

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

Olga DOVŽAN

**VOLUMENSKÉ FUNKCIJE SMREKE NA  
RAZISKOVALNIH PLOSKVAH NA POKLJUKI**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2013

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

Olga DOVŽAN

**VOLUMENSKÉ FUNKCIJE SMREKE NA RAZISKOVALNIH  
PLOSKVAH NA POKLJUKI**

DIPLOMSKO DELO  
Visokošolski strokovni študij

**VOLUME FUNCTIONS OF SPRUCE RESEARCH PLOTS ON  
POKLJUKA PLATEU**

GRADUATION THESIS  
Higher professional studies

Ljubljana, 2013

Diplomsko delo je bilo izdelano na Univerzi v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, in je zaključek visokošolskega strokovnega študija gozdarstva. Terenska dela so bila opravljena na gozdnogospodarskem območju Bled, v gospodarski enoti Pokljuka.

Komisija za študijska in študentska vprašanja na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire je na seji, dne 19. 5. 2010, sprejela predlagano temo in določila za mentorja doc. dr. Davida Hladnika in za recenzenta prof. dr. Andreja Bončino.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Olga Dovžan

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 524(497.4Pokljuka)(043.2)=163.6
KG	tarife/volumenske funkcije/lesna zaloga/Pokljuka
KK	
AV	DOVŽAN, Olga
SA	HLADNIK, David (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2013
IN	VOLUMENSKÉ FUNKCIJE SMREKE NA RAZISKOVALNIH PLOSKVAH NA POKLJUKI
TD	Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij)
OP	VII, 29 str., 4 pregl., 11 sl., 16 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Na dveh raziskovalnih hektarskih ploskvah na Pokljuki so v letih 2008 in 2009 izvedli polno izmero. Na podlagi premera dreves v prsni višini, premera dreves na 7 metrih ter višin so s pomočjo volumenskih funkcij – tarif, dvovhodnih deblovnic in trovhodnih volumenskih funkcij, izračunali lesno zalogo na ploskvah. Najnatančnejše so bile trovhodne volumenske funkcije, katere upoštevajo vse tri parametre, najmanj pa tarife, pri katerih je bil volumen izračunan le na podlagi premerov dreves. Na raziskovalnih ploskvah so izračunali za 7 % oziroma 10 % višje vrednosti lesnih zalog, če so namesto trovhodnih volumenskih funkcij, uporabili eno-parametrne tarife.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Gt

DC FDC 524(497.4Pokljuka)(043.2)=163.6

CX tariff functions/volume functions/growing stock/Pokljuka

CC

AU DOVŽAN, Olga

AA HLADNIK, David (supervisor)

PP SI-1000 Ljubljana,

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and  
Renewable Forest Resources

PY 2013

TI VOLUME FUNCTIONS OF SPRUCE RESEARCH PLOTS ON POKLJUKA  
PLATEU

DT Graduation Thesis (Higher professional studies)

NO VII, 29 p., 4 tab., 11 fig., 16 ref.

LA sl

AL sl/en

AB In the years 2008 and 2009 a full measurement of two research plots, a hectare each, was performed on the Pokljuka Plain. On the basis of the breast height diameters of trees, the diameters at 7 m tree height, and the full heights of trees, the growing stock of the two plots was calculated, using tariff functions - two parametric volume functions and three parametric volume functions. The most accurate were the three parametric volume functions that take into account all three measures, whereas the least accurate were the tariffs which use only the diameters of the trees to calculate the tree volume. On research plots, up to 7 % and 10 % higher values of growing stock were calculated when one parametric tariff functions were used instead of three parametric volume functions.

## KAZALO VSEBINE

1 UVOD.....	1
2 NAMEN NALOGE.....	4
3 SPLOŠEN OPIS GOZDNOGOSPODARSKE ENOTE POKLJUKA .....	5
4 MATERIALI IN METODE DELA.....	7
5 REZULTATI.....	17
5.1 ŠTEVILO DREVES, VIŠINSKE KRIVULJE IN TARIFE .....	17
5.1.1 Porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah.....	17
5.1.2 Višinske krivulje in določanje tarif .....	18
5.2 PRIMERJAVA TARIF, DVOVHODNIH DEBLOVNIC IN VOLUMENSKIH FUNKCIJ.....	19
RAZPRAVA IN SKLEPI.....	23
POVZETEK .....	26
VIRI.....	27
ZAHVALA.....	29

## KAZALO SLIK

<b>Slika 1:</b> Sestoj na raziskovalni ploskvi številka 39 na Pokljuki (foto: Dovžan, 2009).....	8
<b>Slika 2:</b> Izsek iz temeljne gozdarske karte gozdnogospodarske enote Pokljuka, ploskev 39 (Gozdnogospodarski načrt ..., 2006).....	9
<b>Slika 3:</b> Ploskev številka 49 in oznaka na drevesu (foto: Dovžan, 2009).....	10
<b>Slika 4:</b> Izsek iz infrardečega ortofoto posnetka gozdnogospodarske enote Pokljuka, z označenimi deli raziskovalne ploskve številka 49 (Geodetska uprava Republike Slovenije Gozdnogospodarski načrt ..., 2006).....	11
<b>Slika 5:</b> Vertex III transponder ( <a href="http://www.nrcan.gc.ca">www.nrcan.gc.ca</a> ).....	12
<b>Slika 6:</b> Merjenje s finsko premerko (foto: Hladnik, 2008).....	13
<b>Slika 7:</b> Frekvenčna porazdelitev dreves smreke po debelinskih stopnjah na ploskvah 39 in 49. ....	17
<b>Slika 8:</b> Višinska krivulja za smreko na raziskovalnih ploskvah 39 in 49. ....	18
<b>Slika 9:</b> Primerjava volumnov dreves po debelinskih stopnjah na ploskvi številka 39.....	20
<b>Slika 10:</b> Primerjava volumnov dreves po debelinskih stopnjah na ploskvi številka 49....	21
<b>Slika 11:</b> Primerjava volumnov tanjših dreves na raziskovalni ploskvi 49. ....	22

## KAZALO PREGLEDNIC

<b>Preglednica 1:</b> Regresijske enačbe za volumen debeljadi smreke po dvovhodnih deblovnica (Puhek, 2003). .....	15
<b>Preglednica 2:</b> Koeficienti originalnih švicarskih trovhodnih volumenskih funkcij (Kaufmann, 2001). .....	15
<b>Preglednica 3:</b> Regionalne trovhodne volumenske funkcije (Kušar, 2007). .....	16
<b>Preglednica 4:</b> Izračunane lesne zaloge z različnimi načini določanja volumna dreves....	19



## 1 UVOD

V Sloveniji za ugotavljanje lesne zaloge gozdnih sestojev v sklopu gozdne inventure pri kontrolni vzorčni metodi uporabljamo enovhodne volumenske funkcije, to so prilagojene enotne francoske (PEF) tarife, ki veljajo za vse drevesne vrste (Kušar, 2007). Glavni razlog za uvedbo teh tarif v slovensko gozdarsko prakso v 50 letih prejšnjega stoletja je bil, da uporaba tarif zmanjšuje število meritev drevesnih višin, s tem pa se le malenkost zmanjša zanesljivost ocene lesne zaloge (Čokl 1956, 1957, 1959, 1962; Mlinšek 1955, Zabukovec 1957, cit. v Kušar, 2007). Tako so te tarife zaradi svoje enostavnosti kljub manjši zanesljivosti hitro zamenjale različne lokalne tarife in dvovhodne deblovnice (Kušar in Hočevar 2006).

Okrog leta 1950, v tako imenovanih planskih letih, se je položaj gozdarstva zelo spremenil. Za naše razpravljanje sta najpomembnejša dva dosežka: ustanovitev gozdnega sklada, s tem so se zagotovila sredstva in samostojnost gozdarske panoge, ter drugi dosežek, pričeli so z urejanjem gozdov, kjer je bil temelj popolna premerba sestojev. Zaradi ustanovitve gozdnega sklada so se zagotovila sredstva za vse vrste vlaganj v gozdove, predvsem za urejanje gozdov. Leta 1954 so začeli urejati zasebne gozdove. Zelo se je povečala inventarizacija gozdov (popolna izmera, ugotavljanje lesnih zalog in njihovega prirastka). Zaradi premajhnega števila sposobnega kadra in opremljenosti na vseh ravneh, ni bilo mogoče zadostiti zahtevam po kakovostnem delu in takrat običajnih metodah ugotavljanja lesnih zalog in prirastkov. Zato je bilo potrebno delo in postopke racionalizirati. Eden takih ukrepov je bila tudi uvedba tarif in deblovnice (Rebula, 2009).

