

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Davor KRŽIŠNIK

**RAZISKAVE ARHEOLOŠKEGA LESA S KOLIŠČARSKE
NASELBINE DUŠANOVO NA LJUBLJANSKEM BARJU**

MAGISTRSKA NALOGA
Magistrski študij – 2. stopnja

**INVESTIGATIONS OF ARCHAEOLOGICAL WOOD FROM THE
PILE-DWELLING SITE OF DUŠANOVO ON LJUBLJANSKO BARJE**

M. Sc. THESIS
Master Study Programmes

Ljubljana, 2014

Magistrska naloga je zaključek magistrskega študija Trajnostna raba lesa – 2. stopnja na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Naloga je bila opravljena na Katedri za tehnologijo lesa Oddelka za lesarstvo Biotehniške fakultete v Ljubljani, kjer smo izvedli vse laboratorijske analize.

Senat Oddelka za lesarstvo je dne 19. 5. 2014 odobril naslov magistrske naloge in za mentorico imenoval prof. dr. Katarino Čufar, za recenzenta pa doc. dr. Maksa Merele.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Davor Kržišnik

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Du2
DK UDK 630*55:902.67
KG arheološki les/dendrokronologija/dendrotipologija/Ljubljansko barje
AV KRŽIŠNIK, Davor
SA ČUFAR, Katarina (mentorica)/MERELA, Maks (recenzent)
KZ SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
LI 2014
IN RAZISKAVE ARHEOLOŠKEGA LESA S KOLIŠČARSKE NASELBINE
DUŠANOVO NA LJUBLJANSKEM BARJU
TD Magistrska naloga (Magistrski študij – 2. stopnja)
OP XIV, 63 str., 11 pregl., 39 sl., 16 pril., 29 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Predstavljamo raziskavo arheološkega lesa iz koliščarske naselbine Dušanovo na Ljubljanskem barju. Med zaščitnim izkopavanjem v letu 2013 so arheologi odvzeli vzorce 210 pilotov. Preiskali smo jih po uveljavljeni metodi, ki vključuje obdelavo, makroskopsko ali mikroskopsko identifikacijo lesa, merjenje in dendrokronološke raziskave. Prevladoval je les jesena (*Fraxinus* sp.), ki je predstavljal 78 % lesa, sledil je les topola (*Populus* sp.) s 7 %, javorja (*Acer* sp) s 4 %, jelše (*Alnus glutinosa*) s 3 % ter belega gabra (*Carpinus betulus*), vrbe (*Salix* sp.), hrasta (*Quercus* sp.) in bresta (*Ulmus* sp.), ki so predstavljali vsak po 2 % lesa. Izbor lesnih vrst nakazuje, da so les večinoma sekali na poplavnih terenih v bližini naselbine. 64 vzorcev jesenovih kolov je imelo 45 ali več branik in so bili po uveljavljenih kriterijih primerni za dendrokronološko analizo. Zaporedja širin branik 15 vzorcev smo sinhronizirali, združili v kronologijo DU-FRSP1 in jo datirali s kronologijo kolišča Črni graben v leto 2491 (± 18) kal. pr. n. št. Izkazalo se je, da je kolišče Dušanovo živelo ob zaključku bakrene dobe, hkrati z naselbinami Črni graben, Založnica in Parte. Isto obdobje poseka lesa nakazuje, da sta bili naselbini Dušanovo in bližnji Črni graben morda celo del iste naselbine. Premeri kolov so znašali med 5 in 18 cm, nad 80 % jih je imelo premer od 7 do 12,5 cm. Slaba polovica (40 %) kolov je imela branike široke 1-2 mm. Koli so imeli od 11 do 156 branik, skoraj polovica je imela manj kot 30 branik, kar nakazuje približno starost dreves ob poseku. Najmlajša so bila drevesa vrbe, sledijo jelša, topol, hrast, javor, brest in beli gaber. Največ branik je v splošnem imel jesen, kar je najverjetneje posledica polardiranja - sekanja vej za prehrano živali. Sledove polardiranja, ki se odraža v manjšem prirastku in spremenjeni zgradbi lesa, smo zasledili in natančneje proučili na vzorcih lesa 10 jesenov.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Du2
DC UDC 630*55:902.67
CX archaeological wood/dendrochronology/dendrotipology/Ljubljana Marshes
AU KRŽIŠNIK, Davor
AA ČUFAR, Katarina (supervisor)/MERELA, Maks (reviewer)
PP SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Wood Science and Technology
PY 2014
TI INVESTIGATIONS OF ARCHAEOLOGICAL WOOD FROM THE PILE-DWELLING SITE OF DUŠANOVO ON LJUBLJANSKO BARJE
DT M. Sc. Thesis (Master Study Programmes)
NO XIV, 63 p., 11 tab., 39 fig., 16 ann., 29 ref.
LA sl
AL sl/en
AB We present investigations of archaeological wood from the pile-dwelling site of Dušanovo on Ljubljansko barje (the Ljubljana Marshes). During rescue excavations in 2013, archaeologists took samples from 210 piles. We investigated the waterlogged archaeological wood using an established method which involves wood processing, macroscopic or microscopic wood identification, measuring, and dendrochronological research. Ash wood (*Fraxinus* sp.) was dominant, representing 78% of the collected archaeological wood, followed by poplar (*Populus* sp.) with 7%, maple (*Acer* sp.) with 4%, alder (*Alnus glutinosa*) with 3%, and hornbeam (*Carpinus betulus*), willow (*Salix* sp.), oak (*Quercus* sp.), and elm (*Ulmus* sp.), each representing 2%. The selection of wood species suggests that most of the wood was felled in a flood-prone terrain in the vicinity of the settlement. 64 samples of ash piles had 45 or more tree rings and were, by established criteria, suitable for dendrochronological analysis. Tree-ring series of 15 samples were cross-dated, integrated into the chronology of DU-FRSP1 and dated with the chronology of the pile dwelling of Črni Graben to the year 2491 (± 18) cal. BC. The results indicate that Dušanovo was inhabited at the end of the Copper Age, at the same time as the settlements of Črni graben, Založnica and Parte. The same period of tree felling indicates that the settlements of Dušanovo and the nearby Črni Graben might have been a part of the same settlement. The piles were between 5 and 18 cm in diameter, with more than 80% of them between 7 and 12.5 cm in diameter. Less than a half (40%) of the piles had tree-ring widths of 1-2 mm. The piles had between 11 and 156 tree rings, and nearly a half of them had fewer than 30 tree rings, indicating the approximate age of the trees at the time of felling. Willow trees were the youngest, followed by alder, poplar, oak, maple, elm and hornbeam. In general, ash had the most tree rings, most likely due to pruning (cutting branches for animal consumption). We have observed and studied the traces of pruning that are reflected in a smaller increment and a modified structure of wood in 10 samples of ash.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key Words Documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic.....	VII
Kazalo slik.....	VIII
Kazalo prilog	XI
Okrajšave in simboli	XII
Slovarček.....	XIII
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 DENDROKRONOLOGIJA	3
2.2 GEOGRAFSKI ORIS IN NASTANEK LJUBLJANSKEGA BARJA	5
2.3 ARHEOLOŠKA IZKOPAVANJA NA LJUBLJANSKEM BARJU IN ARHEOLOŠKI LES	7
2.4 KOLIŠČARSKA DOBA NA LJUBLJANSKEM BARJU	11
2.5 DUŠANOVO IN ČRNI GRABEN PRI BISTRI	17
3 MATERIAL IN METODE	21
3.1 VZORČENJE LESA	21
3.2 PRIPRAVA VZORCEV ZA IDENTIFIKACIJO LESA	22
3.3 MAKROSKOPSKA IDENTIFIKACIJA LESA	24
3.4 PRIPRAVA MIKROSKOPSKIH PREPARATOV IN IDENTIFIKACIJA LESA	25
3.5 DENDROKRONOLOŠKE ANALIZE	27
3.6 PRIPRAVA VZORCEV ZA SKLADIŠČENJE	29
4 REZULTATI IN RAZPRAVA.....	30
4.1 RAZISKAVE LESA NA KOLIŠČARSKI NASELBINI DUŠANOVO	30
4.2 DENDROKRONOLOŠKE RAZISKAVE	33
4.3 PREMERI KOLOV	39
4.4 ŠTEVILO BRANIK	41
4.5 STAROST IN PREMER DREVES ZA KOLE	43
4.6 DENDROTIPOLOGIJA	46

4.7	POLARDIRANJE	49
4.8	ŠTEVILO BRANIK GLEDE NA DREVESNO VRSTO	53
5	SKLEPI	55
6	POVZETEK.....	57
7	VIRI	60

ZAHVALA

PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Koliščarska naselja na Ljubljanskem barju, leto arheoloških izkopavanj in število analiziranih vzorcev lesa; stanje 2013 (Čufar in sod., 2013: 35).	8
Preglednica 2: Odstotki lesnih vrst po koliščarskih naselbinah. FRSP – jesen (<i>Fraxinus</i> sp.), QUSP – hrast (<i>Quercus</i> sp.), ALGL – jelša (<i>Alnus glutinosa</i>), ACSP – javor (<i>Acer</i> sp.), SASP – vrba (<i>Salix</i> sp.), POSP – topol (<i>Populus</i> sp.), COAV – leska (<i>Corylus avellana</i>), CABE – beli gaber (<i>Carpinus betulus</i>), FASY – bukev (<i>Fagus sylvatica</i>), ABAL – jelka (<i>Abies alba</i>), ULSP – brest (<i>Ulmus</i> sp.); stanje 2013 (Čufar in sod., 2013: 36). Za kratice najdišč glej preglednico 1.	9
Preglednica 3: Število in deleži vzorcev po vrstah lesa ter število in deleži dendrokronološko merjenih in datiranih vzorcev z naselbine Dušanovo.	30
Preglednica 4: Datirani vzorci lesa jesena (<i>Fraxinus</i> sp.).	35
Preglednica 5: Frekvenčna porazdelitev debelin vseh kolov na kolišču Dušanovo.	39
Preglednica 6: Klani vzorci, njihovi premeri in drevesna vrsta. FRSP – jesen, POSP – topol.	39
Preglednica 7: Frekvenčna porazdelitev vseh kolov po številu branik na kolišču Dušanovo.	41
Preglednica 8: Frekvenčna porazdelitev po gostoti branik na kolišču Dušanovo. Število enot v posameznem razredu – f in kumulativa frekvenc – F.	43
Preglednica 9: Frekvenčna porazdelitev povprečnih širin branik v lesu s kolišča Dušanovo. Število enot v posameznem razredu – f in kumulativa frekvenc – F.	44
Preglednica 10: Polardirani vzorci jesena, povprečno število branik na mm in srednja širina branik.	45
Preglednica 11: Mediana (Me) števila branik in število vzorcev (N) po lesnih vrstah z Dušanovega.	53

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Datirane kronologije širin branik koliščarskih naselbin z Ljubljanskega barja. Nesenčene so hrastove (QUSP) kronologije, senčene pa kronologije jesena (FRSP) in bukve (FASY). Puščica označuje konec bakrene dobe na Ljubljanskem barju (Čufar in sod., 2013: 37).	4
Slika 2: Ljubljansko barje (Velušček, 2009a: 11).	5
Slika 3: Ljubljansko barje (Geodetski inštitut Slovenije, 2014).	6
Slika 4: Zemljevid Ljubljanskega barja s koliščarskimi naselbinami, kjer so bile opravljene dendrokronološke raziskave in so datirana v 5., 4. in 3. tisočletje pr. n. št. (Čufar in sod., 2013: 37).	7
Slika 5: Tlorisi objektov E1, E2 in E3 s kolišča Parte-Iščica, ki so orientirani v smeri jugozahod-severovzhod (Velušček in sod., 2010b: 94).	13
Slika 6: Moderna rekonstrukcija koliščarske naselbine Maharski prekop pri Igu. Vas je sestavljalo več kolib (približno 10) s privzdignjenim podom. Na kopenski strani je bila zavarovana z dvojno ograjo iz bukovih kolov. Čeprav je bila poseljena le približno 25 let, verjetno ni bila postavljena naenkrat, temveč so jo dograjevali, kolibe pa so stalno popravljali (Velušček, 2010a; Velušček 2009b :48).	14
Slika 7: Maharski prekop, načrt izkopavanj 1970–1977 je po Bregant 1996. Označeno je območje domnevne livarske delavnice (Velušček, 2009a: 23).	15
Slika 8: Jugozahodni del Ljubljanskega barja z označenimi lokacijami kolišč Založnica, Blato, Črni graben in Dušanovo (Velušček in sod., 2011: 52).	17
Slika 9: Najdišči Črni graben in Dušanovo, detajl slike 8 (Velušček in sod., 2011: 59).	18
Slika 10: Verjetni tloris koliščarske kolibe, rekonstruiran na osnovi datiranih kolov na zahodnem in jugozahodnem delu. Leto poseka kaže, da je bila koliba najverjetneje postavljena v letu 2491 ± 6 pr. n. št. (1-sigma) oz. ± 18 (2-sigma), kasneje popravljena in kmalu nato verjetno opuščena (Velušček in sod., 2011: 60).	19
Slika 11: Koliščarska naselbina Stare gmajne iz konca 4. tisočletja pr. n. št. z ločenim zahodnim in vzhodnim delom (sivo). Črte predstavljajo jarke, kjer je bilo opravljeno zaščitno izkopavanje (Velušček, 2009a: 14).	20
Slika 12: Vzorci lesa po odvzemu na terenu pripravljeni za obdelavo z mizarskimi stroji. 10 do 20 cm dolgi vzorci so označeni z identifikacijskimi številkami in nepredušno zaprti v polietilenskih vrečkah.	21

