

Prirastoslovni vidiki načrtovanja donosov

Yield Planning from Forest Growth and Yield Science Aspects

Aleš KADUNC¹

Izveček:

Kadunc, A.: Prirastoslovni vidiki načrtovanja donosov. Gozdarski vestnik, 66/2008, št. 1. V slovenščini, z izvlečkom v angleščini, cit. lit. 21. Prevod avtor, lektura Jana Oštir.

Prispevek obravnava vpliv prirastoslovnih kazalcev na načrtovanje poseka v gozdovih. Na podlagi rezultatov prirastoslovnih raziskav v bukovih sestojih smo poskušali prikazati vlogo pojmov kot so produktijska sposobnost rastišča glede na vrednost (SP_{value}), vrednostni prirastek, volumenski prirastek, izkoriščenost SP_{value} , proizvodna doba in pomladitvena doba pri načrtovanju donosov.

Prikazan je pomen poteka tekočega in povprečnega vrednostnega prirastka za odločanje o uvedbi sestojev v obnovu. Na primeru bukovih sestojev so podane tudi okvirne ekonomske izgube kot posledica zakasnelih ali predčasnih obnov. Nadalje je v prispevku podan vpliv obrestnih mer na donose in kulminacijo bukovih sestojev.

Ključne besede:

načrtovanje donosov, produktijska sposobnost rastišča glede na vrednost (SP_{value}), vrednostni prirastek, volumenski prirastek, izkoriščenost SP_{value} , proizvodna doba, obrestna mera, bukev (*Fagus sylvatica* L.)

Abstract:

Kadunc, A.: Yield Planning from Forest Growth and Yield Science Aspects. Gozdarski vestnik, Vol. 66/2008, No. 1. In Slovene, with abstract in English, lit. quot. 21. Translated into English by the author. English language editing by Jana Oštir.

The article deals with the impact of forest growth and yield indicators on yield planning. On the basis of growth and yield research in beech stands, we tried to present the role in forest yield planning of concepts such as site productivity in terms of value (SP_{value}), value increment, volume increment, exploitation of SP_{value} , rotation period and regeneration period.

The significance of current and mean annual value increment course for decision-making about starting stand regeneration is presented. Economic losses as a result of deferred or premature regeneration are shown in the case of beech stands. The influence of interest rates on yields and culmination times of beech stands is also presented.

Key words:

yield planning, site productivity according to value (SP_{value}), value increment, volume increment, exploitation of SP_{value} , rotation period, interest rate, European beech (*Fagus sylvatica* L.)

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Slovar slovenskega knjižnega jezika pri pojmu donos podaja dve razlagi. Prva donos pojmuje kot pridelek na določenem zemljišču v določenem razdobju, druga pa kot uspeh kake pridobitne dejavnosti v določenem razdobju, izražen v denarju oziroma dohodek (SSKJ 1994).

Donosi iz gozda so sila raznovrstni, najpogosteje pa imamo v mislih predvsem gozdno-lesne sorte. Korektno bi seveda bilo, če bi obravnavali prav vse proizvode oziroma učinke gozdov, katerih posledica so donosi, izraženi bodisi s fizikalnimi količinami ali v denarju. Seveda naleti takšen, celosten pristop na celo vrsto ovir. Veliko gozdnih učinkov in tudi proizvodov (še) ne znamo meriti, kaj šele izraziti v denarju. Nadalje so izredno slabo

poznane interakcije med proizvodi/učinki. Vplivi pospeševanja nekega proizvoda/učinka na ostale proizvode/učinke so večinoma izredno slabo poznani in nepreverjeni.

Iz povedanega sledi, da obravnava donosov gozda lahko (zaenkrat) postreže s konkretnimi analizami le za zelo omejeno število proizvodov/učinkov. Stroka je najdlje seveda prišla pri proučevanju donosov gozdno-lesnih sortimentov. Tudi donosi lova, stelje in še kakšnega proizvoda iz gozda so do neke mere poznani. V precejšnji temi pa zaenkrat tavamo pri proučevanju donosov na podlagi učinkov (učinki varovanja spodaj ležečih objektov in zemljišč, učinki na turistično privlačnost nekega kraja ali regije ipd.). Ob tem se postavlja tudi vprašanje alokacije donosov

¹dr. A. K., Oddelek za gozdarstvo in obn. g. vire, BF, Večna pot 83, 1000 Ljubljana

nekaterih učinkov. So to donosi turističnih podjetij, lastnikov gozdov, rekreativcev, ...? Vprašanja alokacije donosov bodo hitreje rešljiva, ko bomo znali učinke tržiti/denarno izraziti.

V tem prispevku se omejujemo na tradicionalen okvir, t.j. na donose gozdno-lesnih sortimentov. Teh donosov so v prvi vrsti deležni lastniki gozdov, poleg njih pa tudi zaposleni v gozdarsko-lesni verigi in na koncu praktično celotna družba (npr. preko uporabnikov končnih izdelkov, preko manjše porabe fosilnih goriv na račun povečanega obsega ogrevanja z drvmi, ... oziroma v splošnem preko deleža gozdno lesnega kompleksa v BDP in izvozu).

Vprašanja donosov ni modro obravnavati ločeno od vlaganj (stroškov). V nadaljevanju želimo prikazati pomen nekaterih prirastoslovnih kazalcev oziroma pripomočkov z vidika načrtovanja donosov gozdov.

2 PREDMET RAZISKAVE IN METODE DE LA

2 SUBJECT OF RESEARCH AND METHODS OF WORK

V prispevku prikazujemo vpliv nekaterih prirastoslovnih kazalcev na načrtovanje donosov. Večina analiz temelji na bazi podatkov o bukovih sestojih, ki je bila že predstavljena (Kadunc 2006a). Dodatno smo uporabili tudi nekatere izsledke raziskave o plemenitih listavcih (Kadunc 2006b) in raziskav opravljenih za potrebe izdelave gozdnogospodarskega načrta za GE Brezova reber (Kadunc 2004).

Velika večina bukovih sestojev je sodila med najkvalitetnejše upošteva rastišče in gojitveno preteklost. Okrajšave pri stratumih bukovih sestojih so kombinacija tipa podlage (apn = apnec, dol = dolomit, sil = silikat) in bonitete rastišča (npr. apn1 = rastišče na apnecu, kjer je $14 \text{ m} < SI_{100} < 20 \text{ m}$, 2. boniteta je na intervalu $22 \text{ m} < SI_{100} < 26 \text{ m}$, 3. boniteta na intervalu $28 \text{ m} < SI_{100} < 32 \text{ m}$ in četrta

na intervalu $34 \text{ m} < SI_{100} < 38 \text{ m}$).