Poznamo več vrst šablonskih tablic oziroma tarif za ugotavljanje lesne zaloge iz frekvenčnih porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah. Te so lahko višinske, oblikovišinske in volumenske. Za praktično urejanje gozdov pridejo v poštev le volumenske tarife. Obstaja pa še več vrst takšnih tarif, med katerimi so tudi tarife, ki niso razdeljene niti na drevesne vrste niti na razrede (Biolleyeve tarife), ki so razdeljene na razrede, ne pa tudi na drevesne vrste (izvirne in prirejene francoske tarife), in tarife, ki so razdeljene na vrste in razrede (Hočevar, 1995).

Da dobimo dobro oceno lesne zaloge, moramo najprej izbrati pravilno vrsto tarif in tarifni razred. Vrsto tarif nam določa gozdnogojitvena oblika sestoja (enodobni, prebiralni, gozdovi vmesnih oblik) in se nanaša na velikost spremembe volumna drevesa z naraščanjem premera drevesa, tarifni razred pa nam poda volumen drevesa danega premera. Večji je tarifni razred, večji volumen ima drevo enakega premera pri določeni gozdnogojitveni obliki sestoja (Kušar in Hočevar, 2006).

Med uporabo in primerjavo prirejenih Alganovih in Schaefferjevih tarif z lokalnimi deblovnici po Sloveniji so ugotovili, da obstaja veliko gozdov, kjer volumen drevesa od premera do premera ne narašča tako hitro, kot to predpostavljajo Alganove tarife, pa vendarle hitreje, kot to predpostavljajo Schaefferjeve tarife. Predvsem so to raznodobni sestoji in so po zgradbi nekje med enodobno in prebiralno zgradbo, teh gozdov pa je v Sloveniji največ (Zabukovec; 1957; Čokl, 1959, cit. v Kušar, 2007). Zato je leta 1959 Čokl izdelal tako imenovane vmesne – V tarife, ki so bile izdelane na podobnih predpostavkah kot Alganove in Schaefferjeve tarife. Ležijo med njimi, 10 tarifnih razredov pa se stopnjuje v absolutno rastočih, relativno (odstotno) pa v enakih presledkih (Kušar, 2007).

Tarife so zaradi le enega vhodnega podatka manj zanesljive od dvovhodnih deblovnici, vendar so jih začeli uporabljati, ker so enostavnejše za uporabo in zahtevajo manj dragih in zamudnih meritev drevesnih višin kot dvovhodne deblovnice, predvsem pa nam podajajo dobre ocene volumnov dreves. V Sloveniji največ uporabljamo V tarife, ki so bile matematično določene tako, da ležijo med tarifami za enodobne (E) in prebiralne gozdove (P). Tarife v enodobnih sestojih se z razvojem spreminjajo in jih je potrebno ob ponovni inventuri preveriti oz. določiti na novo, tarife za prebiralne gozdove pa se zaradi značilnosti prebiralnega tipa gozda in prebiralnega gospodarjenja ne bi smele spreminjati (Klepac, 1953; Čokl, 1956, cit. v Kušar, 2007).

Na Pokljuki so leta 1949 izbrali 17 hektarskih ploskev, jih zamejčili ter označili. Kasneje so jih na tej planoti popisali še 23, 20 na Jelovici ter eno v Kranjski gori v Mali Pišnici. Namen teh ploskev je bilo spremljanje smrekovih sestojev v rasti in razvoju, ki so že takrat

veljala za kakovostnejša. Kasneje, po letu 1960, so po Pokljuki postavili še več takih ploskev (Čokl, 1958).

V preteklosti sta Furman (2005) in Čelan (2005) v svojih diplomskih delih ocenjevala sestojne zgradbe v gozdnih sestojih na Podmeji in Boču. Na dokaj strmih terenih sta ugotovila, da se tarifa zmanjša za en razred, če se vzpenjamo po hribu od vznožja navzgor. Na raziskovalnih ploskvah v Leskovi dolini in na Pokljuki je bilo prikazano, kako se spreminjajo višinske krivulje v gozdnih sestojih (Hladnik in Skvarča, 2009), to pa vpliva tudi na spreminjanje tarifnih nizov v desetletnih obdobjih gozdnogospodarskega načrtovanja.

Doslej so na Slovenskem ocenjevali zlasti natančnost in primernost tarif v gozdovih (Rebula, 2009), z večparametrskimi volumenskimi funkcijami pa so jih primerjali Kušar (2007), Kušar in Hočevar (2006), Hladnik in Kobal (2012).

Prednost volumenskih funkcij je v tem, da so zanesljive na širših območjih, saj se z meritvijo in uporabo drevesne višine ( $h$ ) ter zgornjega premera ( $d_z$ ) bistveno izboljša zanesljivost določitve volumna posameznega drevesa.

## 2 NAMEN NALOGE

V letu 2008 in 2009 smo na dveh raziskovalnih ploskvah na območju Pokljuke izvedli polno izmero dreves, eno na raziskovalni ploskvi v sestoji mlajšega debeljaka, drugo v fazi starejšega debeljaka. S tem smo želeli odkriti razlike v treh različnih načinih merjenja volumnov dreves. Primerjali smo tarife, dvovhodne deblovnice ter troparametrške volumenske funkcije. Pri tarifah smo potrebovali premer, pri dvovhodnih deblovnica višino in premer, pri volumenskih funkcijah pa premer v prsni višini, premer na sedmih metrih ter višino.

Cilji diplomske naloge so:

- pregledati uporabo metod za določanje volumna dreves in lesne zaloge dreves;
- primerjati ocene volumna dreves in lesne zaloge sestojev, ki jih dobimo s tarifami, dvovhodnimi deblovnica in volumenskimi funkcijami;
- ugotoviti natančnost tarif, ki jih na Slovenskem uporabljamo najbolj pogosto.

### 3 SPLOŠEN OPIS GOZDNOGOSPODARSKE ENOTE POKLJUKA

Pokljuka je visoka kraška planota v Julijskih Alpah, pokrita z gozdom. Je največja zaokrožena gozdna površina v Triglavskem narodnem parku, ki je dolga 20 km in skoraj toliko tudi široka. Omejujejo jo dolina Krme in greben z Debelo pečjo, reka Radovna, Sava Bohinjka in dolina Voj ter skupno obsega 4.835 ha gozdov. Pokljuka je ostanek ravnika, ki sta ga izdolbli na severni strani Radovna, na južni strani pa Sava Bohinjka. Njeno površje so preoblikovali ledeniki, zato je na ta način nastala mezo in mikro razgibana planota. Značilnost planote so obilne padavine, od katerih je polovica snežnih. Pokljuka se razteza od nadmorske višine 1000 do 1400 metrov. Sama planota je rahlo razgibana, saj jo ponekod obdajajo visoke vzpetine (Gozdnogospodarski načrt ..., 2006).

V gozdnogospodarski enoti Pokljuka kot geološka podlaga prevladuje apnenec in ker je le-ta kemično izredno topen, stalnih vodotokov skorajda ni. Z ozirom na veliko količino padavin (1300 do 1900 mm) in veliko vodozbirno območje se v notranjosti pretakajo velike količine vode. Majhen delež le-teh pride na površje na krpah nekarbonatnih kamnin v obliki izvirov (Mrzli studenec, studenci v bližini visokogorskega barja Šijec) (Gozdnogospodarski načrt ..., 2006).

Podnebje ima velik vpliv na rastno dinamiko sestojev, tvorjenje tal in gozdne združbe. V gozdnogospodarski enoti Pokljuka prevladuje alpsko podnebje, oziroma višinsko podnebje gorskih planot in kotanj. Obilne padavine, kratka vegetacijska doba, dolgotrajna snežna odeja in veliki temperaturni ekstremi, potencirani z mraziščno lego so tipične razmere, ki jih najdemo na tem območju. Za to podnebje je značilna klima planot: podnevi akumulira velike količine sončne toplote, ponoči pa jo izžareva. Zrak postaja težji, polzi po pobočju v kotanjo in izpodriva lažji toplejši zrak. Zaradi zaprtosti ni cirkulacije in vleknina se zapolni. Posledice teh procesov so močno izraženi temperaturni minimumi in velike letne amplitude. Prav zato je vegetacijska doba dolga le 3 do 4 mesece (Gozdnogospodarski načrt ..., 2006). Najbolj deževni meseci so: april, maj, september in oktober, najsušnejša meseca pa januar in februar ([www.life.tnp.si](http://www.life.tnp.si)).

