

Oznaka poročila: ARRS-CRP-ZP-2014-01/14



ZAKLJUČNO POROČILO CILJNEGA RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	V4-1123
Naslov projekta	Ugotavljanje proizvodne sposobnosti gozdnih rastišč
Vodja projekta	10801 Andrej Bončina
Naziv težišča v okviru CRP	2.06.02 Ugotavljanje proizvodne sposobnosti gozdnih rastišč
Obseg raziskovalnih ur	1452
Cenovni razred	C
Trajanje projekta	10.2011 - 09.2013
Nosilna raziskovalna organizacija	481 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	618 Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	4 BIOTEHNIKA 4.01 Gozdarstvo, lesarstvo in papirništvo 4.01.01 Gozd - gozdarstvo
Družbeno-ekonomski cilj	02. Okolje
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	4 Kmetijske vede 4.01 Kmetijstvo, gozdarstvo in ribištvo

2. Sofinancerji

	Sofinancerji	
1.	Naziv	Ministrstvo za kmetijstvo in okolje
	Naslov	Dunajska 22, 1000 Ljubljana

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

Poznavanje produkcijske sposobnosti je sestavni del temeljnega znanja o gozdnih ekosistemih, ki je pomembno za upravljanje gozdov in njihovo vrednotenje. Raziskave produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč (PSGR) v Sloveniji je obsegala pet raziskovalnih sklopov, in sicer 1) nadaljevanje proučevanja PSGR, 2) sinteza opravljenih raziskav, 3) presoja in dopolnitev metodoloških pristopov, 4) izdelava izhodišč za pripravo prostorskega modela ter 5) predlog metodologije za dokončanje ugotavljanja PSGR. Ugotovljene vrednosti rastišnih indeksov drevesnih vrst za posamezne gozdne rastišne tipe so bile podlaga za oceno PSGR ter njihov prostorski prikaz. Vrednosti PSGR smo določili za 74 gozdnih rastišnih tipov. Postopek je obsegal: 1) oceno naravne drevesne sestave gozdnih rastišnih tipov, 2) oceno produkcijske sposobnosti posameznih drevesnih vrst po gozdnih združbah, 3) izračun srednje vrednosti PSGR na ravnih odsekih ter 4) grafični prikaz za gozdni prostor Slovenije. Produkcijske sposobnosti 74 gozdnih rastišnih tipov so med 0 in $22,1 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{leto}^{-1}$, v poprečju pa $7,5 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{leto}^{-1}$. Analiza vrednosti PSGR po odsekih kaže, da so te na 77 % celotne gozdne površine v intervalu 6-10 $\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{leto}^{-1}$. Algoritmi, ki smo jih uporabili za prostorsko določanje PSGR, omogočajo stalno posodabljanje karte. Na primeru bukovih gozdov smo proučili povezanost med fitoindikacijskimi vrednostmi in rastišnim indeksom in ugotovili zmerne korelacije rastišnega indeksa s klimo, solumom, temperaturo, kontinentalnostjo, dostopnostjo hranil in skeletnostjo tal. Spearmanov korelacijski koeficient med Koširjevem rastišnim koeficienti in ugotovljenimi vrednostmi PSGR znaša 0,645, korelacijski koeficient med vrednostmi PSGR in priraščanjem sestojev pa 0,513. V okviru projekta smo razvili tudi alternativni postopek za ocenjevanje rastišnih indeksov in PSGR, ki temelji na podatkih gozdne inventure Zavoda za gozdove Slovenije ($n \approx 100.000$ stalnih vzorčnih ploskev). Na primeru bukve, ki je dominantna drevesna vrsta slovenskih gozdov, smo ugotovili, da večina ugotovljenih vrednosti rastišnih indeksov po gozdnih združbah leži znotraj intervala zaupanja ocen, ki so bile ugotovljene po klasičnem postopku, kar nakazuje, da je mogoče novi postopek uporabiti tudi za druge drevesne vrste. Izdelali smo model časovnega poteka celotne lesne produkcije gozdnih sestojev, ki omogoča izboljšanje postopkov za določanje PSGR, in ga preverili na primeru podgorskih bukovih gozdov. Raziskave PSGR so bile opravljene na pretežnem delu Slovenije, pomanjkljivo raziskani območji sta le Primorska in Pomurje. Ocene PSGR je mogoče izboljšati predvsem z dopolnjenimi raziskovalnimi metodami in postopki, dodatnimi terenskimi raziskavami rastišnih indeksov ter dopolnjenimi fitocenološkimi podlagami. Zaradi velikega pomena informacije o PSGR in spreminjanja njihove vrednosti zaradi okoljskih sprememb ocenjujemo, da je treba z raziskavami produkcijskih sposobnosti gozdov nadaljevati.

ANG

Knowing forest site productivity is crucial for forest ecosystem management. The evaluation of site productivity (PSGR) in Slovenia comprised five working packages, namely 1) the continuation of the PSGR research, 2) synthesis of the research 3) assessment and an update of methodological approaches, 4) drawing the outlines of the spatial model, and 5) a proposal for a methodology to complete the assessment of PSGR. The calculated site index values tree species from different site types were the basis for the assessment of PSGR and their spatial representation. PSGR values were determined for 74 forest types altogether. The process included: 1) estimation of natural tree species composition in forest types, 2) assessment of the productivity of individual tree species in forest sites, 3) calculation of the mean PSGR at the level of sub-compartments and 4) a graphical representation of the PSGR for the whole forest area in Slovenia. Production capacity of 74 forest types of site ranged between 0 and $22.1 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{year}^{-1}$, and on average $7.5 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{year}^{-1}$. An analysis of PSGR values at the sub-compartment level indicates that 77% of the total forest area has the PSGR in the interval 6-10 $\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{year}^{-1}$. Algorithms that were used to determine the spatial PSGR, allows a continuous updating

of site productivity map . Using beech forests as a study object we studied the relationship between phytoindication values and site indices and found moderate correlations of site index with climate, solum, temperature, continentality, the availability of nutrients and soil rockiness . Spearman correlation coefficient between Košir natural-site coefficients and values of PSGR was 0.645, the correlation coefficient between the values of PSGR and the increment of stands was 0.513 . Within the project we have developed an alternative method for assessing site indices and PSGR, based on the data from forest inventories held by the Slovenia Forest Service ($n \approx 100,000$ permanent sample plots) . Using beech as a dominant tree species in Slovenian forests, we found that most of the observed values of site index for forest communities lies within the confidence interval of the estimates that have been identified by the conventional procedure, which indicates that the new method can be applied also to other tree species. We developed a model of the total wood production, which allows for the improvement of procedures for the determination of PSGR, and validated it on the example of sub-montane beech forests . The PSGR research was conducted on most of Slovenia, understudies areas wer Coastal areas and far eastern part of the country (Pomurje). PSGR assesments can be improved by advanced research methods and procedures additional field measurements of site indices and completed phytocoenological releves . Because of the great importance of information on PSGR and their increasing value due to environmental changes, we estimate that research on forest site productivity should be continued .

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu²

Poročilo o realizaciji je podrobno opisano v priponki k zaključnemu poročilu.

Poglavitni cilji raziskovalnega projekta so bili:

Nadaljevanje proučevanja produkcijskih sposobnosti in na ključnih še neproučenih rastiščnih enotah zaključek ugotavljanja produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč.
Priprava pregleda dosedanjih raziskav na področju ugotavljanja produkcijskih sposobnosti gozdnih rastišč vključujoč nove podatke, pridobljene v okviru projekta.
Presoja različnih metodoloških pristopov določanja produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč.
Oblikovanje izhodišč za pripravo prostorskega modela produkcijskih sposobnosti gozdnih rastišč.
Izdelava predloga metodologije, ki bi zagotavljala časovno in stroškovno optimalen zaključek dela na področju ugotavljanja produkcijskih sposobnosti gozdnih rastišč.

Sklop A

Ugotavljanje produkcijskih sposobnosti še neproučenih (ključnih) rastiščnih enot je potekalo z metodo rastiščnega indeksa (SI). Metoda je v Sloveniji uveljavljena in dobro poznana. V priponki podajamo ključne rastiščne enote, ki smo jih v okviru projekta proučili. Za vsako rastiščno enoto je potrebnih vsaj 5 ponovitev.

Sklop B

Zbrali smo izsledke dosedanjih raziskave o produkcijski sposobnosti gozdnih rastišč v Sloveniji in jih dopolnili z izsledki raziskovalnega sklopa A.

Sklop C

Različne metodološke pristope pri določanju produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč smo presojali v treh podsklopih.

V prvem podsklopu smo ugotavljali stopnjo skladnosti oziroma povezanosti med rastiščnim indeksom (SI_{100}) in fitoindikacijskimi vrednostmi po Ellenbergu in sodelavcih, Landoltu ter Koširju. Ellenberg in sodelavci so rastlinske vrste ovrednotili z vrednostmi, ki nakazujejo temperaturne razmere, kontinentalnost, vlažnost, reakcijo tal, vsebnost

dušika in svetlobne razmere. Landoltova fitoindikacija je zelo podobna, pravzaprav sta glede na prejšnjo dodani še vrednosti za humoznost in zračnost tal. Košir pa je rastline ovrednotil glede na petrografski substrat, obliko humusa in kislost tal, globino tal, skeletnost oziroma kamnitost, stopnjo vlažnosti rastišča in lokalno klimatske značilnosti. V drugem podsklopu (C2) smo preverili stopnjo skladnosti med rastiščnim indeksom (SI) in priraščanjem sestojev.

V tretjem podsklopu (C3) smo preverili možnost ugotavljanja rastiščnega indeksa na stalnih vzorčnih ploskvah s pomočjo ugotovljenega debelinskega priraščanja, posredno izračunane starosti dreves in višinskih krivulj.

Sklop D

V podsklopu D1 smo za vse ugotovljene rastiščne indekse s poznano lokacijo ugotavljanja preverili, kako jih lahko vzporejamo s topografskimi, klimatskimi in talnimi spremenljivkami.

V drugem podsklopu (D2) smo na podlagi ugotovljenih povezav med SI in priraščanjem sestojev na SVP (podsklop C2, C3) preverili možnost pojasnjevanja variabilnosti produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč znotraj izbranih rastiščnih skupin s topografskimi, klimatskimi in talnimi spremenljivkami. S tem smo tudi preverili možnost uporabe obsežnih podatkovnih zbirk Zavoda za gozdove za izboljšanje ocenjevanja produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč.

Sklop E

Na podlagi pregleda raziskanih produkcijskih sposobnosti gozdnih rastišč smo pripravili pregled območij z nezadostno raziskanostjo in določili prioritete za ugotavljanje oziroma izboljšanje ocen produkcijskih sposobnosti gozdnih rastišč. Na podlagi ugotovitev iz sklopa C in D smo pripravili sintezo ugotovitev, ki vključujejo tudi premisleke o poenostavljeni metodologiji, ki bi zagotavljala časovno in stroškovno optimalen zaključek dela na področju ugotavljanja produkcijskih sposobnosti gozdnih rastišč v Sloveniji. Pri tem smo preverili možnosti, kako bi na področju ugotavljanja produkcijskih sposobnosti gozdnih rastišč vključili javno gozdarsko službo. Vsebinska vprašanja smo predstavili na posvetovanju, ki smo ga izvedli v okviru projekta.

Poglavitni rezultati

Sklop A

V okviru sklopa A smo ugotovili rastiščne indekse za doslej neproučene gozdne rastiščne tipe (priponka).

Sklop B

Zbrali smo vse dosedanje gradivo, v katerem se je produkcijska sposobnost ugotavljala na metodološko jasen in ustrezen način. Veliko gradiva je bilo neobjavljenega, saj je zbiranje podatkov potekalo v zadnjih desetih letih izredno intenzivno (okvirno dve tretjini podatkov izvirata iz tega obdobja) in ga sproti nismo uspeli publicirati. Tako je v registru 1.258 preverjenih vrednosti za rastiščni indeks za 20 različnih drevesnih vrst, ki se uveljavljajo kot dominantne vrste na določenih rastiščnih enotah. Poleg tega smo ugotovili tudi produkcijski potencial nekaterih manjšinskih vrst, ki se pojavljajo večinoma kot primešane vrste. Izjemoma pa lahko (večinoma sukcesijsko; v tem primeru bi rastiščni indeks lahko poimenovali pomožni ali drugotni) prevladajo, praviloma na manjših površinah. Skupno smo tako dosegli velikost vzorca 1.395 rastiščnih indeksov za 23 drevesnih vrst. Omenjeni seznam obsega zelo okvirno okoli 600 ugotovljenih rastiščnih indeksov, vsi preostali (razlika med 1.395 in okvirno 600 rastiščnimi indeksi) so rezultat izključno lastnih raziskav (A. Kadunca) in so še neobjavljeni. Pregled vseh ugotovljenih rastiščnih indeksov (1.395) je podan po gozdnih rastiščnih tipih. Pregled podajamo za dominantne drevesne vrste na omenjenih rastiščnih tipih. Proučili smo 64 gozdnih

rastiščnih tipov, 10 gozdnih rastiščnih tipov pa ostaja neproučenih. Na podlagi ugotovljenih rastiščnih indeksov in donosnih tablic smo pridobili MAI_{maks} (t.j. maksimalni povprečni volumenski prirastek) po drevesnih vrstah in gozdnih rastiščnih tipih. Glede na ocenjeno naravno drevesno sestavo smo za gozdne rastiščne tipe izračunali tehtane MAI_{maks} vrednosti, ki določajo produkcijsko sposobnost gozdnih rastišč (PSGR). Poleg tehtanih MAI_{maks} vrednosti po gozdnih rastiščnih tipih smo izračunali še (povprečne) MAI_{maks} vrednosti za dominantne drevesne vrste. PSGR na ravni celotne Slovenije znaša 7,5 m³ha⁻¹leto⁻¹. Potrebno je opozoriti, da smo pri izračunu MAI_{maks} vrednosti za določene vrste uporabili donosne tablice, ki ne zajemajo skorje. Zato bi lahko bila povprečna tehtana MAI_{maks} vrednost (PSGR) za Slovenijo za nekaj odstotkov večja, vendar ne več kot 10 %, torej nekako do 8,2 m³ha⁻¹leto⁻¹.

Sklop C

Na primeru bukovih gozdov, za katere smo imeli na razpolago tako fitocenološki popis po standardni srednjeevropski metodi kot tudi ugotovljeni rastiščni indeks (SI₁₀₀), smo proučili povezanost med fitoindikacijskimi vrednostmi in rastiščnim indeksom. Ugotovili smo zmerne korelacije med SI₁₀₀ ter klimo, substratom, temperaturo, kontinentalnostjo, dostopnostjo hranil in skeletnostjo tal. Ugotovili smo pozitivne zmerne korelacije med rastiščnimi indeksi in rastiščnimi koeficienti po Koširju. Izmed rastlinskih taksonov, ki dobro indicirajo visokoproduktivna bukova rastišča (SI₁₀₀ ≥ 32,4; peti kvantil), lahko omenimo vrste *Prunus avium*, *Carex pendula*, *Gallium odoratum*, *Circaea lutetiana* in *Rubus hirtus*. Nasprotno vrste, kot so *Calamagrostis varia*, *Phyteuma ovatum*, *Heraclium sphondylium* subsp. *montanum* (= *H. elegans*), *Rubus saxatilis*, *Polystichum lonchitis*, *Adenostyles glabra* in *Aposeris foetida*, indicirajo najmanj produktivna rastišča (SI₁₀₀ < 15,6; prvi kvantil). Stopnja povezanosti med produkcijsko sposobnostjo gozdnih rastišč in priraščanjem sestojev je zmerna, Pearsonov korelacijski koeficient je bil 0,513.

Informacijski sistem Zavoda za gozdove Slovenije obsega podatke za več kot 100.000 stalnih vzorčnih ploskev (SVP), na večini ploskev je bila že izvedena ponovna meritev. V podsklopu C3 smo preverjali možnosti modeliranja rasti dreves in gozdnih sestojev ter ugotavljanja produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč s podatki podatkovne zbirke SVP. Postopke izračuna SI₁₀₀ in produkcijske sposobnosti smo izpeljali na primeru dinarskih jelovo-bukovih gozdov in podgorskih bukovih gozdov ter jih dodatno preverili za enomerne bukove sestoje na izbranih gozdnih rastiščnih tipih. Rezultati kažejo, da je večina ugotovljenih vrednosti SI bukve po gozdnih združbah znotraj intervala ocen SI bukve, ki so bile ugotovljene na »klasičen način« na raziskovalnih ploskvah. Za nekatere združbe je stopnja ujemanja visoka, pri nekateri združbah so razlike večje. Večja razhajanja ocen SI v posameznih gozdnih združbah so opozorilo in hkrati izhodišče, da vrednosti, ugotovljene po obeh postopkih, preverimo ter jih na podlagi kontrole algoritmov ali dodatnih raziskav in analiz korigiramo. Model časovnega poteka celotne lesne produkcije gozdnih sestojev smo izdelali za podgorske bukove gozdove. Upoštevali smo dejanski razvoj lesne zaloge sestojev, posek in mortaliteto drevja po 10-letnih starostnih razredih. Starost sestojev na vzorčnih ploskvah smo posredno določili glede na srednji dominantni premer. Predstavljeni postopki kažejo, da so podatki gozdnih inventur uporabni za modeliranje rasti in priraščanja gozdnih sestojev ter oceno produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč. Izdelani modeli so uporabni predvsem na večjih prostorskih ravneh.

Sklop D

Na primeru štirih drevesnih vrst, ki bodisi naravno bodisi antropogeno pokrivajo širok razpon rastiščnih razmer, smo ugotavljali povezanost med rastiščnim indeksom (SI₁₀₀) in talnimi, topografskimi in klimatskimi dejavniki. Glavni dejavniki, ki vplivajo (indicirajo) rastiščni indeks pri smreki so talni tip, nadmorska višina, matična podlaga, oblika reliefa,

naklon in poletno sončno obsevanje. Pri bukvi velja izpostaviti naslednje dejavnike: nadmorska višina, skalnatost, naklon in ekspozicija. Zelo podobni dejavniki so se za statistično značilne izkazali pri jelki: nadmorska višina, skalnatost, konkavnost terena in ekspozicija. Pri macesnu smo ugotovili, da na SI_{100} značilno vplivajo nadmorska višina, matična podlaga, izpostavljenost reliefa (lege) in hitrost vetra.

Karta produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč je bila izdelana po klasifikacijskem pristopu, saj temelji na členitvi gozdov na gozdne združbe. Za vsako združbo je treba določiti »naravno« razmerje drevesnih vrst ter ugotoviti njihove rastiščne indekse. Ugotovljene in tudi ocenjene vrednosti rastiščnih indeksov so bile vhod v sestojne tablice za določitev produkcijske sposobnosti posameznih drevesnih vrst na tem gozdnem rastišču ($m^3ha^{-1}leto^{-1}$), naravno razmerje drevesnih vrst pa je pomembno za tehtano povprečno oceno produkcijske sposobnosti gozdnega rastišča. Pri izdelavi karte smo odseke uporabili kot najnižje prostorske enote. Za njih smo določili (povprečno) produkcijsko sposobnost gozdnih rastišč glede na površinsko zastopanost gozdnih združb v odseku. Vrednosti produkcijske sposobnosti zaradi preglednosti prikazujemo v razredih z razponom $2 m^3ha^{-1}leto^{-1}$.

Sklop E

Med pomanjkljivo raziskana območja lahko uvrstimo Primorsko in Pomurje. Neproučeni ostajajo naslednji gozdni rastiščni tipi: dinarsko ruševje (3.267 ha; praktično ni produkcije debeljadi), primorsko podgorsko bukovje na karbonatih (2.238 ha), primorsko gorsko bukovje (1.905 ha), predalpsko smrekovje na morenah in pobočnih gruščih (975 ha), vezovje z ozkolistnim jesenom (644 ha), predalpsko-alpsko podalpsko bukovje (620 ha), grmičavo vrbovje (314 ha), visoka barja (praktično ni produkcije debeljadi; 162 ha), orogeno vrbovje (ni evidentiranih površin) in črnikovje (ni evidentiranih površin). Opozoriti velja, da smo nekatere gozdne rastiščne tipe sicer analizirali po standardni metodologiji, vendar bi zaradi svoje prostorske razširjenosti zahtevali večji vzorec. Poleg tega ostaja odprto vprašanje ugotavljanja produkcijske sposobnosti neavtohotnih vrst (npr. robinija) in obsežnih nasadov vrst, razširjenih izven naravnega areala.

5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Program dela, ki je bil opredeljen v prijavi projekta, smo realizirali.

Raziskovalne cilje projekta smo izpolnili.

6. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁴

Projekt je bil v celoti izveden v obsegu, s sredstvi in projektno skupino, kot je bilo zapisano v projektni dokumentaciji (predlog projekta, sestava projektne skupine, finančni razrez).

Niso bile potrebne spremembe programa projekta.

7. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	3529894	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Strukturne in rastne značilnosti bukovih gozdov
		ANG	Stand structure and growth characteristics of beech forests
		Opozarjamo na nekoliko slabše priraščanje bukve od pričakovanega, ugotovljene prehodne dobe in ocene proizvodne dobe za različne ciljne	

	Opis	SLO	dimenzije so daljše od pričakovanih. Nekatere vrednosti opazno odstopajo od rezultatov prirastoslovnih raziskav. Delni razlog je lahko metodološki, saj se raziskovalne metode razlikujejo. Ugotovili smo zelo velike razlike v debelinskem priraščanju bukev. Velik del te variabilnosti lahko pojasnimo z drevesnimi (41 %) in sestojnimi (11 %) parametri, z okoljskimi parametri le 2 % variabilnosti. Z modelom je bilo pojasnjene le nekoliko manj variabilnosti kot s podobnim modelom za priraščanje bukve v avstrijskih gozdovih.
		ANG	We found slightly worse increment of beech than expected, the transition periods between developmental phases and the production periods for various target dimensions are longer than expected. Some values differ significantly from the results of growth&yield research. This may be due to methodological reasons, as the research methods differ. We found very large differences in the dbh increment of beech. Much of this variability can be explained by the tree (41%) and stand (11%) parameters, environmental parameters accounts for only 2% to the variability. Our model explained only slightly less variability than a similar model for the increment in the Austrian beech forests.
	Objavljeno v	Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Biotehniška fakulteta; Bukovi gozdovi v Sloveniji; 2012; Str. 271-288; Avtorji / Authors: Klopčič Matija, Poljanec Aleš, Simončič Tina, Ficko Andrej, Bončina Andrej	
	Tipologija	1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji	
2.	COBISS ID	3527078	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Ocena produkcijske sposobnosti bukovih rastišč v Sloveniji
		ANG	An estimation of productivity of European beech sites in Slovenia
	Opis	SLO	Predstavljamo najpopolnejši pregled produkcijske sposobnosti bukovih rastišč v Sloveniji nastal na podlagi raziskav v 21 makroasociacijah v vseh fitogeografskih območjih (362 ploskev). SI100 se giblje med 11 in 40 m, njegovo (netehtano) povprečje po makroasociacijah pa znaša 26,3 m. MAImaks se giblje med 2,7 m ³ /ha leto in 13,2 m ³ /ha leto, njegovo povprečje po makroasociacijah pa je 7,3 m ³ /ha leto. Na produkcijsko sposobnost (SI100 in MAImaks) vplivajo nadmorska višina, skalovitost, naklon in prisojnost lege. Vse spremenljivke imajo negativen vpliv. Skupno smo pojasnili 50,9 % variance pri SI100 (R ² = 0,509) in 49,5 % pri MAImaks (R ² = 0,495). Največji delež v obeh primerih je pojasnil gradient nadmorske višine, ostali trije dejavniki pa precej manj.
		ANG	We present a complete overview of site productivity of beech sites in Slovenia based on research in 21 macroassociations in all phytogeographical areas (362 plots). SI100 ranges between 11 and 40 m, the (unweighted) average on macroassociations amounts to 26,3 m. MAImaks ranges from 2.7 m ³ /ha and 13.2 m ³ /ha/year, the average is 7.3 m ³ /ha year. Site productivity (SI100 and MAImaks) is influenced by altitude, rockiness, slope, and aspect. All variables have a negative impact. In total, we explained 50.9% of the variance in SI100 (R ² = 0.509) and 49.5% in MAImaks (R ² = 0.495). The largest proportion of variance is explained by the altitude gradient, the other factors contribute significantly less.
Objavljeno v	Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Biotehniška fakulteta; Bukovi gozdovi v Sloveniji; 2012; Str. 91-101; Avtorji / Authors: Kadunc Aleš		
Tipologija	1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji		
3.	COBISS ID	3741606	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Vplivni dejavniki rastiščnega indeksa za smreko v Sloveniji

		ANG	Factors influencing site index of Norway Spruce in Slovenia
Opis		SLO	Na 285 ploskvah v enodobnih pretežno smrekovih sestojih smo analizirali vpliv sestojih, talnih in klimatskih dejavnikov na produkcijsko sposobnost smreke. Nadmorska višina je pojasnila polovico variabilnosti SI100, pri tem je vpliv matične podlage značilen. Multivariatni model kaže, da 78% variabilnosti odpade na kombinacijo tipa tal in nadmorske višine. Na SI100 negativno vplivajo poleg nadmorske višine še relativna nadmorska višina (višina do od lokacije do najvišjega vrha v masivu) in naklon terena. Višja produktivnost je na silikatni podlagi, v mraziščih, in na grebenih. Produktivnost je slabša na surovem humusu in na rastiščih, kjer je povprečno trajanje sončnega obsevanja poleti krajše od 700 ur.
		ANG	A total of 285 plots in adult evenaged stands dominated by Norway spruce were analysed. About half of the site index variance was explained by elevation. Using multivariate regression, 78% of site index variance was explained, exposing elevation and soil type as the most influential factors. Site index decreases with elevation, relative elevation (ratio between elevation of analysed location and the local peak of the mountain massif) and inclination. Moreover, site index is higher on silicate bedrock, on sinkhole land and on ridges. Site productivity of spruce is also lower on more humus substrate, and on positions where the sum of summer sun irradiation is below 700 hours.
Objavljeno v	Österreichischer Agrarverlag; Centralblatt für das Gesamte Forstwesen; 2013; Jahr. 130, heft 3; str. 167-186; Impact Factor: 0.571; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.114; WoS: KA; Avtorji / Authors: Kadunc Aleš		
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		

8. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	3612838	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč v Sloveniji: pregled izsledkov
		ANG	An overview of forest site productivity in Slovenia
	Opis	SLO	Poglavitni dosežki raziskovalnega projekta so bili predstavljeni neposrednim uporabnikom v obliki posvetovanja in delavnice.
		ANG	Main findings presented to the end-users and scientific community
	Šifra	F.18 Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Objavljeno v	Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire; Zavod za gozdove Slovenije; Produkcijska sposobnost gozdnih rastišč v Sloveniji; 2013; Str. 7-9; Avtorji / Authors: Kadunc Aleš	
Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci		
2.	COBISS ID	3614118	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Presoja metod za ocenjevanje produkcijskih sposobnosti gozdnih rastišč
		ANG	An evaluation of forest site productivity estimation methods
	Opis	SLO	Različne metodološke pristope pri določanju produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč smo presojali v treh podsklopih; na primeru bukovih gozdov smo primerjali metodo rastiščnega indeksa z nekaterimi alternativnimi metodami za ugotavljanje produkcijske sposobnosti gozdov: povezanost med rastiščnim indeksom (SI100) in fitoindikacijskimi vrednostmi po Ellenbergu in sodelavcih (1992), Landoltu (2010) ter Koširju (1992);

		skladnost med rastiščnim indeksom (SI) in priraščanjem sestojev ter možnosti ugotavljanja rastiščnega indeksa na SVP s pomočjo ugotovljenega debelinskega priraščanja, posredno izračunane starosti dreves in višinskih krivulj.
	ANG	Various methodological approaches in determining forest site productivity were assessed: the link between the site index (SI100) and phytoindication values after Ellenberg and colleagues (1992), Landolt (2010) and Košir (1992); the consistency between the site index (SI) and stand increment, and the possibilities to estimate the site index on the PSP by the comparing the radial increment, indirectly calculated age of the trees and height curves.
Šifra	F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev
Objavljeno v	Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire; Zavod za gozdove Slovenije; Produktivna sposobnost gozdnih rastišč v Sloveniji; 2013; Str. 31-36; Avtorji / Authors: Kadunc Aleš	
Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci	
3.	COBISS ID	3791782 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Ugotavljanje proizvodne sposobnosti gozdnih rastišč v Sloveniji: zaključno poročilo
		ANG Forest site productivity determination in Slovenia: final report
	Opis	SLO V zaključnem poročilu projekta avtorji predstavljajo poglobitve izsledke raziskav, opisujejo različno uporabljeno metodologijo za ugotavljanje proizvodne sposobnosti, presojujejo možnosti uporabe različnih metodologij na več primerih in podajajo ključne rastiščne enote, ki so jih v okviru projekta proučili. Poročila obsega 42 strani.
		ANG The final report of the project presents the main findings, describing the different methodology used to determine the site productivity, evaluates the use of different methodologies by several case studies, and list main site types that were studied within the project. The report contains 42 pages.
	Šifra	F.02 Pridobitev novih znanstvenih spoznanj
	Objavljeno v	Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire; 2013; 42 str.; Avtorji / Authors: Kadunc Aleš, Poljanec Aleš, Dakskobler Igor, Rozman Andrej, Bončina Andrej
	Tipologija	2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav
4.	COBISS ID	3463590 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Primerjava rasti jelke, smreke, bukke in produktivne sposobnosti rastišč v dinarskih gorskih gozdovih
		ANG A comparison of Silver Fir, European Beech and Norway Spruce tree growth and stand productivity in Dinaric mountain forests
	Opis	SLO S pomočjo 17.045 stalnih vzorčnih ploskev v Dinarski regiji smo proučevali letne debelinske prirastke za jelko, bukev in smreko. Ti so znašali 3,37, 2,86 oziroma 3,70 mm. Osnovani smo modele priraščanja za vsako drevesno vrsto posebej. Multivariatna analiza je pokazala značilen vpliv drevesnih spremenljivk (socialni položaj, poškodovanost, premer) in sestojnih značilnosti (sestojna temeljnica, razvojna faza). Poleg tega smo razvili in na konferenci predstavili tudi rastne modele za setoje ter modele proizvodne sposobnosti rastišč, pri čemer smo ocenjevali vpliv mešanosti na rast dreves ter produktivno sposobnost. Pripravili smo nekatere smernice za gospodarjenje mešanimi gorskimi gozdovi v Dinarijih.
		The study included 17,045 permanent sampling plots in the Dinaric

		region in Slovenia (879 km ²). Mean annual diameter increments of fir, beech, and spruce were 3.37, 2.86 and 3.70 mm, respectively. The individual tree growth models for all three tree species were constructed. The multivariate analysis showed significant influence of tree (social status, damage of a tree, dbh) and stand parameters (stand basal area, developmental stage) on the diameter growth. Additionally, stand growth models and total productivity of pure and mixed stands were developed. The influence of stand mixture on an individual tree growth and the total stand productivity was evaluated and the applicability of the results for future management with mixed silver fir-Europeanbeech-Norway spruce mountain forests was discussed.
Šifra	B.03	Referat na mednarodni znanstveni konferenci
Objavljeno v	Üniversitesi Orman Fakültesi; 14th international fir symposium 2012, Kastamonu/Turkey; 2012; Str. 17; Avtorji / Authors: Poljanec Aleš, Klopčič Matija, Bončina Andrej	
Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci	
5. COBISS ID	266910208	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Produksijska sposobnost gozdnih rastišč v Sloveniji
	ANG	Forest site productivity in Slovenia
Opis	SLO	Organizacija in izvedba znanstvenega posvetovanja na temo proizvodna sposobnost gozdnih rastišč
	ANG	Organization of scientific meeting on productivity of forest sites
Šifra	B.01	Organizator znanstvenega srečanja
Objavljeno v	Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire; Zavod za gozdove Slovenije; 2013; 45 str.; Avtorji / Authors: Bončina Andrej, Matijašič Dragan, Ščap Špela	
Tipologija	2.25 Druge monografije in druga zaključena dela	

9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁷

V okviru projekta je nastala karta proizvodne sposobnosti gozdnih rastišč. Karta proizvodne sposobnosti gozdnih rastišč (vključena kot del priloge) je bila izdelana po klasifikacijskem pristopu, saj temelji na členitvi gozdov na gozdne združbe. Za vsako združbo je treba določiti »naravno« razmerje drevesnih vrst ter ugotoviti njihove rastiščne indekse. Ugotovljene in tudi ocenjene vrednosti rastiščnih indeksov so bile vhod v sestojne tablice za določitev produkcijske sposobnosti posameznih drevesnih vrst na tem gozdnem rastišču (m³ha⁻¹leto⁻¹), naravno razmerje drevesnih vrst pa je pomembno za tehtano povprečno oceno produkcijske sposobnosti gozdnega rastišča. Pri izdelavi karte smo uporabili kot odseke najnižje prostorske enote. Za njih smo določili (povprečno) produkcijsko sposobnost gozdnih rastišč glede na površinsko zastopanost gozdnih združb v odseku. Vrednosti produkcijske sposobnosti zaradi preglednosti prikazujemo v razredih z razponom 2 m³ha⁻¹leto⁻¹.

10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

10.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Poznavanje produkcijske sposobnosti je sestavni del temeljnega znanja o gozdnih ekosistemih, ki je pomembno za upravljanje gozdov in njihovo vrednotenje. Projekt je v znatni meri izpopolnil vrzeli v poznavanju proizvodne sposobnosti gozdnih rastišč. Neproučeni ostajajo le še naslednji gozdni rastiščni tipi: dinarsko ruševje (3.267 ha; praktično ni produkcije debeljadi), primorsko podgorsko bukovje na karbonatih (2.238 ha), primorsko

gorsko bukovje (1.905 ha), predalpsko smrekovje na morenah in pobočnih gruščih (975 ha), vezovje z ozkolistnim jesenom (644 ha), predalpsko-alpsko podalpsko bukovje (620 ha), grmičavo vrbovje (314 ha), visoka barja (praktično ni produkcije debeljadi; 162 ha), orogeno vrbovje (ni evidentiranih površin) in črnikovje (ni evidentiranih površin). Iz tega sledi, da je ostalo zelo malo površin neproučenih, med njimi pa je veliko takšnih, ki jih s klasičnimi gozdarskimi tehnikami ocenjevanja produkcije ne moremo analizirati.

Poleg tega ostaja odprto vprašanje ugotavljanja produkcijske sposobnosti neavtohtnih vrst (npr. robinija) in obsežnih nasadov vrst, razširjenih izven naravnega areala. V tem pogledu ostaja nezadostno raziskan črni bor (Primorska). Menimo, da lahko nezadostno raziskana področja in drevesne vrste raziščemo po v zadnjih 30 leti uveljavljeni metodi rastiščnih indeksov (SI).

ANG

The project improved the gaps in knowing the forest site productivity to a large extent. Understudied or unstudied remain just the following forest site types : Dinaric dwarf pines (3,267 ha ; virtually no production of wood > 8cm overbark) , submediterranean submontane calcareous beech forests (2,238 ha) , submediterranean mountain beech forests (1,905 ha) , pre-alpine spruce on moraines and lateral rubble (975 ha) , sessile oak forests with Common Cotton-grass ash (644 ha) , prealpine- alpine subalpine beech forests (620 ha) , bushland willow (314 ha) , bogs (virtually no production ; 162 ha) , and some other minor sites . It follows that there are only few areas that remained unstudied. Most of these sites cannot be analyzed by conventional techniques.

In addition, the question remains how to determine the site productivity of allochthonous species (e.g. black locust) and large-scale plantation species widely used outside their natural distribution range . In this respect remains insufficiently studied the black pine (Primorska region) . We believe that under- researched area and understudied tree species can be investigated by the method used in the last 30 years (the site index (SI) method) .

10.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Gozd v Sloveniji pokriva več kot 60% površine. Poleg številnih neproizvodnih funkcij gozda ostaja proizvodnja lesa med najpomembnejšimi funkcijami gozda, pri čemer pa je za izkoriščenost proizvodnih potencialov najprej potrebno poznati proizvodno sposobnost gozdnih rastišč. Zanesljivost poznavanja potencialov bistveno prispeva k napovedim možnosti povečanja obnovljivih virov energije, možnostim gospodarske rasti z odpiranjem novih delovnih mest v gozdarstvu in priložnosti za samozaposlitev. Poznavanje proizvodnih potencialov daje tudi natančnejše ocene možnosti ponora CO₂ na nacionalnem nivoju ter s tem prispeva k nacionalni okoljski politiki.

ANG

Forests in Slovenia covers more than 60% of the surface. In addition to numerous non-productive functions timber production remains the most important function. Before the use of its potentials we need to know the forest site productivity. Reliable understanding of the potentials significantly contributes to the forecasts and the possibility of increasing renewable energy potentials to enhance the economic growth with job creation in forestry and increase the opportunities for self-employment. Knowing site productivity also gives a more accurate assessment of the possibilities of CO₂ sinks at the national level, thereby contributing to national environmental policy.

11. Vpetost raziskovalnih rezultatov projektne skupine.

11.1. Vpetost raziskave v domače okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

v domačih znanstvenih krogih

pri domačih uporabnikih

Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?¹¹

Javna gozdarska služba (Zavod za gozdove Slovenije).
Geodetska uprava RS.

11.2. Vpetost raziskave v tuje okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- v mednarodnih znanstvenih krogih
 pri mednarodnih uporabnikih

Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujini raziskovalnimi inštitucijami:¹²

Sodelovanje s Swiss Federal Research Institute WSL, Birmensdorf, Switzerland (Andreas Zingg): vrednotenje PSR v tujini.

Kateri so rezultati tovrstnega sodelovanja:¹³

Javna predstavitev švicarskega modela vrednotenja proizvodne sposobnosti gozdnih rastišč z naslovom: Site Index Assessment in Switzerland: History and Practice with a Special View to Plenter Forests, v Ljubljani, 8. maja 2013.

12. Izjemni dosežek v letu 2013¹⁴

12.1. Izjemni znanstveni dosežek

Kot izjemni znanstveni dosežek lahko štejemo oceno treh večjih metod za ocenjevanje PSR ter izdelavo posodobljene karte PSR v Sloveniji na ravni odseka. Vir: KADUNC, Aleš, POLJANEC, Aleš, DAKSKOBLER, Igor, ROZMAN, Andrej, BONČINA, Andrej. Ugotavljanje proizvodne sposobnosti gozdnih rastišč v Sloveniji : poročilo o realizaciji projekta. [Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2013]. 42 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 3791782]

12.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Kot izjemni družbeno-ekonomski dosežek štejemo multidisciplinarnost raziskave z vključenostjo gozdarskih ved prirastoslovja, fitocenologije, gozdne inventure, prostorskih informacijskih sistemov in upravljanja in javne geodetske službe, ki je izkazala interes po uporabi izsledkov raziskave za namene vrednotenja nepremičnin. Projekt je z delavnico prispeval k prvemu takšnemu neposrednemu soočenju organa zadolženega za izvedbo vrednotenja nepremičnin s sodobnim znanjem na področju proizvodnih sposobnosti gozdov ter odkril potrebo po bolj stalnem in tesnem sodelovanju med odločevalci in znanostjo.

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta
- bomo sofinancerjem istočasno z zaključnim poročilom predložili tudi elaborat na zgoščenki (CD), ki ga bomo posredovali po pošti, skladno z zahtevami sofinancerjev.

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Univerza v Ljubljani, Biotehniška
fakulteta

Andrej Bončina

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana,	10.4.2014
------------	-----------

Oznaka prijave: ARRS-CRP-ZP-2014-01/14

- ¹ Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku). [Nazaj](#)
- ² Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)
- ³ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)
- ⁴ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)
- ⁵ Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta.
Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'. [Nazaj](#)
- ⁶ Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta.
Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)
- ⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. ni voden v sistemu COBISS). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ⁸ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja. [Nazaj](#)
- ⁹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ¹⁰ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ¹¹ Največ 500 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ¹² Največ 500 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ¹³ Največ 1.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ¹⁴ Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2013 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za

pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/> [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-CRP-ZP/2014-01 v1.00

02-55-45-EC-77-72-6A-EC-95-6A-2C-C5-9C-5A-50-E5-E5-B9-CD-FF

Ugotavljanje proizvodne sposobnosti gozdnih rastišč v Sloveniji

Poročilo o realizaciji projekta

Aleš Kadunc, Aleš Poljanec, Igor Dakskobler, Andrej Rozman in Andrej Bončina

1. Uvod

Poznavanje proizvodnega potenciala gozdnih rastišč je del temeljnega znanja o gozdnih ekosistemih, ki ima veliko in raznovrstno uporabno vrednost. Pomembno je tudi za načrtovanje in upravljanje gozdov, cenitve in obdavčitve pa tudi izračunavanje potencialnega ponora CO₂ v gozdovih.

Proučevanje proizvodnih potencialov gozdov se je v Evropi pričelo že zelo zgodaj (npr. Hartig, 1795; Paulsen, 1795). Začetne raziskave so bili usmerjene k opisovanju rodovitnosti tal in klasificiranju gozdov glede na količinske donose lesa (Skovsgaard in Vanclay, 2008). Kasneje so gozdove indeksirali glede na stoječo lesno zalogo (Pressler, 1870), pri čemer so uporabljali izkustvene tablice, ki jih lahko štejemo za nekakšne prednike donosnih tablic in rastnih modelov (Skovsgaard in Vanclay, 2008). Metodologije ugotavljanja proizvodnih sposobnosti gozda so raznovrstne, le nekatere pa se množično uporabljajo. Delimo jih lahko na 1) geocentrične, ki temeljijo na topografskih, talnih ali klimatskih lastnostih rastišč, in 2) fitocentrične, ki temeljijo na značilnostih vegetacije (Skovsgaard in Vanclay, 2008). Raziskovalci gozdne produkcije so se v znatno večji meri posluževali drugega pristopa, najpogosteje so s pomočjo trajnih raziskovalnih ploskev ugotavljali nadzemno produkcijo debeljadi gozdnih sestojev, kasneje pa so poskušali ugotoviti različne posredne kazalce te produkcije (Kotar, 2005), saj je osnovna metoda dolgotrajna in zahtevna. Med posrednimi kazalci so najbolj uveljavljeni rastiščni indeksi (ang. *site index*), v manjši meri pa tudi različni vegetacijski koeficienti (sintezne fitoindikacijske vrednosti), na primer rastiščni koeficient Ž. Koširja (1992). Vse posredne kazalce produkcije je treba (npr. z donosnimi tablicami) prevesti v temeljne enote produkcije oziroma proizvodnosti (m³ha⁻¹leto⁻¹ ali t ha⁻¹leto⁻¹). Izbira metodologije ugotavljanja proizvodnih sposobnosti gozda je odvisna tudi od strukturnih značilnostih gozdnih sestojev: praviloma manj zahtevno je določanje proizvodne sposobnosti enodobnih in enomernih sestojev, v raznomernih oziroma raznodobnih, v degradiranih ali pionirskih sestojih so metodološke težave večje.

Ugotavljanje proizvodnih sposobnosti gozdnih rastišč poteka v Sloveniji že več desetletij (npr. Čokl, 1967), v osemdesetih letih so bile izpeljane sistematične raziskave bukovih gozdov (Kotar, 1994). Kasneje se je delo zaradi finančnih razlogov upočasnilo; nadaljevalo se je zlasti z raziskavami v okviru priprave diplomskih del (za pregled glej Kotar, 2005; Kadunc, 2010a). Metode določanja proizvodnih sposobnosti niso bile enotne. Sprva so se posluževali maksimalne višine drevja (Čokl, 1971), tekočega prirastka (Košir, 1973; Kotar, 1980), rangiranja gozdnih združb na podlagi poznavanja njihovega ekološkega kompleksa (Košir, 1976), kasneje pa prešli na metodo rastiščnega indeksa (Kotar, 1986, 1994) in metodo fitoindikacijskih vrednosti (Košir, 1992). V novejšem času se je preizkusilo tudi metodo na podlagi foliarnih analiz in metodo na podlagi talnih dejavnikov (Kadunc, 2003). Na ravni Slovenije je na voljo pregled lesnoproizvodnega potenciala gozdov po gozdnih združbah, ki ga je izdelal Ž. Košir (1976), temelji pa na poznavanju njihovega ekološkega kompleksa. Za večino gozdnih rastišč so bile ocenjene proizvodne sposobnosti gozdnih rastišč z rastiščnimi indeksi, neproučene so ostale še nekatere gospodarsko praviloma manj pomembne rastiščne enote (Kadunc, 2010). Naj dodamo, da so bile nekatere rastiščne enote sicer analizirane, vendar bi bilo potrebno glede na njihovo razširjenost vzorec meritev povečati. Proizvodno sposobnost v Sloveniji ugotavljamo za vegetacijske enote na ravni asociacij ali celo za sintaksone nižjega ranga (Košir, 1976; Kotar, 1986, 1994; Kotar in Robič, 1990), kar smo prevzeli iz Švice (Keller, 1978). Ponekod pa določajo proizvodno sposobnost za talne tipe ali kakšne druge ekološke enote (npr. Seynave in sod., 2005). Termin proizvodna sposobnost se je umaknil sodobnejšemu terminu produkcijska sposobnost

(Kotar, 2005), saj sledi načelu, da kar se nanaša na produkte fotosinteze, se imenuje produkcija. Zato v nadaljevanju uporabljamo izraz produkcijska sposobnost.

V gozdovih zmernega pasu je metoda rastiščnega indeksa (SI) najbolj uveljavljena in razširjena metoda za ugotavljanje produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč (Skovsgaard in Vanclay, 2008). To metodo dopolnjujejo, med drugim tudi z iskanjem povezav med rastiščnimi indeksi in različnimi fitoindikacijskimi vrednostmi gozdnih združb (Kotar in Robič, 2001; Košir, 2002; Seynave in sod., 2005; Berges in sod., 2006), zlasti v gozdovih z raznodobno oziroma raznomerno sestojno strukturo.

Za večji del gozdov v Sloveniji je za ugotavljanje produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč primerna metodologija rastiščnega indeksa. Pri tem je smiselna uporaba različnih referenčnih starostih: 100 let za dolgožive drevesne vrste, 50 let za vrste s krajšim življenjskim oziroma gospodarskim ciklusom in 30 let za vrste nasadov ter hitro rastoče vrste pionirskega značaja. Gozdovi v Sloveniji niso enodobni, so pa pogosto enomerni, zato je ugotavljanje produkcijskih sposobnosti gozdnih rastišč z rastiščnim indeksom primeren način, kar potrjujejo tudi drugi primeri v srednji Evropi (npr. Halaj in sod., 1987). V primeru degradiranih gozdov, gozdov v nastajanju (sekundarne sukcesije) in gozdov z raznomerno zgradbo je treba poiskati alternativne metode. Med najprimernejšimi je ovrednotenje fitoindikacijskih vrednosti (Košir, 2002; Bergès in sod., 2006), čeprav ima nekatere pomanjkljivosti (Seynave in sod., 2005). Druge možnosti, npr. tiste, ki temeljijo na povezavi med talnimi ali klimatskimi dejavniki in rastlinsko produkcijo, so večinoma drage oziroma zahtevajo podrobne in kakovostne prostorske informacije, ki jih pa, vsaj za gozdna tla, v Sloveniji zaenkrat nimamo. Ugotavljanje produkcijskih sposobnosti z daljinskim zaznavanjem je primernejše za večje dežele, rezultati so za zdaj zadovoljivi le za groba prostorska merila (npr. Chirici in sod., 2007), kar za naše razmere zopet ni sprejemljivo. Tudi pri ugotavljanju produkcijskih sposobnosti s foliarnimi analizami je prisotnih več težav; zelo težko je namreč opredeliti, kakšna raven hranil ali razmerja med hranili v listih so v povezavi s produkcijsko sposobnostjo. V primeru pionirskih gozdov, kjer se »prava« gozdna tla in s tem »klasični« krogotoki hranil še vzpostavljajo, so hranila v listih sploh nejasen indikator. Poleg tega je potrebna večletna spremljava preskrbljenosti drevja s hranili, da se izognemo klimatsko netipičnim letom, kar metodo še podraži (Kadunc, 2003). Nekatere raziskave so pokazale na slabosti določanja in uporabe rastiščnega indeksa v raznomernih gozdovih. Tako so Simončič in sodelavci (2010) ugotovili, da je rastiščni indeks manj primerna metoda ugotavljanja produkcijskih sposobnosti dinarskih jelovo-bukovih gozdov. V Sloveniji prevladujejo mešani gozdovi, zato se odpira tudi pomembno vprašanje, ali se produkcijska sposobnost za isto drevesno vrsto razlikuje na primerljivih rastiščnih razmerah glede na zmes sestojev. Številne raziskave so namreč pokazale, da se produktivnost drevesnih vrst v podobnih rastiščnih razmerah spremeni, če rastejo v sestojih z različno zmesjo (npr. Pretzsch, 2003; Knoke in Seifert, 2008; Pretzsch in Schütze, 2009). V primeru kakovostnih prostorskih informacij, zlasti topografskih, klimatskih in talnih, pa se v zadnjem času odpirajo možnosti kakovostnega prostorskega modeliranja produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč z GIS orodji in prostorsko statistiko (npr. Palmer in sod., 2009).

Večina evropskih držav je inventarizacijo produkcijskih sposobnosti že zaključila, saj so se zavedali pomena teh informacij pri upravljanju gozdov in gozdnega prostora (npr. Keller, 1978), v Sloveniji pa te inventarizacije še nismo zaključili (Kadunc, 2010). Poleg nujnega zaključka vsaj okvirne inventarizacije produkcijske sposobnosti doslej še neraziskanih gozdnih rastišč v Slovenije je nujno tudi posodabljanje in dopolnjevanje izsledke o produkcijski sposobnosti gozdnih rastišč v gozdovih, v katerih so bile raziskave že opravljene. Namen naše raziskave je predvsem prikazati pregled ocen produkcijske sposobnosti gozdov v Sloveniji, dopolniti ocene za rastišča, ki do sedaj niso bila raziskana, ter presoditi možnosti vključevanju dopolnilnih ali celo nadomestnih metod, s katerimi bi lahko izboljšali ocene produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč v Sloveniji.

2. Cilji raziskave

Poglavitni cilji raziskovalnega projekta so bili:

- A. Nadaljevanje proučevanja produktivnosti in na ključnih še neproučenih rastiščnih enotah zaključek ugotavljanja produktivnosti gozdnih rastišč.
- B. Priprava pregleda dosedanjih raziskav na področju ugotavljanja produktivnosti gozdnih rastišč vključujoč nove podatke, pridobljene v okviru projekta.
- C. Presoja različnih metodoloških pristopov določanja produktivnosti gozdnih rastišč.
- D. Oblikovanje izhodišč za pripravo prostorskega modela produktivnosti gozdnih rastišč.
- E. Izdelava predloga metodologije, ki bi zagotavljala časovno in stroškovno optimalen zaključek dela na področju ugotavljanja produktivnosti gozdnih rastišč.

Opremljeni cilji so določali vsebinske sklope raziskovalnega projekta, zato metode in rezultate opisujemo po omenjenih sklopih.

3. Struktura raziskovalnega projekta

3.1 Sklop A

Ugotavljanje produktivnosti še neproučenih (ključnih) rastiščnih enot je potekalo z metodo rastiščnega indeksa (SI). Metoda je v Sloveniji uveljavljena in dobro poznana (Kotar, 2005), zato podroben opis ni potreben. Za vrbovja in topolovja smo praviloma uporabili referenčno starost 30 let (SI_{30}). Za neproučena javorovja in jesenovja, bukovja, (sekundarna) smrekovja ter borovja pa referenčno starost 100 let (SI_{100}), za ostalo vegetacijo (npr. termofilna gabrovčevja, primorske združbe hrastov ter varovalne gozdove črnega gabra, malega jesena, puhastega hrasta in črnega bora ter jelševja) pa večinoma 50 let (SI_{50}). V preglednici 1 podajamo ključne rastiščne enote, ki smo jih v okviru projekta proučili. Za vsako rastiščno enoto je potrebnih vsaj 5 ponovitev. Ker je večina raznomernih sestojev na bukovih rastiščih, smo na primeru bukovih gozdov ugotovili produktivno sposobnost tudi na podlagi fitoindikacijskih vrednosti. Na rastiščnih enotah bukovih gozdov smo izvedli popise po standardni srednjeevropski metodi (Braun-Blanquet, 1964), in sicer tako za lokacije, za katere že poznamo rastiščni indeks kot tudi za lokacije, na katerih smo rastiščni indeks šele ugotovili. S pomočjo popisov smo izračunali rastiščni koeficient po Koširju (1992) in Ellenbergove (Ellenberg in sod., 1992) ter Landoltove (2010) fitoindikacijske vrednosti.

3.2 Sklop B

Zbrali smo izsledke dosedanjih raziskave o produktivnosti gozdnih rastišč v Sloveniji (npr. Kotar, 2005; Kadunc, 2010; Mirtič, 2011; Zimšek, 2011) in jih dopolnili z izsledki raziskovalnega sklopa A.

3.3 Sklop C

Različne metodološke pristope pri določanju produktivnosti gozdnih rastišč smo presojali v treh podsklopih; na primeru bukovih gozdov smo primerjali metodo rastiščnega indeksa z nekaterimi alternativnimi metodami za ugotavljanje produktivnosti gozdov.

