

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN
OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Uroš VIDMAR

**PRODUKCIJA VEJEVJA V BUKOVIH SESTOJIH NA
KARBONATNI MATIČNI PODLAGI**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2012

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Uroš VIDMAR

**PRODUKCIJA VEJEVJA V BUKOVIH SESTOJIH NA
KARBONATNI MATIČNI PODLAGI**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

**THE PRODUCTION OF BRANCHES IN EUROPEAN BEECH STAND
ON CARBONATE BEDROCK**

B. Sc. Thesis
Profesional Study Programmes

Ljubljana, 2012

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega strokovnega študija gozdarstva na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete v Ljubljani. Vse meritve so bile opravljene v GGO Novo mesto KE Straža.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 20. 12. 2010 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Aleša Kadunca.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Uroš Vidmar

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA (KDI)

ŠD	Dv1
DK	GDK 537:176.1Fagus sylvatica(043.2)=163.6
KG	vejevja/deblovina/debeljad/suha masa/volumen/Fagus sylvatica
KK	
AV	VIDMAR, Uroš
SA	KADUNC, Aleš (mentor),
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2012
IN	PRODUKCIJA VEJEVJA V BUKOVIH SESTOJIH NA KARBONATNI MATIČNI PODLAGI
TD	Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja)
OP	IX, 24 str., 8 pregl., 8 sl., 1 pril., 26 vir.
IJ	sl
Jl	sl/en
AI	

Pomen poznavanja celotne produkcije gozdnih ekosistemov oziroma gozdnega drevja se povečuje. Namen pričujoče naloge je ugotoviti in proučiti odvisnost količine vejevja v enomernih bukovih sestojih na karbonatni matični podlagi od prsnega premera (debeline) dreves in od dimenzij ter utesnjenosti krošnje. Terenski del naloge se je izpeljalo na roškem masivu, v gozdnogospodarski enoti Soteska. V vzorec se je zajelo drevje različnih debelin, različno velikih oziroma utesnjenih krošenj. Vsem izbranim drevesom smo izmerili prsni premer ter ocenili socialni status, velikost in utesnjenost krošnje ter zabeležili morebiten pojav večvrhatosti (razsohlosti). Nato se je drevje posekalo in ob tem izvedlo debelno analizo. Sledilo je tehtanje vejevja. Rezultati študije kažejo, da suha masa vejevja zavzema okvirno 6-20 % v nadzemni drevesni masi. Zelo podobne deleže dosega volumen vejevja. Obe količini – suha masa in volumen – vejevja se povečujeta z debelino drevesa. Drobnejše veje (premer do 3 cm) prevladujejo nekje do 45 cm prsnega premera. Bivariatne analize so pokazale, da masa vejevja narašča v odvisnosti od prsnega premera, višine drevesa, starosti, deleža krošnje, premera krošnje in deblovine drevesa. Prav tako je količina vejevja večja pri večvrhatem drevju primerljivih debelin. Pri okularno ocenjeni utesnjenosti krošnje nismo potrdili vpliva na količino vejevja.

KEY WORDS DOCUMENTATION (KWD)

DN Dv1
DC GDK 537:176.1Fagus sylvatica(043.2)=163.6
CX branches/stemwood/usable timber/dry mass/volume/Fagus sylvatica
CC
AU VIDMAR, Uroš
AA KADUNC, Aleš (supervisor),
PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of forestry and renewable forest resources
PY 2012
TI THE PRODUCTION OF BRANCHES IN EUROPEAN BEECH STAND ON CARBONATE BEDROCK
DT B. Sc. Thesis, (Professional Study Programmes)
NO IX, 24 p., 8 tab., 8 fig., 1 ann., 26ref.
LA sl
AL sl/en
AB

The meaning of total forest ecosystem production or of total tree production increases. The aim of this work is to establish and to analyse the dependency of branches quantity in even-aged beech stands on carbonate bedrock on diameter at breast height and on dimension of crowns. Field work was carried out on massif of Rog, in forest management unit Soteska. Trees of different thickness and of different crowns were sampled. For all the trees diameter at breast height was measured and the social status and crown characteristics were visually estimated. After that, the trees were cut and stem analyses were performed. That was followed by branch weighing. The results show, that dry mass of branches accounts 6-20% of above ground dendromass. Similar shares are achieved by branch volume. Both quantities – dry mass and volume – increases with increasing tree thickness. Twigs (thinner branches with diameter up to 3cm) prevail by trees with diameter at breast height below 45 cm. Bivariate analyses show, that branch dry mass increases with diameter at breast height, tree height, age, crown share, crown diameter and stemwood. The quantity of branches is higher at forked trees of similar thickness, as well. For visually estimated crown isolation the influence on branch quantity was not confirmed.

KAZALO

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA (KDI)	III
KEY WORDS DOCUMENTATION (KWD)	IV
KAZALO	V
KAZALO PREGLEDNIC	VI
KAZALO SLIK	VII
KAZALO PRILOG	VIII
1 UVOD	9
2 NAMEN NALOGE	10
3 OBJEKT RAZISKAVE	10
3.1 LEGA IN RASTIŠČNE ZNAČILNOSTI	10
4 METODE DELA	13
4.1 IZBOR DREVES ZA ANALIZO	13
4.2 MERITVE DREVES	13
4.3 MERITVE VEJEVINE	14
4.4 IZRAČUNI.....	15
4.5 OBDELAVA PODATKOV	16
5 REZULTATI	18
5.1 SUHA MASA IN VOLUMEN VEJEVJA, VRHAČA, DEBLOVINE IN DEBELJADI.....	18
5.2 ODVISNOST SUHE MASE OZIROMA VOLUMNA VEJEVJA OD DREVESNIH ZNAČILNOSTI	20
6 RAZPRAVA	27
7 POVZETEK	29
VIRI	31
ZAHVALA	34
PRILOGE	35

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:Lestvice socialnega razred, velikosti in utesnjenosti krošenj (Assmann, 1961).....	14
Preglednica 2:Preizkušene funkcije v odnosu med količinami vejevja in drevesnimi značilnostmi.....	17
Preglednica 3:Suha masa deblovine, debeljadi in vejevja po debelinskih stopnjah (v t/drevo)	18
Preglednica 4:Volumen deblovine, debeljadi in vejevja po debelinskih stopnjah (v m ³ /drevo)	19
Preglednica 5:Delež vejevja in deblovine v drevesni masi	19
Preglednica 6:Delež vejevja in deblovine v drevesnem volumnu.....	20
Preglednica 7:Povezanost (linearna) suhe mase oziroma volumna vejevja s drevesnimi značilnostmi.....	21
Preglednica 8:Značilnost razlik v suhi masi (oziroma volumna) vejevja glede na večrhatost, prisotnost srca, velikost in utesnjenost krošnje ob izključitvi vpliva prsnega premera (vrednosti v preglednici so stopnje tveganja)	22

KAZALO SLIK

Slika 1:Gozdnogospodarska enota Soteska z vrisanimi odseki, kjer smo izvedli meritve..	10
Slika 2:Odvisnost suhe mase vej (t/drevo) od prsnega premera.....	22
Slika 3:Odvisnost volumna vej (m ³ /drevo) od prsnega premera	23
Slika 4:Odvisnost suhe mase vej (t/drevo) od višine drevesa	24
Slika 5:Odvisnost suhe mase vej (t/drevo) od starosti drevesa	24
Slika 6:Odvisnost suhe mase vej (t/drevo) od deleža krošnje	25
Slika 7:Odvisnost suhe mase vej (t/drevo) od premera krošnje	26
Slika 8:Odvisnost suhe mase vej (t/drevo) od deblovine drevesa	26

KAZALO PRILOG

Priloga A: Regresijski parametri po slikah.....	35
-------------------------------------------------	----

1 UVOD

Slovenija je dežela gozdov, saj pokrivajo 58,5 % njene površine (Gozdnogospodarski načrt ..., 2011). To Slovenijo uvršča med najbolj gozdnate države v Evropi. Poleg visoke gozdnatosti naše gozdove zaznamuje tudi relativno visoka lesna zaloga, ki po ocenah za leto 2010 znaša 310 m³/ha (Gozdnogospodarski načrt ..., 2011).

Pri poseku se evidentira oziroma upošteva bruto debeljad posekanih (odkazanih) dreves, pri izrabi posekanih dreves pa pogosto prihaja tudi do izrabe drugih delov drevesa (vrhač, vejevina), ki v bruto debeljadi niso zajeti (Krajnc in Piškur, 2006).

