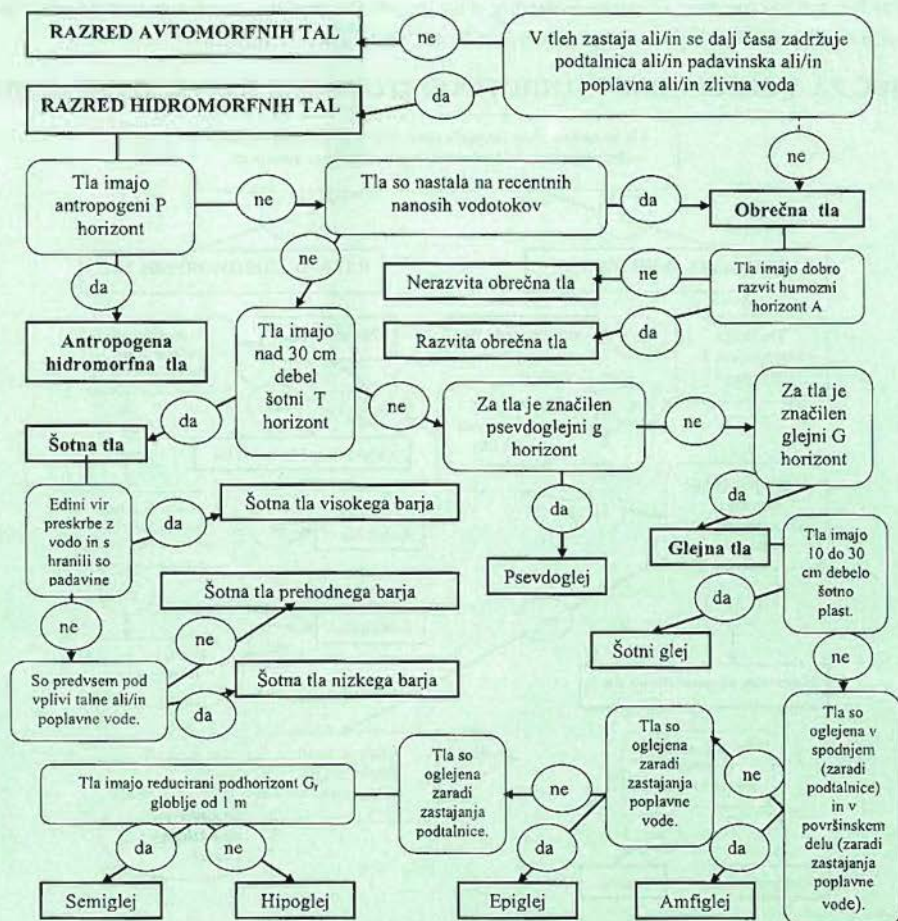
The sixth part of the Atlas gives the key for soil type definition relating to the Slovenian forest soil classification. Plants as indicators of soil and other site conditions are discussed. The Ellenberg phytointication method and the Košir method of site factors evaluation with plant indicators are shown with the use of demonstration plants. The Atlas is designed for foresters, forest owners and researchers and will give them a better understanding of the properties, importance and distribution of forest soils.

Key words: soil classification, key to soil types, plant as indicator, phytointication method

8 KLJUČ ZA DOLOČEVANJE TALNIH TIPOV SLOVENSKE RAZVRSTITVE GOZDNIH



Nadaljevanje s prejšnje strani



9 RASTLINE KOT NAKAZOVALCI TALNIH IN DRUGIH RASTIŠČNIH RAZMER

Ob delu gozdarja v gozdu lahko že dobro opazovanje in poznavanje rastlinskih vrst daje pomembne informacije o rastiščnih razmerah in delovanju celotnega gozdnega ekosistema. Gozdna tla se med seboj razlikujejo po kemijskih in fizikalnih lastnostih. Hkrati pa se med seboj razlikujejo tudi po tem, kakšne rastline in rastlinske združbe jih poraščajo. Med lastnostmi tal in rastjem obstajajo bolj ali manj tesne povezave.

Pojavljanje rastlin na določenem mestu je lahko dober nakazovalec lastnosti tal ali značilnosti rastišča na sploh. Rastline, ki posredno s svojim pojavljanjem na določenem mestu kažejo na določene lastnosti okolja, imenujemo indikatorji (rastlinski bioindikatorji, fitoindikatorji, rastlinski nakazovalci). S pomočjo bioindikatorjev lahko razmeroma hitro in enostavno ocenimo stanje v okolju, ne da bi instrumentalno merili dejavnike okolja. Večjo informacijsko vrednost imajo rastline z ožjo ekološko nišo, ki se pojavljajo na ožjem območju določenega dejavnika (npr. v zelo sušnih, zelo vlažnih razmerah, na izrazito kislih, s hranili revnih tleh). Vrste, ki rastejo izključno ali pretežno na rastiščih s tlemi svojevrstnih morfoloških, fizikalnih, kemičnih, bioloških, vodno - zračnih in drugih lastnosti, imenujemo vezane rastline. Takim vrstam lahko pripišemo večjo nakazovalno vlogo glede na določen dejavnik oz. rastišče.

Rastline pritalne plasti gozda (zelišča, grmi) so praviloma boljši indikator razmer in sprememb v določenem ekosistemu kot vrste drevesne plasti, saj reagirajo relativno hitro na spremenjene okoljske dejavnike (s spremembami v vrstni sestavi ali deležu posameznih vrst).