V prvem podsklopu (C1) smo ugotavljali stopnjo skladnosti oziroma povezanosti med rastiščnim indeksom (SI_{100}) in fitoindikacijskimi vrednostmi po Ellenbergu in sodelavcih (1992), Landoltu (2010) ter Koširju (1992). Ellenberg in sod. (1992) so rastlinske vrste ovrednotili z vrednostmi, ki nakazujejo temperaturne razmere, kontinentalnost, vlažnost, reakcijo tal, vsebnost dušika in svetlobne razmere. Landoltova (2010) fitoindikacija je zelo podobna, pravzaprav sta glede na prejšnjo dodani še vrednosti

za humoznost in zračnost tal. Košir (1992) pa je rastline ovrednotil glede na petrografski substrat, obliko humusa in kislost tal, globino tal, skeletnost oziroma kamnitost, stopnjo vlažnosti rastišča in lokalno klimatske značilnosti.

Preglednica 1: Rastiščne enote z neproučeno produkcijsko sposobnostjo (površine po Kutnar in sod., 2011)

Gozdni rastiščni tipi	Glavne združbe	Površina (ha)
Vrbovje s topolom	<i>Salicetum albae</i>	3.229
Nižinsko črnojelševje	<i>Carici elongatae-Alnetum glutinosae</i> <i>Alnetum glutinosae</i> s. lat.	3.740
Predpanonsko in predalpsko gradnovno belogabrovje	<i>Pruno padi-Carpinetum betuli</i> <i>Helleboro nigri-Carpinetum betuli</i>	40.079
Bazofilno gradnovje	<i>Serratulo tinctoriae-Quercetum petraeae</i>	1.215
Preddinarsko-dinarski gozd toploljubnih listavcev	<i>Quercu-Ostryetum carpiniifoliae</i>	4.595
Alpsko-pedalpsko črnogabrovje in malojesenovje	<i>Ostryo carpiniifoliae-Fraxinetum orni</i> <i>Cytisantho-Ostryetum</i>	6.440
Primorsko gradnovje z jesensko vilovino	<i>Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae</i>	15.702
Primorsko hrastovje in črnogabrovje na apnencu (in flišu)	<i>Aristolochio luteae-Quercetum pubescentis</i>	47.064
Primorsko črnogabrovje na apnencu (drugotno)	<i>Seslerio autumnalis-Ostryetum</i>	
Podgorsko-gorsko javorovje in lipovje	<i>Tilio-Aceretum platanoidis, Saxifrago petraeae-Tilietum platyphylli</i>	105
Obrežno velikojesenovje	<i>Carici remotae-Fraxinetum excelsioris</i>	1.704
Gorsko obrežno sivojelševje	<i>Lamio orvalae-Alnetum incanae, Alnetum incanae</i> s. lat.	811
Obrežno rdečeborovje	<i>Brachypodio-Pinetum sylvestris</i>	2.999
Bazoljubno črnoborovje	<i>Fraxino orni-Pinetum nigrae, Genisto januensis-Pinetum sylvestris</i>	3.247
Bukovje z dlakavim slečem	<i>Rhododendro hirsuti-Fagetum</i>	
Gorsko-zgornjegorsko javorovje z brestom	<i>Ulmo-Aceretum pseudoplatani Omphalodo-Aceretum, Lamio orvalae-Aceretum</i>	1.204
Macesnovje	<i>Rhodothamno-Laricetum</i>	3.161
Kisloljubno rdečeborovje	<i>Vaccinio myrtilli-Pinetum sylvestris</i>	31.414
Smrekovje s trikrpim bičnikom	<i>Bazzanio-Piceetum</i>	11.820
Barjansko smrekovje	<i>Sphagno-Piceetum</i>	168

V drugem podsklopu (C2) smo preverili stopnjo skladnosti med rastiščnim indeksom (SI) in priraščanjem sestojev. Ugotavljali smo povezanost SI s temeljničnim in volumenskim prirastkom gozdnih sestojev, ki sta bila ugotovljena na podlagi zaporednih meritev na stalnih vzorčnih ploskvah (SVP). V analizo smo vključili SVP s sestojnimi in rastiščnimi značilnostmi, primerljivimi z razmerami na ploskvah za ugotavljanje SI. Kriteriji primerljivosti so bili: rastiščni tip, vrednost temeljnice v času kulminacije (vrednost iz donosnih tablic smo enkrat povečali in drugič zmanjšali za 10 % in tako dobili interval, ki so mu morale SVP ustrezati), srednji premer v času kulminacije (vrednost iz donosnih tablic smo enkrat povečali in drugič zmanjšali za 10 % in tako dobili interval, ki so mu morale SVP ustrezati), dominantna drevesna vrsta.

V tretjem podsklopu (C3) smo preverili možnost ugotavljanja rastiščnega indeksa na SVP s pomočjo ugotovljenega debelinskega priraščanja, posredno izračunane starosti dreves in višinskih krivulj.

3.4 Sklop D

V podsklopu D1 smo za vse ugotovljene rastiščne indekse s poznano lokacijo ugotavljanja (odsek ali GPS koordinate) preverili, kako jih lahko vzporejamo s topografskimi, klimatskimi in talnimi spremenljivkami:

- S pomočjo različnih digitalnih podatkovnih zbirk (npr. DMR, podatkovne zbirke Zavoda za gozdove Slovenije) smo v nabor potencialno vplivnih spremenljivk vključili topografske spremenljivke, kot so nadmorska višina, naklon, ekspozicija in skalnatost.
- Na podlagi modelnih kart o povprečnih letnih padavinah in temperaturah (ARSO, 2004a, 2004b) smo preverili vpliv letnih padavin in temperature na rastiščni indeks.
- S pomočjo pedološke karte (CPVO, 2009) smo preverili vpliv talnih značilnosti na rastiščne indekse oziroma produkcijsko sposobnost gozdnih rastišč.

V drugem podsklopu (D2) smo na podlagi ugotovljenih povezav med SI in priraščanjem sestojev na SVP (podsklop C2, C3) preverili možnost pojasnjevanja variabilnosti produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč znotraj izbranih rastiščnih skupin s topografskimi, klimatskimi in talnimi spremenljivkami. S tem smo tudi preverili možnost uporabe obsežnih podatkovnih zbirk Zavoda za gozdove za izboljšanje ocenjevanja produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč.

3.5 Sklop E

Na podlagi pregleda raziskanih produkcijskih sposobnosti gozdnih rastišč smo pripravili pregled območij z nezadostno raziskanostjo in določili prioritete za ugotavljanje oziroma izboljšanje ocen produkcijskih sposobnosti gozdnih rastišč. Na podlagi ugotovitev iz sklopa C in D smo pripravili sintezo ugotovitev, ki vključujejo tudi premisleke o poenostavljeni metodologiji, ki bi zagotavljala časovno in stroškovno optimalen zaključek dela na področju ugotavljanja produkcijskih sposobnosti gozdnih rastišč v Sloveniji. Pri tem smo preverili možnosti, kako bi na področju ugotavljanja produkcijskih sposobnosti gozdnih rastišč vključili javno gozdarsko službo. Vsebinska vprašanja smo predstavili na posvetovanju, ki smo ga organizirali v letošnjem letu (Bončina in Matijašič, 2013).

4. Rezultati raziskave

A. Nadaljevanje proučevanja produktivnosti gozdnih rastišč

V okviru sklopa A smo ugotovili rastiščne indekse za doslej neproučene gozdne rastiščne tipe (preglednica 2). Gozdne rastiščne tipe smo povzeli po tipologiji Kutnarja in sodelavcev (2012). Opozoriti velja, da imajo različne drevesne vrste različne referenčne starosti za rastiščne indekse.

Preglednica 2: Pregled rastiščnih indeksov (SI) za doslej neproučene gozdne rastiščne tipe

Gozdni rastiščni tip	SI	SI	SI	Drevesna vrsta	Referenčna starost SI
	minimum (m)	maksimum (m)	ar.sred. (m)		
Vrbovje s topolom	27,0	41,2	34,7	črni topol	30
Vrbovje s topolom	14,2	29,0	23,2	bela vrba	30
Nižinsko črnojelševje	19,7	27,0	23,4	črna jelša	50
Predalpsko gradnovno belogabrovje	21,0	24,0	22,3	beli gaber	100
Predalpsko gradnovno belogabrovje	29,0	34,0	32,3	smreka	100
Predpanonsko gradnovno belogabrovje	24,0	30,0	26,3	beli gaber	100
Bazoljubno gradnovje	15,0	25,0	20,6	graden	100
Preddinarsko-dinarsko hrastovo črnogabrovje	2,1	5,9	4,8	črni gaber	40
Preddinarsko-dinarsko hrastovo črnogabrovje	2,4	8,9	5,2	puh.hrast	50
Alpsko-predalpsko črnogabrovje in malojesenovje	3,1	8,5	5,8	črni gaber	40
Primorsko gradnovje z jesensko vilovino	21,0	22,0	21,3	črni bor	100
Primorsko gradnovje z jesensko vilovino	9,6	15,5	12,7	črni gaber	40
Primorsko gradnovje z jesensko vilovino	17,0	27,0	22,0	graden	100
Primorsko hrastovje in črnogabrovje na apnencu	12,2	18,4	15,7	cer	100
Primorsko hrastovje in črnogabrovje na apnencu	17,0	20,0	18,3	črni bor	100
Primorsko hrastovje in črnogabrovje na apnencu	3,8	12,8	8,2	črni gaber	40
Primorsko hrastovje in črnogabrovje na apnencu	3,5	9,9	5,9	puh.hrast	50
Podgorsko-gorsko lipovje	10,0	15,5	13,2	črni gaber	40
Podgorsko-gorsko lipovje	22,0	23,0	22,5	lipovec	100
Pobočno velikojesenovje	25,7	28,7	27,6	veliki jesen	70
Gorsko obrežno črnojelševje	20,0	23,5	22,0	črna jelša	50
Gorsko obrežno sivojelševje	13,6	22,0	17,2	siva jelša	50
Gorsko obrežno velikojesenovje	28,5	29,7	29,1	veliki jesen	70
Obrežno rdečeborovje	13,8	22,8	18,3	rdeči bor	100
Bazoljubno črnoborovje	12,0	16,0	14,3	črni bor	100
Bazoljubno črnoborovje	6,0	22,0	12,8	rdeči bor	100
Bukovje z dlakavim slečem	14,0	26,0	18,7	bukev	100
Gorsko-zgornjegorsko javorovje z brestom	20,0	33,0	28,8	gorski javor	100
Gorsko-zgornjegorsko javorovje z brestom	21,0	34,5	28,8	ostr.javor	100
Gorsko-zgornjegorsko javorovje z brestom	27,8	28,1	28,0	veliki jesen	70
macesnovje	10,0	26,8	19,2	macesen	100
Kisloljubno rdečeborovje	23,0	31,8	26,5	rdeči bor	100
Smrekovje s trikrpim bičnikom	12,5	32,0	22,8	smreka	100
Barjansko smrekovje	6,9	13,0	10,7	smreka	100

B. Pregled dosedanjih raziskav na področju ugotavljanja produktivnosti gozdnih rastišč

Zbrali smo vse dosedanje gradivo, v katerem se je produktivna sposobnost ugotavljala na metodološko jasen in ustrezen način. Veliko gradiva je bilo neobjavljenega, saj je zbiranje podatkov potekalo v zadnjih desetih letih izredno intenzivno (okvirno dve tretjini podatkov izvirata iz tega obdobja) in ga sproti nismo uspeli publicirati. Tako je v registru 1.258 preverjenih vrednosti za rastiščni indeks za 20 različnih drevesnih vrst, ki se uveljavljajo kot dominantne vrste na določenih rastiščnih enotah. Poleg tega smo ugotovili tudi produktivni potencial nekaterih manjšinskih vrst, ki se pojavljajo večinoma kot primešane vrste. Izjemoma pa lahko (večinoma sukcesijsko; v tem primeru bi rastiščni indeks lahko poimenovali pomožni ali drugotni) prevladajo, praviloma na manjših površinah. Skupno smo tako dosegli velikost vzorca 1.395 rastiščnih indeksov za 23 drevesnih vrst. Prikaz virov po posameznih rastiščnih enotah in drevesnih vrstah bi bil preobsežen, zato ga podajamo v prilogi A. Omenjeni seznam obsega zelo okvirno okoli 600 ugotovljenih rastiščnih indeksov, vsi preostali (razlika med 1.395 in okvirno 600 rastiščnimi indeksi) so rezultat izključno lastnih raziskav (A. Kadunca) in so še neobjavljeni. Pomembno je izpostaviti, da je bila večina tega – doslej še neobjavljenega gradiva – zbrana z delom, ki ni bilo vključeno v raziskovalne projekte in v veliki meri celo izven delovnega časa (to delo je bilo torej opravljeno v zasebnem času in z zasebnimi sredstvi).

Pregled vseh ugotovljenih rastiščnih indeksov (1.395) podajamo po gozdnih rastiščnih tipih, ki smo jih povzeli po tipologiji Kutnarja in sodelavcev (2012). V prvem koraku podajamo pregled za dominantne drevesne vrste na omenjenih rastiščnih tipih (preglednica 3). Drevesno sestavo in s tem tudi dominantne drevesne vrste je ekspertno po rastiščnih tipih določil Igor Dakskobler (priloga B). Proučili smo 64 gozdnih rastiščnih tipov (preglednica 3), 10 gozdnih rastiščnih tipov pa ostaja neproučenih. Po podatkih Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS, 2012) omenjenih 10 rastiščnih tipov skupaj zavzema 10.125 ha. Na nekaterih od teh rastiščnih tipov se ne pojavljajo drevesne vrste z dimenzijami debeljadi, kar pomeni, da njihove lesne produkcije po klasičnih gozdarskih metodah ne moremo ugotavljati oziroma ocenjevati. Celoten pregled rastiščnih indeksov za vse analizirane drevesne vrste (tudi kodominantne in praviloma podrejene, ki pa prostorsko-časovno omejeno lahko prevladajo) po gozdnih rastiščnih tipih je podan v prilogi C.

Preglednica 3: Pregled rastiščnih indeksov (SI) vseh gozdnih rastiščnih tipov za dominantne drevesne vrste

Gozdni rastiščni tip	SI minimum	SI maksimum	SI ar.sred.	Dom. drev. vrsta	Refer. starost SI
	(m)	(m)	(m)		
Vrbovje s topolom	14,2	29,0	23,2	bela vrba	30
Nižinsko črnojelševje	19,7	27,0	23,4	črna jelša	50
Dobovje in dobovo belogabrovje	25,0	37,0	32,9	dob	100
Predinarsko-dinarsko gradnovo belogabrovje	25,0	33,0	28,7	dob	100
Predalpsko gradnovo belogabrovje	21,0	24,0	22,3	beli gaber	100
Predpanonsko gradnovo belogabrovje	24,0	30,0	26,3	beli gaber	100
Primorsko belogabrovje in gradnovje	21,0	21,0	21,0	beli gaber	100
Predinarsko-dinarsko podgorsko bukovje	26,0	32,0	27,7	bukev	100
Predalpsko podgorsko bukovje na karbonatih	22,7	31,5	26,3	bukev	100
Gradnovo bukovje na izpranih tleh	26,4	36,0	31,7	bukev	100
Primorsko bukovje na flišu	22,0	32,0	28,0	bukev	100
Bazoljubno gradnovje	15,0	25,0	20,6	graden	100
Predinarsko-dinarsko hrastovo črnogabrovje	2,4	8,9	5,2	puh.hrast	50
Alpsko-predalpsko črnogabrovje in malojesenovje	3,1	8,5	5,8	črni gaber	40
Primorsko gradnovje z jesensko vilovino	17,0	27,0	22,0	graden	100
Primorsko hrastovje in črnogabrovje na apnencu	3,8	12,8	8,2	črni gaber	40
Primorsko hrastovje na flišu in kislejši jerovici	6,0	11,3	8,9	puh.hrast	50
Puhavčevo kraškogabrovje	11,3	11,3	11,3	puh.hrast	50
Osojno bukovje s kresničevjem	16,0	32,0	25,6	bukev	100
Predinarsko-dinarsko toploljubno bukovje	14,0	30,0	25,0	bukev	100
Predalpsko-alpsko toploljubno bukovje	24,0	28,0	26,0	bukev	100

Primorsko bukovje	22,0	26,0	23,6	bukev	100
Podgorsko-gorsko lipovje	10,0	15,5	13,2	črni gaber	40
Pobočno velikojesenovje	25,7	28,7	27,6	veliki jesen	70
Gorsko obrežno sivojelševje	13,6	22,0	17,2	siva jelša	50
Bazoljubno rdečeborovje	12,0	20,0	16,4	rdeči bor	100
Obrežno rdečeborovje	13,8	22,8	18,3	rdeči bor	100
Bazoljubno črnoborovje	12,0	16,0	14,3	črni bor	100
Preddinarsko gorsko bukovje	29,0	38,0	33,7	bukev	100
Predalpsko gorsko bukovje	26,0	34,0	30,9	bukev	100
Alpsko bukovje s črnim telohom	26,0	32,0	29,0	bukev	100
Alpsko bukovje s snežno belo bekico	14,0	22,0	18,0	bukev	100
Bukovje s polžarko	16,0	26,0	20,8	bukev	100
Javorovo bukovje	24,0	28,0	26,0	bukev	100
Bukovje z dlakavim slečem	14,0	26,0	18,7	bukev	100
Dinarsko jelovo bukovje	18,0	34,0	28,6	bukev	100
Predalpsko-dinarsko jelovo bukovje	17,0	30,9	23,5	bukev	100
Predalpsko jelovo bukovje	24,0	28,0	26,4	bukev	100
Gorsko-zgornjegorsko javorovje z brestom	20,0	33,0	28,8	gorski javor	100
Dinarsko jelovje na skalovju	22,0	26,0	23,6	jelka	100
Smrekovje na karbonatnem skalovju	8,5	23,9	13,5	smreka	100
Preddinarsko zgornjegorsko bukovje z zasavsko konopnico	24,0	32,0	28,8	bukev	100
Dinarsko zgornjegorsko bukovje s platanolistno zlatico	18,0	20,0	19,6	bukev	100
Predalpsko zgornjegorsko bukovje s platanolistno zlatico	11,0	16,0	13,0	bukev	100
Dinarsko podalpinsko bukovje	14,0	20,0	16,4	bukev	100
Planinsko smrekovje na karbonatni podlagi	11,0	32,0	21,9	smreka	100
Dinarsko mraziščno smrekovje	24,0	30,0	27,0	smreka	100
Macesnovje	10,0	26,8	19,2	macesen	100
Alpsko ruševje	6,8	6,8	6,8	macesen	100
Kisloljubno gradnovno belogabrovje	25,0	26,0	25,3	beli gaber	100
Kisloljubno gradnovno bukovje	18,3	40,0	30,9	bukev	100
Kisloljubno rdečeborovje	23,0	31,8	26,5	rdeči bor	100
Kisloljubno bukovje z rebrenjačo	22,0	30,0	26,5	bukev	100
Predpanonsko podgorsko bukovje	23,0	38,0	33,0	bukev	100
Javorovje s praprotmi	33,6	33,6	33,6	veliki jesen	70
Jelovje s praprotmi	34,0	42,0	38,3	jelka	100
Jelovje s trikrpim bičnikom	40,0	44,0	41,2	jelka	100
Kisloljubno gorsko-zgornjegorsko bukovje z belkasto bekico	28,0	34,0	31,2	bukev	100
Kisloljubno zgornjegorsko bukovje z zasavsko konopnico	17,1	30,8	24,4	bukev	100
Kisloljubno gorsko jelovje	32,0	36,0	34,8	jelka	100
Smrekovje s trikrpim bičnikom	12,5	32,0	22,8	smreka	100
Smrekovje s smrečnim resnikom	24,0	32,0	29,4	smreka	100
Zgornjegorsko smrekovje z gozdno bekico	18,3	32,0	25,1	smreka	100
Barjansko smrekovje	6,9	13,0	10,7	smreka	100

Ker je produkcijo različnih drevesnih vrst nekorektno primerjati na podlagi rastiščnih indeksov, saj imajo različne drevesne vrste različne referenčne starosti in pa različne produkcije pri istih vrednostih dominantnih višin, je potrebno ocene produkcije, indicirane z rastiščnimi indeksi, pretvoriti v produkcijsko sposobnost izraženo z volumenskimi enotami (povprečni starostni volumenski prirastek sestoji v času kulminacije; MAI_{maks}). Poleg tega nas volumenski donosi tudi zanimajo. To storimo s pomočjo donosnih tablic. Ker teh v Sloveniji nismo sestavljali, izjema so lokalne tablice za robinijo (Čermelj, 1974), smo primorani uporabiti tuje. Ker je Kotar (1995) ugotovil primernost slovaških tablic (Halaj in sod., 1987) za bukev in smreko pri nas, smo se kolikor je bilo mogoče naslonili na slovaške tablice. Poleg teh smo uporabili še številne druge (preglednica 4), saj slovaške tablice ne

vključujejo vseh drevesnih vrst, katerih produkcijo smo sicer proučevali. Ker smo na skrajnejših rastiščih pogosto ugotovili oziroma določili rastiščne indekse, ki so bili nižji od najnižjih predstavljenih v različnih donosnih tablic, smo jim s pomočjo regresijske analize izračunali MAI_{maks} vrednost.

Preglednica 4: Uporabljene donosne tablice po drevesnih vrstah

Drevesna vrsta	Donosne tablice	Drevesna vrsta	Donosne tablice
smreka	Halaj in sod., 1987	lipa	Böckmann, 1990
jelka	Halaj in sod., 1987	lipovec	Böckmann, 1990
rdeči bor	Halaj in sod., 1987	beli gaber	Lockow in Lockow, 2009
črni bor	Gatzojannis, 1999	črni gaber	Hermanin in Belosi, 1993
macesen	EAFV, 1969	puhasti hrast	Armășescu in Țabrea, 1972
bukev	Halaj in sod., 1987	kraški gaber	Hermanin in Belosi, 1993
graden	Halaj in sod., 1987	cer	Kovács, 1983
dob	Halaj in sod., 1987	črni topol	Korsuň, 1967
pravi kostanj	Bondor, 1984	črna jelša	Korsuň, 1966
gorski javor	Nagel, 1985	siva jelša	Korsuň, 1966
ostrolistni javor	Nagel, 1985	bela vrba	Giurgiu in sod., 1972
veliki jesen	Kovács, 1986	-	-

Na podlagi ugotovljenih rastiščnih indeksov in donosnih tablic smo pridobili MAI_{maks} vrednosti po drevesnih vrstah in gozdnih rastiščnih tipih. S pomočjo ocenjene naravne drevesne sestave po rastiščnih tipih (avtor Igor Dakskobler; priloga B) in MAI_{maks} vrednosti po drevesnih vrstah in rastiščnih tipih smo izračunali tehtane MAI_{maks} vrednosti. Ker za vse kombinacije gozdnih rastiščnih tipov in drevesnih vrst, ki tvorijo predpostavljeno drevesno sestavo, nismo imeli na voljo ugotovljenih MAI_{maks} vrednosti, smo drevesne vrste združevali (priloga D).

Poleg tehtanih MAI_{maks} vrednosti po gozdnih rastiščnih tipih podajamo še (povprečne) MAI_{maks} vrednosti za dominantne drevesne vrste in površino rastiščnih tipov iz baze ZGS (2012) (preglednica 5). Ker za 10 gozdnih rastiščnih tipov nismo imeli na razpolago ugotovljenih rastiščnih indeksov, smo njihove MAI_{maks} vrednosti ekspertno ocenili (preglednica 5). S površino tehtana povprečna MAI_{maks} znaša na ravni celotne Slovenije $7,46 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{leto}^{-1}$ z upoštevanjem drevesne sestave (MAI_{maks}-tehtan) oziroma $7,48 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{leto}^{-1}$ glede na dominantne drevesne vrste (MAI_{maks}-dom. vrsta). Potrebno je opozoriti, da smo pri izračunu MAI_{maks} vrednosti za določene vrste uporabili donosne tablice, ki ne zajemajo skorje. Zato bi lahko bila povprečna tehtana MAI_{maks} vrednost za Slovenijo za nekaj odstotkov večja, vendar ne več kot 10 %, torej nekako do $8,2 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{leto}^{-1}$. Več o tem v razpravi.

