

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

Anže Martin PINTAR

**OCENA SESTOJNE ZGRADBE V PRAGOZDNEM
REZERVATU KRAKOVO**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij – 1. stopnja

Ljubljana, 2016

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

Anže Martin PINTAR

**OCENA SESTOJNE ZGRADBE V PRAGOZDNEM REZERVATU
KRAKOVO**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij – 1. stopnja

**EVALUATION OF STAND STRUCTURE IN OLD-GROWTH
FOREST RESERVE KRAKOVO**

B. Sc. Thesis
Academic Study Programmes

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija prve stopnje gozdarstva na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Terensko delo je bilo opravljeno v pragozdnem rezervatu Krakovo.

Komisija za študij 1. in 2. stopnje oz. senat oddelka je na seji dne 6. 6. 2016 sprejela temo in za mentorja imenovala prof. dr. Davida Hladnika, za recenzenta pa prof. dr. Jurija Diacija.

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.

Anže Martin Pintar

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dul

DK GDK 228.81(497.4Krakovo)(043.2)=163.6

KG sestojna zgradba/pragozdni rezervat/Krakovo

KK

AV PINTAR, Anže Martin

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 OCENA SESTOJNE ZGRADBE V PRAGOZDNEM REZERVATU KRAKOVO

TD Diplomsko delo (Univerzitetni študij – 1. stopnja)

OP VII, 35 str., 9 preg., 13 sl., 17 vir.

IJ sl

JI sl/en

AI V diplomski nalogi smo ocenili sestojno zgradbo pragozdnega rezervata Krakovo v letu 2016. Površina pragozdnega rezervata znaša 39,84 hektarjev. Postavljenih je bilo 16 vzorčnih ploskev. Uporabljena je bila vzorčna mreža 100×250 metrov. Opravili smo vzorčno izmero ter obdelali javno dostopne lidarske podatke. V pragozdnem rezervatu je bilo povprečno 388 dreves na hektar. Povprečna temeljnica v pragozdnem rezervatu znaša $44,5 \pm 9,9 \text{ m}^2/\text{ha}$, povprečna lesna zaloga znaša $731,6 \pm 190,2 \text{ m}^3/\text{ha}$. V lesni zalogi prevladujeta dob in beli gaber. Povprečna lesna zaloga odmrlega drevja znaša $196,3 \text{ m}^3/\text{ha}$, v njej prevladuje dob. Približno enak delež ocenjenih dreves ima srednje dolgo in kratko krošnjo. Večina ocenjenih dreves je srednje vitalnih, z nazadujočo razvojno težnjo.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dul

DC FDC 228.81(497.4Krakovo)(043.2)=163.6

CX stand structure/old-growth forest reserve/Krakovo/

CC

AU PINTAR, Anže Martin

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 EVALUATION OF STAND STRUCTURE IN OLD-GROWTH FOREST
RESERVE KRAKOVO

DT Sc. Thesis (Academic Study Programmes)

NO VII, 35 p., 9 tab., 13 fig., 17 ref.

LA sl

AL sl/en

AB In this diploma thesis we estimated the stand structure of the old-growth forest reserve Krakovo in the year 2016. The surface area of the reserve is 39,84 hectares. 16 sampling points were set up and the density of the sampling network of 100×250 metres was used. We concluded a sampling measurement and analysed the publicly accessible lidar data. In the old-growth forest reserve there are on average 388 trees per hectare. The average basal area in the reserve is $44,5 \pm 9,9 \text{ m}^2/\text{ha}$, the average growing stock is $731,6 \pm 190,2 \text{ m}^3/\text{ha}$. The most common tree species being pendunculate oak and hornbeam. The average growing stock of decayed trees is $196,3 \text{ m}^3/\text{ha}$ with pendunculate oak being the most common constituent. Approximately the same share of the evaluated trees has medium long and short-crowns. Most of the evaluated trees are moderately vital with a declining tendency.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VI
KAZALO SLIK	VII
1 UVOD	1
2 CILJI NALOGE	2
3 PREGLED LITERATURE	3
4 METODE IN TEHNIKE DELA	6
4.1 VZORČNA IZMERA IN OBDELAVA IZMERJENIH PODATKOV	6
4.2 DALJINSKO ZAZNAVANJE IN ZRAČNO LASERSKO SKENIRANJE POVRŠJA	11
5 REZULTATI.....	17
5.1 SESTOJNE GOSTOTE.....	17
5.1.1 Število živih in odmrlih dreves	17
5.1.2 Temeljnica	19
5.1.3 Drevesna višina in višinska krivulja	20
5.1.4 Lesna zaloga živih dreves, sušic in podrtic.....	22
5.2 ZNAČILNOSTI – OCENJEVANI ZNAKI DREVES.....	23
5.2.1 Socialni položaj, slojevitost in dolžina krošnje	23
5.2.2 Vitalnost, razvojna težnja in zdravstveno stanje dreves.....	26
6 RAZPRAVA IN SKLEPI.....	28
7 POVZETEK.....	32
8 VIRI	34
ZAHVALA	36

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Število živih dreves, sušic in podrtic po posameznih vzorčnih ploskvah v pragozdnem rezervatu Krakovo leta 2016.....	17
Preglednica 2: Temeljnica živih dreves, sušic in podrtic po posameznih vzorčnih ploskvah v pragozdnem rezervatu Krakovo leta 2016.....	19
Preglednica 3: Lesna zaloga živih dreves, sušic in podrtic po posameznih vzorčnih ploskvah v pragozdnem rezervatu Krakovo leta 2016	22
Preglednica 4: Porazdelitev posameznih drevesnih vrst, izmerjenih na vzorčnih ploskvah v pragozdnem rezervatu Krakovo leta 2016, glede na socialni položaj	24
Preglednica 5: Porazdelitev posameznih drevesnih vrst, izmerjenih na vzorčnih ploskvah v pragozdnem rezervatu Krakovo leta 2016, glede na slojevitost	24
Preglednica 6: Porazdelitev posameznih drevesnih vrst, izmerjenih na vzorčnih ploskvah v pragozdnem rezervatu Krakovo leta 2016, glede na dolžino krošnje	25
Preglednica 7: Porazdelitev posameznih drevesnih vrst, izmerjenih na vzorčnih ploskvah v pragozdnem rezervatu Krakovo leta 2016, glede na vitalnost	26
Preglednica 8: Porazdelitev posameznih drevesnih vrst, izmerjenih na vzorčnih ploskvah v pragozdnem rezervatu Krakovo leta 2016, glede na razvojno težnjo	27
Preglednica 9: Porazdelitev posameznih drevesnih vrst, izmerjenih na vzorčnih ploskvah v pragozdnem rezervatu Krakovo leta 2016, glede na zdravstveno stanje	27

KAZALO SLIK

Slika 1: Izsek iz satelitskega posnetka satelita Sentinel 2 z označenimi mejami pragozdnega rezervata Krakovo (posneto leta 2015)	5
Slika 2: Središče vzorčne ploskve številka 13 (rdeč križ) in njena predvidena lega (rdeča pika) (Vir podatkov GIS 2014).....	6
Slika 3: Podrti dob v pragozdnem rezervatu Krakovo, ki je ob padcu poškodoval beli gaber (A. M. Pintar, maj 2016)	7
Slika 4: Meje pragozdnega rezervata Krakovo (označene z modro) in lokacije vzorčnih ploskev (rdeče)	8
Slika 5: Najdebelejši izmerjen dob (prsni premer 151 cm), katerega prsni premer smo morali izmeriti z merskim trakom (A. M. Pintar, maj 2016).....	8
Slika 6: Senčenje digitalnega modela višin (DMV) v pragozdnem rezervatu Krakovo z označenimi vzorčnimi ploskvami (bel krog), modra črta predstavlja mejo rezervata (Vir podatkov: GIS 2014)	13
Slika 7: Višinski pasovi dreves v pragozdnem rezervatu Krakovo, ocenjeni iz lidarskih podatkov na podlagi digitalnega modela krošenj in z modro črto označene njegove meje (Vir podatkov: GIS 2014).....	14
Slika 8: Prečni prerezi pragozdnega rezervata Krakovo: a) ob severni meji pragozdnega rezervata od zahoda proti vzhodu, b) od zahoda skozi ploskve 16, 15, 14 in 13 proti vzhodu, c) skozi ploskve 12, 11, 10 in 9, d) skozi ploskve 4, 3, 2 in 1 (Vir podatkov: GIS 2014).....	15
Slika 9: Vzdolžni prerezi pragozdnega rezervata Krakovo: a) od južne meje skozi vzorčne ploskve 1, 5, 9 in 13 proti severni meji, b) skozi vzorčne ploskve 2, 6, 10 in 14, c) skozi vzorčne ploskve 3, 7, 11 in 15, d) skozi vzorčne ploskve 4, 8, 12 in 16 (Vir podatkov: GIS 2014).....	16
Slika 10: Frekvenčne porazdelitve dreves po debelinskih stopnjah v pragozdnem rezervatu Krakovo leta 2016	18
Slika 11: Višinska krivulja belega gabra v pragozdnem rezervatu Krakovo leta 2016.....	20
Slika 12: Digitalni model krošenj najvišjih dreves doba na ploskvah 10 × 10 m na območju pragozdnega rezervata Krakovo (Vir podatkov: GIS 2014).....	21
Slika 13: Del vzorčne ploskve številka 15, na kateri prevladuje ostrolistni jesen s čremso (A. M. Pintar, maj 2016)	25

1 UVOD

Gozd pokriva več kot polovico površine Slovenije. Njegova zgradba je precej spremenjena in drugačna od prvotne, saj človek vanj že od nekdaj tako ali drugače posega. Pragozdovi oziroma pragozdni rezervati nam v veliki meri prikazujejo delovanje gozdov brez prisotnosti človeka. Tudi v primeru, če vanje neposredno ne posega, posega vanje posredno na primer z onesnaženjem preko zraka, prispevanjem h globalnemu segrevanju, s spreminjanjem ravni podtalnice. A vseeno nam pragozdovi ponujajo zgled, kako človeku pri samem delovanju ekosistemov ni potrebno posegati vanje za njihovo nemoteno delovanje. To nam ponuja tudi pragozdni rezervat Krakovo, kjer že od leta 1952 (Gozdnogospodarski načrt ..., 1961, cit. po Žibert, 2006) ni vidnejših posegov človeka.

V območni enoti Brežice se nahaja osem gozdnih rezervatov, eden izmed njih je pragozdni rezervat Krakovo, ki meri 39,84 hektarjev (Gozdni rezervati, 2016). Pragozdni rezervat Krakovo je gozd s posebnim namenom, kjer sta poudarjeni raziskovalna funkcija in funkcija varovanja naravne dediščine. Prav zaradi poudarjenosti teh funkcij je množično obiskovanje in ogledovanje le-tega odsvetovano. V njem se ne gospodari, zato je to zelo primeren objekt za preučevanje ekologije in naravnega razvoja dobovega gozda (Gozdni rezervati, 2016). A vseeno smo pri opravljanju meritev za to diplomsko delo opazili kar nekaj kolesnic predvsem v robnem delu pragozdnega rezervata in tudi nekaj odpeljanih, seveda nezakonito, prvih sortimentov naravno podrtega doba (*Quercus robur* L.).

