

ZANESLJIVOST UGOTAVLJANJA LESNE ZALOGE S TARIFAMI NA PRIMERU SMREKE V MIKRORASTIŠČNO PESTREM GOZDU

Gal KUŠAR¹, Milan HOČEVAR²

Izvleček

V mikrorastiščno pestrem visokokraškem jelovo-bukovem gozdu smo na primeru drevesne vrste smreke ugotavljali zanesljivost ocenjevanja lesne zaloge s tarifami. Referenčne volumne dreves smo ugotovili s pomočjo švicarskih trohrodnih volumenskih funkcij. Ustrezno tarifo smo izbrali po ustaljeni metodi, na podlagi srednjega premera in srednje višine, ki smo jo odčitali iz prilagajene višinske krivulje. Razlike med tarifami posameznih vzorčnih ploskev so do 3 tarifne razrede. Odstopanje med lesno zalogo, ugotovljeno s tarifami in referenčno lesno zalogo za smrekov sestoj, je -2,8 %; pri posameznih ploskvah pa so odstopanja večja, od -7,0 do 8,6 %. Dosedanje (prenizko izbrane) tarife dajo v konkretnem primeru za -18,1 % prenizko oceno lesne zaloge. Sklepamo lahko, da v primeru, če je tarifa za površino (odsek, sestoj) izbrana korektno in reprezentativno, dobimo z njo dobro oceno lesne zaloge tudi na mikrorastiščno pestri površini. Reprezentativni izbor tarife zagotovimo z meritvami na vzorčnih ploskvah, ki dobro predstavljajo površino.

Ključne besede: lesna zaloga, tarife, švicarske trohrodne volumenske funkcije, mikrorastiščne razmere, smreka, visokokraški teren, Kočevska

RELIABILITY OF GROWING STOCK ESTIMATION USING TARIFFS IN CASE OF A SPRUCE TREE IN FOREST WITH VARIED MICRO SITE CONDITIONS

Abstract

Reliability of growing stock estimation using tariffs in forest with varied micro site conditions was analysed in case of high karst fir-beech forest for a spruce tree. Reference bole volumes were calculated with Swiss's three parametric volume functions. Adequate tariffs were selected with standard method, using mean tree diameters and heights, which were calculated from adapted height curves. Adequate tariffs for single sampling plots are different for up to 3 tariff's classes. Difference between growing stock calculated by tariffs and reference growing stock for a spruce tree's stand is -2.8%, whereas for single sampling plots the differences are greater, from -7.0 to 8.6%. The hitherto used tariffs underestimated growing stock by -18.1% in the presented case. Our conclusion is that if tariff for a defined area (forest stand or compartment) is representative, with correct method used, the reliability of growing stock estimation is good regardless the varied micro site conditions. Representative selection of tariffs is provided for with measurement on sampling plots that well represent the defined area.

Key words: growing stock, tariffs, Swiss's three parametric bole volume functions, micro site conditions, spruce tree, high karst terrain, Kočevska region

UVOD

INTRODUCTION

OPREDELITEV PROBLEMA

PROBLEM DEFINITION

V Sloveniji za ugotavljanje lesne zaloge (LZ) gozdnih sestojev v sklopu gozdne inventure pri kontrolni vzorčni metodi (KVM) uporabljamo prilagajene enotne francoske tarife, ki veljajo za vse drevesne vrste (ČOKL 1980; HOČEVAR 1990, 1991, 1995). Odločujoči argument pri vpeljavi teh tarif v slo-

vensko gozdarsko prakso v 50ih letih prejšnjega stoletja je bil, da uporaba tarif zmanjšuje potrebno število meritev drevesnih višin na minimum, zanesljivost ocene lesne zaloge pa se le malenkost zmanjša (ČOKL 1956, 1957, 1959, 1962; MLINŠEK 1955; ZABUKOVEC 1957). Tako so te tarife, zaradi svoje enostavnosti, kljub manjši zanesljivosti, hitro zamenjale različne lokalne tarife in dvovhodne deblovnice. V zadnjem času je zelo aktualno vprašanje pravilnosti in ažuriranja v preteklosti določenih tarif (ŠKRATEK 2005) ter zanesljivosti tarif v rastiščno heterogenih odsekih (FURMAN 2005). Prav tako je izražena potreba (KOZOROG in ČERNIGOJ 2002) po

¹ G. K., univ.dipl.inž.gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SI

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

razvoju operativne metode, ki bi na podlagi podatkov KVM omogočala korekcijo tarif tudi na ravni odseka.

Oceno lesne zaloge sestojev (m^3/ha) izračunamo na podlagi ugotavljanja volumnov dreves (navadno debelejših od 10 cm na prsni višini). Kot volumen drevesa (m^3) običajno upoštevamo debeljad, torej volumen debla (panj + deblo) in vej, debelejših od 7 cm, vključno s skorjo-lubjem. Volumen drevesa lahko v matematičnem modelu zapišemo kot funkcijo $V = f(G, H \text{ in } F)$ ali $V = G * H * F$; kjer G pomeni temeljnico oz. premer (D), H višino drevesa in F faktor oblike. Pri trovhodnih volumenskih funkcijah (npr. Švica) upoštevamo kot vhodne podatke prsni premer (DBH oz. D), višino (H) in premer na višini 7 metrov (D_7), ki v razmerju z D dobro predstavlja faktor oblike debla (KAUFMANN 2001). Pri dvovhodnih volumenskih funkcijah - deblovnica (npr. Nemčija) upoštevamo kot vhodne podatke D in H (ČOKL 1980). Pri enovhodnih volumenskih funkcijah - tarifah pa neposredno upoštevamo le še D (ČOKL 1980). V praksi lahko najbolj enostavno in natančno izmerimo D, težje in manj natančno H, najzahtevnejše pa so meritve D_7 . Teoretično so najbolj zanesljive trovhodne volumenske funkcije, nato dvovhodne deblovnice, najmanj zanesljive pa so tarife. Za praktično uporabo pa so najenostavnejše tarife, nato dvovhodne deblovnice in nazadnje trovhodne volumenske funkcije. Doslej v Sloveniji ni bila znana uporaba trovhodnih volumenskih funkcij, (nemške) dvovhodne deblovnice se uporabljajo predvsem za izračun volumna dreves in izbor tarifnih razredov, tarife pa za oceno lesne zaloge. Zanesljivost ocene lesne zaloge določa Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih (1998, 31. člen), in sicer vzorčna napaka ocene lesne zaloge pri tveganju 5 % ne sme presegati 10 % na ravni GGE oz. 15 % na ravni GR.

Ob predpostavki, da dobimo pri pravilno izbrani vrsti in razredu tarif dobro oceno lesne zaloge, je glavni problem, kako izbrati pravo vrsto in razred tarif. Vrsto tarif določa gozdnogojitvena oblika sestoja (enodobni, prebiralni, vmesni gozdovi) in se nanaša na velikost spremembe volumna drevesa z naraščanjem premera drevesa. Tarifni razred pa opredeljuje volumen drevesa danega premera. Večji je tarifni razred, večji volumen ima drevo enakega premera pri določeni gozdnogojitveni obliki sestoja. Z izbiro vrste in razreda tarif tako izberemo funkcijo HF danega sestoja in tarifo lahko zapišemo kot $V = f(D)$.

V Sloveniji uporabljamo 3 vrste tarif, razdeljene na 20 razredov, kar nam da skupaj 60 različnih tarifnih nizov. Za-

vod za gozdove Slovenije (ZGS) določa vrsto in razred tarif za odsek, za vsako drevesno vrsto posebej (8 skupin drevesnih vrst), na podlagi meritve drevesnih višin nekaj dreves ter izračuna volumna dreves s pomočjo (nemških) dvovhodnih deblovnice. Najpogosteje pa se v praksi kar prevzamejo stare tarife (KUŠAR 2006).

Višina dreves je odvisna od bonitete rastišča. Boniteto rastišča navadno opredeljujemo z rastiščnim indeksom (site indeks, SI), ki je opredeljen kot dominantna višina 100 (HOČEVAR 1995) ali 10 % (HALAJ in sod. 1987 v KOTAR 2003) najdebelejših dreves na hektar, pri starosti 50 let (EAFV 1968) ali 100 let (HALAJ in sod. 1987 v KOTAR 2003). Na boljših rastiščih so drevesa višja in imajo zato SI večji, na slabših pa nižja in imajo SI nižji. Posledično torej velja, da so drevesa enakih premerov na boljših rastiščih višja, imajo večji volumen in s tem višjo tarifo (razred). Torej se v rastiščno heterogenem sestoju tarifa dreves hitro spreminja, kar je seveda treba upoštevati pri izbiri tarif in ugotavljanju lesne zaloge v mikrorastiščno pestrih sestojih.

Problem zanesljive izbire tarif je posebno očiten na visokokraškem terenu, katerega značilnosti so med drugim tudi velike mikrorastiščne razlike. Te so predvsem posledica razgibanega reliefa terena, tako da se že na manjši površini pojavijo globoke vrtače, relativno strma pobočja in različne stopnje skalovitosti. Boniteta rastišča (boljše vlažnostne razmere, globlja tla, več hranilnih snovi...) je na dnu vrtač namreč bistveno boljše kot na pobočju ali grebenih. Tako imajo znotraj istega sestoja oz. odseka drevesa enakih premerov zelo različne višine in posledično volumne - tarife. To potrjujejo tudi opažanja iz gozdarske prakse na visokokraških rastiščih, da je namreč streha sestoja enako visoko, ne glede na to, ali drevesa rastejo v vrtači ali zunaj nje, kar pomeni, da so drevesa v vrtačah včasih tudi do 10 m (20-25 %) višja kot okoliška drevesa, ki rastejo na robu vrtače! Iz tega lahko predpostavimo, da imajo enako debela drevesa tudi od 20-25 % različne volumne.