Preglednica 5: MAI_{maks} vrednosti po gozdnih rastiščnih tipih in njihova površina

Gozdni rastiščni tip	MAI _{maks} (tehtan) ($\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{leto}^{-1}$)	MAI _{maks} (dom. vrsta) ($\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{leto}^{-1}$)	Metoda	Površina (ZGS, 2012) (ha)
Vrbovje s topolom	22,09	20,67	izračun	4134,21
Nižinsko črnojelševje	8,46	8,46	izračun	4450,28
Dobovje in dobovo belogabrovje	8,96	8,44	izračun	14835,29
Preddinarsko-dinarsko gradnovo belogabrovje	6,52	6,93	izračun	34493,95
Predalpsko gradnovo belogabrovje	7,68	5,53	izračun	4548,73
Predpanonsko gradnovo belogabrovje	8,24	7,20	izračun	7805,69
Primorsko belogabrovje in gradnovje	5,98	4,90	izračun	8336,76
Preddinarsko-dinarsko podgorsko bukovje	8,22	7,87	izračun	71607,47
Predalpsko podgorsko bukovje na karbonatih	8,76	8,70	izračun	44426,05
Gradnovo bukovje na izpranih tleh	8,75	9,40	izračun	67560,62
Primorsko bukovje na flišu	7,70	7,58	izračun	2368,35
Bazoljubno gradnovje	5,12	4,11	izračun	2224,07
Preddinarsko-dinarsko hrastovo črnogabrovje	0,90	0,97	izračun	5573,93
Alpsko-predalpsko črnogabrovje in malojesenovje	1,17	1,16	izračun	9351,91
Primorsko gradnovje z jesensko vilovino	4,88	4,95	izračun	14631,03
Primorsko hrastovje in črnogabrovje na apnencu	1,95	2,25	izračun	64074,00

Primorsko hrastovje na flišu ali kislejši jerovici	1,96	1,96	izračun	0,00
Puhavčevo kraškogabrovje	3,73	2,90	izračun	0,00
Osojno bukovje s kresničevjem	7,17	7,04	izračun	25280,30
Predinarsko-dinarsko toploljubno bukovje	6,35	6,75	izračun	16742,25
Predalpsko-alpsko toploljubno bukovje	6,96	7,13	izračun	35164,72
Primorsko bukovje	5,14	5,84	izračun	22067,82
Podgorsko-gorsko lipovje	5,26	5,07	izračun	182,44
Pobočno velikojesenovje	8,46	8,46	izračun	2973,19
Gorsko obrežno sivolejševje, črnojelševje in velikojesenovje	7,31	4,49	izračun	511,26
Bazoljubno rdečeborovje	3,67	2,50	izračun	3472,04
Obrežno rdečeborovje	3,92	3,92	izračun	0,00
Bazoljubno črnoborovje	2,92	3,18	izračun	4472,59
Predinarsko gorsko bukovje	10,34	10,36	izračun	22022,40
Predalpsko gorsko bukovje	8,67	8,89	izračun	32724,72
Alpsko bukovje s črnim telohom	7,27	7,09	izračun	46892,13
Alpsko bukovje s snežno belo bekico	4,79	4,28	izračun	0,00
Bukovje s polžarko	5,56	5,70	izračun	860,42
Javorovo bukovje	6,60	6,60	izračun	186,09
Bukovje z dlakavim slečem	5,03	5,03	izračun	0,00
Dinarsko jelovo bukovje	8,05	7,83	izračun	116338,93
Predalpsko-dinarsko jelovo bukovje	6,78	5,99	izračun	31434,86
Predalpsko jelovo bukovje	7,72	7,04	izračun	15158,52
Gorsko-zgornjegorsko javorovje z brestom	7,67	7,26	izračun	81,97
Dinarsko jelovje na skalovju	6,02	6,02	izračun	3040,79
Smrekovje na karbonatnem skalovju	3,11	3,11	izračun	128,74
Predinarsko zgornjegorsko bukovje z zasavsko konopnico	8,03	8,48	izračun	3998,02
Dinarsko zgornjegorsko bukovje s platanolistno zlatico	5,28	5,28	izračun	9721,96
Predalpsko zgornjegorsko bukovje s platanolistno zlatico	3,45	3,30	izračun	11954,83
Dinarsko podalpsko bukovje	4,04	4,04	izračun	419,40
Planinsko smrekovje na karbonatni podlagi	5,89	6,07	izračun	5282,05
Dinarsko mraziščno smrekovje	7,72	7,72	izračun	2639,82
Macesnovje	3,65	3,68	izračun	0,00
Alpsko ruševje	0,75	0,75	izračun	14005,17
Kisloljubno gradnovo belogabrovje	7,58	6,73	izračun	38538,21
Kisloljubno gradnovo bukovje	8,25	9,25	izračun	87038,49
Kisloljubno rdečeborovje	5,73	5,73	izračun	23669,52
Kisloljubno bukovje z rebrenjačo	7,01	6,59	izračun	81715,09
Predpanonsko podgorsko bukovje	9,80	9,85	izračun	718,45
Javorovje s praprotmi	11,00	11,35	izračun	1767,53
Jelovje s praprotmi	13,28	13,93	izračun	33496,07
Jelovje s trokrpim bičnikom	13,66	15,26	izračun	9730,64
Kisloljubno gorsko-zgornjegorsko bukovje z belkasto bekico	9,35	9,36	izračun	88796,38
Kisloljubno zgornjegorsko bukovje z zasavsko konopnico	7,58	7,03	izračun	13335,75
Kisloljubno gorsko jelovje	10,52	11,34	izračun	529,22
Smrekovje s trokrpim bičnikom	6,75	6,75	izračun	3101,23
Smrekovje s smrečnim resnikom	9,32	9,32	izračun	685,70
Zgornjegorsko smrekovje z gozdno bekico	7,55	7,55	izračun	2939,80
Barjansko smrekovje	1,10	1,10	izračun	156,91
Grmičavo vrbovje	0,50	0,50	ocena	314,16
Vezovje z ozkolistnim jesenom	9,00	8,00	ocena	643,53
Primorsko podgorsko bukovje na karbonatih	7,00	7,00	ocena	2238,36
Črnkovje	1,50	1,50	ocena	0,00
Orogeno vrbovje	7,00	4,00	ocena	0,00
Primorsko gorsko bukovje	7,50	8,00	ocena	1905,03
Predalpsko smrekovje na morenah in pobočnih gruščih	7,00	7,00	ocena	974,68
Predalpsko-alpsko podalpsko bukovje	3,50	3,50	ocena	619,71
Dinarsko ruševje	0,00	0,00	ocena	3267,31
Vegetacija visokih barij	0,00	0,00	ocena	162,41

C. Presoja različnih metodoloških pristopov določanja produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč

C1. Povezanosti med rastiščnim indeksom (SI_{100}) in fitoindikacijskimi vrednostmi

Na primeru bukovih sestojev ($n = 148$), za katere smo imeli na razpolago tako fitocenološki popis po standardni srednjeevropski metodi (Braun-Blanquet, 1964) kot tudi ugotovljeni rastiščni indeks (SI_{100}), smo proučili povezanost med fitoindikacijskimi vrednostmi in rastiščnim indeksom. Stopnjo skladnosti oziroma povezanosti smo ugotavljali med rastiščnim indeksom (SI_{100}) in Koširjevo R_k vrednostjo (1992) oziroma Landoltovimi (2010) ter Ellenbergovimi (Ellenberg in sod., 1992) fitoindikacijskimi vrednostmi (preglednica 6). Izpostaviti velja zmerne korelacije med SI_{100} in R_k vrednostjo po Koširju, klimo (Košir), solumom (Košir), temperaturo (Landolt), temperaturo (Ellenberg), kontinentalnostjo (Ellenberg), dostopnostjo hranil (Ellenberg) in skeletnostjo tal (Košir). Neznačilne so le povezave med SI_{100} in vlažnostjo (Landolt, Ellenberg), kislostjo (Ellenberg), humoznostjo (Landolt) in zračnostjo (Landolt).

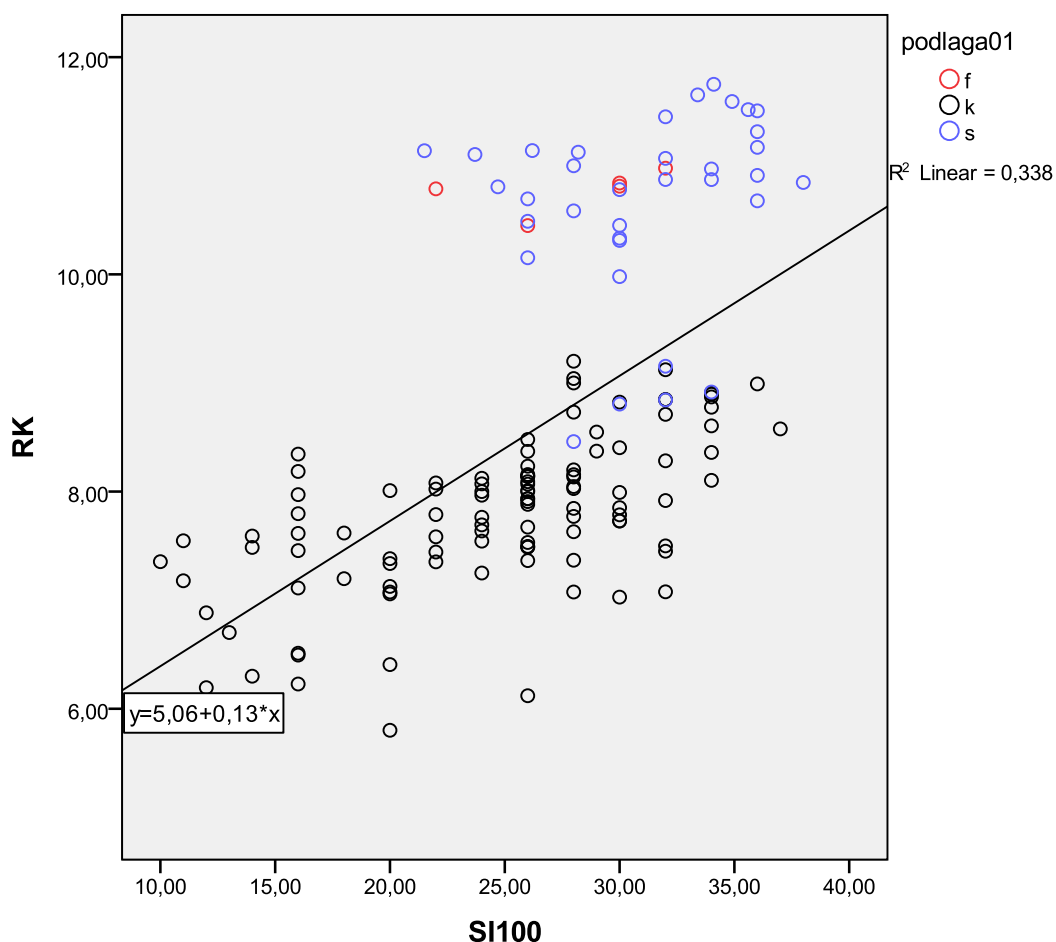
Preglednica 6: Stopnja povezanosti med SI_{100} ter Landoltovimi (2010), Ellenbergovimi (Ellenberg in sod., 1992) in Koširjevimi (1992) fitoindikacijskimi vrednostmi ($n = 148$ bukovih sestojev)

Fitoindikacijska vrednost		Pearsonova korelacija s SI_{100}		Spearmanova korelacija s SI_{100}	
		Korel. koeficient	Stopnja tveganja	Korel. koeficient	Stopnja tveganja
Landolt	temperatura	0,578	0,000	0,429	0,000
	kontinentalnost	-0,192	0,020	-0,234	0,004
	svetloba	-0,282	0,001	-0,225	0,006
	vlažnost	0,017	0,839	0,053	0,523
	reakcija	-0,345	0,000	-0,409	0,000
	hranila	0,340	0,000	0,387	0,000
	humoznost	0,101	0,223	0,001	0,995
Ellenberg	zračnost	-0,093	0,261	-0,013	0,874
	svetloba	-0,221	0,007	-0,140	0,090
	temperatura	0,574	0,000	0,491	0,000
	kontinentalnost	-0,460	0,000	-0,413	0,000
	vlažnost	0,088	0,290	0,136	0,099
	kislost (ph)	-0,068	0,413	-0,009	0,915
Košir	dostopnost hranil	0,406	0,000	0,422	0,000
	substrat	-0,401	0,000	-0,441	0,000
	kislost	-0,121	0,143	-0,284	0,000
	solum	-0,622	0,000	-0,547	0,000
	skelet	-0,475	0,000	-0,467	0,000
	vlaga	-0,297	0,000	-0,299	0,000
	klima	-0,708	0,000	-0,651	0,000
	SVK	-0,580	0,000	-0,646	0,000
R_k	0,581	0,000	0,647	0,000	

Kotar (1996) je ugotovil presenetljivo nizko, in celo negativno vrednost korelacije rangov ($r_{\text{Spearman}} = -0,04$) med rastiščnimi indeksi in rastiščnimi koeficienti po Koširju (1992) za bukev. Nasprotno je Košir (2002) za izbrane bukove gozdove ugotovil visoko korelacijo rangov ($r_{\text{Spearman}} = 0,93$) med rastiščnim koeficientom (R_k) in MAI_{maks} . Nadalje je raziskava Kotarja in Robiča (2001) nakazala na možnost ugotavljanja produkcijske sposobnosti rastišča tudi s floristično sestavo fitocenoz, vendar pa je njen prispevek pri identifikaciji razločkov v produkcijski sposobnosti sorazmerno skromen. Z našo raziskavo smo nekje vmes ($r_{\text{Spearman}} = 0,65$). Določene težave seveda izvirajo iz metodologije. Zlasti je neugodno, če ni na razpolago fitoindikacijskih ocen za vse rastlinske taksone, zajete s fitocenološkimi popisi, kot v primeru Kotarjeve študije (1996). Za potrebe naše študije je Igor Dakskobler za rastlinske taksone, ki se pojavljajo na gozdnih rastiščih, vendar še niso imeli fitoindikacijske ocene po Koširjevi metodi (1992), le-te določil. Dodatna razhajanja so možna tudi v tem, katere plasti vključiti v analizo. Mi smo se omejili na zeliščno in grmovno plast. Drevesno plast je problematično upoštevati zaradi

majhnosti popisnih ploskev z vidika ravnega prostora odraslih dreves in zaradi velikega vpliva gospodarjenja na drevesno sestavo (npr. dolžina pomladitvene dobe, jakosti pomladitvenih sečenj, kriteriji za izbiro dreves za posek). Vključevanje mahovnih vrst v fitoindikacijo je mogoče, vendar je determinacija teh vrst zelo zahtevna.

Podrobnejša analiza pokaže, da imajo bukovi sestoji na silikatni (oznaka s na sliki 1) in flišni matični podlagi (oznaka f na sliki 1) pri primerljivih SI_{100} višje R_k vrednosti, sestoji na apnencu in dolomitu (oznaka k na sliki 1) pa nižje R_k vrednosti. R_k vrednosti najbolj navzgor odstopajo na rastiščih asociacije *Castaneo-Fagetum*, sledijo rastišča asociacij *Ornithogalo pyrenaici-Fagetum*, *Vicio oroboidi-Fagetum*, *Blechno-Fagetum* in *Polysticho setiferi-Fagetum*. Z relativno nizkimi R_k vrednostmi pa izstopajo rastišča asociacij *Rhododendro hirsuti-Fagetum*, *Ostryo-Fagetum* in *Arunco-Fagetum*.



Slika 1: R_k vrednosti bukovih sestojev glede na SI_{100} za tri različne tipe matičnih podlag (f je fliš, s je silikat in k je apnec oziroma dolomit)

Izmed rastlinskih taksonov, ki dobro indicirajo visokoproduktivna bukova rastišča ($SI_{100} \geq 32,4$; peti kvantil), lahko omenimo vrste *Prunus avium*, *Carex pendula*, *Gallium odoratum*, *Circaea lutetiana* in *Rubus hirtus*. Nasprotno vrste, kot so *Calamagrostis varia*, *Phyteuma ovatum*, *Heracleum sphondylium* subsp. *montanum* (= *H. elegans*), *Rubus saxatilis*, *Polystichum lonchitis*, *Adenostyles glabra* in *Aposeris foetida*, indicirajo najmanj produktivna rastišča ($SI_{100} < 15,6$; prvi kvantil).

Nadalje smo izračunali tudi korelacijo med rastiščnim koeficientom, ki ga je Košir (1976) utemeljil za posamezne gozdne združbe. Teh gozdnih združb je oblikoval 44. Ker gre za združbe, v katerih dominirajo različne drevesne vrste (bor, smreka, jelka, bukev, hrasti, beli gaber, jelše, vrbe, drugi listavci), ne moremo združbam pripisati primerljivih rastiščnih indeksov. Zato smo tem združbam pripisali MAI_{maks} vrednosti, in sicer enkrat za glavno dominantno vrsto vsake združbe (MAI_{maks}-dom. vrsta) in drugič tehtano vrednost glede na drevesno sestavo (MAI_{maks}-tehtan). Za dve združbi, ki jih je oblikoval Košir (1976), nismo imeli na voljo svojih ocen. Nato smo izračunali korelacije med rastiščnim koeficientom Koširja (1976) in MAI_{maks} vrednostmi (preglednica 7). Ugotavljamo solidno (pozitivno) povezanost. Kljub temu so pri nekaterih rastiščnih enotah precejšnja odstopanja. V ilustracijo navajamo rastiščne enote z absolutno razliko med rastiščnim koeficientom in MAI_{maks} večjo od 2. Naše ocene so pomembno višje pri logih topola in vrb, predalpskem toploljubnem bukovju, jesenovih in javorjevih gozdovih, subalpinskem bukovem gozdu, zmerno kisloljubnih gozdovih, bazoljubnih borovih gozdovih in bazoljubnem gradnovem gozdu. Nasprotno pa so naše ocene pomembno nižje pri predalpskemu zgornjegorskem bukovju, dinarskem jelovo bukovju, preddinarskih gozdovih gradna in belega gabra, dobovih gozdovih, jelovju s praprotmi, predalpskih, dinarskih in primorskih gozdovih gradna in belega gabra, bukovju z gradnom in kisloljubnemu smrekovju.

Preglednica 7: Stopnja povezanosti med rastiščnimi koeficienti po Koširju (1976) in MAI_{maks} vrednostmi

MAI _{maks}	Pearsonova korelacija z rastiščnim koeficientom		Spearmanova korelacija z rastiščnim koeficientom	
	Korel. koeficient	Stopnja tveganja	Korel. koeficient	Stopnja tveganja
MAI _{maks} -dom. vrsta	0,560	0,000	0,611	0,000
MAI _{maks} -tehtan	0,520	0,000	0,645	0,000

C2. Skladnost med rastiščnim indeksom (SI) in priraščanjem sestojev

V drugem podsklopu smo preverili stopnjo skladnosti med produkcijsko sposobnostjo gozdnih rastišč (MAI_{maks}-dom. vrsta, MAI_{maks}-tehtan), ugotovljeno na podlagi SI na raziskovalnih ploskvah in priraščanjem sestojev na SVP. Za ugotovitev skladnosti smo izdelali dve ločeni analizi, in sicer preverjali smo 1) skladnost povprečnega temeljničnega in volumenskega prirastka za posamezni gozdni rastiščni tip z ugotovljeno produkcijsko sposobnostjo rastišča MAI_{maks} in 2) skladnost med volumenskim in temeljničnim prirastkom v času kulminacije, ugotovljenima na SVP s sestojnimi in rastiščnimi značilnostmi, ki so bile podobne razmeram na ploskvah za ugotavljanje SI, z vrednostmi MAI_{maks}.

Za analizo smo uporabili podatkovni zbirki ploskev.dbf in ploskdv.dbf (ZGS, 2012). Najprej smo za vse vzorčne ploskve z dvema zaporednima meritvama izračunali bruto prirastek sestojnega volumna (CAI) in temeljnice (IG) z vrastjo (Kohl, 1994). Za namen prve analize smo nato iz SVP izračunali povprečne vrednosti prirastkov za posamezen gozdni rastiščni tip. V analizo smo vključili vse dvakrat izmerjene ploskve, tudi ploskve, kje so bili sestoji posekani, in ploskve z mladovjem (n = 78.057), povprečja pa smo izračunali kot tehtano aritmetično sredino, pri čemer smo kot utež uporabili resolucijo vzorčnih mrež. Pri drugi analizi smo se omejili le na ploskve s sestojnimi razmerami primerljivimi razmeram na ploskvah za ugotavljanje SI (n = 605). Pri izboru SVP smo upoštevali naslednje kriterije:

- povprečni temeljnični premer na SVP se od povprečnega temeljničnega premera na ploskvah za ugotavljanje SI ne razlikuje za več kot ±10 %,
- povprečna temeljnica na SVP se od povprečne temeljnice na ploskvah za ugotavljanje SI ne razlikuje za več kot ±10 %,
- drevesne vrste za katero je bil na danem gozdnem rastiščnem tipu ugotovljen SI je na SVP več kot 70 %.

Povprečne vrednosti temeljničnega in volumenskega prirastka smo izračunali kot enostavno aritmetično sredino vrednosti na SVP za posamezen gozdni rastiščni tip. V prvi varianti smo uspeli

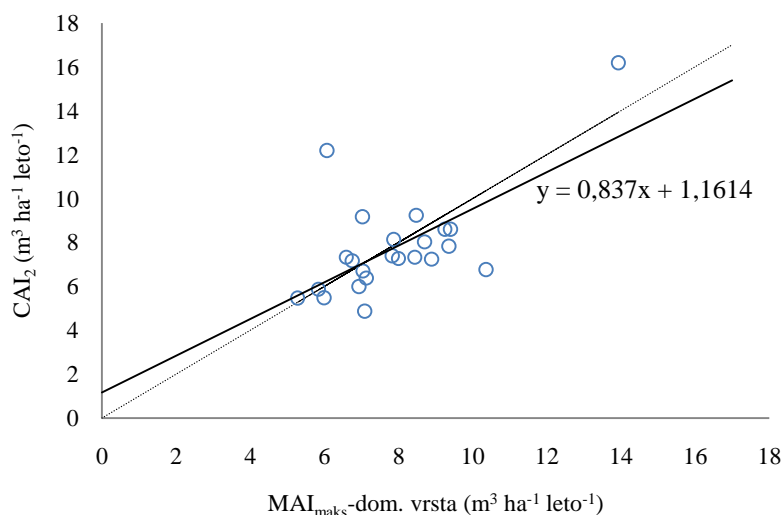
primerjavo izdelali za 61 rastiščnih tipov, pri čemer so iz analize izpadli predvsem gozdni rastiščni tipi, ki pokrivajo manjše površine in se pojavljajo v ekološko zaostrenih razmerah, in sicer: črnikovje, orogeno vrbovje, primorsko hrastovje na flišu ali kislejši jerovici, puhavčevo kraškogabrovje, obrežno rdečeborovje, alpsko bukovje s snežno belo bekico, bukovje z dlakavim slečem in macesnovje. Pri drugi varianti smo primerjavo uspeli izdelati na vzorcu 23 gozdnih rastiščnih tipov. To so večinoma bukova rastišča v podgorskem in gorskem pasu, med ostalimi gozdnimi rastiščnimi tipi pa so še: dobovje in dobovo belogabrovje (dob), preddinarsko-dinarsko gradnovo belogabrovje (dob), planinsko smrekovje na karbonatni podlagi (smreka) in jelovje s praprotmi (jelka). V obeh primerih smo povezavo med produkcijsko sposobnostjo gozdnih rastišč in priraščanjem sestojev ugotavljali s Pearsonovo korelacijo (preglednica 8).

Preglednica 8: Povezanost produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč in priraščanjem sestojev

Pearsonova korelacija	N	Korelacijski koeficient	Stopnja tveganja
MAI _{maks} -tehtan ↔ CAI ₁	61	0,513	0,000
MAI _{maks} -tehtan ↔ IG ₁	61	0,544	0,000
MAI _{maks} -dom. vrsta ↔ CAI ₂	23	0,645	0,001
MAI _{maks} -dom. vrsta ↔ IG ₂	23	0,605	0,002

CAI₁, IG₁: povprečni bruto prirastek sestojnega volumna in temeljnice z vrastjo – vse ploskve

CAI₂, IG₂: povprečni bruto prirastek sestojnega volumna in temeljnice z vrastjo – izbor



Slika 2: Povezanost produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč (MAI_{maks}-dom. vrsta) s tekočim volumenskim prirastkom (CAI₂), ugotovljenim na SVP s podobnimi sestojnimi razmerami

Stopnja povezanosti med produkcijsko sposobnostjo gozdnih rastišč in priraščanjem sestojev je zmerna (preglednica 8; slika 2). Pri primerjavi skladnosti produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč s povprečnimi vrednostmi tekočega volumenskega prirastka (varianta 1) smo zaznali znatno manjše vrednosti za produkcijsko sposobnost, kot jih izkazujejo tekoči volumenski prirastki sestojev (razlika $\leq -2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ leto}^{-1}$) za gozdne rastiščne tipe smrekovje na karbonatnem skalovju, gorsko-zgornjegorsko javorovje z brestom, alpsko-predalpsko črnogabrovje in malojesenovje in predalpsko zgornjegorsko bukovje s platanolistno zlatico. Nasprotno pa smo znatno večje vrednosti za produkcijsko sposobnost, kot jih izkazujejo tekoči volumenski prirastki sestojev (razlika $\geq 2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ leto}^{-1}$) ugotovili za kar 21 rastiščnih tipov, med katerimi izstopajo predvsem jelovje s praprotmi, gorsko obrežno sivolejševje, črnojelševje in velikojesenovje, jelovje s trokrpim bičnikom in vrbovje s topolom.

Pri primerjavi produkcijske sposobnosti in priraščanja sestojev v podobnih sestojnih razmerah (Varianta 2) smo ugotovili znatno nižje vrednosti (razlika $\leq -2 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{leto}^{-1}$) produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč od vrednosti tekočega volumenskega prirastka za gozdne rastiščne tipe planinsko smrekovje na karbonatni podlagi, jelovje s praprotni in kisloljubno zgornjegorsko bukovje z zasavsko konopnico, znatno višje vrednosti (razlika $\geq 2 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{leto}^{-1}$) pa za preddinarsko gorsko bukovje, alpsko bukovje s črnim telohom, predalpsko gorsko bukovje in kisloljubno gorsko-zgornjegorsko bukovje z belkasto bekico.

C3. Možnost ugotavljanja rastiščnega indeksa (SI) in produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč s podatki gozdnih inventur

Modeliranje rasti in priraščanja dreves in gozdnih sestojev pogosto temelji na podatkih s trajnih raziskovalnih ploskev, v zadnjem času pa na podatkih gozdnih inventur (npr. Uzoh in Oliver, 2006; Klopčič in sod., 2012). Produkcijsko sposobnosti gozdnih rastišč pri nas so večino določali na subjektivno izbranih ploskvah znotraj posameznega rastiščnega stratum; prednosti takšnega pristopa so v velikem številu merjenih parametrov in večji natančnosti meritev kot pri gozdnih inventurah, morebitna slabost pa način izbire in velikost vzorca. Podatki gozdnih inventur so navadno omejeni na manjše število lahko izmerljivih parametrov, meritve so lahko manj točne, na primer zaradi zahtevnosti izmere višin drevja, vendar je število ploskev veliko, ploskve so razmeščene sistematično, kar je pomembno za objektivnost rezultatov.

Informacijski sistem Zavoda za gozdove Slovenije obsega podatke za več kot 100.000 stalnih vzorčnih ploskev, na večini ploskev je bila že izvedena ponovna meritev. Te podatke lahko uporabimo tudi za ugotavljanje prirastoslovnih kazalcev rasti in priraščanja gozdnih sestojev. V tem podsklopu raziskave smo preverjali možnosti modeliranja rasti dreves in gozdnih sestojev ter ugotavljanja produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč s podatki podatkovne zbirke stalnih vzorčnih ploskvah (SVP) Zavoda za gozdove Slovenije. Uporabili smo podatkovni zbirki ploskev.dbf in ploskdv.dbf (ZGS, 2012). Postopke izračuna SI in produkcijske sposobnosti smo izpeljali na primeru dinarskih jelovo-bukovih gozdov (Poljanec in sod., 2012a, 2012b) in podgorskih bukovih gozdov (Poljanec in Bončina, 2013) ter jih dodatno preverili za enomerne bukove sestoje (delež bukve v LZ $\geq 70\%$) na izbranih gozdnih rastiščnih tipih (Kutnar in sod., 2012). Takšnih ploskev je bilo v podatkovnih zbirkah 14.719, zadosten vzorec ploskev pa smo lahko zagotovili za 18 gozdnih rastiščnih tipov (preglednica 9).