V zadnjem obdobju narašča pomen ugotavljanja vseh delov produkcije gozdov, med njimi zlasti nadzemnih komponent (Zianis in sod., 2005). Razlogov je več. Eden je, da je za celovito upravljanje gozdnih ekosistemov pomembno poznavanje vseh komponent gozda. Naslednji razlog so mednarodna usklajevanja glede ponorov in izpustov CO₂ oziroma usklajevanja o bilanci toplogrednih plinov. Dodatno pa so določene komponente primarne produkcije gozdov, kot npr. vejevina, zanimive z vidika pridobivanja dodatnih količin lesa, zlasti v energetske namene.

V Sloveniji so študije količin biomase in produkcije nedebelnih delov dreves redke (Čokl, 1957, Čokl, 1981, Kobal in sod., 2012) tako, da problematika še zdaleč ni zadovoljivo obdelana.

Ker je količina in produkcija vejevja zlasti pri listavcih slabo raziskana, sem se odločil, da s pomočjo diplomske naloge izboljšamo naše znanje o količini vejevja v bukovih sestojih na karbonatni matični podlagi. Na tej podlagi bo načrtovanje potenciala biomase v gozdovih in poznavanje posameznih komponent neto primarne produkcije nekoliko napredovalo.

2 NAMEN NALOGE

Namen pričujoče diplomske naloge je ugotoviti in proučiti odvisnost količine vejevja v enomernih bukovih sestojih na karbonatni matični podlagi od prsnega premera (debeline) dreves in od dimenzij ter utesnjenosti krošnje. Nadalje nameravamo tudi ugotoviti razmerje med volumnom vejevja in debeljadjo drevesa.

3 OBJEKT RAZISKAVE

3.1 LEGA IN RASTIŠČNE ZNAČILNOSTI

Raziskovalna naloga je bila zasnovana v novomeškem gozdnogospodarskem območju (GGO), v gozdnogospodarski enoti (GGE) Soteska in sicer v odsekih 1b, 30b in 32b. Enota Soteska se nahaja na skrajnem severovzhodnem delu roške planote in se razteza na nadmorskih višinah od 170 m ob reki Krki do 910 m na vrhu Pečke. Prevladujejo severovzhodne in deloma severozahodne lege. Orografsko močno izstopa celoten greben roške planote z vrhovoma Pečke (910 m) in Kočevske gore – Sveti Peter (888 m) (Gozdnogospodarski načrt ..., 2004).



Slika 1:Gozdnogospodarska enota Soteska z vrisanimi odseki, kjer smo izvedli meritve

Celotna površina enote znaša 1928 ha, gozdnatost pa dosega 99 %. Vsi gozdovi so v državni lasti. Ob denacionalizaciji sprememb lastništva v tej enoti ni bilo (Gozdnogospodarski načrt ..., 2004).

Povprečna lesna zaloga iglavcev znaša 162,8 m³/ha, listavcev pa 218,3 m³/ha. V lesni zalogi prevladuje bukev 52,1 %, sledijo ji smreka 24 %, jelka 18,3 %, plemeniti listavci 4,8 % in ostale drevesne vrste 1% (Gozdnogospodarski načrt ..., 2004).

V enoti prevladujejo večnamenski gozdovi. V gozdove s posebnim namenom, kjer ukrepi niso dovoljeni, so uvrščeni gozdovi rezervata Pečke. Prevladujejo bukovi gozdovi (46 %), sledijo jim gozdovi bukve in jelke (21 %) ter gozdovi bukve in smreke (14 %). Vsi ostali tipi predstavljajo 18 % gozdov. V enoti prevladujeta združbi *Lamio orvalae-Fagetum* var. *geogr. Dentaria polyphyllos* – gozd bukve z deveterolistno mlajo (44,4 %) in *Omphalodo-Fagetum* (40,8 %) (Gozdnogospodarski načrt ..., 2004).

GGE Soteska leži na robu območja zmerno celinskega podnebja osrednje Slovenije, blizu zmerno celinskega podnebja zahodne in južne Slovenije. Povprečna količina padavin v spodnjem delu enote je 1300-1400 mm, v pretežnem zgornjem delu enote pa 1400-1500 mm. Povprečna letna temperatura se giblje od 6 do 8 °C. Vegetacijska doba traja od sredine aprila pa do sredine oktobra, v višjih ležečih predelih je krajša (Gozdnogospodarski načrt ..., 2004).

Matična podlaga enote je zelo homogena. Predstavljajo jo sivi gosti apnenci z vložki zrnatega dolomita ter sivi in beli plastoviti apnenci, ki so nastali v geološki dobi krede. Le majhen del tik ob reki Krki predstavljajo aluvialni nanosi. Na apnencu so nastala rjava pokarbonatna in humozna tla. V vrtačah so to praviloma globoka tla, na pobočjih srednje globoka in žepasta, po grebenih, vrhovih in na najstrmejših delih pa plitva, skeletna in humozna. Ravno obratno kot se globina tal z naklonom manjša, se skalovitost večja (Gozdnogospodarski načrt ..., 2004).

Bukve, ki so bile predmet raziskave, sem izbral v odsekih 1b, 30b in 32b. Gre za produktivna bukova rastišča s SI₁₀₀ med 30 in 33 m. Krajevno ime odseka 1b je Pri Laščah. Površina odseka znaša 8,81 ha. Prevladuje drogovnjak bukve, sledita še letvenjak bukve in drogovnjak smreke in bukve. Gozdni združbi v odseku sta *Lamio orvalae-Fagetum* (staro

ime *Enneaphyllo-Fagetum*) in *Hedero-Fagetum* (staro ime *Quercu-Fagetum*) (Gozdnogospodarski načrt ..., 2004).

Površina odseka 30b znaša 13,23 ha. Krajevno ime odseka je Oražem. Prevladuje debeljak bukve (47 %), sledijo še pomlajenec bukve, letvenjak bukve, debeljak smreke in bukve ter drogovnjak smreke in bukve. Največji delež je bukve (64 %), sledijo smreka (23 %) ter jelka (7%) in gorski javor (7 %). Z 99 % prevladuje gozdna združba *Lamio orvalae-Fagetum* (*Enneaphyllo-Fagetum*) (Gozdnogospodarski načrt ..., 2004).

Odsek 32b ima površino 10,44 ha, njegovo krajevno ime pa je Pri studencu. Prevladuje drogovnjak bukve (84 %), ter debeljak bukve in smreke (16 %). Zastopanost drevesnih vrst v tem odseku je pestra. Največji delež je bukve 73 %, smreke 18 %, jelke 6 %, češnja 1 %, graden 1 % in gorski javor 1 %. Prevladuje gozdna združba *Lamio orvalae-Fagetum* (78 %) ter *Omphalodo-Fagetum asaretosum* (22 %) (Gozdnogospodarski načrt ..., 2004).

4 METODE DELA

4.1 IZBOR DREVES ZA ANALIZO

Za potrebe naloge smo želeli izbrati drevje različnih debelin, različno velikih oziroma utesnjenih krošenj. Znotraj debelinskega razpona smo drevje izbirali v vzorec do določene kvote. Po dvajset smo jih izbrali v tanjšem drogovnjaku (drevje 3. in 4. debelinske stopnje), in sicer v odseku 1b. Nato smo odšli v odsek 32b, kjer prevladujeta močnejši drogovnjak in debeljak. V tem odseku smo v vzorec zajeli srednje debelo drevje (6., 7. in 8. debelinska stopnja). Na koncu je bilo potrebno določiti še 20 dreves v debeljaku s prsnim premerom okoli 50 cm. Tukaj je bilo z določitvijo teh osebkov za posek malo težav, ker tako velikega števila ustreznih debelih bukev ni bilo odkazanih. Tako sem v odseku 32b določil le 10 dreves za posek, ostalih 10 bukev pa sem izbral v odseku 30b. V vsaki razvojni fazi sem določil 20 dreves za posek (od tega 10 dreves z relativno velikimi krošnjami in 10 dreves z relativno majhnimi krošnjami), kar skupaj znese 60 dreves.

4.2 MERITVE DREVES

Izbrana drevesa sem označil z zaporednimi številkami od 1 do 20 v vsaki od razvojnih faz. Še pred posekom sem izbranim stoječim drevesom določil oziroma izmeril prsni premer, socialni razred (5-stopenjska Kraftova lestvica povzeta iz Assmanna (1961), velikost krošnje (Assmann, 1961) in utesnjenost krošnje (Assmann, 1961) (preglednica1), ter zabeležil ali so drevesa enovrhata ali večvrhata. Nadalje sem od središča drevesa z metrom na decimeter natančno izmeril projekcijo (tloris) krošnje v smereh sever, zahod, jug in zahod. Prsni premer sem meril na prsni višini 1.3 m od tal z merilnim trakom na 0,1 cm natančno (pi-meter).