Na pojavljanje rastlinskih vrst poleg abiotičnih dejavnikov rastišča (matične podlage, tal, podnebja, reliefa in časa) vplivajo tudi zapleteni medsebojni odnosi med rastlinami in z drugimi organizmi. Zaradi tega nam bolj zanesljivo informacijo o stanju okolja (npr. o lastnostih rastišč in tal) daje celotna skupina rastlin (tudi drugih organizmov), ki se hkrati pojavljajo na določenem mestu. Celotne populacije in rastlinske združbe (ali združbe organizmov) praviloma veliko bolje odražajo vse dejavnike okolja kot posamezne vrste, saj se rastiščni dejavniki v njih odsevajo kot integrirana celota. Skupina vrst veliko bolje nakazuje dejavnike okolja (rastiščne razmere) kot prevladujoča ali katera koli druga posamezna rastlinska vrsta. Če najdemo skupaj več rastlinskih vrst s podobnimi indikacijskimi lastnostmi, lahko z veliko gotovostjo sklepamo o rastiščnih razmerah v gozdu.

Rastlinska komponenta gozdnega ekosistema, ki jo označujemo kot rastlinsko združbo ali fitocenozo, praviloma predstavlja večino biomase tega ekosistema. Zaradi tega je gozdna fitocenozo pomemben vir informacij o dogajanjih v gozdu, še posebej o dejavnikih, ki so vplivali na njen nastanek in/ali njen razvoj.

Vegetacijska sestava nosi pomembne informacije o gozdnih tleh in procesih v gozdnih biocenozah (ekosistemih). Na osnovi vegetacije sklepamo na določeno vrsto rastišča in prevladujoče okoljske dejavnike. Pri tem so nam v pomoč različne metode vrednotenja gozdnih fitocenoz in njihovih rastišč, ki temeljijo na ocenah ekološkega značaja rastlinskih vrst.

Osnovo za tovrstne metode predstavlja ekološko vrednotenje vsake posamezne vrste, ki naseljuje določeno rastišče. Rezultat vrednotenja je v rangih oz. številkah izražen odziv (vedenje, reagiranje) rastline glede na različne dejavnike okolja. S temi vrednostmi je označena ekološka niša posamezne vrste glede na obravnavane okoljske dejavnike. Števila, ki izražajo ekološko naravnost vsake posamezne rastline, so t. i. ekološke indikacijske (indikativne, nakazovalne) vrednosti.

Prvi, ki je opredelil odzivanje rastlin na relativni skali, je bil Iversen. Leta 1936 je določil indikacijske vrednosti rastlin glede na slanost (ELLENBERG et al. 1991).

Z indikacijskimi vrednostmi rastlin se je kasneje v evropskem prostoru ukvarjalo mnogo avtorjev: npr. Ambros (Češkoslovaška), Ellenberg s sodelavci (Nemčija), Ehrendorfer (Avstrija), Karrer (Avstrija), Landolt (Švica), Soó (Madžarska), Zólyomi s sodelavci (Madžarska). Pri nas je indikacijske vrednosti rastlin ocenjeval Živko Košir (1992).

Avtorji fitoindikacijskih metod ocenjujejo odzivnost rastlin na rastiščne dejavnike s števili oz. lestvicami, ki izražajo njihovo večjo ali manjšo navezanost na določene razmere (svetloba, toplota, vlažnost, količina snovi in drugi).

Indikacijske (indikativne) vrednosti rastlin predstavljajo kratke oznake ekološkega odzivanja vrst. To je opredelitev rastišča posamezne rastline ob upoštevanju vpliva konkurentov. Ker se v arealu razširjenosti določene vrste pojavljajo različni konkurenti, se v tem območju spreminja tudi njeno odzivanje na rastiščne razmere (ELLENBERG et al. 1991).

Vendar pa imajo fitoindikacijske metode ali metode ekološkega vrednotenja gozdnih fitocenoz in dejavnikov njihovih rastišč (npr. tal) tudi svoje pomanjkljivosti (KUTNAR 1997). Vse tovrstne metode so geografsko omejene, kar izhaja iz dejstva, da se fitoindikacijska vloga posamezne



Slika 1: Goli lepen (*Adenostyles glabra*) se pojavlja na rendzinah in rjavih pokarbonatnih tleh v visokogorskih in subalpskih gozdovih (foto: L. Kutnar)



Slika 2: Navadna smrdljivka oz. svinjska laknica (*Aposeris foetida*) je nezahtevna rastlina, ki se pojavlja v zelo različnih gozdovih. Ker se obilno pojavlja na zaraščenih pašniških površinah, je bila izbrana za značilnico drugotnega smrekovja (*Aposerido-Piceetum*) (foto: L. Kutnar)



Slika 3: Navadni kopitnik (*Asarum europaeum*) raste pretežno na dobro rodovitnih, evtričnih tleh, ki so se razvila na karbonatnih kamninah (foto: L. Kutnar)



Slika 4: Rebrenjača (*Blechnum spicant*) je značilnica za zelo kisloljubne bukove gozdove (*Blechno-Fagetum*) na svežih, distričnih tleh (foto: L. Kutnar)



Slika 5: Velecvetni čober (*Calamintha grandiflora*) se pojavlja od gorskega do subalpskega pasu na svežih, s humusom bogatih, evtričnih tleh (foto: L. Kutnar)



