

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

Ruben ŠPRAH

**ZASEBNI GOZDOVI NA JELOVIH RASTIŠČIH V
OKOLICI LOVRENCA NA POHORJU**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij – 1. stopnja

Ljubljana, 2016

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

Ruben ŠPRAH

**ZASEBNI GOZDOVI NA JELOVIH RASTIŠČIH V OKOLICI
LOVRENCA NA POHORJU**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij – 1. stopnja

**PRIVATELY OWNED SILVER FIR FORESTS NEAR
LOVRENC NA POHORJU**

GRADUATION THESIS
B. Sc. Thesis

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija gozdarstva. Opravljeno je bilo na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 6. 6. 2016 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Davida Hladnika, za recenzenta pa prof. dr. Andreja Bončino.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Podpisani izjavljam, da je diplomsko delo rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Ruben Šprah

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Du1
DK	GDK 524.6:58(497.4Lovrenc na Pohorju)(043.2)=163.6
KG	gozdna inventura/polna izmera/LIDAR/Lovrenc na Pohorju/jelova rastišča
AV	ŠPRAH, Ruben
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	2016
IN	ZASEBNI GOZDOVI NA JELOVIH RASTIŠČIH V OKOLICI LOVRENCA NA POHORJU
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij – 1. stopnja)
OP	VIII, 35 str., 12 pregl., 14 sl., 16 vir.
IJ	sl
JI	sl/en

V avgustu 2015 in marcu 2016 so izvedli polno izmero gozdnih sestojev v odsekih 163D in 163B, ki se nahajata v gozdnogospodarski enoti Lovrenc na Pohorju, v rastiščno gojitvenem razredu jelovja na rodovitnejših rastiščih. S tukajšnjimi zasebnimi gozdovi se tradicionalno gospodari na prebiralen način, pogosti pa so tudi manjši smrekovi nasadi. Določili so trenutno debelinsko strukturo, temeljnico, lesno zalogo, drevesno sestavo in dimenzijsko razmerje dreves. Različne drevesne vrste se različno porazdeljujejo po debelinskih stopnjah – jelka in listavci so bližje prebiralni strukturi, smreka pa prehodni, razen v smrekovih nasadih, kjer se smreka in druge drevesne vrste porazdeljujejo v normalni porazdelitvi, značilni za enodobne sestoje. V zadnjih 50 letih so ugotovili močno naraščanje lesne zaloge (s 316 m³/ha na 603 m³/ha) in naraščanje deleža listavcev (s 5,7 na 11,7 %). Z obdelavo lidarskih podatkov so prikazali digitalne modele drevesnih krošenj.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Du1
DC	FDC 524.6:58(497.4Lovrenc na Pohorju)(043.2)=163.6
CX	forest inventory/full calipering/LIDAR/Lovrenc na Pohorju/white fir sites
AU	ŠPRAH, Ruben
AA	HLADNIK, David (supervisor)
PP	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB	University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of forestry and renewable forest resources
PY	2016
TI	PRIVATELY OWNED SILVER FIR FORESTS NEAR LOVRENC NA POHORJU
DT	B. Sc. Thesis
NO	VIII, 35 p., 12 tab., 14 fig., 16 ref.
LA	sl
AL	sl/en

In August 2015 and March 2016 we did a full calipering of forest stands in sections 163D and 163B, which are located in the Lovrenc na Pohorju Forest Management Unit, in silver fir growing sites. The local private forests are traditionally harvested by selection system, smaller spruce (*Picea abies*) plantations are also common. Current tree diameter structure, basal area, growing stock, species structure, and tree dimension ratio (h/d factor) were determined. Different tree species are distributed differently throughout the diameter levels. Fir and deciduous tree species seem closer to selection forest diameter structure, while spruce diameter structure seems more intermediate. Exceptions are the spruce plantations, where all present tree species have normal diameter distribution, typical of even-aged forest stands. In the last 50 years there was a strong increase in growing stock (from 316 m³/ha to 603 m³/ha) and increase in proportion of deciduous tree species (from 5.7 to 11.7 %). Through processing of LIDAR data, digital models of tree canopies were made.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
1 UVOD	1
2 NAMEN IN HIPOTEZE	2
3 PREDSTAVITEV OBJEKTA	3
3.1 GGE LOVRENC NA POHORJU	3
3.2 RASTIŠČNO GOJITVENI RAZRED JELOVJA NA RODOVITNEJŠIH RASTIŠČIH (POVZETO PO GGN 2006)	4
3.3 OBJEKT RAZISKAVE - ODSEKA 163B IN 163D (TOMAŽIČEVO)	5
3.4 LIDARSKI POSNETKI	7
4 METODE	9
4.1 DIGITALNI MODEL KROŠENJ	9
4.2 POLNA IZMERA	13
5 REZULTATI	15
5.1 SESTOJ L488 (PREBIRALNI)	15
5.1.1 Frekvenčna porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah	15
5.1.2 Višinske krivulje in tarifni razredi	16
5.1.3 Temeljnica in lesna zaloga	17
5.2 SESTOJ L489 (SMREKOV NASAD)	19
5.2.1 Frekvenčna porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah	19
5.2.2 Višinske krivulje in tarifni razredi	20
5.2.3 Temeljnica in lesna zaloga	21

5.3	SESTOJ L491	22
5.3.1	Frekvenčna porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah	22
5.3.2	Višinske krivulje in tarifni razredi	23
5.3.3	Temeljnica in lesna zaloga	24
5.4	DIMENZIJSKA RAZMERJA DREVES (ODSEK 163B)	25
5.5	ODSEK 163D	26
6	OCENA RAZVOJA GOZDA.....	28
7	RAZPRAVA.....	29
8	POVZETEK.....	32
9	VIRI	34
	ZAHVALA	36

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Sestoji v analiziranih odsekih (Vir: Pregledovalnik podatkov o gozdovih, 2016).....	6
Preglednica 2: Temeljnica (m^2/ha) sestoja L488 po debelinskih stopnjah in drevesnih vrstah (marec 2016).....	17
Preglednica 3: Lesna zaloga (m^3/ha) sestoja L488 po debelinskih stopnjah in drevesnih vrstah (marec 2016).....	18
Preglednica 4: Temeljnica (m^2/ha) sestoja L489 po debelinskih stopnjah in drevesnih vrstah (marec 2016).....	21
Preglednica 5: Lesna zaloga (m^3/ha) sestoja L489 po debelinskih stopnjah in drevesnih vrstah (marec 2016).....	21
Preglednica 6: Temeljnica (m^2/ha) sestoja L491 po debelinskih stopnjah in drevesnih vrstah (marec 2016).....	24
Preglednica 7: Lesna zaloga (m^3/ha) sestoja L491 po debelinskih stopnjah in drevesnih vrstah (marec 2016).....	24
Preglednica 8: Povprečna dimenzijska razmerja dreves po razširjenih debelinskih razredih in sestojih (maj 2016)	25
Preglednica 9: Frekvenčna porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah in drevesnih vrstah (N/ha) v odseku 163D (avgust 2015)	26
Preglednica 10: Tarifni razredi drevesnih vrst po sestojih v odseku 163D (2016)	27
Preglednica 11: Lesna zaloga sestojev v odseku 163D (m^3/ha) po debelinskih stopnjah in drevesnih vrstah (avgust 2015).....	27
Preglednica 12: Razvoj gozdov v odsekih 163B in 163D med leti 1966 in 2016.....	28

KAZALO SLIK

Slika 1: Pregledna karta gozdnogospodarske enote Lovrenc na Pohorju (Vir: Gozdnogospodarski načrt ..., 2006; Geodetska uprava RS)	3
Slika 2: Izsek iz satelitskega posnetka satelita Sentinel 2 (2015) z označenimi mejami analiziranih gozdnih odsekov (Vir: Pregledovalnik podatkov o gozdovih, 2016)	5
Slika 3: Delovanje lidarskega sistema (Vir: Oštir, 2006)	7
Slika 4: Senčen digitalni model višin (DMV) analiziranih odsekov z okolico (Vir: LIDAR, 2015; Pregledovalnik podatkov o gozdovih, 2016)	8
Slika 5: Digitalni model krošenj (DMK) odsekov z okolico (Vir: LIDAR, 2016; Pregledovalnik podatkov o gozdovih, 2016)	9
Slika 6: Potek vzdolžnih profilov na digitalnem modelu krošenj (Vir: LIDAR, 2016; Pregledovalnik podatkov o gozdovih, 2016)	10
Slika 7: Vzdolžni profili oblaka lidarskih točk A, B in C ter njihove približne dolžine (Vir: LIDAR, 2016)	11
Slika 8: Vzdolžna profila D in E ter njuna približna dolžina (Vir: LIDAR, 2016)	12
Slika 9: Frekvenčna porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah v sestoji L488 (marec 2016)	15
Slika 10: Višinske krivulje jelke, smreke in listavcev v sestoji L488 (maj 2016)	16
Slika 11: Frekvenčna porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah v sestoji L489 (marec 2016)	19
Slika 12: Višinski krivulji smreke in listavcev v sestoji L489 (maj 2016)	20
Slika 13: Frekvenčna porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah v sestoji L491 (marec 2016)	22
Slika 14: Višinski krivulji iglavcev in listavcev v sestoji L491 (maj 2016)	23

1 UVOD

Lovrenc na Pohorju je kraj, ki je z vseh strani obdan z gozdom. To so večinoma zasebni gozdovi na jelovih rastiščih, ki jih bomo v diplomski nalogi predstavili na primeru tipične gozdne posesti v tem prostoru. Analizirana gozdna odseka sodita v rastiščno gojitveni razred jelovja na rodovitnejših rastiščih, ki je največji razred in obsega 40 % površine gozdov v gozdnogospodarski enoti Lovrenc na Pohorju (Gozdnogospodarski načrt ..., 2006).

Ideja o izdelavi diplomske naloge se je porodila ob prostovoljnem počitniškem terenskem delu. S kolegom Jernejem Javornikom sva v avgustu 2015 po napotkih Alojza Kosjeka ml., univ. dipl. inž. gozd. (zaposlenega na ZGS) izvedla polno izmero gozdnih sestojev v odseku 163D. Podatki izmere naj bi služili kot pomoč pri gozdnogospodarskem načrtovanju na tem območju. Gre za izrazito malopovršinsko raznomerne (prebiralne) gozdove, ki za ohranjanje strukture (in s tem tudi trajnih donosov lesa) zahtevajo ukrepe, podprte s podrobno spremljavo stanja, ki jo v tem primeru omogoča polna izmera vsakih 10 let. Poimenovanje kot tudi meja s sosednjim odsekom na vzhodu (163B) sta se v preteklosti spreminjali, medtem ko je zunanja meja ostala enaka. Iz tega razloga je bilo za smiselno analizo razvoja gozda potrebno izmeriti še odsek 163B ter podatke pred primerjavo združiti. V marcu 2016 smo izvedli drug del izmere. Nastala je razmeroma obsežna zbirka podatkov, ki smo jih obdelali v naslednjih mesecih.

Gozdna posest se nahaja na Recenjaku in je nekdaj pripadala kmetiji Tomažič. S pretežno iglastim gozdom so gospodarili na tradicionalen način kmečkega prebiranja, tako da so na majhni površini bili zagotovljeni trajni donosi lesa. Del pašnikov (na manj ugodnih legah) so pogozdili s smreko med letoma 1950 in 1962, podobno kot tudi na okoliških posestih. Intenzivnost gospodarjenja je v zadnjih desetletjih upadla, prebiralna struktura se počasi izgublja, smrekovi nasadi pa so na prehodu v razvojno fazo debeljaka.

2 NAMEN IN HIPOTEZE

Lastniki gozdov lahko podatke o svoji gozdni posesti najdejo v gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih, na spletnem pregledovalniku podatkov o gozdovih ZGS ali pri svojem revirnem gozdarju. Podatki za manjše gozdne posesti pogosto niso dovolj natančni, obsežni in pregledni ter temeljijo bolj na ocenah, kot dejanskih izmerah.

Namen diplomske naloge je pridobiti več kakovostnih podatkov o stanju gozdov s ponovno izvedbo polne izmere ter jih predstaviti na način, ki bo pomagal pri načrtovanju gospodarjenja s temi gozdovi.

Za cilje smo si postavili pridobitev natančnih in kakovostnih podatkov o:

- frekvenčni porazdelitvi dreves po debelinskih stopnjah,
- temeljnici dreves,
- lesni zalogi,
- drevesni sestavi.

Izmerjene količine želimo primerjati s tistimi, ugotovljenimi v preteklosti in s tem oceniti razvoj gozda.