Slika 13: Obdelava vzorcev lesa: (a) vzorec lesa z identifikacijsko številko pred obdelavo, (b) obdelava vzorca z mizarskim strojem, (c) kolut, izžagan iz sredine vzorca, pripravljen za raziskavo.	22
Slika 14: Vzorci, pripravljeni za pregled s pomočjo stereo mikroskopa.	23
Slika 15: Vzorci po makroskopskem pregledu razdeljeni v tri skupine: na vrhu so vzorci, pri katerih z makroskopsko metodo nismo mogli določiti lesene vrste, na sredini so makroskopsko identificirani vzorci, spodaj pa makroskopsko identificirani vzorci jesena z vsaj 45 branikami, pripravljeni za dendrokronološko analizo.	25
Slika 16: Orodja za odvzem mikroskopskih preparatov.	26
Slika 17: Orodja za pripravo mikroskopskih preparatov.	27
Slika 18: Sistem za izvedbo dendrokronoloških meritev.	28
Slika 19: Priprava vzorcev na skladiščenje: (a) vlaganje vzorca v debelo polietilensko folijo, (b) prilivanje destilirane vode, da vzorec ostane napojen, (c) vzorec v napravi za vakuumsko pakiranje in (d) vzorci pripravljeni na skladiščenje v depojih Oddelka za lesarstvo.	29
Slika 20: Deleži lesnih vrst na kolišču Dušanovo: ACSP – javor (<i>Acer</i> sp.), ALGL – jelša (<i>Alnus glutinosa</i>), CABE – beli gaber (<i>Carpinus betulus</i>), FRSP – jesen (<i>Fraxinus</i> sp.), POSP – topol (<i>Populus</i> sp.), QUSP – hrast (<i>Quercus</i> sp.), SASP – vrba (<i>Salix</i> sp.), ULSP – brest (<i>Ulmus</i> sp.).	31
Slika 21: Tloris najdišča Dušanovo ter označeni razdelki z vertikalnimi koli. Položaj kolov je zapisan v Gauß-Krügerjevem koordinatnem sistemu.	32
Slika 22: Kronologija DU-FRSP1, zadnji datum 2493 ± 18 ter njen položaj glede na kronologije PAR-QUSP1, CG-FRSP1, ZAL-FRSP1, ZAL-FRSP2, PAR-FRSP1 in ZAL-QUSP1.	33
Slika 23: Razponi zaporedij širin branik jesenovih vzorcev z Dušanovega po datiranju.	34
Slika 24: Položaj dendrokronološko datiranih kolov na najdišču (v razdelkih A in B). Črno zapisane oznake predstavljajo številke vzorcev, rdeče pa datum zadnje branike na posameznem vzorcu.	36
Slika 25: Položaj dendrokronološko datiranih kolov na najdišču (v razdelkih C in D). Črno zapisane oznake predstavljajo številke vzorcev, rdeče pa datum zadnje branike na posameznem vzorcu.	37
Slika 26: Frekvenčna porazdelitev po premeru vseh kolov na koliščarski naselbini Dušanovo.	40
Slika 27: Frekvenčna porazdelitev vseh vzorcev po številu branik na koliščarski naselbini Dušanovo.	42

Slika 28: Frekvenčna porazdelitev vzorcev glede na število branik na dolžinsko enoto (mm) na koliščarski naselbini Dušanovo.....	44
Slika 29: Frekvenčna porazdelitev vzorcev glede na povprečno širino branik na koliščarski naselbini Dušanovo.....	45
Slika 30: Modeli različnega koriščenja gozdnih sestojev. 1. gozdni sestoj, 2. pomlajevanje na panju in 3. redčenje (Billamboz, 2003: 45).	46
Slika 31: Razmerje med širino in številom branik izbranih jesenov. Prikazani so vzorci z oznakami DU-13-51, -53, -70, -78, -79, -94, -95, -105, -112 in -160.	47
Slika 32: Dendrotipološki prikaz za datirane jesenove kole na naselbini Dušanovo.....	48
Slika 33: Črtni prikaz širin branik jesenov, vključenih v dendrokronološke raziskave od stržena (levo) proti skorji (desno).....	49
Slika 34: Mesta zaporednih ozkih branik (črne puščice) na treh datiranih vzorcih polardiranih dreves.	50
Slika 35: Grafičen prikaz in slika polardiranih vzorcev.....	51
Slika 36: Grafičen prikaz in slika polardiranih vzorcev.....	52
Slika 39: Primerjava mediane (Me) števila branik po posameznih vrstah lesa na Dušanovem in posameznih razdelkih.	54

KAZALO PRILOG

- PRILOGA A: Podatki o vzorcih lesa z Dušanovega, razdelek A.
- PRILOGA B: Podatki o vzorcih lesa z Dušanovega, razdelek B.
- PRILOGA C: Podatki o vzorcih lesa z Dušanovega, razdelek C.
- PRILOGA D: Podatki o vzorcih lesa z Dušanovega, razdelek D.
- PRILOGA E: Število in delež vzorcev po vrstah lesa ter število in deleži dendrokronološko merjenih in sinhroniziranih (relativno datiranih) vzorcev po razdelkih.
- PRILOGA F: Položaj kolov po lesnih vrstah v razdelkih A in D.
- PRILOGA G: Položaj kolov po različnih lesnih vrstah v razdelku A.
- PRILOGA H: Položaj kolov po različnih lesnih vrstah v razdelku D.
- PRILOGA I: Frekvenčna distribucija premerov kolov po razdelkih.
- PRILOGA J: Vrstna razdelitev po posameznih razredih frekvenčne distribucije po premeru kolov za razdelek A.
- PRILOGA K: Vrstna razdelitev po posameznih razredih frekvenčne distribucije po premeru kolov za razdelek D.
- PRILOGA L: Položaj kolov iz posameznega debelinskega razreda po razdelkih.
- PRILOGA M: Frekvenčna distribucija števila branik po razdelkih.
- PRILOGA N: Vrstna razdelitev po posameznih razredih frekvenčne distribucije po številu branik za razdelek A.
- PRILOGA O: Vrstna razdelitev po posameznih razredih frekvenčne distribucije po številu branik za razdelek D.
- PRILOGA P: Frekvenčne porazdelitve gostote branik in prirastkov po razdelkih.

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

ABAL	Jelka (<i>Abies alba</i>)
ACSP	Javor (<i>Acer</i> sp.)
ALGL	Jelša (<i>Alnus glutinosa</i>)
CABE	Beli gaber (<i>Carpinus betulus</i>)
COAV	Leska (<i>Corylus avellana</i>)
FASY	Bukev (<i>Fagus sylvatica</i>)
FRSP	Jesen (<i>Fraxinus</i> sp.)
POSP	Topol (<i>Populus</i> sp.)
QUSP	Hrast (<i>Quercus</i> sp.)
SASP	Vrba (<i>Salix</i> sp.)
ULSP	Brest (<i>Ulmus</i> sp.)
WK	Vzorec ima zadnjo nastalo braniko pod skorjo
ZRC SAZU	Znanstveno raziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti
BB	Blatna Brezovica (ime najdišča-kolišča)
CG	Črni graben (ime najdišča-kolišča)
CR	Črešnja ob Bistri (ime najdišča-kolišča)
DU	Dušanovo (ime najdišča-kolišča)
HOC	Hočevarica (ime najdišča-kolišča)
MP	Maharski prekop (ime najdišča-kolišča)
PAR	Parte (ime najdišča-kolišča)
PI	Parte-Iščica (ime najdišča-kolišča)
RP	Resnikov prekop (ime najdišča-kolišča)
SG	Stare gmajne (ime najdišča-kolišča)
SM1+2	Spodnje mostišče (ime najdišča-kolišča)
SPC	Špica (ime najdišča-kolišča)
SV	Strojanova voda (ime najdišča-kolišča)
VO	Veliki Otavnik (ime najdišča-kolišča)
ZAL	Založnica (ime najdišča-kolišča)
f	Frekvenca – število enot v posamezni skupini ali razredu
f%	Relativna frekvenca
F	Kumulativa frekvenc
F%	Kumulativa relativnih frekvenc
Me	Mediana
N	Število vzorcev

SLOVARČEK

Dendrotipologija	Izkoriščanje gozda prikažemo z rezultati dendrotipologije, ki je sredstvo za razvrščanje lesa z uporabo dendrologije, dendrokronologije in tehnološko-morfoloških kriterijev (Billamboz, 2003).
Frekvenca – število enot v posamezni skupini ali razredu	Frekvenčno porazdelitev oblikujemo iz dane statistične populacije, tako da enote razvrstimo po posameznih vrednostih številske (numerične) spremenljivke in jih preštejemo. Če ima številska spremenljivka veliko vrednosti, sorodne vrednosti združujemo v razrede in preštejemo, koliko enot je v posameznih razredih. Število enot v posameznem razredu imenujemo frekvenca razreda (Seljak, 1998).
Frekvenčna porazdelitev	Frekvenčna porazdelitev je prikaz urejenih numeričnih podatkov, pri kateri so na eni strani navedene vrednosti spremenljivke, na drugi pa tem vrednostim pripadajoče frekvence oziroma števila, ki kažejo, s kakšno pogostostjo se pojavlja določena vrednost.
Kumulativa frekvenc	Če nas zanima, koliko enot zavzema vrednosti, ki so manjše od zgornje meje določenega razreda, potem računamo kumulativno frekvenčno porazdelitev. To dobimo, če postopoma seštevamo frekvence v frekvenčni porazdelitvi (Seljak, 1998).
Kumulativa relativnih frekvenc	Na enak način kot kumulativo frekvenc računamo tudi kumulativno frekvenčno porazdelitev (Seljak, 1998).
Mediana	Mediana je srednja vrednost in je enaka vrednosti, od katere ima 50 % enot manjše vrednosti in 50 % enot večje vrednosti (Košmelj, 1999).

Polardiranje

Ali glavičenje, kjer vsaka 1 do 3 leta odstranimo vse veje na istem mestu, kjer se formirajo t. i. glave. Ker redno odstranjujemo tanke veje, ima drevo možnost učinkovito omejiti škodljive vplive (Lestan, 2010).

Polžarica

Tudi jezerska kreda je svetlo siva karbonatna meljasta glina, ki pokriva večji del Ljubljanskega barja. Opređeljena je bila kot jezerski sediment na osnovi geokemičnih lastnosti sedimenta: vsebuje veliko karbonatov, ki so se odlagali tako s kemičnim kot biogenim izločanjem apnenca zaradi fotosinteze vodnih rastlin in vsebnosti vodnih polžev (konhilij) (Andrič, 2009).

Relativna frekvenca

Frekvenco razreda lahko primerjamo s številom vseh enot in dobimo strukturo pojava. Z drugimi besedami jo imenujemo relativna frekvenca. Če (absolutna) frekvenca pove, koliko enot se nahaja v posameznem razredu, potem relativne frekvence (strukturni deleži) kažejo, kolikšen del celote je v posameznem razredu (Seljak, 1998).

1 UVOD

Arheološki les je vir podatkov o preteklih dogodkih. Uveljavljena metodologija raziskav arheološkega lesa vključuje pregled lesa, oceno njegove ohranjenosti, identifikacijo lesa vrste in dendrokronološko datiranje, če les vsebuje dovolj branik. Z lesom je treba med raziskavami ravnati tako, da njegova ohranitev ni ogrožena. Ko so preiskave končane, je za vsak predmet treba predvideti ustrezno shranjevanje za njegovo ohranitev. Rezultate raziskav moramo interpretirati v sodelovanju s strokovnjaki iz drugih strok.

V tej nalogi prikazujemo rezultate raziskav lesa iz koliščarske naselbine Dušanovo, kjer je ekipa arheologov prvič vzorčila les v letu 2010, izkopavanja pa so ponovili še v letu 2013. Na kolišču so prvič raziskali les 32 vzorcev kolov in identificirali les jesena ter vrbe, lesa pa, zaradi premajhnega števila branik na vzorcih lesa oz. ker les ni bil dovolj ohranjen, niso mogli datirati. Po ugotovitvah arheologov je kolišče glede na tipologijo arheoloških najdb verjetno živelo ob zaključku dobe koliščarjev na Ljubljanskem barju okoli leta 2500 pr. n. št. Dušanovo predstavlja enega od 15 kolišč na Ljubljanskem barju, kjer so v letih 1995-2013 raziskali les in opravili dendrokronološke raziskave, ki so, ob podpori radiokarbonske metode, omogočile dokaj natančno datacijo kolišč (Velušček, 2011; Čufar in sod., 2013).

Raziskave lesa se običajno opravi po uveljavljenem postopku v naslednjih korakih: obdelava lesa, identifikacija lesa in štetje branik, merjenje širin branik in dendrokronološko sinhroniziranje zaporedij širin branik, ovrednotenje lastnosti oz. ohranjenosti lesa, priprava lesa za konzerviranje, datiranje, prikaz rezultatov na načrtu kolišča, interpretacija rezultatov (Čufar in Velušček, 2012).

Les iz arheološkega najdišča Dušanovo, pridobljen med zaščitnimi izkopavanji v letu 2013, smo želeli raziskati po enakem uveljavljenem postopku.