Preglednica 1: Lestvice socialnega razred, velikosti in utesnjenosti krošenj (Assmann, 1961)

Razred	Socialni razred	Velikost krošnje	Utesnjenost krošnje
1.	nadvladajoča drevesa	krošnja je izredno velika	drevo je popolnoma sproščeno
2.	vladajoča drevesa	krošnja je normalno velika in simetrična	drevo je v dotiku s krošnjami sosednjih dreves na 1/4 površine krošnje
3.	sovladajoča drevesa	krošnja je normalno velika in asimetrična	drevo je v dotiku s krošnjami sosednjih dreves na 2/4 površine krošnje
4.	obvladana drevesa	krošnja je premajhna	drevo je v dotiku s krošnjami sosednjih dreves na 3/4 površine krošnje
5.	podstojna drevesa	krošnja je izredno majhna	drevo je v dotiku s krošnjami sosednjih dreves nad 3/4 površine krošnje

Terensko delo je bilo smo izvedli med 4. 11. in 11. 12. v letu 2010. Zaradi časa izvedbe, analiza (načrtno) ne vključuje listja, ki je pred tem odpadlo. Najprej sem se lotil sečnje v tanjšem drogovnjaku, nato v močnejšem drogovnjaku in na koncu še v debeljaku.

Pri vseh 60 posekanih drevesih se je izvedla debelna analiza. Na vseh prerezih se je izmeril tudi obseg rdečega srca, če se je le-to pojavilo. Ob sečnji smo izmerili tudi pričetek krošnje (dolžino od tal do najnižje ležeče, primarne, žive veje).

4.3 MERITVE VEJEVINE

Nato je sledila glavna faza pričujoče diplomske naloge in sicer tehtanje vejevja. Vejevje smo tehtali ločeno po treh kategorijah glede na premere posameznih vej, in sicer vejevje do 3,0 cm premera, od 3,1 do 7,0 cm ter od 7,1 do 10,0 cm premera. Glede na te kategorije je bilo potrebno krošnjo čimbolje razžagati na krajše veje, zaradi lažjega sortiranja po kategorijah in seveda zaradi lažjega tehtanja. Vejevje sem tehtal z digitalno tehtnico (Senior, OCS-20B; natančnost 20 g). Najprej sem stehtal vejevje s premerom do 3,0 cm, stehtane veje zložil na kup, da se ne bi pomotoma pomešale z vejami, ki še niso bile stehtane. Nato sem stehtal še veje od 3,1 do 7,0 cm ter na koncu še veje od 7,1 do 10,0 cm. Zlasti pri zadnji kategoriji so bile še veje, ki so glede na premer spadale v nižjo kategorijo. Take veje sem z vejnikom odsekal, jih stehtal, ter maso zapisal pod ustrezno kategorijo. Ko sem imel celotno krošnjo stehtano, sem seštel posamezne podatke o masah vejevja ter tako dobil skupno maso krošnje ter maso posamezne kategorije.

4.4 IZRAČUNI

Pri preračunavanju iz sveže mase v volumen ali suho maso nismo razlikovali skorje in lesa. Tega običajno niso storili tudi v drugih študijah (Skovsgaard in Nord-Larsen, 2012). Poleg tega pa se pokaže, da bi razlikovanje med skorjo in lesom le izredno malo spremenilo rezultate. Dosedanje raziskave sicer kažejo, da je gostota skorje večja od gostote lesa (Sachsee, 1967, Dimitri, 1968), ker pa je vlažnost skorje manjša od vlažnosti lesa, skorja in les v svežem stanju tehtata približno enako.

Za osnovno gostoto (R) vej (lesa in skorje) smo privzeli vrednost 575 kg/m^3 , ki sta jo za les in skorjo vej ugotovila Skovsgaard in Nord-Larsen (2012). Pri gostoti lesa (debla) smo iz istega vira (ibid.) privzeli vrednost $0,573 \text{ kg/m}^3$, ki se le neznatno razlikuje (manj kot 1 %) od splošno uveljavljene vrednosti $0,578 \text{ kg/m}^3$ (Dietz, 1975).

Osnovna gostota (R) je izračunana kot količnik med maso absolutno (sušilnično) suhega lesa in maksimalnim volumnom svežega lesa.

Pri preračunavanju sveže mase v volumen (svež, stoječ oziroma z vlažnostjo nad točko nasičenja celičnih sten) oziroma v suho maso je potrebno poznati še vlažnost lesa. Ta je odvisna od številnih dejavnikov (Lipoglavšek, 1976), med drugim od lokacije lesa (skorje) v drevesu (po vertikali ali po v okviru prečnega prereza), od časa sečnje, od dimenzije (debeline) drevja in še česa (npr. prisotnosti rdečega srca, Torelli, 1974). Neznatno spreminjanje mase svežega lesa v odvisnosti od premera deblovine (Turk in Lipoglavšek, 1972) kaže na to, da se vlažnost lesa tudi ne spreminja drastično z debelino drevja.

Vlažnost lesa (u) izračunamo kot količnik med maso vode v lesu in maso absolutno (sušilnično) suhega lesa.

Po pregledu številne literature o vlažnosti sveže posekanega lesa smo se odločili uporabiti vrednost 85 % ($u = 85 \%$). Gre za vrednost, ki jo je za beljavo pri debelejših vejah v Bosni in Herecegovini ugotovil Karahasanović (1973, cit. po Lipoglavšek, 1976). Tudi Sachsee (1971) je za droben bukov les v Nemčiji ugotovil isto vrednost za povprečno vlažnost.

Pod deblovino v tej nalogi razumemo celotno deblo (les in skorja) od talne ravni (merjeno z zgornje strani drevesa) do končne višine drevesa oziroma do konca krošnje. Vključuje torej tržno deblovino s skorjo ter nadzemno panjevino in vrhač (vse s skorjo).

Pod debeljadjo razumemo vse nadzemne kose drevesa s premerom vsaj 7 cm (vključujoč skorjo).

Pod vejevjem razumemo vse veje in vejice, tako njihov les kot skorjo. Torej vse nadzemne poganjke, ki niso del debla. Listje seveda ni vključeno. Ker so bila terenska dela izvedena v novembru in decembru težav z odstranjevanjem listja ni bilo.

Pod vrhačem razumemo zgornji del debla (les in skorjo) s premerom do 7 cm.

Pod pojmom drevnina razumemo nadzemno dendromaso drevesa, ki vključuje celotno deblo, nadzemni del panja in veje (vse s skorjo).

4.5 OBDELAVA PODATKOV

Kot vplivne spremenljivke na količino (maso oziroma volumen) vejevja smo uporabili prsni premer drevesa, višino drevesa, starost drevesa, deblovino drevesa, delež krošnje v skupni višini drevesa ($(\text{višina drevesa} - \text{višina do pričetka krošnje})/\text{višina drevesa}$), premer krošnje ($(\text{radij}_{\text{sever}} + \text{radij}_{\text{vzhod}} + \text{radij}_{\text{jug}} + \text{radij}_{\text{zahod}})/2$), velikost krošnje (zaradi majhnega vzorca smo vsa drevesa razdelili le v dve skupini; v prvi skupini so drevesa s krošnjami velikosti 1 in 2, v drugi skupini so drevesa z velikostmi 3, 4 in 5), utesnjenost krošnje (zaradi majhnega vzorca smo vsa drevesa razdelili le v dve skupini; v prvi skupini so drevesa z utesnjenostjo 1, 2 in 3, v drugi skupini so drevesa z utesnjenostjo 4 in 5), večvrhatost (dihotomna spremenljivka; enovrhata in večvrhata drevesa) in prisotnost srca (dihotomna spremenljivka; srce je na koncu prvega sortimenta prisotno in srce ni prisotno).

Od statističnih metod smo se poslužili korelacijske (Pearsonova korelacija) in regresijske analize (linearne in krivuljčne). Poleg tega smo uporabili *t*-test in analizo kovariance. Vse obdelave in izračune smo izvedli v programih Excel (2007) in PASW version 18.

Glede na to, da je količina vejevja praviloma nelinearno odvisna od drevesnih značilnosti smo preverili, če odnos bolje kot linearna opisujejo logaritemska funkcija, inverzna, parabola 2. ali 3. stopnje, potenčna ali eksponentna (preglednica 2). Kot kriterij smo izbrali F vrednost testa.

Preglednica 2: Preizkušene funkcije v odnosu med količinami vejevja in drevesnimi značilnostmi

Funkcija	Enačba
Linearna	$Y = a + bX$
Logaritemska	$Y = a + b \ln(X)$
Inverzna	$Y = a + b/X$
Parabola 2. Stopnje	$Y = a + bX + cX^2$
Parabola 3. Stopnje	$Y = a + bX + cX^2 + dX^3$
Potenčna	$Y = aX^b$
eksponentna	$Y = ab^X$

5 REZULTATI

5.1 SUHA MASA IN VOLUMEN VEJEVJA, VRHAČA, DEBLOVINE IN DEBELJADI

V prvem koraku smo ugotovili suho maso vejevja, vrhačev, deblovine in debeljadi za drevesa posameznih debelinskih stopenj (preglednica 3). Suha masa vejevja z debelino narašča, prav tako deblovina in debeljad. Le pri drevju 10. in 11. debelinske stopnje smo ugotovili večjo količino debelejših vej od drobnejših (0-3 cm).