Slika 6: Navadno kalužnico (*Caltha palustris*) najdemo na bregovih vodotokov in na zamočvirjenih tleh (foto: L. Kutnar)



Slika 7: Deveterolistna konopnica (*Cardamine enneaphyllos*) raste predvsem v gorskem svetu, na svežih, humoznih, evtričnih tleh s karbonatno matično podlago (foto: L. Kutnar)



Slika 8: Damasonijevo (belo) naglavko (*Cephalanthera damasonium*) najdemo na slabše razvitih, sušnejših tleh na apnencu (foto: L. Kutnar)

rastline razlikuje znotraj območja (areala) njene razširjenosti. Poleg tega pa iste rastline v okviru istega geografskega območja lahko naseljujejo različne substrate (matične podlage), kar je lahko povezano tudi z drugačnimi dejavniki okolja (orografske in topografske značilnosti, tla, mikro in mezoklima) in s tem tudi z drugačno rastlinsko kombinacijo.

Zaradi tega se moramo pri uporabi teh metod dobro seznaniti, v katerem geografskem območju so nastale oz. za kakšno območje je zanesljivost večja. Poleg tega moramo vedeti, pod kakšnimi pogoji so metode dovolj zanesljive oz. ali so kakšne druge omejitve pri uporabi fitoindikacijskih metod. Pri tem se moramo dobro seznaniti tudi, na kakšen način so definirane indikacijske (nakazovalne) vrednosti rastlin (npr. ali lestvice jasno odražajo gradient vrednosti naraščanje določenega dejavnika, ali je lestvica indikacijskih vrednosti kako drugače zasnovana).

FITOINDIKACIJSKE METODE IN EKOLOŠKA OZNAKA RASTLINSKIH VRST

V tem poglavju sta predstavljeni dve različni metodi ekološkega vrednotenja vrst. Prva, ki je vseplošno najbolj poznana in največkrat uporabljena fitoindikacijska metoda v svetu, je Ellenbergova metoda (ELLENBERG et al. 1991). Nastala je v zahodnem delu Srednje Evrope.

Ellenbergova metoda ocenjevanja indikatorskih vrednosti rastlin glede na posamezni dejavnik daje vpogled v vedenje (reagiranje na posamezne dejavnike okolja) rastlinskih vrst (*das Verhalten der Arten*) in tudi v povprečne ekološke razmere v združbi. Povprečne razmere v združbi predstavlja povprečje fitoindikacijskih vrednosti za vse rastline glede na določen dejavnik.

Koširjeva metoda (KOŠIR 1992) je nastala na osnovi dolgoletnih izkušenj avtorja pri prouče-

vanja gozdne vegetacije in rastišč v Sloveniji. Že leta 1975 je Košir predhodno predstavil metodo vrednotenja rastišč gozdnih združb po značaju vegetacije (gozdne združbe) v povezavi z drugimi dejavniki (substrat, orografija, kompleks klimatskih dejavnikov, talne razmere). Koširjevi metodi (1975, 1992) sta bolj gozdarsko aplikativno usmerjeni, saj vrednotita rastiščne dejavnike tako za oceno ekoloških razmer v združbi kot za oceno kvalitete rastišč.

Ellenbergova metoda (ELLENBERG et al. 1991) zajema 2.726 vrst praprotnic in semenk (brez vrst rodu *Rubus*). V vrednotenju so vključene rastlinske vrste tako gozdnih kot negozdnih fitocenoz, vključno z vegetacijo agrarnih kultur, vodnih in halogenih fitocenoz ipd. V posebnem poglavju je opredeljenih kar 216 vrst robid (*Rubus* sp.). Poleg tega pa je ocenjeno ekološko odzivanje številnih mahov iz 279 rodov in lišajev iz 148 rodov.

Metoda obravnava ekološke zahteve posameznih rastlin. Rastlinske vrste so po Ellenbergu opredeljene glede na naslednje ekološke dejavnike: svetlobne razmere (L), toplotne razmere (T), kontinentalnost (K), vlažnostne razmere (F), reakcijo tal (R), dušik v tleh (N), slanost tal (S) in odpornost na težke kovine (B,b). Poleg tega je opredeljena tudi življenjska oblika rastline (Leb.) in obstojnost listov (B) ter fitosociološka pripadnost rastline (Soz. Verh.). Ellenberg (ELLENBERG et al. 1991) opredeljuje rastline tudi glede na pogostnost in njihovo ogroženost (Häufigk.).

Ekološka reakcija rastlinskih vrst je ovrednotena v devetstopenjski lestvici. Stopnja 1 pomeni najmanjšo in stopnja 9 največjo mero določenega dejavnika. Lestvica za talno vlago je podaljšana na 12 stopenj (dodatne 3 stopnje za vodne rastline).