Cilji naloge so:

- Po uveljavljeni metodologiji (Čufar in Velušček, 2012) raziskati les s koliščarske naselbine Dušanovo.
- Oceniti pomen izbora lesnih vrst za gradbeni material in za boljše razumevanje okolja v času obstoja naselbine.
- Sestaviti kronologijo širin branik za naselbino in jo datirati z razpoložljivimi referenčnimi kronologijami koliščarskih naselbin.
- Relativno datirati oz. prikazati sosledja morebitnih gradbenih aktivnosti na koliščarski naselbini Dušanovo.
- Datiranje lesa uporabiti za datiranje drugih arheoloških najdb in njihovo kulturno opredelitev.
- Prikazati rezultate na načrtu kolišča.

Delovne hipoteze:

- Kolišče je glede na tipologijo arheoloških najdb najverjetneje živelo ob zaključku dobe koliščarjev na Ljubljanskem barju okoli leta 2500 pr. n. št.

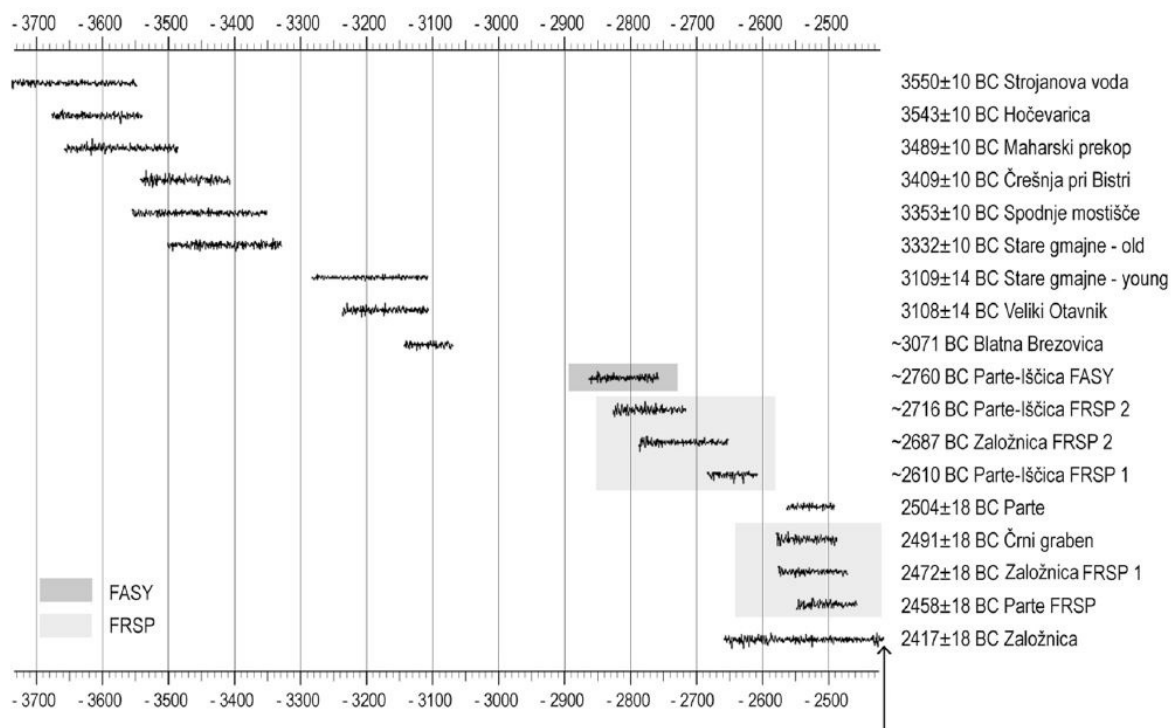
2 PREGLED OBJAV

2.1 DENDROKRONOLOGIJA

Dendrokronologija je veda, ki omogoča datiranje in razlago preteklih dogodkov s pomočjo raziskave lesa. V Sloveniji so z uvajanjem dendrokronologije začeli leta 1993 in od takrat metodo redno uporabljajo tudi za datiranje lesenih predmetov kulturne dediščine. Dendrokronološka analiza temelji na merjenju širin branik oz. enoletnih prirastkov v lesu. S pomočjo meritev in analize ugotovimo, v katerem koledarskem letu je posamezna branika nastala, temu pa potem sledi datiranje branik. Pri raziskavi lesa predmetov kulturne dediščine rezultat datiranja navadno podamo z navedbo leta, v katerem je nastala najmlajša branika na preučevanem predmetu. Datum zadnje branike po navadi še ne ustreza pravi starosti predmeta. Če je na predmetu ohranjena skorja in ugotovimo, kdaj je nastala branika pod njo, lahko natančno ugotovimo, kdaj je bilo drevo za uporabljeni les posekano. Za določitev starosti predmeta moramo oceniti še, koliko časa so potrebovali za prevoz, sušenje, obdelavo in vgradnjo lesa. Kadar na predmetu skorja ni ohranjena, moramo oceniti tudi, koliko branik manjka, ker so bile odstranjene zaradi obdelave, uporabe, obrabe ali poškodb. Na splošno velja, da vsakega kosa lesa ne moremo datirati. Datiramo lahko les, ki ima veliko branik (vsaj 50, ali v primeru koliščarskih naselbin vsaj 45) in je brez rastnih anomalij. Pripadati mora drevesni vrsti, za katero imamo ustrezno referenčno kronologijo, in to za obdobje in geografsko regijo, ki nas zanimata (Čufar in Levanič, 2000; Čufar, 2010).

Hrast (*Quercus* sp.), ki ga pri nas najpogosteje zastopata dob (*Quercus robur*) in graden (*Quercus petraea*), je najpomembnejši lesni takson v evropski dendrokronologiji, najdaljša hrastova referenčna kronologija južne Nemčije pa je daljša od 10.000 let. V Sloveniji še nimamo sklenjene kronologije, dolge več tisoč let. Poleg lesa iz konstrukcij, ki je redko starejši od 500 let, so doslej raziskovali, datirali in v kronologije vključili les iz rimske dobe in iz koliščarskih naselbin. Na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete so tudi opravili sistematčne raziskave lesa s kolišč, ki jih koordinira Inštitut za arheologijo ZRC SAZU pod vodstvom dr. Antona Veluščka že leta 1995. Od takrat so vsako leto opravili izkopavanja in zbrali ter raziskali že več kot 8400 vzorcev lesa. Na vseh doslej raziskanih koliščih so bile sestavljene hrastove in jesenove kronologije. Več hrastovih kronologij so

med seboj primerjali in nekatere združili. Vse kronologije so datirali s pomočjo radiometričnih raziskav in metode »wiggles matching«. Odstopanja pri najboljših datacijah znašajo ± 10 let (Čufar, 2010; Čufar in Velušček, 2012; Čufar in sod., 2013).

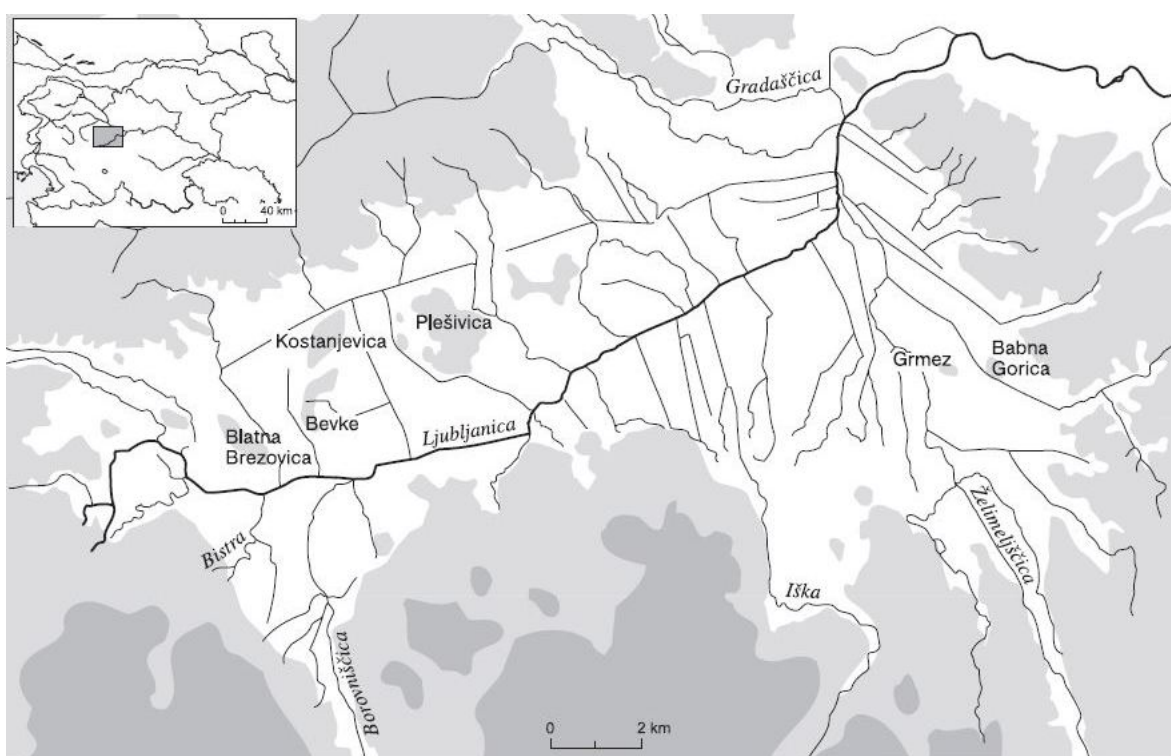


Slika 1: Datirane kronologije širin branik koliščarskih naselbin z Ljubljanskega barja. Nesenčene so hrastove (QUSP) kronologije, senčene pa kronologije jesena (FRSP) in bukve (FASY). Puščica označuje konec bakrene dobe na Ljubljanskem barju (Čufar in sod., 2013: 37).

Koliščarske hrastove kronologije v grobem pokrivajo obdobje 3800-2400 pr. n. št. Kronologije so prekinjene v tretji četrtini 4. tisočletja, na prehodu iz 4. v 3. tisočletje in v prvi polovici 3. tisočletja pr. n. št. Pomanjkanje koliščarskega lesa v omenjenih obdobjih je lahko posledica poselitvenega hiatusa, zato je malo verjetno, da bi vrzeli v bodoče lahko premostili z vzorci z Ljubljanskega barja. Kljub temu je pomembno vztrajno pridobivanje novega arheološkega lesa za izboljšavo in podaljšanje kronologij (Slika 1). Do pred kratkim še nobene koliščarske kronologije niso uspeli datirati s pomočjo telekonekcije z oddaljenimi, npr. nemškimi kronologijami (Čufar, 2010). Z izboljšavo slovenskih kronologij v smislu boljše pokritosti, bo verjetnost telekonekcij večja, kar potrjujejo nedavno neobjavljeni rezultati primerjav kronologij iz prve polovice 4. tisočletja pr. n. št. (Čufar, osebna komunikacija).

2.2 GEOGRAFSKI ORIS IN NASTANEK LJUBLJANSKEGA BARJA

Ljubljansko barje je južni del Ljubljanske kotline in meri 163 km². Nad poplavnim osredjem kotline (nadmorska višina 287-290 m) se dvigajo osamelci Sinja Gorica, Blatna Brezovica, Bevke, Kostanjevica, Grič, Vnanje Gorice, Grmez, Babna Gorica, s 390 m nadmorske višine najvišji osamelec Plešivica in drugi vrhovi na obrobju. Glavna vodna žila, ki vijuga po barju, je reka Ljubljanica. Pomembni so tudi njeni pritoki, kot so Borovniščica, Iška, Iščica, Zornica in Gradaščica (Slika 2 – 3) (Lah in Adamič, 1992).



Slika 2: Ljubljansko barje (Velušček, 2009a: 11).



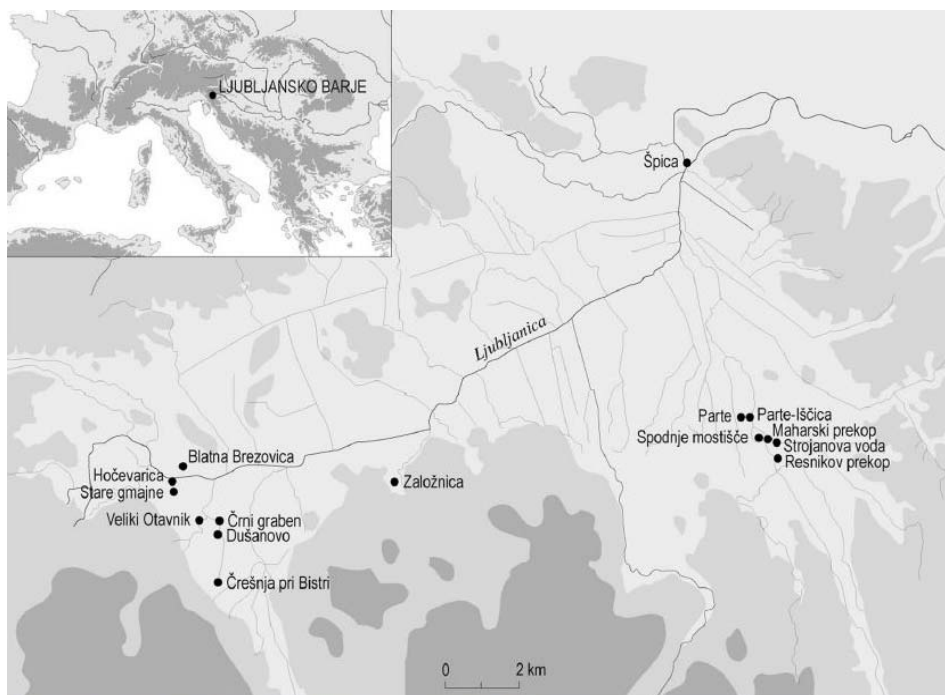
Slika 3: Ljubljansko barje (Geodetski inštitut Slovenije, 2014).