Preglednica 3: Suha masa deblovine, debeljadi in vejevja po debelinskih stopnjah (v t/drevo)

deb. stopnja	vejevje				vrhač	deblovina	debeljad	število anal. dreves
	Premer 0-3	Premer 3-7	Premer 7-10	skupaj vejevje				
3	0,0081	0,0046	0,0067	0,0194	0,0058	0,0788	0,0797	7
4	0,0157	0,0051	0,0080	0,0288	0,0050	0,1508	0,1537	13
6	0,0318	0,0200	0,0209	0,0728	0,0045	0,5534	0,5698	11
7	0,0304	0,0272	0,0284	0,0861	0,0039	0,6967	0,7212	8
8	0,0346	0,0335	0,0254	0,0935	0,0034	1,4816	1,5035	1
10	0,0705	0,0857	0,0788	0,2350	0,0041	1,6956	1,7703	13
11	0,0616	0,0789	0,0911	0,2317	0,0038	2,1737	2,2611	7

Tudi volumen vejevja, deblovine in debeljadi narašča z debelino drevja (preglednica 4). Le najdrobnejše veje v 11. debelinski stopnji upadejo. Tako kot pri suhi masi, tudi pri volumnu količina vrhača z debelino upada (bolj konični vrhovi pri debelejšem drevju).

Preglednica 4: Volumen deblavine, debeljadi in vejevja po debelinskih stopnjah (v m³/drevo)

deb. stopnja	vejevje				vrhač	deblavina	debeljad	število anal. dreves
	premer 0-3	premer 3-7	premer 7-10	skupaj vejevje				
3	0,0141	0,0080	0,0116	0,0337	0,0101	0,1376	0,1391	7
4	0,0274	0,0088	0,0138	0,0500	0,0087	0,2631	0,2683	13
6	0,0554	0,0349	0,0364	0,1267	0,0078	0,9657	0,9943	11
7	0,0529	0,0474	0,0495	0,1497	0,0069	1,2159	1,2585	8
8	0,0602	0,0583	0,0442	0,1626	0,0060	2,5856	2,6238	1
10	0,1226	0,1491	0,1370	0,4087	0,0072	2,9591	3,0890	13
11	0,1072	0,1373	0,1585	0,4029	0,0066	3,7936	3,9455	7

V drevesni masi vejevje v grobem zavzema 10-20 % delež (preglednica 5). Pri drobnejšem drevju večji delež dosega drobnejše veje, kasneje pa so deleži med vejami različnih debelinskih kategorij enakomerneje porazdeljeni.

Preglednica 5: Delež vejevja in deblavine v drevesni masi

deb. stopnja	vejevje (%)				deblavina (%)	drevnina (t/drevo)
	premer 0-3	premer 3-7	premer 7-10	skupaj vejevje		
3	8,3	4,7	6,8	19,7	80,3	0,0982
4	8,8	2,8	4,4	16,0	84,0	0,1795
6	5,1	3,2	3,3	11,6	88,4	0,6262
7	3,9	3,5	3,6	11,0	89,0	0,7828
8	2,2	2,1	1,6	5,9	94,1	1,5751
10	3,7	4,4	4,1	12,2	87,8	1,9306
11	2,6	3,3	3,8	9,6	90,4	2,4054

Zelo podobne deleže dosega vejevje tudi v drevesnem volumnu, kar je posledica (zelo podobnih) uporabljenih gostot za vejevje in deblavino (preglednica 6).

Preglednica 6: Delež vejevja in deblovine v drevesnem volumnu

deb. stopnja	vejevje (%)				deblovina (%)	drevnina (m ³ /drevo)
	premer 0-3	premer 3-7	premer 7-10	skupaj vejevje		
3	8,2	4,7	6,8	19,7	80,3	0,1713
4	8,7	2,8	4,4	16,0	84,0	0,3131
6	5,1	3,2	3,3	11,6	88,4	1,0924
7	3,9	3,5	3,6	11,0	89,0	1,3656
8	2,2	2,1	1,6	5,9	94,1	2,7483
10	3,6	4,4	4,1	12,1	87,9	3,3678
11	2,6	3,3	3,8	9,6	90,4	4,1965

5.2 ODVISNOST SUHE MASE OZIROMA VOLUMNA VEJEVJA OD DREVESNIH ZNAČILNOSTI

V prvem koraku smo s Pearsonovo korelacijo (linearno) in t testom preizkusili ali so količine vejevja povezane s različnimi drevesnimi značilnostmi (preglednica 7). Ugotavljamo, da je vejevje tesno povezano s prsnim premerom in premerom krošnje, nekoliko manj tesno s deblovino, višino in starostjo. Mnogo ohlapnejša pa je povezava s deležem krošnje, ki je pri drobnih vejah celo neznačilna. Večjo količino vejevja ima tudi večvrhato drevje in drevje s prisotnostjo srca (to drevje je praviloma debelejše in starejše). Nismo pa odkrili razlik v količinah vejevja med krošnjami različnih velikostnih razredov oziroma utesnjenosti.

Preglednica 7: Povezanost (linearna) suhe mase oziroma volumna vejevja s drevesnimi značilnostmi

spremenljivka	premer 0-3	premer 3-7	premer 7-10	skupaj vejevje	test
prsni premer	0,868***	0,777***	0,824***	0,856***	Pearsonova korelacija
višina	0,784***	0,665***	0,692***	0,738***	
starost	0,779***	0,645***	0,698***	0,730***	
delež krošnje	0,173	0,281*	0,341**	0,291*	
premer krošnje	0,904***	0,817***	0,816***	0,879***	
deblovina	0,822***	0,732***	0,753***	0,799***	
večvrhatost	-4,328***	-2,882**	-3,218**	-3,520**	<i>t</i> test
prisotnost srca	-5,625***	-4,565***	-6,460***	-6,206***	
velikost krošnje	-1,362	-1,410	-1,825	-1,627	
utesnjenost krošnje	0,495	-,201	0,000	0,040	

V primeru Pearsonove korelacije so podane vrednosti korelacijskih koeficientov, v primeru *t* testa pa *t* vrednost. Število zvezdic označuje stopnjo tveganja.

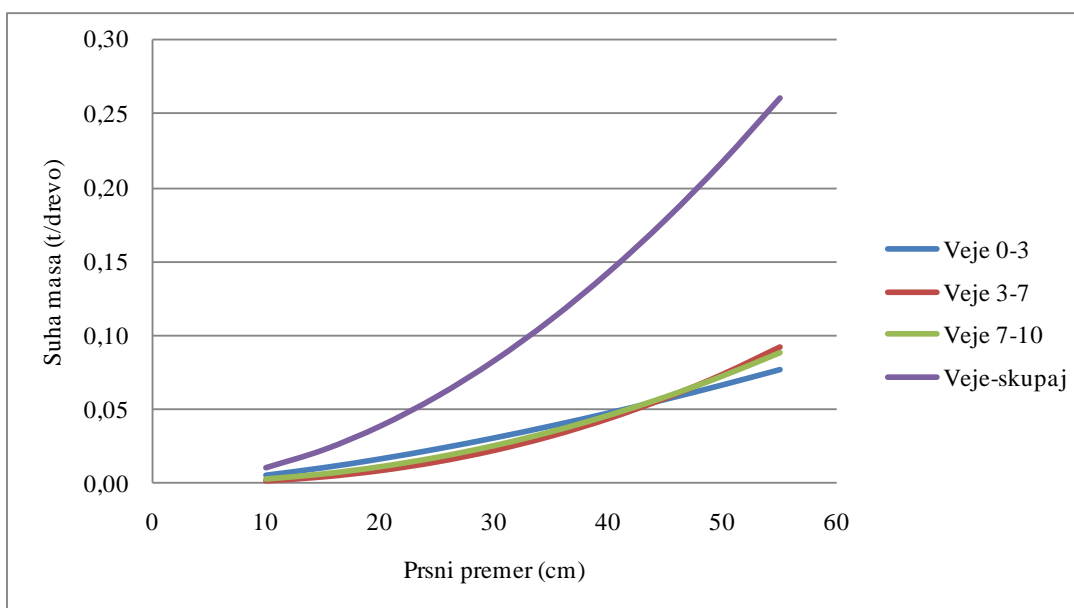
V nadaljevanju smo analizirali ali so razlike v suhi masi (oziroma volumnu) vejevja značilne glede na večrhatost, prisotnost srca, velikost in utesnjenost krošnje ob izključitvi vpliva prsnega premera (analiza kovariance, prsni premer je kovariata). Ugotovili smo, da imajo večrhate bukve večjo količino vejevja, izjema so veje premera 3-7 cm (preglednica 8). Pojav srca vpliva le na količino vejevja najdrobnejših vej. Drevje s pojavom srca ima manjšo količino drobnih vej, kar gre na račun manjšega premera krošenj. Velikost krošnje (okulrano ocenjena) značilno vpliva le na količino najdebelejših vej, medtem ko za utesnjenost krošnje nismo potrdili vpliva na količino vejevja.

