

GDK: 181.64+181.36+187Omphalodo-Fagetum(045)=163.6

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

Mass and Volume of Root System, Branches and Stem in Relation to the Above-Ground Measures of a Tree – Case Study of Silver Fir (Abies alba Mill.) on Omphalodo-Fagetum Sites (Tregubov 1957) Marinček & al., 1993

Milan KOBAL¹, Igor PRIDIGAR², Marko UDOVIČ³, Mitja PIŠKUR⁴, Primož SIMONČIČ⁵

Izvleček:

KOBAL, M., PRIDIGAR, I., UDOVIČ, M., PIŠKUR, M., SIMONČIČ, P.: 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, 70/2012, št. 3. V slovenščini z izvlečkom in povzetkom v angleščini, cit. lit. 37. Prevod Breda Misja, jezikovni pregled slovenskega besedila Marjetka Šivic.

Prispevek obravnava povezave med maso koreninskega sistema, vej in debla ter nadzemno velikostjo jelke (*Abies alba* Mill.) na rastiščih *Omphalodo-Fagetum* (Tregubov, 1957) Marinček & al., 1993 v GGE Snežnik. Analiziranih je bilo petnajst jelovih dreves prsnega premera (DBH) od 21 do 85 cm. Opravljena je bila sekcijska izmera debla, izmerjena masa vej in koreninskega sistema, za določitev gostote lesa so bili odvzeti vzorci lesa vej, debla in koreninskega sistema. Povprečna gostota lesa vejevine je 595 kg/m³, lesa tržne deblovine 394 kg/m³ in lesa panjevine 365 kg/m³. Logaritem suhe mase panjevine najtesneje korelira z logaritmom volumna tržne deblovine drevesa ($r = 0,981$; $p = 0,000$); z volumnom tržne deblovine drevesa pojasnimo 96 % variabilnosti suhe mase panjevine. Logaritem suhe mase vejevine najtesneje korelira z logaritmom volumna tržne deblovine ($r = 0,883$; $p = 0,000$); na podlagi podatkov o volumnu tržne deblovine drevesa pojasnimo 76 % variabilnosti suhe mase vejevine drevesa. Delež panjevine se glede na skupno suho maso (vejevina, tržna deblovina, panjevina) giblje od 16 % do 24 %, delež vejevine od 3 % do 14 %, delež tržne deblovine pa od 65 do 79 % skupne suhe mase. Zaradi različnih osnovnih gostot lesa vejevine, panjevine in tržne deblovine je delež panjevine glede na skupni volumen povprečju večji od deleža panjevine na skupno maso. Skupna suha masa tržne deblovine, vejevine in panjevine skupaj v analiziranem sestoju z lesno zalogo 475,4 m³/ha znaša 261,6 t/ha (130,8 t C/ha). Tako glede na maso in volumen največji delež zavzema tržna deblovina.

Ključne besede: alometrisjke zveze, deblovina, panjevina, vejevina, jelka, Snežnik

Abstract:

KOBAL, M., PRIDIGAR, I., UDOVIČ, M., PIŠKUR, M., SIMONČIČ, P.: Mass and Volume of Root System, Branches and Stem in Relation to the Above-Ground Measures of a Tree – Case Study of Silver Fir (*Abies alba* Mill.) on *Omphalodo-Fagetum* Sites (Tregubov 1957) Marinček & al., 1993. Gozdarski vestnik (Professional Journal of Forestry), 70/2012, vol. 3. In Slovenian, abstract and summary in English, lit. quot. 37. Translated by Breda Misja, proofreading of the Slovenian text Marjetka Šivic.