Na Ljubljanskem barju se menjujejo prodnate, glinene in šotne plasti. Nekoč je bilo Barje domnevno velika prodnata ravan s posamičnimi vodnimi zalivčki, drugič bolj ali manj plitvo jezero z bogato floro in favno, tretjič spet neprehodno močvirje in šotišče. Vrtina, ki so jo opravili pri Črni vasi, kaže, da tik pod površjem leži približno 15 metrov debela plast polžarice, včasih preprejena s plastmi peska. V njej je bogata favna polžev in školjk. Polžarica oziroma jezerska kreda dokazuje, da je bilo po zadnji ledeni dobi na Ljubljanskem barju jezero. Na podlagi lege naselbin sklepamo, da so le-te stale na obrežju tedanjega jezera in da so se skozi čas skupaj z jezerom premikale proti središču Ljubljanskega barja, ki ga je v 2. tisočletju pr. n. št. dokončno preraslo barje. To dokazujejo plasti nad polžarico, bogate z rastlinskimi ostanki, kot so rjava glina, šotno blato, šota in humus. Šota nastaja na močvirnatih območjih, kjer morajo za njen nastanek vladati posebne razmere. Idealne so takrat, kadar se ozemlje enakomerno pogreza, tako da ne pride niti do osušitve močvirja niti do ojezeritve (Velušček, 2004a).

2.3 ARHEOLOŠKA IZKOPAVANJA NA LJUBLJANSKEM BARJU IN ARHEOLOŠKI LES

Skrivnost o koliščarjih Ljubljanskega barja se je začela razkrivati 17. julija leta 1875, ko je odbornik okrajnega cestnega odbora in posestnik Martin Peruzzi iz Črne vasi sporočil Deželnemu muzeju v Ljubljani, da so delavci pri čiščenju jarkov ob Ižanski cesti blizu vasi Studenec (današnji Ig) naleteli na ostanke naselbine na kolih in da so našli veliko črepinj, živalskih kosti, orodja iz jelenovega rogovja in oglja. Karl Deschmann, tedanji muzejski kustos in ravnatelj, je takoj ugotovil, da so najdbe sledi koliščarske vasi, kakršno so odkrili v Švici leta 1854 in deset let pozneje tudi na Koroškem pri Celovcu. Od takrat do danes so tam potekala številna arheološka izkopavanja (Velušček, 2010a; Velušček, 2004b).

Med že omenjenimi raziskavami v sodelovanju Oddelka za lesarstvo Biotehniške fakultete in Inštituta za arheologijo ZRC SAZU so med letoma 1995 in 2013 raziskali les s 15 kolišč in zbrali in analizirali skupno preko 8400 vzorcev lesa. Na nekaterih lokacijah so bila izkopavanja večkrat ponovljena in se še nadaljujejo (Slika 4 in Preglednica 1) (Čufar in sod., 2013).



Slika 4: Zemljevid Ljubljanskega barja s koliščarskimi naselbinami, kjer so bile opravljene dendrokronološke raziskave in so datirana v 5., 4. in 3. tisočletje pr. n. št. (Čufar in sod., 2013: 37).

Preglednica 1: Koliščarska naselja na Ljubljanskem barju, leto arheoloških izkopavanj in število analiziranih vzorcev lesa; stanje 2013 (Čufar in sod., 2013: 35).

Najdišče	Koda	Leto arheoloških raziskav	Število vzorcev lesa
Resnikov prekop	RP	2002	34
Hočevarica	HOC	1995, 1998	361
Strojanova voda	SV	2012	351
Maharski prekop	MP	2005	234
Črešnja pri Bistri	CR	2003	124
Spodnje Mostišče	SM1+2	1996, 1997	690
Stare Gmajne	SG	2002, 2004, 2006, 2007	932
Veliki Otavnik	VO	2006	30
Blatna Brezovica	BB	2003	170
Parte-Iščica	PI	1997, 1998	1265
Črni graben	CG	2010	50
Parte	PAR	1996	242
Založnica	ZAL	1995, 1999, 2001, 2009	1465
Dušanovo	DU	2010	32
Špica	SPC	2010, 2011	2452
SKUPAJ			8432

Ljubljansko barje je naše največje in skoraj edino nahajališče večjih količin arheološkega lesa iz preteklih obdobij, ki ima sledove človeške obdelave in uporabe. V barjanskih tleh so se ohranili predvsem ostanki v tla zabitih kolov, na katerih so bila postavljena bivališča, kar predstavlja več kot 99 % vseh analiziranih vzorcev lesa (Čufar in Velušček, 2012).

Ker je les kolov obdelan, ga imenujemo arheološki les. Ta les je pogosto edini materialni vir za zanesljivo datiranje, pa tudi za preučevanje odnosov med človekom in okoljem ter rekonstrukcijo krajine in klime preteklih obdobij. Arheološki les, imenovan tudi »mokri les«, je ob odkritju pogosto videti presenetljivo dobro ohranjen, vendar začne vidno propadati, če ga izpostavimo sušenju na zraku. Glavni specifični dejavniki, ki vplivajo na ohranjenost lesa, so posebnosti nahajališča, starost in vrsta najdbe, lesne vrste itd. (Čufar in sod., 2002).

Deleži lesnih vrst variirajo in so odvisni od tega, kje je stalo kolišče, kako dolgo je bilo naseljeno in kako intenzivna je bila poselitev v njegovi širši okolici. Najpogostejše lesne vrste odkrite na koliščih Ljubljanskega barja so jesen (*Fraxinus* sp.), hrast (*Quercus* sp.) in jelša (*Alnus glutinosa*), sledijo javor (*Acer* sp.), vrba (*Salix* sp.) in topol (*Populus* sp.). Leska (*Corylus avellana*), beli gaber (*Carpinus betulus*), bukev (*Fagus sylvatica*), jelka (*Abies alba*) in brest (*Ulmus* sp.) pa so bili najdeni v manjših količinah (Preglednica 2) (Čufar in Velušček, 2012; Čufar in sod., 2013).

Preglednica 2: Odstotki lesnih vrst po koliščarskih naselbinah. FRSP – jesen (*Fraxinus* sp.), QUSP – hrast (*Quercus* sp.), ALGL – jelša (*Alnus glutinosa*), ACSP – javor (*Acer* sp.), SASP – vrba (*Salix* sp.), POSP – topol (*Populus* sp.), COAV – leska (*Corylus avellana*), CABE – beli gaber (*Carpinus betulus*), FASY – bukev (*Fagus sylvatica*), ABAL – jelka (*Abies alba*), ULSP – brest (*Ulmus* sp.); stanje 2013 (Čufar in sod., 2013: 36). Za kratice najdišč glej preglednico 1.

Najdišče	FRSP	QUSP	ALGL	ACSP	SASP	POSP	COAV	CABE	FASY	ABAL	ULSP	ostalo
RP	24		53	3								21
HOC	51	37	7	3		2						
SV	62	16	10	2	2	2		1		5		
MP	30	35	12	10	2	3	4	1	2			
CR	20	49	22	2	1	3	3					
SM1+2	22	59	7	11				1				
SG	44	36	3	3	2	5	1	1	3			1
VO	20	57	7		7	10						
BB	32	51	2	9	1	1	2		2			
PI	70	2	9	3	1	3	2	1	7	1	1	
CG	100											
PAR	62	33	4	1								
ZAL	54	29		2	6	2	3	1	2			1
DU*	63				37							
SPC	60	21	2	3	3		1	3	4	1		2

* Podatki so za 32 vzorcev lesa, raziskanih v letu 2010.

Iz nabora lesnih vrst lahko sklepamo, ali so bila v bližini naselja poplavna mesta. Jelša, jesen, hrast (dob), topol in vrba so verjetno uspevali v bližini kolišč. Les bukve, javorja, belega gabra in jelke pa so verjetno sekali na rastiščih, ki so bila nekoliko oddaljena od kolišč in so se večinoma nahajala na kraškem robu na južnem delu barja. Bolj oddaljena rastišča so obiskovali za lov in nabiralništvo, les pa so tam najverjetneje začeli izkoriščati šele takrat, ko ga je v bližini naselij začelo primanjkovati. Med uporabljenimi lesnimi vrstami je bila najbolj zaželena hrastovina (Čufar in Velušček, 2012).

Hrastov les ima med uporabljenimi lesnimi vrstami (poleg slabo zastopanega bresta) edini obarvano jedrovino, ki je naravno odporna proti biološkemu razkroju (glivam in insektom), zato bi bilo smiselno pričakovati, da so za pilote najprej uporabili predvsem hrastov les, šele ko je tega zmanjkalo, so posegli po drugih vrstah. Jesenov les je za kole manj primeren, ker ni naravno odporen. Jesena je bilo v okolici kolišč verjetno veliko, ker bolje uspeva na vlažnih rastiščih (to je bliže stoječi vodi) kot dob, poleg tega se tudi dobro pomlajuje na panju. To pomeni, da kmalu po poseku dreves iz panjev odženejo poganjki, iz katerih v nekaj letih zraste skupina novih dreves. Taka drevesa so premer 10 cm lahko dosegla že po 10 letih, kar je omogočilo relativno kratek čas med dvema sečnjama v istem sestoku (Velušček, 2009a).

Raziskave kažejo, da so največ sekali drevesa s premerom približno 10 cm, velike količine debel takega premera pa so pridobili s pomlajevanjem na panju (panje posekanih dreves so pustili, tako da so iz njih zrasla nova drevesa). Kadar je začelo primanjkovati lesa z ustreznim premerom, so posegli po deblih večjih premerov in jih po poseku vzdolžno razklali. Praviloma so klali hrastova debla, premerov nad 14 cm (Čufar in Velušček, 2012).

Zaradi izsuševanja Barja ter poljedelskih in gradbenih posegov je arheološki les zelo ogrožen, z njegovim propadom pa nepovratno izgubljam materialni vir informacij, ki so morda ključnega pomena za razlago dogajanj v preteklosti (Čufar in Velušček, 2012).

2.4 KOLIŠČARSKA DOBA NA LJUBLJANSKEM BARJU

Koliščarska doba na Ljubljanskem barju je obdobje, ko so obstajala kolišča oziroma koliščarske naselbine. Na podlagi stratigrafskih opazanj, analiz sedimenta in favne sklepamo, da je bilo v 4. in 3. tisočletju pr. n. št. na Ljubljanskem barju še razmeroma prostrano jezero, ki se je postopno manjšalo in ga je že v 2. tisočletju pr. n. št. v celoti preraslo barje. V obdobju, ko jezera ni bilo več, na Barju tudi ni bilo kolišč. Mlajše- in poznobronastodobne ter železnodobne naselbine so bile na trdinskem svetu okoli Barja (Iška Loka, Sv. Ana, Sv. Lovrenc, Ljubljanski grad itn.) (Velušček, 2005).

Dendrokronološke raziskave, radiokarbonsko datiranje in uporaba metode »wiggle matching« so omogočile, da danes dokaj natančno vemo, kdaj so raziskane naselbine živele (Čufar in sod., 2010).

Ugotovljeno je bilo, da Ljubljansko barje ni bilo kontinuirano poseljeno. Poselitvena obdobja so se zgostila zelo okvirno v prvi polovici 5. tisočletja pr. n. št. (npr. Resnikov prekop), od okoli 3700 do okoli 3070 pr. n. št. (npr. Hočevarica, Črešnja ob Bistri, Stare gmajne, Blatna Brezovica), od okoli 2800 do okoli 2400 pr. n. št. (npr. Parte-Iščica, Parte, Založnica) ter ob koncu 3. tisočletja in v prvi in drugi polovici 2. tisočletja pr. n. št. (npr. Konec, Notranje Gorice in Blato) (Velušček, 2005; Velušček in sod., 2011).