Preglednica 8: Značilnost razlik v suhi masi (oziroma volumna) vejevja glede na večrhatost, prisotnost srca, velikost in utesnjenost krošnje ob izključitvi vpliva prsnega premera (vrednosti v preglednici so stopnje tveganja)

spremenljivka	premer 0-3	premer 3-7	premer 7-10	skupaj vejevje
večvrhatost	0,010*	0,096	0,023*	0,015*
prisotnost srca	0,015*	0,309	0,861	0,244
velikost krošnje	0,203	0,232	0,049*	0,082
utesnjenost krošnje	0,889	0,360	0,481	0,468

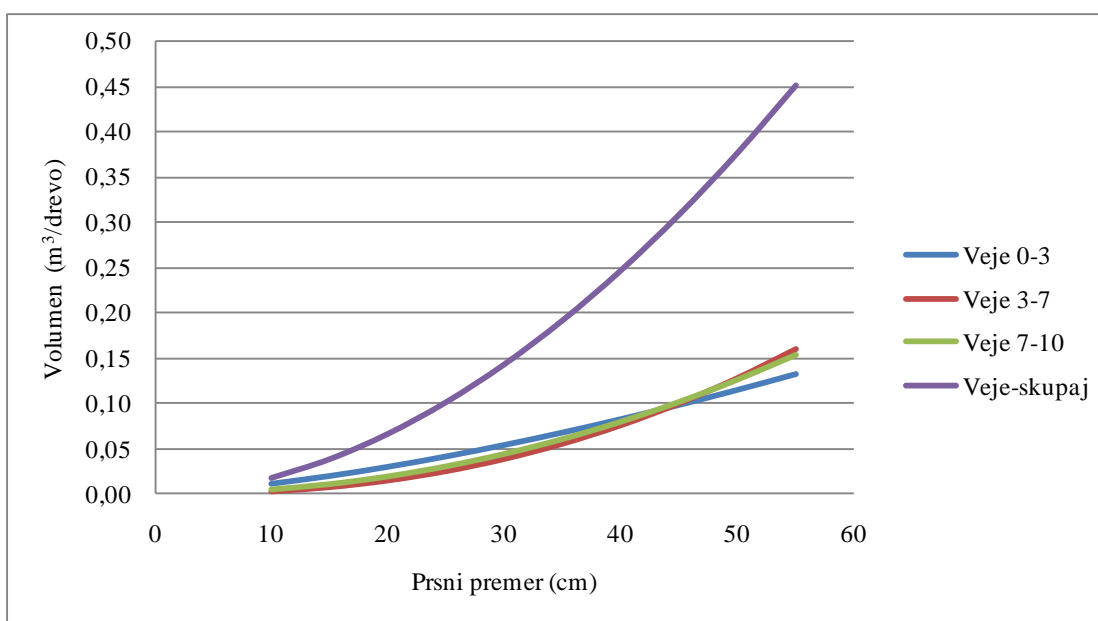
Nadalje smo preizkusili, katere izmed funkcij (linearna, logaritemska funkcija, inverzna, parabola 2. ali 3. stopnje, potenčna ali eksponentna) najboljše podajajo odvisnost suhe mase oziroma volumna vejevja od šestih zveznih spremenljivk (prsni premer, višina drevesa, starost drevesa, delež krošnje, premer krošnje in deblovina drevesa).

Kot najustreznejša funkcija izmed preverjenih se je za neodvisno spremenljivko prsni premer izkazala potenčna funkcija. Regresijski parametri so podani v prilogi A. Suha masa vejevja zmerno narašča do prsnega premera dreveja okoli 20 cm, nato se prične hitro povečevati (slika 2). To pospešeno povečevanje gre predvsem na račun debelejših vej. Masa debelejših vej postane količinsko pomembnejša pri drevju debelejšem od 40 cm.



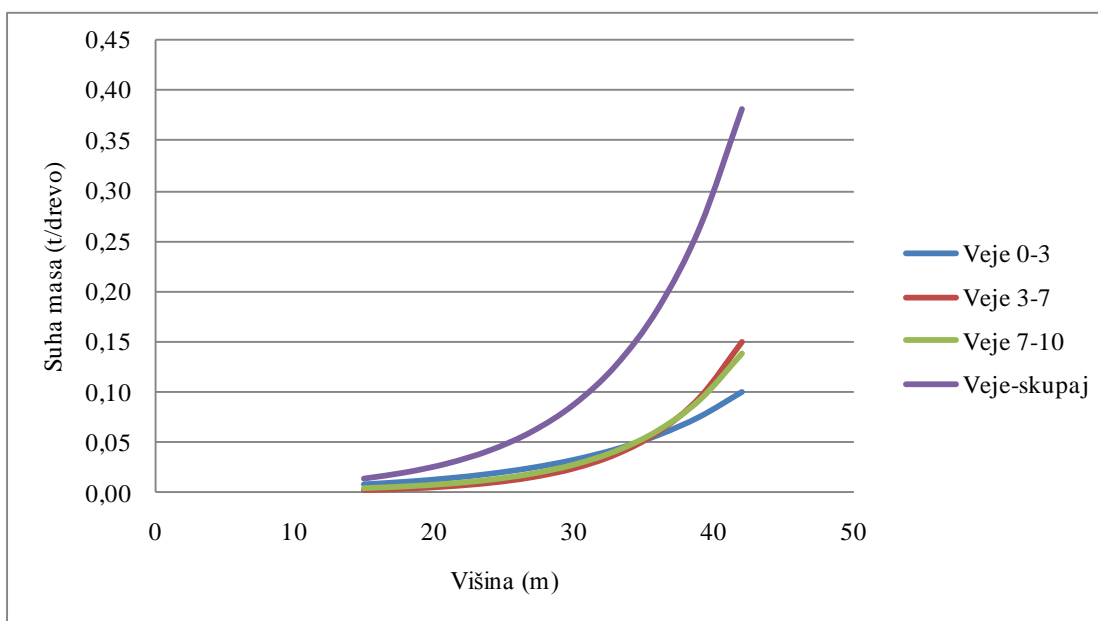
Slika 1: Odvisnost suhe mase vej (t/drevo) od prsnega premera

Zelo podoben odnos smo ugotovili pri odvisnosti volumna vejevja od prsnega premera. Tudi tu se je kot najprimernejša izkazala potenčna funkcija. Regresijski parametri so podani v prilogi A. Ker sta suha masa in volumen vejevja neposredno povezana preko privzete (konstantne) gostote, so rezultati povsem skladni (slika 3). To je razlog, da smo se v nadaljnjih prikazih omejili le na suho maso vejevja.



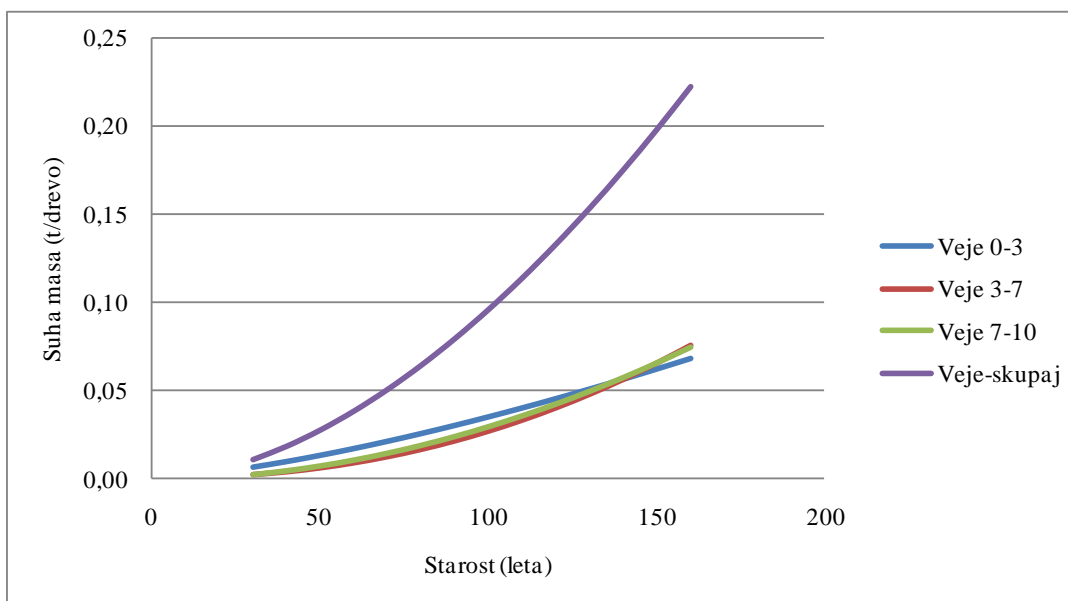
Slika 2: Odvisnost volumna vej (m³/drevo) od prsnega premera

Odnos med količino vejevja in višino drevesa najbolje ponazarja eksponentna funkcija. Regresijski parametri so podani v prilogi A. Pri nižjem drevju je masa drobnih vej večja, pri višinah nad 35 m pa se to spremeni (slika 4). Masa debelejših vej preseže maso drobnih vej. Masa vej se začne hitreje povečevati pri drevesih z višino nad 25 m.