V predstavitveni preglednici so zajeti naslednji ekološki dejavniki:

1) SVETLOBNE RAZMERE (L = *Lichtzahl*)
(v odnosu na relativno inteziteto svetlobe v poletnem času)

Indikacijska vrednost	Svetlobne razmere
1	vrste povsem senčnih leg (pogosto sprejemajo manj kot 1 %, redko več kot 30 % polne dnevne svetlobe)
2	rastline med 1 in 3
3	senčne vrste
4	rastline med 3 in 5
5	polnsenčne vrste (sprejemajo več kot 10 %, toda le izjemoma v polni dnevni svetlobi)
6	rastline med 5 in 7
7	polsvetlobne vrste
8	rastline med 7 in 9
9	vrste svetlobnih razmer (redko manj kot 50 % polne dnevne svetlobe)

2) TOPLOTNE RAZMERE (T = *Temperaturzahl*)
(glede na vegetacijske cone in višinske pasove)

Indikacijska vrednost	Toplotne razmere
1	samo v mrzli klimi (borealni, arktični ali alpski pas)
2	rastline med 1 in 3
3	večinoma v hladni klimi (montanski ali subalpski pas)
4	rastline med 3 in 5
5	rastline zmerno toplega območja (večinoma v submontanskem pasu Sr. Evrope)
6	rastline med 5 in 7
7	večinoma v topli klimi (več ali manj redko v severnem delu Sr. Evrope)
8	rastline med 7 in 9
9	samo v zelo topli klimi (mediteranske vrste)

3) KONTINENTALNOST (K = *Kontinentalitätszahl*)

(v skladu s stopnjami kontinentalnosti s posebnim poudarkom na temperaturnem minimumu in maksimumu)

Indikacijska vrednost	Kontinentalnost
1	euroceanske vrste (dotika Sr. Evrope le na skrajnem zahodu)
2	oceanske vrste
3	med 2 in 4
4	suboceanske vrste (večinoma v celotni Sr. Evropi)
5	med 4 in 5
6	subkontinentalne vrste (večinoma v vzhodnem delu Sr. Evrope)
7	med 6 in 8
8	kontinentalne vrste (dotika le vzhodni del Sr. Evrope)
9	eukontinentalne vrste (le na posameznih mestih Sr. Evrope)

4) VLAŽNOST (F = *Feuchtzahl*)
(pojavljanje v odnosu na vlažnost tal ali nivo vode)

Indikacijska vrednost	Vlažnostne razmere
1	na ekstremno suhih tleh (npr. na golih skalah)
2	med 1 in 3
3	na suhih tleh
4	med 3 in 5
5	na svežih tleh
6	med 5 in 7
7	na vlažnih tleh, ki se ne osušijo
8	med 7 in 9
9	na mokrih tleh (pogosto slabo zračna tla)
10	na občasno poplavljenih tleh
11	vodne rastline, ki imajo liste večinoma v kontaktu z atmosferskim zrakom
12	podvodne rastline, ki so večino časa v celoti pod vodo

5) REAKCIJA TAL (R = *Reaktionszahl*)
(pojavljanje v odnosu na kislost tal)

Indikacijska vrednost	Reakcija tal
1	samo na zelo kislih tleh
2	med 1 in 3
3	večinoma na kislih tleh
4	med 3 in 5
5	večinoma na slabo kislih tleh
6	med 5 in 7
7	večinoma na nevtralnih tleh, vendar tudi na kislih in alkalnih tleh
8	med 7 in 9
9	samo na nevtralnih ali alkalnih tleh

6) DUŠIK V TLEH (N = *Stickstoffzahl*)
(pojavljanje v odnosu na preskrbo tal z dušikom)

Indikacijska vrednost	Preskrbljenost z dušikom
1	samo na tleh z zelo malo mineralnega dušika
2	med 1 in 3
3	večinoma na tleh z malo dušika
4	med 3 in 5
5	v tleh s povprečno vsebnostjo dušika
6	med 5 in 7
7	večinoma na tleh bogatih z mineralnim dušikom
8	indikator za dušik
9	samo v tleh bogatih z mineralnim dušikom (indikatorji onesnaženja)



Slika 9: Navadni ruj (*Cotinus coggygria*) je značilna vrsta grmišč in svetlih gozdov skalnatega Krasa (foto: L. Kutnar)



Slika 10: Navadna ciklama (*Cyclamen purpurascens*) porašča sveža, humozna, evtrična tla, ki so se razvila na dolomitu in tudi na drugih karbonatnih kamninah (foto: L. Kutnar)



Slika 11: Navadna glistovnica (*Dryopteris filix-mas*) raste v vlagojernih gozdovih na tleh pretežno koluvalnega značaja (foto: L. Kutnar)



Slika 12: Močvirski tulipan ali močvirska logarica (*Fritillaria meleagris*) je zavarovana vrsta, ki živi na vlažnih do močvirnih rastiščih (foto: L. Kutnar)



Slika 13: Navadno tevje (*Hacquetia epipactis*) je značilnica predgorskih bukovih gozdov (*Hacquetio-Fagetum*), ki poraščajo predvsem rendzine in rjava pokarbovatna tla na dolomitih in tudi apnencih (foto: L. Kutnar)



Slika 14: Navadni jetrnik (*Hepatica nobilis*) porašča predvsem sveža, dobro rodovitna, humozna, evtrična tla na apnencu (foto: L. Kutnar)



Slika 15: Brezklaso lisičje (*Huperzija selago*) porašča predvsem humozna, distrična tla v iglastih gozdovih (foto: L. Kutnar)



Slika 16: Velecvetna mrtva kopriva (*Lamium orvala*) je značilnica gorskih bukovih gozdov (*Lamio-Fagetum*), ki poraščajo predvsem rendzine in rjava pokarbovatna tla na apnencih in dolomitih (foto: L. Kutnar)

Preglednica 1: Indikacijske vrednosti po Ellenbergu et al. (1991) za demonstracijske rastlinske vrste