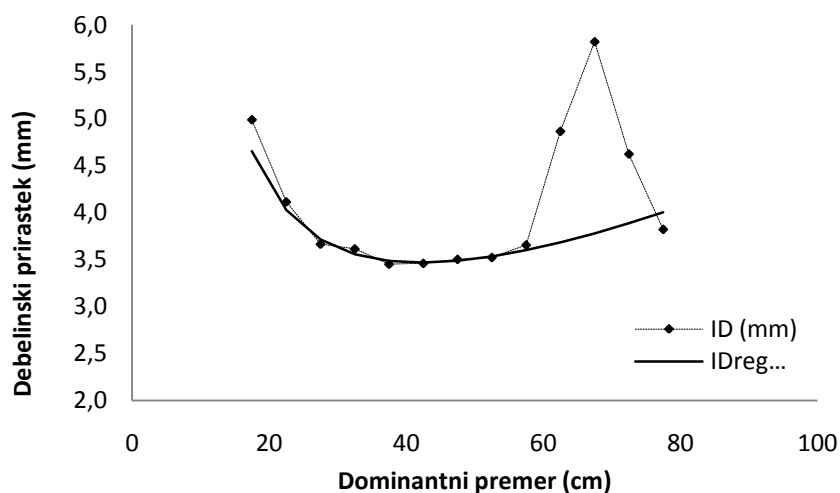
Podatkovni zbirki ploskev.dbf in ploskdv.dbf je bilo potrebno najprej urediti, podatke prečistiti in odpraviti grobe napake meritev in nadomestiti manjkajoče podatke. Za oceno manjkajočih ali napačno izmerjenih premerov pri prvi in drugi meritvi smo uporabili multivariatne regresijske modele (npr.: Wikoff, 1990; Klopčič in sod., 2010, 2012), pri tem pa uporabili standardno obliko. Za odvisno spremenljivko smo uporabili desetletni debelinski prirastek dreves (ID). Variabilnost debelinskega priraščanja smo pojasnjevali z nizom neodvisnih spremenljivk, ki vključujejo značilnosti dreves, sestojev in rastišč:

$$ID_{izr} = a_0 + b_i \text{ DREVO} + c_i \text{ SESTOJ} + d_i \text{ RASTIŠČE}$$

Izmed drevesnih znakov smo v regresijo vključili premer drevesa pri prvi meritvi (dbh^2 , $\ln(\text{dbh})$), socialni položaj ($\text{socpol}=3 \rightarrow 1$; $\text{socpol}=1,2 \rightarrow 0$) in poškodovanost ($\text{poskod}=1,2,3 \rightarrow 1$; $\text{poskod}=\text{ostalo} \rightarrow 0$), izmed sestojnih znakov smo vključili dominantni (srednje temeljnični) premer na ploskvi ter temeljnico sestoja pri prvi meritvi, izmed rastiščnih znakov pa nadmorsko višino, naklon, ekspozicijo ($\text{lega}=4,5,6 \rightarrow 1$; $\text{lega}=\text{ostalo} \rightarrow 0$), položaj v pokrajini ($\text{polpokr}=4 \rightarrow 1$; $\text{polpokr}=\text{ostalo} \rightarrow 0$). Tako pripravljeno podatkovno zbirko dreves smo nato uporabili za izračun tekočega prirastka in ostalih sestojnih znakov na začetku in koncu inventurnega obdobja.

Ključni problemi pri ugotavljanju SI in produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč s podatki gozdnih inventur so ugotavljanje časovnega poteka rasti sestojev, ocena starosti sestojev, ki je na SVP neposredno ne ugotavljamo, ter točnost izmerjenih višin drevja. Pomembno vprašanje je tudi selekcija podatkov glede na namen raziskave (preglednica 9); pred analiziranjem podatkov je namreč treba

določiti kriterije za izbor ploskev in dreves na ploskvah v vzorec, saj izbor pomembno vpliva na rezultate. Tako smo iz analize (preglednica 9b) izločili ploskve in drevesa, ki bi lahko botrovala sistematični napaki ocene SI in produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč. Za določanje razvojne starosti sestojev smo uporabili dominantni premer sestojev, ki je definiran kot povprečni temeljnični premer 100 najdebelejših dreves na hektar. Z analizo debelinskega priraščanja dominantnih dreves smo lahko ocenili starost sestojev in določili časovni potek njihove rasti. Oceno za posamezno rastišče smo izdelali tako, da smo najprej izračunali povprečni prirastek dominantnih dreves na ravni vzorčne ploskve, ploskve nato na podlagi dominantnega premera uvrstili v debelinske stopnje in izračunali povprečne prirastke sestojev po debelinskih stopnjah. Tako grupirane podatke smo izravnali z regresijskimi krivuljami (slika 3), pri čemer smo kot utež uporabili število ploskev v posamezni debelinski stopnji.

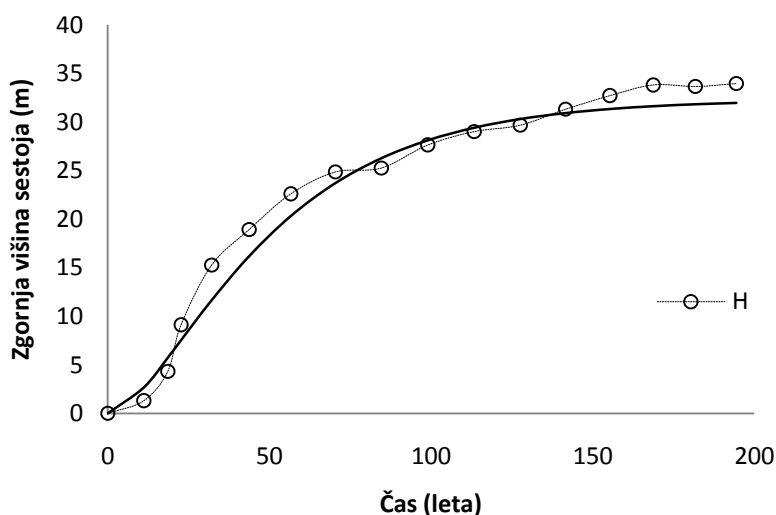


Slika 3: Debelinsko priraščanje bukovih sestojev na rastišču preddinarsko-dinarskega podgorskega bukovja

Na podlagi izravnanih debelinskih prirastkov smo nato ugotovili prehodne dobe za vsako debelinsko stopnjo, obdobje rasti do meritvenega praga (dbh =10 cm) pa smo ocenili na podlagi povprečja izravnane debelinskega priraščanja v 3. in 4. debelinski stopnji, dobljene vrednosti pa dodatno preverili s tabličnimi vrednostmi (Halaj in sod., 1987) in s podatki terenskih prirastoslovnih raziskav.

Glede na ocenjene starosti sestojev in dominantne višine sestojev na SVP smo izdelali višinske krivulje in ocenili rastiščni indeks. Dominantno višino sestojev za posamezno debelinsko stopnjo smo izračunali na podlagi izmerjenih višin dominantnih dreves na ploskvah. Za izravnavo podatkov smo uporabili Chapman-Richardsonovo rastno funkcijo (slika 4), pri izravnavi pa kot utež upoštevali število dreves v posamezni debelinski stopnji.

Na podlagi izravnanih krivulj smo za vsako rastišče izračunali rastiščni indeks za bukev (preglednica 9). Z rastiščnim indeksom ugotovimo neposredno le zgornjo višino sestoja pri referenčni starosti, nimamo pa podatka o dejanski produkciji, ki jo lahko sestoji trajno dosega na določenem rastišču. Za oceno produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč moramo ugotoviti še povprečni starostni prirastek gozdnih sestojev. Ta je definiran kot količnik med celotno lesno proizvodnjo sestojev in njegovo starostjo. Pri določanju produkcijske sposobnosti imamo dve možnosti, in sicer: 1) da na podlagi ugotovljenega SI produkcijsko sposobnost rastišča (m^3ha^{-1}) ocenimo z donosnimi tablicami ali 2) da iz podatkov na ravni SVP izdelamo model celotne lesne produkcije gozdnih sestojev.



Slika 4: Potek višinske rasti dominantnih dreves na rastišču preddinarsko-dinarskega podgorskega bukovja

Za izbrana bukova rastišča smo produktijsko sposobnost gozdnih rastišč določili z donosnimi tablicami (Halaj in sod., 1987), in sicer z ugotovljenimi korelacijami med tabličnim SI in povprečnim starostnim volumenskim prirastkom sestojev v času kulminacije (MAI_{maks}) (preglednica 9). Regresijska povezava za bukove sestoje ima obliko:

$$MAI_{maks} = -1,4649 + 0,3166 SI \quad (R^2 = 0,995).$$

Rezultati kažejo, da je večina ugotovljenih vrednosti SI bukve po gozdnih združbah znotraj intervala ocen SI bukve, ki so bile ugotovljene na »klasičen način« na raziskovalnih ploskvah. Stopnja ujemanja je opazno večja v primeru, ko smo zaostri kriterije za izbor ploskev in dreves vzorec (preglednica 9b). Vsaj za bukev lahko ocenimo, da je postopek, opisan v preglednici 9b, primernejši za oceno SI in produktijske sposobnosti gozdnih rastišč kot postopek, opisan v preglednici 9a. Za nekatere združbe je stopnja ujemanja visoka, saj so razlike med srednjimi vrednostmi SI, ugotovljenih po obeh postopkih, majhne. Večinoma pa so vrednosti SI, ugotovljene na SVP, pri nekaterih rastiščnih tipih nekoliko, pri nekaterih pa kar znatno nižje od onih, ugotovljenih na raziskovalnih ploskvah. Pri nekaterih združbah so razlike večje; presenetljivo nizek SI smo npr. ugotovili v preddinarskih gorskih bukovjih, medtem ko smo znatno večji SI v primerjavi z oceno na raziskovalnih ploskvah ugotovili za predalpsko zgornjegorsko bukovje s platanolistno zlatico. Večja razhajanja ocen SI v posameznih gozdnih združbah so opozorilo in hkrati izhodišče, da vrednosti, ugotovljene po obeh postopkih (na raziskovalnih ploskvah in stalnih vzročnih ploskvah), preverimo ter jih na podlagi kontrole algoritmov ali dodatnih raziskav in analiz korigiramo. V obravnavanem primeru (preglednica 9b) velja to za štiri gozdne rastiščne tipe. Rezultati analize so spodbudni; pred širšo uporabo opisanega pristopa bo treba uporabljene algoritme za bukove gozdove testirati tudi na primeru drugih gozdov, predvsem tistih, v katerih prevladuje smreka.

Preglednica 9: Ocena rastiščnega indeksa bukev (SI) in produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč s podatki stalnih vzorčnih ploskev za izbrana bukova rastišča in primerjava z vrednostmi, ugotovljenimi na raziskovalnih ploskvah

9a) Vključili smo ploskve, na katerih je bil delež bukke vsaj 70 % lesne zaloge. Za analizo priraščanja dominantnih dreves smo upoštevali drevesa, ki so bila pri prvi in drugi meritvi uvrščene med 5 najdebelejših na ploskvi. Če je bila med temi druga drevesna vrsta, smo podatke o priraščanju korigirali z regresijskim modelom: z njim smo tudi dopolnili/korigirali manjkajoče ali napačno izmerjene premere. Iz analize smo izločili poškodovano drevje.

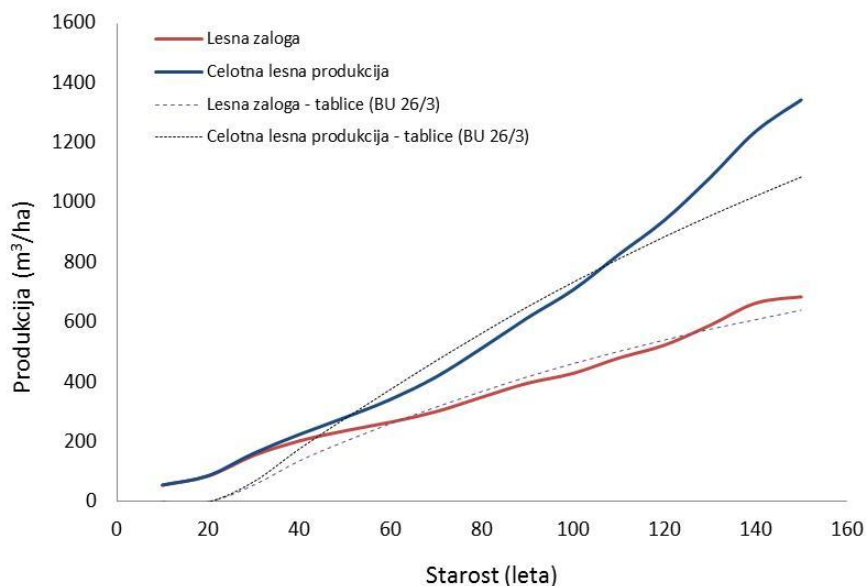
Gozdni rastiščni tip	Število ploskev	SI ₁₀₀ (m)	MAI _{maks} (m ³ ha ⁻¹ leto ⁻¹)	Ujemanje z intervalno oceno SI na razisk. ploskvah (priloga C)	Razlika od srednje vrednosti ocen SI na razisk. ploskvah (priloga C)
Preddinarsko-dinarsko podgorsko bukovje	1609	28,2	7,71	*	0,5
Predalpsko podgorsko bukovje na karbonatih	532	24,7	6,52	*	-1,6
Gradnovo bukovje na izpranih tleh	1275	24,8	6,55		-6,9
Osojno bukovje s kresničevjem	446	23,5	6,14	*	-2,1
Preddinarsko-dinarsko toploljubno bukovje	159	25,4	6,77	*	0,4
Predalpsko-alpsko toploljubno bukovje	220	21,8	5,56		-4,2
Primorsko bukovje	416	17,8	4,22		-5,8
Preddinarsko gorsko bukovje	965	21,7	5,54		-12,0
Predalpsko gorsko bukovje	323	24,5	6,46		-6,4
Alpsko bukovje s črnim telohom	836	17,4	4,11		-11,6
Dinarsko jelovo bukovje	2551	24,3	6,41	*	-4,3
Predalpsko-dinarsko jelovo bukovje	494	22,5	5,80	*	-1,0
Dinarsko zgornjegorsko bukovje s platanolistno zlatico	550	18,3	4,39	*	-1,3
Predalpsko zgornjegorsko bukovje s platanolistno zlatico	83	22,4	5,77		9,4
Kisloljubno gradnovo bukovje	1085	27,6	7,49	*	-3,3
Kisloljubno bukovje z rebrenjačo	651	25,2	6,69	*	-1,3
Kisloljubno gorsko-zgornjegorsko bukovje z belkasto bekico	1047	27,4	7,45		-3,8
Kisloljubno zgornjegorsko bukovje z zasavsko konopnico	122	26,0	6,97	*	1,6

9b) Vključili smo ploskve, na katerih je bil delež bukke vsaj 70 % lesne zaloge. Za analizo priraščanja dominantnih dreves smo upoštevali bukke, ki so bila pri prvi in drugi meritvi uvrščene med 5 najdebelejših dreves na ploskvi. Med temi smo izločili poškodovano drevje, drevesa, ki so niso bila uvrščena v 1. ali 2. socialni položaj, ter drevesa, ki so imela pri prvi meritvi višji rang kot pri drugi meritvi.

Gozdni rastiščni tip	Število ploskev	SI ₁₀₀ (m)	MAI _{maks} (m ³ ha ⁻¹ leto ⁻¹)	Ujemanje z intervalno oceno SI na razisk. ploskvah (priloga C)	Razlika od srednje vrednosti ocen SI na razisk. ploskvah (priloga C)
Preddinarsko-dinarsko podgorsko bukovje	1565	29,1	8,00	*	1,4
Predalpsko podgorsko bukovje na karbonatih	524	27,2	7,38	*	0,9
Gradnovo bukovje na izpranih tleh	1225	27,0	7,31	*	-4,7
Osojno bukovje s kresničevjem	436	25,4	6,77	*	-0,2
Preddinarsko-dinarsko toploljubno bukovje	156	26,1	7,00	*	1,1
Predalpsko-alpsko toploljubno bukovje	210	25,1	6,66	*	-0,9
Primorsko bukovje	408	17,5	4,13		-6,1
Preddinarsko gorsko bukovje	949	23,6	6,15		-10,1

Predalpsko gorsko bukovje	314	26,9	7,27	*	-4,0
Alpsko bukovje s črnim telohom	739	21,2	5,38		-7,8
Dinarsko jelovo bukovje	2489	27,2	7,38	*	-1,4
Predalpsko-dinarsko jelovo bukovje	465	25,2	6,68	*	1,7
Dinarsko zgornjegorsko bukovje s platanolistno zlatico	543	20,6	5,17		-5,8
Predalpsko zgornjegorsko bukovje s platanolistno zlatico	76	23,9	6,25		10,9
Kisloljubno gradnovno bukovje	1051	29,4	8,10	*	-1,5
Kisloljubno bukovje z rebrenjačo	638	27,1	7,34	*	0,6
Kisloljubno gorsko-zgornjegorsko bukovje z belkasto bekico	1011	29,1	8,00	*	-2,1
Kisloljubno zgornjegorsko bukovje z zasavsko konopnico	121	28,2	7,71	*	3,8

Model časovnega poteka celotne lesne produkcije gozdnih sestojev smo izdelali za podgorske bukove gozdove, ki obsegajo gozdove preddinarsko-dinarskega in predalpskega območja ($n=3389$ ploskev) (slika 5). Pri modeliranju smo upoštevali dejanski razvoj lesne zaloge sestojev, posek in mortaliteto drevja po 10-letnih starostnih razredih. Starost sestojev na vzorčnih ploskvah smo posredno določili glede na srednji dominantni premer. Dejanske vrednosti se zelo dobro prilagajajo tabličnim vrednostnim za bukove gozdove s $SI = 26$ m.



Slika 5: Ocena celotne lesne produkcije bukovih sestojev na rastišču podgorskih bukovih gozdov in primerjava s tabličnim vrednostmi ($SI_{100} = 26$; Halaj in sod., 1987)

Predstavljeni postopki kažejo, da so podatki gozdnih inventur uporabni za modeliranje rasti in priraščanja gozdnih sestojev ter oceno produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč. Ob tem je treba opozoriti na veliko variabilnost podatkov o priraščanju sestojev, o čemer poročajo mnogi drugi raziskovalci (npr. Skovsgaard in Vanclay, 2013). Pri modeliranju so potrebne določene posplošitve in poenostavitve, zlasti glede časovnega poteka rasti (predvsem v mladosti do dosežene dimenzije dbh = 10 cm) in ocene celotne lesne produkcije gozdnih sestojev. Izdelani modeli so zato uporabni predvsem na večjih prostorskih ravneh (npr. na ravni gozdnih združb v Sloveniji). Postopek za ugotavljanje produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč s podatki SVP obsega številne operacije, ki so lahko pri ročnem obdelovanju podatkov vir napak, hkrati pa je takšno preračunavanje tudi časovno izjemno

potratno. Zato bomo izdelali programska orodja, ki bodo omogočala selekcioniranje podatkov ter selektivno izvajanje različnih operacij, kar bo pripomoglo k učinkovitejši rabi inventurnih podatkov za strokovne in raziskovalne namene.

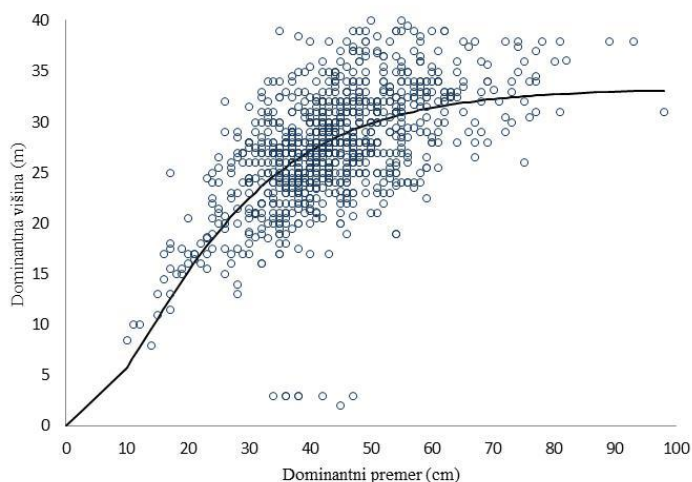
D. Prostorski model produkcijskih sposobnosti gozdnih rastišč

D1. Povezanost rastiščnih indeksov na raziskovalnih ploskvah s topografskimi, klimatskimi in talnimi spremenljivkami

Na primeru štirih drevesnih vrst (smreka, jelka, bukev in macesen), ki bodisi naravno bodisi antropogeno pokrivajo širok razpon rastiščnih razmer, smo ugotavljali povezanost med rastiščnim indeksom (SI_{100}) in talnimi, topografskimi in klimatskimi dejavniki. Glavni dejavniki, ki vplivajo (indicirajo) rastiščni indeks pri smreki so talni tip, nadmorska višina, matična podlaga, oblika reliefa, naklon in poletno sončno obsevanje (Kadunc, 2013). Pri bukvi velja izpostaviti naslednje dejavnike: nadmorska višina, skalnatost, naklon in ekspozicija (Kadunc, 2012). Zelo podobni dejavniki so se za statistično značilne izkazali pri jelki (Kadunc, 2010b): nadmorska višina, skalnatost, konkavnost terena in ekspozicija. Pri macesnu smo ugotovili, da na SI_{100} značilno vplivajo nadmorska višina, matična podlaga, izpostavljenost reliefa (lege) in hitrost vetra (članek v pripravi).

D2. Pojasnjevanje rastiščnih indeksov in produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč na stalnih vzorčnih ploskvah s podatki gozdnih inventur

Na rastišču preddinarsko-dinarskih podgorskih bukovjih smo preverili možnost pojasnjevanja variabilnosti rastiščnega indeksa znotraj gozdnega rastiščnega tipa z izbranimi okoljskimi dejavniki. Osnovna ideja temelji na pojasnjevanju odstopanj višin dominantnih dreves na ploskvi od dominantne višine sestojev, pri čemer smo za določitev krivulje dominantnih višin uporabili Chapman-Richardsonovo rastno funkcijo ($n=931$; $R^2=0,381$; $P=0,000$). Za pojasnjevanje odstopanj višin posameznih dominantnih dreves od izravnane krivulje dominantne višine sestojev smo uporabili splošni linearni regresijski model (metoda *stepwise*), kjer smo kot neodvisne spremenljivke vključili okoljske parametre, ki so sestavni del podatkovne zbirke SVP, in sicer: nadmorsko višino, naklon, lego, kjer smo ločili prisojno in osojno lego in položaj v pokrajini, kjer smo oblikovali dve dummy spremenljivki, in sicer greben (1: ploskve na grebenu in 0: ostale ploskve) in vznožje (1: ploskve, ki ležijo na ravnini in v vznožju in 0: ostale ploskve).

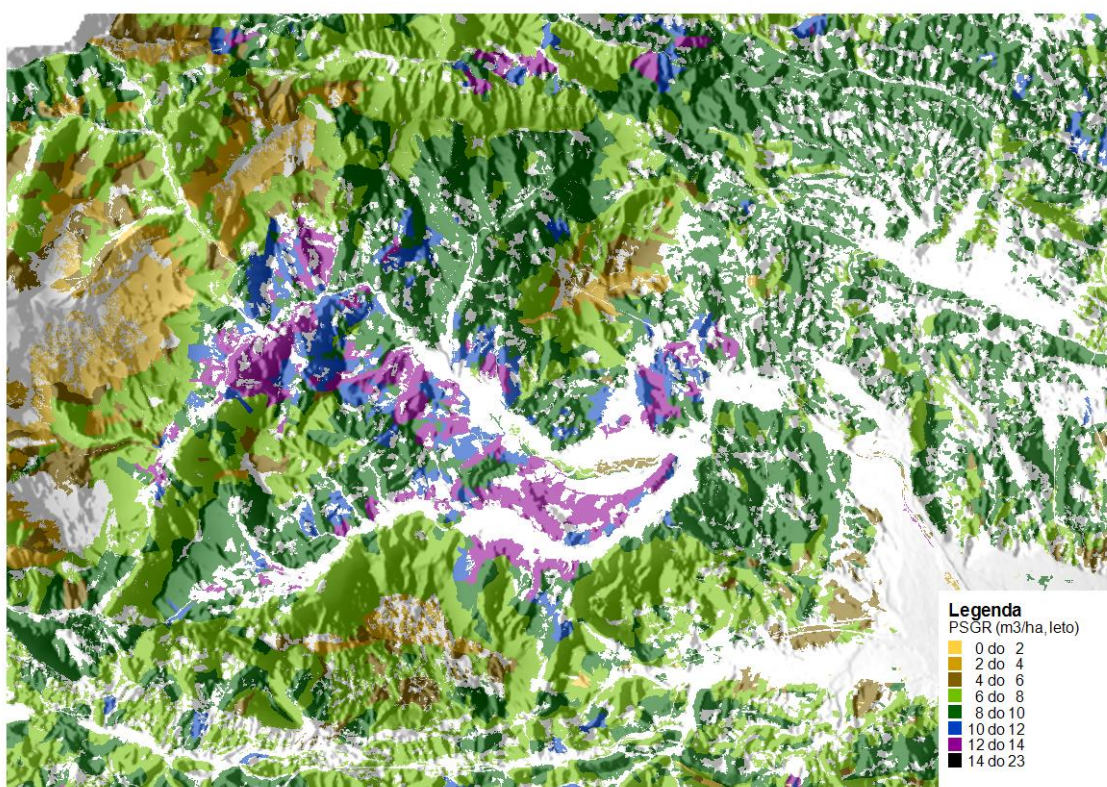


Slika 6: Prikaz višin posameznih dominantnih dreves in izravnane krivulje dominantne višine sestojev na gozdnem rastiščnem tipu preddinarsko-dinarskih podgorskih bukovjih

Izbrani okoljski dejavniki slabo pojasnjujejo odstopanja višin posameznih dominantnih dreves od izravnane krivulje dominantne višine, saj smo z regresijskim modelom uspeli pojasniti le 2 % variabilnosti. Od vseh analiziranih spremenljivk sta bili v model vključeni le lega in vznožje (položaj v pokrajini), pri čemer so dominantna drevesa na prisojnih legah v splošnem nižja od izravnane višinske krivulje, dominantna drevesa na ploskvah, ki ležijo na ravnini ali v vznožju pobočij pa v splošnem višja. Spremenljivki nadmorska višina in naklon sta bili neznačilni in zato iz modela izločeni, kar kaže na relativno majhen razpon nadmorskih višin (80 % vseh dreves leži v višinskem pasu 350-650 m in naklonov (60 % vseh dreves raste na naklonih 10°-20°).

D3. Karta produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč v Sloveniji

Karta produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč (slika 7, priloga E) je bila izdelana po klasifikacijskem pristopu, saj temelji na členitvi gozdov na gozdne združbe. Za vsako združbo je treba določiti »naravno« razmerje drevesnih vrst ter ugotoviti njihove rastiščne indekse. Ugotovljene in tudi ocenjene vrednosti rastiščnih indeksov so bile vhod v sestojne tablice za določitev produkcijske sposobnosti posameznih drevesnih vrst na tem gozdnem rastišču ($m^3ha^{-1}leto^{-1}$), naravno razmerje drevesnih vrst pa je pomembno za tehtano povprečno oceno produkcijske sposobnosti gozdnega rastišča. Pri izdelavi karte smo odseke uporabili kot najnižje prostorske enote. Za njih smo določili (povprečno) produkcijsko sposobnost gozdnih rastišč glede na površinsko zastopanost gozdnih združb v odseku. Vrednosti produkcijske sposobnosti zaradi preglednosti prikazujemo v razredih z razponom $2 m^3ha^{-1}leto^{-1}$.