Na Slovenskem so nižinski poplavni gozdovi redki. V Sloveniji imamo 171 gozdnih rezervatov, njihova površina skupaj znaša 9501,47 hektarjev (Uredba o ..., 2013). Delež nižinskih poplavnih gozdov, to so rastišča logov ter gabrovij in dobrav, je med vsemi gozdnimi rezervati le 7,24 % (Zavod za ..., 2006, cit. po Diaci in sod., 2006). V Sloveniji imamo 14 pragozdov in pragozdnih rezervatov s skupno površino 540,48 hektarjev (Diaci, 2006). Le pragozdni rezervat Krakovo spada med nižinske poplavne gozdove.

Pragozd se v razvoju nahaja v različnih življenjskih fazah. Nekatere so daljše, druge krajše. Predvidevamo, da je pragozdni rezervat Krakovo v optimalni življenjski fazi. Ločimo predvsem štiri glavne življenjske faze pragozdov, in sicer optimalno, terminalno, inicialno in prebiralno fazo, ki so podobne strukturne enote glede na posamezne sestojne značilnosti, kot so na primer višina dreves, lesna zaloga, količina lesnih ostankov, pomladek, sklenjenost krošenj (Diaci, 2006). Površinski delež optimalne faze je odvisen od pogostosti in jakosti naravnih motenj. Na območjih, kjer prevladujejo malopovršinske motnje, je delež optimalne faze izrazito največji in traja tudi daljše časovno obdobje (Diaci, 2006).

2 CILJI NALOGE

Na podlagi dosedanjih podatkov in novih meritev smo ugotavljali zdajšnje stanje in morebitne spremembe pragozdnega rezervata Krakovo. Ocenili smo trenutno sestojno zgradbo pragozdnega rezervata na podlagi vzorčne izmere in s pomočjo lidarskih podatkov iz leta 2014. Prikazali smo uporabo javno dostopnih lidarskih podatkov za oceno sestojne zgradbe. Ugotavljali smo življenjsko fazo, v kateri se ta pragozdni rezervat nahaja, in zdravstveno stanje nosilcev tega pragozdnega rezervata – hrastov dobov.

Za preučevanje smo preverjali dve hipotezi, in sicer da v primeru zaznanega slabšega zdravstvenega stanja in povečane mortalitete dreves prehaja pragozdni rezervat iz optimalne v terminalno fazo in da se drevesna višina od juga proti severu pragozdnega rezervata zmanjšuje, prav tako pa se spreminja tudi drevesna sestava. Zmanjševanje drevesne višine in spreminjanje drevesne sestave od juga proti severu pragozdnega rezervata smo predpostavili zaradi večanja oddaljenosti od reke Krke in s tem morebitnega spreminjanja ravni podtalnice.

3 PREGLED LITERATURE

Levanič in sod. (2007) so na štirih trajnih raziskovalnih ploskvah doba v Dobravi, Hrašici, Cigonci in Krakovskem gozdu primerjali debelinski prirastek, osutost listne površine odraslih dobovih dreves in meteorološke podatke bližnjih meteoroloških postaj. Osutost krošenj se na splošno povečuje, bolj izrazito v letih, ki sledijo klimatskim ekstremom. Najugodnejše stanje osutosti krošenj so zaznali v Dobravi. V Krakovskem gozdu se stanje osutosti počasi slabša, izraziteje po letu 2003. Ugotavljajo trend zmanjševanja širine branik na vseh ploskvah v zadnjih sto letih. V Krakovskem gozdu je povprečna vrednost širine branik manjša kot 2 mm od leta 1967. Ugotavljajo, da povprečne mesečne temperature in količina padavin ne vplivajo na debelinsko rast doba. Sklepajo, da klima vpliva posredno z nihanjem ravni podtalnice. Na spremenjene okoljske razmere se dob odziva s slabim priraščanjem, veliko osutostjo krošenj in nadpovprečno veliko mortaliteto.

Dob se v Sloveniji sooča s povečano in razširjeno mortaliteto. Največja grožnja nižinskim poplavnim gozdovom je spreminjanje gozdnih površin v kmetijsko rabo zemljišč. Mortaliteto dobov postopoma povzročajo spreminjanje ravni podtalnice skupaj s spreminjanjem povprečnih temperatur in padavinskega režima (Čater, 2015).

Dobovje, dobovo belogabrovje in vezovje so občasno poplavljeni nižinski gozdovi na razvitih obrečnih tleh (Dakskobler in sod., 2013). V drevesni plasti prevladujejo ozkolistni jesen (*Fraxinus angustifolia* Vahl), vez (*Ulmus laevis* Pallas), poljski brest (*Ulmus minor* Mill.) in dob. Te združbe se pojavljajo na uravnavah in depresijah na gradientu upadajoče talne in poplavne vode. Kjer je raven podtalnice nižja, se pojavlja tudi beli gaber (*Carpinus betulus* L.). Najlepša primera nižinskega močvirnega gozda zgoraj navedenega rastiščnega tipa sta Krakovski gozd in Dobrava v nižini med Krko, Savo in Sotlo (Dakskobler in sod., 2013).

Krakovski gozd in Šentjernejsko polje, ki ju razmejuje reka Krka, je del omrežja Natura 2000 (Hudoklin, 2004). To so območja, ki so pomembna za ohranjanje ogroženih rastlin, živali in njihovih habitatov. V Krakovskem gozdu gnezdi ena izmed večjih populacij srednjega detla. Tukaj je prisoten tudi orel mali klinkač, ki ga drugje v Sloveniji ni.

Krakovski gozd je največji ohranjen nižinski gozd s prevladujočimi sestoji doba v Sloveniji. Tukaj se pojavljajo nekatere ogrožene vrste ptic. V mokriščih živi kar 14 vrst dvoživk. Na odseku Krke se ob Krakovskem gozdu pojavljata vidra in bober (Hudoklin, 2004).

Nadmorska višina pragozdnega rezervata Krakovo znaša okoli 150 metrov (Gozdnogospodarski načrt ..., 2006). Tukaj je podnebje subpanonsko. Povprečna letna količina padavin je 1210 mm (povprečje 1961-1990). Višek padavin je poleti, najhladnejši mesec je mesec januar, najtoplejši pa mesec junij. Spomladi so temperature višje kot jeseni. Glavni vodotok na tem območju je reka Krka. V pragozdnem rezervatu Krakovo prevladuje združba *Quercus robur-Carpinetum*, tam, kjer je vode več in dlje časa zastaja, pa se nahaja tudi združba *Carici umbrosae-Alnetum glutinosae* (Gozdnogospodarski načrt ..., 2006). Dakskobler in sod. (2013) za območje Krakovskega gozda, katerega del je pragozdni rezervat Krakovo, navajajo naslednje gozdne rastiščne skupine: pretežno dobovje, dobovo belogabrovje in vezovje ter na malih površinah tudi nižinsko črno jelševje. Tla na območju pragozdnega rezervata so zmerno kislá, oglejena in ilovnata (Gozdnogospodarski načrt ..., 2006). Zgradba sestojev v pragozdnem rezervatu je skupinsko raznodobna. Največji delež v lesni zalogi ima drevje nad 50 centimetrov premera. Največji delež v lesni zalogi ima hrast dob, in sicer 88,1 %, sledijo beli gaber, črna jelša (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), ostrolistni jesen (*Fraxinus angustifolia* Vahl), poljski brest, maklen (*Acer campestre* L.) in vrba (*Salix spp.*). V mladovju je največ mehkih listavcev, pojavlja pa se tudi hrast dob. Tukaj so gozdovi ohranjeni. Dob je dobre in prav dobre kakovosti, ostali trdi listavci pa so zadovoljive oziroma slabe kakovosti (Gozdnogospodarski načrt ..., 2006).



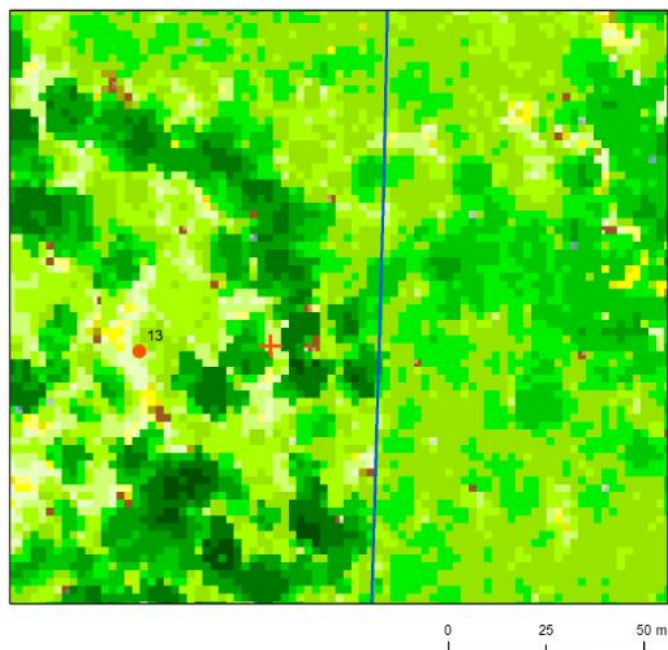
Slika 1: Izsek iz satelitskega posnetka satelita Sentinel 2 z označenimi mejami pragozdnega rezervata Krakovo (posneto leta 2015)

Lesna zaloga oddelka 38 GGE Krakovo, to je pragozdni rezervat Krakovo, znaša 29752 m³, kar predstavlja 744,0 m³/ha (Pregledovalnik ..., 2016). Za svojo diplomsko nalogo je Žibert (2006) opravil vzorčno izmero pragozdnega rezervata Krakovo. Ugotovil je, da je v pragozdnem rezervatu 255 dreves na hektar, povprečna temeljnica je znašala 34,0 m²/ha, povprečna lesna zaloga pa 558,7 m³/ha. Ugotovil je, da je sklep zgornjega sloja zelo razrahljan, spodnjega pa zelo tesen. V zgornjem sloju so samo hrasti, v srednjem sloju pa beli gaber, črna jelša in ostali listavci. Več kot polovica dreves je v spodnjem sloju, v zgornjem sloju pa je najmanj dreves. Največ dreves je imelo kratko krošnjo in močno vitalnost. Večina dreves ni bilo poškodovanih. Poškodovana drevesa so imela polomljene, posušene ali odmrle veje in vrhove, kar je pripisal poškodbam zaradi udarcev okoliških dreves, ki so odmrla in se podrla.

4 METODE IN TEHNIKE DELA

4.1 VZORČNA IZMERA IN OBDELAVA IZMERJENIH PODATKOV

Terensko delo je potekalo v aprilu in maju 2016. Postavili smo 16 krožnih vzorčnih ploskev (sliki 4 in 6). Ploskve smo postavili na novo, saj starih nismo mogli najti. V gozdnih rezervatih dreves na vzorčnih ploskvah ne označujemo. Predvidevamo, da so bile ploskve postavljene nenatančno. Kljub iskanju središč ploskev na podlagi prvič merjenih dreves smo našli središče le ene vzorčne ploskve in še ta je ležala več kot 30 m od svoje predvidene lege (slika 2). Uporabili smo mrežo gostote 100×250 m. Vzorčne ploskve so imele polmer 12,61 m in površino 5 arov. Na celotni ploskvi smo merili živa in odmrła drevesa s premerom, enakim ali večjim od 10 cm. Odmrlih dreves in njihovih delov, ki niso izvirala iz vzorčne ploskve, temveč so padla na ploskev iz okolice, nismo merili. Odmrła drevesa smo uvrstili med podrta drevesa oziroma podrtice in še stoječa drevesa oziroma sušice. Primer podrtega doba oziroma podrtice doba je prikazan na sliki 3.