CILJI RAZISKAVE RESEARCH GOALS

- Ugotoviti referenčni volumen drevesa.
- Ugotoviti vpliv mikrorastiščnih razmer na višino in volumen dreves istega premera.
- Ugotoviti primernost tarif za ugotavljanje lesne zaloge.

- Ugotoviti pravo metodo določanja tarif za odsek na mikrorastiščno pestrih površinah.

DELOVNE HIPOTEZE WORKING HYPOTHESIS

- Dobro referenčno oceno pravega volumna drevesa nam dajo švicarske trovhodne volumenske funkcije, ki veljajo za širša področja, saj z upoštevanjem D, H in D_7 pojasnijo velik delež individualnih odstopanj volumnov posameznih dreves.
- Enovhodne volumenske funkcije – tarife so dovolj zanesljive za lokalno ocenjevanje lesne zaloge.
- Zaradi mikrorastiščnih razmer (na rastiščih visokokraškega jelovo-bukovega gozda) se volumni (višine) dreves enakega premera znotraj enega odseka (sestojnega tipa) bistveno razlikujejo.
- Določanje tarif na ravni odseka je na rastišču visokokraškega jelovo-bukovega gozda lahko nezanesljivo; razlike med pravimi lesnimi zalogami in lesnimi zalogami, ugotovljenimi z nereprezentativno izbranimi tarifami, pa so lahko velike.
- Prilagojene enotne francoske tarife nam dajo dobro oceno lesne zaloge, če z ustrežno metodo reprezentativno izberemo vrsto in razred.
- S pomočjo meritve višin na reprezentativno izbranih vzorčnih ploskvah lahko izberemo pravo vrsto in razred prilagojenih enotnih francoskih tarif.

PREDSTAVITEV TESTNEGA OBJEKTA PRESENTATION OF STUDY OBJECT

Testni objekt je enodobni smrekov-jelov sestoj (Z086) na najboljših rastiščih (dominantna višina dreves okoli 40 m, najvišje višine do 50 m) združbe *Abieti Fagetum (Omphalodo Fagetum)* v odseku 59, GGE Poljane, Kočevski Rog. Mikrorastiščne razmere se pestre in se hitro spreminjajo od lokalno najboljših (dna vrtač), prek bolj ali manj strmih pobočij in različne skalovitosti, do lokalno najmanj dobrih rastišč (grebeni med vrtačami). Starost sestoja smo na podlagi štetja letnic na panjih podrhtih dreves ocenili na povprečno 125 let (110-140 let).

Pomembnejši podatki iz načrta in opisa sestoja (ZGS 2004) so: nadmorska višina rastišča je med 660-760 m. Lesna zaloga

iglavcev je 396 m³/ha, listavcev 176 m³/ha in skupaj 572 m³/ha. Delež drevesnih vrst v zalogi je: smreka 47 %, bukev 24 %, jelka 22 %, g. javor 7 %. Tarife, ki jih je za ta odsek določil in jih uporablja ZGS, so: smreka 35 (V7/8), jelka 14 (P7), drugi iglavci 35 (V7/8), bukev 16 (P8), hrast 14 (P7), plemeniti listavci 36 (V8), trdolesni listavci 32 (V6), mehkolesni listavci 32 (V6).

METODE METHODS

TERENSKÉ MERITVE FIELD MEASUREMENT

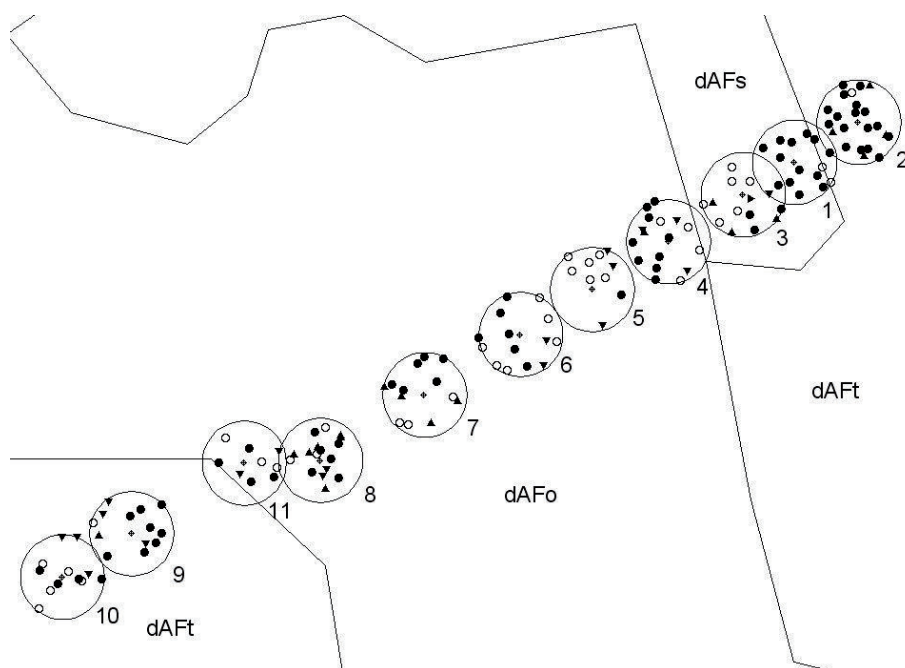
Na transektu skozi sestoj smo izbrali 11 vzorčnih ploskev (površina ploskve je 5 arov; R je 12,62 m) z izhodiščem v najnižji točki (ploskev 1), slika 1. Vzorčni profil smo izbrali tako, da ležijo ploskve v isti smeri (azimut 238°) in da predstavljajo različne mikrorastiščne razmere sestoja, kot so:

- dno vrtače (ocenjeno kot lokalno izredno dobro rastišče),
- plato - ravnina (odlično),
- pobočje (zelo dobro),
- greben (dobro).

Za zadnje tri ploskve (9, 10 in 11) smo naredili premik iz smeri, da smo se izognili večjemu jedru mlajših listavcev in ostali znotraj istega sestoja. Za vsako ploskev smo ocenili povprečno sestojno starost (ista na vseh ploskvah) ter sestojni tip, kjer je bila opažena razlika v mešanosti oz. deležu drevesnih vrst.

Z busolo, razdaljemerom in padomerom smo izmerili razdalje, azimute in naklone med središči ploskev. Prav tako smo izmerili razdalje, azimute in naklone od središča ploskev do vseh dreves posamezne ploskve. Drevesom na ploskvi, ki so bila debelejša od 10 cm, smo izmerili: premer (D), višino (H) in premer na 7 m višine (D_7), hkrati pa ugotovili: drevesno vrsto (DV), socialni položaj (SOC) in poškodovanost (POS). Izmerili smo 156 dreves, od tega 77 smrek.

D smo merili s kovinsko premerko Haglof, do celega cm natančno; D_7 smo merili s finsko premerko na 7-metrskem teleskopskem drogu Grube do celega cm natančno; višine pa smo merili z elektronskim višinomerom Vertex III, Haglof, do dm natančno.



Slika 1: Lega ploskev in dreves po drevesnih vrstah: ● smreka, ○ jelka, ▲ bukev, ▼ gorski javor in ► lipa. Gozdne združbe (ZGS 2005): AFt - *AF Typicum*, AFo - *AF Omphalodetosum* in AFs - *AF Scopolietosum*

Fig. 1: Sampling plots location – trees by tree species: ● spruce, ○ fir, ▲ beech, ▼ maple, and ► lime tree. Forest subassociation (ZGS 2005): AFt - *AF Typicum*, AFo - *AF Omphalodetosum* in AFs - *AF Scopolietosum*

IZRAČUN LEGE PLOSKEV IN DREVES TER RELIEFA TERENA IN VIŠINSKE STRUKTURE CALCULATION OF SAMPLING PLOTS AND TREES LOCATION; TERRAIN RELIEF AND STAND HEIGHT STRUCTURE

Iz podatkov o lokacijah ploskev in dreves smo izračunali vertikalni profil terena in ploskev ter prikazali situacijo ploskev. Prikazali smo tudi profil sestojnih/drevesnih višin.

ANALIZA PODATKOV DATA ANALYSIS

Izračune in primerjave smo naredili za posamezne ploskve (11) ter za skupno površino vseh ploskev skupaj (0,55 ha), kar smo poimenovali sestoj (sest). V tem članku predstavljamo samo rezultate za drevesno vrsto smreke; predstavitev za druge drevesne vrste smo zaradi omejene dolžine članka izpustili.

Konstrukcija višinskih krivulj za smreko Height curves construction for a spruce tree

Za izravnavo (prilagoditev) višinskih krivulj smreke za ploskve in sestoj smo uporabili Pettersonovo funkcijo, ki se dobro prilega podatkom in gre skozi točko (D je 0 cm, H je 1,3 m), po naslednji formuli (NAGEL 2000):

$$H = \left(\frac{D}{a + b * D} \right)^3 + 1,3$$

Izračun referenčnega volumna dreves in konstrukcija lokalnih volumenskih funkcij za smreko Reference bole volume calculation and local volume function construction for spruce tree

Referenčni volumen dreves, deblovino, smo za smreko izračunali s švicarskimi trovhodnimi volumenskimi funkcijami (3V_CH), ki so bile izdelane na podlagi sekcijских meritev 38.000 dreves v okviru raziskav WSL, po naslednji formuli (KAUFMANN 2001: 163):

$$V_{sm} = 0,029504 + 0,46756 * D_7^2 * H + 2,43885 * D^2 - 5,74664 * D_7^3 - 0,001826 * H$$

Kot volumen drevesa (*bole volume*) švicarske trovhodne volumenske funkcije upoštevajo volumen vrha, debla in panja, vključno s skorjo, ne upoštevajo pa volumna vej in vejic. Po drugi strani pa (prilagojene enotne francoske) tarife kot volumen drevesa upoštevajo volumen debla, panja in debelejših vej nad 7 cm, vključno s skorjo; ne upoštevajo pa volumna vrha in tanjših vejic. Zato lahko pri iglavcih pri teh tarifah v primerjavi s švicarskimi trovhodnimi volumenskimi funkcijami pričakujemo sistematično podcenjevanje volumna drevesa zaradi neupoštevanja volumna vrha (do 1 % celotnega volumna). Nasprotno pa pri debelejših listavcih zaradi upoštevanja volumna debelejših vej pričakujemo precenjevanje. Švicarske trovhodne volumenske funkcije dajo pri debeljaku smreke v primerjavi s pravim volumnom drevesa, ugotovljenim s sekcijskimi metodami po Newtonu sistematično, povprečno za -2,3 do -3,8 % premajhen volumen drevesa (KUŠAR 2006).