Za izračunavanje vrednostnih prirastkov bukovih sestojev smo uporabili tri cenike sortimentov (preglednica 1). Cenik 1 je blizu realnosti, cenik 2 izenačuje ceno furnirja s ceno luščenca, ostalo je identično ceniku 1, medtem ko cenik 3 predpostavlja za vse sortimente ceno drv. Pri izračunu stroškov smo upoštevali realne cene storitve sečnje in spravila ter negovalnih del. Obravnane gozdove smo šteli kot ustrezno odprte.

3. REZULTATI

3. RESULTS

3.1 Produkcijska sposobnost rastišč

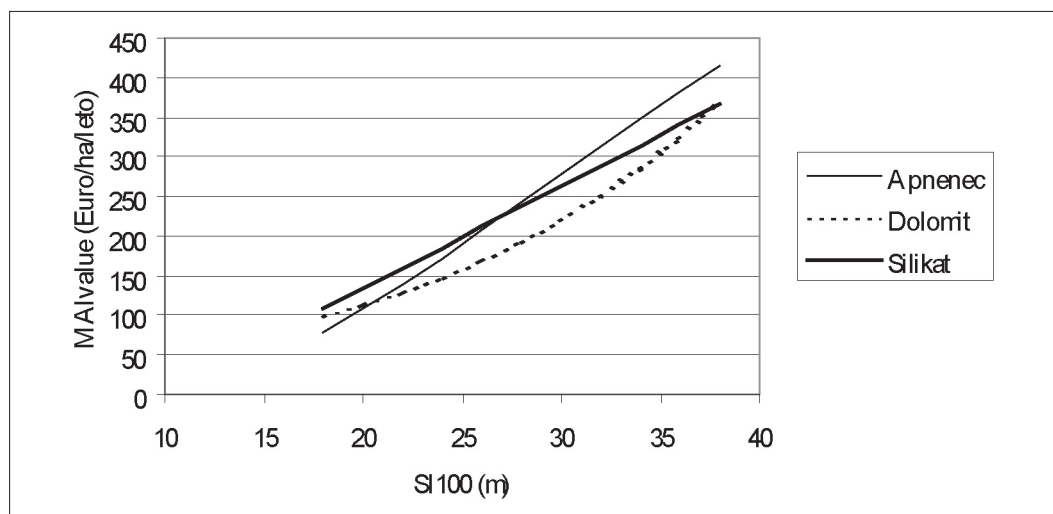
3.1 Site productivity

Produkcijska sposobnost rastišč (SP) je sposobnost tvorbe biomase dane fitocenoze na danem rastišču. Pojem SP sicer obsega celotno produkcijo biomase (neto primarno produkcijo), vendar se običajno omejujemo na nadzemno produkcijo lesa oziroma debeljadi. Takšno lesno produkcijsko sposobnost rastišč definiramo kot tisto maksimalno količino lesa, ki jo trajno dosegamo na danem rastišču z rastišču primernimi drevesnimi vrstami in z rastišču primerno zgradbo sestoja (Kotar 1983, 1984). Iz osnovnega pojma se izpelje tudi pojem produkcijske sposobnosti rastišča glede na vrednost (SP_{VALUE}). Ta je določena kot maksimalen vrednostni donos (izkoristljivega lesa) gozda, ki se lahko trajno dosega na danem rastišču z rastišču primernimi drevesnimi vrstami in z rastišču primerno zgradbo sestoja. Donos je seveda odvisen od sortimentne sestave (ta se ugotovi v najkakovostnejših sestojih), stroškov dela in vlaganj ter od cene sortimentov. SP_{VALUE} je torej s časom precej spremenljiv kazalec. Pomen SP je zelo širok. Z vidika načrtovanja donosov preko SP ugotovimo zgornje meje volumenskih oziroma vrednostnih donosov (potencial gozdov). S pomočjo

Preglednica 1: Uporabljeni ceniki gozdno-lesnih sortimentov bukve (€/m³)

Table 1: Applied price lists of beech assortment classes (€/m³)

Kakovostni razred	Cenik 1	Cenik 2	Cenik 3
Furnir	115,6	74,1	38,1
Luščenec	74,1	74,1	38,1
Hlodi za žago 1. razreda	56,9	56,9	38,1
Hlodi za žago 2. razreda	40,1	40,1	38,1
Hlodi za žago 3. razreda	38,1	38,1	38,1
Drva	38,1	38,1	38,1



Slika 1: Odvisnost MAI_{VALUE} od SI_{100} (Cenik 1)

Figure 1: Dependence of MAI_{VALUE} on SI_{100} (Price list 1)

Apnec: $R^2 = 0,9905$; $MAI_{VALUE} = \exp(7,531 - 57,078/SI_{100})$; $P = 0,005$

Dolomit: $R^2 = 0,9999$; $MAI_{VALUE} = 30,634 * 1,068^{SI_{100}}$; $P = 0,003$

Silikat: $R^2 = 0,9999$; $MAI_{VALUE} = -123,241 + 12,873 SI_{100}$; $P = 0,007$

SP (poleg drugih podatkov) določamo ekonomsko upravičenost vlaganj v gozdove oziroma njihovo prioriteto. Produktivnejša rastišča praviloma opravičujejo višja vlaganja. Zelo pomemben je tudi izpeljan kazalec med dejanskimi donosi (volumenskimi/vrednostnimi) in SP. Govorimo o izkoriščenosti SP. Kjer so odstopanja velika, je potrebno ugotoviti vzroke zanje, posledice odstopanj in pretehtati ukrepe (predčasna pomladitev, smiselnost redčenj, smiselnost tehničnih vlaganj, premena...).

Za neredčene bukove sestoje, kjer smo v okviru obravnavnih rastiščnih enot izbrali v analizo zelo kakovostne sestoje (po kakovosti so sodili okvirno v zgornjih 10 % za dano rastiščno enoto, najmanj 90. centil torej), smo ugotovili tesno povezanost med povprečnim starostnim vrednostnim prirastkom sestojev (MAI_{VALUE} je v takih primerih korektna ocena za SP_{VALUE}) in boniteto rastišča (SI_{100}) po podlagah (slika 1). Najpočasneje narašča MAI_{VALUE} na dolomitni podlagi. Za redčene sestoje je trenutno na voljo premalo analiziranih rastišč.

3.2 Vrednostni prirastek

3.2 Value increment

V primeru dominantnih drevesnih vrst je v ospredju zanimanja sestojni vrednostni prirastek, v primeru primešanih oziroma manjšinskih vrst pa vrednostni

prirastek drevesa. Za optimalne odločitve je načeloma potrebno poznati povprečni starostni prirastek, praviloma pa se ustrezne ugotovitve da razbrati tudi iz poteka tekočega prirastka za nekaj desetletjih v času zrelosti sestojev oziroma dreves.