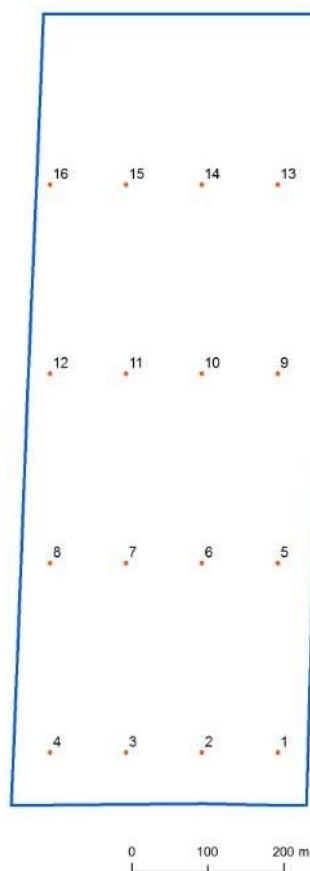
Slika 2: Središče vzorčne ploskve številka 13 (rdeč križ) in njena predvidena lega (rdeča pika) (Vir podatkov GIS 2014)



Slika 3: Podrti dob v pragozdnem rezervatu Krakovo, ki je ob padcu poškodoval beli gaber (A. M. Pintar, maj 2016)

Na vzorčnih ploskvah smo drevesom s prsnim premerom, debelejšim ali kvečjemu enakim 10 cm, določili drevesno vrsto, izmerili razdaljo od središča ploskve v decimetrih, njegov azimut in prsni premer v centimetrih. Dvema najbližjima živima drevesoma doba in belega gabra smo izmerili višino z višinomerom SUUNTO na 0,5 m natančno. Problem pri merjenju višin dobov je bila olistanost dreves predvsem polnilne plasti belega gabra, ki so onemogočala pogled do vrhov dreves dobov.

Prsni premer ($d_{1,3}$) smo merili s premerko. Drevesa, ki so imela prevelik prsni premer, da bi jih lahko izmerili s premerko, smo izmerili z merskim trakom (slika 5).



Slika 4: Meje pragozdnega rezervata Krakovo (označene z modro) in lokacije vzorčnih ploskev (rdeče)



Slika 5: Najdebelejši izmerjen dob (prsni premer 151 cm), katerega prsni premer smo morali izmeriti z merskim trakom (A. M. Pintar, maj 2016)

Vsem živim drevesom na posamezni vzorčni ploskvi smo ocenili socialni položaj, dolžino krošnje, slojevitost, vitalnost, razvojno težnjo in zdravstveno stanje.

SOCIALNI POLOŽAJ

Drevesa smo uvrstili v tri razrede:

- nadvladajoča drevesa in vladajoča drevesa,
- sovladajoča drevesa,
- podstojna in obvladana drevesa.

SLOJEVITOST

Glede na višino drevesa v primerjavi s sestojno višino smo drevesa uvrstili v tri sloje:

- zgornji sloj (višina drevesa $> 2/3$ največje sestojne višine),
- srednji sloj (višina drevesa $1/3 - 2/3$ največje sestojne višine),
- spodnji sloj (višina drevesa $< 1/3$ največje sestojne višine).

DOLŽINA KROŠNJE

Glede dolžine krošnje v primerjavi s celotno dolžino drevesa smo ocenjena drevesa uvrstili v tri razrede:

- dolga krošnja (dolžina krošnje $> 1/2$ višine drevesa),
- srednje dolga krošnja (dolžina krošnje $1/2 - 1/4$ višine drevesa),
- kratka krošnja (dolžina krošnje $< 1/4$ višine drevesa).

VITALNOST

Glede na življenjsko moč in zmožnost reagiranja smo ocenjena drevesa uvrstili v štiri razrede:

- izredna (velika življenjska moč in zmožnost reagiranja),
- močna (velika življenjska moč in zmožnost reagiranja),
- srednja (zmerna življenjska moč in zmožnost reagiranja),
- slaba (nesposobnost reagiranja, prisotni so bili adventivni poganjki).

RAZVOJNA TEŽNJA

Glede na razvojno težnjo smo ocenjena drevesa uvrstili v tri razrede:

- napredujoča (drevo ima težnjo po socialnem vzponu),
- spremljajoča (drevo ima težnjo, da ostane v isti socialni plasti),
- zaostajajoča (drevo ima težnjo, da bo sestopilo v nižjo socialno plast).

ZDRAVSTVENO STANJE

Ocenili smo, če je drevo zdravo, če pa ni bilo, smo ocenili, kje je bilo poškodovano.

Ocenjena drevesa smo umestili v tri razrede:

- zdravo drevo,
- poškodbe vej,
- poškodbe debla in koreničnika.

Podatke smo vnesli v preglednice programa Microsoft Excel. Na podlagi izmerjenih višin smo oblikovali višinske krivulje in s pomočjo Gozdarskega priročnika (2007) določili tarifni razred za dob in beli gaber. Pri dobu smo ugotovili, da so bile višine precenjene zaradi olistanih in zastrtih krošenj, pri katerih je bilo pogosto nemogoče določiti vrh drevesa. Za ostale listavce smo prevzeli tarifni razred belega gabra. Nato smo izračunali sestojne gostote – število dreves na hektar, temeljnico in hektarske lesne zaloge. Izračunali smo tudi število, temeljnico in lesno zalogo na hektar sušic in podrtic.

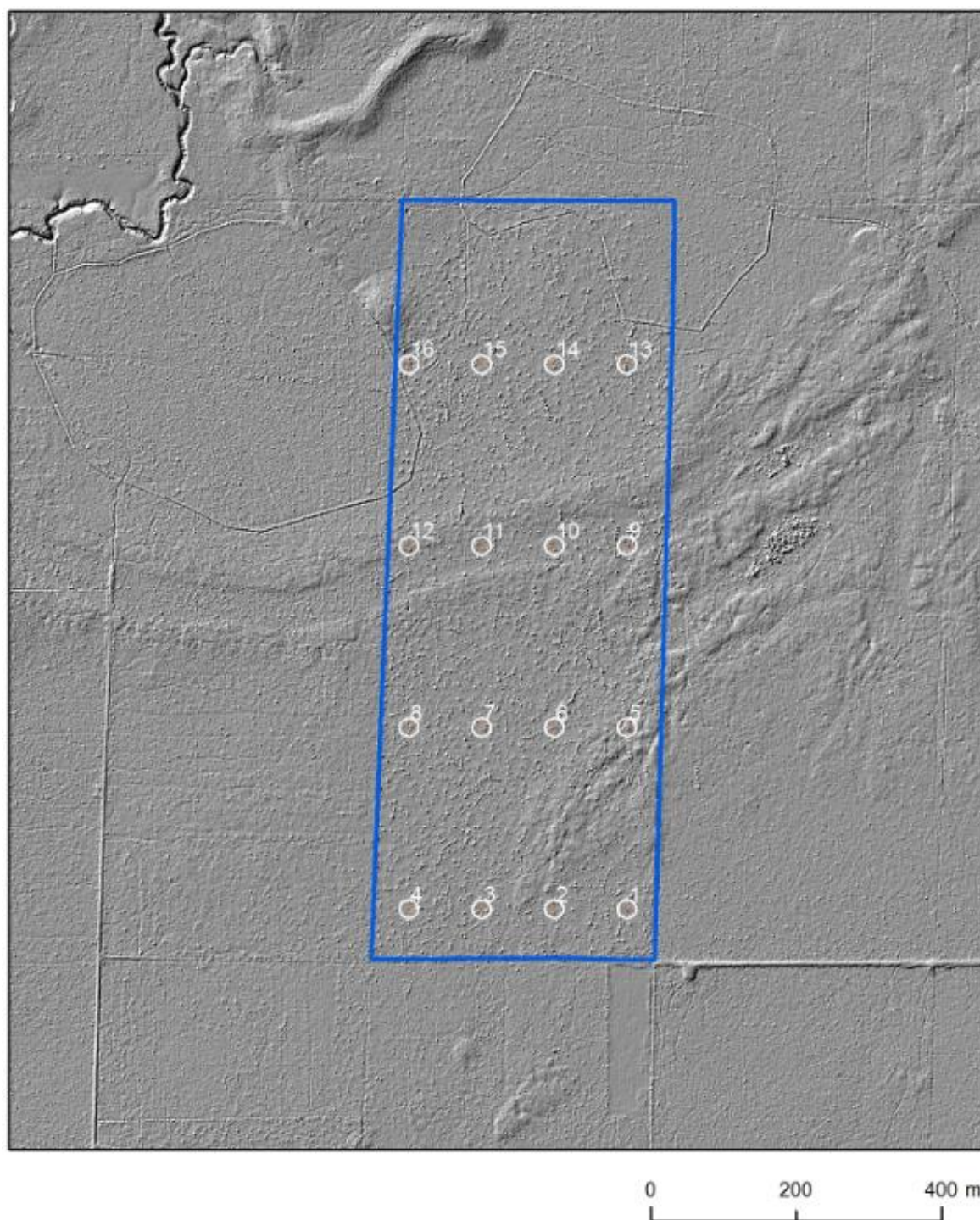
4.2 DALJINSKO ZAZNAVANJE IN ZRAČNO LASERSKO SKENIRANJE POVRŠJA

Oštir (2006) je zapisal, da je daljinsko zaznavanje znanost pridobivanja informacij o površju Zemlje, ne da bi z njo prišli v neposredni stik. Pri tem zaznavamo in zapisujemo odbito ali sevano elektromagnetno valovanje, ga obdelujemo, analiziramo in uporabimo v različnih aplikacijah.