Vrednosti referenčnih volumnov dreves smo izravnali s polinomsko krivuljo 2. stopnje ($V = a+b*D+c*D^2$) in tako dobili lokalne volumenske funkcije za ploskve in srednjo lokalno volumensko funkcijo za sestoj (1V_SVF).

Izbira vrste in razreda tarif

Selection of tariff type and class

Tarife za ploskve in za sestoj smo izbrali po ustaljeni metodi, in sicer tako, da smo iz grafa frekvenčne porazdelitve premerov izbrali vrsto tarif. Nato smo ugotovili deb. stopnjo, kjer se lesna zaloga običajno razpolavlja (srednja deb. stopnja); za enodobne sestoj z naštevanjem 30 %, za vmesne pa 25 % dreves, od najvišje stopnje navzdol. Iz podatkov o referenčnih volumnih dreves smo za primerjavo izračunali tudi pravo srednjo deb. stopnjo. Izračunali smo jo kot kumulativo lesnih zalog, po naraščajočih premerih in kot mediano referenčnih volumnov dreves. Za drevo srednje deb. stopnje smo iz sestojne višinske krivulje odčitali višino ter iz srednje lokalne sestojne volumenske funkcije volumen. V tablicah (višina, premer) za ugotavljanje tarifnih razredov (KOTAR 2003) smo izbrali ustrezen tarifni razred (1V_GIS). Ker so tablice izdelane le za deb. stopnje od 5 do 10, smo jih z ekstrapolacijo s pomočjo regresije določene logaritemske funkcije razširili do deb. stopnje 16 (77,5 cm). Za mejne vrednosti med razredi smo vzeli aritmetične sredine obeh sosednjih razredov. Izbor tarif smo preverjali tudi neposredno iz tablic (volumen, premer).

Izračun in analiza ocen lesne zaloge po različnih metodah

Calculation and analyses of growing stock estimation by different methods

Za vsako ploskev in sestoj smo izračunali lesno zalogo na ha tako, da smo volumen vsakega drevesa pomnožili s faktorjem 20 (površina ploskve je 0,05 ha).

Referenčni volumen dreves smo izračunali s švicarskimi trovhodnimi volumenskimi funkcijami, izračunali smo tudi volumen dreves po srednji lokalni volumenski funkciji (1V_SVF). Za izračun volumna dreves smo uporabili prilagojene enotne francoske tarife (ČOKL 1980). Uporabili smo vrsto in razred tarif, ki jih uporablja ZGS (1V_ZGS). Hkrati smo uporabili vrsto in razred tarif (1V_GIS), ki smo jih izbrali po metodah opisanih v Poglavju 3.3.3.

Ocena bonitete rastišča za smreko

Site quality estimation for a spruce tree

Dominantni premer (D_{dom}) smo izračunali kot srednji temeljnični premer 100 najdebelejših dreves sestoj na ha (HOČEVAR 1995). Ker so ploskve velike 5 arov, smo vzeli srednji temeljnični premer 5 najdebelejših dreves smreke na ploskev. V primeru, da je bilo manj dreves, smo vzeli vsa drevesa (3 ali 4 drevesa), kar je seveda vplivalo na zanesljivost (povečanje napake). Za sestoj (vse ploskve skupaj) smo upoštevali 55 najdebelejših smrek. Boniteto rastišča, SI_{50} , smo ugotovili na podlagi H_{dom} in starosti (125 let) s pomočjo švicarskih tablic (EAFV 1968) ter SI_{100} s pomočjo slovaških tablic (HALAJ in sod. 1987 v KOTAR 2003).

REZULTATI

RESULTS

LEGA PLOSKEV IN DREVES TER RELIEF TERENA IN VIŠINSKA STRUKTURA

SAMPLING PLOTS AND TREES LOCATION; TERRAIN RELIEF AND STAND HEIGHT STRUCTURE

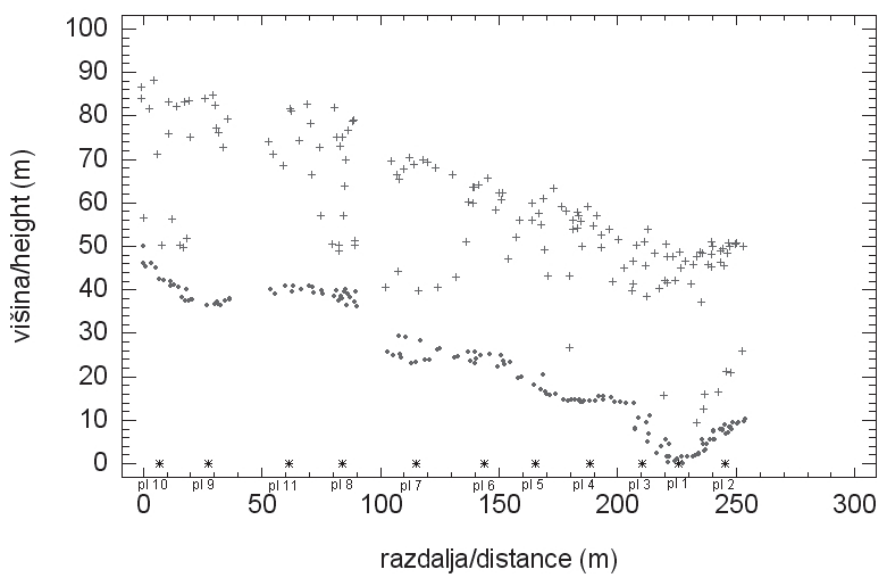
Streha sestoj je približno enaka, ne glede na relief terena oz. lego drevesa, kar pomeni, da so drevesa na dnu vrtač naj-

višja (pl. 1, 5, 7 in 9), nato pa se s pobočjem drevesne višine nižajo, slika 2, slika 3.

Lepo se vidi »vrhovi« strehe sestojev nad ploskvami 9, 7, 5 in 1, ki so v vrtačah, in »doline« na ploskvah 3, 6, 8 in 10, ki ležijo na manj dobrih rastiščih.

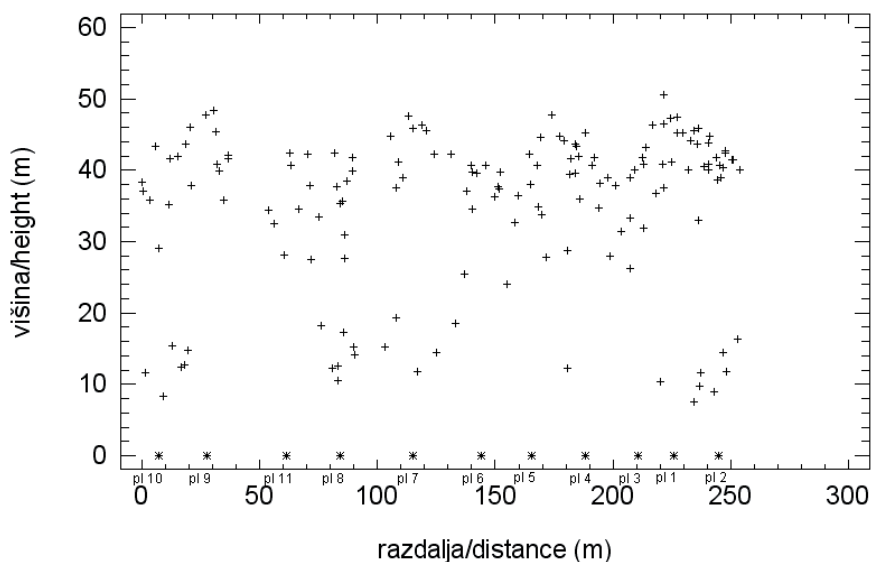
KONSTRUKCIJA VIŠINSKIH KRIVULJ ZA SMREKO HEIGHT CURVES CONSTRUCTION FOR A SPRUCE TREE

Rezultate konstrukcije višinskih krivulj za smreko prikazuje preglednica 1.