Najprimernejši čas za obnovo je v času kulminacije povprečnega vrednostnega prirastka (MAI_{VALUE}), če sestoj dosega SP_{VALUE} . Odmiki od kulminacije pomenijo nižje finančne donose. V praksi se v državnih gozdovih z obnovo praviloma odlašča, v zasebnih gozdovih pa so odmiki v obe smeri. Marsikdaj lastniki predčasno uvedejo sestoje v obnovo, pogosto pa tudi kasnije. V ilustracijo podajamo zmanjšanja donosov s podaljševanjem proizvodne dobe preko kulminacije za bukove sestoje (preglednica 2). Pri stratumih je podana tudi velikost povprečnega vrednostnega prirastka sestoja ob upoštevanju aktualnih cen lesa (Kadunc 2006a).

S predolgim odlašanjem poseka visokokakovostnih dreves manjšinskih drevesnih vrst lahko prav tako (relativno) veliko izgubimo (preglednica 3). V oklepajih pri drevesnih vrstah so zapisane vrednosti dreves v času kulminacije.

Poleg odlašanja pa lahko dosežemo nižje donose tudi s predčasnim posekom oziroma predčasno obnovo (preglednica 4).

Preglednica 2: Zmanjšanje donosa zaradi podaljševanja proizvodne dobe v €/ha v času proizvodne dobe (Cenik 1, obrestna mera 2 %)

Table 2: Yield reduction as a result of deferred regeneration in €/ha for the length of the rotation period (Price list 1, interest rate 2 %)

Stratum	Odmik od kulminacije povprečnega sestojnega vrednostnega prirastka			
	10 let	20 let	30 let	40 let
apn1 (78 €/ha/leto)	– ^a	–	–	–
apn2 (181 €/ha/leto)	225 (110) ^b	729 (120)	1.511 (130)	2.643 (140)
apn3 (253 €/ha/leto)	424 (120)	1.192 (130)	2.306 (140)	3.759 (150)
apn4 (403 €/ha/leto)	1.304 (90)	2.987 (100)	4.982 (110)	7.226 (120)
dol1 (100 €/ha/leto)	–	–	–	–
dol2 (147 €/ha/leto)	11 (150)	122 (160)	–	–
dol3in4 (250 €/ha/leto)	281 (120)	861 (130)	1.706 (140)	2.816 (150)
sil1in2 (161 €/ha/leto)	160 (160)	–	–	–
sil3 (262 €/ha/leto)	172 (100)	616 (110)	1.100 (120)	1.720 (130)
sil4 (341 €/ha/leto)	1.268 (100)	2.743 (110)	4.372 (130)	6.150 (130)
apn3redc (404 €/ha/leto)	3.652 (120)	3.474 (130)	2.960 (140)	1.907 (150)
apn4redc (482 €/ha/leto)	3.565 (90)	10.889 (100)	11.840 (110)	12.276 (120)

^a Poteka vrednostnega prirastka v tem obdobju ne poznamo. Gre pa za silno majhna odstopanja.

^b Proizvodna doba.

Preglednica 3: Zmanjšanje donosa pri posameznem visokokakovostnem drevju zaradi podaljševanja proizvodne dobe v €/drevo v času sečne zrelosti drevesa (podana v oklepajih)

Table 3: Yield reduction for individual high quality trees as a result of prolonged rotation period in €/tree at the time of harvest maturity of the tree (given in brackets)

Drevesna vrsta	Odmik od kulminacije povprečnega sestojnega vrednostnega prirastka			
	10 let	20 let	30 let	40 let
gorski javor – manj produktivna rastišča (412,5 €/drevo v 150 letih)	0,5 (160)	7,0 (170)	–	–
gorski javor – produktivnejša rastišča (401,0 €/drevo v 100 letih)	4,1 (110)	30,5 (120)	84,6 (130)	171,7 (140)
ostrolistni javor (233,1 €/drevo v 90 letih)	4,9 (100)	18,2 (110)	40,4 (120)	71,0 (130)
veliki jesen (94,5 €/drevo v 50 letih)	5,7 (60)	13,2 (70)	22,6 (80)	33,9 (90)
divja češnja (273,5 €/drevo v 50 letih)	82,6 (60)	165,2 (70)	247,9 (80)	330,5 (90)

3.3 Izkoriščenost produktivne sposobnosti rastišča glede na vrednost (SP_{VALUE})

3.3 Exploitation of site productivity according to value (SP_{VALUE})

V obdobju, ko tekoči vrednostni prirastek (CAI_{VALUE}) sestojna seka nivo SP_{value} , je najprimernejši čas za obnovo sestojna (Bachmann 1968). CAI_{VALUE} je v grobem odvisen od tekočega volumenskega prirastka in vrednostne strukture sestojna.

Na podlagi podatkov za bukove sestoje smo zmodelirali potreben (bruto) tekoči prirastek na ha pri treh različnih gostotah izbrancev (drevje z vsaj enim, praviloma prvim, hlodom kakovosti F ali L) na ha (preglednica 5), da tekoči vrednostni prirastek sestojna še dosega SP_{VALUE} . Dodati je potrebno, da že majhna primes visokokakovostnih osebkov (gorskega in ostrolistnega) javorja, divje češnje in nekaterih drugih vrst, lahko zelo dvigne CAI_{VALUE} . Vendar je pri tem tudi SP_{VALUE} višja.

Preglednica 4: Zmanjšanje donosa v sestojih oziroma pri posameznem visokokakovostnem drevju zaradi prezgodnjih sečenj (v €/ha za bukovе sestoje oziroma v €/drevo za plemenite listavce v času proizvodne dobe; za bukev cenik 1, obrestna mera 2 %)

Table 4: Yield reduction in stands or for individual high quality trees as a result of premature regeneration (in €/ha or in €/tree for the length of the rotation period; for beech price list 1, interest rate 2%)

Stratum (optimalna proizvodna doba)	Predčasno uvajanje v obnovo oziroma predčasen posek		
	10 let	20 let	30 let
apn1 (160)	20 (150)	35 (140)	99 (130)
apn2 (100)	132 (90)	551 (80)	1.207 (70)
dol1 (160)	422 (150)	828 (140)	1.273 (130)
dol2 (140)	82 (130)	353 (120)	721 (110)
sil1in2 (150)	49 (140)	163 (130)	503 (120)
apn3redc (110)	8.479 (100)	11.472 (90)	13.601 (80)
gorski javor – manj produktivna rastišča	4,4 (140)	12,6 (130)	23,7 (120)
gorski javor – produktivnejša rastišča	12,8 (90)	37,1 (80)	67,5 (70)
ostrolistni javor	2,6 (80)	11,2 (70)	–
veliki jesen	–	–	–
divja češnja	–	–	–