Smrekovi gozdovi na Pokljuki dajejo posebno kakovosten – resonančni les. Med drevesnimi vrstami v lesni zalogi prevladuje smreka s 97-odstotnim deležem, jelka, macesen in listavci pa zavzemajo preostale 3 odstotke. Po tipih sestojev na planoti močno prevladujejo smrekovi gozdovi, katerih je 87 %, kar na celotni površini predstavlja 4211,9 ha. Pri delitvi planote glede na gozdne združbe pa prevladujejo združbe predalpskega jelovo bukovega gozda na 40 % površine, sledi alpski smrekov gozd z 29 % in subalpski smrekov gozd s 23 % površine. Pomemben delež predstavlja še alpska združba rušja, ki zavzema 6 % površine GGE. Gozdovi na Pokljuki so spremenjeni, saj so pred nekaj stoletji prevladovali bukovi gozdovi, ki pa so danes zaradi intenzivnega oglarjenja v preteklosti močno razredčeni. Velik problem v zadnjih desetletjih predstavljajo naravne motnje, predvsem vetrolomi, snegolomi in različne bolezni drevja. V obdobju od leta 1996 do 2006 je bilo kar 51,6 % lesne mase posekane zaradi različnih slučajnih vzrokov. Največ zaradi vetra (62 %), škodljivcev (24 %) in bolezni (10 %) (Gozdnogospodarski načrt ..., 2006).

#### 4 MATERIALI IN METODE DELA

Meritve, ki smo jih izvajali v letih 2008 in 2009, so bile opravljene na blejskem gozdnogospodarskem območju, v krajevni enoti Pokljuka v revirjih Rudno polje in Mrzli Studenec. Podatke smo zbrali na dveh raziskovalnih ploskvah.

Ploskev z oznako 39 se nahaja v odseku 49 b (slika 1, 2) in po površini meri 1 ha. Druga ploskev je označena s številko 49 in se nahaja v odseku 54 b (slika 4), po površini meri 1 ha. Obe ploskvi sta bili odmerjeni in zamejčeni ob prvi meritvi leta 1949 in imata oštevilčena drevesa in označeno mejo.

Področje, kjer se nahaja ploskev 39, je na nadmorski višini 1270 m. Relief je sestavljen iz gladkih do srednje strmih nagibov ( $5^{\circ}$ – $20^{\circ}$ ) severne ekspozicije. Matična podlaga je triadni apnenec z morenskimi ostanki, na katerem so se razvila rjava tla. Gozdna združba na ploskvi je bila sprva označena kot *Piceetum subalpinum loreetosum* (Čokl, 1971). Posebnost subalpskega smrekovega gozda je, da močno kislata tla in mraziščne razmere močno prevladujejo nad ostalimi ekološkimi dejavniki in skupno ustvarjajo razmere za rast smrekovih gozdov z acidofilnimi zelišči in mahovi. Zaradi dokaj močnega dotoka svetlobe do tal se v spodnjem delu ploskve močno razrašča borovnica, medtem ko se v srednjem delu dobro pomlajuje smreka. Smreka v sestoji je vitka s tankimi vejami, ki se začnejo šele nekje na 2/3 debla drevesa. Drevje na ploskvi dosega velike višine in visoko lesno zalogo.

Hladnik in Skvarča (2009) sta izračunala v letih 2007 in 2008 povprečne in dominantne premere smreke ter sestojne gostote na pokljuških raziskovalnih ploskvah, med katere sta bili vključeni tudi ploskvi 39 in 49. Raziskovalna ploskev 39 ima ocenjeno starost sestoja 185 let, medtem ko je sestoj na ploskvi 49 bistveno mlajši – starosti 140 let. Prav tako se sestoja močno razlikujeta glede aritmetično srednjega premera dreves, kjer je na ploskvi 39 le-ta 52,7 cm, na ploskvi 49 pa 41,0 cm. Glede na to, da v diplomski nalogi primerjamo več modelov izračunavanja volumnov dreves, velja upoštevati tudi lesno zalogo na ploskvah. Na ploskvi 39 je bila v letih 2007, 2008 izračunana  $900,1 \text{ m}^3/\text{ha}$ , na raziskovalni

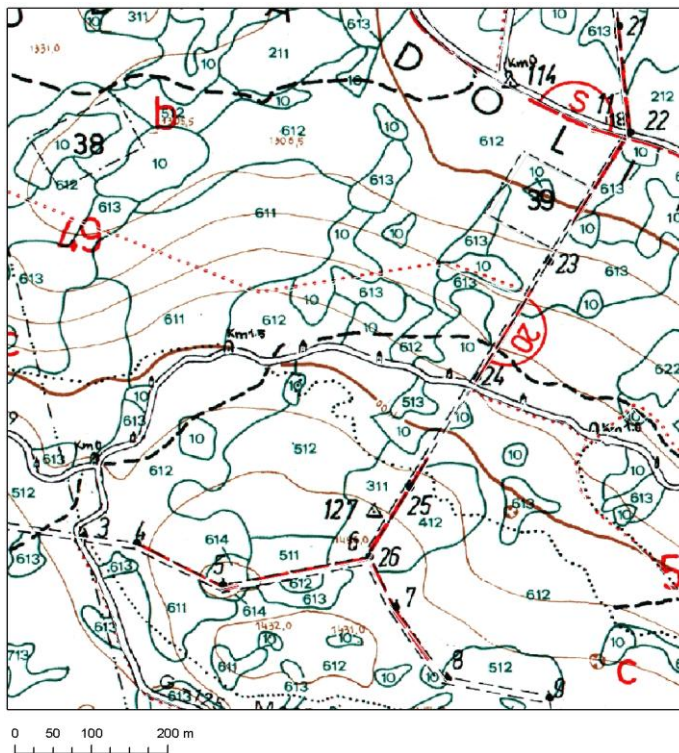
ploskvi 49 pa 680,1 m<sup>3</sup>/ha. Za primerjavo lahko dodamo še lesne zaloge iz leta 1954, ko so izmerili na ploskvah naslednje lesne zaloge: ploskev 39 – 844 m<sup>3</sup>/ha in ploskev z oznako 49 – 447 m<sup>3</sup>/ha (Tregubov, 1958).

V primerjavi z merjenimi drevesi na ploskvah leta 2007 je nastala razlika pri številu izmerjenih drevesih v času naših meritev, saj je bilo na ploskvi 39 v letu 2007 izmerjenih 234 dreves, pri naših meritvah pa je bilo upoštevanih 11 dreves manj – 223, zaradi polomljenih vrhov oziroma posekanih dreves. Prav tako je bilo na ploskvi 49 leta 2007 merjenih 312 dreves, dve leti kasneje pa je bilo izmerjenih 289 dreves.



**Slika 1:** Sestoj na raziskovalni ploskvi številka 39 na Pokljuki (foto: Dovžan, 2009).





**Slika 2:** Izsek iz temeljne gozdarske karte gozdnogospodarske enote Pokljuka, ploskev 39 (Gozdnogospodarski načrt ..., 2006).

Ploskev z oznako 49 se nahaja v odseku 54 b na višini 1190 m nad morjem in po reliefu spada med kotanjaste ravnice. Matična podlaga so glinasti peščenjaki, tla podzolirana. Tudi na tej ploskvi so sprva popisali združbo *Piceetum subalpinum loreetosum* (Čokl, 1971).