Slika 2: Višinski profil terena in vseh dreves na ploskvah v smeri Z - V; ● panji dreves, + vrhovi dreves, * središča ploskve/

Fig. 2: Height profile of terrain and trees on sampling plots in W - E direction; ● tree stumps, + tree tops, * sampling plots centre



Slika 3: Višine vseh dreves, smer Z - V; * središča ploskve in + vrhovi dreves

Fig. 3: Tree heights, W - E direction; * sampling plots centre and + tree tops

Preglednica 1: Višinske krivulje za smreko

Table 1: Height curves for a spruce tree

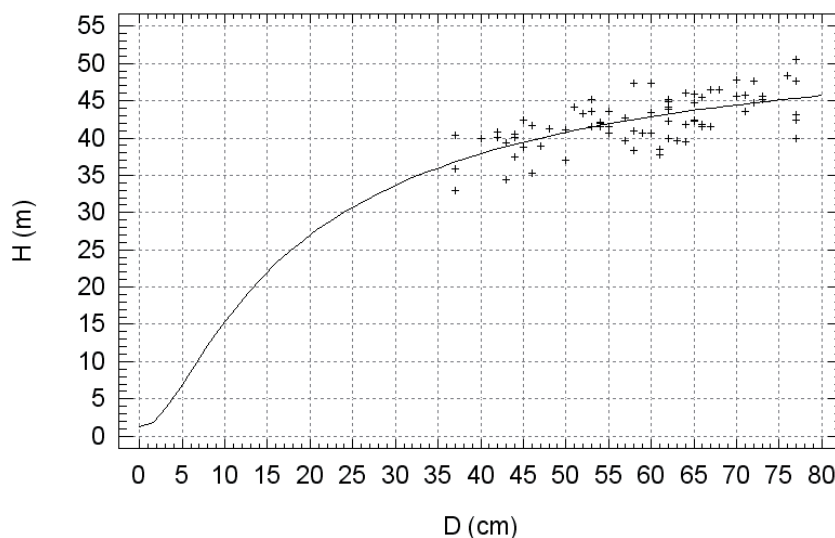
pl	n	D				H		model: $H=(D/(a+b*D))^{3+1,3}$	R ²
		AVR	MIN	MAX	DOM	AVR	DOM		
		cm	cm	cm	cm	m	m		
1	13	59,3	42	77	70,7	45,1	47,5	$H=(D/(1,58220+0,256297*D))^{3+1,3}$	0,75
2	17	51,9	37	72	64,2	40,9	42,8	$H=(D/(1,10618+0,271485*D))^{3+1,3}$	0,43
3	3	62,3	44	77	63,8	40,8	41,5	$H=(D/(1,47425+0,268804*D))^{3+1,3}$	1,00
4	9	58,7	43	73	65,0	42,6	43,6	$H=(D/(1,12822+0,269674*D))^{3+1,3}$	0,42
5	1	-	-	-	-	-	-	-	-
6	6	60,0	50	65	62,1	40,0	40,5	$H=(D/(2,07297+0,260974*D))^{3+1,3}$	0,61
7	6	64,7	48	73	68,1	45,3	46,1	$H=(D/(1,74059+0,256030*D))^{3+1,3}$	0,89
8	6	64,3	46	77	68,4	39,3	40,2	$H=(D/(1,87251+0,267728*D))^{3+1,3}$	0,71
9	8	57,8	37	76	66,6	43,4	46,1	$H=(D/(1,96986+0,251919*D))^{3+1,3}$	0,92
10	4	60,8	54	71	61,1	41,7	41,9	$H=(D/(1,62625+0,264382*D))^{3+1,3}$	0,27
11	4	57,5	43	65	58,1	39,9	40,4	$H=(D/(2,80355+0,246323*D))^{3+1,3}$	0,99
sest	77	58,6	37	77	63,1	42,2	43,4	$H=(D/(1,50618+0,263599*D))^{3+1,3}$	0,43

Legenda/Legend:

- pl – zaporedna številka ploskve/plot number,
- n – število dreves/number of trees,
- D – prsni premer/diameter at breast height,
- H – drevesna višina/tree height,
- AVR – povprečna vrednost/average value,
- MIN – najmanjša vrednost/minimum value,
- MAX – največja vrednost/maximum value,
- DOM – dominantna vrednost/dominant value,
- R² – determinacijski koeficient/coefficient of determination,
- sest – sestoj/stand.

Srednja višina dreves smreke na ploskvah se giblje v intervalu med 39,3 in 45,3 m, razlika je 6,0 m (15 %); dominantna višina pa je med 40,2 in 47,5 m, razlika je 7,3 m (18 %). Ploskve v vrtačah (1, 7 in 9) imajo pri smreki najvišje srednje višine, najnižje pa ploskve na grebenu (8). Višinske krivulje

so približno enako strme, med seboj pa se najvišja in najnižja razlikujeta za okoli 8 m. R² je od 0,27 do 1,00. Z upoštevanjem socialnega položaja dreves bi dobili zanesljivejše višinske krivulje. Odstopanja od srednje sestojne višinske krivulje so pri nekaterih drevesih znatna (± 6 m), slika 4.



Slika 4: Višinska krivulja za sestoj in višine dreves za smreko

Fig. 4: Height curve for a stand and tree heights for a spruce tree

IZRAČUN REFERENČNEGA VOLUMNA DREVES IN KONSTRUKCIJA LOKALNIH VOLUMENSKIH FUNKCIJ ZA SMREKO

REFERENCE BOLE VOLUME CALCULATION AND LOCAL VOLUME FUNCTION CONSTRUCTION FOR A SPRUCE TREE

Rezultate konstrukcije lokalnih volumenskih funkcij za ploskve in sestoj za smreke prikazuje preglednica 2. Regresija med V in D je tesna (R^2 je od 0,90 do 0,99), kar potrjuje uporabnost ustreznih lokalnih volumenskih funkcij pa tudi tarif za ugotavljanje lesne zaloge.

Odstopanja volumna drevesa, debelega 45 cm (pri tej debelini so namreč določeni koeficienti tarif), izračunanega po lokalnih volumenskih funkcijah ploskev, so od $-0,67$ do $0,13$ m^3 (od $-22,9$ do $4,5$ %) v primerjavi z volumnom drevesa, izračunanim po srednji lokalni volumenski funkciji. Razlike med lokalnimi volumenskimi funkcijami posameznih ploskev so zaradi mikrorastiščnih razmer zelo velike. To pomeni, da bi dobili napačno oceno lesne zaloge sestoja, če bi srednjo lokalno volumensko funkcijo (ali tudi sestojno tarifo) izbrali

nereprezentativno, npr. le na podlagi meritev za eno ploskev. Če bi tako izbrali na podlagi meritev za pl. 6, z najnižjo lokalno volumensko funkcijo, bi bilo odstopanje volumna drevesa, debelega 45 cm, na ploskvi z najvišjo lokalno volumensko funkcijo (pl. 2) $0,81$ m^3 (35,5 %), odstopanje od volumna drevesa, izračunanega po srednji lokalni volumenski funkciji, pa $0,67$ m^3 (29,7 %). Če pa bi izbrali srednjo lokalno volumensko funkcijo na podlagi meritev za pl. 2, najvišja lokalna volumenska funkcija, bi bilo odstopanje volumna drevesa, debelega 45 cm, na ploskvi z najnižjo lokalno volumensko funkcijo (pl. 6) $-0,81$ m^3 (-26,2 %), odstopanje od volumna drevesa, izračunanega po srednji lokalni volumenski funkciji, pa $-0,13$ m^3 (-4,3 %). Volumen drevesa, debeline 45 cm po srednji lokalni volumenski funkciji, je $2,945$ m^3 , kar je zelo blizu vrednosti koeficienta za tarifni razred 10 ($2,954$ m^3).

Krivulje volumenskih funkcij se med seboj razlikujejo tako po obliki (legi) kot po strmini. Odstopanja od srednje lokalne volumenske funkcije so pri nekaterih drevesih zaradi mikrorastiščnih razlik v višini in s tem razlik v volumnih dreves istega premera znatna (± 1 m^3), slika 5.

Preglednica 2: Lokalne volumenske funkcije za smreko

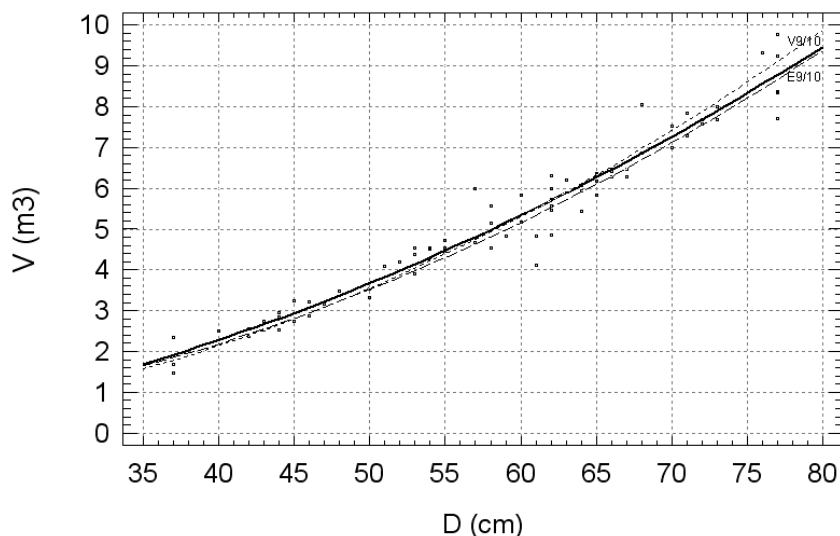
Table 2: Local volume function for a spruce tree

pl	n	model: $V=a+b*D+c*D^2$	R^2	AVR		V_{45}	Odstopanje/Residual V_{45}					
				D	V		AVR		MIN		MAX	
				cm	m^3	m^3	m^3	%	m^3	%	m^3	%
1	13	$V = -0,132354 - 0,00824639*D + 0,00171375*D^2$	0,96	59,3	5,41	2,97	0,02	0,8	0,70	30,7	-0,11	-3,6
2	17	$V = -2,1283 + 0,0825707*D + 0,00073524*D^2$	0,94	51,9	4,14	3,08	0,13	4,5	0,81	35,5	0,00	0,0
3	3	$V = -6,0 + 0,204394*D - 0,00023416*D^2$	0,99	62,3	5,82	2,72	-0,22	-7,5	0,45	20,0	-0,35	-11,5
4	9	$V = -0,0110122 + 0,00443774*D + 0,00142194*D^2$	0,99	58,7	5,15	3,07	0,12	4,2	0,80	35,1	-0,01	-0,3
5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	6	$V = -9,94884 + 0,333079*D - 0,00136748*D^2$	0,90	60	5,11	2,27	-0,67	-22,9	0,00	0,0	-0,81	-26,2
7	6	$V = -1,04333 + 0,0437113*D + 0,00105096*D^2$	0,99	64,7	6,18	3,05	0,11	3,6	0,78	34,4	-0,02	-0,8
8	6	$V = 2,79328 - 0,101617*D + 0,00221207*D^2$	0,94	64,3	5,41	2,70	-0,24	-8,3	0,43	18,9	-0,38	-12,2
9	8	$V = 1,30183 - 0,0696046*D + 0,00226952*D^2$	0,99	57,8	4,86	2,77	-0,18	-6,1	0,49	21,8	-0,31	-10,1
10	4	$V = -5,64382 + 0,195591*D - 0,000186543*D^2$	0,91	60,8	5,56	2,78	-0,16	-5,6	0,51	22,4	-0,30	-9,6
11	4	$V = 4,66877 - 0,199399*D + 0,00347439*D^2$	0,99	57,5	4,69	2,73	-0,21	-7,2	0,46	20,3	-0,34	-11,2
sest	77	$V = -0,576927 + 0,0175627*D + 0,00134884*D^2$	0,95	58,6	5,08	2,94	0,00	0,0	0,67	29,7	-0,13	-4,3

Legenda/Legend:

- pl – zaporedna številka ploskve/plot number,
- n – število dreves/number of trees,
- D – prsni premer/diameter at breast height,
- V – volumen drevesa/tree volume,
- V_{45} - volumen drevesa pri 45 cm premera/tree volume at 45 cm diameter at breast height,

- AVR – povprečna vrednost/average value,
- MIN – najmanjša vrednost/minimum value,
- MAX – največja vrednost/maximum value,
- R^2 – determinacijski koeficient/coefficient of determination,
- sest – sestoj/stand.