Preglednica 5: Potreben bruto tekoči prirastek pri različnih gostotah izbrancev

Table 5: Required gross current annual increment for different crop tree densities

Stratum	Izredno visoka gostota izbrancev		Gostota izbrancev v najkakovostnejših, nenegovanih sestojih ^a		Nizka gostota izbrancev	
	F+L dr./ha	CAI (m ³ /ha)	F+L dr./ha	CAI (m ³ /ha)	F+L dr./ha	CAI (m ³ /ha)
apn1	5	3,3	2	3,3	0	3,3
apn2	30	6,3	20	6,5	10	6,8
apn3	90	7,5	60	8,0	30	8,6
apn4	130	10,8	100	11,5	50	12,9
dol1	75	3,5	50	3,7	25	3,9
dol2	80	4,7	55	5,0	30	5,2
dol3in4	90	7,4	60	8,0	30	8,6
sil1in2	80	5,0	55	5,3	30	5,6
sil3	130	6,6	100	7,2	50	8,2
sil4	130	9,1	100	9,7	50	11,0
apn3redc	140	8,5	110	9,2	55	10,8
apn4redc	140	11,0	110	11,8	55	13,4

^a Gostota izbrancev v zelo kakovostnih sestojih, ki pa niso bili negovani. Za stratuma redčenih sestojev velja, da gre za sestoje, negovane po starosti 40 let.

3.4 Vpliv volumenske rasti na potek

MAI_{VALUE} 3.4 The influence of volume growth on

MAI_{VALUE}

Z različnimi scenariji cen sortimentov smo preverjali vpliv volumenske rasti na čas kulminacije vrednostnega prirastka (preglednica 6). V neredčenih sestojih se pro-

izvodna doba ne spremeni bistveno pri scenarijih cen, ki ne stimulirajo proizvodnje lesa najvišje kakovosti. V redčenih sestojih se proizvodna doba podaljša, saj se relativni pomen glavnega donosa zmanjša. Poveča se pomen (pozitivnih, obrestovanje!) redčenj, saj pri njih igra kakovost lesa mnogo manjši pomen. Se pa seveda postavlja vprašanje smiselnosti le-teh, če povečana kakovost izbrancev ne dosega stimulativnih

Preglednica 6 Vpliv scenarijev cen na čas kulminacije MAI_{VALUE} (obrestna mera 2 %)

Table 6: The influence of price scenarios on MAI_{VALUE} culmination time (interest rate 2 %)

Stratum	Cenik 1	Cenik 2	Cenik 3
apn1	160+	160+	140
apn2	100	100	120
apn3	110	110	100
apn4	80	80	80
dol1	160+	160+	160+
dol2	140	140	110
dol3in4	110	110	110
sillin2	150	150	130
sil3	90	130	90
sil4	90	90	90
apn3redc	110 (404 €/ha/leto)	150 (391 €/ha/leto)	150 (311 €/ha/leto)
apn4redc	80 (482 €/ha/leto)	150 (439 €/ha/leto)	150 (343 €/ha/leto)

cen. Očitno je tudi, da MAI_{VALUE} pade. Opozoriti je potrebno, da je pri vseh scenarijih cena drv enaka in je dovolj visoka, da je že redčenje 40 let starih sestojev pozitivno. Pri neredčenih sestojih smo predpostavili, da nam v življenjski dobi sestoj po naravni poti odmre približno 30 % produkcije, v redčenih pa na mortaliteto odpade le 10 % produkcije.

3.5 Pomen vmesnih donosov (redčenj)

3.5 The significance of intermediate yields (thinnings)

Preizkusili smo osem modelov, da bi ugotovili ekonomsko vlogo redčenj (preglednica 7). Redčenja imajo namreč v tem pogledu dvojen vpliv. Eno je, da predstavljajo predčasne donose in drugo, da povečujejo delež lesa višje kakovosti na preostalem sestoju. Prvi model je osnovni model po ceniku 1. Model 1a predpostavlja, da smo z nego uspeli zagotoviti 5 % delež visokokakovostnih osebkov gorskega javorja v sestoju (vrednostni prirastek javorjev smo povzeli po Kadunc 2006b). Model 1b predpostavlja takšen delež visokokakovostnega gorskega javorja, da MAI_{VALUE} preseže model 5. Naslednji (drugi) model predpostavlja, da je ves les iz redčenj kakovosti drv, kakovost drevja posekanega pri glavnem donosu pa je identična kakovosti pri prvem modelu. Tretji model predpostavlja, da je celotna količina poseka tako končnega kot redčenj kakovosti drv (cenik 3). Četrty model pa predpostavlja za celotno kakovost lesa iz redčenj kakovost drv, kakovost drevja posekanega pri pomladitvenih sečnjah pa je enaka kakovosti lesa, ki napade pri pomladitvenih sečnjah neredčenih

sestojev (apn3 in apn4). Peti model predpostavlja pri redčenjih samo drva, pri pomladitvenih sečnjah kakovost neredčenih sestojev in nič predkomercialne nege. Šesti model predpostavlja kakovost drv tako v redčenjih kot pri pomladitvenih sečnjah in ne vključuje predkomercialne nege. Sedmi model je hipotetične narave, predpostavlja isto kakovost redčenj in kakovost pomladitvenih sečenj kot model 1, vendar ne vključuje predkomercialne nege. Za primerjavo je dodan še učinek gospodarjenja v primerljivih neredčenih sestojih (apn3 in apn4).

Kot vidimo, so razlike med prvim in drugim modelom zanemarljive. Model tri in štiri dosegata bistveno slabše rezultate v daljši proizvodni dobi. Iz tega sledi, da na končen rezultat ne vpliva kaj dosti kakovost lesa iz redčenj, pač pa kakšno kakovost dosega preostalo drevje (višje vrednosti MAI_{VALUE} pri modelu 1 in 2 glede na 4. model). Najboljši rezultat dosega sedmi model (hipotetičen, vprašljivo je, da je kakovost lesa tako visoka ob neizvajanju predkomercialne nege). Sledi 5. model, kar pomeni, da kljub neizvajanju predkomercialne nege in ob redčenjih, ko napadejo zgolj drva, dosežemo boljši rezultat kot pri modelu 1 (predkomercialna nega, pri redčenjih več sortimentov, boljši sortimentni sestav pomladitvenih sečenj). To kaže na to, kakšen strošek predstavlja predkomercialna nega pri 2 % obrestni meri. Celo 6. model, ki predpostavlja za celoten posek kakovost drv, presega 1. model (»klasično« gospodarjenje). Primerjani sistem brez redčenj (apn3 in apn4) se odreže tako slabo iz dveh razlogov. Prvič, z neizvajanjem redčenj precej lesa odmre pred pomladitvenimi sečnjami (cca. 30 % skupne produkcije v življenjski dobi). Drugič,

pozitivni donosi redčenj so absolutno gledano majhni, vendar se z več desetletnim obrestovanjem njihova postavka v bilanci močno poveča. Omeniti je potrebno, da se proizvodna doba pri modelih 3-7 v primerjavi z modeli 1, 1a, 1b, 2 in neredčenim sestojem podaljša.