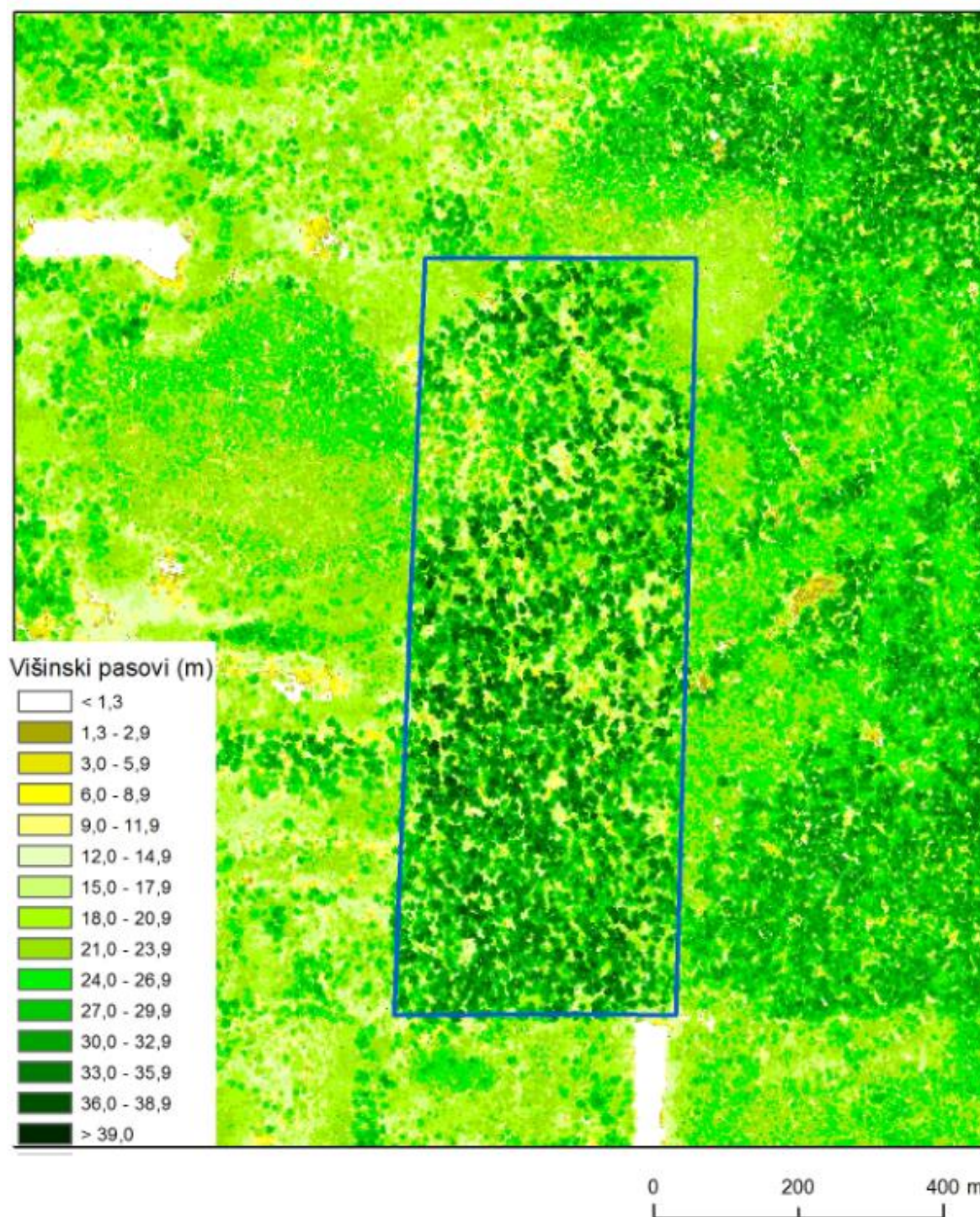
LiDAR je metoda zajemanja podatkov, s katero določamo oddaljenost od objekta, ko laserski instrument beleži čas vračanja odbojev in pulzov od površine. LiDAR vsebuje tehnologiji zračnega laserskega skeniranja površja ALS in terestrično lasersko skeniranje (Measures, 1992, cit. po Kobal in sod., 2014). Pri laserskem skeniranju površja za potrebe gozdarstva je značilno, da lahko laserski pulz prodre skozi krošnje dreves, kar nam omogoča, da lahko zaznamo tudi teren pod krošnjami (Kobal in sod., 2014). Laserski pulz se odbije tudi od delov dreves, kot so na primer veje, listje in deblo, s tem lahko nato vrednotimo zgradbo gozda. V grobem v gozdarstvu poznamo tri skupine uporabe laserskega skeniranja površja glede na prostorsko raven, in sicer uporabo na ravni krajine, sestoji in posameznega drevesa (Kobal in sod., 2014). Eno izmed najbolj pomembnih področij uporabe podatkov, pridobljenih z zračnim laserskim skeniranjem površja, je izdelava digitalnih modelov višin (DMV). Na ravni sestoji je temeljni podatkovni sloj pri uporabi podatkov zračnega laserskega skeniranja površja digitalni model krošenj (DMK), ki predstavlja višino drevja. Vedno bolj pogosto pa se kot podatkovni sloj uporablja tudi normaliziran 3D-oblak točk. Ta predstavlja projekcijo točk v ravnino z nadmorsko višino 0 m. Izračunamo jo tako, da za vse točke, ki se nahajajo na območju ene celice DMV, odštejemo vrednost te celice, ki predstavlja nadmorsko višino. Osnovni podatek o sestoji, ki ga dobimo iz DMK, je podatek o višini drevja. Ta je lahko podcenjen, saj obstaja zelo majhna verjetnost, da laserski žarek zadane točno terminalni poganjek drevesa. Podcenjenost višin je večja pri iglavcih kot pri listavcih. Vedno bolj pa se uporabljajo metode na področju uporabe podatkov zračnega laserskega skeniranja na ravni posamičnega drevesa. Na ravni drevesa lahko dobimo lokacijo, kjer se drevo nahaja, njegovo višino, širino, globino krošnje, prsni premer, temeljnico in volumen (Kobal in sod., 2014).

S spletnega portala eVODE (MOP 2016) smo uporabili lidarske podatke za območje pragozdnega rezervata Krakovo, ki so bili posneti v marcu in juniju 2014. V programskem okolju GIS ArcMap smo oblikovali digitalni model višin (DMV) in digitalni model površja (DMP). Od digitalnega modela površja smo odšteli digitalni model višin in tako dobili višine dreves v pragozdnem rezervatu oziroma digitalni model krošenj. Na karti smo nato prikazali floris pragozdnega rezervata z višinami dreves in vrzelmi med njimi (slika 7). Nato smo naredili prereze skozi rezervat od juga proti severu (slika 9) ter od zahoda proti vzhodu (slika 8).

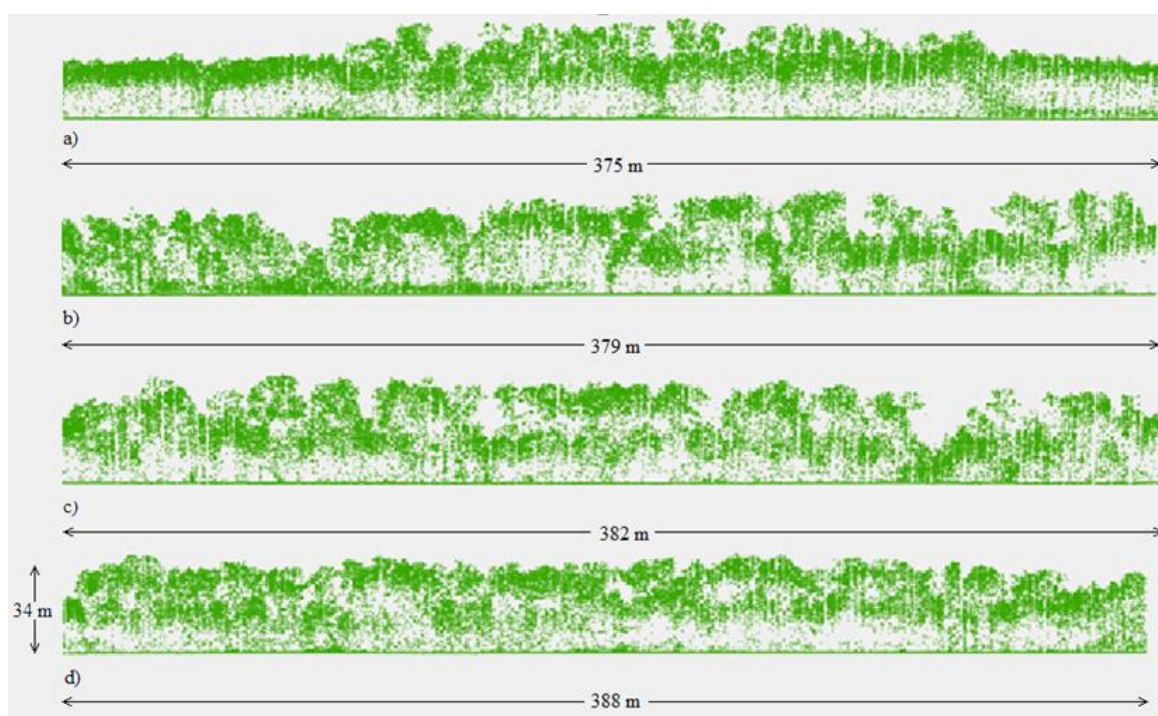
Za oceno sestojne strehe in zgornjih višin dobov smo izdelali digitalni model krošenj z 10 metrsko ločljivostjo. Ocenili smo odboje laserskih žarkov na 10×10 m velikih območjih slikovnih elementov. Na ploskvi veliki 10×10 m smo ocenili višino najvišjih dreves, ki predstavljajo 100 najvišjih dreves na hektar (slika 12).



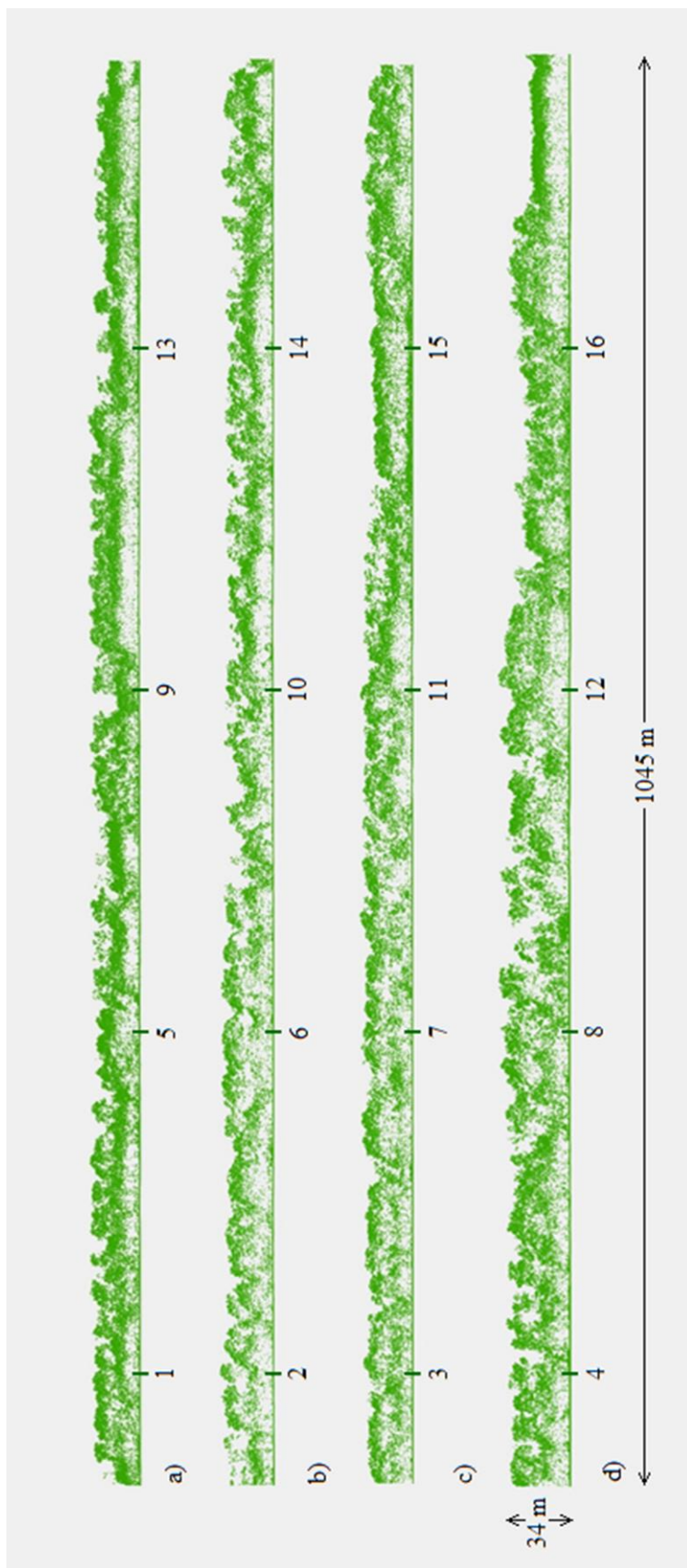
Slika 6: Senčenje digitalnega modela višin (DMV) v pragozdnem rezervatu Krakovo z označenimi vzorčnimi ploskvami (bel krog), modra črta predstavlja mejo rezervata (Vir podatkov: GIS 2014)