Slika 5: Srednja lokalna volumenska funkcija za smreko (odebeljena), $R^2 = 0,95$; najbližji tarifi V9/10 (kratko črtkana) in E9/10 (dolgo črtkana) ter referenčni volumni dreves (□)

Fig. 5: Average local volume function for a spruce tree (bold); nearest tariffs V9/10 (short spaces) and E9/10 (long spaces) and reference bole volumes

Najbližji tarifi sta V9/10 in E9/10. Obe se dobro prilegata srednji lokalni volumenski funkciji. Potek tarifne V9/10 na območju definiranosti (podatki za drevesa od 35 do 80 cm premer) je do premera 60 cm malenkost nižji, po njem pa malenkost višji od srednje lokalne volumenske funkcije. Tarifa E9/10 pa poteka konstantno malce nižje od srednje lokalne volumenske funkcije.

Za določanje volumna drevesa le na podlagi meritev premera, $V = f(D)$, imamo na voljo dve možnosti. Pri prvi neposredno uporabimo srednjo lokalno volumensko funkcijo, ki jo konstruiramo s pomočjo reprezentativno izbranih referenčnih volumnov dreves. Pri drugi pa uporabimo ustrezno urejevalsko tarifo, ki jo iz snopa tarifnih krivulj izberemo s pomočjo posebnih tablic (višina, premer) ali na podlagi referenčnega volumna drevesa. Referenčni volumen drevesa navadno ugotovimo s pomočjo dvo- ali trovhodnih volumenskih funkcij, pravi volumen drevesa pa najnatančneje s sekcijskimi meritvami.

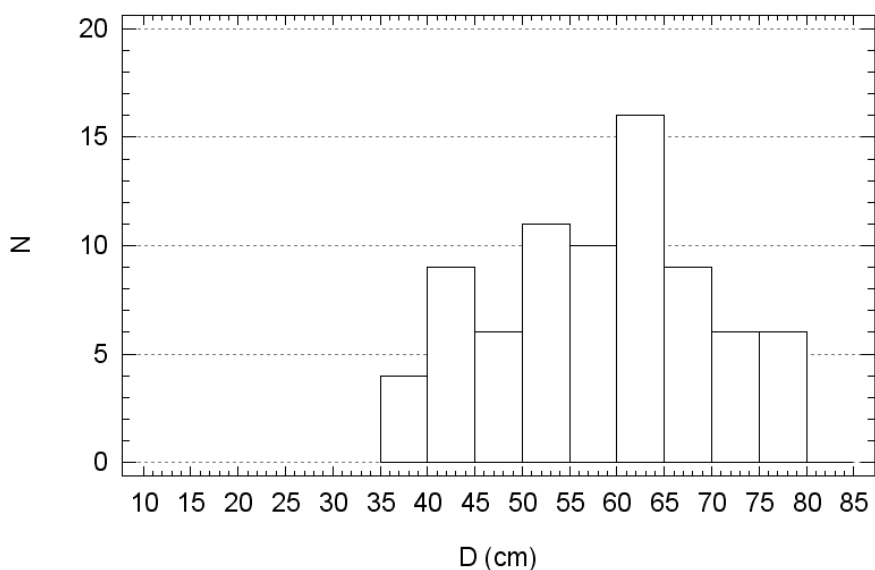
IZBIRA VRSTE IN RAZREDA TARIF SELECTION OF TARIFF TYPE AND CLASSES

Frekvenčna porazdelitev za sestoj, za smreko, nam da sliko enodobnega sestoja (kot smo ugotovili tudi na terenu), zato smo kot vrsto tarif izbrali tarife za enodobne sestoj, slika 6.

Srednjo deb. stopnjo (razpolavljanje lesne zaloge) smo poiskali z naštevanjem dreves, razvrščenih po padajočem premeru (30 % za enodobne oz. 25 % za vmesne tarife). Izbrali smo 54. oz. 58. drevo, ki sta debeli 65 oz. 66 cm. Obe drevesi sta v 14. deb. stopnji (65 - 70 cm), ki ima srednji premer 67,5 cm. Pri izboru za enodobne sestoj dobimo iz tablic (višina, premer) in neposredno iz tarif (volumen, premer) isto tarifo E9/10 (D je 65 cm, H je 43,7 m in V je 6,26 m³ oz. D je 67,5 cm, H je 44,1 m in V je 6,78 m³). Pri izboru za vmesne sestoj pa dobimo tarifo V9 (D je 66 cm, H je 43,9 m in V je 6,46 m³ oz. D je 67,5 cm, H je 44,1 m in V je 6,78 m³). Kot ustrezno sestojno tarifo smo tako izbrali tarifo E9/10.

Če po istem postopku izberemo tarife za posamezne ploskve, dobimo tarife od E8/9 do E10 (razlika 3 tarifne razrede, okoli 15 %). To nam le potrjuje, da se tarife za posamezne ploskve (zaradi mikrorastišnih razlik) med seboj bistveno razlikujejo in da lahko z nereprezentativnim izborom tarife izberemo napačno tarifo za sestoj.

Na podlagi referenčnih volumnov dreves smo ugotovili, da se lesna zaloga razpolavlja pri premeru 64 cm, torej v 13. deb. stopnji oz. pri 35 % števila dreves, šteto od najdebelejših navzdol (če upoštevamo kumulativno lesno zalogo). Če izberemo tarifo po tablicah (višina, premer) za to drevo (D je 64 cm, H je 43,5 m in V je 6,07 m³), dobimo tarifi V9 oz. E9/10. Če



Slika 6: Frekvenčna porazdelitev premerov smreke na vseh vzorčnih ploskvah - sestoj

Fig. 6: Frequency diagram for a diameter of a spruce tree on all sampling plots - stand

pa tarifo poiščemo neposredno v tarifah (volumen, premer), dobimo za drevo te deb. stopnje (D je 62,5 cm, V je 5,79 m³) tarifi V9/10 oz. E9/10.

Če pa srednjo deb. stopnjo izračunamo iz mediane referenčnih volumnov dreves (5,16 m³), dobimo premer 59 cm (deb. stopnja 12) in H je 42,7 m. Tu pa po tablicah (višina, premer) izberemo tarifi V9 oz. E9/10. Če pa tarifo poiščemo neposredno v tarifah (volumen, premer), dobimo za drevo te deb. stopnje (D je 57,5 cm, V je 4,89 m³) tarifi V9/10 oz. E9/10.

Glede na to, da so tablice (višina, premer) za določanje tarifnih razredov izdelane na podlagi nemških dvovhodnih deblovnih, je možna sistematična napaka. Prav tako je možna napaka zaradi naše ekstrapolacije v debelejšo deb. stopnjo in izračuna vmesnih vrednosti med razredi tarif.

Izbrana srednja sestojna tarifa E9/10 (1V_GIS) je bistveno višja (za 4 razrede), kot so sedanje tarife V7/8 (1V_ZGS), iz česar lahko sklepamo, da je ocena lesne zaloge po dosedanjih tarifah podcenjena (za 15-20 %).

IZRAČUN IN ANALIZA OCEN LESNE ZALOGE SMREKE PO RAZLIČNIH METODAH CALCULATION AND ANALYSIS OF GROWING STOCK ESTIMATION FOR A SPRUCE TREE BY DIFFERENT METHODS

Lesno zalogo smreke po ploskvah in za sestoj prikazuje preglednica 3.

S srednjo lokalno volumensko funkcijo (1V_SVF) dobimo le za malenkost - 0,1 m³/ha (0,0 %) - prenizko oceno lesne zaloge sestoja (smreka), kar potrjuje primernost uporabe enovhodnih volumenskih funkcij – tarifa za ugotavljanje lesne zaloge. Rezultat je tako dober tudi zato, ker smo srednjo lokalno volumensko funkcijo konstruirali iz istih podatkov.

S tarifo V9/10 dobimo samo za 0,8 m³/ha (0,1 %) previsoko oceno lesne zaloge sestoja (smreka). S tarifo E9/10 pa je odstopanje večje, -20,9 m³/ha (-2,8 %). Kot ustreznejše se izkažejo vmesne tarife, ne pa tarife za enodobne gozdove. Ob upoštevanju dejstva, da tarife ne upoštevajo volumna vrha drevesa (in torej podcenjujejo volumen drevesa za 1-2 %), pa dobimo z E9/10 tarifo zelo dobro oceno lesne zaloge.