Morda je že na tem mestu smiselno poudariti, da modeli kažejo, kako racionalni moramo biti pri (predkomercialni) negi, ki naj se omejuje le na ukrepanje z jasnimi učinki.

Preglednica 7: Pomen redčenj po različnih scenarijih (obrestna mera 2 %)

Table 7: The significance of thinnings for different scenarios (interest rate 2%)

Model	MAI _{VALUE} (€/ha/leto)	
	apn3redc	apn4redc
1 (100 % bukev)	404	482
1a (5 % g. javorja)	450	533
1b (14 oz. 11 % g. javorja)	533	595
2	396	482
3	311	343
4	370	408
5	524	595
6	465	530
7	545	627
Neredčen sestoj apn3/apn4	253	403

3.6 Jakost in pogostost redčenj

3.6 Thinning regime

V sestoju se z redčenjem vrnemo, ko se v krošnjah izbrancev ponovno vzpostavi konkurenca. Pojem konkurenca je dokaj relativen. Pretzsch (2002) navaja,

Preglednica 8: Pogostost vračanja z redčenji v bukovih sestojih glede na razvoj zgornje višine

Table 8: Thinning frequency in beech stands in relation to top height development

Redčenje	Pričetek pri 5 m, nato na vsake 3 m viš. rasti			Pričetek pri 5 m, nato na vsakih 5 m viš. rasti		
	SI ₁₀₀ = 24 m	SI ₁₀₀ = 30 m	SI ₁₀₀ = 36 m	SI ₁₀₀ = 24 m	SI ₁₀₀ = 30 m	SI ₁₀₀ = 36 m
1.	pri 22. letih	pri 17. letih	pri 14. letih	pri 22. letih	pri 17. letih	pri 14. letih
2.	čez 6 let	čez 4 let	čez 3 let	čez 11 let	čez 7 let	čez 5 let
3.	8	5	4	16	10	7
4.	10	6	4	24	15	10
5.	12	8	5	35	21	14
6.	15	9	6	53	30	19
7.	20	12	8	-	-	-
8.	25	14	9	-	-	-
9.	31	18	11	-	-	-

da smreka prenese veliko večje prekrivanje s strani bukke kot s strani smreke in analogno velja za bukeve, težje se prenaša istovrstno konkurenco. Ne glede na to, so že relativno zgodaj zaznali povezavo med razvojem zgornje višine in širjenjem krošnje (Abetz 1975). Priporočila so različna. Na 3-5 m višinskega prirastka zgornje višine se ponovi redčenje (e. g. Abetz 1975, Pretzsch 2001, Kotar 2005). Za primer bukovih sestojev smo razvoj zgornje višine povzeli (preglednica 8) po prilagojenih slovaških tablicah (Halaj et al. 1987, cit. po Kotar 2003). Očitno je, da so naša ukrepanja vsako desetletje izredno slaba šablona. Glede na izkušnje je redčenje na vsakih 5 m prirastka premalo pogosto.

Tesno v povezavi s pogostostjo redčenj je jakost redčenj. Jakost redčenj je odvisna od gostote izbrancev, njihove sproščenosti (jakosti konkurenca), od drevesne vrste, rastišča, starosti sestoja in ciljev gospodarjenja.

Če so cilji gospodarjenja izraženi z najvišjimi (volumenskimi) donosi na račun proizvodnje gozdno-lesnih sortimentov, potem lahko v čistih sestojih (bukovi ali smrekovi) odstranimo v času življenjske dobe sestoja 40 % produkcije lesa (Pretzsch 2003b). V mešanih sestojih bukke in smreke lahko gostoto sestoja zmanjšamo na le 40 % gostote sestoja neredčenega sestoja in volumenski prirastek ne bo padel (ibid.).

Pretzsch (2005) ugotavlja, da bukev doseže največje volumenske donose pri nekoliko nižji gostoti od naravne (negospodarjeni sestoji). Preseganje donosov pri nižji gostoti od naravne (maksimalne) je večje v mlajših sestojih (do srednje kvadratičnega premera 30-40 cm) in na produktivnejših rastiščih. Pri smreki redčeni sestoji presegajo neredčene nekako do premera 20-30 cm, na zelo produktivnih rastiščih je preseganje manjše.

Preglednica 9: Okvirna jakost redčenj (v % lesne zaloge) po razvojnih fazah

Table 9: Thinning intensity of orientation (in % of growing stock) by developmental phases

Razvojna faza	Bukov sestoj	Smrekov sestoj
Tanjši drogovnjak	15-20	15-20
Močnejši drogovnjak	20-30	20
(Tanjši) debeljak – svetlitveno redčenje	20-25	15-20

Vpliv jakosti redčenj na vrednostni prirastek je težje podati. Če so donosi redčenj na meji pozitivnosti, je jakost zaradi koncentracije sečenj smiselno povečati. V primeru izredno nizke rentabilnosti se je praviloma smiselno omejiti na najnujnejše ukrepanje (nižja jakost).

Jakost redčenj v naših solidno negovanih bukovih sestojih na dobrih do odličnih rastiščih (300-600 m nadmorske višine), ki zagotavlja sproščenost izbrancev, je odvisna od predhodne negovanosti sestoja (preglednica 9). V tanjših drogovnjakih, ki smo jih predhodno negovali, jakosti niso visoke (Kadunc 2004). V večini naših tanjših drogovnjakov je potrebna višja jakost (slabša negovanost sestojev). Vendar je z vidika mehanske stabilnosti višjo jakost redčenja v primeru zelo vitkih sestojev (zlasti na rizičnih lokacijah) smiselno nadomestiti s pogostejšimi vračnanji ob nižjih jakostih. Nasprotno je v debeljkih potrebna nižja jakost redčenj kot je navedena v preglednici 9. Saj ni smiselno sproščati drevje povprečne ali celo podpovprečne kakovosti. V smrekovih sestojih na njenih naravnih (altimontanskih) rastiščih je potrebna nižja jakost. Krošnje so ozke, majhna primes ostalih vrst, majhno variiranje v kakovosti debel, šibki volumenski odzivi izbrancev na sprostitvev krošenj.