Slika 7: Izsek iz karte produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč v Sloveniji

E. Zaključek dela na področju ugotavljanja produkcijskih sposobnosti gozdnih rastišč

Med pomanjkljivo raziskana območja bi lahko uvrstili Primorsko in Pomurje. Če se opremo na gozdne združbe, in sicer na klasifikacijo Kutnarja s sod. (2012), ugotovimo, da ostajajo neproučeni naslednji gozdni rastiščni tipi: dinarsko ruševje (3.267 ha; praktično ni produkcije debeljadi), primorsko podgorsko bukovje na karbonatih (2.238 ha), primorsko gorsko bukovje (1.905 ha), predalpsko smrekovje na morenah in pobočnih gruščih (975 ha), vezovje z ozkolistnim jesenom (644 ha), predalpsko-alpsko podalpinsko bukovje (620 ha), grmičavo vrbovje (314 ha), visoka barja (praktično ni produkcije debeljadi; 162 ha), orogeno vrbovje (ni evidentiranih površin) in črnikovje (ni evidentiranih površin). Iz tega sledi, da je zelo malo površin neproučenih, pa še med njimi je veliko takšnih, ki jih s klasičnimi gozdarskimi tehnikami ocenjevanja produkcije ne moremo analizirati. Je pa potrebno zapisati, da smo nekatere gozdne rastiščne tipe sicer analizirali po standardni metodologiji (rastiščni indeks, vsaj 5 ponovitev), vendar bi zaradi svoje prostorske razširjenosti zahtevali večji vzorec (npr. primorsko bukovje).

Poleg tega ostaja odprto vprašanje ugotavljanja produkcijske sposobnosti neavtohotnih vrst (npr. robinija) in obsežnih nasadov vrst, razširjenih izven naravnega areala. V tem pogledu ostaja nezadostno raziskan črni bor (Primorska). Menimo, da lahko nezadostno raziskana področja in drevesne vrste raziščemo po uveljavljeni metodi zadnjih 30 let, to je z rastiščnim indeksom (SI).

5. Razprava in zaključki

5.1 Ocena in primerjava uporabljenih metod

Ugotavljanje rastiščnih indeksov oziroma ocenjevanje produkcijske sposobnosti gozdov preko rastiščnih indeksov je metoda, ki jo v gozdovih uporabljamo najpogosteje (Skovsgaard in Vanclay, 2008), kljub številnim pomanjkljivostim (npr. Weiskittel in sod., 2011).

Omeniti je potrebno, da se rastiščne indekse najpogosteje ugotavlja s pomočjo trajnih raziskovalnih ploskev ali pa s pomočjo debelnih analiz. Pri slednjem načinu je pomembno, da analiziramo sestoje, katerih starost je blizu referenčni starosti za izbrani rastiščni indeks. V Sloveniji pristop preko debelnih analiz močno prevladuje, saj (dolgoročnih) prirastoslovnih spremljav ustreznega števila trajnih, raziskovalnih ploskev nimamo. Zlasti ne spremljav takšnih ploskev, ki bi izpolnjevale sestojne in gozdnogojitvene kriterije za tovrstne raziskave.

Pogosto se zdi, da se bonitiranje gozdov oziroma ugotavljanje produkcijske sposobnosti gozdov jemlje kot enkratno opravilo, katerega rezultat je dokončen. Spoznanja pa kažejo, da se produkcijske sposobnosti (lahko) skozi čas spreminjajo (Spiecker in sod., 1996, Kotar, 2002, Skovsgaard in Vanclay, 2013) in tudi v prostoru se pogosto spremenijo na zelo kratke razdalje (Skovsgaard in Vanclay, 2013).

Ena izmed slabosti rastiščnega indeksa je neprimerljivost drevesnih vrst, saj imamo za različne drevesne vrste (lahko) različne referenčne starosti, poleg tega pa tudi pri rastiščnih indeksih z isto osnovo (referenco) dajejo drevesne vrste različne količinske donose (npr. volumenske). Naslednja slabost rastiščnega indeksa je, da je izražen z enotami (m), ki neposredno ne dajejo podatka o količinskih donosih sestojev. Za primerjavo različnih drevesnih vrst in za oceno volumenskih donosov sestojev zato rastiščne indekse pretvarjamo preko donosnih tablic v količinske produkcijske potenciale (najobičajnejše v $\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{leto}^{-1}$). Ker v Sloveniji donosnih tablic nismo izdelovali, se lahko opremo le na tuje. Tu se pojavlja več težav. Ena je, da je potrebno ugotoviti, katere tablice so najprimernejše. Nadalje se zastavlja dilema ali so najprimernejše za več drevesnih vrst in več različnih rastiščnih tipov. Ker so bile tablice izdelane za sestoje z določenim gozdnogojitvenim režimom in v določenem času, se poraja vprašanje njihove veljavnosti za sestoje z drugačnimi gozdnogojitvenimi režimi in za sestoje, ki uspevajo v drugačnih oziroma spremenjenih klimatskih razmerah. Posebno težavno pa je poiskati donosne tablice za manjšinske (npr. javorje, lipo, lipovca, ...) in termofilne drevesne vrste (puhasti hrast, kraški gaber, črni gaber). Izjemno težavno je tudi ocenjevati produktivnost sestojev, ki uspevajo v skrajnih rastiščnih razmerah (npr. črna gabrovja, borovja, barjanska smrekovja). Tu so pogosto ugotovljeni rastiščni indeksi nižji od najnižjih bonitetnih razredov donosnih tablic. Ekstrapolacije zunaj razpona donosnih tablic pa so še dodatno nezanesljive. Dodatna, vendar manjša težava donosnih tablic so neenotni izhodi (debeljad/deblovina, skorja/brez skorje, različen minimalen premer).

Če izpostavimo problem (ne)vklučenosti skorje. Pri pretvarjanju rastiščnih indeksov v volumenske donose nekatere tablice vključujejo skorjo (npr. EAFV, 1969), druge pa ne (npr. Halaj in sod., 1987). Ker smo se mi oprli v veliki meri prav na slovaške tablice, ki ne vključujejo skorje, smo lahko podcenili skupno produkcijo debeljadi. Razlogov, da skorje nismo prišteli (npr. s pomočjo korekcijskih faktorjev), je več. Eden je, da je Kotar (1994, 1995; Kotar in Robič, 1990) na primeru smrekovih in bukovih sestojev ugotovil izredno tesno ujemanje med empirično ugotovljeno produkcijo in produkcijo ugotovljeno s pomočjo slovaških tablic (Halaj in sod., 1987), ki pa ne vključuje skorje. Produkcija ocenjena s tablicami je bila v povprečju nižja za 3-4 % pri smreki in 5-6 % pri buki v primerjavi z empirično ugotovljeno produkcijo. Marsikatera rastiščna enota pa je izkazovala celo večjo tablično produkcijo (brez skorje) od empirične. Drugi razlog leži v nezanesljivih podatkih o skorji v donosnih tablicah. Novejša izdaja slovaških tablic (Halaj in Petráš, 1998) prikazuje tudi MAI_{maks} s skorjo, vendar preprost izračun nakazuje vprašljive deleže skorje. Tako smo preračunali za rastiščni indeks 30 (srednja višina pri 100 letih je enaka 30 m) v času kulminacije MAI_{maks} naslednje deleže skorje: smreka 8 %, jelka 10 %, rdeči bor 10 %, graden 21 % in bukev 9 %.

Vrednosti za smreko, rdeči bor in bukev se pomembneje razlikujejo od vrednosti, ki so jih ugotovili Turk in Lipoglavšek (1972) in Čokl (1981, 1992).

Nadaljnji razlog je lahko tudi to, da izkazujejo slovaške tablice (Halaj in sod., 1987) pogosto višje vrednosti produkcije (srednja raven proizvodnosti) pri istih višinskih bonitetnih razredih (primerjaj npr. Schober, 1975, EAFV, 1967, EAVF, 1968). Iz navedenega izhaja, da zahteva pretvarjanje rastiščnih indeksov v volumenske donose izredno poglobljeno delo na validaciji oziroma evalvaciji donosnih tablic, kar presega okvire danega projekta in je lahko kvečjemu predmet nadaljnjih raziskav.

Če sklenemo, pri pretvarjanju rastiščnih indeksov v volumenske donose preko donosnih tablic zelo verjetno prihaja do pomembnih napak, ki pa jih je zelo težavno oceniti oziroma izmeriti. Te napake se lahko razlikujejo med drevesnimi vrstami in morda tudi med rastiščnimi stratumi.

Nadaljnjo težavo predstavljajo sestojni tipi, ki odstopajo od idealne oblike za ocenjevanje produktivnosti rastišč preko rastiščnega indeksa. To so raznomerni sestoji, raznodobni sestoji, sukcesijski stadiji, grmičavi gozdovi in drugo. Kotar in Robič (2001) sta na primeru bukovih sestojev pokazala, da stroga enodobnost ni nujen pogoj za uporabo rastiščnih indeksov, če so odrasli sestoji enomernega značaja. Če se problemu raznomernosti lahko izognemo s striktnim izborom korektnih oblik sestojev v vzorec, pa problema mešanosti sestojev ne moremo tako enostavno zaobiti. Pri pretvarjanju rastiščnih indeksov v volumenske donose (MAI_{maks}) preko donosnih tablic smo predpostavili, da ni interspecifičnih interakcij (interakcij med različnimi drevesnimi vrstami), kar je sporno, saj raziskave kažejo, da so učinki mešanosti lahko zelo različni (Pretzsch, 2003, Pretzsch in sod., 2010). Če bi imeli na voljo relevantne rezultate različnih zmesi drevesnih vrst za številne vrstne kombinacije po rastiščnih stratumih (tipih), bi učinek interakcij vnesli v model oziroma kalkulacije. Ker je raziskav vplivov interspecifičnih interakcij na produkcijo malo, menimo, da bi predpostavka neničelnih učinkov temeljila na zelo nezanesljivih podlagah.

V povezavi s produkcijo so odprta še vprašanja o vplivu redčenj in tehnologij nanjo. Posebne pozornosti je deležno zlasti izkoriščanje celotne drevesne mase (e.g. Nord-Larsen, 2002, Egnell, 2011, Wall in Hytönen, 2011). Potrebe po tovrstnem, celostnem in dolgoročnem raziskovanju se bodo še povečevale.

Rastiščni indeks v Sloveniji ugotavljamo po sintaksonomskih enotah za dominantne drevesne vrste v sestojih. Večinoma so opredeljeni na nivoju združbe, pogosto pa jih opredelimo tudi za nižje sintaksonomske enote (subasociacije). Keller (1978) je v svoji študiji dokazal, da je rastiščni indeks znotraj sintaksonomskih enot večinoma ostal isti in da se z nadmorsko višino ni spreminjal. Raziskave pri nas so pokazale, da produkcijska sposobnost znotraj iste rastiščne enote pogosto variira v intervalu večjem od $\pm 1 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ leto}^{-1}$ (Kotar, 1994, 2005). Tudi nedavna študija Skovsgaarda in Vanclaya (2013) je pokazala, da produkcijska sposobnost ni nespremenljiva znotraj rastiščnega tipa. Kadar ima rastiščna enota (pre)velik razpon produkcijske sposobnosti se jo lahko razdeli na podenote na podlagi vplivnih in po možnosti lahko določljivih rastiščnih dejavnikov (Kotar, 1994). V večini primerov je bila razdelitev na podenote uspešna, če so kot kriterij delitve uporabili nadmorsko višino ali naklon terena (Kotar, 1994).

Dodatno se zastavlja vprašanje ali ugotavljati produkcijsko sposobnost le za zadnje stadije («klimaks») določenih sukcesijskih nizov ali tudi za vmesne stadije oziroma ali le za primarne ali tudi za drugotne združbe. Dodati je potrebno, da še danes nimamo povsem razjasnenih predstav o primarnih gozdovih oziroma naravnih gozdnih združbah. Dilema ima posebno težo na Primorskem, kjer imamo izredno spremenjene gozdove. Številni stadiji so dolgotrajni, sukcesija ni nujno (strogo) monotono progresivna. Pogosto se drevesne vrste iz zgodnesukcesijskih ali srednesukcesijskih stadijev ohranjajo dolgo in celo več generacij kot dominantne ali kodominantne vrste teh gozdov. Mnenja smo, da je za tako dolgo trajajoče stadije smiselno in potrebno poznati produkcijski potencial teh gozdov. Podobno je utemeljeno tudi raziskovanje produktivnosti umetno vnešenih vrst, ki jih z gospodarjenjem pogosto spodbujamo (npr. smreka) in pa vrst, ki jih je smiselno – vsaj ponekod – vključiti v gozdne sestoje kljub njihovi alohtonosti (npr. robinija).

Povprečna vrednost za MAI_{maks} , ki smo jo ugotovili za Slovenijo, temelji na rastiščnih tipih in njihovih površinskih deležih. V našem izračunu smo upoštevali tako rastiščne tipe, ki veljajo za stadije v progresivnem razvoju, in se praviloma od primarnih gozdnih združb zelo razlikujejo, kot tudi rastiščne tipe, ki so verjetno zelo blizu primarnim združbam. Pogosto je ocenjena produkcija stadijev precej nižja od tiste, ki je ugotovljena za združbe blizu primarnim. Tipičen primer so stadiji različnih termofilnih vrst listavcev na Primorskem, kjer bi v naravni vegetaciji pričakovali večji delež bukovih ali celo jelovo bukovih gozdov, ki izkazujejo višjo produkcijo. Tehtana vrednost rastiščnega koeficienta za gozdne združbe (Košir, 1976) z njihovimi površinami znaša 8,78, naše vrednosti pa okoli 7,5 ($m^3 ha^{-1} leto^{-1}$). Z morebitnim maksimalnim dodatkom na račun skorje (do 10 %) se naša tehtana vrednost poveča do največ 8,2 $m^3 ha^{-1} leto^{-1}$.

V zaključku velja opomniti, da se (lahko) današnji oziroma aktualen tekoči (volumenski) prirastek bolj ali manj razlikuje od ocenjene povprečne produkcijske sposobnosti naših gozdov zaradi številnih razlogov. Eni izvirajo iz možnih virov napak ugotavljanja produkcijskega potenciala naših gozdov (napake pri ugotavljanju rastiščnih indeksov, napake pri pretvarjanju rastiščnih indeksov v volumenske donose preko donosnih tablic, napake pri evidenci površin gozdnih rastiščnih tipov, neupoštevanja interspecifičnih vplivov), drugi pa iz razhajanja med dejansko in »predpostavljeno« strukturo gozdov. Dejanski gozdovi imajo lahko drugačno drevesno sestavo od predpostavljene »naravne« (npr. več smreke), drugačno starostno (sestojno) strukturo (npr. več gozdov v optimalni fazi, mlajših debeljakov) in drugačne klimatske razmere (kot so jih imeli sestoji na katerih temeljijo donosne tablice; večji vnosi dušikovih spojin, višje koncentracije CO_2, \dots) ter drugačne gozdnogojitvene obravnave (npr. puščanje zaostajajočih, odmirajočih dreves, puščanje drobnega vejevja).

5.2 Zaključki projekta, predlogi dodatnih raziskav in možnosti izboljšav

Poglavitni zaključki projekti in predlogi za nadaljevanje tovrstnih raziskave so oblikovani po vsebinskih sklopih:

Pomen poznavanja produkcijske sposobnosti

Poznavanje produkcijske sposobnosti je pomembno, saj pomeni temeljno znanje o gozdnih ekosistemih, ki je pomembno za upravljanje gozdov, njihovo vrednotenje, pomembno pa je tudi kot izhodiščna veličina za ocenjevanje drugih značilnosti gozdnih ekosistemov. Produkcijska sposobnost ni statična veličina; predvsem zaradi okoljskih sprememb se produkcijska sposobnost spreminja.

Metoda rastiščnega indeksa

Prevladujoče metode določanje produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč temeljijo na rastiščnem indeksu. Tovrstne raziskave v Sloveniji je treba zaključiti za vse poglavitne drevesne vrste in gozdna rastišča, ki še niso bila raziskava, ter stalno dopolnjevati raziskave rastiščnih indeksov, saj se z njimi povečuje zanesljivost ocen produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč. Metodo rastiščnega indeksa bi veljalo dopolnjevati z iskanjem povezav med rastiščnim indeksom in klimatskimi, topografskimi in talnimi dejavniki. V Sloveniji smo neupravičeno zanemarjali raziskave gozdnih tal. Za razumevanje vplivnih dejavnikov na rastiščni indeks in za njegovo zanesljivejše modeliranje bi bilo potrebno sistematično zbirati tudi pedološke podatke, vsaj nekatere preprostejše oziroma cenejše (npr. tip humusa, debelina humusno-akumulativnega horizonta). Prav tako bi novejšje tehnologije daljinskega zaznavanja (LiDAR) pripomogle k boljšemu terenskemu razmejevanju rastiščnih enot in tudi k objektivizaciji terenskih meritev ter izboljšale njihovo prostorsko posploševanje.

Način ugotavljanja rastiščnega indeksa

Rastiščni indeksi drevesnih vrst so bili po rastiščnih enotah večinoma raziskani po metodi, ki jo je uvedel Kotar (1984, 1994) Ta temelji na prirastoslovni analizi dreves na raziskovalnem objektu, razdeljenem vsaj na petih raziskovalnih ploskev. Ti objekti in ploskve so za določena rastišča izbrani subjektivno. Natančnost meritev je prednost te metode, način izbora objekta in ploskev, ki naj bi bile

za določeno rastišče reprezentativne, pa lahko njena slabost. Z večanjem vzorca se zanesljivost ocen povečuje, zato je treba raziskave rastiščnih indeksov dopolnjevati. Hkrati je smiselno rastiščne indekse ugotavljati tudi s podatki s stalnih vzročnih ploskev Zavoda za gozdove Slovenije, saj so te v gozdnem prostoru sistematično razvrščene, hkrati so zelo številčne, oboje pa omogoča ugotavljanje ocenjevanje rastiščnega indeksa in drugih sestojnih parametrov. V raziskavi smo razvili postopek, ki omogoča uporabo podatkov s stalnih vzročnih ploskev za ocenjevanje produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč.

Napake ocene produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč

Ugotovljeni rastiščni indeksi so izhodišče za oceno produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč v kubičnih metrih debeljadi na leto. Pri tem se lahko pojavijo sistematične napake, ki jih je mogoče omejiti. Uporaba (neustreznih) sestojnih tablic za pretvorbo rastiščnih indeksov v kubične metre debeljadi je lahko pomemben vir sistematičnih napak. Te napake lahko omejimo, če uporabimo najustreznejše sestojne tablice, še bolj pa z uporabo realnih podatkov o rasti in produkciji gozdnih sestojev, ki jih lahko ocenimo s podatki s stalnih vzročnih ploskev Zavoda za gozdove Slovenije ali pa drugimi prirastoslovnimi raziskavami. Analiza izbranega primera (podgorski bukovi gozdovi na karbonatu) v naši raziskavi kaže, da je to mogoče. Pri ocenjevanju produkcijske sposobnosti gozdov tudi poenostavljeno predpostavljamo, da je rast posamezne drevesne vrste na določenem rastišču enaka ne glede na zmes drevesnih vrst, kar glede na tuje raziskave ne drži. S podatki s stalnih vzročnih ploskev bi bilo mogoče to preveriti in model določanja celotne produkcije gozdnih sestojev v prihodnosti dopolniti. Vir sistematične napake so lahko pomanjkljive fitocenološke karte, saj ocene produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč prostorsko opredelimo glede na kartirane gozdne združbe.

Pomen fitocenoloških podlag za natančnejšo oceno produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč

Ocenjevanje produkcijske sposobnosti je tesno povezano s fitocenološkimi in pedološkimi raziskavami, saj temelji na klasifikacijskem pristopu. V Sloveniji je treba zaključiti fitocenološko kartiranje gozdov v merilu 1:10.000, saj bi s tem med drugim tudi znatno izboljšali ocene produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč, karta pa bi sicer imela veliko in vsestransko uporabno vrednost. Pri izdelavi karte produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč smo predpostavili, da je produkcijska sposobnost določene rastiščno-vegetacijske enote enaka. Tako kot je prikaz rastišč smiseln v mezo merilu (1:10.000 do 1:25.000) je v istem merilu tudi smiselno prikazovanje produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč. Ker fitocenološke karte v merilu 1:10.000 niso izdelane za celotno Slovenijo, smo produkcijsko sposobnost gozdnih rastišč prikazovali na ravni odsekov/oddelkov s tehtano aritmetično sredino produkcijskih sposobnosti gozdnih rastišč glede na njihov evidentiran površinski delež v odseku oziroma oddelku. Določanje produkcijske sposobnosti s pomočjo rastiščnih indeksov je pokazalo, da so vrednosti rastiščnih koeficientov (Košir, 1976), ki so vgrajena podlaga v številne (uradne) baze podatkov o gozdovih, za nekatere gozdne združbe zelo verjetno pomembno precenjene ali podcenjene. Iz tega izhaja, da je revizija produkcijskih sposobnosti gozdnih rastišč, ki se uporabljajo v upravljalvske oziroma uradne namene, potrebna. Dodatno teži temu daje raba podatkov o produkcijski sposobnosti gozdov za namene obdavčitve.

Vplivni dejavniki produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč

Rastiščne razmere znotraj gozdnih združb niso enotne, zato se spreminjajo tudi vrednosti produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč. Z raziskavo smo ugotovili, kateri topografski, klimatski in talni znaki značilno pojasnjujejo variabilnost rastiščnih indeksov oziroma produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč. Rezultati so uporabni za modeliranje produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč v manjšem merilu (znotraj gozdne združbe ali pa znotraj odsekov in oddelkov), uporabni pa so lahko tudi za ocenjevanje produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč v večjem prostoru.

Uporabnost rezultatov o produkcijski sposobnosti gozdnih rastišč za analizo ravnosti gozdnih sestojev

Rezultati naše raziskave so uporabni tudi za analizo izkoriščenosti produkcijske zmogljivosti gozdnih rastišč, pri kateri primerjamo ravnost gozdnih sestojev s produkcijsko sposobnostjo gozdnih rastišč. Pri tovrstnih analizah je treba upoštevati realno drevesno sestavo in starostno (razvojno) strukturo gozdnih sestojev. Rezultati naše raziskave omogočajo oceno produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč pri različni zmesi drevesnih vrst, kar je zagotovo pomembna prednost. Z modeliranjem je mogoče tudi upoštevati različna razmerja razvojnih faz v analiziranih prostorskih enotah in tako ustrezno analizirati

izkoriščenost produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč, kar je lahko eno od pomembnih meril za upravljanje gozdov.

Možnost določanja produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč v podrobnem merilu

Pomembno vprašanje za uporabnike je, ali je mogoče podati zanesljive ocene o produkcijski sposobnosti gozdnih rastiščih tudi v podrobnem merilu, na primer na ravni parcel. Pri tem je zaradi morebitnih nesporazumov treba jasno razlikovati dvoje: 1) na podlagi rezultatov našega raziskovalnega projekta je mogoče prikazati produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč na ravni gozdnih združb in ob upoštevanju prisotnosti gozdnih združb na ravni odsekov/oddelkov je mogoče oceniti vrednosti PSGR tudi na tej ravni. Če ta sloj prekrijemo s slojem parcel, lahko vrednosti prikažemo tudi na ravni parcel. Vendar je to približna ocena dejanske produktivnosti gozdnih rastišč, saj imajo vse parcele znotraj odseka (oddelka) oziroma vse parcele znotraj iste gozdne združbe enako oceno produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč. 2) Veliko zahtevnejša pa je naloga, da bi zaznali razlike v produkcijski sposobnosti znotraj gozdnih združb (odsekov). Rezultati naše raziskave in rezultati preliminarnih raziskav, ki jih v poročilu nismo prikazovali, kažejo, da bi bilo mogoče te ocene izboljšati. Ocenjevanje produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč v majhnem merilu bi še vedno temeljile na povprečnih vrednostih produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč na ravni gozdnih združbe. Te povprečne ocene bi za manjše prostorske enote (odseki, parcele) glede na izbrane topografske spremenljivke (npr. naklon, nadmorska višina) korigirali v omejenem intervalu (npr. $\pm 30\%$) povprečne vrednosti produkcijske sposobnosti. Za korekcijo bi lahko uporabili podatke digitalnega modela reliefa, terenske ocene ali druge vire podatkov. Ta naloga je lahko vsekakor izziv za nove raziskave na tem področju.

Nadaljnje raziskave

Dosedanje raziskovanje na področju produkcijskih sposobnosti gozdnih rastišč je pokazalo na več vrzeli ali pomanjkljivosti v našem korpusu znanja oziroma izzivov za prihodnje delo. Eno je, da s klasično metodo rastiščnih indeksov prav vseh rastiščnih enot z dosedanjo inventarizacijo nismo zajeli. Druga težava se nanaša na donosne tablice. Z nadaljnjim znanstveno-raziskovalnim delom je potrebno izvesti skrbno evelvacijo tablic in pa proučiti uporabnost različnih rastnih simulatorjev za kakovostnejše ugotavljanje volumenske produkcije gozdnih ekosistemov. Nadaljnji izziv pa ostaja ugotavljanje neto primarne produkcije v gozdnem prostoru. Novejše potrebe nam nalagajo poznavanje in ugotavljanje celotne produkcije gozdnih ekosistemov. Tako na primer politika upravljanja s toplogrednimi plini potrebuje bilanco ogljika, pri kateri igrajo gozdovi eno ključnih vlog. Poznavanje neto primarne produkcije oziroma vseh komponent rastlinske produkcije je pomembno tudi za vrednotenje gozdov z vidika njihovega vpliva na hidrološke razmere, klimo, biodiverzitetu in še kaj. Potencial določenih komponent produkcije poleg debeljadi pa je lahko pomemben tudi z gospodarskega vidika (npr. vejevje, zeliščna plast kot ponudba hrane za herbivore).

Pri bonitiranju (gozdnih) zemljišč je opazno nezadostno sodelovanje institucij; zapostavljanje gozdarskih ekspertov in novejših znanj s področja gozdarstva (UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Z raziskavami produkcijskih sposobnosti gozdov je smiselno in potrebno nadaljevati, saj kot je zapisal že Heraklit, ni trajnega nič, razen sprememb. Za sodobno ter učinkovito upravljanje gozdnih sistemov moramo spremembe zaznavati, razumeti in se nanje z iskanjem novih rešitev ter prilagajanjem ciljev oziroma ukrepov odzivati.