	SVETLOBA	TOPLOTA	KONTINENTALNOST	VLAŽNOST	REAKCIJA TAL	DUŠIK V TLEH
navadni kopitnik (<i>Asarum europaeum</i>)	3	6	5	5	7	6
rebrenjača (<i>Blechnum spicant</i>)	3	x	2	6	2	3
jesenska vresa (<i>Calluna vulgaris</i>)	8	x	3	x	1	1
navadna kalužnica (<i>Caltha palustris</i>)	7	x	x	9	x	x
deveterolistna konopnica (<i>Cardamine (Dentaria) enneaphyllos</i>)	4	4	4	5	7	7
damasonijeva naglavka (<i>Cephalanthera damasonium</i>)	3	6	2	4	7	4
navadna ciklama (<i>Cyclamen purpurascens</i>)	4	6	4	5	9	5
navadna glistovnica (<i>Dryopteris filix-mas</i>)	3	x	3	5	5	6
močvirski tulipan (<i>Fritillaria meleagris</i>)	8	7	4	8	7	5
navadno tevje (<i>Hacquetia epipactis</i>)	?	?	?	?	?	?
velecvetna mrtva kopriva (<i>Lamium orvala</i>)	?	?	?	?	?	?
trpežna srebrenka (<i>Lunaria rediviva</i>)	4	5	4	6	7	8
spomladanska torilnica (<i>Omphalodes verna</i>)	4	6	4	5	7	6
lasasti kapičar (<i>Polytrichum formosum</i>)	4	2	5	6	2	?
črni bezeg (<i>Sambucus nigra</i>)	7	5	3	5	x	9
velika kopriva (<i>Urtica dioica</i>)	x	x	x	6	7	8
brusnica (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>)	5	x	5	4	2	1

? – rastlina ni bila ovrednotena;

x – rastlina se pojavlja v zelo različnih razmerah glede na določen dejavnik (rastlina ni indikator specifičnih razmer, je indiferentna glede na določeni dejavnik, npr. se pojavlja na sušnih in vlažnih tleh)

Izbrane (demonstracijske) vrste uvrščajo Ellenberg s sodelavci (1991) večinoma med senčne do polsenčne vrste. Po njihovi oceni se v izrazito svetlobnih razmerah pojavljata le jesenska vresa in močvirski tulipan.

Večina izbranih vrst se pojavlja v zelo različnih toplotnih razmerah (so zanje indiferentne). V bolj topli klimi se najpogosteje pojavlja močvirski

tulipan. Relativno mrzlo klimo pa nakazuje mah lasasti kapičar.

Med izbranimi rastlinami prevladujejo suboceanske vrste, ki jih običajno najdemo v celotni Srednji Evropi.

Večina izbranih vrst nakazuje povprečne vlažnostne razmere. Na izrazito mokrih tleh se pojavlja navadna kalužnica in v povpre-

čju malo manj mokrih tleh močvirski tulipan.

Indikatorji zelo kislih tal so jesenska vresa, rebrenjača, brusnica in lasasti kapičar. Karbonatna tla s pretežno nevtralnimi reakcijami pa nakazuje navadna ciklama.

Najbolj izraziti indikatorji velike vsebnosti dušika v tleh so črni bezeg, velika kopriva in trpežna srebrenka. Na praviloma z rastlinam dostopnim dušikom revnih tleh pa se pojavljata jesenska vresa in brusnica.

Metoda vrednotenja rastiščnih dejavnikov in relativne kvalitete rastišča po Koširju (1992) zajema 486 praprotnic in semenk ter 52 mahovnih vrst. Metoda oz. seznam rastlin je bil kasneje še dopolnjen in sedaj vključuje 761 rastlinskih vrst od tega 94 mahov in lišajev. V oceno so vključene pretežno rastlinske vrste naših najbolj razširjenih gozdnih združb.

Številne rastline so ocenjene ločeno po različnih rastlinskih kombinacijah, glede na različne matične substrate, tako da imamo na voljo precej večje število valorizacij (ovrednotenji) rastlinskih vrst (trenutno je vključenih kar 1.668 valorizacij rastlin s po šestimi ocenami za izbrane dejavnike).

Kvaliteta rastišča rastlinske vrste ni ocenjena po povprečnih rastiščnih razmerah v fitocenozi, temveč po razmerah v sinuzijah, kjer se optimalno uveljavljajo. Ker so podobne sinuzije lahko skupne več različnim fitocenzam, se tudi indikatorski pomen rastlinske vrste razširja na širši krog fitocenzov in gozdnih združb. Po drugi strani pa se ista rastlinska vrsta lahko pojavlja v različnih ekoloških razmerah tj. v različnih gozdnih združbah oz. v sestavi različnih rastlinskih kombinacij. Ker so valorizacijski koeficienti za rastlinsko vrsto ocenjeni po dejanskih rastiščnih dejavnikih, se lahko ekološka oznaka za isto rastlino na različnih rastiščih (npr. zaradi različnega matičnega substrata) precej razlikujejo.

Valorizacija gozdnih rastišč temelji na povezavi indikatorskega pomena rastlinskih vrst in kvalitete rastišč, ki jih naseljujejo. Za neposredno delo z gozdom moramo poznati za vsak gozdni sestoj ali gozdno fitocenozo njihove (njene) potencialne in značilnosti, ki so pomembne za ohranjanje stabilnosti in optimalno izkoriščanje njenega rastiščnega potenciala.