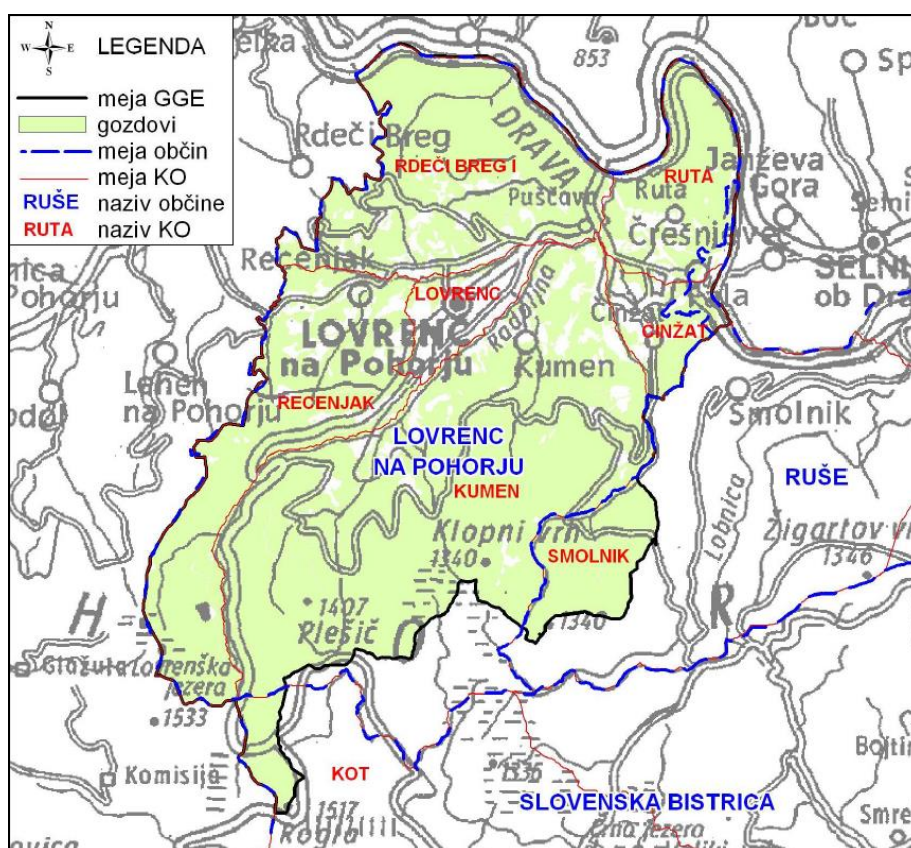
Hipoteze:

- debelinska struktura prebiralnega gozda se zaradi manj intenzivnega gospodarjenja spreminja tako, da se večja delež debelega drevja, lesna zaloga pa raste,
- v prebiralnih gozdovih narašča delež jelke, medtem ko delež smreke, jesena, kostanja in brešta pada.

3 PREDSTAVITEV OBJEKTA

3.1 GGE LOVRENC NA POHORJU

Gozdnogospodarska enota leži v osrednjem delu severnega Pohorja (slika 1). Površina celotne enote meri 8532 ha, od tega je gozda 7096 ha (83 % gozdnatost). V nižjih delih enote prevladujejo jelovo-smrekovi gozdovi z majhnim deležem listavcev, kjer v večini sestojev poteka tradicionalno malopovršinsko prebiralno gospodarjenje – sem sodi tudi v tem diplomskem delu analizirana gozdna posest. Na višjih nadmorskih višinah prevladujejo gozdovi smreke in bukve. Dobra polovica gozdov v enoti pripada zasebnim lastnikom, ostali so državni. Povprečna gozdna posest meri 14,23 ha. Ugodna posestna struktura omogoča dobro osnovo za načrtno delo z gozdom. Povprečna lesna zaloga je 427 m³/ha, od tega je 27,5 % listavcev. Povprečen letni prirastek je 9,6 m³/ha. (Gozdnogospodarski načrt ..., 2006).



Slika 1: Pregledna karta gozdnogospodarske enote Lovrenc na Pohorju (Vir: Gozdnogospodarski načrt ..., 2006; Geodetska uprava RS)

3.2 RASTIŠČNO GOJITVENI RAZRED JELOVJA NA RODOVITNEJŠIH RASTIŠČIH (POVZETO PO GGN 2006)

Je največji rastiščno gojitveni razred, združuje 40 % gozdnih površin in zajema predvsem gozdove v osrednjem, najbolj poseljenem delu gozdnogospodarske enote. Tukaj prevladujejo skupinsko raznomerni sestoji, slaba polovica (46,2 %) gozdov pa ima prebiralno zgradbo.

Izrazito malopovršinske sečnje in različne oblike prebiranja so tradicionalna in najprimernejša oblika gospodarjenja v teh gozdovih – tako je zagotovljena trajnost donosov že na majhnih površinah. Strukturno pestri sestoji tudi bolje opravljajo ekološke in socialne funkcije. Med enodobnimi sestoji s 63,8 % površine prevladujejo debeljaki. Pomlajevanje je dobro, saj sta zasnova in delež pomladka po površini ustrezna v vseh razvojnih fazah in sestojnih zgradbah, kjer je obnova aktualna. Mešanost glavnih drevesnih vrst - jelke in smreke je skupinske do gnezdate oblike, posamično ali gnezdasto pa so primešani še plemeniti listavci, domači kostanj, bukev in beli gaber. V teh gozdovih najdemo tudi lepe primerke tise.

Povprečna lesna zaloga rastiščno gojitvenega razreda znaša 422 m³/ha. V lesni zalogi prevladujejo iglavci (80,1 %). Drevje, debelejše od 30 cm predstavlja 61,2 % lesne zaloge. Debelega drevja je več pri iglavcih kot pri listavcih. Delež prirastka listavcev je višji od njihovega deleža v lesni zalogi. (Gozdnogospodarski načrt ..., 2006).

Razmerje drevesnih vrst v lesni zalogi odstopa od naravnega stanja (preveč smreke in premalo jelke). Manjši delež jelke je med drugim posledica splošnega slabljenja te drevesne vrste v preteklosti. Prenizek je tudi delež bukve in plemenitih listavcev.

3.3 OBJEKT RAZISKAVE - ODSEKA 163B IN 163D (TOMAŽIČEVO)

V diplomskem delu analizirana odseka sta uvrščena v rastiščnogojitveni razred Jelovja na rodovitnejših rastiščih. (Gozdnogospodarski načrt ..., 2006). Nahajata se na Recenjaku, na gozdnatem grebenu, ki poteka v smeri SV-JZ (slika 2).



Slika 2: Izsek iz satelitskega posnetka satelita Sentinel 2 (2015) z označenimi mejami analiziranih gozdnih odsekov (Vir: Pregledovalnik podatkov o gozdovih, 2016)

Nadmorska višina se giblje med 440 in 540 m (Atlas okolja, 2016). Relief je valovit, ponekod jarkast, pobočja so blaga. Ekspozicija je večinoma SZ (hladna in vlažna pobočja), na drugi (z gozdom manj poraščeni) strani grebena prevladuje JV ekspozicija. Geološka podlaga so kremenovi filiti, tla srednje globoka, suha do vlažna, mestoma humozna (Gozdnogospodarski načrt ..., 1976) V gozdnogospodarskih načrtih je navedena gozdna združba *Dryopterido-Abietetum*, ki je v novejših delih označena z imenom *Galio rotundifolii-Abietetum* – združba navadne jelke in okroglostne lakote (Dakskobler, Marinšek, 2009). Gozdne površine obeh odsekov so v celoti v zasebni lasti. Nekdaj so pripadale kmetiji Tomažič, po kateri se območje (po domače) imenuje še danes. Oba odseka sta ločena na več sestojev (preglednica 1). Po površini prevladuje jelovo-smrekov prebiralni gozd (10,28 ha), smrekovi nasadi skupaj merijo 2,05 ha. Posebnost je sestoj (L491), ki uspeva v drugačnih rastiščnih pogojih od ostalega gozda in je bil v preteklosti pod močnim vplivom človeka (paša, steljarjenje, sajenje macesna).

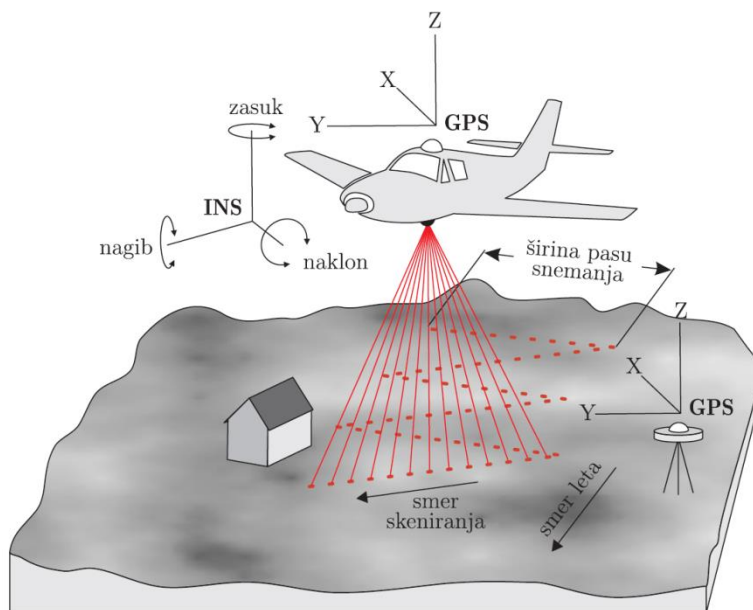
Preglednica 1: Sestoji v analiziranih odsekih (Vir: Pregledovalnik podatkov o gozdovih, 2016)

Odsek	Sestoj	Površina (ha)	Tip sestoja	Opombe na podlagi lastnih opažanj na terenu
10163B	L488	4,96	Prebiralni	-
	L489	0,84	Drogovnjak	Smrekov nasad, nekdanj pašnik
	L490	0,31	Mladovje	Letvenjak, ki vsebuje manjši nasad (drogovnjak) duglazije
	L491	0,51	Drogovnjak	Raznomerni gozd na prisojnih legah
10163D	L492	0,98	Drogovnjak	Smrekov nasad, nekdanj pašnik
	L493	5,32	Prebiralni	-
	L507	0,23	Drogovnjak	Smrekov nasad, nekdanj pašnik (podaljšek sestoja L489)

3.4 LIDARSKI POSNETKI

Zračno lasersko skeniranje je novejša metoda daljinskega zaznavanja podatkov, ki se zaradi veliko pozitivnih lastnosti hitro uveljavlja v različnih prostorskih vedah. V Sloveniji se je lidarsko snemanje za namene gozdarstva začelo uporabljati šele v zadnjem desetletju, (Kobal s sod., 2014).

Izraz LIDAR ima dve (podobni) razlagi; Light Detection And Ranging – svetlobno zaznavanje in merjenje razdalj ali Laser Imaging Detection And Ranging – lasersko snemanje, zaznavanje in merjenje razdalj (Oštir, 2006). Tehnologija omogoča natančno določanje lokacije odbojev laserskih pulzov v vidnem in bližnjem infrardečem delu svetlobnega spektra.

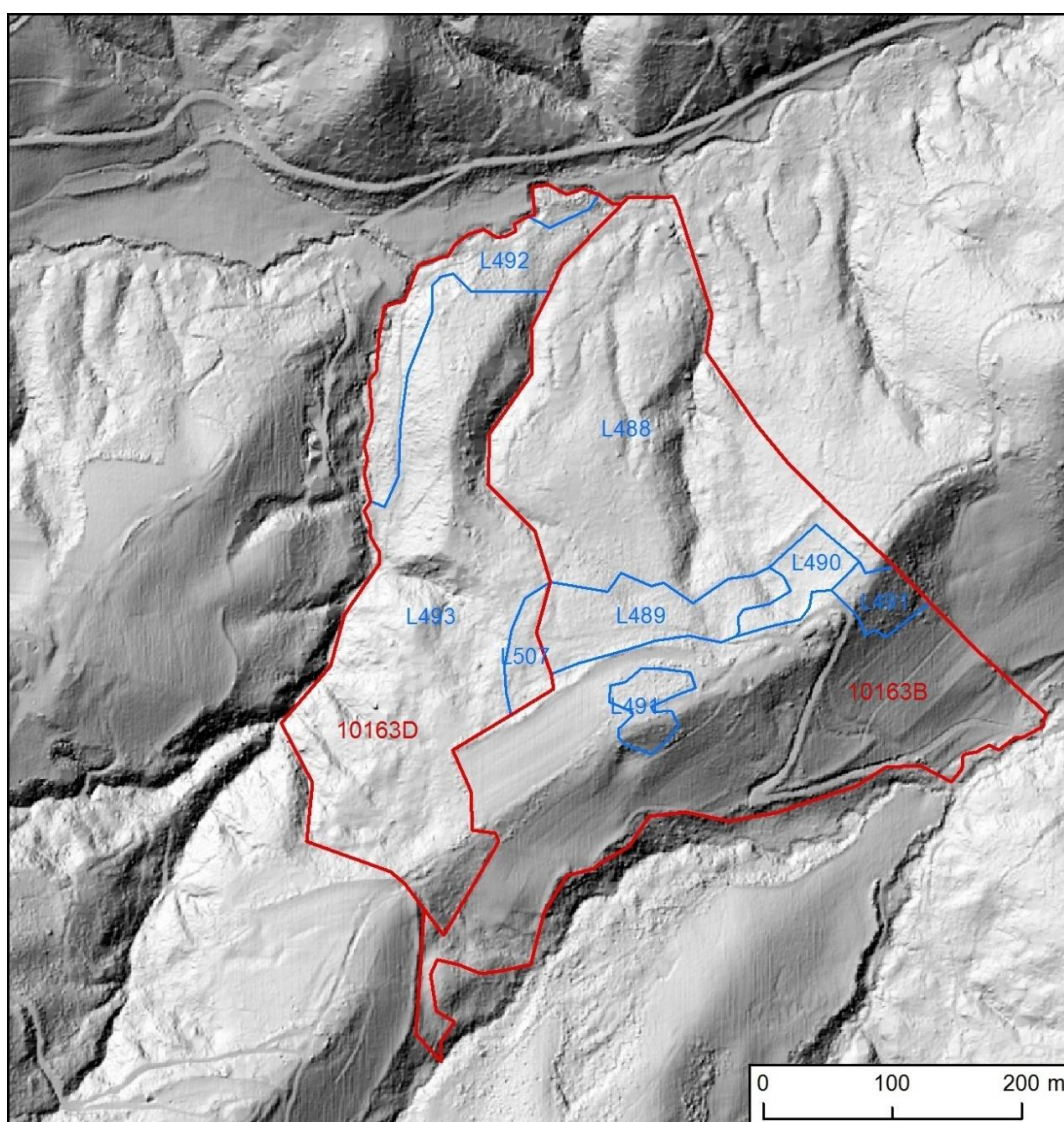


Slika 3: Delovanje lidarskega sistema (Vir: Oštir, 2006)

Rezultat zračnega laserskega skeniranja je oblak georeferenciranih točk, ki se z obdelavo podatkov klasificira glede na to, od kod se je laserski signal odbil (tla, voda, stavba, vegetacija). Iz klasificiranih podatkov lahko izdelamo tridimenzionalni digitalni model objektov, ki nas zanimajo. Natančnost modela je odvisna predvsem od gostote posnetih točk, ki je v našem primeru povprečno 5 točk/m² (Projekt 'Lasersko skeniranje ...', 2016).