6. Viri

- Armășescu, S., Ţabrea, A., 1972. Cercetări și date noi privind caracteristicile dendrometrice ale arboretelor de stejar pufos din tara noastră. *Revista pădurilor*, 87, 10: 479-483.
- ARSO, 2004a. Modelna karta povprečnih letnih padavin v Sloveniji. Ljubljana, Agencija za okolje RS.
- ARSO, 2004b. Modelna karta povprečnih letnih temperatur v Sloveniji. Ljubljana, Agencija za okolje RS.
- Bergès, L., Gégout, J. C., Franc, A., 2006. Can understory vegetation accurately predict site index? A comparative study using floristic and abiotic indices in sessile oak (*Quercus petraea* Liebl.) stands in northern France. *Annals of Forest Science*, 63: 31-42.
- Böckmann, T., 1990. Ertragstafel für Winterlinde (*Tilia cordata* Mill.) in Niedersachsen und Nordhessen. *Allgemeine Forst und Jagdzeitung*, 162, 2: 28-34.
- Bončina, A., Matijašič, D., (ur.), 2013. Produktijska sposobnost gozdnih rastišč v Sloveniji. Zbornik prispevkov, Gospodarjenje z gozdovi in načrtovanje, 6. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Zavod za gozdove Slovenije.
- Bondor, A., 1984. A scelídesztenye fatermése. *Erdészeti Kutatások*, 76-77, 133-149.
- Braun-Blanquet, J., 1964. *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. 3. Auflage, Wien-New York, Springer.
- Čermelj, J., 1974. Robinijevi sestoji na Goriškem in njihova donosnost. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.
- Chirici, G., Barbat, A., Maselli, F., 2007. Modelling of Italian forest net primary productivity by the integration of remotely sensed and GIS data. *Forest Ecology and Management*, 246: 285-295.
- Čokl, M., 1967. Boniteta gozdnih rastišč na jugovzhodnem slovenskem gorskem krasu. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo. Ljubljana.
- Čokl, M., 1971. Bukove raziskovalne ploskve v Sloveniji ter boniteta bukovih rastišč. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 10: 121-143.
- Čokl, M., 1981. Količina in struktura sečnih ostankov v gozdu. *Gozdarski vestnik*, 39, 2: 49-53.
- Čokl, M., 1992. *Gozdarski priročnik*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.
- CPVO, 2009. Vector layer of pedological map of Slovenia in 25,000. University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department for Agronomy, Pedological Centre.
- EAFV (Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen), 1969. Ertragstafeln für die Lärche in der Schweiz.
- EAFV (Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen), 1967. Ertragstafeln für die Buche in der Schweiz.
- EAFV (Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen), 1968. Ertragstafeln für die Fichte in der Schweiz.
- Egnell, G., 2011. Is the productivity decline in Norway spruce following whole-tree harvesting in the final felling in boreal Sweden permanent or temporary? *Forest Ecology and Management*, 261: 148-153.
- Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., Paulissen, D., 1992. *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropas*. 2. Auflage, *Scripta Geobotanica*, 18: 1-258.
- Gatzojannis, S., 1999. Ertragstafeln für Schwarzkiefernbestände in Griechenland. *Forstarchiv*, 70: 98-102.
- Giurgiu, V., Armășescu, S., Decei, I., 1972. *Biometria arborilor și arboretelor din România. Tabele dendrometrice*, Editura "Ceres", București.
- Halaj, J., Grék, J., Pánek, F., Petráš, R., Řehák, J., 1987. *Rastové tabuľky hlavných drevín ČSSR*. Bratislava, Príroda.
- Halaj, J., Petráš, R., 1998. *Rastové tabuľky hlavných drevín*. Slovak Academic Press, Bratislava.
- Hartig, G. L., 1795. *Anweisung zur Taxation und Beschreibung der Forste, oder zu Bestimmung des Holztrages der Wälder*. Heyer, Gießen.
- Hermanin, L., Belosi, A., 1993. Tavola alsometrica dei cedui di carpino nero dell'Appennino romagnolo. *L'Italia Forestale e Montana*, 48, 6: 353-372.
- Kadunc, A., 2003. Vloga gorskega javorja (*Acer pseudoplatanus* L.) v gozdnih ekosistemih. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.
- Kadunc, A., 2010a. Ocenjevanje proizvodnje sposobnosti bukovih rastišč. Ekspertiza, Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.
- Kadunc, A., 2010b. Prirastoslovne značilnosti jelke (*Abies alba* Mill.) v Sloveniji. *Gozdarski vestnik*, 68, 9: 403-421.
- Kadunc, A., 2012. Ocena produktijske sposobnosti bukovih rastišč v Sloveniji. V: Bončina, A., (ur.). *Bukovi gozdovi v Sloveniji: ekologija in gospodarjenje*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 91-101.
- Kadunc, A., 2013. Factors Influencing Site Index of Norway Spruce in Slovenia. *Austrian Journal of Forest Science*, Jahrgang 130, Heft 3: 167-186 (v tisku).
- Keller, W., 1978. Einfacher ertragskundlicher Bonitätsschlüssel für Waldbestände in der Schweiz. Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, *Mitteilungen*, Band 54, Heft 1.
- Klopčič, M., Matijašič, D., Bončina, A., 2010. Značilnosti debelinskega priraščanja jelke v Sloveniji, *Gozdarski vestnik*, 68, 4: 203-216.
- Klopčič, M., Poljanec, A., Simončič, T., Ficko, A., Bončina, A., 2012. Strukture in rastne značilnosti bukovih gozdov. V: Bončina A. (ur.). *Bukovi gozdovi v Sloveniji : ekologija in gospodarjenje*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 271-288.
- Knoke, T., Seifert, T., 2008. Integrating selected ecological effects of mixed European beech-Norway spruce stands on bioeconomic modelling. *Ecological Modelling*, 4: 487-498.
- Kohl, M., 1994. Statistisches Design für das zweite Schweizerische Landesforstinventar: Ein Folgeinventurkonzept unter Verwendung von Luftbildern und terrestrischen Aufnahme. *WSL*, 93-97.
- Korsuň, F., 1966. Hmotové a porostní tabulky pro olši. *Lesnický Časopis*, 12, č. 9: 839-856.

- Korsuň, F., 1967. Hmotové a porostní tabulky pro topol. Lesnícky Časopis, 13, č. 11: 977-992.
- Košir, B., 1973. Tekoči prirastek po sestojni strukturi kot osnova za bonitiranje rastišč. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.
- Košir, Ž., 1976. Zasnova uporabe prostora. Gozdarstvo. Vrednotenje gozdnega prostora po varovalnem in lesnoproizvodnem pomenu na osnovi naravnih razmer. Zavod SR Slovenije za družbeno planiranje in Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri Biotehniški fakulteti, Ljubljana.
- Košir, Ž., 1992. Vrednotenje proizvodne sposobnosti gozdnih rastišč in ekološkega značaja fitocenoz. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS, Ljubljana.
- Košir, Ž., 2002. Primerjava relativne bonitete gozdnih rastišč, ugotovljene z rastiščnim koeficientom z njihovo izračunano oz. ocenjeno proizvodno sposobnostjo. Gozdarski vestnik, 60,1: 3-23.
- Kotar, M., 1980. Rast smreke *Picea abies* (L.) Karst. na njenih naravnih rastiščih v Sloveniji. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.
- Kotar, M., 1986. Rastne in razvojne značilnosti bukovih gozdov v Sloveniji. Gozdarski vestnik, 6: 243-252.
- Kotar, M., 1994. Proizvodna sposobnost gozdnih rastišč, ki jih poraščajo smrekovi in bukovi gozdovi ter njihova proizvodna zmogljivost v optimalni razvojni fazi. Zbornik gozdarstva in lesarstva 44: 125-148.
- Kotar, M., 1995. Site productivity on sites overgrown by spruce and beech forests. Lesnictvi-Forestry, 41, 10: 449-461.
- Kotar, M., 1996. Oblikovanje in operacionalizacija metode vrednotenja kmetijskih in gozdarskih zemljišč (vrednotenje gozdnih zemljišč). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.
- Kotar, M., 2002. Spremembe proizvodne sposobnosti bukovih gozdov v Sloveniji v zadnjih desetletjih. Gozdarski vestnik, 60, 4: 170-191.
- Kotar, M., 2005. Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah. ZGDS/ZGS, Ljubljana.
- Kotar, M., Robič, D., 1990. Povezanost proizvodne sposobnosti rastišča z nekaterimi ekološkimi dejavniki. Gozdarski vestnik, 5: 225-243.
- Kotar, M., Robič, D., 2001. Povezanost proizvodne sposobnosti bukovih gozdov v Sloveniji z njihovo floristično sestavo. Gozdarski vestnik, 59, 5-6: 227-247.
- Kovács, F., 1983. A csertőlygállományok fatermése. Erdészeti Kutatások, 75: 179-188.
- Kovács, F., 1986. A mag eredetű kőrisek fatermése. Erdészeti Kutatások, 78: 225-240.
- Kutnar, L., Veselič, Ž., Dakskobler, I., 2011. Členitev gozdov po podobnosti rastlinskih združb za potrebe razvoja gozdov: revizija šifrantov združb in njihova vsebinska uskladitev. Ekspertiza. Ljubljana.
- Kutnar, L., Veselič, Ž., Dakskobler, I., Robič, D., 2012. Tipologija gozdnih rastišč Slovenije na podlagi ekoloških in vegetacijskih razmer za potrebe usmerjanja razvoja gozdov. Gozdarski vestnik, 70, 4: 195-214.
- Landolt, E., 2010. Flora indicativa: ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen (ecological indicator values and biological attributes of the Flora of Switzerland and the Alps). 1. Auflage, Verlag Paul Haupt, Bern, Stuttgart, Wien.
- Lockow, K. W., Lockow, J., 2009. Die Hainbuche im nordostdeutschen Tiefland – Wuchsverhalten und Bewirtschaftungshinweise. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Band 41, 1. Auflage, Eberswalde.
- Mirtič, J., 2011. Rastne značilnosti belega gabra (*Carpinus betulus* L.) na Dolenjskem. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.
- Nagel, J., 1985. Wachstumsmodell für Bergahorn in Schleswig-Holstein. Dissertation. Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen.
- Nord-Larsen, T., 2002. Stand and site productivity response following whole-tree harvesting in early thinnings of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Biomass and Bioenergy, 23: 1-12.
- Palmer, D.J., Höck, B.K., Kimberley, M.O., Watt, M.S., Lowe, D.J., Payn, T.W., 2009. Comparison of spatial prediction techniques for developing *Pinus radiata* productivity surfaces across New Zealand. Forest ecology and Management, 258: 2046-2055.
- Paulsen, J.C., 1795. Kurze praktische Anweisung zum Forstwesen oder Grundsätze über die vorteilhafteste Einrichtung der Forsthaushaltung und über Ausmittelung des Werths vom Forstgrunde besonders auf die Graftschaft Lippe angewendet. Kammerrat Georg Ferdinand Führer, Detmold.
- Poljanec, A., Bončina, A., 2013. Možnosti ocenjevanja produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč s podatki gozdnih inventur. V: Bončina, A. (ur.), Matijašič, D., (ur.). Produkcijska sposobnost gozdnih rastišč v Sloveniji. Zbornik prispevkov, (Gospodarjenje z gozdovi in načrtovanje, 6). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 41-43.
- Poljanec, A., Klopčič, M., Bončina, A., 2012a. A comparison of Silver Fir, European Beech and Norway Spruce tree growth and stand productivity in Dinaric mountain forests. V: Ayan, S., (ur.). 14th international fir symposium 2012, Kastamonu/Turkey. Kastamonu, 17.
- Poljanec, A., Klopčič, M., Bončina, A., 2012b. Individual tree and stand growth of mixed uneven-aged fir-beech-spruce forests. V: Uneven-aged silviculture : optimising timber production, ecosystem services and resilience to climate change : programme & abstracts. Department of Environmental Management, Lincoln University, 38.
- Pressler, M., 1870. Forstliche Ertrags- und Bonitierungstabellen nach Cubicmeter pro Hectar. Baumgartner'sche Buchhandlung, Leipzig.
- Pretzsch, H., 2003a. Diversität und Produktivität von Wäldern. Allgemeine Forst und Jagdzeitung 174, 5-6: 88-98.
- Pretzsch, H., 2003b. The elasticity of growth in pure and mixed stands of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and common beech (*Fagus sylvatica* L.). Journal of Forest Science, 49, 11: 491-501.
- Pretzsch, H., Block, J., Dieler, J., Dong, P., Kohnle, U., Nagel, J., Spellmann, H., Zingg, A., 2010. Comparison between the productivity of pure and mixed stands of Norway spruce and European beech along an ecological gradient. Annals of Forest Science 67, 7: 712-724.

- Pretzsch, H., Schütze, G., 2009. Transgressive overyielding in mixed compared with pure stands of Norway spruce and European beech in Central Europe: evidence on stand level and explanation on individual tree level. *European Journal of Forest Research*, 128: 183-204.
- Seynave, I., Gégout, J.C., Hervé, J.C., Dhôte, J.F., Drapier, J., Bruno, É., Dumé, G., 2005. *Picea abies* site index prediction by environmental factors and understorey vegetation: a two-scale approach based on survey databases. *Canadian Journal of Forest Research*, 35: 1669-1678.
- Simončič, P., Kopal, M., Hladnik, D., Dakskobler, I., Eler, K., Ferlan, M., Levanič, T., Vilhar, U., Kutnar, L., Urbančič, M., 2010. Pomen talnih lastnosti in mikroklimatskih razmer za proizvodno sposobnost jelke na rastiščih dinarskih jelovo bukovih gozdov. Zaključno poročilo projekta v okviru Ciljnega raziskovalnega programa Konkurenčnost Slovenije 2006-2013. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije.
- Skovsgaard, J.P., Vanclay, J.K., 2008. Forest site productivity: a review of the evolution of dendrometric concepts for even-aged stands. *Forestry*, 81, 1, 13-31.
- Skovsgaard, J.P., Vanclay, J.K., 2013. Forest site productivity: spatial and temporal variability in natural site conditions. *Forestry*, 86: 305-315.
- Spiecker, H., Mielikäinen, K., Köhl, M., Skovsgaard, J., (Eds.) 1996. Growth Trends in European Forest. European Forest Institute Research Report No. 5, Springer Berlin – Tokyo.
- Turk, Z., Lipoglavšek, M., 1972. Volumni in težinski delež lubja glede na premer deblovine jelke, smreke in bukve v nekaterih območjih Slovenije. Strokovna in znanstvena dela, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana.
- Uzok, F., Oliver, W., 2006. Individual tree diameter increment model for managed even-aged stands of ponderosa pine throughout the western United States using a multilevel linear mixed effects model. *Forest Ecology and Management*, 256: 438-445.
- Wall, A., Hytönen, J., 2011. The long-term effects of logging residue removal on forest floor nutrient capital, foliar chemistry and growth of a Norway spruce stand. *Biomass and bioenergy*, 35: 3328-3334.
- Weiskittel, A. R., Hann, D. W., Kershaw, jr. J. A., Vanclay, J. K., 2011. *Forest Growth and Yield Modeling*. Wiley-Blackwell.
- Wykoff, W.R., 1990. A basal area increment model for individual conifers in the northern Rocky Mountains. *Forest Science* 36 (4): 1077-1104.
- ZGS, 2012. Podatki o površinah gozdov po gozdnih rastiščnih tipih. Zavod za gozdove Slovenije, baza podatkov, dbf datoteka, stanje za leto 2012.
- Zimšek, M., 2011. Zgradba in rast sestojev črnega bora na strmih, dolomitnih pobočjih v Zasavju. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.

7. Priloge

Priloga A: Viri o produkcijskih sposobnostih gozdnih rastišč (ocenjenih na raziskovalnih ploskvah po metodi rastiščnega indeksa) v Sloveniji

- Bedenik, A., 2009. Produkcijska sposobnost jelovih rastišč v Halozah. Diplomsko delo, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana: 25 str.
- Bovha, J., 2005. Proizvodna sposobnost rastišč bukovih gozdov asociacije *Castaneo-Fagetum* na Kozjanskem. Diplomaska naloga, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana: 180 str.
- Celič, K., 1990. Rast in zgradba hrastovih sestojev ter proizvodna sposobnost rastišč gradna in belega gabra v Suhi krajini. Strokovna naloga, Straža, Novo mesto: 17 str.
- Drašler, A., 1987. Osnovni prirastoslovni kazalci smrekovih gozdov na rastiščih jelovja s praprotni in predalpskega gozda gradna in belega gabra. Diplomaska naloga, UL, BF, Gozdarstvo, Ljubljana: 38 str.
- Držaj, A., 1990. Proizvodne sposobnosti rastišč ter razvoj in zgradba gradnovih sestojev v Beli krajini. Strokovna naloga, Novo mesto: 31 str.
- Gasparič, M., Srnovršnik, A., 1990. Prirastoslovni kazalci jelovo-bukovega gozda na Trnovski planoti. Diplomaska naloga, UL, BF, Gozdarstvo, Ljubljana: 60 str.
- Grecs, Z., 2002. Razširjenost, rastne značilnosti in gojitvene lastnosti pravega kostanja (*Castanea sativa* Mill.) v Sloveniji. Specialistično delo, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana: 145 str.
- Kadunc, A., 2001. Rast, razvoj in zgradba sestojev z gorskim javorjem v Sloveniji. Magistrsko delo, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire, Ljubljana: 114 str.
- Kadunc, A., 2004. Gozdnogospodarski načrt za GE Brezova reber (2005-2014). Zavod za gozdove Slovenije, OE Novo mesto: 102 str.
- Kadunc, A., 2010a. Kakovost, vrednostne značilnosti in produkcijska sposobnost sestojev doba in gradna v Sloveniji. Gozdarski vestnik, 68, 4: 217-226 in 239-240
- Kadunc, A., 2010b. Prirastoslovne značilnosti jelke (*Abies alba* Mill.) v Sloveniji. Gozdarski vestnik, 68, 9: 403-421
- Kopušar, K., Vidovič, J., 2001. Proizvodna sposobnost rastišč bukovih gozdov v Halozah. Diplomsko delo, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana: 84 str.
- Kordež, M., 2013. Rast črnega gabra na Kroparski gori. Diplomsko delo, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana: 20 str.
- Kotar, M., 1980. Rast smreke (*Picea abies* (L.) Karst) na njenih naravnih rastiščih v Sloveniji. Strokovna in znanstvena dela 67, Institut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana: 250 str.
- Kotar, M., 1994. Proizvodna sposobnost gozdnih rastišč, ki jih poraščajo smrekovi in bukovi gozdovi ter njihova proizvodna zmogljivost v optimalni razvojni fazi. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 44: 125-148
- Kotar, M., 1995. Site productivity on sites overgrown by spruce and beech forests. Lesnictvi-Forestry, 41, 10: 449-461
- Kotar, M., 1998. Proizvodna sposobnost visokogorskih in subalpskih gozdnih rastišč ter zgradba njihovih gozdov. V: Diaci, Jurij (ur.). XIX. gozdarski študijski dnevi, [Logarska dolina 26. in 27. marec 1998]. Gorski gozd, Zbornik referatov. Ljubljana, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 109-124
- Kotar, M., Robič, D., 1990. Povezanost proizvodne sposobnosti rastišča z nekaterimi ekološkimi dejavniki. Gozdarski vestnik, 48, 5: 225-243
- Kovač, A., 1999. Proizvodna sposobnost rastišč bukovih gozdov asociacije *Hacquetio-Fagetum* v območju Turja in Gor. Diplomaska naloga, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana: 80 str.
- Krese, A., 2011. Biomasa korenin v bukovih sestojih na dolomitni matični podlagi. Diplomsko delo, Ljubljana, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire: 26 str.
- Martinčič, V., 2008. Zgradba in rast borovih sestojev na strmih prisojnih, dolomitnih pobočjih v pogorju Kuma. Diplomsko delo, Ljubljana, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire: 32 str.
- Meterc, G., 2008. Zgradba in rast bukovih sestojev na rastišču *Isoptero-Fagetum*. Diplomsko delo, Ljubljana, UL, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 103 str.
- Milošević Štukl, D., 2012. Produkcijska sposobnost termofilnih listavcev na Primorskem. Diplomsko delo, Ljubljana, UL, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 49 str.
- Mirtič, J., 2011. Rastne značilnosti belega gabra (*Carpinus betulus* L.) na Dolenjskem. Diplomsko delo, Ljubljana, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire, 24 str.
- Muršič, B., 2005. Proizvodna sposobnost rastišč bukovih gozdov *Vicio oroboidi-Fagetum* in njihova zgradba v Prekmurju. Diplomaska naloga, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana: 56 str.
- Pavec, V., 1984. Proizvodna sposobnost nekaterih bukovih rastišč v TOZD Gozdarstvo Novo mesto. Diplomsko delo, UL, BF, Gozdarstvo, Ljubljana: 61 str.
- Pelhan, E., 1989. Ugotavljanje proizvodne sposobnosti rastišča združbe *Blechno-Fagetum* na Cerkljanskem. Strokovna naloga, Soško gozdno gospodarstvo Tolmin, Idrija: 9 str.
- Perko, F., 1989. Ekološka niša in gospodarski pomen smreke na jelovo-bukovih rastiščih Visokega Krasa. Magistrska naloga, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana: 105 str.
- Pisek, R., 2002. Določanje zgornje višine sestojev za rastišče *Anemone-Fagetum typicum* na Mežakli. Strokovna naloga, Zavod za gozdove Slovenije, OE Bled, Bled: 31 str.
- Sušek, S., 1991. Proizvodna sposobnost in rastne zakonitosti smreke in bukve na severozahodnem delu Pohorja. Diplomaska naloga, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana: 48 str.
- Škufca, N., 2012. Zgradba, rast in produkcijske sposobnosti sestojev cera v Suhi krajini. Diplomsko delo, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire, Ljubljana: 25 str.

- Šmajdek, K., 2001. Vpliv rdečega srca pri bukvi v fitocenozah asociacij *Lamio orvalae-Fagetum*, *Cardamini savensi-Fagetum* na kvaliteto lesa. Diplomsko delo, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire, Ljubljana: 66 str.
- Trošt, I., 1990. Rastne in strukturne zakonitosti gozdov na Nanosu. Diplomska naloga, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana: 54 str.
- Vilhar, Č., 1984. Razvojne zakonitosti rasti bukve (*Fagus sylvatica* L.) v gozdnih sestojih na treh različnih rastiščih. UL, BF, Gozdarstvo, Ljubljana: 99 str.
- Willewaldt, M., 2012. Zgradba in rast sestojev rdečega bora v Zgornjesavski dolini. Diplomsko delo, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana: 35 str.
- Zimšek, M., 2011. Zgradba in rast sestojev črnega bora na strmih, dolomitnih pobočjih v Zasavju. Diplomsko delo, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana: 32 str.
- Zupanič, B., 2001. Proizvodna sposobnost rastišč bukovih gozdov *Castaneo-Fagetum* in *Vicio oroboidi-Fagetum* v Pesniški dolini. Diplomsko delo, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana: 74 str.

672	671	661	651	643	642	641	638	637	636	635	634	633	632	631	623	622	621	612	611	601	600	593	592	591	581
80	45	15	5	15	5	5	1			10	20		2	2	5	10	5	20					3		3
5	45	70	2	30	35	40	2			5	5		2	3									5	5	1
							1								20	55	50								3
2				5						6	10		1		50		25								
7	5	10	5	45	55	50	68	70	75	74	61	85	80	85	5										80
																				7			70	75	75
																			7				7	2	2
																			2			2			
4	4	4	60	3	4	3	5	25	15	2	2	3	5	2						1					
												1		1					5	30	10	2	2	2	3
												1		1					1	2	10	1	1	1	
																						2			3
			20						3			1	5	1			20		25	35	10				1
			10	1	1	2		5	5				2	2					3	5					1
									2			2	1	1					1	5	20				
			3									1							10	5	10	2	2	2	
												1	1	1						10	3				
												1	1	1						3		1			
																			2						
																			1	2					
																			1	2					
							2			1	1														
							15			1		5	1		5		5					2	2	2	2
							2								10	5	10			2	30	7	5	5	4
															5	5	5				5	3	3	3	2
																						1			
2	1	1					4			1	1														
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	101	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Priloga C: Pregled rastiščnih indeksov (SI) vseh analiziranih gozdnih rastiščnih tipov po analiziranih drevesnih vrstah

Gozdni rastiščni tip	SI minimum	SI maksimum	SI ar.sred.	Drevesna vrsta	Ref. starost SI
Vrbovje s topolom	14,2	29,0	23,2	bela vrba	30
Vrbovje s topolom	27,0	41,2	34,7	č.topol	30
Nižinsko črnojelševje	19,7	27,0	23,4	črna jelša	50
Dobovo belogabrovje	30,0	34,0	32,0	beli gaber	100
Dobovje	23,5	23,5	23,5	črna jelša	50
Nižinsko črnojelševje/dobovje	24,2	24,2	24,2	črna jelša	50
Dobovje in dobrovo belogabrovje	25,0	37,0	32,9	dob	100
Dobovo belogabrovje	27,5	27,5	27,5	lipa	100
Dobovo belogabrovje	23,0	33,5	27,3	lipovec	100
Dobovo belogabrovje	27,0	27,0	27,0	ostr.javor	100
Dobovje in dobrovo belogabrovje	24,0	24,0	24,0	smreka	100
Dobovo belogabrovje	33,0	34,0	33,5	veliki jesen	70
Preddinarsko-dinarsko gradnovo belogabrovje	24,0	25,0	24,5	beli gaber	100
Preddinarsko-dinarsko gradnovo belogabrovje	18,5	22,0	20,2	cer	100
Preddinarsko-dinarsko gradnovo belogabrovje	25,0	33,0	28,7	dob	100
Preddinarsko-dinarsko gradnovo belogabrovje	21,4	21,4	21,4	veliki jesen	70
Predalpsko gradnovo belogabrovje	21,0	24,0	22,3	beli gaber	100
Predalpsko gradnovo belogabrovje	29,0	34,0	32,3	smreka	100
Predpanonsko gradnovo belogabrovje	24,0	30,0	26,3	beli gaber	100
Predpanonsko gradnovo belogabrovje	29,3	29,3	29,3	cer	100
Predpanonsko gradnovo belogabrovje	34,1	34,1	34,1	veliki jesen	70
Primorsko belogabrovje in gradnovje	21,0	21,0	21,0	beli gaber	100
Primorsko belogabrovje in gradnovje	24,0	33,0	29,0	graden	100
Primorsko belogabrovje in gradnovje	5,2	5,2	5,2	kraški gaber	40
Primorsko belogabrovje in gradnovje	21,0	21,0	21,0	pravi kostanj	50
Preddinarsko-dinarsko podgorsko bukovje	26,0	32,0	27,7	bukev	100
Preddinarsko-dinarsko podgorsko bukovje	25,0	28,0	26,5	graden	100
Preddinarsko-dinarsko podgorsko bukovje	31,0	31,5	31,3	lipa	100
Preddinarsko-dinarsko podgorsko bukovje	34,0	34,0	34,0	lipovec	100
Preddinarsko-dinarsko podgorsko bukovje	34,0	34,0	34,0	smreka	100
Predalpsko podgorsko bukovje na karbonatih	22,7	31,5	26,3	bukev	100
Predalpsko podgorsko bukovje na karbonatih	22,0	32,0	27,4	gorski javor	100
Predalpsko podgorsko bukovje na karbonatih	31,0	31,0	31,0	graden	100
Predalpsko podgorsko bukovje na karbonatih	30,5	37,0	33,8	lipa	100
Predalpsko podgorsko bukovje na karbonatih	32,0	32,0	32,0	lipovec	100
Predalpsko podgorsko bukovje na karbonatih	30,0	32,0	30,7	ostr.javor	100
Predalpsko podgorsko bukovje na karbonatih	27,8	27,8	27,8	rdeči bor	100
Predalpsko podgorsko bukovje na karbonatih	33,0	33,0	33,0	veliki jesen	70
Gradnovo bukovje na izpranih tleh	24,0	27,0	25,0	beli gaber	100
Gradnovo bukovje na izpranih tleh	26,4	36,0	31,7	bukev	100
Gradnovo bukovje na izpranih tleh	23,2	30,3	27,7	cer	100
Gradnovo bukovje na izpranih tleh	25,0	28,0	26,2	dob	100
Gradnovo bukovje na izpranih tleh	30,0	30,0	30,0	gorski javor	100
Gradnovo bukovje na izpranih tleh	20,0	33,0	27,0	graden	100
Gradnovo bukovje na izpranih tleh	38,0	42,0	40,0	jelka	100
Gradnovo bukovje na izpranih tleh	27,0	34,0	30,3	lipa	100
Gradnovo bukovje na izpranih tleh	35,0	40,0	37,5	lipovec	100
Gradnovo bukovje na izpranih tleh	26,0	35,0	30,5	ostr.javor	100
Gradnovo bukovje na izpranih tleh	36,0	40,0	37,7	smreka	100
Primorsko bukovje na flišu	22,0	32,0	28,0	bukev	100
Primorsko bukovje na flišu	28,5	28,5	28,5	lipovec	100
Primorsko bukovje na flišu	19,5	19,5	19,5	siva jelša	50