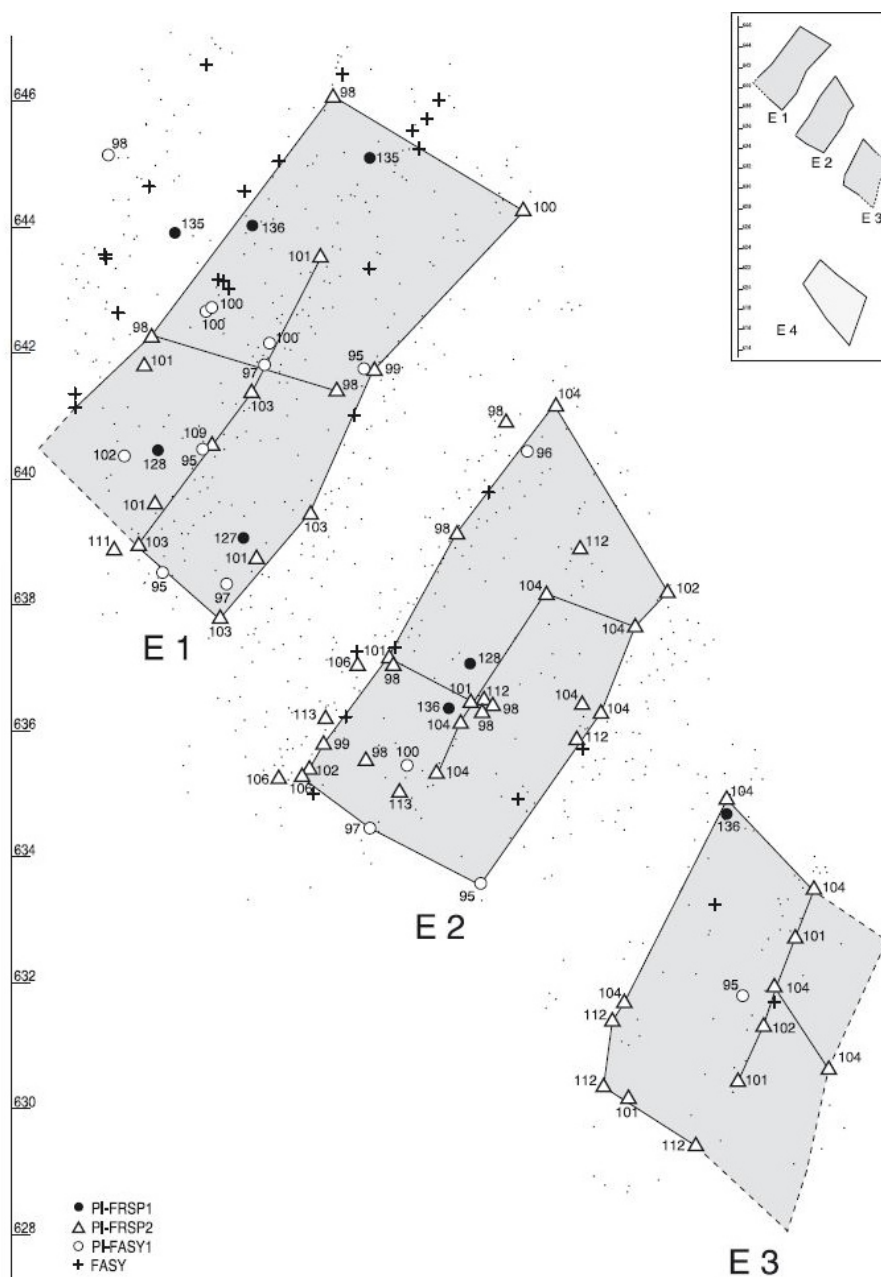
Začetek koliščarskega obdobja torej sodi v konec mlajše kamene dobe, traja vso bakreno in se konča v srednji bronasti dobi. Kulturno to ni enotno obdobje. V poselitvi je prišlo tudi do nekaj prekinitev. Najdaljša je trajala skoraj celo tisočletje. Čeprav razlogov za poselitve še ni mogoče zadovoljivo pojasniti, jih raziskovalci iščejo v povezavi s podnebnimi in gospodarskimi dejavniki (Velušček, 2010a).

Na podlagi arheološko-dendrokronoloških raziskav ugotavljamo, da so bili hkrati, v istem letu, poseljeni različni konci Ljubljanskega barja. Slednje dokazujejo ostanki v mehka tla zabitih nosilnih kolov iz različnih koliščarskih naselbin, ki so bili posekani v istem koledarskem letu (Velušček, 2009b).

Koliščarsko naselbino je lahko sestavljalo več posamičnih, od tal dvignjenih kolib oziroma kolib na kolih, zato smo jih poimenovali kolišča. Kolibe niso stale na velikih ali manjših ploščadih. Znano je tudi, da je nekatere naselbine obdajala varovalna ograja oziroma palisada (Velušček, 2005; Velušček, 2009b).

Predvsem raziskave v strugi Iščice na najdišču Parte-Iščica so prinesle veliko novih podatkov o videzu koliščarskih naselbin. V Iščici so raziskovali na območju, kjer je več kot tisoč vertikalnih kolov iz 3. tisočletja pr. n. št. Z dendrokronološkimi raziskavami in natančnim kartiranjem so lahko povezali tiste kole, ki so bili posekani sočasno. Na ta način so lahko rekonstruirali tlorise majhnih hiš, ki so bile zelo verjetno dvignjene od tal in so merile približno $3,5 \times 7$ m. Medsebojno so bile oddaljene približno 2-3 m, najbrž zaradi požarne varnosti. Njihov razpored kaže na organizirano oz. urejeno družbo. Ugotovili so, da so bivališča pogosto že v letu po postavitvi popravljali, dodajali nove kole itn. Pokazalo se je tudi, da so bili objekti verjetno v uporabi le nekaj let in da so že po 10-20 letih na istem mestu postavili povsem novo hišo. Ugotovili so tudi, da so se tlorisi koliščarskih vasi stalno spreminjali – vas ni bila postavljena naenkrat, temveč so hiše glede na potrebe dodajali. Danes vemo, da so naselbine največkrat živele le nekaj desetletij in da so na skoraj istem mestu po krajšem ali daljšem obdobju lahko ponovno postavili novo vas. Da bi poskušali razumeti izredno prilagodljivost prazgodovinskega človeka z Ljubljanskega barja na okolje, omenimo še orientacijo hiš na najdišču Parte-Iščica. Hiše so po dolžini usmerjene severovzhodno-jugozahodno z rahlim odklonom proti severu oziroma jugu. To je orientacija, ki na Barju izrazito prevladuje, poznamo pa jo tudi iz drugih prazgodovinskih naselbin v Sloveniji. Usmerjenost se približuje smeri t. i. heliometrične osi, ki omogoča, da se optimalno izkoristi predvsem toploto šibkega zimskega sonca (Velušček, 2004a; Velušček, 2010a; Velušček, 2010b).

Slika 5 prikazuje tlorise 3 oz. 4 hiš, številke na sliki predstavljajo relativno leto poseka drevesa (posebni znaki), iz katerega je bil narejen kol. S pikicami so označeni nedatirani koli, ki so večinoma starejši ali mlajši od na tem mestu označenih objektov. Arheološko-dendrokronološke raziskave v strugi Iščice so dale vpogled v prostorsko razporeditev kolib na kolišču. Vas je bila sestavljena iz prostostojećih kolib pravokotnega tlorisa s privzdignjenim podom (Velušček, 2010a; Velušček, 2010b).



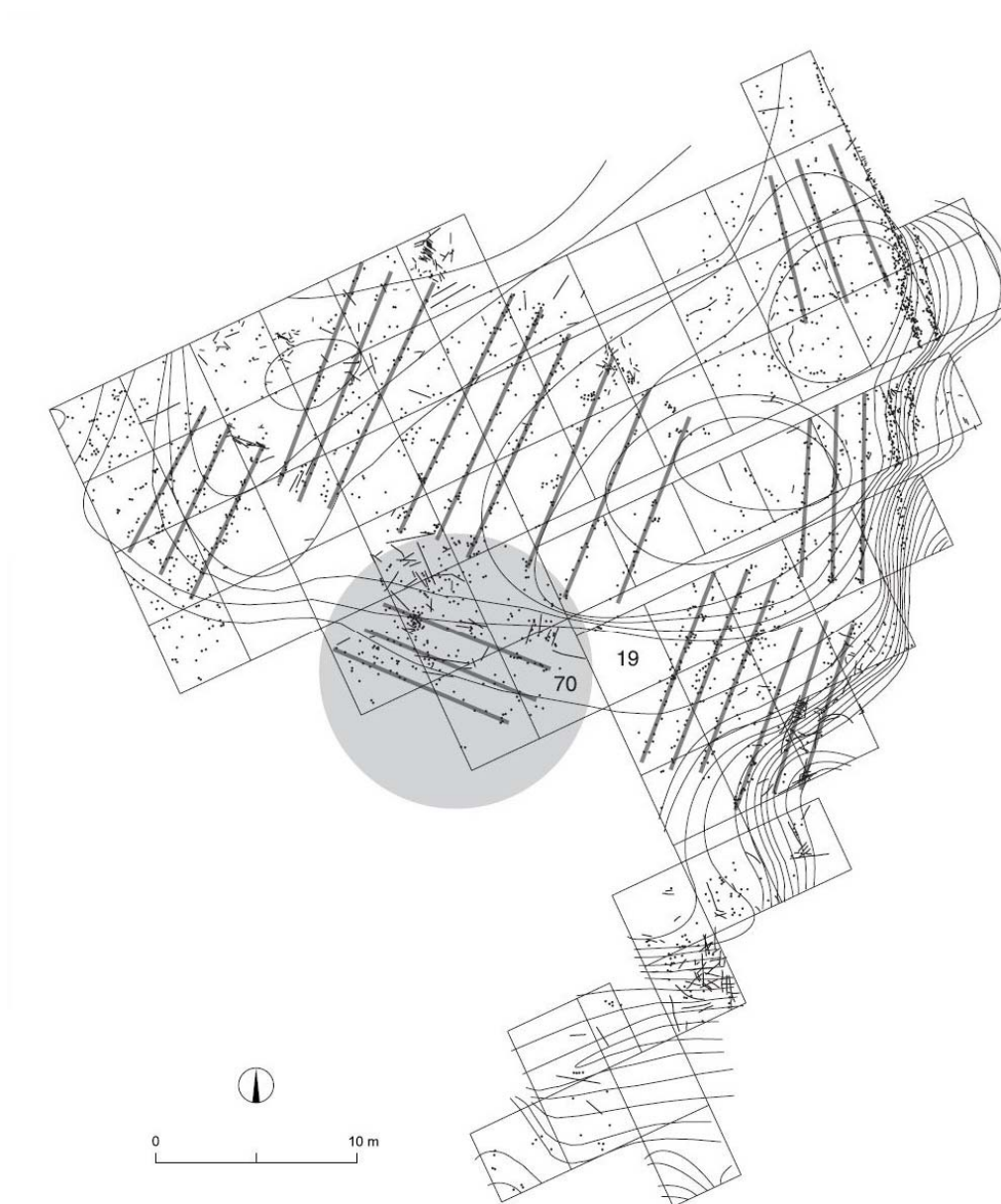
Slika 5: Tlorisi objektov E1, E2 in E3 s kolišča Parte-Iščica, ki so orientirani v smeri jugozahod-severovzhod (Velušček in sod., 2010b: 94).

Naselbino Maharski prekop pri Igu iz sredine 4. tisočletja pr. n. št. je sestavljalo več pravokotnih in prostostoječih kolib s privzdignjenim podom. Večina jih je bila obrnjena v južno-jugozahodno-severno-severovzhodno smer. Izjema so bile koliba, ki je bila postavljena pravokotno nanje, in kolibe ob leseni ograji, ki je varovala vas s kopenske strani. Ograja je bila narejena iz tanjših bukovih kolov (*Fagus sylvatica*), navpično postavljenih v dve vrsti (Slika 6) (Velušček, 2010a).



Slika 6: Moderna rekonstrukcija koliščarske naselbine Maharski prekop pri Igu. Vas je sestavljalo več kolib (približno 10) s privzdignjenim podom. Na kopenski strani je bila zavarovana z dvojno ograjo iz bukovih kolov. Čeprav je bila poseljena le približno 25 let, verjetno ni bila postavljena naenkrat, temveč so jo dograjevali, kolibe pa so stalno popravljali (Velušček, 2010a; Velušček 2009b :48).

Tudi na Maharskem prekopu, izrazito prevladuje jugozahodno-severovzhodna orientacija vrst s koli (Slika 7) (Velušček, 2009a).



Slika 7: Maharski prekop, načrt izkopavanj 1970–1977 je po Bregant 1996. Označeno je območje domnevne livarske delavnice (Velušček, 2009a: 23).

Koliba, ki je bila drugače orientirana, je stala ob ali na jezeru. V njeni bližini so arheologi našli ostanke talilne posode in morda kalupa, kar kaže na to, da je v njej verjetno deloval kovač (Velušček, 2010a).

Arheologi ugotavljajo, da je bil prihod prvih koliščarjev na Ljubljansko barje zelo pomemben dogodek v zgodovini osrednjeslovenskega prostora. Bili so med najzgodnejšimi graditelji manjših, a stalnih naselbin (Velušček, 2010a).