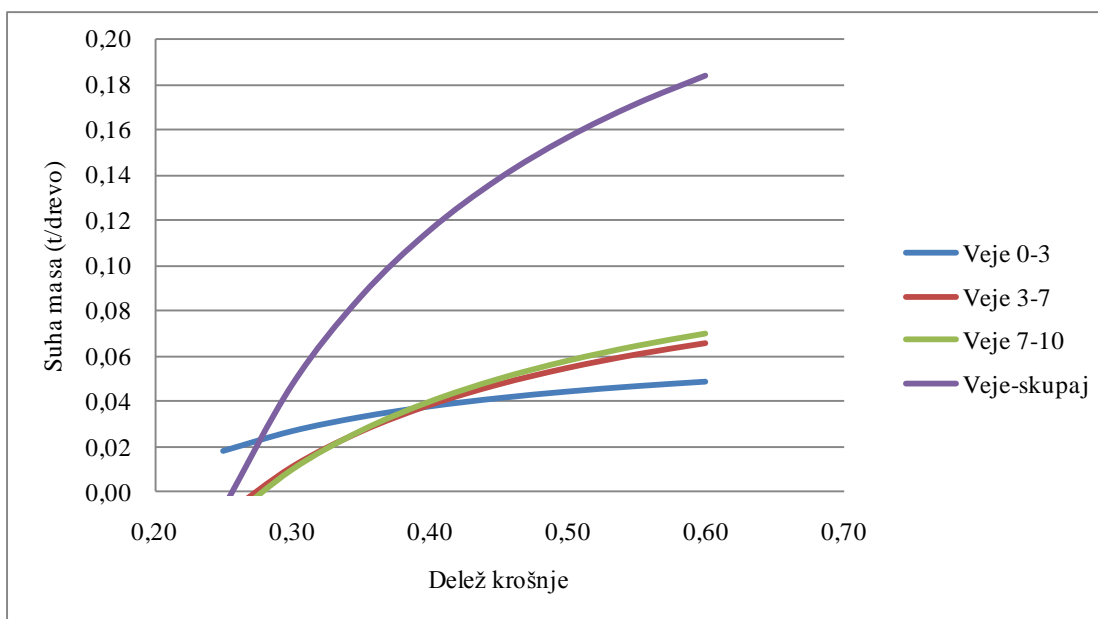
Slika 3: Odvisnost suhe mase vej (t/drevo) od višine drevesa

Odvisnost mase vejevja od starosti je podobna odvisnosti mase vejevja od prsnega premera. Kot najprimernejša funkcija se je izkazala potenčna. Regresijski parametri so podani v prilogi A. Masa vejevja je od starosti nekoliko ohlapneje odvisna kot od premera ali višine drevesa (priloga A). Do 80. leta narašča masa vejevja relativno zmerno, nato pa nekoliko hitreje (slika 5). Šele pri drevju starejšem od 140 let debelješe veje pretehtajo drobnejše.



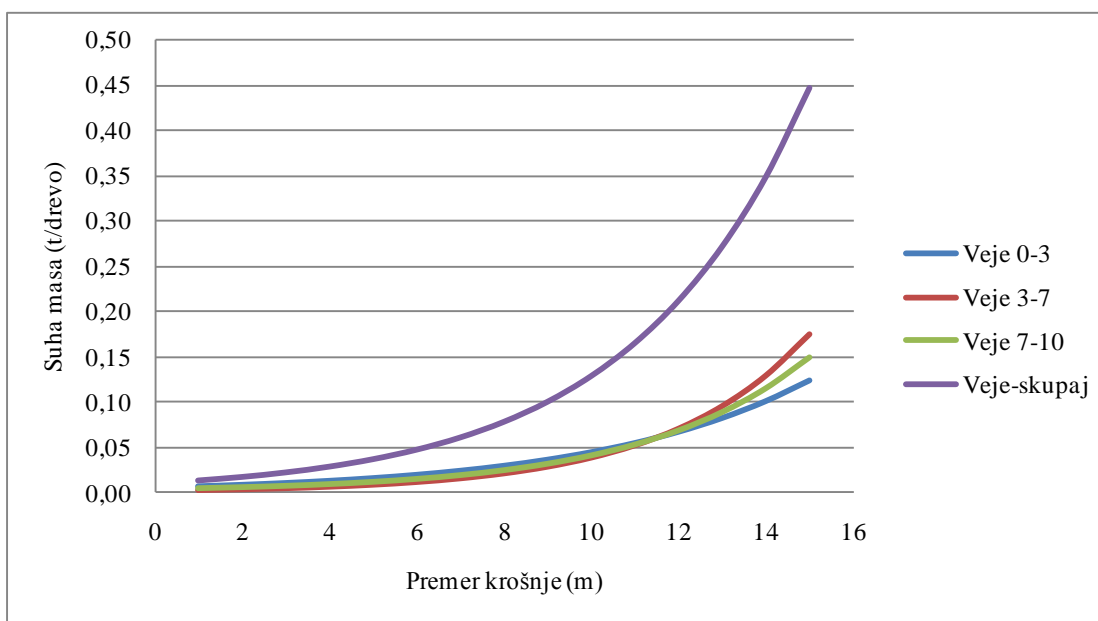
Slika 4: Odvisnost suhe mase vej (t/drevo) od starosti drevesa

Pri odvisnosti suhe mase od deleža krošnje se je kot najprimernejša funkcija izkazala inverzna. Regresijski parametri so podani v prilogi A. Pri najdrobnejših vejah odvisnost ni značilna, presenetljivo pa je tudi pri drugih kategorijah odvisnost šibka (priloga A). Drobnejše veje prevladujejo pri krošnjah, ki dosegajo do 40 % delež v višini drevesa (slika 6). Po dosegu 45-50 % deleža krošnje masa vejevja narašča počasneje.



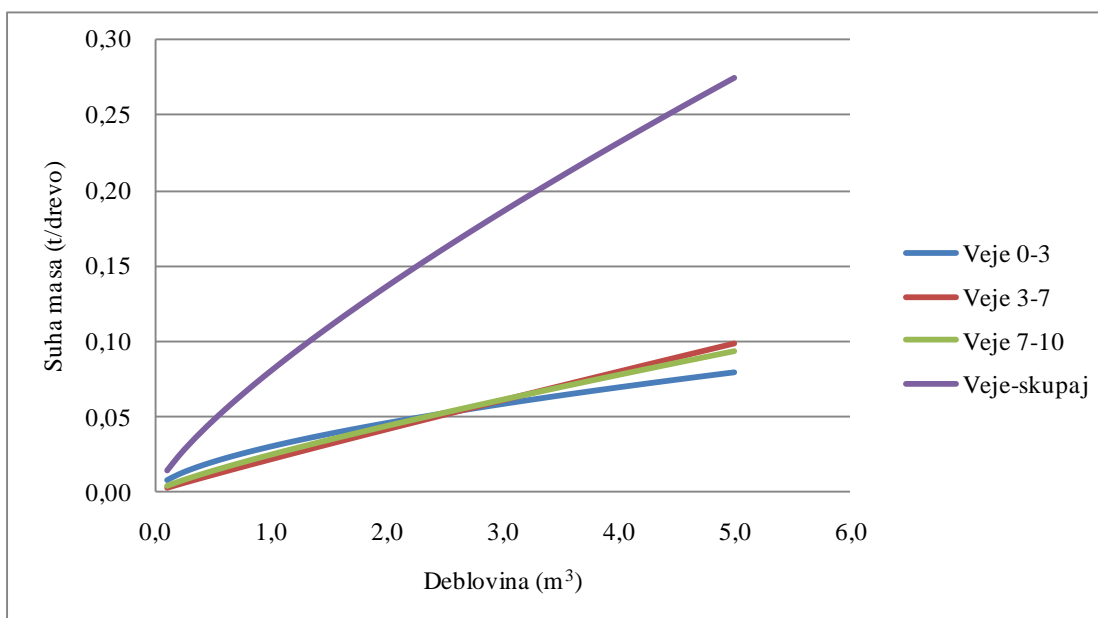
Slika 5: Odvisnost suhe mase vej (t/drevo) od deleža krošnje

Odvisnost mase vejevja od premera krošnje najboljše ponazarja eksponentna funkcija. Regresijski parametri so podani v prilogi A. Masa vejevja narašča zmerno do krošenj premera 10-11 m, nato se masa vejevja povečuje izredno hitro (slika 7). S premerom krošnje so najtesneje povezane drobne veje (priloga A).