**Slika 3:** Ploskev številka 49 in oznaka na drevesu (foto: Dovžan, 2009).

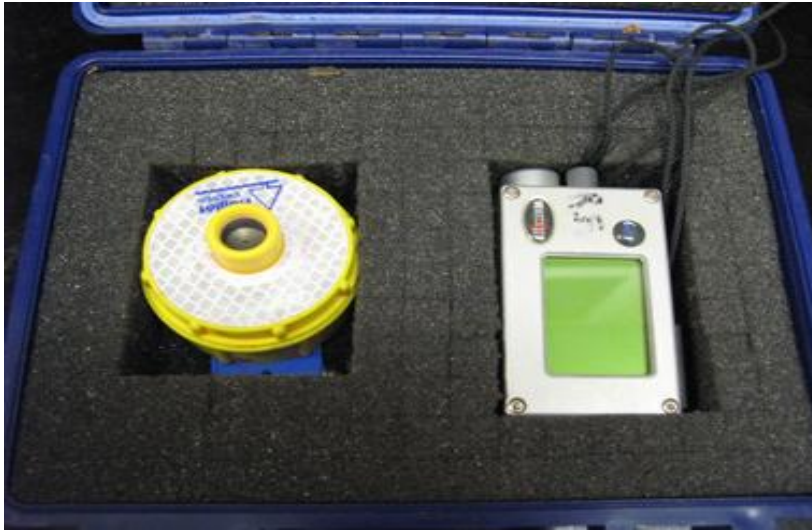
Zaradi boljše prepoznavnosti so že ob zakoličenju raziskovalnih ploskev vsa drevesa označili s številkami. Pri izvedbi meritev so nam te številke pripomogle k hitrejšemu delu. Predvsem na ploskvi 49 so te številke izredno lepo vidne in ohranjene (slika 3), medtem ko na ploskvi 39 zaradi večjih dimenzijskih sprememb od nanosa številk te oznake niso tako dobro vidne in nam je iskanje dreves povzročilo kar nekaj preglavic.

V letih 2008 in 2009 smo izvedli ponovno izmero vseh dreves na ploskvah. Vsem drevesom smo izmerili višino, premer v prsni višini ter premer na višini sedmih metrov. Višine dreves smo merili z višinomerom Vertex (slika 5) na decimeter natančno, tako da smo bili oddaljeni od merjenega drevesa vsaj za njegovo drevesno višino ter najprej merilno napravo usmerili v drevo, kjer je bil pri 1,3 metra nameščen oddajnik – transponder, nato pa v vrh drevesa. Največji problem pri merjenju višin je najti ustrezno mesto, kjer natančno vidimo vrh drevesa. Na obeh ploskvah sta bila sestoja enomerne oblike, zato je bilo za odčitavanje višine drevesa včasih potrebno večkrat menjati stojišče. Inštrument, s katerim smo izvajali meritve, deluje na principu ultrazvoka. V podobnih raziskovanjih poključskih gozdov je bilo ocenjeno, da je metoda z ultrazvokom natančnejša

na krajših razdaljah, laserski razdaljemer pa omogoča meritve na daljših razdaljah (Borkovič, 2008).



**Slika 4:** Izsek iz infrardečega ortofoto posnetka gozdnogospodarske enote Pokljuka z označenimi mejami raziskovalne ploskve številka 49 (Geodetska uprava Republike Slovenije, Gozdnogospodarski načrt ..., 2006).



**Slika 5:** Višinomer Vertex III ([www.nrcan.gc.ca](http://www.nrcan.gc.ca)).

Premer drevesa v prsni višini smo merili z merskim trakom na milimeter natančno, nakar smo podatke za samo obdelavo spremenili v centimetre. Pri merjenju premera na sedmih metrih smo uporabili finsko premerko (slika 6). Ta je sestavljena iz aluminijaste teleskopske palice, ki se raztegne na dolžino sedmih metrov. Na koncu palice je nameščena premerka, narejena iz prosojnega materiala, da smo s stojišča lahko odčitali premer drevesa na višini 7 m na centimeter natančno.



**Slika 6:** Merjenje s finsko premerko (foto: Hladnik, 2008).

Računalniška obdelava podatkov je potekala v programu Microsoft Excel. Za izračun volumnov dreves smo uporabili tarife, dvovhodne deblovnice in volumenske funkcije. Pri slednjih smo uporabili švicarske in prilagojene volumenske funkcije (Kušar, 2007).

Pri obdelavi drevesnih podatkov, ki smo jih pridobili na raziskovalnih ploskvah, smo za nadaljnjo obdelavo uporabili le podatke o drevesih, pri katerih smo med merjenjem določili, da so brez večjih poškodb na deblu in da imajo le en vrh. Število neupoštevanih dreves na ploskvi 39 je bilo 11, od tega jih je 6 imelo polomljen vrh, 5 dreves pa je bilo od zadnjega merjenja leta 2006 posekanih. Na ploskvi 49 eno drevo ni imelo vrha, 22 pa je bilo posekanih.

Najhitrejše in najenostavnejše, a ne tudi najzanesljivejše tablice za določanje volumna so tarife. Za naše izračunavanje smo uporabili Schaefferjeve tarife, ki se uporabljajo pri izrazito enodobnih sestojih z majhnimi razlikami v višini dreves (Kotar, 2003).

Za ugotavljanje tarifnega razreda v sestoju moramo najprej določiti, kje se lesna zaloga sestoja razpolavlja (pri enodobnih sestojih je to z naštevanjem 30 % dreves od najvišje debelinske stopnje proti najnižji). Nato v tisti debelinski stopnji izmerimo 15 do 20 drevesnih višin in izračunamo srednjo višino ter v dvovhodnih deblovnicaх poiščemo tej višini ustrezen volumen. Nato gremo v tablicah za enodobne gozdove po vrsti pri dani debelinski stopnji toliko časa v desno, da pridemo v območje, v katerega pade najdeni volumen. Po tarifah tako najdenega razreda izračunamo lesno maso sestoja (Kotar, 2003).

Volumne dreves računamo po obrazcu:

$$V_d = ( V_{45} / 1800 ) \cdot d \cdot ( d - 5 )$$

Pri deblovnicaх potrebujemo poleg premera tudi višino drevesa. Za lažje delo je za prvotne dvovhodne deblovnice Puhek (2003) izračunal regresijske enačbe, na podlagi premerov dreves (d) in višin (h):

$$v = a_0 \cdot d \cdot h + a_1 \cdot d \cdot h^2 + a_2 \cdot d \cdot h^3 + a_3 \cdot d^2 \cdot h + a_4 \cdot d^2 \cdot h^2 + a_5 \cdot d^3 \cdot h + a_6 \cdot d^3 \cdot h^3 + a_7 \cdot d^4 \cdot h^2 + a_8 \cdot d^5 \cdot h^3$$

**Preglednica 1:** Regresijske enačbe za volumen debeljadi smreke po dvovhodnih deblovnih (Puhek, 2003).

$a_0$	-0,2395044E+00
$a_1$	0,68976337E-02
$a_2$	-0,37308357E-05
$a_3$	0,59380420E-01
$a_4$	-0,30222736E-03
$a_5$	-0,43109400E-03
$a_6$	0,64316383E-08
$a_7$	0,90518929E-07
$a_8$	-0,90550376E-11

Za izračun volumnov s švicarskimi volumenskimi funkcijami potrebujemo: prsni premer ( $d$ ), drevesno višino ( $h$ ) in premer drevesa na sedmih metrih ( $d_7$ ). V našem primeru smo volumne računali po enačbah za smreko, ker je bila na obeh raziskovalnih ploskvah nad merskim pragom, prisotna samo smreka.

$$v = a_0 + a_1 \cdot d^2 \cdot h + a_2 \cdot d^3 + a_4 \cdot h$$

**Preglednica 2:** Koeficienti originalnih švicarskih trovhodnih volumenskih funkcij za smreko (Kaufmann, 2001, cit. Kušar 2007).

$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$
0,029504	0,46756	2,43885	-5,74664	-0,001826

Leta 2007 je Kušar izdelal regionalne trovhodne volumenske funkcije s pomočjo statistične metode multiple regresijske analize, kjer so upoštevali različne kombinacije spremenljivk ( $d$ ,  $h$ ,  $d_7$ ). To metodo izračunavanja volumnov smo za primerjavo uporabili tudi v našem primeru. Na obeh raziskovalnih ploskvah je bila nad merskim pragom prisotna le smreka. Na ploskvi številka 39 je bila prisotna smreka na celotni ploskvi v fazi debeljaka, zato smo uporabili samo enačbo za debelejšje drevje. Na ploskvi številka 49 je bilo 22 smrek v

mlajših razvojnih fazah (do vključno 5. debelinske stopnje), zato smo zanje uporabili enačbo za drobno drevje.