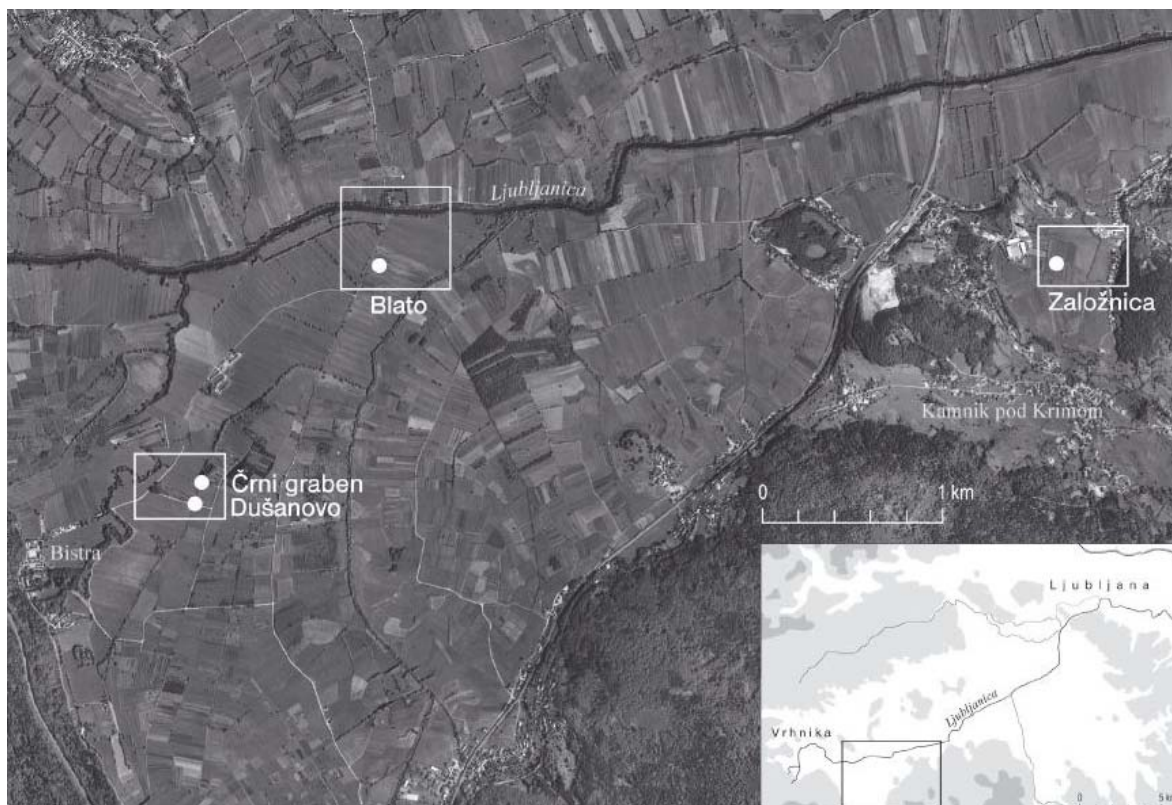
Koliščarji so se ukvarjali s poljedelstvom, nabiralništvom, živinorejo, lovom in ribolovom. Bili so izredni poznavalci narave, z njo so živeli v sožitju in bili od nje zelo odvisni. Za transport po Barju so uporabljali drevake, za pota zunaj Barja pa so lahko vsaj od druge polovice 4. tisočletja uporabljali tudi vprežne vozove. Njive so bile na suhih trdinskih tleh nekoliko oddaljene od kolišč. Tam so verjetno redili tudi domače živali, kot so govedo, ovce, koze in svinje. Spremljali so jih psi. Izdelovali so keramične posode. Najdbe predmetov iz bakra in metalurških pripomočkov pa dokazujejo, da so se vsaj od 4. tisočletja pr. n. št. naprej ukvarjali tudi z metalurgijo bakra. Bili so zelo iznajdljivi in so se znali dobro prilagoditi na okolje, v katerem so živeli (Velušček, 2005; Velušček, 2010a).

Raziskave nad 8400 vzorcev lesa od leta 1995 najprej so pokazale, da je arheološki les bogat vir informacij o življenju v preteklosti. Les je pripomogel k datiranju koliščarskih naselbin. Dragoceni leseni predmeti kot so lok, kolo z eno osjo in dva drevaka, ki so jih arheologi odkrili poleg prevladujočih konstrukcijskih kolov, kažejo, da so bili koliščarji dobri poznavalci lesa. Les so znali optimalno izbrati, obdelati in uporabiti (Čufar in Velušček, 2012).

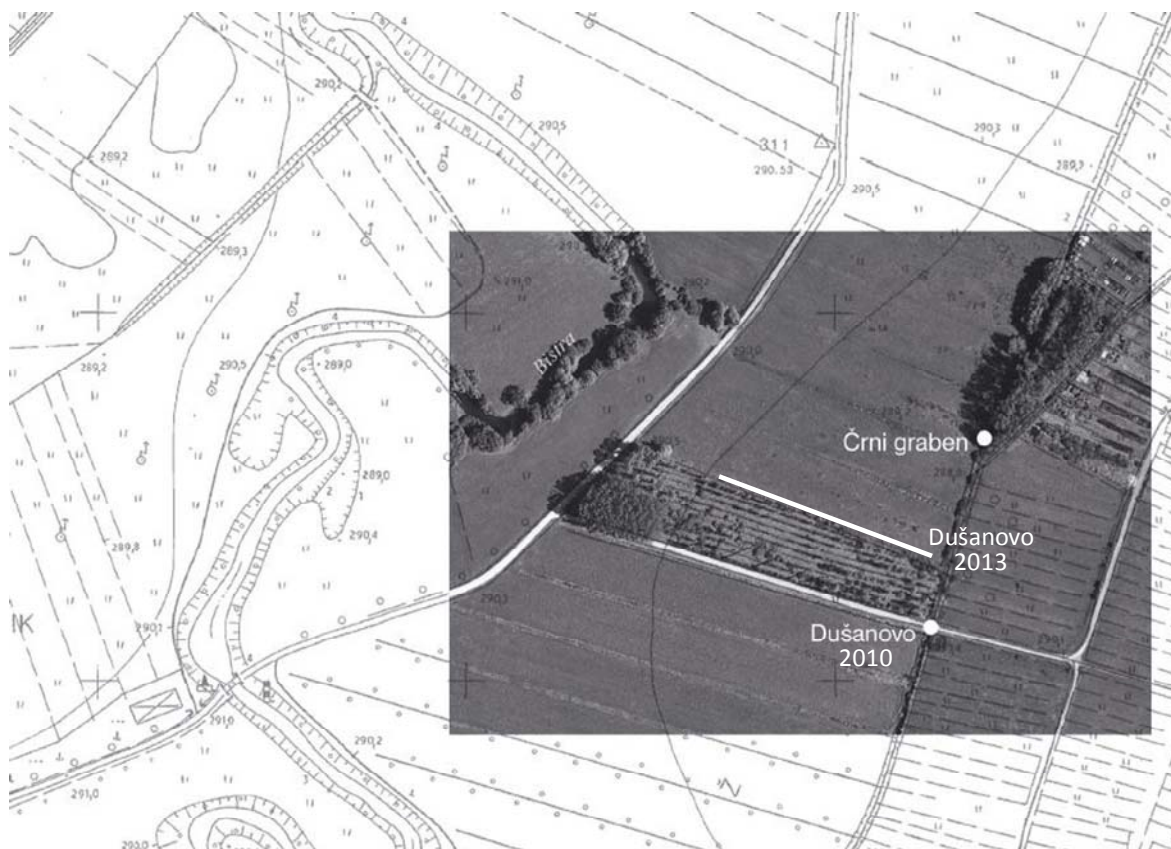
Vsaj od prve polovice 4. tisočletja je bilo Ljubljansko barje pomembno metalurško središče. Surovino za izdelavo bakrenih predmetov so verjetno pridobivali v bližnji in tudi daljni okolici. Morda je na Barje prišla kot sredstvo menjave, saj so zagotovo imeli posredne ali neposredne stike s prebivalci iz območja Alp, ki je bogato z rudo, in tudi s skupnostmi ob morju (Velušček, 2005).

2.5 DUŠANOVO IN ČRNI GRABEN PRI BISTRI

Kolišče Dušanovo, ki je bilo predmet raziskav te naloge, se nahaja v neposredni bližini kolišča Črni graben in prvi pregled terena je nakazal, da bi kolišči lahko bili sočasni in povezani (Slika 8 – 9).



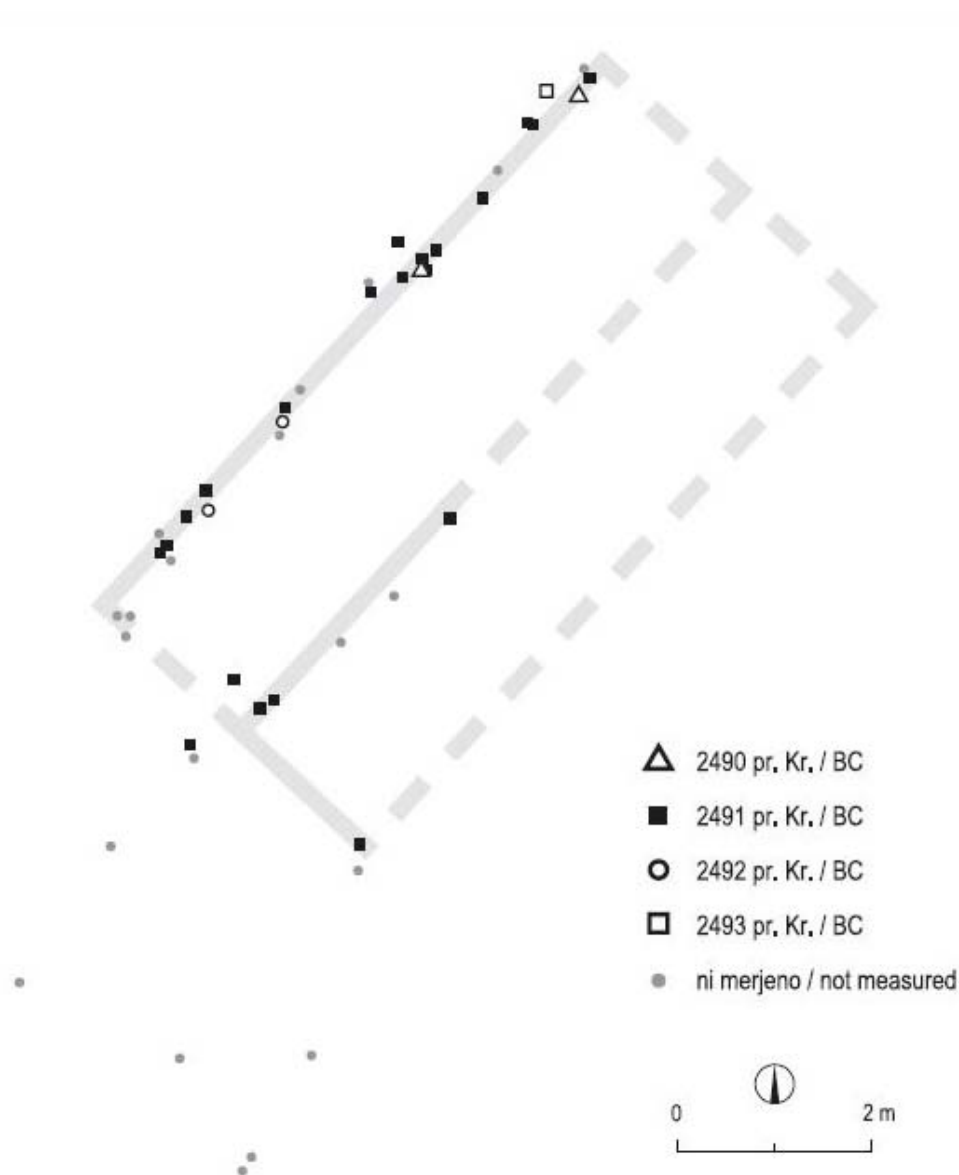
Slika 8: Jugozahodni del Ljubljanskega barja z označenimi lokacijami kolišč Založnica, Blato, Črni graben in Dušanovo (Velušček in sod., 2011: 52).



Slika 9: Najdišči Črni graben in Dušanovo, detajl slike 8 (Velušček in sod., 2011: 59).

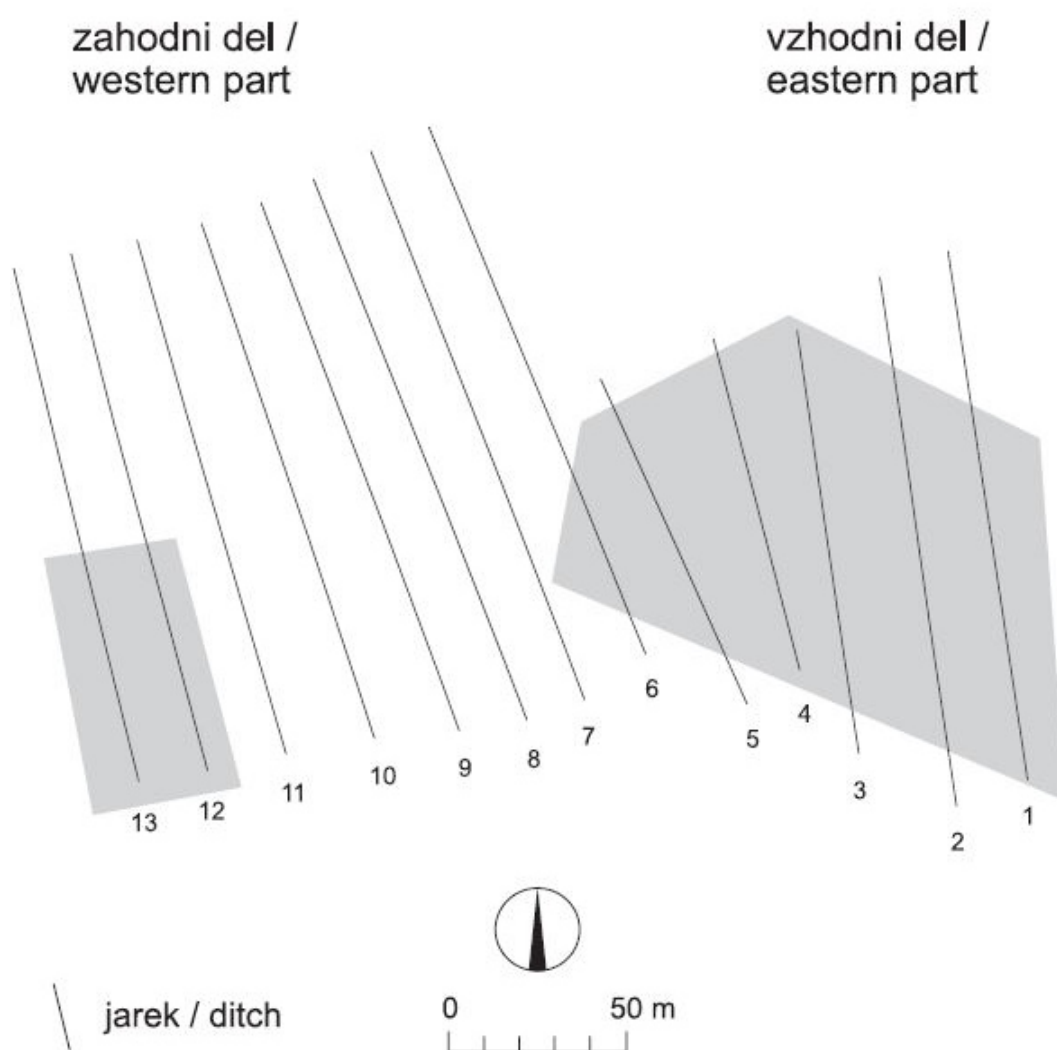
Kolišče Črni graben se nahaja na meji med parcelama 1030 in 1034 k. o. Borovnica nedaleč proč od Bistre na jugozahodnem delu Ljubljanskega barja. Odkrito je bilo spomladi 2010. V jarku, dejansko že v polžarici (jezerski kredi), so dobro vidni ostanki kolov, v profilu jarka in na travniku pa so našli posamezne fragmente keramike in kosti (Velušček in sod., 2011).