S pomočjo metode vrednotenja po Koširju (1992) obravnavamo realno vegetacijo. Celotna rastlinska kombinacija fitocenoze se pri vrednotenju uveljavi z upoštevanjem individualnega

indikatorskega pomena rastline in njenega deleža (njene pokrovnosti in številčnosti) v fitocenozi.

Pri valorizaciji fitocenoze dobimo odgovor o:

- izrazitosti posameznih dejavnikov v fitocenozi (iz deleža rastlinskih vrst po ekološkem pomenu) - s frekvenčno krivuljo, ki opredeljuje ekološko (ne)homogenost fitocenoze,
- ekološki spekter združbe po ekoloških skupinah rastlinskih vrst,
- pripadnost rastlinskih vrst fitocenološkemu sistemu in
- relativno boniteteto rastišča (z rastiščnim koeficientom R_k je ocenjena (lesno) proizvodna sposobnost rastišča).

Da bi dosegel povezavo med indikatorskim pomenom rastlinskih vrst in kvaliteto rastišč, je Košir (1992) vrednosti ekoloških dejavnikov razvrstil v kvalitetne stopnje in te z valorizacijskimi koeficienti ($V_{k_1}, V_{k_2}, \dots, V_{k_g}$) povezal v relativne odnose od najboljših proti najslabšim rastiščem oz. s stališča ekološke stabilnosti rastišča od optimalnih proti ekstremnim rastiščem. Z določitvijo kvalitetnih stopenj za ekološke parametre je opredelil številne možne kombinacije, ki nakazujejo kvaliteto rastišča rastlinskih vrst in preko njihove značilne rastlinske kombinacije na kvaliteto rastišč fitocenoze. Vsem tem kombinacijam med dejavniki in njihovimi kvalitetnimi stopnjami je skupno, da boljša kvalitetna stopnja v okviru vsakega dejavnika pomeni boljše rastiščne razmere v pogledu njegove proizvodne sposobnosti in obratno, slabša stopnja pomeni slabše rastišče.

Seštevek vseh šestih rastiščnih dejavnikov (petrografski substrat, kislost tal in oblika humusa, globina tal, skeletnost oz. kamenitost, stopnja vlažnosti rastišča, lokalne klimatske značilnosti) nam daje relativno kvaliteto rastišča (R_k) za posamezno rastlinsko vrsto. Za potrebe vrednotenja relativne bonitete rastišča fitocenoze se preko rastiščnega koeficienta rastlinske vrste (R_k) (tj. po indikativnem pomenu rastlinske vrste) povezujejo v obliki tehtanega povprečja v rastiščni koeficient (R_k) fitocenoze.

Zaradi obsežnosti obdelave valorizacijskih koeficientov je bila izdelana tudi računalniška aplikacija, ki omogoča lažjo, optimalnejšo uporabo te metode.

Razčlenitev ekoloških dejavnikov po kvalitetnih razredih po Koširju (1992) je naslednja:

(Glej stran 386)



Slika 17: Beli mah (*Leucobryum glaucum*) je vezan na zelo kislila, distrična tla kisloljubnih listnatih in iglastih gozdov ter resav (foto: L. Kutnar)



Slika 18: Brinolistni lisičjak (*Lycopodium annotinum*) najdemo predvsem v kisloljubnih gorskih in visokogorskih gozdovih (foto: L. Kutnar)



Slika 19: Spomladanska torilnica (*Omphalodes verna*) je značilna dinarskih jelovo-bukovih gozdov (*Omphalodofagetum*) (foto: L. Kutnar)

RASTIŠČNI KOEFICIENT RASTLINSKE VRSTE

Z rastiščnim koeficientom izrazimo relativno kvaliteto rastišča vsake rastlinske vrste. Rastiščni koeficient je seštevek valorizacijskih koeficientov vseh šestih rastiščnih dejavnikov. Seštevkvi se gibljejo od 6 do 66 (za mahove 4 do 46). Rastline rastišč



Slika 20: Lasasti kapičar (*Polytrichum formosum*) praviloma raste v obliki blazinic na vlažnih, distričnih tleh (foto: L. Kutnar)



Slika 21: Šotni mahovi (*Sphagnum sp.*) rastejo na različnih barjih in v vlažnejših gozdovih (foto: L. Kutnar)

z največjo proizvodno sposobnostjo (rastiščni koeficient 17) imajo seštevek od 6 - 8 (mahovi in lišaji od 4 - 6). Tako rastiščni koeficient pada do 0. Tej vrednosti pa ustreza seštevek od 60 - 66 (mahovi in lišaji od 43 - 46).

Rastiščni koeficient celotne fitocenoze je tehtana srednja vrednost rastiščnih koeficientov za posamezne rastline, pri čemer je utež koefi-



Slika 22: Brusnica (*Vaccinium vitis-idaea*) je zimzeleni grmič, ki porašča zelo kisl, distrična tla (foto: L. Kutnar)

ent pokrovne vrednosti posameznih rastlinskih vrst. Koeficient pokrovne vrednosti po van der Maarel-u predstavlja modifikacijo pokrovne vrednosti, ki jo običajno ocenjujemo po metodi Braun-Blanqueta.

Največ valorizacijskih koeficientov izbranih vrst kaže na nevtrarno-alkalna tla (valorizacijska vrednost 5). Nakazovalke izrazito kislih tal (pH je lahko celo pod 3,5) so po Koširjevi oceni (1992) rebrenjača, jesenska vresa in brusnica.