**Preglednica 3:** Regionalne trovhodne volumenske funkcije (Kušar, 2007).

Tanjše smreke
$v = -0,0287351 - 0,000067236 \cdot d_7^2 \cdot h + 0,000643242 \cdot d^2 + 0,0000263496 \cdot d_7^2 +$ $0,0000794341 \cdot d_7^3 + 0,00653111 \cdot h - 0,0060361 \cdot d -$ $0,00000120599 \cdot d_3 \cdot h \cdot 9,79549e^7 \cdot h^4 + 0,00000272722 \cdot d \cdot h^3$
Debelejše smreke
$v = -0,491257 + 0,0000849574 \cdot d_7^2 \cdot h - 0,000625518 \cdot d^2 + 0,00073323 \cdot d_7^2 -$ $0,0000365235 \cdot d_7^3 - 0,0754004 \cdot h \cdot 0,0529111 \cdot d + 3,63234e^{-7} \cdot d^3 \cdot h +$ $0,0000017951 \cdot h^4 - 0,00000183683 \cdot d \cdot h^3$

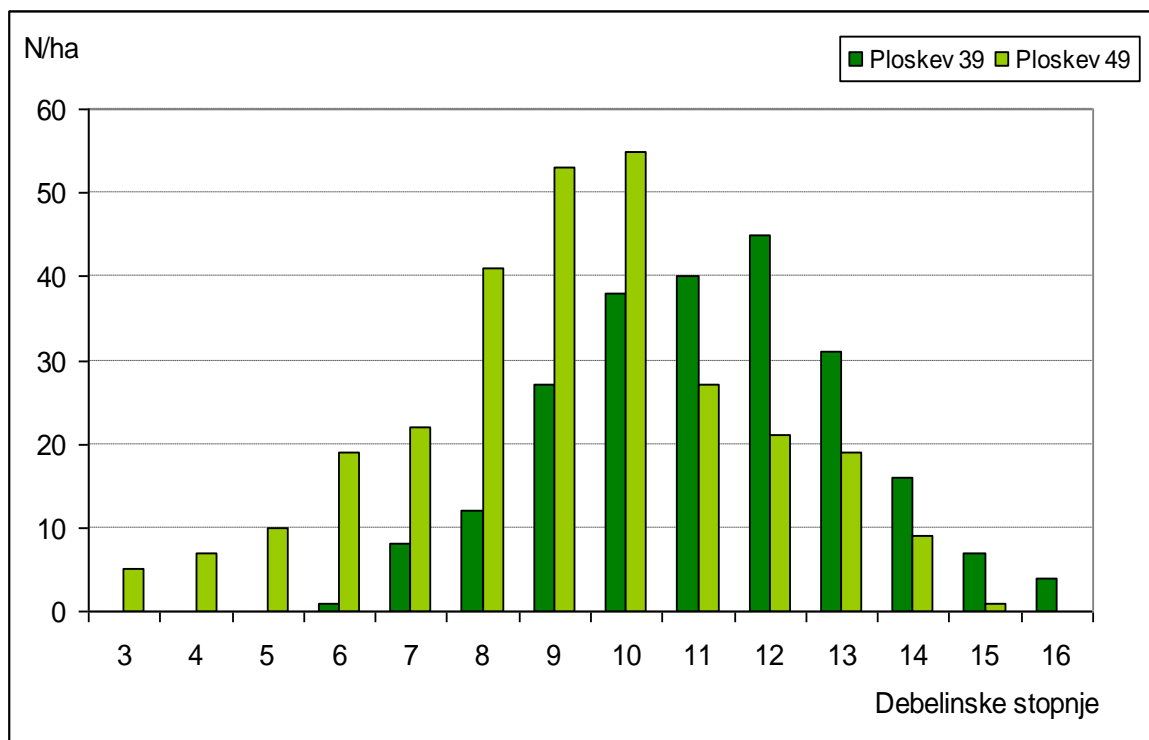


## 5 REZULTATI

### 5.1 ŠTEVILO DREVES, VIŠINSKE KRIVULJE IN TARIFE

#### 5.1.1 Porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah

Podatke o številu dreves, ki smo jih izmerili na posameznih vzorčnih ploskvah, smo prikazali v frekvenčni porazdelitvi po debelinskih stopnjah. Na obeh raziskovalnih ploskvah je bila nad merskim pragom prisotna smreka, le na ploskvi 39 sta se pojavili 2 jerebiki, od katerih pa nobena ni presegla premera 10 cm, zato ju nismo uvrstili v meritve.

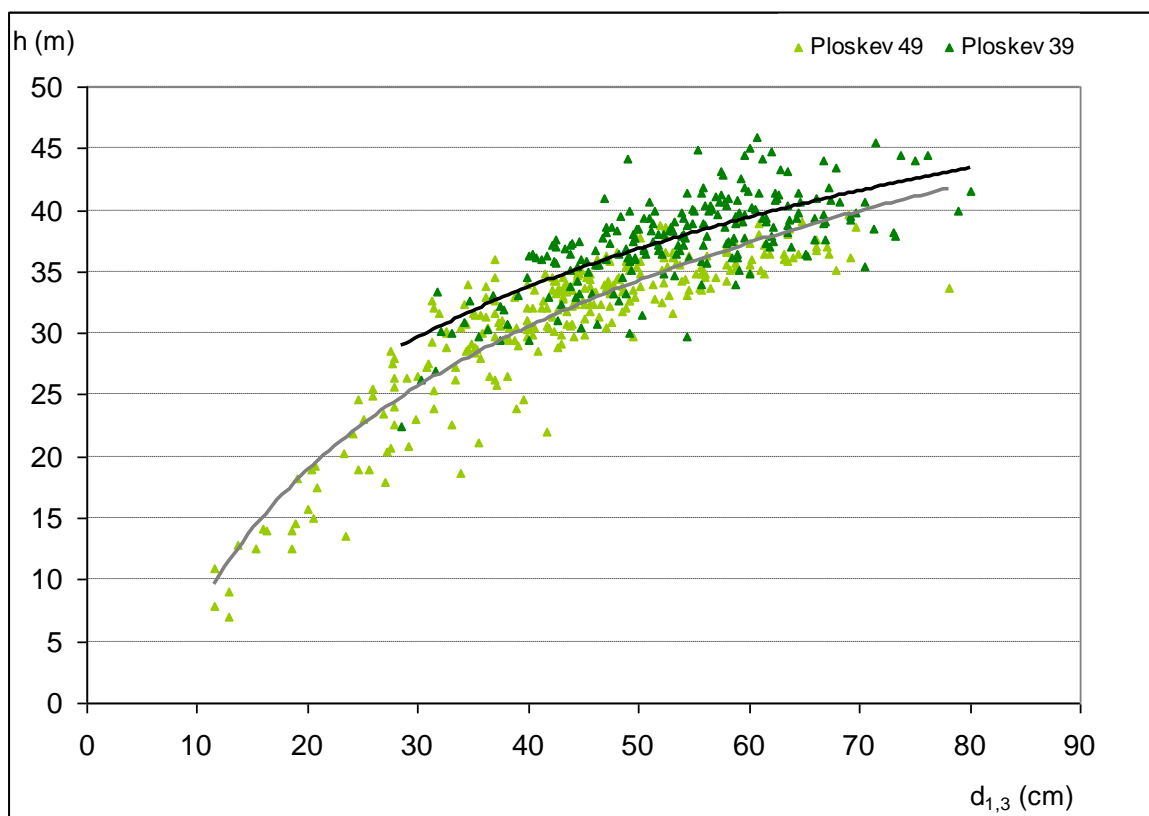


**Slika 7:** Frekvenčna porazdelitev dreves smreke po debelinskih stopnjah na ploskvah 39 in 49.

Iz frekvenčne porazdelitve smreke po debelinskih stopnjah je razvidno, da na ploskvi 39 prevladujejo debelejša drevesa med 6. in 16. debelinsko stopnjo. Na ploskvi 49 so ob debelejših smrekah začela vraščati tudi tanjša drevesa, ki smo jih razvrstili zlasti v 3. in 4. debelinsko stopnjo. Na tej ploskvi je bilo število dreves na hektar 289, na ploskvi 39 pa

manjše – le 223 na hektar. Na raziskovalni ploskvi 49 je največ dreves v 10. debelinski stopnji in predstavljajo 19 % vseh dreves. Na ploskvi številka 39 pa smo izmerili največ dreves v 12. debelinski stopnji, kar predstavlja 20 % vseh dreves na ploskvi.