Dendrokronološke analize so pokazale, da je tloris raziskane koliščarske kolibe s Črnega grabna primerljiv tlorisom s kolišča Parte-Iščica. Dimenzija kolibe je bila približno $7,5 \times 3,5$ m. Orientirana je bila v jugozahodno-severovzhodni smeri, datumi zadnjih branik v lesu pa so bili od $2193-2490 \pm 18$ pr. n. št. (Slika 10) (Velušček in sod., 2011).



Slika 10: Verjetni tloris koliščarske kolibe, rekonstruiran na osnovi datiranih kolov na zahodnem in jugozahodnem delu. Leto poseka kaže, da je bila koliba najverjetneje postavljena v letu 2491 ± 6 pr. n. št. (1-sigma) oz. ± 18 (2-sigma), kasneje popravljena in kmalu nato verjetno opuščena (Velušček in sod., 2011: 60).

Kolišče Dušanovo se nahaja v neposredni bližini, približno 120 m južno od kolišča Črni graben. Odkrito je bilo leta 2010, nekaj dni po odkritju slednjega. Ostanki kolišča ležijo pod in okoli mostu v strugi jarka Črni potok na meji parcel 1090/1, 1091, 3303, 1031/2 in 1097 k. o. Borovnica. Že ob odkritju so ugibali, ali sta bila Črni graben in Dušanovo morda dela istega kolišča razpršenega tipa. Tak tip kolišča so raziskali že na Starih gmajnah – mlajša vas, pri kateri zahodni in vzhodni del ležita več kot 100 m narazen (Slika 11), na kolišču Parte-Iščica in na Založnici (Velušček, 2009a; Velušček in sod., 2011).



Slika 11: Koliščarska naselbina Stare gmajne iz konca 4. tisočletja pr. n. št. z ločenim zahodnim in vzhodnim delom (sivo). Črte predstavljajo jarke, kjer je bilo opravljeno zaščitno izkopavanje (Velušček, 2009a: 14).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 VZORČENJE LESA

Vzorčenje lesa in arheoloških najdb na koliščarski naselbini Dušanovo je bilo opravljeno v letu 2013 v okviru zaščitnega izkopavanja iz odtočnih jarkov na terenu, ki ga sicer uporabljajo za kmetijsko proizvodnjo. Najdbe smo pobrali iz sten in dna drenažnih jarkov, ki so sekali ostanke koliščarske naselbine. Odvzeli smo les vseh odkritih kolov, ne glede na obliko, premer in lesno vrsto.

Na terenu smo lesenim elementom najprej določili natančne geodetske koordinate. Nato smo iz odkritih kolov odžagali 10 do 20 cm dolge vzorce, ki smo jih takoj po odvzemu izmerili, označili z identifikacijskimi številkami in jih, zalite z vodo, shranili v nepredušno zaprtih polietilenskih vrečkah (Slika 12).



Slika 12: Vzorci lesa po odvzemu na terenu pripravljeni za obdelavo z mizarskimi stroji. 10 do 20 cm dolgi vzorci so označeni z identifikacijskimi številkami in nepredušno zaprti v polietilenskih vrečkah.

3.2 PRIPRAVA VZORCEV ZA IDENTIFIKACIJO LESA

Vzorci smo prenesli na Oddelek za lesarstvo, kjer smo jih vzeli iz polietilenskega ovoja in jih pregledali. Pozorni smo bili, da je vzorec med pregledom in obdelavo nenehno spremljala identifikacijska oznaka. Vzorci smo obdelali z mizarskimi stroji, da smo dobili 5 cm debele kolute, in jih ponovno nepredušno zavili v polietilenske vrečke. Pred pakiranjem smo v vrečke nalili destilirano vodo, da so vzorci ostali napojeni z vodo (Slika 13).



Slika 13: Obdelava vzorcev lesa: (a) vzorec lesa z identifikacijsko številko pred obdelavo, (b) obdelava vzorca z mizarskim strojem, (c) kolut, izžagan iz sredine vzorca, pripravljen za raziskavo.

Po pripravi smo vzorce dali v zamrzovalno skrinjo, kjer smo jih globoko zamrznili. Vzorce smo za analizo širin branik in makroskopsko identifikacijo lesa pripravili tako, da smo jim z ostrim dletom še dodatno očistili in izravnali površino, v obliki približno 2 cm širokih radialnih pasov, od skorje do stržena, na prečni ksilotomski ravnini (Kržišnik, 2011).

Naenkrat smo očistili približno trideset vzorcev in jih za kratek čas pustili pri sobni klimi, da so se odtalili in da se jim je površina nekoliko osušila (Slika 14). Sledil je pregled s stereo mikroskopom Olympus SZ-PT in štetje branik.



Slika 14: Vzorci, pripravljeni za pregled s pomočjo stereo mikroskopa.

3.3 MAKROSKOPSKA IDENTIFIKACIJA LESA

Pripravljene in očiščene vzorce smo opazovali s stereo mikroskopom Olympus SZ-PT. Vzorce smo položili na pomično mizico pod lupo in izostrili sliko. Pod različnimi povečavami smo pregledali tisti del vzorca, ki smo ga predhodno očistili z dletom, ker smo le tam lahko videli anatomske znake za makroskopsko identifikacijo lesa (Kržišnik, 2011).

Pri opazovanju vzorca s stereo mikroskopom smo prešteli tudi število branik, določili, če vzorec vsebuje beljavo, in prešteli število branik v njej, določili, ali sta prisotna stržen in zadnja branika pod skorjo in ali je ohranjena tudi skorja. Vzorcem smo izmerili premer, kadar je bil vzorec lesa poškodovan, smo premer ocenili. Vsa ta opažanja in meritve smo zabeležili v preglednico (Čufar in sod., 1997).

Vzorce, ki smo jih lahko makroskopsko identificirali, smo razdelili v dve skupini. Jesenove in hrastove vzorce, ki so imeli nad 45 branik, smo pripravili za merjenje širin branik. Ostale vzorce pa smo ponovno zavili v polietilenske vrečke z nekaj destilirane vode in jih shranili. Rezultate identifikacije smo vpisali v preglednico. Vzorce, pri katerih lesa ni bilo možno makroskopsko identificirati, smo ponovno zamrznili, da smo kasneje pripravili mikroskopske preparate (Slika 15) (Kržišnik, 2011).

Les hrasta in jesena smo identificirali makroskopsko s pomočjo stereo lupe. Ker sta rodova *Quercus* in *Fraxinus* zastopana z več vrstami, ki jih ne moremo zanesljivo razlikovati po lesu, smo obeh primerih določili le rod.



Slika 15: Vzorci po makroskopskem pregledu razdeljeni v tri skupine: na vrhu so vzorci, pri katerih z makroskopsko metodo nismo mogli določiti lesene vrste, na sredini so makroskopsko identificirani vzorci, spodaj pa makroskopsko identificirani vzorci jesena z vsaj 45 branikami, pripravljeni za dendrokronološko analizo.

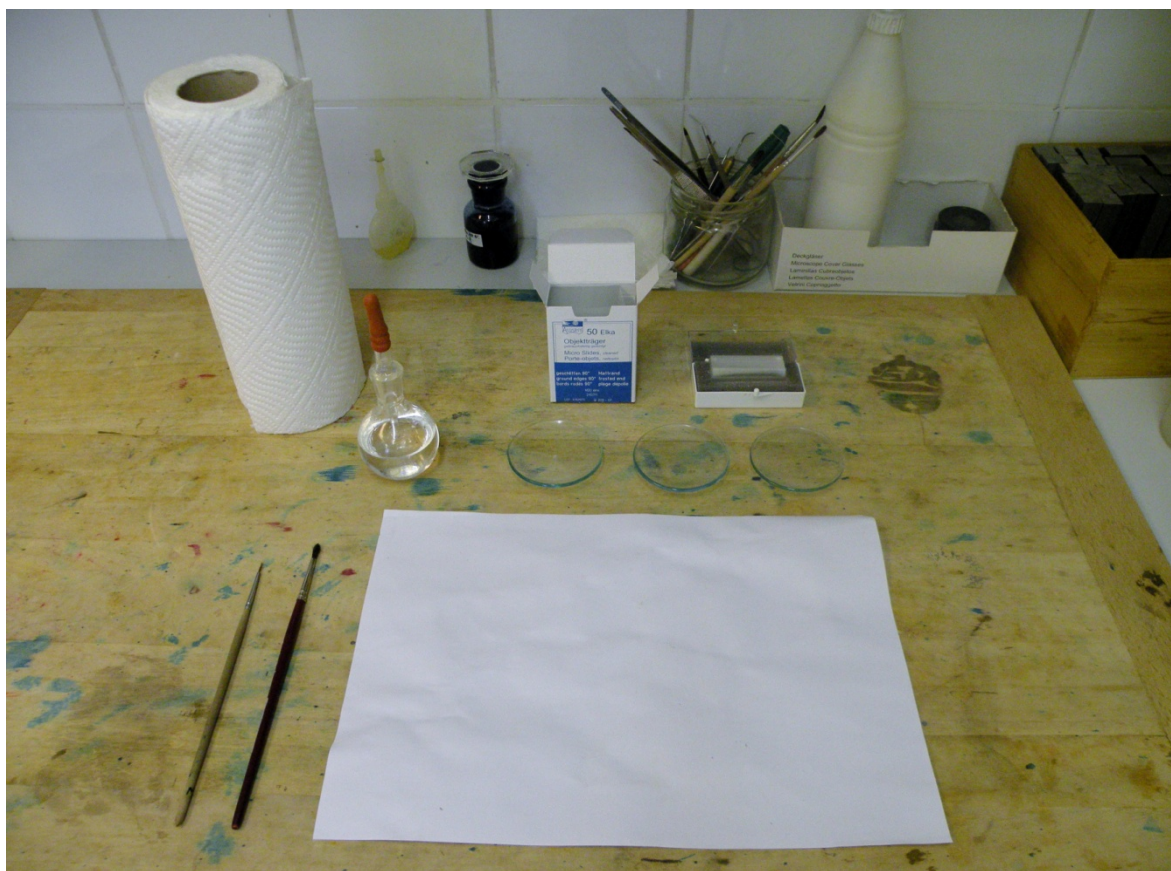
3.4 PRIPRAVA MIKROSKOPSKIH PREPARATOV IN IDENTIFIKACIJA LESA

Zamrznjen vzorec smo odvili iz polietilenske vrečke in z britvico odrezali tanke rezine vseh treh ksilotomskih ravnin. Vsakokrat se je odrezalo več rezin iste ksilotomske ravnine z različnih mest, da bi na preparatih zajeli vse mikroskopske znake, pomembne za identifikacijo lesa. Rezine, ločene po ravninah, smo dali na urna stekla v destilirano vodo. Za čiščenje površine smo uporabili ostro dleto, za razpolavljanje vzorcev smo uporabili olfa nož, za rezanje rezin pa smo uporabili britvico; metoda odvzema vzorcev je podrobneje opisana v Kržišnik, 2011 (Slika 16).



Slika 16: Orodja za odvzem mikroskopskih preparatov.

Pri prenašanju rezin na objektno steklo smo si pomagali s čopiči. Rezin nismo obarvali. Po prenosu boljših rezin na objektno steklo smo jih vklopili v glicerol in jih pokrili s krovnim steklom. Na matiran rob objektnega stekla smo s svinčnikom zapisali oznako vzorca lesa (Slika 17) (Kržišnik, 2011).



Slika 17: Orodja za pripravo mikroskopskih preparatov.

Mikroskopsko identifikacijo lesa smo opravili s pomočjo uveljavljenih identifikacijskih ključev (Schweingruber, 1990).

3.5 DENDROKRONOLOŠKE ANALIZE

Za dendrokronološke meritve smo v našem primeru izbrali samo vzorce jesena, ki so imeli več kot 45 branik, saj ustreznih vzorcev hrasta ni bilo. Širine branik smo na obdelanih površinah z razločno strukturo lesa merili od centra proti periferiji vzorca s pomočjo pomične mizice LINTAB z ročnim pomikom (Rinn) in pomočjo stereo mikroskopa Olympus SZ-PT. Merilni mehanizem mizice je bil povezan z osebnim računalnikom in računalniškim programom TSAP-Win (Rinn) (Slika 18).

Rezultate meritev smo grafično prikazali kot serije širin branik glede na čas. Širine branik smo izmerili vzdolž dveh različnih radijev.