3.7 Vpliv obrestnih mer

3.7 The influence of interest rates

Višje obrestne mere v redčenih oziroma negovanih sestojih praviloma znižujejo optimalno proizvodno dobo (Kadunc 2006a).

Na dobrih do odlično produktivnih rastiščih z apnenčasto matično podlago se MAI_{VALUE} pri različnih obrestnih merah zmerno spreminja, močno

pa upade pri 4 % obrestni meri (preglednica 10). Proizvodna doba se v okviru teh izračunov praktično ni spreminjala, za stratum apn3redc znaša 110 in za stratum apn4redc 80 let.

3.8 Pomladitvena doba

3.8 Regeneration period

Z oziroma na to, da je bil pomen proizvodne dobe in ciljnega premera nedavno dovolj podrobno prikazan (Kadunc 2006a, 2006b), se na tem mestu omejujemo le na pomen pomladitvene dobe.

Danes se pogosto napačno razume pomladitveno dobo kot nadaljevanje proizvodne dobe. Kotar (1988) jasno opredeli pomladitveno dobo kot del proizvodne dobe. Ena najpomembnejših značilnosti pomladitvene dobe je njena dolžina. Na naših rastiščih bukve v kolinskem, podgorskem in tudi gorskem pasu je od dolžine pomladitvene dobe zelo odvisna drevesna sestava nastajajočega sestoja (preglednica 11). Očitno je, da se z močnimi sečnjami in s krajšimi pomladitvenimi dobami precej poveča pestrost drevesne sestave (GGN GE Brezova reber 2005). Celo v sestojih starih 70 let se nahajajo breze, trepetlike in druge vrste, ki zahtevajo več svetlobe. Poudarjamo, da so analize izvedene v gozdovih, kjer divjad ne izvaja silno močne selekcije pri pomladku. Gre za sestoje na nadmorski višini 300-600 m, na rastiščih *Hedero-Fagetum* in *Lamio orvalae-Fagetum*. Zanimivo je, da imamo celo v nasadih iglavcev večjo pestrost kot v mladovjih bukve, ki so izšla iz 20-30 letnih pomladitvenih dob. Nasade so pač osnovali na večjih površinah, kamor so se nasemenile številne drevesne vrste in ob nedoslednem čiščenju nasadov v precejšnjem deležu obstale.

Preglednica 10: MAI_{VALUE} pri različnih obrestnih merah (cenik 1)

Table 10: MAI_{VALUE} by different interest rates (price list 1)

Stratum	Obrestna mera				
	0 %	1 %	2 %	3 %	4 %
apn3redc (€/ha/leto)	372 (92 %)	391 (97 %)	404 (100 %)	424 (105 %)	256 (63 %)
apn4redc (€/ha/leto)	505 (105 %)	499 (104 %)	482 (100 %)	441 (91 %)	355 (74 %)

Preglednica 11: Drevesna sestava pri različno dolgih pomladitvenih dobah

Table 11: Tree composition for different lengths of regeneration periods

Razvojna faza/starost	Dolžina poml. dobe (leta)	% primešanih vrst v LZ (brez bukve, smreke, jelke)	Št. primešanih vrst
deb./drog./70 let	5-6	8	11
t. drog./30 let	30	4	4
t. deb./60 let/nasad!	< 10	10	6
deb./drog./60 let/nasad!	< 10	12	5
deb./70 let	5-6	9	8
m. drog./60 let	5-6	10	11
t.drog./45 let	15	5	3
gošča/letvenjak/15 let	25 (20)	5	1

4 RAZPRAVA 4 DISCUSSION

Načrtovanje donosov v veliki meri temelji na vrednostnem priraščanju dreves in sestojev. Vrednostno priraščanje je tudi pod velikim vplivom obrestnih mer, kar bi se pri gospodarjenju z gozdom moralo upoštevati. Katere obrestne mere so relevantne, je eno težjih vprašanj. Razpon sega od ničelnih do 10 % obrestnih mer (Brukas et al. 2001). Precej smiselna se zdi raba realnih obrestnih mer, ki jih dosegajo dolgoročne obveznice oziroma sorodni vrednostni papirji (Moog in Borchert 2001). V Nemčiji je za obdobje približno 40-ih let povprečna realna obrestna mera takšnih papirjev znašala 4,2 % (ibid.).

Vrednostno priraščanje je v pomembni meri odvisno od volumenskega. V tej študiji smo poskušali predstaviti pomen nekaterih prirastoslovnih kazalcev na smotrno načrtovanje donosov. Primeri večinoma temelje na raziskavah čistih (bukovih) sestojev, rast in donos sestojev pa se lahko zelo spremeni, če gre za mešane in ne čiste sestoje (e. g. Pretzsch 2003a, Knoke et al. 2005, Knoke in Seifert 2007). Kombinacije različnih drevesnih vrst (npr. vrst s zgodnjo in poznejšo kulminacijo) lahko vodijo do 30 % višje učinkovitosti izrabe virov, in nasprotno v primeru antagonističnih učinkov do 30 % zmanjšanja produkcije (Pretzsch 2003a). Tudi vrednostni donosi mešanih sestojev smreke in bukve, ob upoštevanju različnih stopenj tveganj glede stabilnosti sestojev presegajo donose čistih sestojev omenjenih drevesnih vrst (Knoke in Seifert 2007).

Opustitev (predkomercialne) nege v bukovih sestojih lahko vodi do višjih povprečnih vrednostnih prirastkov upoštevaje samo lesnoproizvodno funkcijo (pri ničelni obrestni meri so višji donosi v sestojih s predkomercialno nego). Gledano širše imamo s predkomercialno nego, premišljeno načrtovano in