Za prikaz analiziranega območja smo v računalniškem programu ArcMap izdelali dve karti. Oblak točk je bil tukaj posnet leta 2014 in je prosto dostopen na spletu (Projekt 'Lasersko skeniranje ...', 2016). Meje odsekov in sestojev smo pridobili iz podatkovnih zbirk ZGS (Pregledovalnik podatkov o gozdovih, 2016)

Z izločanjem točk, ki so se odbile od površja (minimalne vrednosti) smo izdelali digitalni model reliefa z rastrsko celico velikosti 1 m² in jo prekrili s sestojno karto (modre barve) in mejami odsekov (rdeče barve). Dobro razvidne so ceste, jarki in slemena grebenov, nekoliko manj pa gozdne vlake. Slabše so vidne oznake sestoja L491.

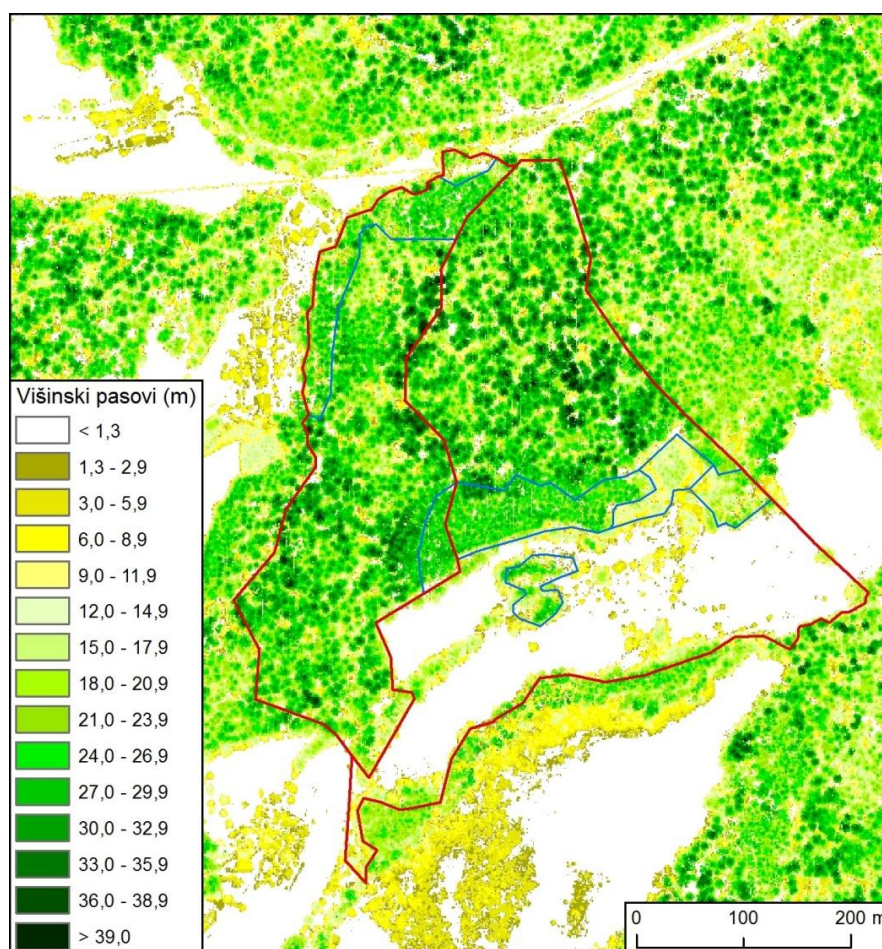


Slika 4: Senčen digitalni model višin (DMV) analiziranih odsekov z okolico (Vir: LIDAR, 2015; Pregledovalnik podatkov o gozdovih, 2016)

4 METODE

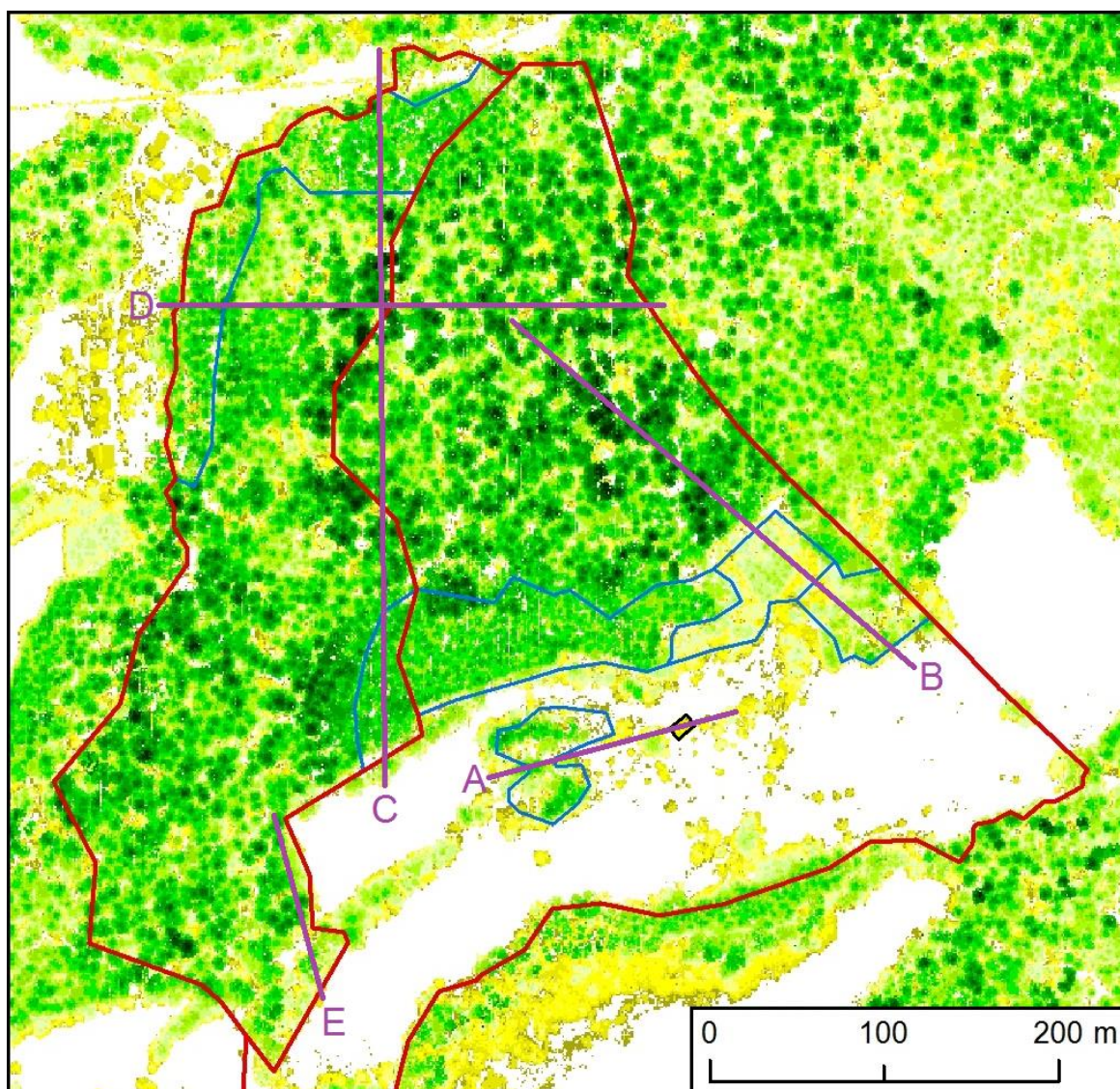
4.1 DIGITALNI MODEL KROŠENJ

Digitalni model krošenj smo izdelali v programskem okolju ArcMap. Izločili smo najvišje posnete točke (odboje), jih klasificirali po višinskih pasovih ter jih prikazali na karti z ločljivostjo 1 m². Na karti je dobro vidna raznomerna višinska zgradba prebiralnih sestojev in bolj homogena zgradba enomernejših sestojev. Vidne so vrzeli in negozdne površine (bela barva) ter visoka drevesa (temno zelena), npr. v jarku na meji med odsekoma. Ob povečavi so vidni ozki, prekinjeni pasovi v približni smeri sever-jug, kjer ni bilo posnetih odbojev laserskih signalov (nizka gostota točk). Oznake sestojev in odsekov na tej podlagi niso bile dobro vidne, zato jih nismo prikazali (glej sliko 4).



Slika 5: Digitalni model krošenj (DMK) odsekov z okolico (Vir: LIDAR, 2016; Pregledovalnik podatkov o gozdovih, 2016)

Oblak z lidarjem posnetih točk lahko pokažemo tudi kot vzdolžni oz. vertikalni profil. Za kakovosten prikaz potrebujemo čim gostejšo in enakomernejšo razporeditev točk. Profile smo izdelali iz izvirnega (neklasificiranega) oblaka točk v programskem okolju ArcMap v linijah, ki smo jih izbrali tako, da prikazujejo več raznolikih sestojnih zgradb. Na sliki 6 je prikazana lokacija in smer njihovega poteka na izseku karte iz slike 5. Vsi profili (gledano z leve na desno) potekajo v smeri stran od njihove oznake (A, B, C, D, E). S črno obrobo je označena hiša na grebenu, skozi katero poteka profil A (slika 7)

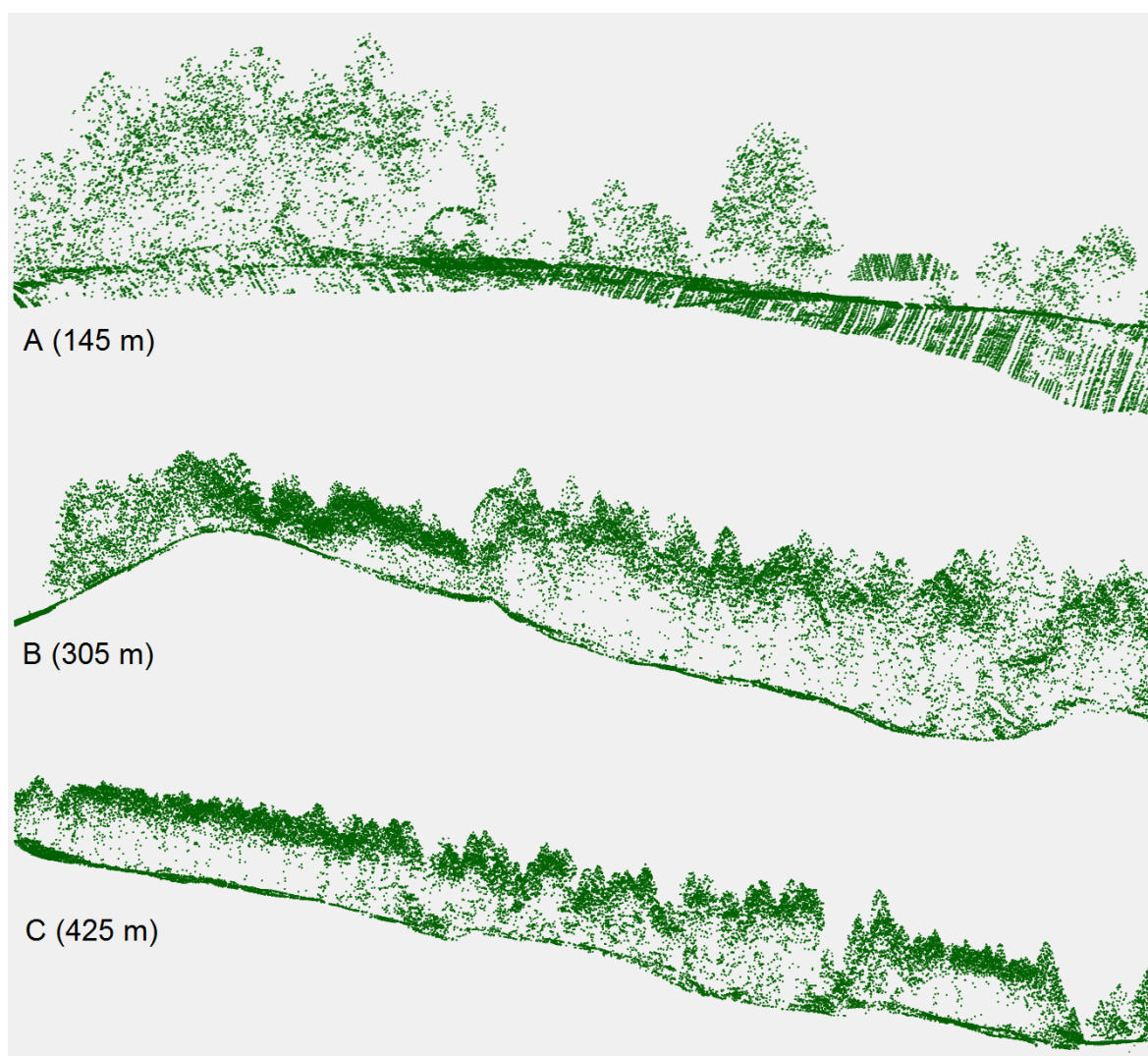


Slika 6: Potek vzdolžnih profilov na digitalnem modelu krošenj (Vir: LIDAR, 2016; Pregledovalnik podatkov o gozdovih, 2016)

Profil A poteka po slemenu grebena in zajema zahodni del sestoja L491 (na levi), prikazana pa je tudi hiša (odboji s strehe) in lipovec, ki stoji nekaj metrov (levo) od nje.

Profil B prikazuje na levi vzhodni del sestoja L491, na drugi strani grebena je mlajši sestoje L490, še nižje pa vertikalno razgiban sestoje L488.