The article deals with the relations between mass of root system, branches, and stem and the above-ground size of silver fir (*Abies alba* Mill.) on *Omphalodo-Fagetum* sites (Tregubov, 1957) Marinček & al., 1993 in GGE Snežnik. Fifteen silver fir trees with diameter at breast height (DBH) from 21 to 85 cm were analyzed. Sectional measurement of the stem was performed, branches and root system mass was measured and samples of branch, stem, and root system wood for wood density determination were taken. Average density of branch wood is 595 kg/m³, of commercial stem wood 394 kg/m³, and of root system wood 365 kg/m³. The logarithm of the root system dry mass most closely correlates with the logarithm of a tree's commercial stem wood ($r = 0.981$; $p = 0.000$); we explain 96%

¹ dr. M. Kobal, univ. dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SI

² I. Pridigar, inž. gozd., Zavod za gozdove Slovenije, KE Stari trg, Notranjskega odreda 6, 1386 Stari trg, SI

³ M. Udovič, univ. dipl. inž. gozd., Zavod za gozdove Slovenije, OE Postojna, Vojkova 9, 6230 Postojna, SI

⁴ mag. M. Piškur, univ. dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SI

⁵ dr. P. Simončič, univ. dipl. inž. les., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SI

of root system wood dry mass variability with the volume of a tree's commercial stem wood. The logarithm of the branch wood dry mass most closely correlates with the commercial stem wood logarithm ($r = 0.883$; $p = 0.000$); based on data about the volume of a tree's commercial stem wood we explain 76 % of a tree's branch wood dry mass variability. As related to the total dry mass (branch wood, commercial stem wood, root system wood), the share of the root system wood amounts from 16 % to 24 %, branch wood from 3 % to 14 %, and the commercial stem wood from 65 to 79 % of the total dry mass. Due to various basic wood densities of branch wood, root system wood, and commercial stem wood, the root system wood share as related to the total volume is averagely larger than root system wood share as related to the total mass. The total dry mass of commercial stem wood, branch wood, and root system wood together amounts to 261.6 t/ha (130.8 t C/ha) in the analyzed stand with the growing stock of 475.4 m³/ha. The commercial stem wood thus forms the largest share as related to mass and volume.

Key words: allometric equation, stem wood, root system, branch wood, silver fir, Snežnik Mountains

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Slovenija kot pogodbenica Okvirne konvencije Združenih narodov (ZN) o spremembi podnebja (UNFCCC) poroča o emisijah po virih in odvzemu po ponorih toplogrednih plinov (TGP). Z ratifikacijo Kjotskega protokola (KP) (Zakon o ratifikaciji ..., 2002) k Okvirni konvenciji ZNo spremembi podnebja ter s sprejeto Strategijo in kratkoročnim akcijskim načrtom zmanjševanja TGP (Strategija ..., 2000) ter Operativnim programom zmanjševanja emisij toplogrednih plinov (OP TGP, 2009) je Slovenija pridobila za obravnavano področje zakonsko podlago in cilje glede ukrepanja in zmanjševanja emisij po (gospodarskih) sektorjih. Za gozdarstvo je pomembno področje oz. sektor t. i. Raba tal, sprememba rabe tal in gozdarstvo (LULUCF oz. AFOLU), ki vključuje gozdarske vire. Glede na s KP in UNFCCC uveljavljeno metodologijo izračuna emisij in ponorov TGP je v gozdarski sektor v Sloveniji vključena večina ponora TGP, ki je posledica večanja lesnih zalog v slovenskih gozdovih.

1.1 Nacionalna bilanca za gozdarski sektor

1.1 National balance for Forestry sector

pri izračunu nacionalnih bilanc kot sestavnega dela poročil o emisijah po virih in o odvzemu po ponoru se uporabljajo Smernice dobre prakse, ki za gozdne ekosisteme opredeljujejo pet zbiralnikov organskega ogljika: 1.a) nadzemna biomasa, 1.b) podzemna biomasa, 2.a) mrtev les, 2.b) opad in 3) organska snov v tleh (IPCC GPG, 2003) in so podrobneje opisane v Preglednici 1. Za nedrevesne plasti (zelišča, grmovna plast) je vrednost zalog