korektno izvedeno, mnogo večje možnosti doseganja večje pestrosti v drevesni sestavi. Večja pestrost v drevesni sestavi ima vrsto ugodnih učinkov na ekološke in socialne funkcije gozdov, s povečevanjem deleža ekonomsko zanimivih vrst (javor, češnja, smreka,...) pa lahko stroške nege - vsaj do neke mere, če ne v celoti - povrnemo. Poleg tega lahko nega izboljšuje tudi mehansko stabilnost sestoja preko »stabiliziranja« dimenzijskega razmerja dreves. Dejstvo pa je, da morajo biti negovalni ukrepi skrbno pretehtani in kakovostno izvedeni. Ekonomsko gledano je predkomercialna nega zelo vprašljiva v čistih bukovih mladovjih, kjer praktično ni primesi drugih drevesnih vrst. Večjo primes v mladovjih bukve moramo zagotoviti z ustrežno tehniko obnove (praviloma z večjimi pomladitvenimi površinami in v krajših obdobjih). V prispevku smo prikazali le rezultate v bukovih sestojih in jih ne moremo posploševati na sestoje, kjer dominirajo druge drevesne vrste. V smrekovih, hrastovih, borovih in drugih sestojih so zadeve drugačne, verjetno pa je tam, kjer so majhne razlike v kakovosti dominantnih dreves (npr. smrekovi nasadi v nižini in sredogorju, borovi sestoji) ali kjer krošnje ne reagirajo na dodajanje ravnega prostora in sestoji niso mehansko labilni, potrebna majhna intenziteta nege in redčenja. Izredno velik vpliv na pomen in utemeljenost nege oziroma redčenja ima cena drv, celuloznega, brusnega lesa oziroma cena tanjših sortimentov ter stroški dela. Do neke mere lahko izvedbo redčenja prilagajamo tržnih razmeram (večji obseg pri višjih cenah in obratno). Takšna prožnost nedvomno zelo popravi ekonomski rezultat. Verjetne rezerve pri (predkomercialni) negi so tudi manj šablonska izvedba, z orientacijo na najnujnejše ukrepe in dodelava ter posodabljanje »ohlapnih« normativov.

Pri načrtovanju donosov pogosto pozabljamo na pomen tehničnih vlaganj. Slednja povečujejo

vrednostne prirastke sestojev, hkrati pa odprte oziroma bolj odprte gozdove obremenijo z dodatnim vložkom, ki ga je potrebno obremeniti. Gradnja cest lahko hektar gozda obremeni z nekaj 100 do 1.000 in več evri, gradnja vlak pa z nekaj 100 evri. Pri okvirnih povprečnih vrednostnih prirastkih odprtih bukovih sestojev 150-500 €/ha/leto to pomeni, da se s sečnjami blizu tekočih prirastkov najkasneje v nekaj letih lahko povrne tehnični vložek (skupaj z obrestmi). V primeru nizkih jakosti sečenj in slabe sortimentne strukture pa precej kasneje. Pri daljši amortizacijski dobi se povečuje breme obresti.

Slovensko gozdarstvo ni od včeraj. Ima dolgo tradicijo načrtovanja donosov. V preteklem pol stoletja dolgem obdobju smo imeli sistem, kjer smo gozdarji precej suvereno odločali o obnovah (in tudi redčenjih ter negi) ne glede na lastništvo. Obseg obnov je regulirala predvsem skrb za trajnost. V mislih smo imeli trajno zagotavljanje lesne surovine za območno, deloma tudi republiško raven. Ta surovina naj bi trajno vzdrževala delovna mesta v gozdarstvu, lesarstvu, papirni industriji in še kje. Danes v času zmerno liberalno pojmovanega lastništva (lastnina nima absolutnega značaja, vseeno pa se sme razpolaganje z lastnino omejevati v najmanjši možni meri in na podlagi skrajno resnih in pomembnih argumentov) in vseh globalizacijskih tokovih se je potrebno vprašati, če lastnika še zmerom lahko omejujemo pri možnem poseku, zlasti pri obsegu in dinamiki obnov (hipotetično imejmo v mislih lastnika vseh gozdov določenega gospodarskega razreda v območju). Če v glavnini njegovih sestojev vrednostni prirastek upada, zakaj naj bi lastnik izgubljal dohodek na račun zagotavljanja trajnosti v območju. Je mar dolžan skrbeti za »območno« lesno industrijo ali kurjavo »območnega« prebivalstva? Mu pripada odškodnina, ker izgublja na račun širše skupnosti? Kdo naj bi izgubo poravnal, porabniki, javen denar? Kaj pa če bi imeli za kombinacije drevesnih vrst in rastiščnih enot (stratumi, gospodarski razredi) predpisane minimalne prsne premere dominantnih dreves (izbrancev), nad temi premeri pa bi se lastnik lahko odločil ali pa ne za obnovo? Pri jakosti in dinamiki ter prostorskem razporedu pomladitvenih sečenj (in do neke mere pri tehnični dela) bi pa bil dolžan upoštevati navodila oziroma odkazilo delavcev javne gozdarske službe! Pod vtisom globalizacijskih procesov je potrebno dodati, da pri čedalje bolj sproščenem pretoku blaga, s tem tudi lesa, naše reguliranje trajnosti »območni« industriji ne pomaga prav veliko. Če

gre les čez mejo, vloga zagotavljanja delovnih mest v »domačem« okolju odpade.

Dejstvo je, da smo pri načrtovanju donosov pretogi, velikokrat prezadržani (boječi), razmere na trgu niso spremljane in so praviloma prezrte. Žal lahko zapišemo, da donose načrtujemo praviloma brez resnih, celostnih podlag.

Nizko načrtovane donose (posek, etat, možni posek) se je v preteklosti pogosto opravičevalo z porušenim razmerjem razvojnih faz ali z devastiranimi gozdovi. Več desetletna akumulacija in sodobnejše inventurne metode danes prikazujejo bistveno »polnejše« gozdove. Zato danes stara opravičila za nizko načrtovanje donosov ne zaležejo več, so pa pri roki habitati, voda, rekreacijska privlačnost gozdov itd.

Koncept »ekonomsko ambicioznega« gospodarjenja z visokimi donosi je apriori označen za »habitatom (nelesnim vlogam) manj naklonjenega«. Vendar temu ni nujno tako. Z neposeganjem v ekocelice, ki so v veliki meri lahko gojitvene jalove celice, s prioritetai pomladitvenih sečenj (srednje debelo drevje ima veliko ekonomsko vrednost in trenutno relativno majhno habitatno, pogosto velja za zelo debelo drevje ravno nasprotno), s puščanjem manj kvalitetnega drevja, opuščanjem poseka na slabo dostopnih sečiščih z nizko koncentracijo oziroma kakovostjo drevja primernega za posek. Ambiciozno gospodarjenje lahko vodi tudi k večji pestrosti (krajše, intenzivnejše pomladitvene dobe), večjemu deležu odpornih (mlajših, mešanih sestojev) gozdov in je predvsem bolj »izbirčno«. Gojitvena in tehnična vlaganja se skrbno pretehta, kar pomeni, da se v določene sestoje z nego, redčenji ali infrastrukturo ne posega oziroma se izvede le nujen obseg del.

Precejšen del predstavljenih rezultatov temelji na določenih predpostavkah o razvoju sestoj, stroških dela in cenah sortimentov za obdobje do 150 let in celo več. Zato so številne predpostavke dvomljive, vendar boljnih metod, kot je izdelava posameznih scenarijev razvoja, zaenkrat ne poznamo. Nadalje se je potrebno zavedati, da dobljeni rezultati veljajo le – če predpostavke držijo – v okviru območja in predpostavk raziskave.