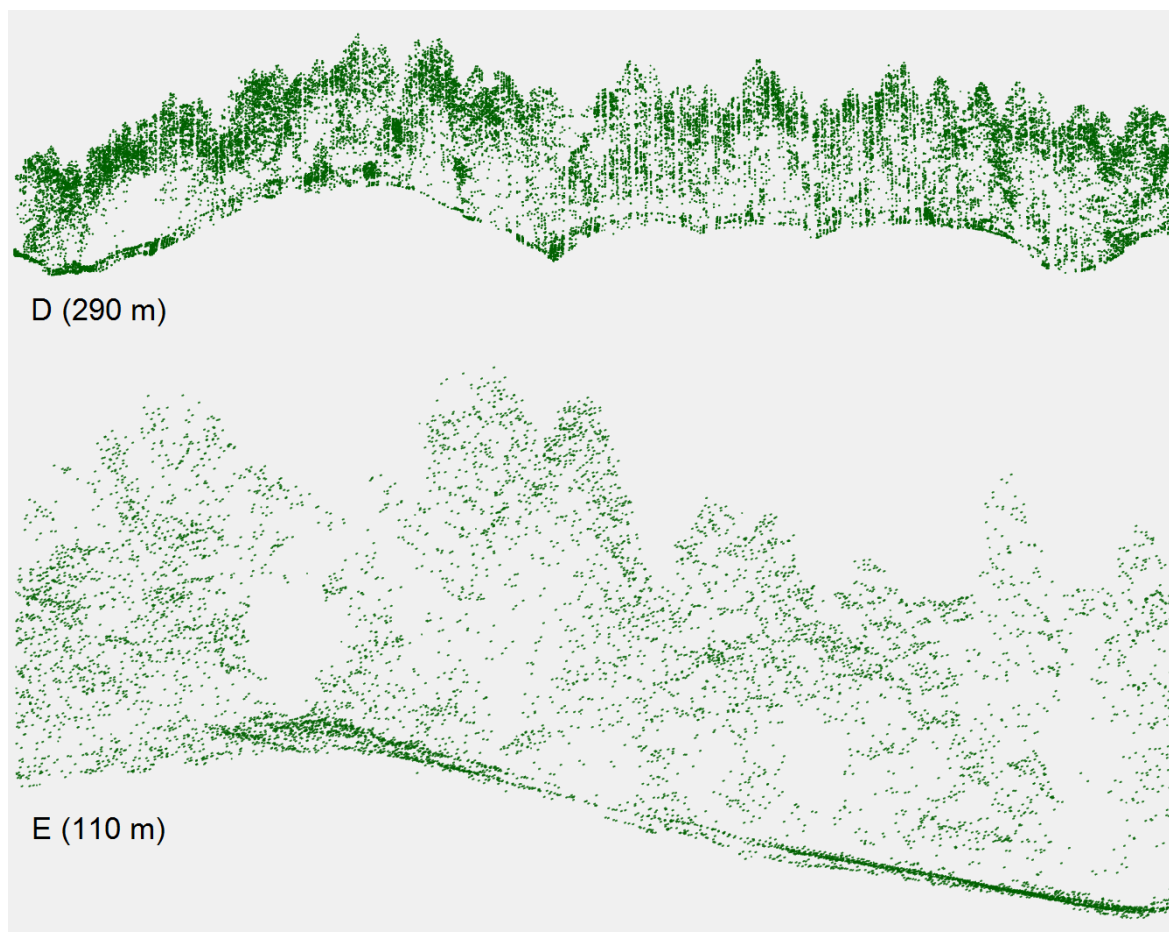
Profil C zajema tri oz. štiri sestoje. Od leve na desno si sledijo: zgornji smrekov nasad (L507), prebiralna sestoja L488 in L493 (profil poteka po meji med njima) in spodnji smrekov nasad (L492). Povsem desno spodaj je poseka za električni vod oz. travnik.



Slika 7: Vzdolžni profili oblaka lidarskih točk A, B in C ter njihove približne dolžine (Vir: LIDAR, 2016)

S profilom D smo želeli prikazati večje višine dreves, ki rastejo v jarkih, kar pa se ni izrazito odrazilo. Na tem profilu (tudi na profilu A) so dobro vidni pasovi, kjer oblak točk ni bil posnet. Točke namreč niso v vseh smereh enakomerno razporejene, temveč s prekinitvami v smeri snemanja (s helikopterjem), tako kot potekata tudi profila A in D.

S profilom E smo želeli prikazati gozdni rob ter primerjati lidarsko posnete drevesne višine s tistimi, ki smo jih posneli na terenu. Povsem pričakovano so bile lidarsko posnete višine dreves nižje, saj je verjetnost odboja od terminalnega poganjka drevesa precej majhna, sploh pri nizki gostoti točk. Na tem profilu je vidna tudi praznina na slemenu grebena, saj tam poteka gozdna vlaka.



Slika 8: Vzdolžna profila D in E ter njuna približna dolžina (Vir: LIDAR, 2016)

4.2 POLNA IZMERA

Analizo sestojev smo izvedli z uveljavljeno metodo polne izmere, ki je v preteklosti veljala za glavno metodo gozdne inventure, danes pa se izvaja le še izjemoma (npr. za spremljanje stanja gozdnih rezervatov na Slovenskem). Metoda je draga, saj zahteva veliko terenskega dela. Na analizirani površini je potrebno izmeriti vsa drevesa nad merskim pragom, kar nam da zelo natančne podatke o debelinski strukturi, temeljnici in drevesni sestavi. Prednost metode je tudi njena enostavnost, ki omogoča zaposlitev manj kvalificiranih ljudi. (Hočevar, 1999).

Delo poteka tako, da merilec vsakemu drevesu določi drevesno vrsto ter mu v prsni višini (1,3 m od tal – na zgornji strani) s premerko izmeri premer oz. debelinsko stopnjo. Merimo le drevesa s premerom nad 10 cm (3. ali višja debelinska stopnja) v prsni višini (merski prag). Uporabili smo v Sloveniji že dolgo uveljavljene 5 cm široke debelinske stopnje. Izmerjeno drevo merilec z zadiračem na prsni višini označi s plitvo zarezo v skorjo, podatke pa jasno sporoči zapisnikarju, ki potrdi njihov prejem in jih zabeleži s punktiranjem na vnaprej pripravljen obrazec. Tako zapisnikar kot tudi merilci morajo biti pozorni, da se dreves ne izpušča ali izmeri večkrat ter da meritve potekajo le znotraj preučevane površine. Predpogoj za izvedbo polne izmere so jasno določene (na terenu označene) meje merilnih enot. Za izločanje sestojev smo uporabili obstoječo sestojno karto, ki jo je pripravil ZGS (Pregledovalnik podatkov o gozdovih, 2016). Večina mej med sestoji je na terenu dobro vidna že brez predhodnega označevanja.

Polno izmero smo po opisanem postopku izvedli v dveh delih. V avgustu 2015 v odseku 163D, v marcu 2016 pa še v odseku 163B – med rastnima sezonama 2015 in 2016. Delo je sprva potekalo v zasedbi en merilec, en zapisnikar, nato tudi v zasedbi 2 merilca in zapisnikar. Teren je raznolik, povprečno je merilec izmeril približno 140 dreves na uro. Na gozdni površini 12,84 ha smo izmerili skupno 6162 dreves.

Podatke z obrazcev smo vnesli v preglednice v programskem okolju Microsoft Excel ter jih obdelali. Prvi podatek, ki ga dobimo pri polni izmeri, je število dreves po debelinskih stopnjah in drevesnih vrstah. Na znani površini sestojev izračunamo hektarske vrednosti

(N/ha), ki jih združimo v preglednico. Iz podatkov o debelinski porazdelitvi izračunamo temeljnico, podano v m^2/ha . Izdelamo grafični prikaz frekvenčne porazdelitve, s katerim si pomagamo pri izbiri ustrezne tarifne tablice (P – prebiralne oz. Alganove, E – enodobne oz. Schaefferjeve ali V – vmesne oz. Čoklove tarife). Za določitev tarifnega razreda moramo ugotoviti debelinsko stopnjo, kjer se lesna zaloga sestoji običajno razpolavlja. Pri prebiralnih sestojih z naštevanjem 20 %, vmesnih oblikah 25 % in enodobnih sestojih 30 % dreves od najvišje proti nižjim debelinskim stopnjam (Gozdarski priročnik, 2007).

Ko za vsako drevesno vrsto oz. skupino drevesnih vrst najdemo debelinsko stopnjo, kjer se lesna zaloga običajno razpolavlja, za določanje tarif potrebujemo še drevesne višine. Izmerimo lahko višine 10 do 20 dreves debelinske stopnje, kjer se lesna zaloga razpolavlja in izračunamo aritmetično sredino – povprečno (sestojno) višino, ali pa se lotimo izdelave višinske krivulje. Odločili smo se za slednjo možnost.

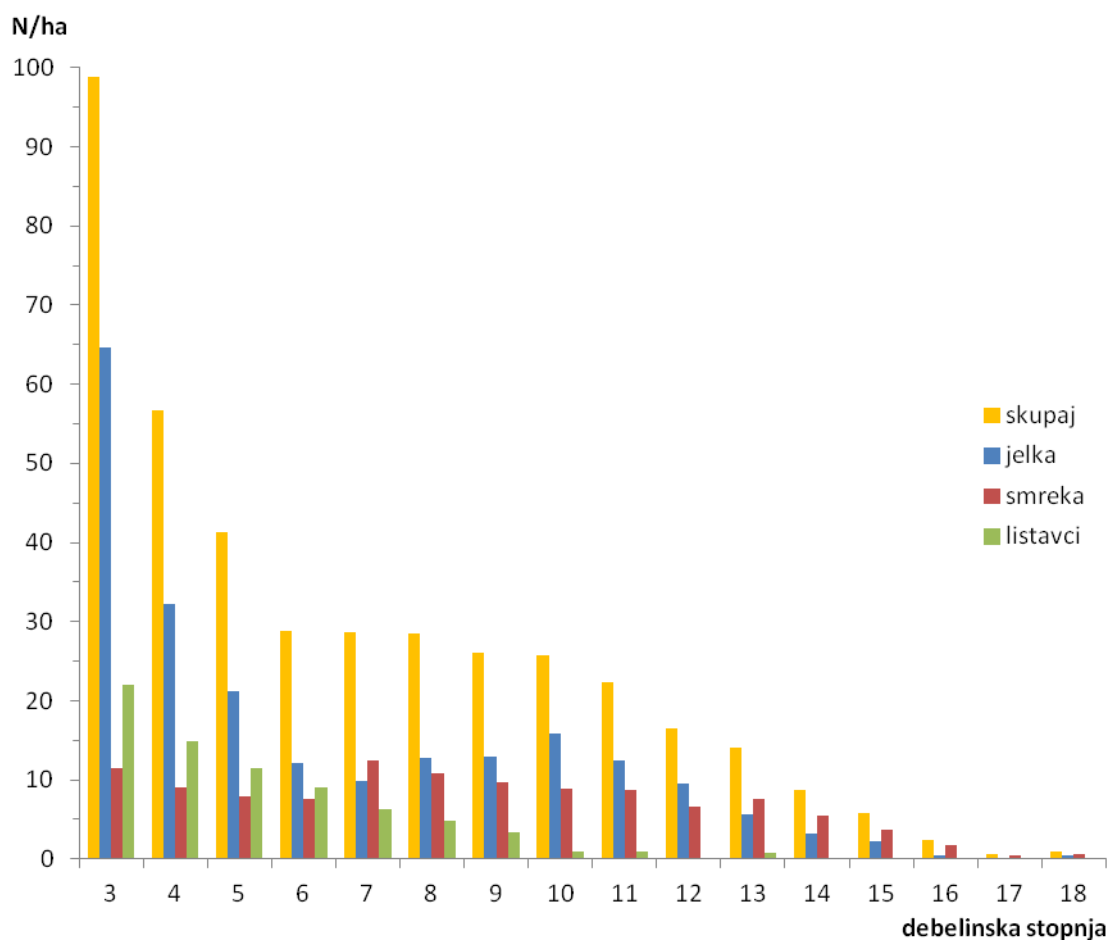
Maja 2016 smo za izdelavo višinskih krivulj izmerili 280 dreves. Premere smo izmerili na cm natančno s premerko, višine pa z merilnim instrumentom Haglöl Vertex IV na desetinko metra natančno. Višino smo (zaradi zmanjšanja napak) merili večkrat zaporedoma in uporabili aritmetično sredino teh vrednosti. Drevesa smo izbirali slučajnostno po celotni površini sestojev. Z dvema merilcema je bilo možno izmeriti približno 24 dreves na uro. Pridobljene podatke smo vnesli v računalniški program Excel in na grafikonih prikazali višinske krivulje dreves. Iste podatke smo uporabili tudi za izračun dimenzijskega razmerja oz. vitkosti dreves (h/d - količnik višine in prsnega premera) v odvisnosti od premera v prsni višini ($d_{1,3}$).

5 REZULTATI

5.1 SESTOJ L488 (PREBIRALNI)

5.1.1 Frekvenčna porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah

Na površini 4,96 ha smo 2015 drevesom določili vrsto in debelinsko stopnjo. Številsko najbolj zastopani drevesni vrsti v tem sestoju sta jelka in smreka, ki imata različni obliki porazdelitve. Jelka še ima prebiralno strukturo, ki pa ni (več) tipična, saj ne pada na celem območju – ima dva maksimuma. Smreki ne moremo določiti niti prebiralne, niti enomerne debelinske strukture.