Slika 6: Odvisnost suhe mase vej (t/drevo) od premera krošnje

Nadalje ugotavljamo, da je odvisnost suhe mase vejevja od deblovine najbolj podana s potenčno funkcijo. Regresijski parametri so podani v prilogi A. Do dreves s deblovino okoli $2,5 \text{ m}^3$ prevladuje drobno vejevje (slika 8).



Slika 7: Odvisnost suhe mase vej (t/drevo) od deblovine drevesa

6 RAZPRAVA

Pomen gozdne ali lesne biomase se povečuje, čemur z raziskavami doma (Pogačnik in Krajnc, 2000, Polanc, 2011, Čebul, 2011, Kobal in sod., 2012) in na tujem sledimo tudi gozdarji (e. g. Cienciala in sod., 2005, Hochbichler in sod., 2006, Skovsgaard in Nord-Larsen, 2012). Ocenjevanje biomasnega potenciala je pomembno zaradi določanja ponora ogljika v gozdnih ekosistemih ali zunajgozdni drevnini ter zaradi izrabe dodatnih količin dendromase (poleg debla), predvsem seveda za energetske namene. Izpopolnjevanje znanja o biomasi oziroma primarni produkciji gozdov omogoča tudi boljše upravljanje z gozdnim prostorom.

V nalogi smo pri preračunavanju uporabili osnovni gostoti za vejevje in deblovino, ki so ju ugotovili na Danskem (Skovsgaard in Nord-Larsen, 2012). Druge študije so prišle seveda do nekoliko drugačnih rezultatov. Tako so npr. Cienciala in sod. (2005) za les debla ugotovili gostoto $575,5 \text{ kg/m}^3$, za les vej pa $560,1 \text{ kg/m}^3$, vendar na manjšem vzorcu kot Danci. V splošnem je gostota vej pri bukvi višja od gostote lesa debla (Pellinen, 1986). Gostota lesa, ki smo jo v izračunih uporabili je zelo podobna tudi morda najbolj uveljavljeni vrednosti 578 kg/m^3 (Dietz, 1975). V nadaljnih je smiselno ugotoviti osnovno gostoto in vlažnost lesa oziroma vzorčenih komponent drevja.

Za gostoto lesa pri bukvi tudi velja, da je le šibko odvisna od širine branike, marsikatero študije pa povezave med letnim prirastkom in gostoto lesa niso ugotovile (Bouriaud in sod., 2004).

Naša raziskava je pokazala, da okularno ocenjena velikost krošenj za razliko od izmerjenih dimenzij krošenj praktično ne kaže povezav s ugotovljeno (tehtano) količino vejevja. To je lahko rezultat pregrobo okularne lestvice in pa (ne)izkušenosti ocenjevalca. Pokazalo se je tudi, da okularno ocenjena utesnjenost krošenj ne nakazuje količin vejevja. Tudi to je lahko posledica ocenjevalne lestvice in usposobljenosti ocenjevalca. Je pa pri utesnjenosti potrebno vzeti v obzir še dejstvo, da trenutna (ob ocenjevanju) utesnjenost krošnje ne podaja razmer v preteklosti. Torej, danes povsem sproščeno drevo je lahko bilo do nedavnega močno utesnjeno in zato majhne krošnje.

Podrobno ugotavljanje količine posameznih komponent drevesa je zamudno in naporno (Čokl, 1957), zato se išče različne funkcije, enačbe oziroma modele za ocenjevanje biomase (e.g. Zianis in sod., 2005, Hochbichler in sod., 2006, Pajtik in sod., 2011, Ruiz-Peinado in sod., 2012). S pomočjo teh modelov (v širšem smislu) in enostavnih vhodnih podatkov (npr. prsni premer, višina drevesa) se nato ocenjuje, izračunava oziroma zmodelira biomasa drevja ali njegove posamezne komponente (npr. listje, veje).

Med funkcijami za določanje biomase se najpogosteje uporablja potenčna funkcija (alometrijska zveza) oziroma njena linearizirana oblika-logaritemska transformacija (Zianis in sod., 2005, Kobal in sod., 2012). Koeficienti determinacije, ki jih dosegajo zveze med maso vejevja in prsnim premerom pri bukvi, so med 0,806 (Cienciala in sod., 2005) in 0,981 (Duvigneaud in sod., 1977, cit. po Zianis in sod., 2005). Vrednosti iz naše raziskave so torej povsem primerljive v tem pogledu.

Tudi ugotovljeni delež vejevja v nadzemni masi drevesa, ki smo ga ugotovili, se ujema s tujimi raziskavami (Cienciala in sod., 2005, Rademacher in sod., 2009).

V prihodnje velja študije nadaljevati še pri drugih drevesnih vrstah ter na različnih rastišč, zlasti po produktivnosti.

7 POVZETEK

Pomen poznavanja celotne produkcije gozdnih ekosistemov oziroma gozdnega drevja se povečuje. Debla kot najporabnejši del drevesa so že od samega začetka gozdarske stroke intenzivno proučevana, v zadnjem obdobju pa so se zelo intenzivirale raziskave ostalih delov dendromase (korenin, vejevja, panjevine) in tudi nedrevesnih komponent primarne produkcije gozdnih ekosistemov.

Namen pričujoče naloge je ugotoviti in proučiti odvisnost količine vejevja v enomernih bukovih sestojih na karbonatni matični podlagi od prsnega premera (debeline) dreves in od dimenzij ter utesnjenosti krošnje.

Terenski del naloge smo izpeljali na roškem masivu, v gozdnogospodarski enoti Soteska. Gre za produktivna bukova rastišča na karbonatni matični podlagi. Za potrebe naloge smo želeli izbrati drevje različnih debelin, različno velikih oziroma utesnjenih krošenj. Znotraj debelinskega razpona smo drevje izbirali v vzorec do določene kvote. Po dvajset smo jih izbrali v tanjšem drogovnjaku (drevje 3. in 4. debelinske stopnje), sledil je izbor 20 bukev s prsnimi premeri okoli 30 cm (6., 7. in 8. debelinska stopnja) in nadaljnih 20 s prsnim premerom okoli 50 cm (10. in 11. debelinska stopnja). Tako smo skupno izbrali 60 bukev. Vsem izbranim drevesom smo izmerili prsni premer ter ocenili socialni status, velikost in utesnjenost krošnje ter zabeležili morebiten pojav večvrhatosti (razsohlosti). Nato se je drevje posekalo in ob tem izvedlo debelno analizo. Zabeležilo se dolžino od panja do pričetka krošnje. Nato je sledila glavna faza pričujoče diplomske naloge in sicer tehtanje vejevja. Vejevje smo tehtali ločeno po treh kategorijah glede na premere posameznih vej, in sicer vejevje do 3,0 cm premera, od 3,1 do 7,0 cm ter od 7,1 do 10,0 cm premera. Svežo maso vejevja se je preračunalo v suho maso in tudi v volumen glede na faktorje iz literature.

Rezultati študije kažejo, da suha masa vejevja zavzema okvirno 6-20 % v nadzemni drevesni masi. Zelo podobne deleže dosega volumen vejevja. Obe količini – suha masa in volumen – vejevja se povečujeta z debelino drevesa. Drobnejše veje (premer do 3 cm) prevladujejo nekje do 45 cm prsnega premera.

Bivariatne analize so pokazale, da masa vejevja narašča v odvisnosti od prsnega premera, višine drevesa, starosti, deleža krošnje, premera krošnje in deblovine drevesa. Prav tako je količina vejevja večja pri večvrhatem drevju primerljivih debelin. Pri okularno ocenjeni utesnjenosti krošnje nismo potrdili vpliva na količino vejevja.