ogljika v t/ha v primerjavi z nadzemno drevesno biomaso majhna in po podatkih iz literature dosega vrednost 1 % nadzemne drevesne biomase (Lüet al., 2010) in se v izračunih za gozdne ekosisteme ne upoštevajo. Za količino ogljika v organski snovi v tleh, opadu, nadzemni biomasi ter mrtvem lesu je bilo v Sloveniji že narejenih nekaj pilotnih raziskav (npr. KRAIGHER *et al.*, 2002; KUŠAR, 2007; URBANČIČ *et al.*, 2007; URBANČIČ *et al.*, 2009), manj pa je na voljo podatkov v količini podzemne biomase. Posredne podatke o količini podzemne biomase je mogoče najti v gozdarskih priročnikih (ČOKL, 1961), kjer so vrednosti navadno povzete iz tujih raziskav. V okviru mednarodnega poročanja za UNECE (npr. Global Forest Resources Assessment 2010) in v okviru UNFCCC so bili pri preračunih nadzemne in podzemne biomase v količino ogljika doslej večinoma uporabljeni mednarodni dejavniki, v nekaterih primerih pa nacionalni, predvsem pri osnovni gostoti bukve (npr. MIHELIČ *et al.*, 2009).

V literaturi se za izračun podzemne biomase poleg ekspanzijskih dejavnikov (npr. SOMOGYI *et al.*, 2008; BOHDAN *et al.*, 2011) pogosto uporabljajo t. i. alometrijske zveze, kjer prek matematičnih povezav iz podatkov o velikosti nadzemnega dela drevesa (npr. prsni premer, temeljnica, volumen) izračunamo podzemno biomaso. Po navadi so zveze med nadzemno velikostjo drevesa in maso koreninskega sistema tesne ($r^2 > 0,9$), vendar se med drevesnimi vrstami razlikujejo (DREXHAGE/COLIN, 2001), zaradi česar so za posamezne drevesne vrste potrebne dodatne terenske meritve.

Ne glede na obveznosti poročanja o skladiščenju organskega ogljika v koreninskem sistemu zaradi blaženja podnebnih sprememb pa je poznavanje razvoja koreninskega sistema pomembno s fiziolo-

škega in ekološkega vidika v sistemu tla – rastlina: od sidranja drevesa do črpanja hranil in vode ter življenjskega prostora številnim organizmom (SCHENK/JACKSON, 2002; CASPER *etal.*, 2003; BRUNNER *etal.*, 2004).

Za jelko (*Abies alba* Mill.), ki v Sloveniji zavzema 7,5 % delež v lesni zalogi, in jo najdemo na okoli 30 % površine slovenskih gozdov (BONČINA *etal.*, 2009), v literaturi ni mogoče naleteti na podrobne alometrijske zveze med nadzemno velikostjo drevesa in maso panjevine. Več raziskav je bilo narejenih za ocene deleža vejevine (z igličevjem) (ČOKL, 1957). V drugih državah so raziskave biomase korenin in vejevine v jelovih sestojih nekoliko številčnejše (npr. VYSKOT, 1973; PALADINIĆ *etal.*, 2009). Precej pogoste so raziskave, omejene zlasti na druge iglavce; smreko (npr. DREXHAGE/GRUBER, 1999; DREXHAGE/COLIN, 2001; BOLTE *etal.*, 2004) in rdeči bor (DREXHAGE/COLIN, 2001; GEUDENS *etal.*, 2004) ter nekatere listavce; npr. bukev (DREXHAGE/COLIN, 2001; ZIANIS/MENCUCCINI, 2003 BOLTE *etal.*, 2004) in hrast (DREXHAGE/COLIN, 2001). V gozdarskem priročniku (ČOKL, 1961) so za jelko navedene količine vejevine z igličevjem na podlagi dvovhodnih preglednic, ki temeljijo na Shubergovih meritvah iz leta 1891 na vzorcu 5450 dreves.