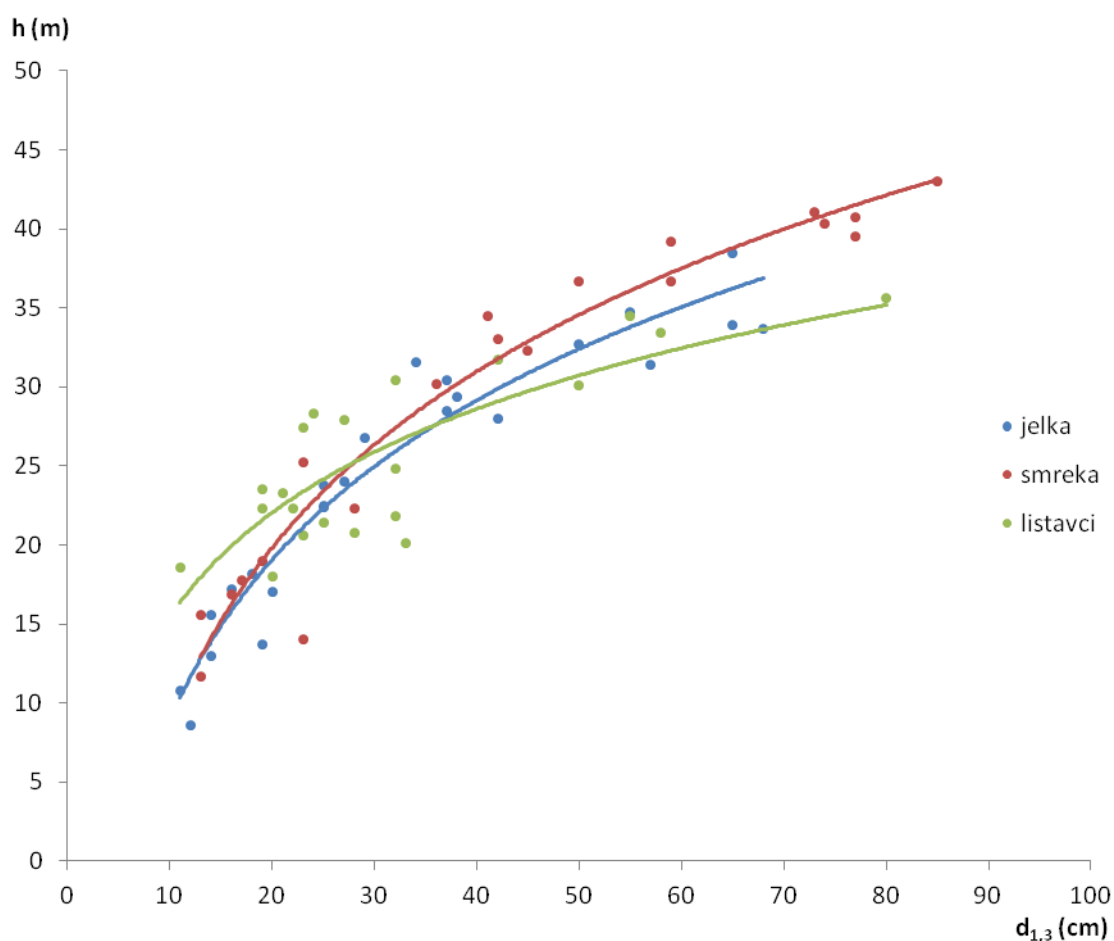


Slika 9: Frekvenčna porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah v sestoju L488 (marec 2016)

Listavci po številu obsegajo 18,5 % vseh izmerjenih dreves v tem sestoju, med njimi so najštevilčnejši veliki jesen, gorski javor in lipovec. Kljub razlikam med drevesnimi vrstami listavci skupaj tvorijo bolj ali manj tipično prebiralno obliko debelinske porazdelitve. Ugotovimo, da se lesna zaloga jelke in smreke razpolavljata v 10. debelinski stopnji, pri listavcih pa v 7.

5.1.2 Višinske krivulje in tarifni razredi

V prebiralnem sestoju L488 smo izdelali višinske krivulje posebej za jelko in smreko ter skupaj za vse listavce (zaradi njihovega majhnega deleža). Jelki in listavcem smo določili tarifni razred P8, smreki V7/8, ostale iglavce (rdeči bor, macesen in tiso) pa zaradi povprečno nižjih drevesnih višin v tarifni razred V7.



Slika 10: Višinske krivulje jelke, smreke in listavcev v sestoju L488 (maj 2016)

5.1.3 Temeljnica in lesna zaloga

Skupna sestojna temeljnica meri slabih 41 m²/ha, od tega iglavcem pripada dobrih 90 %. Manj zastopane listavce – črno jelšo, gorski brest, češnjo in beli gaber smo prikazali skupaj v stolpcu ostali listavci (preglednici 2 in 3). Srednje temeljnični premer jelke je 33,9 cm, smreke 44,1 cm, listavcev pa 25,9 cm.

Preglednica 2: Temeljnica (m²/ha) sestojna L488 po debelinskih stopnjah in drevesnih vrstah (marec 2016)

Deb. st.	Jelka	Smreka	R. bor	Tisa	V. jesen	G. javor	Lipovec	Bukev	Kostanj	Graden	O. listavci	Skupaj	Delež (%)
3	0,794	0,141		0,007	0,077	0,027	0,087	0,012	0,020		0,047	1,212	3,0
4	0,776	0,218	0,005	0,005	0,131	0,058	0,087	0,024	0,019		0,039	1,362	3,3
5	0,842	0,313		0,032	0,112	0,096	0,136	0,032	0,032		0,048	1,643	4,0
6	0,719	0,455			0,156	0,036	0,144	0,072	0,036	0,012	0,084	1,714	4,2
7	0,820	1,037			0,151	0,134	0,100	0,017	0,017		0,100	2,376	5,8
8	1,403	1,203			0,156	0,134	0,045	0,067	0,045	0,022	0,067	3,142	7,7
9	1,831	1,373			0,143	0,143	0,114	0,029		0,029	0,029	3,691	9,0
10	2,823	1,572			0,071	0,036			0,071			4,573	11,2
11	2,706	1,877	0,044		0,044	0,044		0,044	0,044	0,044		4,847	11,7
12	2,461	1,728	0,052		0,052							4,293	10,5
13	1,732	2,351			0,124	0,062		0,062				4,331	10,6
14	1,154	1,948										3,102	7,6
15	0,916	1,498										2,414	5,9
16	0,190	0,856								0,095		1,141	2,8
17	0,108	0,216										0,324	0,8
18	0,242	0,364										0,606	1,5
19													
20		0,151										0,151	0,4
Skupaj	19,517	17,301	0,101	0,044	1,217	0,770	0,713	0,359	0,284	0,202	0,414	40,922	100,0
Delež (%)	47,7	42,3	0,2	0,1	3,0	1,9	1,7	0,9	0,7	0,5	1,0	100,0	

Skupna lesna zaloga sestoji je 597 m³/ha, od tega 91,6 % iglavcev. Močno prevladujeta jelka in smreka, med listavci so najbolj zastopani veliki jesen, gorski javor in lipovec, ostali so prisotni v deležu, manjšem od 1 % skupne lesne zaloge.

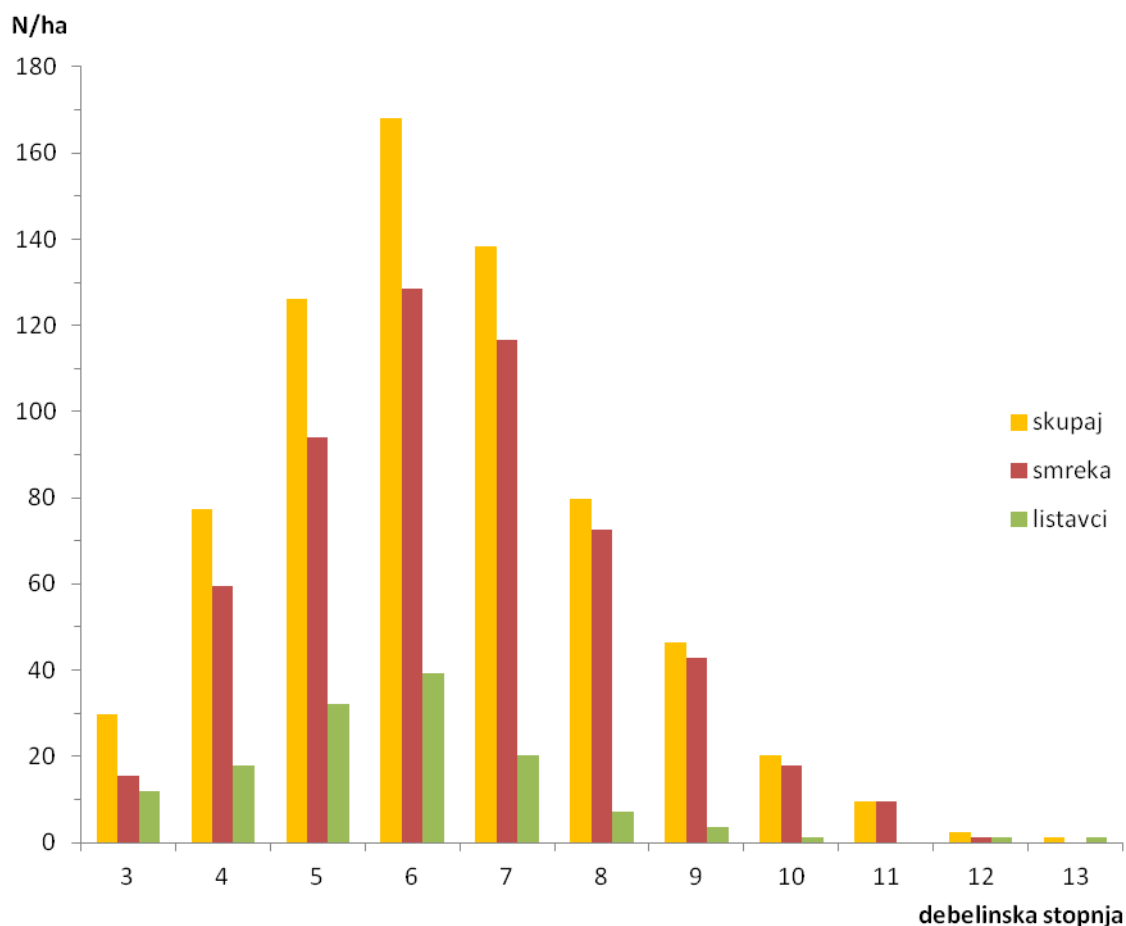
Preglednica 3: Lesna zaloga (m³/ha) sestoji L488 po debelinskih stopnjah in drevesnih vrstah (marec 2016)

Deb. st.	Jelka	Smreka	R. bor	Tisa	V. jesen	G. javor	Lipovec	Bukev	Kostanj	Graden	O. listavci	Skupaj	Delež (%)
3	5,83	0,80		0,04	0,56	0,20	0,64	0,09	0,15		0,34	8,65	1,5
4	6,77	2,00	0,04	0,04	1,14	0,51	0,76	0,21	0,17		0,34	11,98	2,0
5	8,26	3,38		0,33	1,10	0,94	1,34	0,31	0,31		0,47	16,44	2,7
6	8,23	5,52			1,78	0,41	1,65	0,82	0,41	0,14	0,96	19,92	3,3
7	10,57	13,50			1,94	1,73	1,29	0,22	0,22		1,29	30,76	5,2
8	19,56	16,44			2,17	1,86	0,62	0,93	0,62	0,31	0,93	43,44	7,3
9	27,23	19,45			2,13	2,13	1,70	0,43		0,43	0,43	53,93	9,0
10	43,80	22,98			1,11	0,55			1,11			69,55	11,7
11	43,63	28,00	0,62		0,70	0,70		0,70	0,70	0,70		75,75	12,7
12	40,84	26,35	0,76		0,87							68,82	11,5
13	29,41	36,40			2,10	1,05		1,05				70,01	11,7
14	20,03	30,54										50,57	8,5
15	16,17	23,74										39,91	6,7
16	3,41	13,70								1,70		18,81	3,2
17	1,96	3,48										5,44	0,9
18	4,45	5,93										10,38	1,7
19													
20		2,48										2,48	0,4
Skupaj	290,15	254,69	1,42	0,41	15,60	10,08	8,00	4,76	3,69	3,28	4,76	596,84	100,0
Delež (%)	48,6	42,7	0,2	0,1	2,6	1,7	1,3	0,8	0,6	0,6	0,8	100,0	

5.2 SESTOJ L489 (SMREKOV NASAD)

5.2.1 Frekvenčna porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah

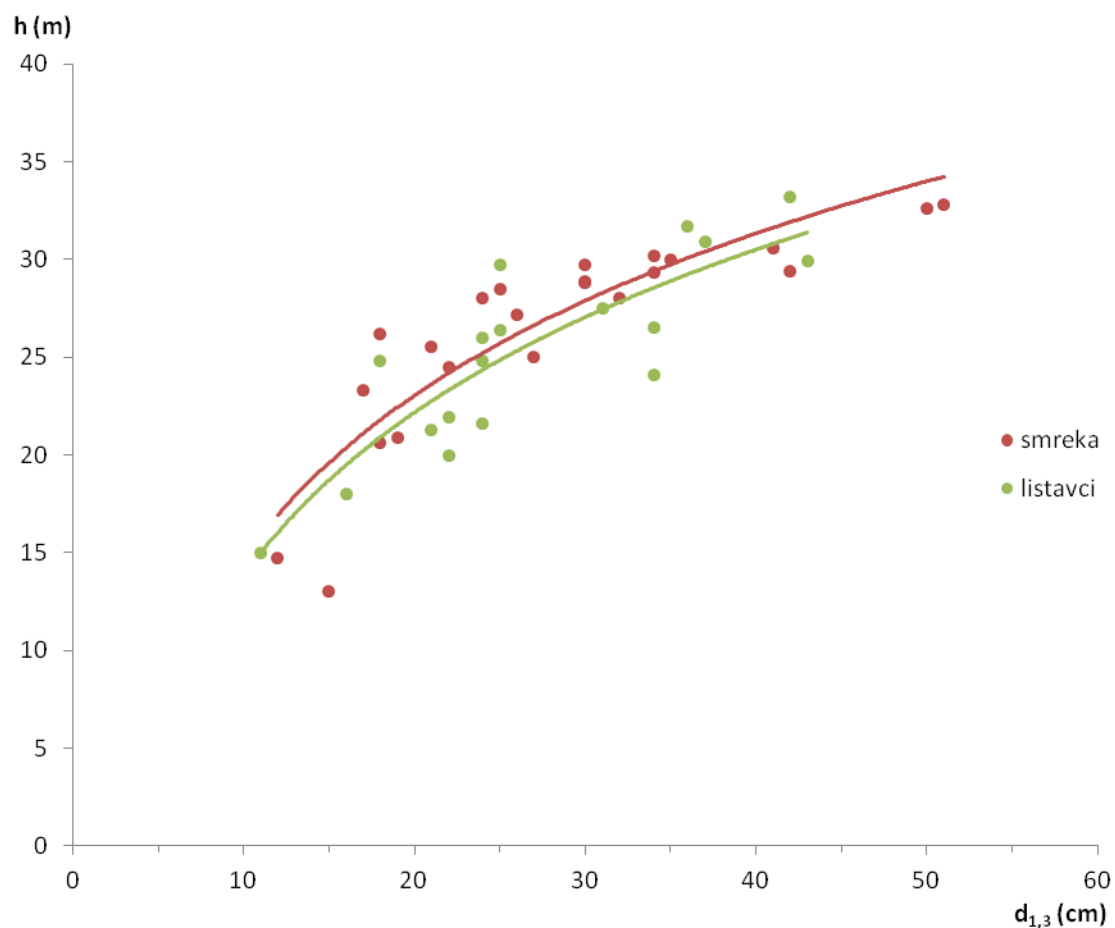
Na površini 0,84 ha smo 587 drevesom določili vrsto in debelinsko stopnjo, od tega je večino predstavljala smreka (469 osebkov), ki je bila sajena. Frekvenčna porazdelitev je tipično enomerna tako pri smreki kot tudi pri spremljajočih listavcih. Lesna zaloga smreke se razpolavlja v 8. debelinski stopnji, pri listavcih pa v 7.