### 5.1.2 Višinske krivulje in določanje tarif



**Slika 8:** Višinska krivulja za smreko na raziskovalnih ploskvah 39 in 49.

Iz grafikona je razvidno, da so na ploskvi številka 49 drevesa vseh višin, medtem ko je na ploskvi številka 39 opaziti, da so drevesa le v zgornjem sloju – v strehi sestoja. Poleg vraslih smrek smo na ploskvi 49 izmerili tudi veliko takih, ki izvirajo iz prvotnega sestoja in so zaostale v rasti. Ta drevesa so imela nižje višine, pogosto tudi polomljene vrhove in s svojimi krošnjami niso segale v sestojno streho.

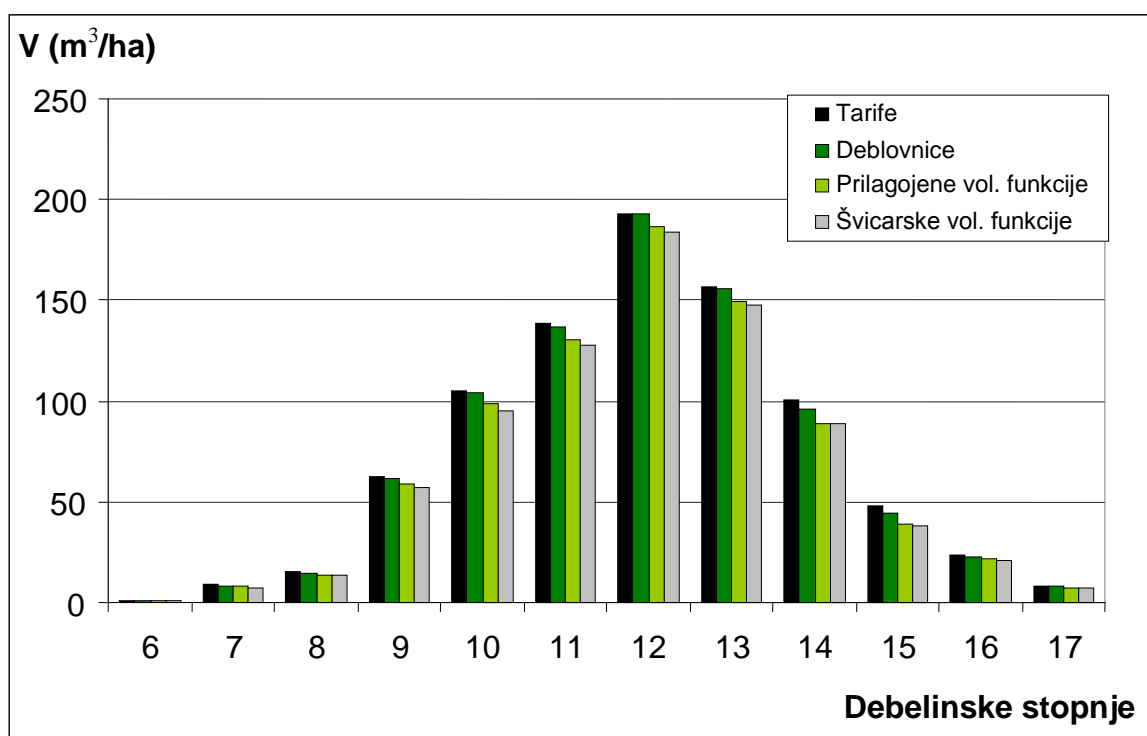
Pri naštevanju 30 % dreves od največje debelinske stopnje navzdol smo ugotovili, da se lesna zaloga razpolavlja v 10. debelinski stopnji, kjer smo ocenili povprečno višino 38,8 metra. Nato smo prek dvovhodnih deblovnice in tablic za enodobne gozdove določili tarifni razred E 8. Na ploskvi 39 smo na podlagi primerjave volumnov dreves iz dvovhodnih deblovnice in tarifnih nizov določili tarifni razred E 8/9.

## 5.2 PRIMERJAVA TARIF, DVOVHODNIH DEBLOVNIC IN VOLUMENSKIH FUNKCIJ

V tem delu obravnavanja rezultatov smo ugotavljali, kako se spreminja lesna zaloga po debelinskih stopnjah, če med seboj primerjamo tarife, dvovhodne deblovnice, prilagojene ter švicarske volumenske funkcije.

**Preglednica 4:** Izračunane lesne zaloge z različnimi načini določanja volumna dreves

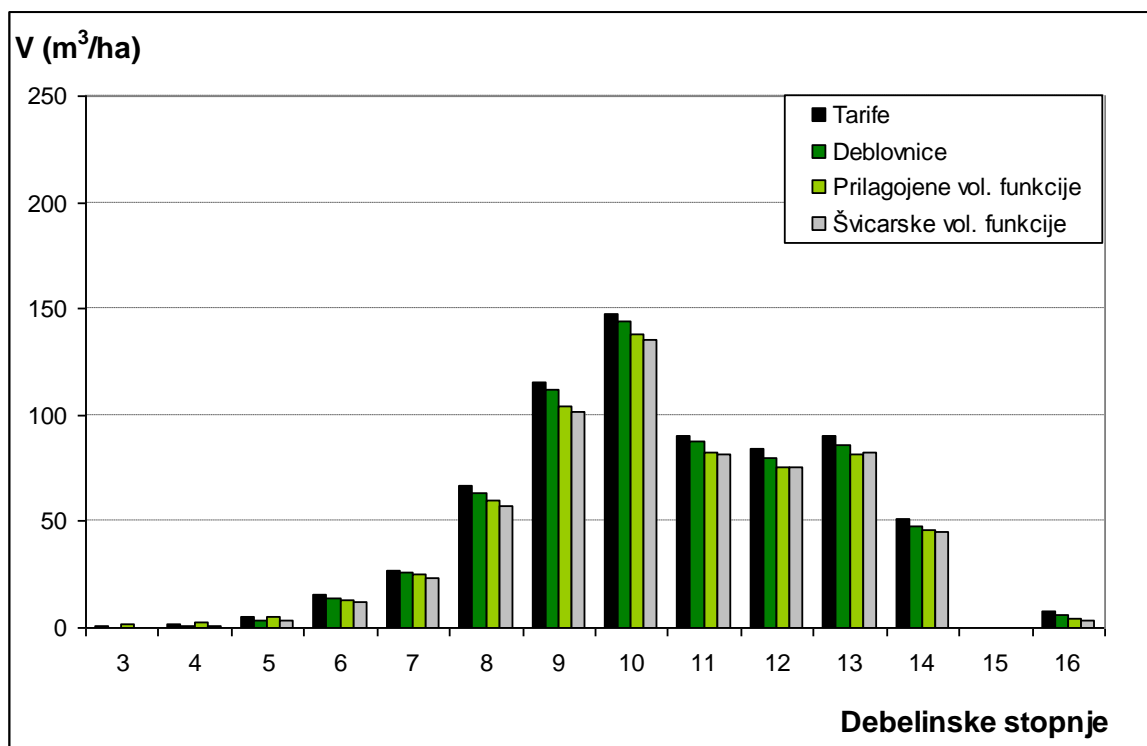
Ploskev 39 (m <sup>3</sup> )		Ploskev 49 (m <sup>3</sup> )	
Tarife	860,15	Tarife	704,00
Dvovhodne deblovnice	846,20	Dvovhodne deblovnice	670,95
Švicarske volumenske funkcije	786,95	Švicarske volumenske funkcije	622,50
Prilagojene volumenske funkcije	803,93	Prilagojene volumenske funkcije	638,95



**Slika 9:** Primerjava volumnov dreves po debelinskih stopnjah na ploskvi številka 39.

Na podlagi tarif smo v vseh debelinskih stopnjah izračunali najvišje lesne volumne dreves, nižje vrednosti pa za dvovhodne deblavnice in volumenske funkcije. Najnatančnejše vrednosti prikazujejo volumenske funkcije, kajti volumni dreves so bili izračunani na podlagi treh drevesnih znakov – poleg prsnega premera in višine tudi premer drevesa na 7 m, ki smo ga določili s finsko premerko.