Slika 7: Višinski pasovi dreves v pragozdnem rezervatu Krakovo, ocenjeni iz lidarskih podatkov na podlagi digitalnega modela krošenj in z modro črto označene njegove meje (Vir podatkov: GIS 2014)



Slika 8: Prečni prerezi pragozdnega rezervata Krakovo: a) ob severni meji pragozdnega rezervata od zahoda proti vzhodu, b) od zahoda skozi ploskve 16, 15, 14 in 13 proti vzhodu, c) skozi ploskve 12, 11, 10 in 9, d) skozi ploskve 4, 3, 2 in 1 (Vir podatkov: GIS 2014)



Slika 9: Vzdolžni prerezi pragozdnega rezervata Krakovo: a) od južne meje skozi vzorčne ploskve 1, 5, 9 in 13 proti severni meji, b) skozi vzorčne ploskve 2, 6, 10 in 14, c) skozi vzorčne ploskve 3, 7, 11 in 15, d) skozi vzorčne ploskve 4, 8, 12 in 16 (Vir podatkov: GIS 2014)

5 REZULTATI

5.1 SESTOJNE GOSTOTE

5.1.1 Število živih in odmrlih dreves

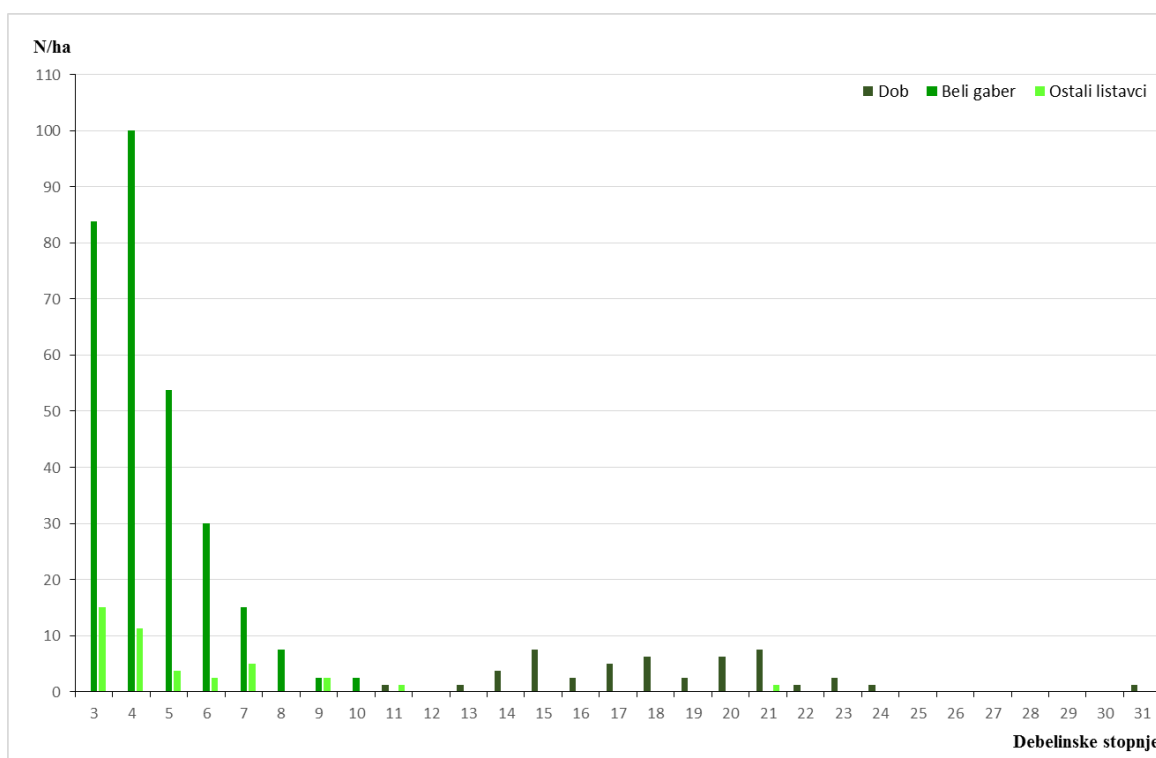
Na šestnajstih vzorčnih ploskvah, ki smo jih postavili v pragozdnem rezervatu Krakovo, smo izmerili 40 dobov, 236 belih gabrov, 10 ostrolistnih jesenov, 5 poljskih brestov, 7 maklenov in 12 črnih jelš, skupno 310 dreves. Največ dreves smo izmerili na deseti vzorčni ploskvi, in sicer 31, najmanj pa 11 na dvanajsti vzorčni ploskvi.

Preglednica 1: Število živih dreves, sušic in podrtic po posameznih vzorčnih ploskvah v pragozdnem rezervatu Krakovo leta 2016

Številka ploskve	Živa drevesa (N/ha)	Sušice (N/ha)	Podrtice (N/ha)	Skupaj (N/ha)
1	540	40	0	580
2	460	0	40	500
3	460	60	0	520
4	440	20	0	460
5	240	20	40	300
6	380	60	0	440
7	440	20	20	480
8	380	40	20	440
9	340	40	60	440
10	620	20	40	680
11	340	20	0	360
12	220	0	20	240
13	400	40	0	440
14	360	0	0	360
15	260	40	40	340
16	320	20	20	360
Povprečje	388	27	19	434

Povprečno število dreves na hektar	387,5
n	16,0
SD	106,3
KV (%)	27,4
SE	26,3
E	56,1
E (%)	14,5

Povprečno je v pragozdnem rezervatu 388 dreves na hektar ter 46 odmrlih dreves na hektar (preglednica 1). Izmerili smo 14 sušic in 11 podrtic dobov, 5 sušic in 3 podrtice belega gabra, 2 sušici in podrtico ostrolistnega jesena in sušico poljskega bresta. Skupno smo izmerili 22 sušic in 15 podrtic. Največ odmrlega drevja je bilo na ploskvi 9, in sicer 5 osebkov, štirje dobi in en beli gaber. Na vsaki ploskvi smo izmerili vsaj eno odmrlo drevo, razen na ploskvi 14.



Slika 10: Frekvenčne porazdelitve dreves po debelinskih stopnjah v pragozdnem rezervatu Krakovo leta 2016

Beli gaber se povečini pojavlja v nižjih debelinskih stopnjah, največ ga je v 4. debelinski stopnji. Najdebelejši je v 10. debelinski stopnji in je debel 48 cm, kar je značilno za sestoje z dobom in belim gabrom, saj je beli gaber graditelj polnilne plasti in s tem ne dosega večjih višin in debelin. Tudi ostali listavci se nahajajo v nižjih debelinskih stopnjah z izjemo enega ostrolistnega jesena, ki je meril 101 cm. Dob se v največji meri pojavlja od 14. do 21. debelinske stopnje (slika 10). Najdebelejši izmerjeni dob je imel prsni premer 151 cm, najtanjši pa 54 cm. Povprečni premer doba znaša 88,7 cm, belega gabra pa 19,0 cm.

5.1.2 Temeljnica

V celotni temeljnici živih dreves, ki znaša $44,5 \pm 9,9 \text{ m}^2/\text{ha}$ (preglednica 2), prevladuje dob, njegov delež v celotni temeljnici predstavlja 72,3 %. Sledi mu beli gaber s temeljnico $9,6 \text{ m}^2/\text{ha}$ (21,5 %), temeljnica ostalih listavcev znaša $2,8 \text{ m}^2/\text{ha}$ (6,2 %).

Preglednica 2: Temeljnica živih dreves, sušic in podrtic po posameznih vzorčnih ploskvah v pragozdnem rezervatu Krakovo leta 2016

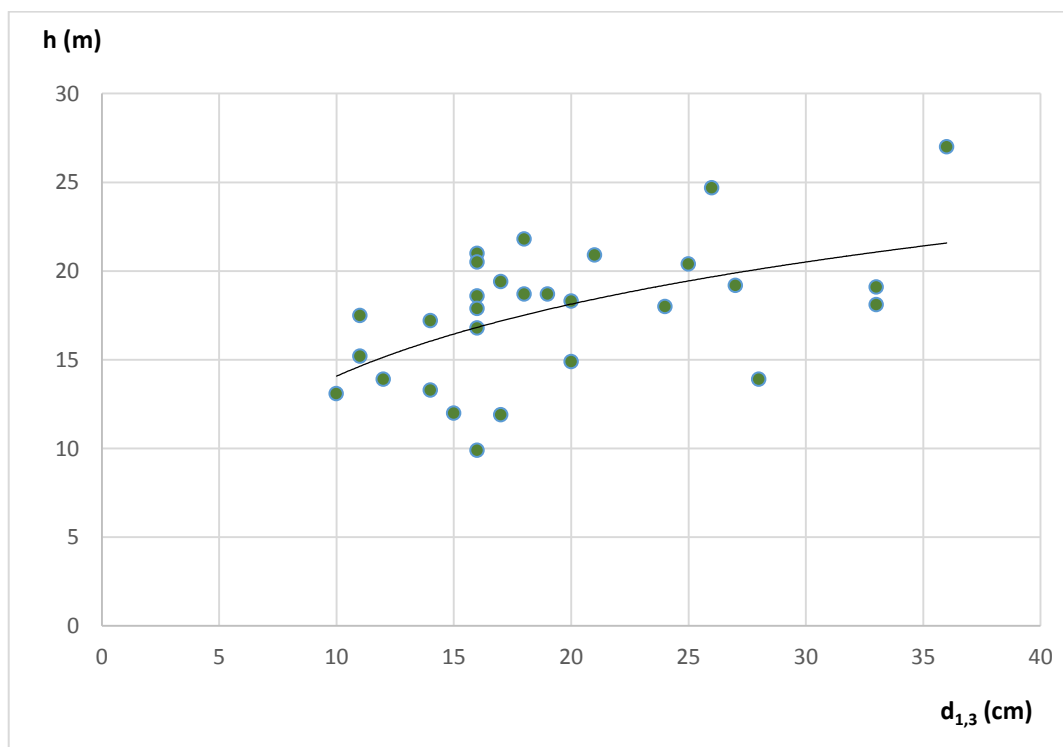
Številka ploskve	Temeljnica živih dreves (m^2/ha)	Temeljnica sušic (m^2/ha)	Temeljnica podrtic (m^2/ha)	Skupaj (m^2/ha)
1	62,1	5,6	0,0	67,8
2	59,6	0,0	10,1	69,7
3	12,0	36,5	0,0	48,5
4	35,4	9,1	0,0	44,5
5	20,3	5,7	9,1	35,0
6	62,1	6,2	0,0	68,3
7	68,8	0,3	0,4	69,4
8	60,3	19,2	1,1	80,6
9	12,8	12,0	12,1	37,0
10	60,5	0,5	9,0	70,0
11	61,9	8,1	0,0	70,0
12	33,7	0,0	1,6	35,3
13	48,0	13,8	0,0	61,9
14	41,8	0,0	0,0	41,8
15	37,4	1,5	2,3	41,2
16	34,8	0,2	10,8	45,9
Povprečje	44,5	7,4	3,5	55,4