Slika 11: Frekvenčna porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah v sestoju L489 (marec 2016)

5.2.2 Višinske krivulje in tarifni razredi

V sestoju L489 smo izdelali višinski krivulji posebej za smreko, ter skupaj za vse listavce. Iglavcem in listavcem smo določili enak tarifni razred – E7/8.



Slika 12: Višinski krivulji smreke in listavcev v sestoju L489 (maj 2016)

5.2.3 Temeljnica in lesna zaloga

Manj zastopane listavce – češnjo, brezo in lipovec smo prikazali skupaj v stolpcu ostalih listavcev (preglednici 5 in 6). Srednje temeljnični premer smreke je 31,1 cm, listavcev pa 27,5 cm. Skupna lesna zaloga sestoja je 695 m³/ha. Čeprav gre za smrekov nasad, listavci tukaj predstavljajo kar 15,6 % skupne lesne zaloge.

Preglednica 4: Temeljnica (m²/ha) sestoja L489 po debelinskih stopnjah in drevesnih vrstah (marec 2016)

Deb. st.	Smreka	Jelka	Macesen	Č. jelša	V. jesen	G. javor	O. listavci	Skupaj	Delež (%)
3	0,19	0,03		0,06		0,07	0,01	0,36	0,7
4	1,43			0,32	0,03	0,06	0,03	1,87	3,7
5	3,74			0,90	0,14	0,24		5,02	9,9
6	7,64			1,84	0,35	0,14		9,97	19,6
7	9,69		0,10	0,99	0,40	0,30		11,48	22,6
8	8,03			0,13	0,39	0,26		8,81	17,4
9	6,08				0,34		0,17	6,59	13,0
10	3,17	0,21			0,21			3,59	7,1
11	2,06							2,06	4,1
12	0,31						0,31	0,62	1,2
13					0,37			0,37	0,7
Skupaj	42,34	0,24	0,10	4,24	2,23	1,07	0,52	50,74	100,0
Delež (%)	83,5	0,5	0,2	8,3	4,4	2,1	1,0	100,0	

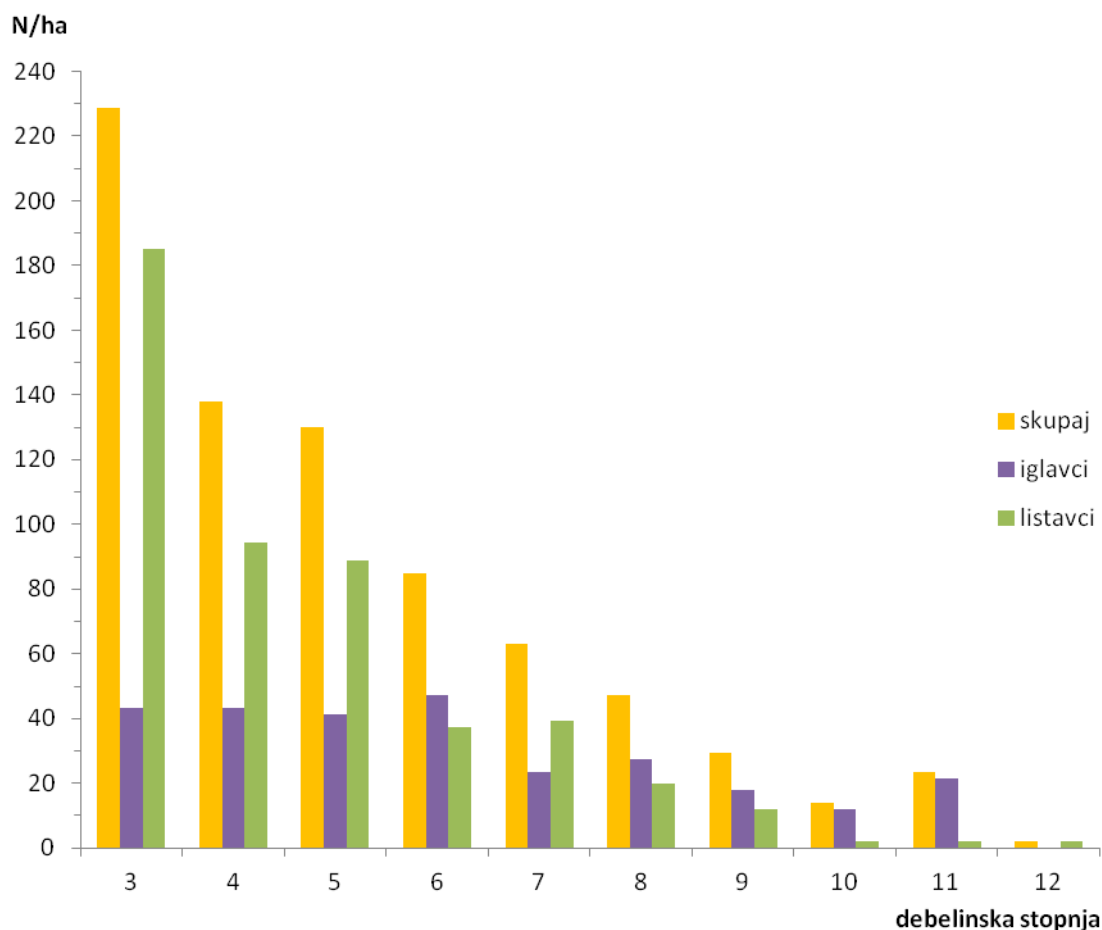
Preglednica 5: Lesna zaloga (m³/ha) sestoja L489 po debelinskih stopnjah in drevesnih vrstah (marec 2016)

Deb. st.	Smreka	Jelka	Macesen	Č. jelša	V. jesen	G. javor	O. listavci	Skupaj	Delež (%)
3	1,86	0,29		0,57		0,71	0,14	3,57	0,5
4	16,68			3,67	0,33	0,67	0,33	21,68	3,1
5	47,06			11,32	1,79	2,98		63,15	9,1
6	101,64			24,47	4,71	1,88		132,70	19,1
7	133,10		1,36	13,58	5,43	4,07		157,54	22,7
8	113,37			1,86	5,58	3,72		124,53	17,9
9	87,49				4,86		2,43	94,78	13,6
10	46,10	3,07			3,07			52,24	7,5
11	30,40							30,40	4,4
12	4,60						4,60	9,20	1,3
13					5,48			5,48	0,8
Skupaj	582,30	3,36	1,36	55,47	31,25	14,03	7,50	695,27	100,0
Delež (%)	83,7	0,5	0,2	8,0	4,5	2,0	1,1	100,0	

5.3 SESTOJ L491

5.3.1 Frekvenčna porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah

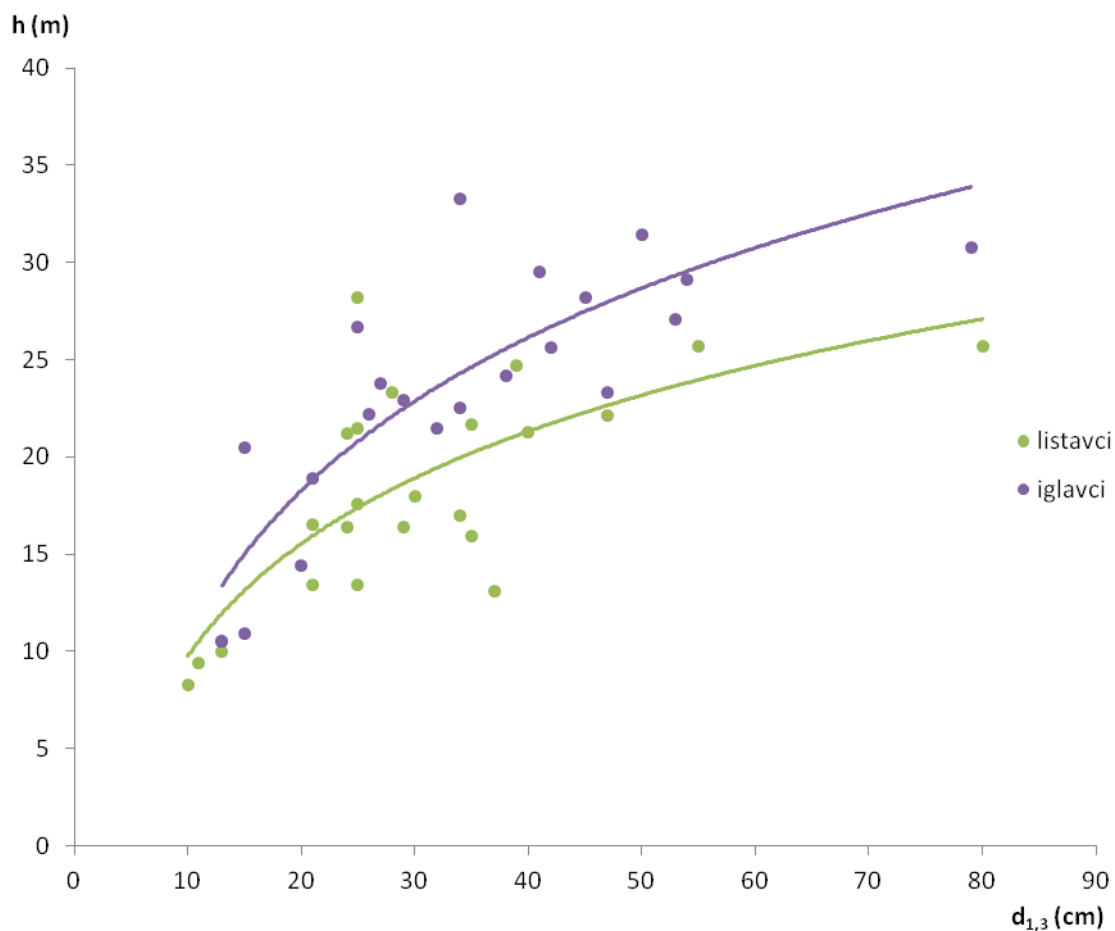
Na 0,51 ha veliki površini smo 388 drevesom določili vrsto in izmerili debelinsko stopnjo. Tukaj so po številu s 63,4 % prevladovali listavci. Zaradi majhnosti sestoja smo drevesne vrste združili v dve skupini – listavci in iglavci. Listavci se približujejo prebiralni obliki frekvenčne porazdelitve, iglavci pa so razporejeni bolj nepravilno. Če vsa drevesa prikažemo skupaj, dobimo padajočo, prebiralni podobno debelinsko strukturo. Lesna zaloga iglavcev se razpolavlja v 8. debelinski stopnji, pri listavcih pa v 6.



Slika 13: Frekvenčna porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah v sestoju L491 (marec 2016)

5.3.2 Višinske krivulje in tarifni razredi

Zaradi majhnosti sestoja smo drevesne vrste združili v dve skupini (listavce in iglavce) ter izdelali dve višinski krivulji. Listavcem smo določili tarifni razred P5/6, iglavcem pa V6.



Slika 14: Višinski krivulji iglavcev in listavcev v sestoju L491 (maj 2016)

5.3.3 Temeljnica in lesna zaloga

Manj zastopane listavce – veliki jesen, bukev, češnja, gorski javor, lipovec in trepetlika smo prikazali skupaj v stolpcu o. listavci (preglednici 6 in 7). Iglavcem smo določili srednje temeljnični premer 31,1 cm, listavcem pa 22,6 cm.