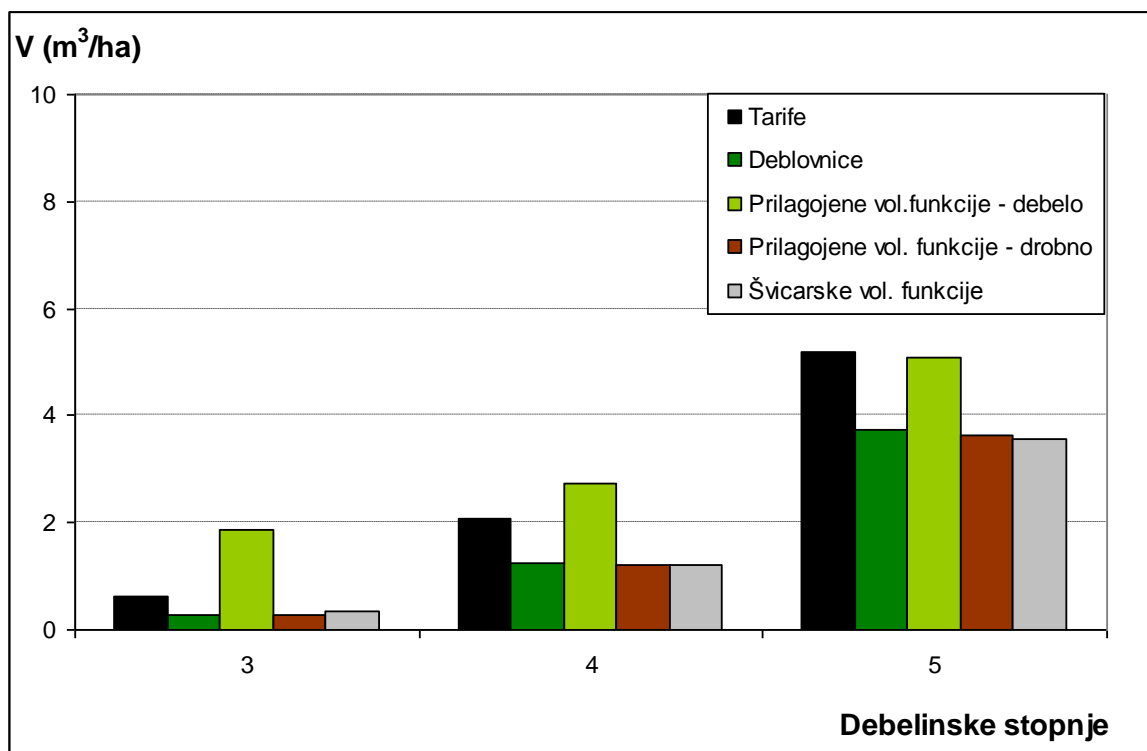
Primerjava najnižje vrednosti lesne zaloge – švicarske volumenske funkcije, z najvišjo – tarife, predstavlja kar 73,2 m<sup>3</sup> razlike, kar predstavlja 8,5 % celotne vrednosti lesne zaloge. Najmanjše razlike so med prilagojenimi in švicarskimi volumenskimi funkcijami – 16,98 m<sup>3</sup>. Največje razlike znotraj posameznih debelinskih stopenj so nastale od 10. do 15. stopnje, kjer je razlika med tarifami in prilagojenimi volumenskimi funkcijami povsod večja od 1 %, največje odstopanje pa se je pojavilo v 14. debelinski stopnji, kjer je ta razlika 1,4 %.



**Slika 10:** Primerjava volumnov dreves po debelinskih stopnjah na ploskvi številka 49.

Tudi na ploskvi 49 smo največje volumne dreves izračunali na podlagi tarif. Prav tako kot pri raziskovalni ploskvi 39 je največje odstopanje pri lesni zalogi po debelinskih stopnjah nastalo v srednjem delu frekvenčne porazdelitve, to je od 8. do 13. debelinske stopnje, kjer je ta povsod večja od 1,2 %. Največja razlika med primerjavo tarif in volumenskimi funkcijami je nastala v 9. debelinski stopnji, kjer pride do 1,9 % razlike.

Posebej smo za drevesa od 3. do 5. debelinske stopnje izdelali primerjavo izračunanih volumnov.



**Slika 11:** Primerjava volumnov tanjših dreves na raziskovalni ploskvi 49.

Pričakovali smo, da bodo volumenske funkcije za debelo drevje podajale previsoke volumne tanjših dreves v 3., 4. in 5. debelinski stopnji. Največje razlike smo izračunali v 3. in 4. debelinski stopnji, v 5. pa smo se z volumenskimi funkcijami za debelo drevje že približali vrednosti tarif. Prilagojene volumenske funkcije za debelo drevje dajo tako v 3. kot 4. debelinski stopnji največje vrednosti, ki so presegale tudi vrednosti za tarife. Za vraščajoča drevesa v vrzelastem debeljaku ni primerno uporabiti enakih volumenskih funkcij kot za debelejša drevesa iz prvotnega sestaja.

Povzamemo lahko, da smo izbrali pravilna tarifna razreda, saj ni na nobeni od ploskev razlika med tarifami in volumenskimi funkcijami večja od 5 %.

## 6 RAZPRAVA IN SKLEPI

V letih 1949 in 1950 sta bili na Pokljuki zakoličeni raziskovalni ploskvi številka 39 in 49. Po takratnih izmerah je bila ploskev 39 v razvojni fazi debeljaka, ploskev 49 pa drogovnjaka (Čokl, 1971). Danes sta sestojta v fazi starejšega in mlajšega debeljaka. Oba sestojta na ploskvah sta enomerna, kar predstavlja tudi značilnost rastiščnogojitvenega razreda za smrekovja mrazišč (Gozdnogospodarski načrt ..., 2006). Na obeh raziskovalnih ploskvah se nad merskim pragom pojavlja smreka na celotni površini, le na ploskvi 39 sta bili pod merskim pragom prisotni 2 jerebiki.

Ocenjeno je bilo (Kušar, 2007), da se zanesljivost določanja volumna dreves izboljša, če se poleg prsnega premera ter višine uporabi tudi zgornji premer drevesa. V pretekli praksi se je za uporabo zgornjega premera drevesa najbolj izkazala finska premerka, zato smo jo uporabili tudi v našem primeru. Večjih problemov pri meritvah nismo imeli, potrebno je le večkratno preverjanje dolžine teleskopske palice, kajti zaradi prehoda med drevesi in postavitve ob debla merjenih dreves se palica lahko posede in s tem se meritev zgornjega premera ne izvaja na sedmih metrih. Iz izkušenj pri delu na ploskvah predlagamo, da se leto preverja vsaj na 30 izmerjenih dreves, predvsem v mlajših razvojnih fazah, kjer je manj prostora za prilagajanje in določanje mesta na deblu, kamor bomo prislonili premerko in opravili meritev.

Za merjenje višin smo uporabljali višinomer Vertex III, pri katerem je potrebno, da iz stojišča, kjer merimo višino, dobro vidimo panj drevesa, oddajnik v prsni višini ter vrh drevesa. Inštrument se je na raziskovalni ploskvi 49 izkazal kot natančen, na ploskvi 39, kjer je ploskev imela naklon od 5° do 20°, pa se meritve sprva nikakor niso ujemale z zadnjimi meritvami višin iz leta 2006, zato smo morali izmero ponoviti. Napravo je potrebno med delom večkrat kalibrirati, saj je zelo občutljiva na temperaturne spremembe in tako lahko pride pri merjenju razdalj do razlike  $\pm 10$  cm pri razdalji 10 metrov. Pri naših meritvah smo kalibracijo izvajali na ploskvi, kjer smo morali merjenje ponoviti v razmaku 20 dreves.

Veliko je dejavnikov, ki vplivajo na natančnost različnih volumenskih funkcij. Na tarife lahko vplivajo: rastišče, zgradba sestoja, razvojna faza oz. starost sestoja, drevesna vrsta, socialni položaj ter posebne oblike (napake) dreves (Kaufman 2000, cit. Kušar 2007). K zmanjšanju napak pri določitvi tarifnega razreda bistveno pripomore pravilna izbira deblovnice in nato pravilna izbira tarifnega razreda. Ker se tarife ugotavljajo za celoten odsek in ne za posamezen sestoj, ki je na primer določen v osrednjem delu odseka, je Furman (2005) ugotovil, da so vrednosti tarif na pobočju v zgornjem delu precenjene, v spodnjem pa podcenjene. V Leskovi dolini sta Hladnik in Kobal (2012) na podlagi krožnih ploskev ocenjevala natančnost deblovnice in volumenskih funkcij pri jelki in ugotovila višji volumen dreves od volumnov, ki bi jih izračunala s pomočjo švicarskih volumenskih funkcij in dvovhodnih deblovnice za celjski okraj.