Povprečna temeljnica (m^2/ha)	44,5
n	16,0
SD	18,7
KV (%)	42,1
SE	4,6
E	9,9
E (%)	22,2

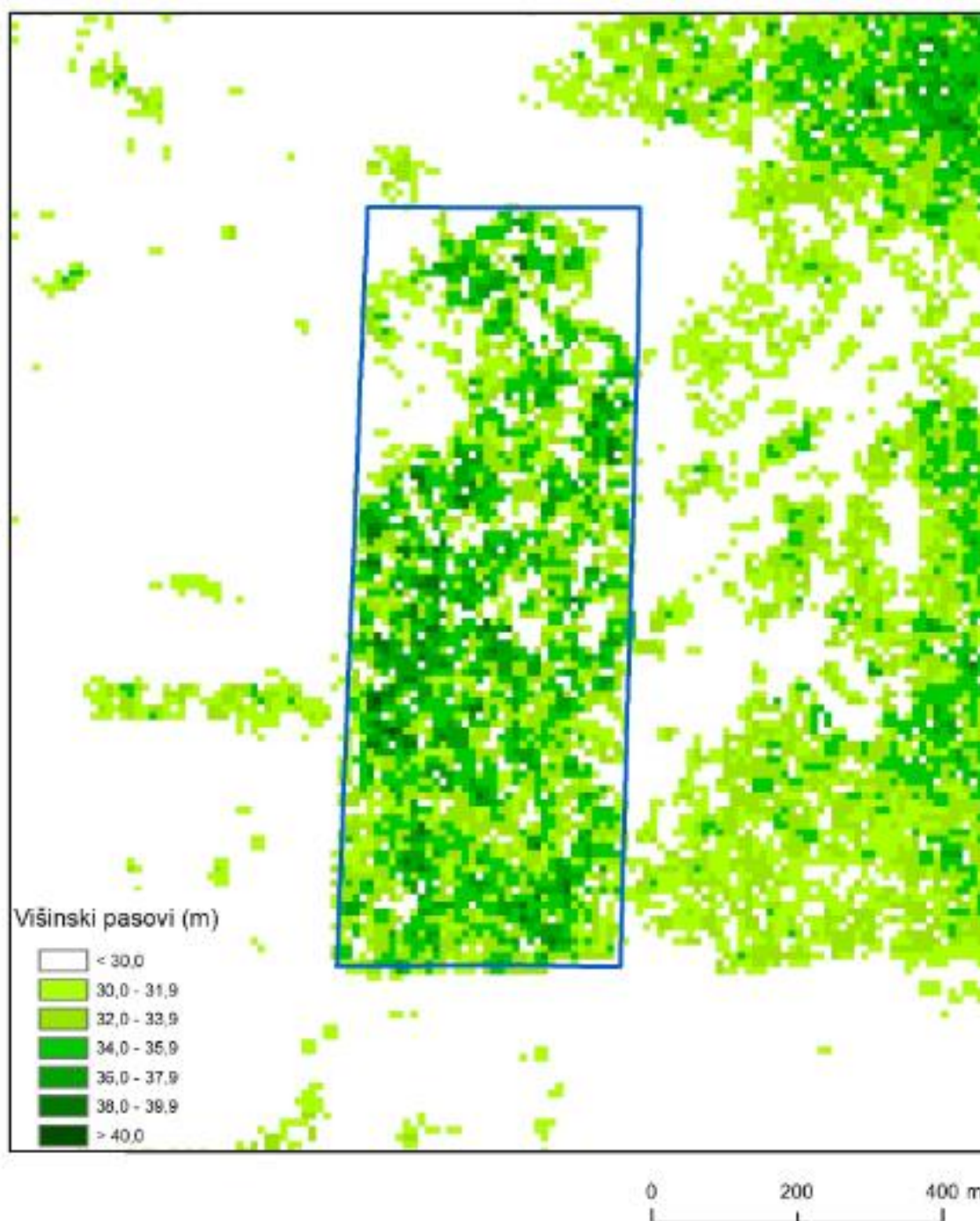
Najmanjša temeljnica živih dreves na posamezni vzorčni ploskvi je na ploskvi 3, ker smo na tej ploskvi zajeli samo živa drevesa belega gabra in nobenega živega drevesa doba. Največja temeljnica je na ploskvi 7, kjer so bili prisotni štirje dobi prsnega premera nad 100 cm, kar izdatno prispeva k vrednosti celotne temeljnice na ploskvi. V temeljnici odmrlih dreves močno prevladuje dob z $10,5 \text{ m}^2/\text{ha}$ (96 %), sledi mu beli gaber z $0,3 \text{ m}^2/\text{ha}$ in ostali listavci z $0,1 \text{ m}^2/\text{ha}$. Največja temeljnica odmrlih dreves je na ploskvi 3, kjer smo izmerili tri sušice doba.

5.1.3 Drevesna višina in višinska krivulja

Izmerili smo višine 29 dreves belih gabrov. Najnižje izmerjeno drevo je merilo 9,9 m, najvišje pa 27 m. Višine dobov in sestojno streho smo ponazorili z digitalnim modelom krošenj z ločljivostjo $10 \times 10 \text{ m}$ (slika 12).



Slika 11: Višinska krivulja belega gabra v pragozdnem rezervatu Krakovo leta 2016



Slika 12: Digitalni model krošenj najvišjih dreves doba na ploskvah 10×10 m na območju pragozdnega rezervata Krakovo (Vir podatkov: GIS 2014)

5.1.4 Lesna zaloga živih dreves, sušic in podrtic

Na podlagi višinske krivulje (slika 11) smo določili višine belega gabra za posamično debelinsko stopnjo. Nato smo s pomočjo Gozdarskega priročnika (2007) določili tarifni razred. Za beli gaber smo določili vmesne tarife 6. niza. Ta tarifni niz smo prevzeli tudi za ostale listavce z izjemo doba, pri katerem smo uporabili vmesne tarife 9. niza.

Preglednica 3: Lesna zaloga živih dreves, sušic in podrtic po posameznih vzorčnih ploskvah v pragozdnem rezervatu Krakovo leta 2016

Številka ploskve	Volumen živih dreves (m ³ /ha)	Volumen sušic (m ³ /ha)	Volumen podrtic (m ³ /ha)	Skupaj (m ³ /ha)
1	1038,4	90,8	0,0	1129,1
2	1031,3	0,0	182,4	1213,7
3	99,8	689,3	0,0	789,2
4	554,7	168,2	0,0	722,9
5	309,0	100,9	158,1	568,0
6	1099,3	101,8	0,0	1201,1
7	1220,3	1,4	2,3	1224,0
8	1018,8	356,9	16,0	1391,6
9	125,4	224,9	210,3	560,6
10	994,4	3,4	164,2	1162,1
11	1108,5	149,8	0,0	1258,2
12	535,3	0,0	17,9	553,2
13	800,5	251,5	0,0	1052,1
14	686,1	0,0	0,0	686,1
15	500,9	14,4	33,0	548,3
16	583,5	0,7	203,1	787,3
Povprečje	731,6	134,6	61,7	927,9

Povprečna lesna zaloga (m ³ /ha)	731,6
n	16,0
SD	360,4
KV (%)	49,3
SE	89,2
E	190,1
E (%)	26,0

Skupna lesna zaloga živih dreves znaša $731,6 \pm 190,2 \text{ m}^3/\text{ha}$ (preglednica 3). Največja lesna zaloga živih dreves je na vzorčni ploskvi 7, in sicer znaša $1220,3 \text{ m}^3/\text{ha}$. V skupni lesni zalogi je delež doba kar 83,5 %, sledi mu beli gaber z 12,1 % in ostali listavci s 4,4 %. Lesna zaloga odmrlih dreves znaša $196,3 \text{ m}^3/\text{ha}$. Večjo količino odmrle drevnine sestavljajo sušice kot podrtice. Tudi v lesni zalogi odmrlih dreves prevladuje dob. Skupna lesna zaloga živega in odmrlega drevja znaša $927,9 \text{ m}^3/\text{ha}$ (preglednica 3). Delež lesne zaloge živega drevja znaša 78,8 %, odmrlega pa 21,2 %.

5.2 ZNAČILNOSTI – OCENJEVANI ZNAKI DREVES

5.2.1 Socialni položaj, slojevitost in dolžina krošnje

Največji delež v številu vseh izmerjenih dreves predstavljajo podstojna in obvladana drevesa, najmanj pa je sovladajočih (preglednica 4). Vsa izmerjena drevesa doba so bila uvrščena med nadvladajoča in vladajoča drevesa, zato se tudi vsa drevesa doba pojavljajo v zgornjem sloju (preglednica 5). Noben osebek belega gabra ni uvrščen med nadvladajoča in vladajoča drevesa ter v zgornji sloj. Največ belega gabra je bilo uvrščenega med podstojna drevesa in v spodnji sloj. Ostrolistni jesen se je pojavil zgolj na vzorčni ploskvi 15 (slika 13). Na vzorčni ploskvi 15 smo opazili tudi čremso (*Prunus padus* L.). Vsi osebki čremse so imeli prsni premer manjši kot 10 cm, zato jih nismo izmerili. Na tej ploskvi je prevladoval ostrolistni jesen, zato je bilo 6 osebkov uvrščenih med vladajoča in sovladajoča drevesa in v zgornji sloj, tako tudi na tej ploskvi ena črna jelša. Največ ocenjenih dreves je imelo srednje dolgo krošnjo, najmanj pa dolgo krošnjo (preglednica 6). Pri dobu prevladujejo drevesa s srednje dolgo krošnjo. Dolgo krošnjo sta imela samo dva ocenjena drevesa doba. Pri belem gabru ima skoraj enak delež ocenjenih dreves srednje dolgo in kratko krošnjo. Od ostalih listavcev imata dolgo krošnjo le dva osebka poljskega bresta. Pri črni jelši smo pri večini osebkov ocenili, da imajo kratko krošnjo.