Preglednica 6: Temeljnica (m^2/ha) sestoja L491 po debelinskih stopnjah in drevesnih vrstah (marec 2016)

Deb. st.	Macesen	R. bor	Smreka	Jelka	Graden	B. gaber	Breza	Kostanj	O. listavci	Skupaj	Delež (%)
3	0,17	0,05	0,12	0,19	0,39	0,73	0,19	0,15	0,82	2,81	6,9
4	0,81	0,09	0,09	0,05	0,38	1,23	0,24	0,09	0,33	3,31	8,1
5	1,33	0,08	0,23		1,02	0,78	0,94	0,31	0,47	5,16	12,6
6	2,46	0,12	0,23		0,82	0,23	0,35	0,23	0,59	5,03	12,3
7	1,47	0,33	0,16		1,47	0,16	0,49	0,33	0,82	5,23	12,8
8	1,74	1,09	0,22		0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	5,25	12,9
9	1,68	0,84			1,12		0,56			4,20	10,3
10	1,40	0,70			0,35					2,45	6,0
11	3,41	1,28			0,43					5,12	12,5
12					0,51					0,51	1,3
13											
14											
15					0,81					0,81	2,0
16	0,93									0,93	2,3
Skupaj	15,40	4,58	1,05	0,24	7,74	3,57	3,21	1,55	3,47	40,81	100,0
Delež (%)	37,7	11,2	2,6	0,6	19,0	8,7	7,9	3,8	8,5	100,0	

Preglednica 7: Lesna zaloga (m^3/ha) sestoja L491 po debelinskih stopnjah in drevesnih vrstah (marec 2016)

Deb. st.	Macesen	R. bor	Smreka	Jelka	Graden	Breza	B. gaber	Kostanj	O. listavci	Skupaj	Delež (%)
3	0,83	0,24	0,59	0,95	2,21	1,10	4,14	0,83	4,69	15,58	3,7
4	6,36	0,75	0,75	0,37	2,52	1,58	8,20	0,63	2,21	23,37	5,5
5	12,39	0,73	2,19		7,68	7,09	5,91	2,36	3,55	41,90	9,9
6	25,65	1,22	2,44		7,31	3,13	2,09	2,09	5,22	49,15	11,7
7	16,49	3,66	1,83		14,72	4,91	1,64	3,27	8,18	54,70	13,0
8	20,49	12,81	2,56		4,73	4,73	4,73	4,73	4,73	59,51	14,1
9	20,45	10,22			12,92	6,46				50,05	11,9
10	17,57	8,79			4,24					30,60	7,3
11	43,81	16,43			5,36					65,60	15,6
12					6,62					6,62	1,6
13										0,00	
14										0,00	
15					11,19					11,19	2,7
16	12,79									12,79	3,0
Skupaj	176,83	54,85	10,36	1,32	79,50	29,00	26,71	13,91	28,58	421,06	100,0
Delež (%)	42,0	13,0	2,5	0,3	18,9	6,9	6,3	3,3	6,8	100,0	

Skupna lesna zaloga sestoji je 421 m³/ha, od tega 57,8 % pripada iglavecem. Ostali listavci predstavljajo skupaj 6,8 % lesne zaloge; veliki jesen 2,2 %, bukev 1,9 %, češnja 1,6 %, gorski javor 0,6 %, lipovec 0,4 % in trepetlika 0,1 %.

5.4 DIMENZIJSKA RAZMERJA DREVES (ODSEK 163B)

Dimenzijska razmerja smo določili iz enakih podatkov kot višinske krivulje. Za primerjavo med drevesnimi vrstami in sestoji smo izračunali povprečne vrednosti dimenzijskih razmerij po razširjenih debelinskih razredih. Ugotovili smo, da imajo drevesa v raznomernih sestojih (L488 in L491) v splošnem bolj ugodna dimenzijska razmerja (nižje vrednosti). Vitkost drevja pada z večanjem prsnega premera, najizraziteje pri listavcih v prebiralnem sestoju L488. Vitka drevesa v prebiralnem sestoju imajo prsne premere 10-29 cm in večinoma pripadajo tekačem. Smreka v enodobnem sestoju (L489) ima opazno manj ugodno dimenzijsko razmerje, enako listavci. Z rdečo so označene vrednosti, ki presegajo 80. Raziskave namreč kažejo, da je mehansko ogroženo predvsem drevje z dimenzijskim razmerjem (vitkostjo oz. faktorjem h/d), večjim od 80 (Bachofen in Zingg, 2001; Hočevar, 1999).

Preglednica 8: Povprečna dimenzijska razmerja dreves po razširjenih debelinskih razredih in sestojih (maj 2016)

Sestoj	Jelka			Smreka			Listavci		
	10-29 cm	30-50 cm	nad 50 cm	10-29 cm	30-50 cm	nad 50 cm	10-29 cm	30-50 cm	nad 50 cm
L488	92,0	79,2	57,4	96,3	79,6	58,4	108,5	75,4	56,3
L489	-	-	-	114,7	87,1	64,8	109,5	79,7	-
L491	-	-	-	89,2*	67,5*	51,7*	77,5	52,1	39,4

* ne velja za smreko, temveč za prevladujoče iglavce v sestoju L491 (macesen in rdeči bor)

Smrekov nasad (L489) ima v vzorcu 23 smrek, 17 % dreves ugodno razmerje ($h/d < 80$), 40 % ima vrednosti h/d med 80 in 100, 43 % pa celo nad 100. V vzorcu 18 listavcev ima 22 % dreves ugodno dimenzijsko razmerje (pod 80), 33% med 80 in 100 in 44 % nad 100.

5.5 ODSEK 163D

Vse tri gozdne sestoje v tem odseku smo izmerili avgusta 2015. Podatke smo obdelali ločeno za vsak sestoj in izračunali hektarske vrednosti na podlagi površin, določenih na sestojni karti (Pregledovalnik podatkov o gozdovih, 2016). Ocenili smo, da je prišlo do napake, saj so hektarske vrednosti manjših sestojev precej odstopale od pričakovanih. Lesna zaloga je (kljub podobni starosti, strukturi in drevesni sestavi) v spodnjem smrekovem nasadu znašala le 400 m³/ha, v zgornjem pa celo nad 1000 m³/ha (za primerjavo: v smrekovem nasadu oz. sestoji L489 smo izmerili 695 m³/ha). Rezultate smo zato prikazali na ravni odseka (kot je tudi v gozdnogospodarskih načrtih). Kljub združitvi podatkov prebiralnega sestoja (4,96 ha) in obeh smrekovih nasadov (1,21 ha) je razvidno, da je tanko drevje (sploh pri jelki) dobro zastopano. V stolpcu ostalih iglavcev so združeni rdeči bor (34 dreves), macesen (4 drevesa) ter ena tisa. V stolpcu ostalih listavcev so združeni gorski brest (40), beli gaber (36), divja češnja (20), siva jelša (7), posamezno pa se pojavljajo tudi breza, trepetlika, jerebika, navadni oreh in iva.

Preglednica 9: Frekvenčna porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah in drevesnih vrstah (N/ha) v odseku 163D (avgust 2015)

Deb. st.	Jelka	Smreka	O. iglavci	V. jesen	Č. jelša	G. javor	Graden	Bukev	Lipovec	Kostanj	O. listavci	Skupaj	Delež (%)
3	56,77	13,00		6,82	0,48	4,28	0,48	0,63	4,44	2,22	7,29	96,41	19,2
4	32,19	19,03		5,23	1,59	3,01	0,32	1,11	3,96	1,43	5,23	73,10	14,5
5	20,77	22,83	0,16	4,76	2,22	2,70	0,48	0,48	1,90	1,27	2,54	60,11	12,0
6	14,91	28,86	0,16	7,14	3,33	2,06	0,16	0,32	0,95	0,79	1,74	60,42	12,0
7	12,37	22,99	0,48	3,96	3,33	1,74	0,16		0,63	0,79	1,11	47,56	9,5
8	14,43	17,28	1,27	3,49	2,38	1,27	0,32		0,16	0,32	0,32	41,24	8,2
9	15,38	12,69	1,74	1,74	0,16	1,27	0,48	0,16		0,16	0,16	33,94	6,7
10	14,27	7,14	1,27	1,74	1,43	0,95	0,16				0,32	27,28	5,4
11	11,26	6,50	0,79	1,11	0,32	0,32	0,48	0,16				20,94	4,2
12	10,31	4,12	0,16	0,32		0,48	0,16				0,16	15,71	3,1
13	7,61	3,81				0,16	0,16					11,74	2,3
14	5,23	2,06	0,16									7,45	1,5
15	1,59	1,90										3,49	0,7
16	0,48	1,27					0,16					1,91	0,4
17	0,48	0,63										1,11	0,2
18	0,16											0,16	0,0
19		0,16										0,16	0,0
20		0,16						0,16				0,32	0,1
Skupaj	218,21	164,43	6,19	36,31	15,24	18,24	3,52	3,02	12,04	6,98	18,87	503,05	100,0
Delež (%)	43,4	32,7	1,2	7,2	3,0	3,6	0,7	0,6	2,4	1,4	3,8	100,0	

Tarifne razrede smo določili po enakem postopku kot v odseku 163B (višinske krivulje), ločeno po sestojih in drevesnih vrstah.

Preglednica 10: Tarifni razredi drevesnih vrst po sestojih v odseku 163D (2016)

Sestoj	Površina (ha)	Določeni tarifni razredi	
L492 (sp. smrekov nasad)	0,98	Smreka (in jelka)	E8
		Listavci	E7/8
L493 (prebiralni)	5,32	Jelka	P7/8
		Smreka	V8
		Ostali iglavci	V7
		Listavci	P7/8
L507 (zg. smrekov nasad)	0,23	Smreka (in jelka)	E7
		Listavci	E7/8

Porazdelitev lesne zaloge se razlikuje od frekvenčne porazdelitve dreves po debelinskih stopnjah. Tukaj iglavci z deležem 86,4 % še bolj prevladajo, saj dosegajo večje dimenzije.

Preglednica 11: Lesna zaloga sestojev v odseku 163D (m³/ha) po debelinskih stopnjah in drevesnih vrstah (avgust 2015)

Deb. st.	Jelka	Smreka	O. iglavci	V. jesen	Č. jelša	G. javor	Graden	Bukev	Lipovec	Kostanj	O. listavci	Skupaj	Delež (%)
3	4,58	1,07		0,57	0,04	0,36	0,04	0,05	0,36	0,18	0,60	7,85	1,2
4	6,44	4,70		1,21	0,33	0,60	0,06	0,22	0,79	0,29	1,06	15,70	2,4
5	7,70	10,90	0,07	2,05	1,01	1,08	0,18	0,18	0,70	0,47	1,00	25,34	4,0
6	9,70	22,75	0,11	4,90	2,50	1,38	0,10	0,21	0,62	0,52	1,13	43,92	6,9
7	12,62	26,43	0,49	4,33	3,66	1,78	0,16		0,65	0,81	1,13	52,06	8,1
8	21,21	27,17	1,83	5,27	3,55	1,88	0,47		0,23	0,47	0,47	62,55	9,8
9	30,75	26,25	3,33	3,52	0,32	2,54	0,95	0,32		0,32	0,32	68,62	10,7
10	37,39	18,94	3,12	4,54	3,73	2,49	0,42				0,83	71,46	11,2
11	37,38	21,69	2,44	3,64	1,05	1,05	1,58	0,53				69,36	10,8
12	42,26	16,84	0,60	1,26		1,95	0,65				0,65	64,21	10,0
13	37,83	18,99				0,79	0,79					58,40	9,1
14	30,93	12,14	0,85									43,92	6,9
15	11,00	12,94										23,94	3,7
16	3,83	10,06					1,28					15,17	2,4
17	4,40	5,75										10,15	1,6
18	1,67											1,67	0,3
19		1,83										1,83	0,3
20		2,05						2,11				4,16	0,6
Skupaj	299,69	240,50	12,84	31,29	16,19	15,90	6,68	3,62	3,35	3,06	7,19	640,31	100
Delež (%)	46,8	37,6	2,0	4,9	2,5	2,5	1,0	0,6	0,5	0,5	1,1	100,0	

6 OCENA RAZVOJA GOZDA

Kljub polnim izmeram v preteklosti obstajajo podrobni podatki po debelinskih stopnjah le za prejšnjo izmero (leta 2006). Ker 10-letno obdobje ni dovolj za opazovanje razvoja gozda, smo podatke preoblikovali in jih primerjali s tistimi izpred 50 let. Uporabili smo enako obliko zapisa, kot smo jo zasledili v gozdnogospodarskih načrtih iz let 1966, 1976 in 1986. Za leto 1995 in 2006 je podatke (v digitalni obliki) priskrbel Alojz Kosjek (ZGS). Prikazana je lesna zaloga in njen delež po razširjenih debelinskih razredih.

Preglednica 12: Razvoj gozdov v odsekih 163B in 163D med leti 1966 in 2016

Leto	Razširjeni debelinski razredi (premer v prsni višini)	Povprečna lesna zaloga (m ³ /ha)			Delež (%)		
		Iglavci	Listavci	Skupaj	Iglavci	Listavci	Skupaj
1966	10-29 cm	92	12	104	29,1	3,8	32,9
	30-49 cm	174	5	179	55,1	1,6	56,7
	nad 50 cm	32	1	33	10,1	0,3	10,4
	Skupaj	298	18	316	94,3	5,7	100,0
1976	10-29 cm	91	13	104	23,1	3,3	26,4
	30-49 cm	222	8	230	56,7	2,1	58,8
	nad 50 cm	57	1	58	14,6	0,2	14,8
	Skupaj	370	22	392	94,4	5,6	100,0
1986	10-29 cm	58	28	86	17,2	8,1	25,3
	30-49 cm	158	22	180	46,5	6,3	52,8
	nad 50 cm	71	3	74	21,0	0,9	21,9
	Skupaj	287	53	340	84,7	15,3	100,0
1995	10-29 cm	83	30	113	18,6	6,7	25,3
	30-49 cm	207	23	230	46,5	5,0	51,5
	nad 50 cm	102	1	103	22,9	0,3	23,2
	Skupaj	392	54	446	88,0	12,0	100,0
2006	10-29 cm	91	33	124	16,1	5,8	21,9
	30-49 cm	205	34	239	36,2	6,0	42,2
	nad 50 cm	195	8	203	34,5	1,4	35,9
	Skupaj	491	75	566	86,8	13,2	100,0
2016	10-29 cm	62	21	83	10,3	3,5	13,8
	30-49 cm	199	35	234	33,0	5,8	38,8
	nad 50 cm	272	14	286	45,0	2,4	47,4
	Skupaj	533	70	603	88,3	11,7	100,0

V letu 1966 ta gozd opisujejo kot prirodni mešan semenec, deloma posevek smreke, jelke ter ostalih iglavcev, trdih in mehkih listavcev. V spodnjem delu je nasad smreke (pogozden pašnik), star do 15 let. Zgornji smrekov nasad starosti 3 do 5 let (pogozden pašnik) opisujejo ločeno, v svojem odseku. (Gozdnogospodarski načrt ..., 1969).