Večina izbranih vrst najpogosteje raste na srednje globokih tleh (30 - 60 cm). Na zelo plitvih tleh (pod 15 cm) se običajno pojavlja trpežna srebrenka. Trpežna srebrenka je tudi rastlina skeletnih, peščenih tal z več kot 75 % deležem skeleta. Ta vrsta običajno nakazuje veliko skeletnost tal na različnih matičnih podlagah (K ali S). Velik delež skeleta v tleh običajno nakazuje tudi navadna kalužnica in navadni kopitnik (S). Zelo globoka tla (nad 100 cm) z zelo malo skeleta (pod 1 %) običajno porašča rebrenjača (K, NS) in jesenska vresa (K).

Na zelo mokrih rastiščih se pojavlja navadna kalužnica. Nekoliko manj mokra tla običajno porašča močvirski tulipan. Velika večina izbranih vrst porašča zmerno sveža do sveža tla. Zmerno suha rastišča pa pogosteje naseljujejo (po KOŠIR 1992) damasonijeva naglavka, brusnica, jesenska vresa (S) in lasasti kapičar (S).

1) PETROGRAFSKI SUBSTRAT

Kvalit. stop.	Kamnina oz. preperina	Valoriz. koef. (V ₁)
I	<i>bogati in nevtralni silikati</i> (delež 1 lahko preperljivih mineralov je večji od 7%)	1
II	<i>mešani substrati</i> , aluviji, deluvialne ilovice silikatnega zaledja ipd.	5
III	<i>kisli silikati</i> (delež preperljivih mineralov je od 3 - 7%)	7
IV	<i>apnenci</i> , laporni apnenci in apneni laporji (nad 50% CaCO ₃) in dolomitizirane oblike teh kamnin	9
V	<i>dolomiti</i> , dolomitni peski in <i>kisli sterilni silikati</i> z deležem zemljoalkalij, ki je pod 3%	11
VI	<i>organska podlaga</i> (šota, lubje, odmrli lesni ostanki, štori,...)	13

2) KISLOST TAL IN OBLIKA HUMUSA

Kvalit. stop.	Kislost in oblika humusa	Valoriz. koef. (V ₂)
I	<i>zmerno kisl</i> a (pH ok. 5), sprsteni-nasta prhnina do boljše prhnina	1
II	<i>slabo kisl</i> a (pH pod 6), sprstenina (slabša)	3
III	<i>nevtrarno-alkalna</i> (pH = 6,5 ali več), sprstenina	5
IV	<i>kislo</i> (pH nad 4,5), prhnina slabše biološko neugodne oblike; prašnata prhnina (v nižjih legah) ali s surovim humusom (v višjih legah)	9
V	<i>zelo kisl</i> o do <i>kislo</i> (pH pod 3,5), surov humus	13

3) GLOBINA TAL - SOLUM

Kvalit. stop.	Globina tal - solum	Valoriz. koef. (V ₃)
I	nad 100 cm - zelo globoka	1
II	60 - 100 cm - globoka	3
III	30 - 60 cm - srednje globoka	5
IV	15 - 30 cm - plitva	7
V	pod 15 cm - zelo plitva	9

4) SKELETNOST OZ. KAMENITOST

Kvalit. stop.	Delež skeleta v tleh (prostorski)	Valoriz. koef. (V ₄)
I	zelo slabo kamenito oz. peščeno (pod 1%)	1
II	slabo skeletno oz. peščeno (1 - 10%)	3
III	srednje kamenito oz. peščeno (10 - 30%)	5
IV	močno kamenito oz. peščeno (30 - 50%)	7
V	zelo močno kamenito oz. peščeno (50 - 75%)	9
VI	skeletna tla, pesek (nad 75%)	11

5) STOPNJA VLAŽNOSTI RASTIŠČA

Kvalit. stop.	Vlažnostne razmere	Ekološka skup.	Valoriz. koef. (V ₅)
VIII	<i>zelo suho</i> - suho (toplo)	Ia	13
V	<i>zmerno suho</i> (toplo)	Ib	7
II	<i>zmerno sveže</i> - <i>sveže</i>	II	3
I	<i>zmerno sveže</i> - <i>zmerno vlažno</i>	III	1
IV	<i>pobočno zelo vlažno</i>	IV	5
VI	<i>menjajoče zelo vlažno</i> in <i>zmerno mokro</i>	V	9
VII	<i>makro</i>	VI	11

6) LOKALNO KLIMATSKE ZNAČILNOSTI

Kvalit. stop.	Lokalno klimatske značilnosti	Valoriz. koef. (V ₆)
I	višja zračna vlaga, umerjeno toplo, pogostejša megla v poletni vegetacijski periodi; ravnina do spodnje gorske stopnje: - hladne lege - tople lege	1 3
II	sredogorje do montanske stopnje: - hladne vlažne lege, jarki ipd. - tople ali sušne in drenažne lege, grebenske lege	5 7
III	hladne klima višjih nadmorskih višin (altimontanska, subalpinska stopnja, mrazišča)	9

Preglednica 2: Valorizacijski koeficienti po Koširju (1992) za demonstracijske rastlinske vrste