V pričujoči raziskavi smo na območju Snežnika v analizo zajeli petnajst jelovih dreves, za katere smo izračunali a) alometrijske zveze med nad-

zemno velikostjo drevesa in maso koreninskega sistema, b) izračunali razmerje med nadzemno in podzemno biomaso ter c) izračunali zaloge ogljika na hektar površine, skladiščenega v vejevini, deblovini in panjevini.

2 MATERIALI IN METODE

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 Opis objekta

2.1 Site Description

Raziskava je potekala v gozdnogospodarski enoti (GGE) Snežnik, oddelek 46, ki je uvrščen v gozdnogospodarski razred (GRGE) Jelovi gozdovi na rastišču *Omphalodo – Fagetum mercurialetosum* (Gozdnogospodarski načrt ..., 2005). V GGE prevladuje apnena matična podlaga, ponekod so lahko vložki dolomita. Tla so plitva in skalovita; prevladujejo rendzine s profilom O-A-C, rjave rendzine s prisotnim inicialnim horizontom B_i (profil O-A-B_i-C), ponekod pa se, predvsem na uravnavah in v talni žepih, pojavljajo tudi rjava pokarbonatna tla (profil O-A-B_{rz}-C). Povprečna letna temperatura je 6 °C, povprečna letna količina padavin 2000 mm, na južnem delu enote (Gomance) do 3000 mm, z izrazitim jesenskim in manj izrazitim spomladanskim maksimumom (Gozdnogospodarski načrt ..., 2005).

Preglednica 1: Zbiralniki C v gozdnem ekosistemu po IPCC GPG – LULUCF, 2003

Table 1: Reservoirs C in forest ecosystem according to IPCC GPG – LULUCF, 2003

Zbiralnik		Opis
ŽIVA BIOMASA	NADZEMNA BIOMASA	Vsa živa biomasa nad tlemi, kamor uvrščamo panje, debla, veje, skorjo, seme in liste.
	PODZEMNA BIOMASA	Vsa biomasa živih korenin. Živih tankih korenine s premerom, manjšim od 2 mm, ne upoštevamo.
MRTVA ORGANSKA SNOV	MRTEV LES	Vsa stoječa ali ležeča odmrła lesna biomasa, ki ni uvrščena med opad. V kategorijo mrtev les spadajo tudi odmrle korenine in panji.
	OPAD	Različno razgrajena odmrła biomasa nad mineralnim ali organskim delom tal (O _p , O _f in O _h podhorizonti).
TLA	ORGANSKA SNOV V TLEH	Vsebuje organski C v organskih in mineralnih tleh. Sem spadajo tudi žive tanke korenine z manjšim premerom od 2 mm.

2.2 Terenske meritve

2.2 Field measurements

Jeseni 2008, po dolgotrajnem deževnem obdobju, je veter izruval petnajst jelovih dreves. S terenskim delom smo začeli spomladi 2009, ko so z vej odpadle iglice. Najprej smo vseh petnajst dreves oklestili, jim izmerili DBH in višino ter sekcijsko izmerili debla; premere smo s π -metrom merili po sekcijah absolutno enakih dolžin (2 m). Dodatno smo iz debla odvzeli vzorce za določitev gostote lesa.