Primerjava podatkov nam je pokazala nekaj osnovnih sprememb. Lesna zaloga je (razen padca leta 1986) naraščala v celotnem obdobju in leta 2016 dosegla $603 \text{ m}^3/\text{ha}$, kar je skoraj dvakrat toliko kot leta 1966. Razmerje listavcev in iglavcev je nihalo, v splošnem pa se je delež listavcev v zadnjih 50 letih podvojil. Opazne so velike spremembe v obdobju 1976-1986, ki kažejo na večji posek. V tem času zasledimo tudi podatek o hiranju jelke po imisijah (Gozdnogospodarski načrt ..., 1989).

Natančnejše spremembe v drevesni sestavi z obstoječimi podatki ne moremo dokazati. Opazno se povečuje lesna zaloga debelega drevja, tankega pa zmanjšuje. Natančnih podatkov o prirastku nismo zasledili, prav tako so pomanjkljivi podatki o izvedenih ukrepih (posekih).

7 RAZPRAVA

Z rezultati polne izmere smo potrdili hipotezo, da debelinska struktura prebiralnih sestojev ni povsem tipična. Prebiralni obliki podobno se porazdeljujejo jelka in listavci (če jih obravnavamo združeno), smreka pa po prehodni obliki. Lesna zaloga se je v zadnjih 50 letih skoraj podvojila, prav tako je narasel tudi delež debelega drevja. Trenutna lesna zaloga prebiralnega sestoja L488 je tako $597 \text{ m}^3/\text{ha}$, precej višja od optimalne ($450 \text{ m}^3/\text{ha}$) in ciljne ($470 \text{ m}^3/\text{ha}$), kot sta navedeni v zadnjem gozdnogospodarskem načrtu. Drevesna sestava je podobna ciljni, le da je občutno premalo bukve (pod 1 %, v primerjavi s ciljnim 9 %). (Gozdnogospodarski načrt ..., 2006).

Smrekovi nasadi imajo normalno obliko frekvenčne porazdelitve dreves po debelinskih stopnjah, ki je značilna za enodobne sestoje. Imajo opazno višjo temeljnico in manj ugodno dimenzijsko razmerje dreves kot prebiralni oz. raznomerni sestoji. Smrekov nasad

(L489) ima v vzorcu 23 smrek, le 17 % ugodno razmerje ($h/d < 80$), 40 % dreves ima vrednosti h/d med 80 in 100, 43 % pa celo nad 100. V vzorcu 18 listavcev ima 22 % dreves ugodno dimenzijsko razmerje (pod 80), 33 % med 80 in 100 in 44 % nad 100. Trenutno stanje kaže na pomanjkljivo nego oz. redčenje v preteklosti. Tudi Bachofen in Zingg (2001) sta v subalpinskih smrekovih sestojih v Švici ugotovila padanje vitkosti z večanjem prsnega premera dreves. Vrednosti h/d pod 80 sta izmerila le pri drevesih prsnega premera 35 cm in več. Z redčenjem sta povečala delež dreves z dimenzijskim razmerjem ($h/d < 80$) za 13 do 33 %. Delež dreves z razmerjem $h/d > 100$ sta zmanjšala za 10 do 18 %.

V preteklosti so tarifne razrede določali na ravni odsekov, mi pa smo jih na ravni sestojev, zato primerjava ni mogoča. Ocenjujemo, da so v preteklosti bili podcenjeni tarifni razredi pri listavcih, ki pa so pogosto visoke in vitke rasti (sploh veliki jesen, ki ga je med listavci največ). Razlike med dimenzijskimi razmerji in hkrati tarifnimi razredi so v različnih sestojih pričakovane, saj npr. sestoj L491 (na grebenski legi) raste v precej drugačnih pogojih od ostalih (na senčnejših, SZ legah) in ima povsem drugačno drevesno sestavo. Sestoja L490 nismo merili, saj vsebuje večinoma drevje pod merskim pragom (razen manjšega nasada duglazije), je nenegovan in zelo težko prehoden.

Hipoteze o spremembah drevesne sestave zaradi pomanjkljivih starih podatkov nismo mogli dokazati, ugotovili pa smo, da je delež listavcev v zadnjih 50 letih močno narasel (s 5,7 na 11,7 %). Na podlagi podatkov o starih izmerah in odkazilih nismo mogli zanesljivo oceniti prirastka (manjkajo podatki o poseku).

Za dobro gozdnogospodarsko in gozdnogojitveno načrtovanje so potrebni tudi podatki, ki jih metoda polne izmere ne nudi. Pri vzorčni metodi lahko dodamo več dodatnih parametrov, ki nas zanimajo. V prebiralnih gozdovih nas zanimajo npr. gostota, vrstna sestava, kakovost in vitalnost pomladka, združbeni položaji dreves (čakalec, tekač, zmagovalec) in razmerja med njimi. V vseh, sploh gospodarsko pomembnejših gozdovih, nas zanimajo podatki o vitalnosti in kakovosti drevja. Glede na velik delež jelke je ključnega pomena tudi podatek o prisotnosti oz. gostoti divjadi na tem območju.

Kontrolna metoda na premajhnih trajnih vzorčnih ploskvah ni najboljša, saj je zgradba sestojev ocenjena nezanesljivo, zaradi majhnosti ploskev pa ni mogoče sklepati o vzročnih zvezah med gojitvenimi ukrepi in odzivi gozda. Za spremljanje razvoja prebiralnih gozdov in presojo učinkovitosti gospodarjenja so primernejše večje trajne vzorčne ploskve ali kombinacija sistematične mreže klasičnih in večjih (okoli 1 ha) raziskovalnih ploskev v značilnih, strukturno enotnih sestojih (Diaci, 2006).

Za prihodnjo analizo gozdov so obetavne tudi metode, povezane z lidarsko tehnologijo. V tej nalogi smo z lidarskimi podatki gozdove le prikazali, potencial te tehnologije pa je veliko večji. Na izdelanih kartah (sliki 5 in 6) so dobro vidne razlike v višinski strukturi in meje med posameznimi sestoji. Sestojne meje so dobro razpoznavne tudi na terenu, vendar nenatančno določene na sestojni karti ZGS. Sploh pri manjših sestojih lahko zaradi tega pride do napak pri izračunu hektarskih vrednosti. To se nam je zgodilo v sestojih znotraj odseka 163D, kjer smo izračunali občutno prenizke hektarske vrednosti v sestoju L492 (spodnji smrekov nasad, površine 0,98 ha) in previsoke v sestoju L507 (del zgornjega smrekovega nasada, površine 0,23 ha). V sestoju L493 so zaradi večje površine (5,32 ha) odstopanja bila manj očitna. Na podlagi naših opazovanj ocenjujemo, da je s pomočjo lidarskih posnetkov mogoče izdelati natančnejše sestojne karte. Gostota posnetih točk (odbojev) je za naše potrebe bila zadostna, medtem ko bi za podrobnejše analize potrebovali večjo gostoto. (Kobal s sod., 2014). Zanimiva bi bila primerjava sestojnih parametrov (debelinska in višinska struktura, temeljnica, lesna zaloga, drevesna sestava), določenih z lidarsko tehnologijo, s tistimi ki smo jih določili s klasično metodo polne izmere.

Glede na cilje, določene v aktualnem gozdnogospodarskem načrtu, bi se v analiziranih odsekih moralo intenzivneje ukrepati. Za ohranjanje prebiralne zgradbe sestojev bodo v prihodnosti potrebne sečnje večje jakosti. Redčenja so potrebni vsi enodobni sestoji, saj imajo drevesa v njih premajhne krošnje in previsoko dimenzijsko razmerje. V smrekovih nasadih naj bo (vsaj dokler se dimenzijsko razmerje dreves ne zniža) jakost redčenja nizka, da ne ogrozimo mehanske stabilnosti sestojev.

8 POVZETEK

V avgustu 2015 in marcu 2016 smo izvedli polno izmero v gozdnih odsekih 163D in 163B, ki se nahajata v gozdnogospodarski enoti Lovrenc na Pohorju. Oba odseka sodita v rastiščno gojitveni razred jelovja na rodovitnejših rastiščih, kjer se najpogosteje pojavlja združba *Dryopterido-Abietetum*. S pretežno jelovo-smrekovimi gozdovi v zasebni lasti se že tradicionalno gospodari na prebiralen način. Umetno je povečan delež smreke in zmanjšan delež listavcev (predvsem bukve). V tem prostoru so pogosti manjši (do nekaj ha veliki) smrekovi nasadi na opuščenih pašnikih.

Polno izmero smo izvajali na ravni gozdnih sestojev, saj so si tako po zgradbi, kot tudi po vrstni sestavi precej različni med seboj. Meje med sestoji so na terenu jasne, za izračun hektarskih vrednosti smo uporabili površine, določene na sestojni karti (Pregledovalnik podatkov o gozdovih, 2016). Tarifne razrede smo določili na ravni sestojev v maju 2016, s pomočjo višinskih krivulj. Podatke smo obdelali v programskem okolju Excel in jih za odsek 163B prikazali na ravni sestojev, za odsek 163D pa skupaj.

Prebiralna sestoja (L488 in L493) sta si precej podobna po zgradbi in drevesni sestavi. Po lesni zalogi prevladuje jelka, ki ima prebiralno debelinsko strukturo. Sledi smreka, ki kaže prehodno obliko debelinske strukture. Med listavci prevladujejo veliki jesen, gorski javor in lipovec. Smrekovi nasadi (L489, L492 in L507) imajo debelinsko strukturo, značilno za enodobne sestoje in lesno zalogo slabih 700 m³/ha. Sestoj na grebenu (L491) se precej razlikuje od ostalih, saj uspeva v drugačnih razmerah in ima povsem drugačno drevesno sestavo (prevladujejo macesen, graden in rdeči bor). Razlike med sestoji so dobro zaznavne tudi pri primerjavi tarifnih razredov in dimenzijskih razmerij dreves.

Podatke polne izmere smo na ravni obeh odsekov skupaj primerjali s petimi starejšimi meritvami. V zadnjih 50 letih smo ugotovili močno naraščanje lesne zaloge (s 316 m³/ha na 603 m³/ha) in naraščanje deleža listavcev (s 5,7 na 11,7 %). V tem času so se pojavljala le manjša nihanja, največje spremembe pa so bile v obdobju 1976-1986, verjetno zaradi hiranja jelke in močnejšega poseka.

Z obdelavo prosto dostopnih lidarskih podatkov smo prikazali digitalni model višin (talni odboji – relief) in digitalni model krošenj (najvišji odboji laserskih signalov). Prikazali smo tudi nekaj vertikalnih profilov, kjer so dobro vidne razlike med posameznimi gozdnimi sestoji.

9 VIRI

Atlas okolja. 2016. Ljubljana, Agencija RS za okolje

http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (30. julij 2016)

Bachofen H., Zingg A. 2001. Effectiveness of structure improvement thinning on stand structure in subalpine Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) stands. *Forest Ecology and Management*, 145: 137-149

Dakskobler I., Marinšek A. 2009. Pregled jelovih rastišč v Sloveniji, *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 89: 43-54

Diaci J. 2006. Gojenje gozdov: pragozdovi, sestoji, zvrsti, načrtovanje, izbrana poglavja. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 348 str.

Gozdarski priročnik. 2007. Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Biotehniška fakulteta: 414 str.

Gozdnogospodarski načrt za družbene in zasebne gozdove gospodarske enote Lovrenc na Pohorju 1966-1975, III. del, 2. zv.: opis sestojev. 1969. Maribor, Gozdno gospodarstvo Maribor, Mariborsko gozdnogospodarsko območje

Gozdnogospodarski načrt za družbene in zasebne gozdove Lovrenc na Pohorju 1976-1985, III. del, opis sestojev NS. 1978. Maribor, Gozdno gospodarstvo Maribor, Mariborsko gozdnogospodarsko območje

Gozdnogospodarski načrt gospodarske enote Lovrenc na Pohorju 1986-1995, II del: opisi sestojev, zasebni sektor. 1989. Maribor, Gozdno gospodarstvo Maribor, Mariborsko gozdnogospodarsko območje

Gozdnogospodarski načrt za GGE Lovrenc na Pohorju 2006-2015. 2006. Maribor, ZGS-OE Maribor

Hočevar M. 1999. Dendrometrija- gozdna inventura. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 274 str.

Kobal M., Triplat M., Krajnc N., 2014. Pregled uporabe zračnega laserskega skeniranja površja v gozdarstvu. Gozdarski vestnik, 74, 5-6: 236-248

Kosjek A. Podatki polnih izmer (osebni vir, junij 2016)

LIDAR. 2016. Ljubljana, Agencija RS za okolje
http://gis.arso.gov.si/evode/profile.aspx?id=atlas_voda_Lidar@Arso (30. julij 2016)

Oštir K. 2006. Daljinsko zaznavanje. Ljubljana, ZRC, ZRC SAZU: 250 str.

Pregledovalnik podatkov o gozdovih. 2016. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije.
<http://prostor.zgs.gov.si/pregledovalnik/> (16. maj 2016)

Projekt 'Lasersko skeniranje in aerofotografiranje 2011' za določitev poplavnih območij. 2016. Ljubljana, MOP
http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/novice/Teksti_novic/LIDAR_opis.pdf (5. avgust 2016)

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Davidu Hladniku za pomoč in usmeritve pri izdelavi te naloge.

Recenzentu prof. dr. Andreju Bončini se zahvaljujem za hiter in skrben pregled naloge.

Za pomoč pri terenskih meritvah se zahvaljujem kolegu Jerneju Javorniku, mag. inž. gozd. in očetu Viljemu.

Za napotke, merilno opremo in posredovanje podatkov starejših meritev se zahvaljujem Alojzu Kosjeku ml., univ. dipl. inž. gozd.

Staršem in bližnjim se zahvaljujem za vso podporo in potrpljenje v času mojega študija.