5 POVZETEK

6 SUMMARY

Načrtovanje donosov je odgovorna in zahtevna naloga. Zanašanje na šablone, stare izkušnje, intuicijo oziroma delati po liniji najmanjšega odpora lahko

vodi do slabih rezultatov tako z ekonomskega kot tudi z okoljskega vidika. Za optimalno odločanje je potrebno stalno preverjanje predpostavk, pretehtano zbiranje podatkov, poglobljena analiza le-teh in vizija ter smelost. Pogosto nam zmanjka prav slednje.

Na primeru bukovih sestojev, čistih in s primesjo plemenitih listavcev smo prikazali pomen prirastoslovnih kazalcev oziroma vloge ukrepanja v gozdovih.

Za neredčene bukove sestoje smo ugotovili tesno povezanost med povprečnim starostnim vrednostnim prirastkom sestojev (MAI_{VALUE}) je v takih primerih korektna ocena za SP_{VALUE}) in boniteto rastišča (SI_{100}) po podlagah. Najpočasneje narašča MAI_{VALUE} na dolomitni podlagi.

Najprimernejši čas za obnovo je v času kulminacije povprečnega vrednostnega prirastka (MAI_{VALUE}), če sestoj dosega SP_{VALUE} . Odmiki od kulminacije pomenijo nižje finančne donose. Večji kot so odmiki, večje so finančne izgube.

V prispevku je podan tudi potreben bruto tekoči volumenski prirastek sestoya pri določeni gostoti kakovostnih dreves, ki je potreben, da sestoj vsaj s tekočim vrednostnim prirastkom seka SP_{VALUE} .

V neredčenih sestojih se proizvodna doba ne spremeni bistveno pri scenarijih cen, ki ne stimulirajo proizvodnje lesa najvišje kakovosti. V redčenih sestojih se proizvodna doba podaljša, saj se relativni pomen glavnega donosa zmanjša. Poveča se pomen (pozitivnih, obrestovanje!) redčenj, saj pri njih igra kakovost lesa mnogo manjši pomen.

Predkomercialna nega je velik strošek in mora biti izvedena izredno premišljeno, da je ekonomsko opravičljiva. Njen ekonomski doprinos je predvsem v uravnavanju drevesne sestave.

Pogostost redčenj moramo izvajati časovno prilagodljivo. Desetletnih vračanj se je le redko smiselno posluževati. Jakost redčenj mora slediti gostoti izbrancev in stopnji konkurence ter razvojni stopnji sestoya.

Povprečni vrednostni prirastek redčenih sestojev se pri variiranju (realnih) obrestnih mer med 0 in 3 % spreminja zmerno, pri 4 % pa močno upade.

Ena najpomembnejših značilnosti pomladitvene dobe je njena dolžina. Za velik del naših rastišč (nižinski, kolinski, submontanski in montanski pas) velja, da se z močnimi sečnjami in s krajšimi pomladitvenimi dobami precej poveča pestrost drevesne sestave.

Precejšen del predstavljenih rezultatov temelji na določenih predpostavkah o razvoju sestoya, stroških

del in cenah sortimentov za obdobje do 150 let in celo več. Zato so številne predpostavke dvomljive, vendar boljnih metod, kot je izdelava posameznih scenarijev razvoja zaenkrat ne poznamo. Nadalje se je potrebno zavedati, da dobljeni rezultati veljajo le – če predpostavke držijo – v okviru območja in predpostavk raziskave.

6 VIRI

6 REFERENCES

- ABETZ, P., 1975. Eine Entscheidungshilfe für die Durchforstung von Fichtenbeständen. AFZ, 30, 33/34: 666-667
- BACHMANN, P., 1968. Untersuchungen zur Wahl des Verjüngungszeitpunktes im Waldbau. Diss., ETH Zürich, Bühler Buchdruck, 112 s.
- BRUKAS, V., JELLESMARK THORSEN, B., HELLES, F., TARP, P., 2001. Discount rate and harvest policy: implications for Baltic forestry. Forest Policy and Economics, 2: 143-156
- Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Brezova reber, Zavod za gozdove Slovenije, OE Novo mesto, Novo mesto, 2005, 102 s.
- KADUNC, A., 2004. Neobjavljeno gradivo za Gozdnogospodarski načrt za GGE Brezova reber (2005-2014), Zavod za gozdove Slovenije, OE Novo mesto
- KADUNC, A., 2006a. Kakovost in vrednost okroglega lesa bukve (*Fagus sylvatica* L.) s posebnim ozirom na pojav rdečega srca. Gozdarski vestnik, 64, 9, s. 355-376
- KADUNC, A., 2006b. Kakovost in vrednost okroglega lesa plemenitih listavcev. Gozdarski vestnik, 64, 9, s. 377-392
- KNOKE, T., STIMM, B., AMMER, C., MOOG, M., 2005. Mixed forests reconsidered: A forest economics contribution on an ecological concept. Forest ecology and management, 213: 102-116
- KNOKE, T., SEIFERT T., 2007. Integrating selected ecological effects of mixed European beech-Norway spruce stands in bioeconomic modelling. Ecological Modelling, Article in press, No. of Pages 12, doi: 10.1016/j.ecolmodel.2007.08.011
- KOTAR, M., 1983. Ugotavljanje proizvodnih sposobnosti gozdnih rastišč in njihove izkriščenosti. Gozdarski vestnik, 41, 3, s. 97-109
- KOTAR, M., 1984. Prirastoslovne osnove kot pripomoček pri načrtovanju gospodarjenja z gozdovi. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 24, s. 1-20
- KOTAR, M., 1988. Pomen pomladitvene dobe pri

- načrtovanju gospodarjenja z gozdovi. Gozdarski vestnik, 46: 112-123
- KOTAR, M.(Ur.), 2003. Gozdarski priročnik, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana, 414 s.
- KOTAR, M., 2005. Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah. ZGDS/ZGS, Ljubljana, 500 s.
- MOOG, M., BORCHERT, H., 2001. Increasing rotation periods during a time of decreasing profitability of forestry – a paradox? Forest Policy and Economics, 2: 101-116
- PRETZSCH, H., 2001. Modellierung des Waldwachstums. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin-Wien, 341 s.
- PRETZSCH, H., 2002. Grundlagen der Waldwachstumsforschung. Blackwell Verlag, Berlin-Wien, 414 s.
- PRETZSCH, H., 2003a. Diversität und Produktivität von Wäldern. Allg. Forst-Jagdztg, 174: 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., 2005. Stand density and growth of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.): evidence from long-term experimental plots. European Journal of Forest Research, 124: 193-205
- Slovar slovenskega knjižnega jezika. 1994. DZS, Ljubljana, 1714 s.