Če bi izbrali tarifo E10, bi bila ocena previsoka za 14,6 m³/ha (2,0 %), pri tarifi V9 pa prenizka za -36,1 m³/ha (-4,9 %). Pri uporabi sedanjih tarif V7/8 je ocena lesne zaloge sestoja (smreka) premajhna kar za 132,8 m³/ha (-18,1 %). Ob upoštevanju ugotovitve, da dajo švicarske trovhodne volumenske funkcije pri debeljkih smreke sistematično za okoli 2-4% premajhen volumen drevesa in da tarife zaradi neupoštevanja vrha podcenjujejo volumen drevesa za 1-2 % (KUŠAR 2006), bi s tarifo E10 dobili zelo dobro oceno lesne zaloge.

Preglednica 3: Lesna zaloga smreke

Table 3: Growing stock for a spruce tree

pl	n	Odstopanje od referenčne LZ (3V_CH)/ Residual from a reference GS (3V_CH)													
		3V_CH	1V_SVF	1V_ZGS	1V_GIS	1V_GIS	1V_SVF		1V_ZGS		1V_GIS		1V_GIS		
				V7/8	V9/10	E9/10			V7/8		V9/10		E9/10		
				m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	%	m ³ /ha	%	m ³ /ha	%	m ³ /ha
1	13	1457,5	1394,9	1144,7	1398,7	1356,2	-62,6	-4,3	-312,8	-21,5	-58,9	-4,0	-101,4	-7,0	
2	17	1432,6	1394,6	1121,5	1370,3	1346,2	-38,1	-2,7	-311,1	-21,7	-62,3	-4,3	-86,5	-6,0	
3	3	347,3	360,8	299,6	366,1	352,9	13,5	3,9	-47,7	-13,7	18,8	5,4	5,6	1,6	
4	9	944,5	934,9	763,4	932,8	906,4	-9,7	-1,0	-181,1	-19,2	-11,7	-1,2	-38,1	-4,0	
5	1	184,7	175,5	149,1	182,1	173,3	-9,2	-5,0	-35,6	-19,3	-2,5	-1,4	-11,3	-6,1	
6	6	609,5	644,0	525,8	642,5	623,8	34,5	5,7	-83,7	-13,7	33,0	5,4	14,3	2,4	
7	6	750,2	755,2	625,9	764,8	737,0	5,1	0,7	-124,3	-16,6	14,6	1,9	-13,2	-1,8	
8	6	679,2	754,6	626,5	765,6	737,3	75,3	11,1	-52,7	-7,8	86,3	12,7	58,1	8,6	
9	8	838,0	826,3	678,5	829,0	804,4	-11,7	-1,4	-159,5	-19,0	-9,0	-1,1	-33,6	-4,0	
10	4	443,3	441,7	361,7	442,0	428,5	-1,6	-0,4	-81,6	-18,4	-1,3	-0,3	-14,8	-3,3	
11	4	395,6	399,3	325,1	397,2	386,7	3,7	0,9	-70,5	-17,8	1,6	0,4	-8,9	-2,2	
sest	77	734,8	734,7	602,0	735,6	713,9	-0,1	0,0	-132,8	-18,1	0,8	0,1	-20,9	-2,8	

Legenda/Legend:

- pl – zaporedna številka ploskve/plot number,
- n – število dreves/number of trees,
- 3V_CH – referenčni volumen dreves, izračunan po švicarskih trovhodnih volumenskih funkcijah/reference tree volume calculated by Swiss threeparametric volume functions,
- 1V_SVF – srednja lokalna volumenska funkcija/mean local volume function,
- 1V_ZGS – tarife, ki jih uporablja ZGS/tariffs used by SFS,
- 1V_GIS – popravljena tarifa/updated tariffs,
- V7/8 – razred 7/8 tarif za vmesne gozdove/class 7/8 of tariffs for unevenaged forests,
- V9/10 – razred 9/10 tarif za vmesne gozdove/class 9/10 of tariffs for unevenaged forests,
- E9/10 – razred 9/10 tarif za enodobne gozdove/class 9/10 of tariffs for evenaged forests.

Odstopanja za posamezne ploskve so pri srednji lokalni volumenski funkciji od -5,0 do 11,1 %, pri tarifi V9/10 od -4,3 do 12,7 %, pri tarifi E9/10 od -7,0 do 8,6 % in pri sedanjih tarifah V7/8 od -7,8 do -21,7 %. To ponovno potrди veliko mikrorastiščno raznolikost ploskev, ki se kaže v različnih volumnih drevesa danega premera - tarifi. Razlika med ploskvijo z največjim + in ploskvijo z največjim - odstopanjem je pri srednji lokalni volumenski funkciji 16,1 %, pri tarifi V9/10 17,0 %, pri tarifi E9/10 15,6 % in pri sedanjih tarifah V7/8 13,9 %.

OCENA BONITETE RASTIŠČA ZA SMREKO SITE QUALITY ESTIMATION FOR A SPRUCE TREE

Rezultate izračuna D_{dom} , H_{dom} ter SI_{100} in SI_{50} za smreko, za ploskve prikazuje preglednica 4. Na najboljšem rastišču (smreka) je ploskev 1, H_{dom} 47,5 m, SI_{50} je 30, na najmanj do-

brem pa ploskev 8, H_{dom} 40,2 m, SI_{50} je 25. Povprečno je H_{dom} za smreko 43,8 m, SI_{50} pa 28. Ploskve, ki ležijo na boljših rastiščih, imajo višji SI in obratno.

V skupni lesni zalogi sestoj zavzemajo drevesne vrste naslednji deleže: smreka 73 %, jelka 21 %, gorski javor 5 % in bukev 1 %. Ker smreka tvori le del sestoj, nastanejo odstopanja med meritvami in tabličnimi vrednostmi (za enovrstne sestoj), kar moramo upoštevati pri primerjavah. Razmerje med temeljnicama G_{sm}/G_{sest} je 0,79. Če lesno zalogo za smreko korigiramo s tem razmerjem na 100 % zarast, bi ta znašala 930 m³/ha.

Za smrekov sestoj starosti 125 let, na rastišču SI_{50} je 28, nam dajo švicarske tablice (EAFV 1968) lesno zalogo 839 m³/ha in povprečni letni tekoči prirastek 11,5 m³/ha leto pri H_{dom} je 44,2 m (H_{avr} je 43,9 m), D_{avr} je 64,7 cm in G je 47,3 m²/ha ter število dreves 144/ha. Naš sestoj ima v primerjavi s temi tablicami manjšo lesno zalogo (za -12 %; oz. večjo za

Preglednica 4: Ploskve z osnovnimi podatki, smreka in sestoj

Table 4: Sampling plots with basic data, a spruce tree and forest stand

pl	n	n / ha	Lega/location	zdr	SMREKA/SPRUCE TREE								SESTOJ/STAND	
					D		H		G	LZ	SI ₅₀	SI ₁₀₀	G	LZ
					AVR	AVR	DOM	AVR						
					cm	m	m	m ² /ha	m ³ /ha	m ² /ha	m ³ /ha			
1	13	260	Vrtača/sinkhole	AFs	59,3	45,1	47,5	74,2	1457,5	30	44	74,8	1460,5	
2	17	340	Z pobočje/W slope	AFt	51,9	40,9	42,8	74,6	1432,6	27	39	76,7	1442,5	
3	3	60	V pobočje/E slope	AFs	62,3	40,8	41,5	19,2	347,3	25	38	50,2	872,6	
4	9	180	Ravnina/flat	AFo	58,7	42,6	43,6	49,7	944,5	27	39	74,6	1396,0	
5	1	20	V pobočje/E slope	AFo	-	-	-	9,3	184,7	-	-	40,7	755,1	
6	6	120	V blago pobočje/E mild slope	AFo	60,0	40,0	40,5	34,2	609,5	25	37	57,3	968,0	
7	6	120	Vrtača/sinkhole	AFo	64,7	45,3	46,1	40,1	750,2	29	42	59,2	1083,1	
8	6	120	V blago pobočje/E mild slope	AFo	64,3	39,3	40,2	40,1	679,2	25	37	49,6	798,7	
9	8	160	Vrtača/sinkhole	AFt	57,8	43,4	46,1	44,0	838,0	29	42	52,0	935,5	
10	4	80	V pobočje/E slope	AFt	60,8	41,7	41,9	23,4	443,3	25	39	42,2	743,0	
11	4	80	Greben/ridge		57,5	39,9	40,4	21,2	395,6	25	37	36,8	638,6	
sest	77	140			58,6	42,2	43,4	44,0	734,8	28	40	55,8	1008,5	

Legenda/Legend:

- pl – zaporedna številka ploskve/plot number,
- n – število dreves/number of trees,
- n/ha – število dreves na površino (ha)/number of trees per area (ha),
- zdr – gozdna združba – glej sliko 1/forest subassociation – see Figure 1,
- D – prsni premer/diameter at breast height,
- H – drevesna višina/tree height,
- G – temeljnica/basal area,
- LZ – lesna zaloga/growing stock,
- SI₅₀ – rastiščni indeks, izračunan za sestoj pri 50 letih/site index calculated for a stand at 50 years,
- SI₁₀₀ – rastiščni indeks, izračunan za sestoj pri 100 letih/site index calculated for a stand at 100 years,
- AVR – povprečna vrednost/average value,
- DOM – dominantna vrednost/dominant value,
- sest – sestoj/stand.

+11 %, če upoštevamo korekcijo) in srednji premer (-9 %), prav tako pa nekaj manjšo dominantno (-2 %) in srednjo višino (-4 %) ter temeljnico (-7 %) in število dreves (-3 %).

Po slovaških tablicah (HALAJ in sod. 1987 v KOTAR 2003) pa ima smrekov sestoj starosti 125 let na nižinskih rastiščih, SI₁₀₀ je 40 in najboljša raven proizvodnje (3), lesno zalogo 1.311 m³/ha in povprečni letni tekoči prirastek 11,1 m³/ha leto, pri H_{dom} je 43,5 m (H_{avr} je 41,1 m), D_{avr} je 50,2 cm in G je 74,6 m²/ha ter število dreves 375/ha. Naš sestoj ima v primerjavi s temi tablicami manjšo lesno zalogo (za -44 %; oz. za -29 %, če upoštevamo korekcijo), temeljnico (-41 %), število dreves (-63 %), enako dominantno višino (0 %) ter večji srednji premer (17 %) in srednjo višino (2 %).