Iz koreninskega sistema smo očistili ukleščene skale in zemljo ter jih razrezali na manjše dele; praviloma srčno korenino posebej, stranske korenine pa posebej. Dodatno smo izkopali vse korenine, ki so se odtrgale od izruvanega koreninskega sistema; ocenjujemo, da smo v tehtanje zajeli vse korenine, premera več kot 0,5 cm. Vse dele koreninskega sistema smo stehali z analogno visečo tehtnico s tehtalnim območjem do 250 kg in natančnostjo 1 kg ter odvzeli vzorce za določitev gostote lesa. Stehali smo tudi veje in iz naključno izbranih odvzeli vzorce za določitev gostote lesa. K deblu nismo prišli vrhača (premer < 7 cm) in panja, tako da izmerjeno deblo predstavlja tržno deblovino (s skorjo). V izračunih smo vrhač upoštevali z vejami kot vejevino. Pri vejevini nismo upoštevali igličevja, ker so iglice že odpadle z vej. Koreninski sistem smo obravnavali kot panjevino, ki zajema tudi panj (delo koreninskega sistema), ki ostane na sečiščih po sečnji.

2.3 Obdelava podatkov in izračun

2.3 Data processing and calculation

Na podlagi sekcijske izmere smo volumen tržne deblovine izračunali po metodi prisekanih stožcev, podobno kot v drugih primerljivih raziskavah (npr. BOLTE *et al.*, 2004). Maso suhe lesne snovi v tržni deblovini smo preračunali s pomočjo osnovne gostote obravnavanih vzorčnih jelk. Osnovna gostota lesa (R) je količnik med maso absolutno (sušilnično) suhega lesa in največjim volumnom, kot ga ima svež les ali natančnejše, kot ga ima les, katerega vlažnost je enaka vsaj točki nasičenja celičnih sten (TNCS – približno pri $u = 30\%$) (TORELLI, 1998). Osnovna gostota (R) je zelo uporabna, ker podaja količino absolutno suhe lesne snovi v volumnu svežega lesa. Pri

izračunih skladiščenja ogljika v gozdovih izračuni potekajo prek osnovnih gostot drevesnih vrst in pretvorbo suhe lesne snovi v količino ogljika s faktorjem 0,5 t C/t suhe lesne snovi. Osnovne gostote lesa vej, debla in koreninskega sistema smo povzeli po MARTINČIČU (2010), ki je analiziral variabilnost gostote lesa omenjenih jelk; povprečna gostota lesa vejevine je 595 kg/m³, lesa tržne deblovine 394 kg/m³ in lesa panjevina 365 kg/m³.

V raziskavi smo tako ločeno obravnavali naslednje dele drevesa:

- tržna deblovina (s skorjo, brez panja in brez vrhača),
- panjevina (koreninski sistem do premera korenin 0,5 cm in panj skupaj),
- vejevino (brez igličevja, vrhač).

Tržna deblovina zajema deblo s skorjo brez panja in brez vrhača. V primeru jelke je enako debeljadi brez panja (in brez vrhača). Ponazarja dele drevesa, ki se prodajo in tudi spravijo iz gozda ne glede na to, kakšni so tržni dogovori med prodajalcem in kupcem. Zmanjšanje tržne deblovine zaradi prežagovanja z motorno žago smo ocenili kot zanemarljivo in je zato nismo obravnavali posebej.

Pri preračunu sveže mase vejevine in panjevina na suho maso smo predpostavili, da so imele jelke v času tehtanja 80 % vlago (TORELLI, 2010). Zaradi velikega razpona v vlažnosti med in znotraj drevesnih vrst smo v izračunih upoštevali strokovno oceno. Za jelko znaša razpon vlažnosti za beljavo od 140 % do 180 %, za jedrovino pa od 40 % do 50 %, s tem, da deli jedrovine v primeru nastanka "mokrega srca" lahko dosežejo do 160 % vlažnost (TRENDELENBURG, 1955). Za skorjo smo privzeli, da ima podobno osnovno gostoto in vlažnost kot les. Podobnost osnovnih gostot med skorjo in lesom nakazujejo industrijska študija (Bark and wood properties ..., 1978), s katero so med iglavci obravnavali tudi smreke (*Picea engelmannii*, *Picea glauca* in *Picea mariana*) in jelko (*Abies balsamea*).

Med suho maso panjevina oz. vejevine ter velikostjo nadzemnega dela drevesa smo uporabili v