Bazoljubno gradnovje	23,4	25,8	24,6	cer	100
Bazoljubno gradnovje	15,0	25,0	20,6	graden	100
Preddinarsko-dinarsko hrastovo črnogabrovje	2,1	5,9	4,8	črni gaber	40
Preddinarsko-dinarsko hrastovo črnogabrovje	2,4	8,9	5,2	puh.hrast	50
Alpsko-predalpsko črnogabrovje in malojesenovje	3,1	8,5	5,8	črni gaber	40
Alpsko-predalpsko črnogabrovje in malojesenovje	7,4	7,4	7,4	puh.hrast	50
Primorsko gradnovje z jesensko vilovino	21,0	22,0	21,3	črni bor	100
Primorsko gradnovje z jesensko vilovino	9,6	15,5	12,7	črni gaber	40
Primorsko gradnovje z jesensko vilovino	17,0	27,0	22,0	graden	100
Primorsko hrastovje in črnogabrovje na apnencu	12,2	18,4	15,7	cer	100
Primorsko hrastovje in črnogabrovje na apnencu	17,0	20,0	18,3	črni bor	100
Primorsko hrastovje in črnogabrovje na apnencu	3,8	12,8	8,2	črni gaber	40
Primorsko hrastovje in črnogabrovje na apnencu	3,5	9,9	5,9	puh.hrast	50
Primorsko hrastovje na flišu in kislejši jerovici	6,0	11,3	8,9	puh.hrast	50
Puhavčevo kraškogabrovje	24,4	27,5	25,9	cer	100
Puhavčevo kraškogabrovje	13,1	13,1	13,1	črni gaber	40
Puhavčevo kraškogabrovje	8,8	9,8	9,3	kraški gaber	40
Puhavčevo kraškogabrovje	11,3	11,3	11,3	puh.hrast	50
Osojno bukovje s kresničevjem	16,0	32,0	25,6	bukev	100
Osojno bukovje s kresničevjem	24,0	28,0	26,0	ostr.javor	100
Osojno bukovje s kresničevjem	41,0	41,0	41,0	smreka	100
Preddinarsko-dinarsko toploljubno bukovje	14,0	30,0	25,0	bukev	100
Preddinarsko-dinarsko toploljubno bukovje	24,0	26,0	24,7	črni bor	100
Preddinarsko-dinarsko toploljubno bukovje	10,7	10,7	10,7	črni gaber	40
Preddinarsko-dinarsko toploljubno bukovje	18,0	18,0	18,0	graden	100
Preddinarsko-dinarsko toploljubno bukovje	6,8	8,1	7,4	puh.hrast	50
Predalpsko-alpsko toploljubno bukovje	24,0	28,0	26,0	bukev	100
Predalpsko-alpsko toploljubno bukovje	7,1	17,2	13,9	črni gaber	40
Predalpsko-alpsko toploljubno bukovje	22,0	22,0	22,0	graden	100
Predalpsko-alpsko toploljubno bukovje	26,0	32,0	27,4	smreka	100
Primorsko bukovje	22,0	26,0	23,6	bukev	100
Primorsko bukovje	20,8	30,9	25,9	cer	100
Primorsko bukovje	10,3	10,3	10,3	črni gaber	40
Primorsko bukovje	16,0	19,0	17,5	graden	100
Podgorsko-gorsko lipovje	10,0	15,5	13,2	črni gaber	40
Podgorsko-gorsko lipovje	22,0	23,0	22,5	lipovec	100
Pobočno velikojesenovje	25,7	28,7	27,6	veliki jesen	70
Gorsko obrežno črnojelševje	20,0	23,5	22,0	črna jelša	50
Gorsko obrežno sivojelševje	13,6	22,0	17,2	siva jelša	50
Gorsko obrežno sivojelševje, črnojelševje in velikojesenovje	28,5	29,7	29,1	veliki jesen	70
Bazoljubno rdečeborovje	23,0	27,0	25,4	črni bor	100
Bazoljubno rdečeborovje	12,0	20,0	16,4	rdeči bor	100
Obrežno rdečeborovje	13,8	22,8	18,3	rdeči bor	100
Bazoljubno črnoborovje	12,0	16,0	14,3	črni bor	100
Bazoljubno črnoborovje	6,0	22,0	12,8	rdeči bor	100
Preddinarsko gorsko bukovje	29,0	38,0	33,7	bukev	100
Preddinarsko gorsko bukovje	26,0	35,0	29,7	gorski javor	100
Preddinarsko gorsko bukovje	31,0	33,0	32,0	graden	100
Preddinarsko gorsko bukovje	40,0	44,0	40,8	jelka	100
Preddinarsko gorsko bukovje	26,5	30,5	28,5	lipovec	100
Preddinarsko gorsko bukovje	23,5	35,0	28,0	ostr.javor	100
Preddinarsko gorsko bukovje	28,0	42,0	33,5	smreka	100
Preddinarsko gorsko bukovje	20,1	27,4	23,8	veliki jesen	70
Predalpsko gorsko bukovje	26,0	34,0	30,9	bukev	100
Predalpsko gorsko bukovje	25,0	25,0	25,0	gorski javor	100
Predalpsko gorsko bukovje	24,5	36,5	31,3	lipa	100
Predalpsko gorsko bukovje	23,0	34,0	28,8	ostr.javor	100
Predalpsko gorsko bukovje	13,8	13,8	13,8	siva jelša	50

Predalpsko gorsko bukovje	34,0	34,0	34,0	smreka	100
Predalpsko gorsko bukovje	24,2	27,5	25,0	veliki jesen	70
Alpsko bukovje s črnim telohom	26,0	32,0	29,0	bukev	100
Alpsko bukovje s črnim telohom	17,8	36,0	27,7	macesen	100
Alpsko bukovje s črnim telohom	14,0	21,0	18,0	rdeči bor	100
Alpsko bukovje s črnim telohom	20,0	38,0	28,2	smreka	100
Alpsko bukovje s snežno belo bekico	14,0	22,0	18,0	bukev	100
Alpsko bukovje s snežno belo bekico	26,0	26,0	26,0	smreka	100
Bukovje s polžarko	16,0	26,0	20,8	bukev	100
Bukovje s polžarko	21,5	28,5	25,1	ostr.javor	100
Bukovje s polžarko	18,6	18,6	18,6	veliki jesen	70
Javorovo bukovje	24,0	28,0	26,0	bukev	100
Bukovje z dlakavim slečem	14,0	26,0	18,7	bukev	100
Dinarsko jelovo bukovje	18,0	34,0	28,6	bukev	100
Predalpsko-dinarsko jelovo bukovje	17,9	24,8	21,9	črni bor	100
Dinarsko jelovo bukovje	19,0	29,0	23,1	gorski javor	100
Dinarsko jelovo bukovje	22,0	38,0	29,0	jelka	100
Dinarsko jelovo bukovje	23,5	30,5	27,9	lipa	100
Dinarsko jelovo bukovje	21,0	28,0	24,3	lipovec	100
Dinarsko jelovo bukovje	19,0	29,0	23,9	ostr.javor	100
Predalpsko-dinarsko jelovo bukovje	18,5	21,5	20,0	rdeči bor	100
Dinarsko jelovo bukovje	26,0	42,0	32,9	smreka	100
Dinarsko jelovo bukovje	18,5	18,5	18,5	veliki jesen	70
Predalpsko-dinarsko jelovo bukovje	17,0	30,9	23,5	bukev	100
Predalpsko-dinarsko jelovo bukovje	18,0	32,0	25,1	jelka	100
Predalpsko-dinarsko jelovo bukovje	21,3	36,6	30,2	smreka	100
Predalpsko jelovo bukovje	24,0	28,0	26,4	bukev	100
Predalpsko jelovo bukovje	18,0	18,0	18,0	gorski javor	100
Predalpsko jelovo bukovje	26,0	30,0	28,4	jelka	100
Predalpsko jelovo bukovje	8,4	40,9	21,9	macesen	100
Predalpsko jelovo bukovje	18,5	38,0	31,4	smreka	100
Gorsko-zgornjegorsko javorovje z brestom	20,0	33,0	28,8	gorski javor	100
Gorsko-zgornjegorsko javorovje z brestom	28,5	28,5	28,5	lipa	100
Gorsko-zgornjegorsko javorovje z brestom	36,5	36,5	36,5	lipovec	100
Gorsko-zgornjegorsko javorovje z brestom	21,0	34,5	28,8	ostr.javor	100
Gorsko-zgornjegorsko javorovje z brestom	27,8	28,1	28,0	veliki jesen	70
Dinarsko jelovje na skalovju	22,0	26,0	23,6	jelka	100
Smrekovje na karbonatnem skalovju	8,5	23,9	13,5	smreka	100
Preddinarsko zgornjegorsko bukovje z zasavsko konopnico	24,0	32,0	28,8	bukev	100
Preddinarsko zgornjegorsko bukovje z zasavsko konopnico	26,0	26,0	26,0	gorski javor	100
Preddinarsko zgornjegorsko bukovje z zasavsko konopnico	27,0	31,0	28,9	ostr.javor	100
Preddinarsko zgornjegorsko bukovje z zasavsko konopnico	24,6	24,6	24,6	veliki jesen	70
Dinarsko zgornjegorsko bukovje s platanolistno zlatico	18,0	20,0	19,6	bukev	100
Predalpsko zgornjegorsko bukovje s platanolistno zlatico	11,0	16,0	13,0	bukev	100
Predalpsko zgornjegorsko bukovje s platanolistno zlatico	16,9	25,0	21,2	macesen	100
Dinarsko podalpinsko bukovje	14,0	20,0	16,4	bukev	100
Planinsko smrekovje na karbonatni podlagi	14,8	28,3	21,1	macesen	100
Planinsko smrekovje na karbonatni podlagi	11,0	32,0	21,9	smreka	100
Dinarsko mraziščno smrekovje	24,0	30,0	27,0	smreka	100
Macesnovje	10,0	26,8	19,2	macesen	100
Macesnovje	16,0	16,0	16,0	smreka	100
Alpsko ruševje	6,8	6,8	6,8	macesen	100
Kisloljubno gradnovno belogabrovje	25,0	26,0	25,3	beli gaber	100

Kisloljubno gradnovo belogabrovje	30,0	38,0	34,3	smreka	100
Kisloljubno gradnovo bukovje	18,3	40,0	30,9	bukev	100
Kisloljubno gradnovo bukovje	24,8	33,3	29,1	cer	100
Kisloljubno gradnovo bukovje	17,0	33,0	26,7	graden	100
Kisloljubno gradnovo bukovje	33,5	33,5	33,5	lipovec	100
Kisloljubno gradnovo bukovje	17,0	17,0	17,0	pravi kostanj	50
Kisloljubno gradnovo bukovje	28,8	34,7	32,0	rdeči bor	100
Kisloljubno gradnovo bukovje	30,0	30,0	30,0	smreka	100
Kisloljubno gradnovo bukovje	32,9	32,9	32,9	veliki jesen	70
Kisloljubno rdečeborovje	27,0	27,0	27,0	rdeči bor	100
Kisloljubno rdečeborovje(sek.)	23,0	31,8	26,4	rdeči bor	100
Kisloljubno bukovje z rebrenjačo	22,0	30,0	26,5	bukev	100
Kisloljubno bukovje z rebrenjačo	22,0	30,0	26,4	jelka	100
Kisloljubno bukovje z rebrenjačo	23,0	23,0	23,0	pravi kostanj	50
Kisloljubno bukovje z rebrenjačo	27,8	27,8	27,8	rdeči bor	100
Kisloljubno bukovje z rebrenjačo	28,0	38,0	34,0	smreka	100
Kisloljubno bukovje z rebrenjačo	23,5	23,5	23,5	veliki jesen	70
Predpanonsko podgorsko bukovje	23,0	38,0	33,0	bukev	100
Predpanonsko podgorsko bukovje	23,5	31,0	27,8	lipa	100
Predpanonsko podgorsko bukovje	30,0	36,0	32,6	lipovec	100
Predpanonsko podgorsko bukovje	24,0	24,0	24,0	ostr.javor	100
Predpanonsko podgorsko bukovje	36,0	36,0	36,0	smreka	100
Predpanonsko podgorsko bukovje	24,7	31,3	27,0	veliki jesen	70
Javorovje s praprotmi	28,0	28,0	28,0	lipovec	100
Javorovje s praprotmi	33,6	33,6	33,6	veliki jesen	70
Jelovje s praprotmi	34,0	42,0	38,3	jelka	100
Jelovje s praprotmi	34,0	42,0	38,1	smreka	100
Jelovje s praprotmi	30,3	30,3	30,3	veliki jesen	70
Jelovje s trikrpim bičnikom	40,0	44,0	41,2	jelka	100
jelovje s trikrpim bičnikom	34,0	34,0	34,0	smreka	100
Kisloljubno gorsko-zgornjegorsko bukovje z belkasto bekico	28,0	34,0	31,2	bukev	100
Kisloljubno gorsko-zgornjegorsko bukovje z belkasto bekico	31,0	31,0	31,0	gorski javor	100
Kisloljubno gorsko-zgornjegorsko bukovje z belkasto bekico	23,0	36,9	31,0	macesen	100
Kisloljubno gorsko-zgornjegorsko bukovje z belkasto bekico	25,0	30,0	27,5	ostr.javor	100
Kisloljubno gorsko-zgornjegorsko bukovje z belkasto bekico	28,0	34,0	30,6	smreka	100
Kisloljubno zgornjegorsko bukovje z zasavsko konopnico	17,1	30,8	24,4	bukev	100
Kisloljubno zgornjegorsko bukovje z zasavsko konopnico	24,0	38,0	29,2	smreka	100
Kisloljubno gorsko jelovje	32,0	36,0	34,8	jelka	100
Kisloljubno gorsko jelovje	32,0	32,0	32,0	smreka	100
Smrekovje s trikrpim bičnikom	12,5	32,0	22,8	smreka	100
Smrekovje s smrečnim resnikom	24,0	32,0	29,4	smreka	100
Zgornjegorsko smrekovje z gozdno bekico	18,3	32,0	25,1	smreka	100
Barjansko smrekovje	6,9	13,0	10,7	smreka	100

Priloga D: Združevanje drevesnih vrst po gozdnih rastiščnih tipih (deleže drevesnih vrst, ocenjene v naravni drevesni sestavi po gozdnih rastiščnih tipih, za katere nismo imeli na voljo ugotovljene produkcijske sposobnosti (MAI_{maks}), smo pridružili rastno oziroma ekološko najbolj podobni vrsti)

Nova šifra	Združevanje drevesnih vrst
511	10% sive vrbe prištel beli vrbi
521	delež p. jesena (4 %), doba (10 %) in veza (4 %) ter čremse (2 %) smo pripisali č. jelši
531	p. jesen (5 %) pripisali v. jesenu; gorski javor (3 %) pripisali ost. javorju; češnjo (1 %) lipi; č. topol (1 %) in b.vrbo (1 %) č. jelši; maklen (3 %), vez (7 %), bukev (2 %) pripisali b. gabru; rdeči bor (1 %) pripisali smreki
541	jelko (2 %), g. javor (4 %), lipovec (5 %), lipo (1 %) in češnjo (3 %) pripisali v. jesenu; graden (45 %) pripisali dobu; maklen (1 %) in bukev (2 %) pa b. gabru
542	vrste (bukev-5 %; v. jesen-5 %, g.javor-5 %; lipovec-10 %, lipo-1 %; češnja-4 %, ost.javor-1 %, dob-2 %, graden-40 %) brez ocenjene produkcije zavzemajo kar 73 %, zato smo polovico tega deleža pripisali b. gabru in polovico smreki
543	g.javor (2 %), lipovec (5 %), češnjo (5 %) smo pripisali v.jesenu; dob (5 %) in graden (30 %) smo pripisali ceru; maklen (3 %), vez (3 %) in čremso (2 %) pa b. gabru
544	v. jesen (10 %), g. javor (2 %), g.brest (2 %), lipovec (10 %), lipo (2 %), češnjo (2 %), ost. javor (1 %) smo pripisali kostanju; dob (10 %) gradnu; maklen (2 %), mali jesen (2 %) in črni gaber (10 %) pa b. gabru
551	jelko (2 %) smo pripisali smreki; v. jesen (4 %), g. javor (4 %), g. brest (1 %) smo pripisali lipovcu; češnjo (5 %) pa lipi; b.gaber (5 %) in maklen (2 %) smo pripisali gradnu
552	smreko (2 %) smo pripisali v. jesenu; g. brest (1 %) smo pripisali g. javorju; češnjo (4 %) smo pripisali lipi; b. gaber (6 %), č. gaber (1 %) in maklen (2 %) smo pripisali gradnu
554	v. jesen (1 %) smo pripisali g. javorju; češnjo (1 %), č.jelšo (1 %) in trepetliko (1 %) smo pripisali lipi; maklen (2 %), brek (1 %), kostanj (3 %) smo pripisali b. gabru
555	v. jesen (6 %), g. javor (5 %), lipo (1 %), češnjo (2 %) in ost. javor (1 %) smo pripisali lipovcu; graden (5 %), b. gaber (10 %), č.gaber (5 %), maklen (2 %), mali jesen (1 %) in kostanj (2 %) smo pripisali bukvi
561	bukev (5 %) smo pripisali gradnu; črni gaber (10 %), mali jesen (5 %) in brek (5 %) pa ceru
562	mali jesen (10 %), cer (4 %), mokovec (1 %) smo pripisali črnemu gabru; ost. javor (1 %), graden (15 %), brek (3 %) pa puhastemu hrastu
563	lipovec (2 %), lipo (2 %), mali jesen (20 %) in mokovec (10 %) smo pripisali črnemu gabru; ost. javor (2 %), graden (3 %) pa puhastemu hrastu
564	lipovec (1 %), mali jesen (15 %) in mokovec (3 %) smo pripisali črnemu gabru; kostanj (4 %) in brek (2 %) smo pripisali gradnu
565	lipo (2 %), mali jesen (20 %) in mokovec (5 %) smo pripisali črnemu gabru; ost. javor (3 %) in graden (5 %) ceru ter trokrpi javor (3 %) puhastemu hrastu
566	graden (5 %), črni gaber (5 %), mali jesen (15 %) in cer (5 %) smo pripisali puhastemu hrastu
567	mali jesen (15 %) smo pripisali črnemu gabru
581	jelko (1 %) smo pripisali smreki; bor (3 %) smo pripisali bukvi; v. jesen (1 %), g.javor (3 %), g. brest (1 %), č. gaber (4 %), mali jesen (2 %) in mokovec (2 %) smo pripisali ost. javorju
591	g. javor (2 %), lipovec (2 %) in ost. javor (1 %) smo pripisali bukvi; topokrpi javor (3 %) smo pripisali gradnu; rdeči bor (5 %) smo pripisali črnemu boru; mali jesen (3 %) in mokovec (2 %) smo pripisali črnemu gabru
592	bor (5 %) smo pripisali smreki; g. javor (2 %), lipovec (2 %) in ost. javor (1 %) smo pripisali bukvi; mali jesen (3 %) in mokovec (2 %) pa črnemu gabru
593	g. javor (2 %), lipovec (2 %) in češnjo (1 %) smo pripisali bukvi; maklen (1 %), kostanj (2 %), puhasti hrast (1 %) in topokrpi javor (2 %) smo pripisali gradnu; mali jesen (3 %), mokovec (2 %) pa smo pripisali črnemu gabru
600	v. jesen (10 %), g. javor (10 %), lipo (20 %) in ost. javor (10 %) smo pripisali lipovcu; beli gaber (3 %), mali jesen (5 %) in mokovec (2 %) smo pripisali črnemu gabru
601	g. javor (30 %), g. brest (5 %), lipovec (5 %), lipo (5 %), češnjo (3 %), ost. javor (2 %), beli gaber (10 %), črni gaber (2 %), maklen (2 %) in oreh (1 %) smo pripisali velikemu jesenu
611	g. javor (5 %), g. brest (3 %), lipovec (10 %), lipo (1 %), ost. javor (1 %) smo pripisali velikemu jesenu; sivo vrbo (5 %) smo pripisali sivi jelši; dob (7 %), maklen (1 %) in čremso (2 %) smo pripisali črni jelši
621	smreko (5 %) smo pripisali črnemu boru; črni gaber (10 %), mali jesen (5 %) in mokovec (5 %) smo pripisali rdečemu boru
622	smreko (10 %), sivo vrbo (10 %), sivo jelšo (15 %), črni gaber (5 %) in mali jesen (5 %) smo pripisali rdečemu boru
623	smreko (5 %), macesen (5 %), črni gaber (10 %), mali jesen (5 %) in mokovec (5 %) smo pripisali črnemu boru
631	g. brest (2 %) in češnjo (1 %) smo pripisali g. javorju; lipo (1 %) lipovcu; beli gaber (1 %) in mokovec (1 %) pa bukvi
632	jelko (2 %) in macesen (1 %) smo pripisali smreki; gorski brest (2 %) gorskemu javorju; češnjo (1 %) lipi; beli gaber (1 %) in črni gaber (1 %) pa bukvi
634	jelko (5 %) smo pripisali smreki; gorski javor (2%), mokovec (1%) in jrebiko (1%) smo pripisali bukvi
635	jelko (5 %) in macesen (6 %) smo pripisali smreki; gorski javor (2 %), črni gaber (1 %), mokovec (1 %) in jrebiko (1 %) smo pripisali bukvi
636	lipo (2 %) smo pripisali velikemu jesenu; gorski javor (15 %) in gorski brest (5 %) smo pripisali ost. javorju
637	gorski javor (25 %) in gorski brest (5 %) smo pripisali bukvi

638	smreko (1 %), jelko (2 %), gorski javor (5 %), črni gaber (15 %), mali jesen (2 %), mokovec (2 %), črni bor (1 %) in jrebiko (4 %) smo pripisali bukvi
641	gorski brest (2 %) smo pripisali gorskemu javorju
642	gorski javor (4 %) in gorski brest (1 %) smo pripisali bukvi
643	gorski brest (1 %) in jrebiko (1 %) smo pripisali gorskemu javorju
651	jelko (2 %) smo pripisali lipovcu; bukev (5 %) in gorski brest (10 %) smo pripisali gorskemu javorju
661	smreko (15 %), bukev (10 %), gorski javor (4 %) in jrebiko (1 %) smo pripisali jelki
671	jelko (45 %), bukev (5 %), gorski javor (4 %) in jrebiko (1 %) smo pripisali smreki
681	jelko (1 %) smo pripisali bukvi; gorski brest (5 %) in lipo (1 %) smo pripisali ost. javorju
682	jelko (2 %), v. jesen (1 %), gorski javor (8 %) in gorski brest (2 %) smo pripisali bukvi
683	smreko (5 %) in jelko (5 %) smo pripisali macesu; gorski javor (4 %) in jrebiko (1 %) smo pripisali bukvi
684	gorski javor (4 %) in jrebiko (1 %) smo pripisali bukvi
691	jelko (10 %), bukev (5 %), gorski javor (1 %) in jrebiko (1 %) smo pripisali smreki
692	jelko (3 %) in jrebiko (2 %) smo pripisali smreki
701	jelko (5 %) smo pripisali smreki; bukev (5 %), mokovec (1 %) in jrebiko (2 %) pa macesu
702	smreko (20 %), jelko (5 %) in jrebiko (5 %) smo pripisali macesu
711	rdeči bor (5 %) smo pripisali smreki; dob (10 %), graden (30 %) in trepetliko (1 %) pa belemu gabru
731	gorski javor (1 %) in češnjo (1 %) smo pripisali velikemu jesenu; beli gaber (7 %) smo pripisali gradnu; trepetliko (1 %) pa kostanju
741	smreko (5 %), graden (7 %), beli gaber (1 %), kostanj (5 %) in trepetliko (2 %) smo pripisali rdečemu boru
751	graden (7 %) in trepetliko (1 %) smo pripisali kostanju
752	gorski javor (2 %) smo pripisali v. jesenu; češnjo (1 %) smo pripisali lipovcu; graden (4 %), beli gaber (6 %), maklen (1 %), kostanj (2 %) in trepetliko (1 %) smo pripisali bukvi
761	bukev (5 %), lipo (1 %), češnjo (1 %) in beli gaber (2 %) smo pripisali lipovcu; gorski javor (45 %) in gorski brest (5 %) pa velikemu jesenu
771	bukev (12 %), gorski javor (2 %), dob (1 %), graden (2 %) in kostanj (1 %) smo pripisali velikemu jesenu
772	bukev (3 %) in gorski javor (2 %) smo pripisali smreki
781	jelko (15 %) smo pripisali smreki
782	jelko (20 %) smo pripisali smreki
791	bukev (10 %) smo pripisali smreki
801	jelko (14 %), bukev (3%) in gorski javor (1%) smo pripisali smreki
802	jelko (5 %) smo pripisali smreki
803	jelko (3 %), bukev (4 %), gorski javor (2 %) in jrebiko (1 %) smo pripisali smreki
811	ni opombe

Priloga E: Prostorski prikaz produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč v Sloveniji