Švicarske tablice nam dajo zelo podobne podatke, kot jih izračunamo za naš sestoj, pri slovaških pa so večja odstopanja.

DISKUSIJA IN ZAKLJUČKI DISCUSSION AND CONCLUSIONS

REFERENČNI VOLUMEN DREVEŠA REFERENCE TREE VOLUME

Pri primerjavi volumnov drevesa, izračunanih po različnih metodah in funkcijah, je treba paziti, volumen katerih delov drevesa (vrh, deblo, panj, veje) vključujejo.

Kaufmann (2001) je predlagal uporabo trovhodnih volumenskih funkcij zato, ker le-te pojasnijo velik delež variance volumnov posameznih dreves (R²>98,55) in ker vključitev D, v enačbo pojasni več variance kot premer. Wagner (1982) pa je kot prednost trovhodnih volumenskih funkcij navedel to, da neposredno upoštevajo temeljnico, višino in obliko debla

ter zato dajo najboljše ocene volumnov dreves in jih lahko uporabljamo tudi veliko prostorsko, za širša območja. Kušar (2006) je ugotovil, da nam dajo pri debeljaku smreke švicarske trovhodne volumenske funkcije sistematično za okoli 2-4% premajhne volumne dreves in da tarife zaradi neupoštevanja vrha podcenjujejo volumne dreves za 1-2 %.

VPLIV MIKORASTIŠČNIH RAZMER NA VIŠINO IN VOLUMEN DREVES ISTEGA PREMERA *IMPACT OF MICRO SITE CONDITION ON HEIGHT AND VOLUME OF THE TREES WITH THE SAME DIAMETERS*

Analiza ugotovljenih rastiščnih indeksov (SI) je potrdila velike mikrorastiščne razlike v kakovosti rastišč. Mikrorastiščno najboljša rastišča so na dnu vrtač (SI_{50} je 29-30). Najmanj dobra pa so na izpostavljenih in izpranih grebenih med vrtačami ter na blagih pobočjih (SI_{50} je 25). To pomeni razliko v višinah (med 15 in 20 %) na posameznih ploskvah znotraj sestoja, ki bistveno vpliva na volumen drevesa in lesno zalogo.

Če tarifo določimo nereprezentativno, npr. na podlagi meritev le na eni vzorčni ploskvi, lahko v našem primeru izberemo za do 3 tarifne razrede različne tarife, kar pomeni do 15 % razlike v oceni lesne zaloge. V primeru neažuriranja tarif pa je razlika med tarifami 4 tarifne razrede oz. dobimo po dosedanjih tarifah za -18,1 % prenizko oceno lesne zaloge.

USTREZNOST TARIF ZA UGOTAVLJANJE LESNE ZALOGE *TARIFF ADEQUACY FOR GROWING STOCK ESTIMATION*

Z izravnavo referenčnih volumnov dreves s polinomsko funkcijo dobimo srednjo lokalno volumensko funkcijo, ki nam da enako oceno lesne zaloge kot trovhodne volumenske funkcije. To potrjuje tezo, da so reprezentativno izbrane enovhodne volumenske funkcije – tarife uporabne za določanje lesne zaloge sestojev. Tarifna krivulja v obliki polinoma druge stopnje dobro ponazori potek volumnov dreves v odvisnosti od premera.

Trovhodne funkcije dajo v našem testnem sestoju zelo visoko oceno lesne zaloge smreke (734,8 m³/ha), ki je za 132,8 m³/ha (18,1 %) višja kot lesna zaloga smreke (602,0 m³/ha),

ki jo dobimo z uporabo (prenizko izbranih; V7/8) prilagojenih enotnih francoskih tarif. Neposredna primerjava z lesno zalogo, ki jo je ugotovil ZGS, ni mogoča in tudi ni korektna, saj je bila naša raziskava opravljena samo v enem sestojnem tipu odseka, odsek pa je razdeljen na dva (ZGS 2004).

Ustrezno izbrane prilagojene enotne francoske tarife so dovolj dobre za oceno lesne zaloge (odstopanje je -2,8 %) in v praksi ni potrebe za prehod na uporabo dvovhodnih deblovnice ali trovhodnih volumenskih funkcij. Pri odstopanju je v našem primeru treba upoštevati dejstvo, da tarife v primerjavi s švicarskimi trovhodnimi volumenski funkcijami zaradi neupoštevanja volumna vrha drevesa sistematično podcenjujejo volumen drevesa za od 1 do 2 % in da švicarske trovhodne volumenske funkcije sistematično podcenjujejo pravi volumen drevesa za 2 do 4 % (KUŠAR 2006). Treba pa je zagotoviti ustrezen izbor vrste in razreda tarif. Tudi v zelo heterogenem sestoju lahko s pomočjo reprezentativno izbrane srednje tarife zelo dobro ocenimo lesno zalogo.

METODA DOLOČANJA TARIF *TARIFF SELECTION METHOD*

Reprezentativnost izbora tarif zagotovimo s pomočjo statistično korektno izbranih vzorčnih ploskev, na katerih izmerimo dendrometrijske podatke in ki dobro predstavljajo dano površino (sestoj, odsek), za katero izberemo tarife.

Po ustaljeni metodi s pomočjo frekvenčne porazdelitve premerov in srednje sestojne višinske krivulje izberemo pravo vrsto in razred prilagojenih enotnih francoskih tarif. Odstopanje od referenčne ocene lesne zaloge je v našem primeru -2,8 %. Treba bi bilo preveriti pravilnost meja (višin) tarifnih razredov v tablicah za izbiro tarifnih razredov (KOTAR 2003), ki so bili konstruirane na podlagi nemških dvovhodnih deblovnice.

PREDLOG METODE, KI JO LAHKO UPORABIMO ZA KOREKTEN IZBOR TARIF PRI KONTROLNI VZORČNI METODI *A PROPOSAL OF METHOD THAT SHOULD BE USED FOR A CORRECT SELECTION OF TARIFFS BY CONTROL SAMPLING METHOD*

Na stalnih vzorčnih ploskvah (ki so sistematično razporejene, kar zagotavlja reprezentativnost) izmerimo višine 3

dominantnim in 2 naključno izbranim drevesom iste drevesne vrste. Tri dominantna drevesa izberemo zato, da dobimo dovolj dreves za reprezentativno oceno dominante višine, še dve dodatni drevesi pa zato, da imamo dovolj dreves za zanesljivo konstruiranje sestojne višinske krivulje. Na ploskvi lahko določimo tudi starost sestoja (za določanje SI) in gozdnogojitveni tip. Za površino (odsek, sestoj) konstruiramo višinsko krivuljo (po drevesnih vrstah), izračunamo srednji sestojni premer in srednjo sestojno višino. Na podlagi srednjega sestojnega premera in srednje sestojne višine izberemo ustrezen razred tarif, na podlagi gozdnogojitvene oblike sestoja (opis sestoja, frekvenca premerov) pa vrsto tarif. Vprašanje ostane ustreznost nemških dvovhodnih deblovnic, na podlagi katerih so izdelane tablice za izbor tarifnih razredov.

Zaradi korelacij med boniteto rastišča (SI) in višino oz. tarifo bi bilo možno združevanje več ploskev podobnih bonitet rastišča v homogenejše stratume (stratifikacija), z namenom zmanjšanja variabilnosti med ploskvami in izboljšanja zanesljivosti ocene.

POVZETEK

V mikrorastiščno pestrem visokokraškem jelovo-bukovem gozdu smo na primeru drevesne vrste smreka ugotavljali zanesljivost ocenjevanja lesne zaloge s tarifami. Na transektu smo izbrali 11 pet arskih vzorčnih ploskev, ki dobro predstavljajo različne mikrorastiščne razmere odseka. Streha sestoja je približno enaka, ne glede na relief (lego) drevesa, kar pomeni, da so drevesa na dnu vrtač najvišja (SI_{50} je 30), nato pa se s pobočjem in spremembo rastišča drevesne višine nižajo (SI_{50} je 25), sestojni SI_{50} je 28. Razlike med srednjimi višinami dreves na ploskvah so do 15 %, med dominantnimi višinami pa do 18 %. Iz podatkov o lokacijah ploskev in dreves smo izračunali vertikalni profil terena ter prikazali profil sestojnih/drevesnih višin. Izračune in primerjave lesne zaloge smo napravili za posamezne ploskve in za sestoj. Na vsej površini (0,55 ha) smo izmerili 156 dreves, od tega 77 smrek.

Za izravnavo višin smo uporabili Petersonovo funkcijo, referenčne volumne dreves pa smo izračunali s pomočjo švicarskih trovhodnih volumenskih funkcij. Lokalne volumenske funkcije smo izračunali z izravnavo referenčnih volumnov s polinomsko krivuljo. Boniteto rastišča SI_{50} smo ugotovili na podlagi H_{dom} in starosti (125 let) s pomočjo švicarskih tablic

(EAFV 1968) ter SI_{100} s pomočjo slovaških tablic (HALAJ in sod. 1987 v KOTAR 2003).

Regresija med referenčnim volumnom dreves in premerom je tesna (R^2 je od 0,90 do 0,99), kar potrjuje uporabnost ustreznih lokalnih volumenskih funkcij za ugotavljanje lesne zaloge. S srednjo lokalno volumensko funkcijo smo dobili le za 0,1 m³/ha (0,0 %) prenizko oceno lesne zaloge sestoja (smreka). Odstopanja volumna drevesa, debelega 45 cm, izračunanega po lokalnih volumenskih funkcijah ploskev, so od -0,67 do 0,13 m³ oz. od -22,9 do 4,5 %, pri volumnu drevesa od 2,27 m³ do 3,08 m³ v primerjavi z volumnom drevesa, izračunanim po srednji lokalni volumenski funkciji. To pomeni, da bi lahko dobili napačno oceno lesne zaloge sestoja, če bi srednjo lokalno volumensko funkcijo izbrali nereprezentativno, le na podlagi nekaj meritev.