Preglednica 4: Porazdelitev posameznih drevesnih vrst, izmerjenih na vzorčnih ploskvah v pragozdnem rezervatu Krakovo leta 2016, glede na socialni položaj

Drevesna vrsta	Nadvladajoča, vladajoča		Sovladajoča		Podstojna, obvladana		Skupaj	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
Dob	40	100,0	0	0,0	0	0,0	40	100,0
Beli gaber	0	0,0	2	0,8	234	99,2	236	100,0
Ostrolistni jesen	6	60,0	1	10,0	3	30,0	10	100,0
Poljski brest	0	0,0	1	20,0	4	80,0	5	100,0
Maklen	0	0,0	0	0,0	7	100,0	7	100,0
Črna jelša	1	8,3	1	8,3	10	83,4	12	100,0
Skupaj	47	15,2	5	1,6	258	83,2	310	100,0

Preglednica 5: Porazdelitev posameznih drevesnih vrst, izmerjenih na vzorčnih ploskvah v pragozdnem rezervatu Krakovo leta 2016, glede na slojevitost

Drevesna vrsta	Zgornji sloj		Srednji sloj		Spodnji sloj		Skupaj	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
Dob	40	100,0	0	0,0	0	0,0	40	100,0
Beli gaber	0	0,0	78	33,1	158	66,9	236	100,0
Ostrolistni jesen	6	60,0	1	10,0	3	30,0	10	100,0
Poljski brest	0	0,0	3	60,0	2	40,0	5	100,0
Maklen	0	0,0	2	28,6	5	71,4	7	100,0
Črna jelša	1	8,3	1	8,3	10	83,4	12	100,0
Skupaj	47	15,2	85	27,4	178	57,4	310	100,0

Preglednica 6: Porazdelitev posameznih drevesnih vrst, izmerjenih na vzorčnih ploskvah v pragozdnem rezervatu Krakovo leta 2016, glede na dolžino krošnje

Drevesna vrsta	Dolga krošnja		Srednje dolga krošnja		Kratka krošnja		Skupaj	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
Dob	2	5,0	37	92,5	1	2,5	40	100,0
Beli gaber	23	9,7	104	44,1	109	46,2	236	100,0
Ostrolistni jesen	0	0,0	2	20,0	8	80,0	10	100,0
Poljski brest	2	40,0	2	40,0	1	20,0	5	100,0
Maklen	0	0,0	4	57,1	3	42,9	7	100,0
Črna jelša	0	0,0	3	25,0	9	75,0	12	100,0
Skupaj	27	8,7	152	49,0	131	42,3	310	100,0



Slika 13: Del vzorčne ploskve številka 15, na kateri prevladuje ostrolistni jesen s čremso (A. M. Pintar, maj 2016)

5.2.2 Vitalnost, razvojna težnja in zdravstveno stanje dreves

Večina vseh ocenjenih dreves je srednje vitalnih (preglednica 7), imajo nazadujočo razvojno težnjo (preglednica 8) ter so brez poškodb debla, korenčnika in vej (preglednica 9). Pri poškodbah prevladujejo poškodbe vej. Samo dva ocenjena osebka doba kažeta izredno vitalnost. Z napredujočo razvojno težnjo so bili ocenjeni samo osebki doba. Velika večina belega gabra je srednje vitalna, ima nazadujočo razvojno težnjo. Večina osebkov ostrolistnih jesenov je slabo vitalnih, saj se jim sušijo veje od vrha krošnje proti notranjosti, kar je bilo zaznано tudi pri oceni o zdravstvenem stanju, to pa bi lahko pripisali napadu glive *Chalara fraxinea*. Pri ostrolistnem jesenu in pri ostalih listavcih prevladuje nazadujoča razvojna težnja.

Preglednica 7: Porazdelitev posameznih drevesnih vrst, izmerjenih na vzorčnih ploskvah v pragozdnem rezervatu Krakovo leta 2016, glede na vitalnost

Drevesna vrsta	Izredna		Močna		Srednja		Slaba		Skupaj	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
Dob	2	5,0	24	60,0	11	27,5	3	7,5	40	100
Beli gaber	0	0,0	6	2,5	221	93,7	9	3,8	236	100
Ostrolistni jesen	0	0,0	1	10,0	0	0,0	9	90,0	10	100
Poljski brest	0	0,0	1	20,0	3	60,0	1	20,0	5	100
Maklen	0	0,0	0	0,0	6	85,7	1	14,3	7	100
Črna jelša	0	0,0	1	8,3	10	83,4	1	8,3	12	100
Skupaj	2	0,7	33	10,6	251	81,0	24	7,7	310	100

Preglednica 8: Porazdelitev posameznih drevesnih vrst, izmerjenih na vzorčnih ploskvah v pragozdnem rezervatu Krakovo leta 2016, glede na razvojno težnjo

Drevesna vrsta	Napredujoča		Spremljajoča		Nazadujoča		Skupaj	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
Dob	5	12,5	17	42,5	18	45,0	40	100,0
Beli gaber	0	0,0	10	4,2	226	95,8	236	100,0
Ostrolistni jesen	0	0,0	0	0,0	10	100,0	10	100,0
Poljski brest	0	0,0	1	20,0	4	80,0	5	100,0
Maklen	0	0,0	0	0,0	7	100,0	7	100,0
Črna jelša	0	0,0	1	8,3	11	91,7	12	100,0
Skupaj	5	1,6	29	9,4	276	89,0	310	100,0

Preglednica 9: Porazdelitev posameznih drevesnih vrst, izmerjenih na vzorčnih ploskvah v pragozdnem rezervatu Krakovo leta 2016, glede na zdravstveno stanje

Drevesna vrsta	Zdrava drevesa		Poškodbe debla in koreničnika		Poškodbe vej		Skupaj	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
Dob	28	70,0	1	2,5	11	27,5	40	100,0
Beli gaber	224	94,9	4	1,7	8	3,4	236	100,0
Ostrolistni jesen	6	60,0	1	10,0	4	40,0	10	110,0
Poljski brest	5	100,0	0	0,0	0	0,0	5	100,0
Maklen	6	85,7	0	0,0	1	14,3	7	100,0
Črna jelša	10	83,3	0	0,0	2	16,7	12	100,0
Skupaj	279	90,0	5	1,6	26	8,4	310	100,0

6 RAZPRAVA IN SKLEPI

Rezultate terenskega dela v pragozdnem rezervatu Krakovo v maju 2016 smo primerjali z javno dostopnimi podatki in z rezultati prejšnjih meritev. Z rezultati, ki jih je v svoji diplomski nalogi ugotovil Žibert (2006), rezultati polne izmere, ki so jo opravili na Zavodu za gozdove Slovenije Območna enota Brežice v letu 2000 in 2015, z javno dostopnimi podatki spletnega pregledovalnika podatkov o gozdovih Zavoda za gozdove Slovenije in z nekaterimi ostalimi javno dostopnimi podatki.

Z vzorčno izmero v maju 2016 smo ocenili 388 dreves na hektar (preglednica 1). Največ je bilo belih gabrov. Leta 2015 so ob polni izmeri ugotovili 327 dreves na hektar, leta 2000 pa 314, kjer so tudi izmerili največ osebkov belega gabra. Žibert (2006) je v svoji diplomski nalogi ocenil, da je v pragozdnem rezervatu Krakovo 255 dreves na hektar. Ugotovili smo, da sta glavni drevesni vrsti v pragozdnem rezervatu Krakovo beli gaber (76,1 %) in dob (12,9 %), katerima so primešani še črna jelša, ostrolistni jesen, poljski brest in maklen. Pri polni izmeri pragozdnega rezervata leta 2015 so ugotovili, da v številu dreves znaša delež belega gabra 71,6 % in doba 14,4 %. Najdebelejše drevo doba so v letu 2015 izmerili v 33. debelinski stopnji, medtem ko smo v maju 2016 pri vzorčni izmeri izmerili najdebelejše drevo v 31. debelinski stopnji (slika 10). Poleg dreves, ki smo jih izmerili v maju 2016 na vzorčnih ploskvah, so leta 2015 izmerili še navadno bukev (*Fagus sylvatica* L.), čremso, drobnico (*Pyrus pyraeaster* (L.) Burgsd.) in le po en osebek smreke (*Picea abies* (L.) Karsten), lipe (*Tilia platyphyllos* Scop.) ter divje češnje (*Prunus avium* L.).

Leta 2016 smo ocenili 27 sušic na hektar in 19 podrtic na hektar (preglednica 1). Med sušicami in podrticami prevladujejo drevesa dobov. V letu 2000 so pri polni izmeri ugotovili 8 sušic in 6 podrtic na hektar, v letu 2015 pa 19 sušic in 17 podrtic na hektar. Zaznali smo, da se je število sušic in podrtic od leta 2000 do 2015 povečalo predvsem na račun povečanja števila sušic in podrtic doba. Večje število sušic, ki smo jih ocenili leta 2016 v primerjavi z letom 2015, pa pripisujemo predvsem majhnosti našega vzorca. Grce (2012) je na 1200 m² veliki vzorčni ploskvi v pragozdnem rezervatu Krakovo ocenil 92 odmrlih dreves na hektar. V vrstni sestavi s 96,5 % v deležu odmrlih dreves prevladuje

dob. Razliko v številu odmrlih dreves med oceno, ki smo jo opravili v letu 2016 in oceno, ki so jo opravili v letu 2012, lahko pripišemo postavitvi 1200 m² velike vzorčne ploskve na območje, kjer je bilo odmrlega drevja nekoliko več v primerjavi s celotnim pragozdnim rezervatom.

Povprečna lesna zaloga v pragozdnem rezervatu Krakovo leta 2016 znaša 731,6 m³/ha (preglednica 3). V lesni zalogi prevladuje dob s 83,5 %. V letu 2006 so ocenili delež doba v lesni zalogi na 88,1 % (Gozdnogospodarski načrt ..., 2006), v letu 2000 pri polni izmeri na 85,6 % in v letu 2015 pri polni izmeri na 78,9 %. V letu 2015 so pri polni izmeri ugotovili lesno zalogo 616,6 m³/ha, leta 2000 pa 686,2 m³/ha. V spletnem pregledovalniku podatkov o gozdovih Zavoda za gozdove Slovenije ocenjujejo lesno zalogo pragozdnega rezervata Krakovo na 744,0 m³/ha. Žibert (2006) jo v svoji diplomski nalogi ocenjuje na 558,7 m³/ha. Lesna zaloga pragozdnega rezervata je v letu 1970 znašala 656 m³/ha (Acceto, 1972, cit. po Žibert, 2006). Iz rezultatov polne izmere vidimo, da se je lesna zaloga od leta 2000 do leta 2015 zmanjšala za 69,6 m³/ha. Menimo, da je nekoliko večja lesna zaloga, ki smo jo izmerili, posledica premajhnega števila ploskev in s tem večje vzorčne napake.

Leta 2016 smo ocenili povprečno lesno zalogo sušic 134,6 m³/ha in podrtic 61,7 m³/ha (preglednica 3). Pri polni izmeri leta 2015 so ugotovili povprečno lesno zalogo sušic 106,5 m³/ha, podrtic pa 92,9 m³/ha, leta 2000 pa povprečno lesno zalogo sušic 51,7 m³/ha, podrtic 26,5 m³/ha. Pri povprečni lesni zalogi tako sušic kot podrtic v vseh treh izmerah je močno prevladoval dob. Lesna zaloga sušic in podrtic se je od leta 2000 do 2015 oziroma 2016 povečala. Zaznali smo povečano mortaliteto doba. Tudi Čater (2015) ugotavlja, da se dob v Sloveniji sooča s povečano in razširjeno mortaliteto. Grce (2012) ocenjuje povprečno lesno zalogo sušic na 99,5 m³/ha in podrtic na 139,5 m³/ha. Nekoliko večje razlike med lesno zalogo sušic in podrtic, ki jo je ocenil Grce (2012) in lesno zalogo sušic in podrtic, ki smo jo ocenili v letu 2016, lahko pripišemo temu, da so v letu 2012 vzorčno ploskev postavili v del pragozdnega rezervata, kjer je bilo več odmrlega drevja in tudi več podrtic. Razliko lahko pripišemo tudi temu, da so leta 2012 prešteli vse podrtice skupaj z vsemi prepoznanimi deli in vse večje, nobenemu osebkju pripadajoče veje. Večji premer vej, ki so jo zajeli, je bil enak ali večji od 10 cm.