Kot najustreznejše funkcije, ki podajajo odvisnost mase vejevja od izbranih drevesnih značilnosti so se izkazale potenčna (pri premeru, starosti in deblovini), eksponentna (pri višini drevesa in premeru krošnje) ter inverzna (pri deležu krošnje v celotni višini drevesa). Masa vejevja je najtesneje povezana s prsnim premerom, sledijo deblovina, premer krošnje, višina, starost in nazadnje (izredno šibko) s deležem krošnje.

V prihodnje velja študije nadaljevati še pri drugih drevesnih vrstah ter na različnih rastišč, zlasti po produktivnosti.

VIRI

- Bouriaud O., Bréda N., Le Moguédec G., Nepveu G. 2004. Modelling variability of wood density in beech as affected by ring age, radial growth and climate. *Trees*, 18: 264-276
- Cienciala E., Černý M., Apltauer J., Exnerová Z. 2005. Biomass functions applicable to European beech. *Journal of Forest Science*, 51, 4: 147-154
- Čebul T. 2011. Lesna biomasa iz zunajgozdnih nasadov hitrorastočih vrst: diplomsko delo (UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 67 str.
- Čokl M. 1957. Količina in struktura lesnih odpadkov v gozdni proizvodnji (predhodno poročilo). *Zbornik*, 2: 55-77
- Assmann E. 1961. *Waldetragskunde*. München, Bonn, Wien, BLV Verlagsgesellschaft: 492 str.
- Čokl M. 1981. Količina in struktura sečnih ostankov v gozdu. *Gozdarski vestnik*, 39, 2: 49-53
- Dietz P. 1975. Dichte und Rindengehalt von Industrieholz. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 33: 135-141
- Dimitri L. 1968. Untersuchungen über einige Eigenschaften der Buchenrinde. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 26: 277-283
- Gozdnogospodarski načrt GGE Soteska 2004-2013. 2004. Novo mesto, Zavod za gozdove Slovenije, OE Novo mesto.
- Gozdnogospodarski in lovsko upravljalski načrt za obdobje 2011-2020, Ljubljana, Zavoda za gozdove Slovenije, 108 str.
- Hochbichler E., Bellos P., Lick E. 2006. Biomass functions for estimating needle and branch biomass of spruce (*Picea abies*) and Scots pine (*Pinus sylvestris*) and branch biomass of beech (*Fagus sylvatica*) and oak (*Quercus robur* and *petraea*). *Centralblatt für das gesamte Forstwesen*, 123, ½: 35-46
- Kobal M., Pridigar I., Udovič M., Piškur M., Simončič P. 2012. Masa in volumen koreninskega sistema, vej in debla v povezavi z nadzemnimi merami drevesa –

primer za jelko (*Abies alba* Mill.) na rastiščih *Omphalodo-Fagetum* (Tregubov 1957)
Marinček & al., 1993. Gozdarski vestnik, 70, 3: 137-140, 157-164

Krajnc N., Piškur M. 2006. Tokovi okroglega lesa in lesnih ostankov v Sloveniji. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 80: 31-54

Lipoglavšek M. 1976. Vpliv časovnega spreminjanja vlažnosti drobnega bukovega lesa na merjenje po teži. (Strokovna in znanstvena dela, 52). Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri Biotehniški fakulteti: 262 str.

Pajtík J., Konôpka B., Lukac M. 2011. Individual biomass factors for beech, oak and pine in Slovakia: a comparative study in young naturally regenerated stands. Trees, 25: 277-288

Pellinen P. 1986. Biomasseuntersuchungen im Kalkbuchenwald: dissertation. Göttingen, Georg-August-Universität: 145 str.

Pogačnik N., Krajnc R. 2000. Potenciali lesne biomase uporabne v energetske namene. Gozdarski vestnik, 58, 7/8: 330-332

Polanc J. 2011. Lesni in gozdni sečni ostanki kot gorivo: magistrsko delo (Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo), Maribor: 110 str.

Poročilo Zavoda za gozdove Slovenije za leto 2010. 2011. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije: 127 str.

Rademacher P., Khanna P., K., Eichorn J., Guericke M. 2009. Tree Growth, Biomass, and Elements in Tree Components of Three Beech Sites. V: Functioning and Management of European Beech Ecosystems. Brumme R., Khanna P. (ur.). Springer: 105-136 str.

Ruiz-Peinado R., Montero G., del Rio M. 2012. Biomass models to estimate carbon stock for hardwood tree species. Forest Systems, 21, 1: 42-52

Sachsse H. 1967. Über das Wasser/Gas-Verhältniss im Holzporenraum lebender Bäume im Hinblick auf die Kernbildung. Holz als Roh- und Werkstoff, 25: 291-303

Sachsse H. 1971. Der Feuchtegehalt von Buchenindustrieholz. Holz als Roh- und Werkstoff, 29: 55-66

Skovsgaard J. P., Nord-Larsen T. 2012. Biomass, basic density and biomass expansion factor functions for European beech (*Fagus sylvatica* L.) in Denmark. European Journal of Forest Research, 131: 1035-1053

Torelli N. 1974. Biološki vidiki ojedritve s poudarkom na fakultativno obarvani jedrovini (rdečem srcu) pri bukvi (*Fagus sylvatica* L.). Gozdarski vestnik, 32, 7-8: 253-281

Turk Z., Lipoglavšek M. 1972. Volumni in težinski delež lubja glede na premer deblavine jelke, smreke in bukve v nekaterih območjih Slovenije. Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo: 68 str.

Zianis D., Muukkonen P., Mäkipää R., Mencuccini M. 2005. Biomass and Stem Volume Equations for Tree Species in Europe. Silva Fennica, Monographs, 4: 63 str.

ZAHVALA

Za konec bi se rad zahvalil vsem, ki so sodelovali pri nastanku diplomske naloge:

- mentorju doc. dr. Alešu Kaduncu, ki me je strokovno usmerjal pri izdelavi diplomskega dela,
- predsedniku komisije doc. dr. Juriju Marenčetu za skrben pregled naloge,
- mag. Maji Božič za končani pregled naloge,
- revirnemu gozdarju Branetu Bradaču ter vodji KE Žužemberk Milošu Kecmanu za pomoč pri nastajanju diplomskega dela,
- Robiju Sajetu za tehnično pomoč pri oblikovanju diplomskega dela,
- Iztoku Sokliču in Blažu Pavliču za pomoč pri terenskem delu,
- sekačem GG Novo mesto za opravljen skrben in varen posek dreves.

Predvsem pa bi se rad zahvalil svoji družini, ker so me v času študija neprestano spodbujali in me finančno podpirali.

PRILOGE

Priloga A: Regresijski parametri po slikah

Slika	X	Y	Kategorija	a	b	P	R ²
2	premer	suha masa	Veje 0-3	0,00019	1,49356	4,46E-22	0,802
			Veje 3-7	0,00001	2,33579	4,04E-26	0,856
			Veje 7-10	0,00002	2,06237	3,09E-24	0,833
			Veje-skupaj	0,00013	1,88985	2,15E-30	0,898
3	premer	volumen	Veje 0-3	0,00033	1,49356	4,46E-22	0,802
			Veje 3-7	0,00001	2,33579	4,04E-26	0,856
			Veje 7-10	0,00004	2,06237	3,09E-24	0,833
			Veje-skupaj	0,00023	1,88985	2,15E-30	0,898
4	višina	suha masa	Veje 0-3	0,00192	1,09854	4,7E-16	0,682
			Veje 3-7	0,00025	1,16471	6,33E-21	0,783
			Veje 7-10	0,00046	1,14555	1,57E-20	0,777
			Veje-skupaj	0,00221	1,13043	1,19E-22	0,811
5	starost	suha masa	Veje 0-3	0,00005	1,42096	2,64E-17	0,712
			Veje 3-7	0,00000	2,21300	2,76E-19	0,753
			Veje 7-10	0,00000	1,94578	5,39E-18	0,727
			Veje-skupaj	0,00003	1,78030	9,01E-21	0,781
6	delež krošnje	suha masa	Veje 0-3	0,07038	-0,01305	0,146139	0,036
			Veje 3-7	0,12098	-0,03299	0,025528	0,083
			Veje 7-10	0,12954	-0,03598	0,007246	0,118
			Veje-skupaj	0,32090	-0,08202	0,020385	0,089
7	premer krošnje	suha masa	Veje 0-3	0,00582	1,22609	5,77E-22	0,801
			Veje 3-7	0,00185	1,35434	2,29E-20	0,774
			Veje 7-10	0,00293	1,29981	9,49E-18	0,722
			Veje-skupaj	0,01074	1,28224	3,76E-24	0,832
8	deblovina	suha masa	Veje 0-3	0,02142	0,94659	6,98E-24	0,779
			Veje 3-7	0,02142	0,94659	6,98E-24	0,829
			Veje 7-10	0,02444	0,83202	7,19E-22	0,799
			Veje-skupaj	0,08008	0,76520	4,39E-27	0,867