Ustrezne tarife za ploskve in za sestoj smo izbrali po ustaljeni metodi s pomočjo višinskih krivulj. Če po istem postopku izberemo prave tarife za posamezne ploskve, se le-te razlikujejo za 3 tarifne razrede (do 15 %). To nam le potrди že prej ugotovljeno dejstvo, da se tarife za posamezne ploskve (zaradi mikrorastiščnih razlik) med seboj bistveno razlikujejo in da lahko z nereprezentativnim izborom tarife določimo napačno tarifo za sestoj.

Pri ustrezni tarifi (E9/10), ki smo jo določili na podlagi srednjega premera in srednje višine, je odstopanje -20,9 m³/ha (-2,8 %). Pri uporabi sedanjih tarif ZGS V7/8 (nižje za 4 razrede) pa je ocena lesne zaloge sestoja (smreka) premajhna kar za -132,8 m³/ha (-18,1 %). Sklepamo lahko, da v primeru, če je tarifa za površino (odsek, sestoj) izbrana korektno in reprezentativno, dobimo z njo dobro oceno lesne zaloge tudi na mikrorastiščno pestri površini. Reprezentativni izbor tarife zagotovimo z meritvami na vzorčnih ploskvah, ki dobro predstavljajo površino.

Odstopanja za posamezne ploskve so pri srednji lokalni volumenski funkciji od -5,0 do 11,1 %, pri tarifi V9/10 od -4,3 do 12,7 %, pri tarifi E9/10 od -7,0 do 8,6 % in pri sedanjih tarifah ZGS V7/8 od -7,8 do -21,7 %. To ponovno potrди veliko mikrorastiščno raznolikost ploskev, ki se kaže v različnih volumnih drevesa danega premera - tarifi. Razlika med ploskvijo z največjim + in ploskvijo z največjim - odstopanjem je pri srednji lokalni volumenski funkciji 16,1 %, pri tarifi V9/10 17,0 %, pri tarifi E9/10 15,6 % in pri sedanjih tarifah ZGS V7/8 13,9 %.

SUMMARY

Reliability of growing stock estimation using tariffs in forest with varied micro site conditions was analyzed in case of high karst fir-beech forest for a spruce tree species. 11 sampling plots (5 are area), which well represent the varied micro sites of the tested area, were selected on transect. Forest stand height is even, regardless the location of trees due to terrain relief. Trees growing at the bottom of sinkholes are the highest (SI_{50} is 30), then tree heights decrease due to the rise of slopes and therefore site quality is poorer (SI_{50} is 25); stand average SI_{50} is 28. Differences between average tree heights for single sampling plots are up to 15 %, and up to 18 % between dominant tree heights. Vertical terrain profile and forest stand height were derived on the basis of sampling plots and single trees location. Growing stock calculation and analysis were done for single sampling plots separately as well as for stand area. 156 trees were measured (77 spruce tree trees) in the study area covering 0.55 ha.

Petterson's function was used for height curve adaptation. Reference bole volumes were calculated with Swiss three parametric volume functions. Local volume functions were calculated from reference bole volumes with polynomial function adaptation. Site quality SI_{50} was estimated on the basis of H_{dom} and stand age with Swiss tables (EAFV 1968) on the one hand and SI_{100} with Slovak tables (HALAJ et al. 1987 in KOTAR 2003) on the other hand.

Regression between reference bole volume and tree diameter is narrow (R^2 is from 0.90 to 0.99), which confirms that adequate local volume functions for growing stock estimation could be used. Growing stock estimation (spruce stand) was only by 0.1 m³/ha (0.0 %) too low in case when using average local volume function. Volume differences of 45 cm thick tree, calculated by local volume functions of single sampling plots, are from -0.67 to 0.13 m³ or from -22.9 to 4.5 % at volume interval of 2.27 m³ to 3.08 m³ in comparison with volume calculated by average local volume function. This means that growing stock estimation would be incorrect if only few unrepresentative selected measurements were taken into account for selecting average local volume function.

Adequate tariffs for single sampling plots as well as for stand were selected with standard method using height cur-

ves. When the same procedure is used for selecting adequate tariffs for single sampling plots, they differ by up to 3 tariff classes (15 %). This is another confirmation for the previously established fact that tariffs between single sampling plots (due to micro sites variety) significantly differ between each other. An incorrect tariff for stand may be selected when unrepresentative method for tariff selection is used.

Growing stock estimation calculated with adequate tariff E9/10, which was selected with standard method (using mean tree diameter and height calculated from adapted height curve), is by -20.9 m³/ha (-2.8 %) lower than reference growing stock. When the current ZGS tariffs (V7/8), which are by 4 tariff classes too low, were used, the growing stock estimation was by -132.8 m³/ha (-18.1 %) too low. Our conclusion is that if tariff for a defined area (forest stand or compartment) is representative, with correct method used, the reliability of growing stock estimation is good regardless of the varied micro site conditions. Representative selection of tariffs is provided for with measurement on sampling plots that well represent the defined area.

Differences between reference growing stock for single sampling plots and growing stock calculated are from -5.0 to 11.1 % by average local volume function, from -4.3 to 12.7 % by tariffs V9/10, from -7.0 to 8,6 % by tariff E9/10 and from -7.8 to -21.7 % by actual ZGS tariff V/8. This is yet another confirmation of the great impact of micro site condition variety on different volume (tariff) of any single tree with the same diameter. Differences between sampling plots with the biggest + and - values are 16.1 % by using average local volume function, 17.0 % by V9/10 tariff, 15.6 % by E9/10 tariff, and 13.9 % by actual ZGS tariff.

VIRI REFERENCES

- Čokl M. 1956. Inventarizacija kmečkih gozdov po novih enotnih tarifah. *Gozdarski vestnik*, 14: 1-12.
- Čokl M. 1957. Prirejene Alganove in Schafferjeve tarife ter njihova raba pri inventarizaciji sestojev. *Zbornik gozdarstva in lesarstva (IGLG)*, 2: 165-195.
- Čokl M. 1959. Tarife za sestoje prehodnih oblik. *Gozdarski vestnik*, 17: 221-228.
- Čokl M. 1962. Dvovhodne deblovnice za celjski okraj. *Gozdarski vestnik*, 20: 257-271.
- Čokl M. 1980. *Gozdarski in lesnoindustrijski priročnik*. Tablice. 5. izdaja. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo: 374 str.

- EAFV 1968: Ertragstafeln für die Fichte, Tanne und Buche in der Schweiz. 1968. Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf, ZH.
- Furman B. 2005. Ocena sestojne zgradbe v gozdnih sestojih na Boču. Diplomsko delo (višješolski študij), Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 41 str.
- Hočevar M. 1990. Ugotavljanje stanja in razvoja gozdov s kontrolno vzorčno metodo. Zbirka referatov in navodila za pripravo in snemanje na stalnih vzorčnih ploskvah, 22. maja 1990. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo: 48 str.
- Hočevar M. 1991. Priprava in obračun podatkov pri kontrolni vzorčni inventuri. Obdelava in analiza podatkov kontrolne vzorčne inventure.- Seminarsko gradivo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo str. 2-23.
- Hočevar M. 1995. Dendrometrija – gozdna inventura. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo: 274 str.
- Kaufmann E. 2001. Estimation of Standing Timber, Growth and Cut. V: Swiss National Forest Inventory: Methods and Models of the Second Assessment. Brassel P. (ed.), Lischke H. (ed.). Switzerland, WSL Swiss Federal Research Institute: 162-196.
- Kotar M. 2003. Gozdarski priročnik. 7. izdaja. Ljubljana. Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 414 str.
- Kozorog E., Černigoj V. 2002. Uveljavitev kontrolne vzorčne metode v gozdnogospodarskem območju Tolmin. Gozdarski vestnik, 60, 5-6: 235-245.
- Kušar G. 2006. Zanesljivost ugotavljanja volumna dreves in lesne zaloge sestojev z enoparametrijskimi funkcijami in stratifikacijo. Draft doktorske disertacije, 250 str. (neobjavljeno).
- Mlinšek D. 1955. Poizkus uporabe francoskih tarif v naših gozdovih. Gozdarski vestnik, 13, 6: 161-167.
- Nagel K. 2000. Forest Tools. Programski paket. CD. Goettingen.
- Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih. Ur.l. RS št. 5-242/1998.
- Škratek B. 2005. Razvoj gozdnih sestojev na raziskovalnih ploskvah v leskovi dolini. Diplomsko delo (višješolski študij), Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 44 str.
- Zabukovec I. 1957. Natančnost in ekonomičnost izvornih ter prirejenih Alganovih in Schaefferjevih tarif v primerjavi s klasično metodo deblovc. Gozdarski vestnik, 15: 129-137.
- ZGS 2004. Gozdnogospodarski načrt GGE POLJANE 2004-2013 (Osnutek). Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, OE Novo mesto, 105 str.
- ZGS 2005. GGE Poljane – gozdne združbe, digitalna vektorska baza.
- Wagner M. 1982. Ermittlung von Einzelstamm-Volumen mit D1,3, H und oberen Stammdurchmessern. Allg. Forst- u. J.-Ztg, 153, 4: 72-75.

ZAHVALA ACKNOWLEDGEMENTS

Raziskava pod mentorstvom prof. dr. Milana Hočevarja je potekala v okviru individualnega znanstvenega raziskovalnega dela podiplomskega študija Gala Kušarja (MŠZŠ program raziskovalnega usposabljanja mladih raziskovalcev) ter v okviru projekta JGS – Razvijanje in strokovno usmerjanje informacijskega sistema za gozdove. Za pomoč pri terenskih meritvah se zahvaljujemo Anžetu Japlju, abs. gozdarstva.