	OZNAKA SUBSTRATA	PETROGRAFSKI SUBSTRAT	KISLOST TAL	GLOBINA TAL	SKELETNOST TAL	VLAŽNOST RASTIŠČA	LOKAL. KLIMATSKE ZNAČILNOSTI	SKUPNA VSOTA KOEFICIENTOV	RASTIŠČNI KOEFICIENT
navadni kopitnik (<i>Asarum europaeum</i>)	K	9	5	5	7	3	3	32	9
	NS	1	5	3	9	1	1	20	13
	S	7	5	5	11	3	5	36	7
rebrenjača (<i>Blechnum spicant</i>)	K	9	13	1	1	1	1	26	11
	NS	1	13	1	1	1	1	18	13
	S	7	13	5	7	1	1	34	8
jesenska vresa (<i>Calluna vulgaris</i>)	K	9	13	1	1	3	3	30	9
	S	7	13	7	7	7	7	48	3
navadna kalužnica (<i>Caltha palustris</i>)	K-S	5	5	7	11	11	1	40	6
deveterolistna konopnica (<i>Cardamine (Dentaria) enneaphyllos</i>)	K	9	5	5	9	3	5	36	7
	NS	1	5	3	9	3	5	26	11
	K	9	5	5	7	7	7	40	6
damasonijeva naglavka (<i>Cephalanthera damasonium</i>)	D	11	5	5	7	3	5	36	7
	NS	1	5	7	9	3	5	30	9
	K	9	1	5	5	3	5	28	10
navadna glistovnica (<i>Dryopteris filix-mas</i>)	K	9	1	5	5	3	5	28	10
	NS	1	1	5	7	3	5	22	12
	S	7	1	5	7	3	5	28	10
močvirski tulipan (<i>Fritillaria meleagris</i>) *	K-S	5	5	3	3	9	1	26	11
navadno tevje (<i>Hacquetia epipactis</i>)	D	11	3	5	5	3	3	30	9
	K9	9	3	7	9	3	9	40	6
	NS	1	3	5	9	3	3	24	11
velecvetna mrtva kopriva (<i>Lamium orvala</i>)	K	9	5	5	9	5	5	38	7
	NS	1	5	3	9	5	3	26	11
trpežna srebrenka (<i>Lunaria rediviva</i>)	K	9	5	9	11	5	5	44	5
	S	7	5	7	11	5	5	40	6
spomladanska torilnica (<i>Omphalodes verna</i>)	K	9	3	3	1	3	5	24	11
lasasti kapičar (<i>Polytrichum formosum</i>)	K	9	1	0	0	3	7	20	10
	S	7	1	0	0	7	7	22	10
črni bezeg (<i>Sambucus nigra</i>)	K	9	5	5	7	5	5	36	7
	NS	1	5	1	7	5	5	24	11
velika kopriva (<i>Urtica dioica</i>)	K	9	5	5	7	1	5	32	9
brusnica (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>)	O	13	13	5	9	7	9	56	1
	S	7	13	5	7	7	9	48	3

* – Vrsta ni bila ovrednotena pred objavo metode v l. 1992, ovrednotena in vnesena v banko podatkov je bila ob pripravi tega prispevka.

Oznaka substrata: NS – silikatne kamnine z velikim deležem lahko preperljivih silikatov; S – silikatne kamnine z manjšim deležem lahko preperljivih silikatov; K-S – mešani substrati, naplavine; K – karbonatna podlaga; K9 – karbonatna podlaga v visokogorski stopnji; D – dolomit; O – organska podlaga.

Za večino izbranih vrst je značilno pojavljanje v hladnih, vlažnih legah v sredogorju.

Po Koširjevi oceni največjo proizvodno sposobnost rastišča med izbranimi vrstami nakazujejo navadni kopitnik (NS), rebrenjača (NS) in navadna glistovnica (NS). Najmanjše rastiščne koeficiente pa je ocenil za brusnico in jesensko vreso (S).

Ellenbergova (1991) in Koširjeva (1992) metoda sta deloma primerljivi v pogledu izbora ekoloških dejavnikov (npr. vlažnost, reakcija tal) za vrednotenje indikacijskega pomena rastlinskih vrst. Pod določenimi pogoji dajeta metodi primerljive rezultate in se lahko v veliki meri tudi dopolnjujeta.

VIRI:

- ELLENBERGER, H. / WEBER, E. H. / DÜLL / WITRH, V. / WERNER, W. / PAULISSEN, D., 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. - Scripta Geobotanica, 18, Erich Goltze Kg, Göttingen, 248 s.
- KOŠIR, Ž., 1975. Gozdarstvo : vrednotenje gozdnega

prostora po varovalnem in lesno-proizvodnem pomenu na osnovi naravnih razmer. - Zavod SR Slovenije za družbeno planiranje, Področje za prostorsko planiranje, Ljubljana, 133 s.

- KOŠIR, Ž., 1992. Vrednotenje proizvodne sposobnosti gozdnih rastišč in ekološkega značaja fitocenov. - Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS, Ljubljana, 58 s.
- KUTNAR, L., 1997. Primerjava vrednotenja lastnosti gozdnih fitocenov in njihovih rastišč na primeru Landolta (1977), Ellenberga et al. (1991) in Koširja (1992). - Magistrsko delo, BF Oddelek za biologijo, Ljubljana, 125 s.
- LANDOLT, E., 1977. Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. - Geobotanischen Institut der Eidg. Techn. Hochschule, 64 Heft, Zürich, 208 s.

Zahvala

Zahvaljujemo se višjemu predavatelju mag. Tomažu Prusu za recenzije vseh dosedanjih šestih delov Atlasa gozdnih tal in dr. Živku Koširju za pomembna vsebinska dopolnila prispevka.