Natančnost volumenskih funkcij na Slovenskem še ni najbolj raziskana, je pa vsekakor jasno, da so bolj natančne (Kušar 2007; Hladnik in Kobal 2012) kot enoparametrske tarife in tudi dvovhodne deblovnice, pri katerih potrebujemo podatka o premeru in višini drevesa. Dvovhodne deblovnice so natančne le na točno določenih regionalnih področjih, kjer so bile izdelane, zato je njihova zanesljivost na Slovenskem lahko vprašljiva, saj so bile izdelane za nemške gozdove (Čokl, 1962 cit. Kušar 2007). Na obeh raziskovalnih ploskvah smo z dvovhodnimi deblovnice izračunali za 5 % večje lesne zaloge od tistih, ki bi jih izračunali na podlagi Kušarjevih (2007) prilagojenih volumenskih funkcij. Ker tudi tarifne razrede določamo na podlagi višinskih krivulj in volumnov, izpeljanih iz nemških dvovhodnih deblovnice, smo na obeh raziskovalnih ploskvah določili za tarifni razred previsoke tarife. Dvovhodnih deblovnice ne moremo privzeti niti za primerjavo volumnov posameznih dreves, kajti Čokl (cit. Kušar 2007) je že leta 1957 opozoril, da je razlika pri ugotavljanju volumnov dreves enakih premerov in višin v povprečju 5-odstotna, posamezna drevesa pa se lahko zaradi različne oblike debla oziroma vzrasti razlikujejo tudi za 15 %.

Teoretično so trovhodne volumenske funkcije najnatančnejše, saj vsebujejo za izračun volumnov dreves in skupne lesne zaloge 3 parametre. Prednost teh funkcij je predvsem ta, da so zanesljive za uporabo na širših področjih, saj z dodatnim podatkom o premeru drevesa na višini 7 metrov pridobimo bistveno natančnejši volumen drevesa. Kušar (2007)



je zaradi ugotovitve, da so švicarske trovhodne volumenske funkcije ter nemške dvovhodne deblovnice obremenjene s sistematično napako, izdelal regionalne trovhodne volumenske funkcije in dvovhodne deblovnice za jelko, smreko in bukev. Pri trovhodnih volumenskih funkcijah je ugotovil odstopanja le pri debelejših drevesih večjih volumnov pri jelki, zato je ocenil, da so zanesljive in dajejo zanesljive ocene pravih volumnov. Prav tako je potrdil, da so regionalne dvovhodne deblovnice zanesljive, vendar le-te nekoliko manj kot regionalne trovhodne deblovnice. Podobno kot za jelko v Leskovi dolini (Hladnik in Kobal, 2012) smo tudi za smreko na raziskovalnih ploskvah na Pokljuki ocenili, da s švicarskimi volumenskimi funkcijami izračunamo nižje vrednosti volumnov in skupnih lesnih zalog. Na raziskovalni ploskvi 39 je bila lesna zaloga za 2,1 % nižja, na ploskvi 49 pa za 2,5 % nižja od tistih, ki smo jih izračunali na podlagi Kušarjevih (2007) prilagojenih volumenskih funkcij za smreko. S tarifami smo izračunali za 7 % višje lesne zaloge na ploskvi 39 in 10 % višje na ploskvi 49.

## 7 POVZETEK

V diplomski nalogi smo želeli odkriti razlike v merjenju lesnih zalog z različnimi metodami na območju Pokljuke na hektarskih raziskovalnih ploskvah številka 39 in 49. Celotno območje raziskave spada v gozdnogospodarsko območje Bled, gozdnogospodarsko enoto Pokljuka. Raziskovalna ploskev 39 se nahaja na nadmorski višini 1270, ploskev 49 pa na 1190 metrih. Obe ploskvi spadata v rastiščnogojiveni razred subalpskih smrekovij z gozdno družbo *Piceetum subalpinum loreetosum*. Na obeh ploskvah je nad merskim pragom prisotna samo smreka. Ploskev 39 je v fazi starejšega, ploskev 49 pa v fazi mlajšega debeljaka. Na obeh ploskvah sta oba sestoja enomerna.

Delo na raziskovalnih ploskvah je potekalo v obliki popolne izmere. Najprej premera v prsni višini, ki smo ga izvedli z merskim trakom, nato višine dreves, merjene z višinomerom Vertex, in še izmera premera dreves na 7 metrih višine, ki smo jo izvajali s finsko premerko. Po končanih meritvah smo podatke računalniško obdelali s programom Excel, iz njih naredili višinske krivulje ter za vsako ploskev posebej izračunali volumne dreves in lesne zaloge z volumenskimi funkcijami. Na raziskovalni ploskvi 39 je bilo ugotovljeno, da je ploskev v fazi starejšega debeljaka in je največ dreves v 12. debelinski stopnji, kar predstavlja 20 % vseh dreves na ploskvi. Na ploskvi 49 smo izmerili 289 dreves, največ v 10. debelinski stopnji.

Razlika v lesnih zalogah med najvišjo (tarife) in najnižjo vrednostjo (švicarske volumenske funkcije) je na ploskvi 39 73,2 m<sup>3</sup>, na ploskvi 49 pa 81,5 m<sup>3</sup>. Na obeh raziskovalnih ploskvah smo z nemškimi dvovhodnimi deblovnici izračunali za 5 % večje lesne zaloge od Kušarjevih (2007) prilagojenih volumenskih funkcij. Razlika med prilagojenimi volumenskimi funkcijami in švicarskimi volumenskimi funkcijami je bila na raziskovalnih ploskvah med 2,1 in 2,5 %. Z uporabo tarif smo izračunali za 7 % višje lesne zaloge na ploskvi 39 in 10 % višje na ploskvi 49 od tistih, ki jih podajajo Kušarjeve (2007) prilagojene volumenske funkcije.

## 8 VIRI

Borkovič D. 2008. Razvoj gozdnih sestojev na raziskovalnih ploskvah v predalpskih jelovo-bukovih gozdovih na Pokljuki: diplomsko delo. Ljubljana, samozaložba: 44 str.

Čelan G. 2005. Ocena sestojne zgradbe v gozdnih sestojih na Podmeji: diplomsko delo. Ljubljana, samozaložba: 36 str.

Čokl M. 1958. Kompleksna raziskovanja smrekovih sestojev na Pokljuki. Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije.

Čokl M. 1971. Raziskovalne ploskve v Blejskem gozdnogospodarskem. Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije.

Furman B. 2005. Ocena sestojne zgradbe v gozdnih sestojih na Boču: diplomsko delo. Ljubljana, samozaložba: 41 str.

Gozdnogospodarski načrt za GGE Pokljuka 2006–2015. 2006 Bled, Zavod za gozdove Slovenije – Območna enota Bled.

Hladnik D., Skvarča A. 2009. Gozdarske raziskovalne ploskve in stalne vzorčne ploskve na območjih Natura 2000 na Slovenskem. Gozdarski vestnik, 67 1, 3–16, 49–52

Hladnik D., Kobal M. 2012. Ocenjevanje natančnosti deblovnic in volumenskih funkcij. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 98: 3–14.

Hočevar M. 1995. Dendrometrija – gozdna inventura. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 274 str.

Kotar M. 2003. Gozdarski priročnik. Kotar M.(priređitelj). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 414 str.

Kušar G. 2007. Zanesljivost ugotavljanja volumna dreves in lesne zaloge sestojev z enoparametrijskimi funkcijami in stratifikacijo: doktorska disertacija. (Biotehniška fakulteta. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 243 str.

Kušar G., Hočevar, M. 2006. Zanesljivost ugotavljanja lesnih zalog s tarifami na primeru smreke v mikrorastiščnem pestrem gozdu: Zbornik gozdarstva in lesarstva, 80, 81–96.

Natural Resources Canada

<http://www.nrcan.gc.ca> (14. 4. 2010)

Rebula E. 2009. Raba in uporabnost tarif. Gozdarski vestnik, 67, 2: 69–76.

Šotna barja v Triglavskem narodnem parku, Znanstveno raziskovalna služba Triglavskega narodnega parka

<http://life.tnp.si/narava.htm> (21. 5. 2010)

Tregubov V. 1958. kompleksna raziskovanja smrekovih sestojev na Pokljuki v razdobju 1948–1957. Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije: 51 str.

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se doc. dr. Davidu Hladniku za mentorstvo, pomoč in usmerjanje ter popravke pri pisanju diplomskega dela in prof. dr. Andreju Bončini za opravljeno recenzijo.

Za pomoč pri terenskem delu se zahvaljujem Alojzu Skvarči, Galu Kušarju, bratu Tadeju ter fantu Klemenu.

Hvala.