Žibert (2006) je v svoji diplomski nalogi ocenjeval značilnosti dreves, prav tako smo jih ocenjevali za to diplomsko nalogo v letu 2016. V desetih letih smo opazili premik večjega deleža ocenjenih dreves iz razreda močne vitalnosti v razred s srednjo vitalnostjo. Ugotovili smo zmanjševanje deleža ocenjenih dreves z napredujočo in spremljajočo razvojno težnjo ter povečevanje deleža dreves z nazadujočo razvojno težnjo. Prav tako kot mi v letu 2016 je Žibert (2006) za večino dreves ocenil, da niso poškodovana. Največ poškodb je pripisal poškodbam vej in vrhov, za kar krivi udarce okoliških dreves, ki so odmrla in se podrla. Večina poškodb, ki smo jih ocenili, so nastale zaradi vzroka, ki ga je opisal Žibert (2006), opazili pa smo tudi nekaj osebkov doba in belega gabra, ki so bili še živi in jim je trohnel spodnji del debla.

Levanič in sod. (2007) ugotavljajo, da se stanje osutosti doba v Krakovskem gozdu, katerega del je pragozdni rezervat Krakovo, počasi slabša. Izraziteje se stanje osutosti slabša po letu 2003. Čeprav nismo ocenjevali osutosti krošnje, bi lahko trdili enako tudi v letu 2016. Ugotovili smo, da ima 27,5 % ocenjevanih dobov poškodbe vej, srednjo vitalnost kaže 27,5 % ocenjevanih osebkov, slabo pa 7,5 %. Prav tako ima največji delež ocenjenih dreves doba (45,0 %) nazadujočo razvojno težnjo.

S prvo hipotezo smo preverili, ali v primeru zaznanega slabšega zdravstvenega stanja in povečane mortalitete dreves prehaja pragozdni rezervat iz optimalne v terminalno fazo. To hipotezo smo potrdili. Zaznali smo slabšanje vitalnosti in razvojne težnje ocenjenih drevesnih vrst, a nismo zaznali slabšanja zdravstvenega stanja, o katerem bi sklepali na podlagi poškodovanih debel dreves in močnejšega odmiranja njihovih vej. Vendar smo ugotovili povečano število in tudi povečano lesno zalogo sušic in podrtic doba v zadnjih petnajstih oziroma šestnajstih letih, ki je glavna drevesna vrsta v pragozdnem rezervatu Krakovo in ima največji delež v lesni zalogi. Zaznali smo tudi vsaj šest izrazitejših sestojnih vrzeli (slika 7).

Z drugo hipotezo smo preverili, ali se drevesna višina od juga proti severu pragozdnega rezervata zmanjšuje, prav tako pa se spreminja tudi drevesna sestava. To smo predpostavili zaradi večanja oddaljenosti od reke Krke in morebitnega spreminjanja ravni podtalnice. Prvi del hipoteze smo zavrnili, saj na podlagi lidarskih podatkov nismo ugotovili izrazitega zmanjšanja višin (slike 7, 8, 9 in 12). Višine dreves so tudi v severnem delu pragozdnega rezervata primerljive z višinami v njegovem južnem delu. Drugi del hipoteze smo sprejeli. V severovzhodnem (slika 9 a) in severozahodnem delu (slika 9 d) pragozdnega rezervata se pojavlja črna jelša, kar se lepo vidi tudi na prečnem prerezu pragozdnega rezervata ob njegovi severni meji (slika 8 a). Na tej sliki je prikazano, kako se ob vzhodnem in zahodnem delu pojavlja črna jelša, vmes pa se pojavljata, značilno za pragozdni rezervat Krakovo, dob in beli gaber. Na in v okolici vzorčne ploskve številka 15 se v veliki meri pojavlja tudi ostrolistni jesen s čremso (slika 13).

7 POVZETEK

V diplomski nalogi smo ocenili sestojno zgradbo pragozdnega rezervata Krakovo. Opravili smo vzorčno izmero in analizirali javno dostopne lidarske podatke na tem območju. Pragozdni rezervat Krakovo se nahaja v območni enoti Brežice znotraj Krakovskega gozda, severno od reke Krke. Njegova površina znaša 39,84 hektarjev. Je gozd s posebnim namenom, kjer sta poudarjeni raziskovalna funkcija in funkcija varovanja naravne dediščine.

V pragozdnem rezervatu Krakovo je bila opravljena vzorčna izmera leta 2006. Leta 2000 in 2015 je bila opravljena polna izmera. V aprilu in maju 2016 smo opravili vzorčno izmero pragozdnega rezervata. Postavili smo 16 vzorčnih ploskev. Ploskve smo postavili na novo, saj starih z izjemo ene nismo mogli najti. Uporabili smo vzorčno mrežo gostote 100×250 m. Vzorčne ploskve so imele polmer 12,61 m in površino 5 arov. Na vsaki ploskvi smo merili živa in odmrta drevesa, ki so izvirala s ploskve s premerom enakim ali večjim od 10 cm. Odmrta drevesa smo uvrstili med sušice in podrtice.

Živim drevesom na vzorčni ploskvi smo določili drevesno vrsto, izmerili smo jim azimut, razdaljo od središča ploskve ter prsni premer. Vsem živim drevesom na ploskvi smo ocenili socialni položaj, dolžino krošnje, slojevitost, vitalnost, razvojno težnjo in zdravstveno stanje. Dvema najbližjima živima drevesoma doba in belega gabra smo izmerili višino.

V programskem okolju GIS ArcMap smo oblikovali digitalni model višin in digitalni model površja. Prikazali smo tloris rezervata z višinami dreves in vrzelmi med njimi. Prikazali smo prereze skozi rezervat od juga proti severu ter od zahoda proti vzhodu. Za oceno sestojne strehe in zgornjih višin dobov smo izdelali digitalni model krošenj z 10 metrsko ločljivostjo.

Ocenili smo povprečno 388 dreves na hektar. V številu dreves prevladuje beli gaber, sledijo mu dob ter ostali listavci. Beli gaber se pojavlja v nižjih debelinskih stopnjah. Dob se v večji meri pojavlja od 14. do 21. debelinske stopnje. Povprečno je v pragozdnem rezervatu 46 odmrlih dreves na hektar. V številu odmrlih dreves prevladuje dob. Skupna lesna zaloga živih dreves znaša $731,6 \pm 190,2 \text{ m}^3/\text{ha}$. V skupni lesni zalogi prevladuje dob s 83,5 %. Lesna zaloga odmrlih dreves znaša $196,3 \text{ m}^3/\text{ha}$, v njej prevladuje dob.

Največji delež v številu vseh izmerjenih dreves predstavljajo podstojna in obvladana drevesa, najmanj pa je sovladajočih. Največ ocenjenih dreves je imelo srednje dolgo krošnjo, najmanj pa dolgo krošnjo. Večina vseh ocenjenih dreves je srednje vitalnih, imajo nazadujočo razvojno težnjo ter nimajo poškodb debla in korenčnika ali vej. Na podlagi zaznanega slabšanja vitalnosti in razvojne težnje ocenjenih drevesnih vrst ter povečane mortalitete doba od leta 2000 do leta 2016 smo ugotovili, da pragozdni rezervat Krakovo prehaja iz optimalne v terminalno fazo. V pragozdnem rezervatu Krakovo se drevesne višine proti severu ne zmanjšujejo. Drevesne višine so tudi v severnem delu pragozdnega rezervata primerljive z višinami v njegovem južnem delu. V severnem delu pragozdnega rezervata se pojavljajo črna jelša in ostrolistni jesen s čremso. Te drevesne vrste tvorijo dele sestojev in nadomeščajo dob ter beli gaber.

8 VIRI

Čater M. 2014. Mortaliteta in osutost krošenj doba (*Quercus robur* L.) na trajnih vzorčnih ploskvah – 20 – letni pregled. Acta Silva et Ligni 105: 17-25

Dakskobler I., Kutnar L., Šilc U. 2013. Poplavni, močvirni in obrežni gozdovi Slovenije – Gozdovi vrb, jelš, dolgopecljatega bresta, velikega in ozkolistnega jesena, doba in rdečega bora ob rekah in potokih. Ljubljana, Gozdarska založba: 127 str.

Diaci J. 2006. Gojenje gozdov: pragozdovi, sestoji, zvrsti, načrtovanje, izbrana poglavja. Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete: 348 str.

Diaci J., Pisek R., Hladnik D. 2006. Izpopolnitev metodologije spremljanja razvoja gozdov v rezervatih V: Monitoring gospodarjenja z gozdom in gozdnato krajino. Hladnik D. (ur.). (Studia forestalia Slovenica, št. 127). Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Biotehniška fakulteta: 125-143

Gozdni rezervati. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije

http://www.zgs.si/slo/obmocne_enote/brezice/gozdni_rezervati_in_pragozdovi/index.html

(15. 7. 2016)

Gozdnogospodarski načrt za GGE Krakovo 2006-2015, 2007. Brežice, ZGS-OE Brežice.

Grce D. 2012. Ocena naravnosti gozdnih rezervatov Slovenije, problematičnih z vidika lastništva, na podlagi mrtve lesne biomase: magistrsko delo. Ljubljana, samozaložba: 69 str.

Hudoklin A. 2004. Krakovski gozd – Šentjernejsko polje, oaza narave v dolini reke Krke. Ljubljana, Ministrstvo za okolje, prostor in energijo: 4 str.

Izvedba laserskega skeniranja Slovenije Blok 14 – tehnično poročilo o izdelavi izdelkov, 2014. Ljubljana, Geodetski inštitut Slovenije.

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

Kotar M. 2007. *Gozdarski priročnik: tablice*. 7. izd.. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 414 str.

Levanič T., Čater M. 2007. Povezave med klimatskimi dejavniki, osutostjo krošnje in debelinskim prirastkom pri dobi (*Quercus robur* L.) v vzhodni Sloveniji. V: Podnebne spremembe: vpliv na gozd in gozdarstvo. Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Biotehniška fakulteta: 429-443

Ministrstvo za okolje in prostor, Spletni portal eVode

http://gis.arso.gov.si/evode/profile.aspx?id=atlas_voda_Lidar%40Arso (28.5.2016)

Pregledovalnik podatkov o gozdovih. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije

<http://prostor.zgs.gov.si/pregledovalnik/> (22.7.2016)

Rezultati polne izmere pragozdnega rezervata Krakovo v letih 2000 in 2015. 2015. Brežice, ZGS-OE Brežice.

Uredba o spremembah Uredbe o varovalnih gozdovih in gozdovih s posebnim namenom. 2013. Ur. l. RS, št. 1/2013.

Žibert F. 2006. Sestojna zgradba v pragozdnem rezervatu Krakovo in gospodarskem gozdu: diplomsko delo. Ljubljana, samozaložba: 49 str.

ZAHVALA

Za strokovno pomoč, napotke in nasvete, za usmerjanje pri izdelavi diplomskega dela ter za pomoč pri meritvah na terenu se zahvaljujem mentorju prof. dr. Davidu Hladniku. Za pomoč pri meritvah na terenu in oblikovanju slikovnega gradiva se zahvaljujem Alojzu Skvarči.

Za hitro opravljeno recenzijo in strokovne nasvete, kako diplomsko delo izboljšati, se zahvaljujem prof. dr. Juriju Diaciju.

Za tehnični pregled diplomskega dela se zahvaljujem mag. Maji Peteh.

Za pomoč pri meritvah na terenu se zahvaljujem Domnu Povšiču in Andreju Pucu.

Za pomoč pri oblikovanju slikovnega gradiva se zahvaljujem Tilnu Urhu.

Za prevod izvlečka v angleški jezik se zahvaljujem Matjažu Simončiču.

Zahvaljujem se staršem, starim staršem, ostalim sorodnikom in prijateljem, ki so mi v času študija oziroma celotnega šolanja pomagali in me podpirali.