Slika 18: Sistem za izvedbo dendrokronoloških meritev.

Če je na predmetu ohranjena skorja in ugotovimo, kdaj je nastala branika pod njo, lahko natančno ugotovimo, kdaj je bilo drevo za uporabljeni les posekano. Datiranje izvedemo tako, da kronologijo objekta vizualno in statistično, s programsko opremo TSAPWin (Rinn), primerjamo z referenčnimi kronologijami. Pri datiranju izračunamo in primerjamo statistične kazalnike, kot so; Gl_k - koeficient skladnosti (nem. Gleichläufigkeit), t_{BP} – vrednost po Baillieuju in Pilcherju in Ovl – prekrivanje (ang. Overlap) (Čufar in Levanič, 2000; Čufar, 2010).

3.6 PRIPRAVA VZORCEV ZA SKLADIŠČENJE

Raziskani les kolov smo po opravljenih analizah napojili z destilirano vodo in ga vložili v vrečke iz debele polietilenske folije. S strojem za vakuumsko pakiranje (Vacumit) smo iz njih izsesali zrak ter folijo zavarili (Slika 19). Tako zaščiten les smo vložili v označene plastične zaboje in ga shranili v depo Oddelka za lesarstvo Biotehniške fakultete v Ljubljani s konstantno temperaturo okoli 12 °C.



Slika 19: Priprava vzorcev na skladiščenje: (a) vlaganje vzorca v debelo polietilensko folijo, (b) prilivanje destilirane vode, da vzorec ostane napojen, (c) vzorec v napravi za vakuumsko pakiranje in (d) vzorci pripravljeni na skladiščenje v depojih Oddelka za lesarstvo.

Izkušnje kažejo, da tako zaščiten les lahko ohranimo več let in ga po potrebi lahko vedno znova uporabimo za dodatne raziskave. Vsakih nekaj let je priporočljivo preveriti, ali je les še napojen z vodo (Čufar in sod., 2002).

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1 RAZISKAVE LESA NA KOLIŠČARSKI NASELBINI DUŠANOVO

Z arheološkega najdišča Dušanovo pri Bistri smo pridobili in analizirali 210 vzorcev lesa. Vse vzorce smo lahko makroskopsko ali mikroskopsko identificirali in jim določili lesno vrsto. Identificirali smo 8 vzorcev javorja (*Acer* sp.), 6 vzorcev jelše (*Alnus glutinosa*), 5 vzorcev belega gabra (*Carpinus betulus*), 164 vzorcev jesena (*Fraxinus* sp.), 14 vzorcev topola *Populus* sp.), 5 vzorcev hrasta (*Quercus* sp.) in po 4 vzorce vrbe (*Salix* sp.) in bresta (*Ulmus* sp.) (Preglednica 3 in Slika 20). Izbor lesnih vrst kaže, da so koliščarji les dobivali na poplavnih in vlažnih terenih v bližini naselbine.

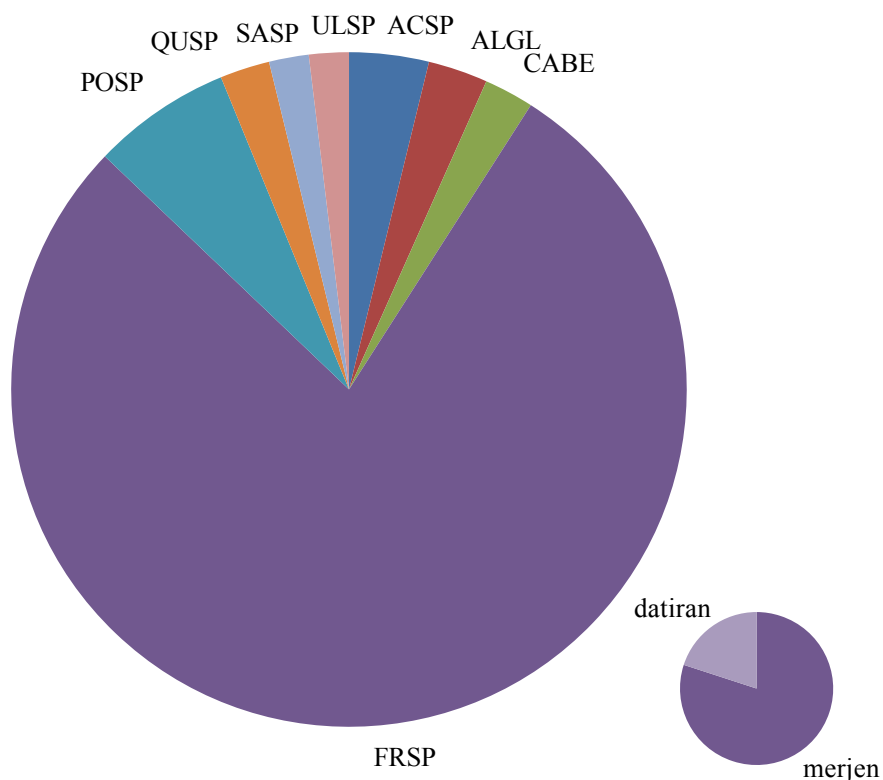
Merjenje širin branik smo opravili na 64 vzorcih jesena, sinhronizirali in relativno datirali pa smo 15 vzorcev (Preglednica 3). Sinhronizirali in relativno datirali smo 9 % vzorcev jesena, kar predstavlja podoben delež datiranih vzorcev kot pri raziskavah na drugih koliščih (na primer Velušček in Čufar, 2002; Čufar in Velušček, 2003).

Preglednica 3: Število in deleži vzorcev po vrstah lesa ter število in deleži dendrokronološko merjenih in datiranih vzorcev z naselbine Dušanovo.

Vrsta lesa	Število vzorcev	Delež (%)	Merjen (št.)	Merjen (%)*	Sinhroniziran (št.)	Sinhroniziran (%)*
<i>Acer</i> sp.	8	4	0	0	0	0
<i>Alnus glutinosa</i>	6	3	0	0	0	0
<i>Carpinus betulus</i>	5	2	0	0	0	0
<i>Fraxinus</i> sp.	164	78	64	39	15	9
<i>Populus</i> sp.	14	7	0	0	0	0
<i>Quercus</i> sp.	5	2	0	0	0	0
<i>Salix</i> sp.	4	2	0	0	0	0
<i>Ulmus</i> sp.	4	2	0	0	0	0
SKUPAJ	210	100	64	39	15	9

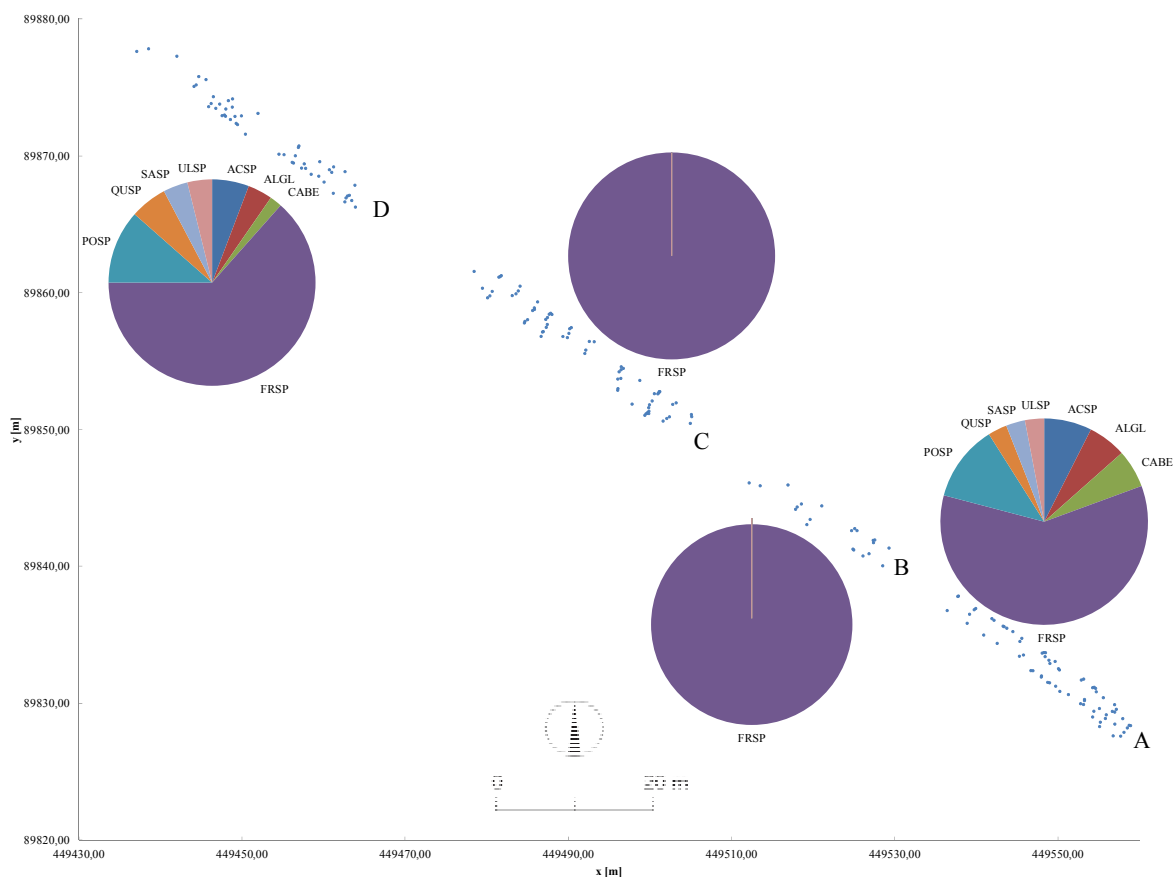
* Preračunan glede na število vzorcev jesena.

Deleži lesnih vrst po koliščarskih naselbinah iz 3. tisočletja pr. n. št. Parte-Iščica, Črni graben, Parte, Založnica in Špica so primerljivi (Preglednica 2). Od povprečja odstopata le majhen delež hrastovih kolov, ki je na Dušanovem le 2 %, kar je sicer primerljivo s koliščarsko naselbino Parte-Iščica, in večji delež topolovih vzorcev lesa, ki predstavljajo 7 % raziskanih vzorcev, kar je primerljivo s koliščarsko naselbino Veliki Otavnik.



Slika 20: Deleži lesnih vrst na kolišču Dušanovo: ACSP – javor (*Acer* sp.), ALGL – jelša (*Alnus glutinosa*), CABE – beli gaber (*Carpinus betulus*), FRSP – jesen (*Fraxinus* sp.), POSP – topol (*Populus* sp.), QUSP – hrast (*Quercus* sp.), SASP – vrba (*Salix* sp.), ULSP – brest (*Ulmus* sp.).

Pri vzorčenju v mednjivskem drenažnem jarku v dolžini 120 m so se pojavila območja, kjer se pojavljajo koli. Zaradi boljše preglednosti smo vzorčno območje razdelili v štiri razdelke, v nadaljevanju pa so rezultati predstavljeni za vsak razdelek posebej (Slika 21).



Slika 21: Tloris najdišča Dušanovo ter označeni razdelki z vertikalnimi koli. Položaj kolov je zapisan v Gauß-Krügerjevem koordinatnem sistemu.

Iz Slike 21 je razvidno, da je bil na osrednjem delu kolišča najden le les jesena (*Fraxinus* sp.), na skrajnih delih (razdelka A in D) pa so bili koli iz 8 lesnih vrst s podobnimi deleži (Priloga E).

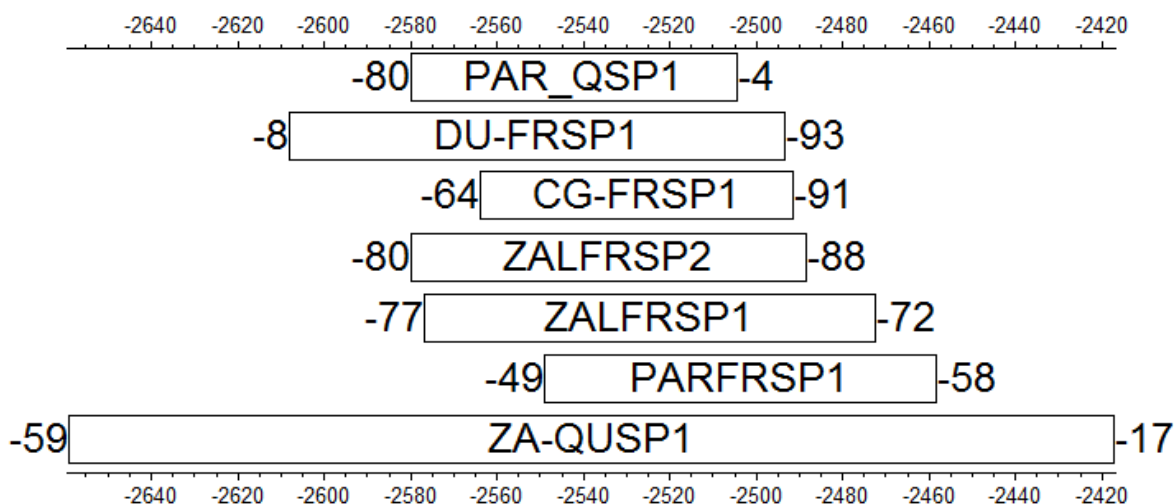
Kljub različnim vrstam lesa, ki so jih koliščarji uporabili pri gradnji kolib, se te v celotnem razdelku A pojavljajo v skupkih (Priloga F in Priloga G). Kaže se tudi orientacija kolov v smeri severovzhod-jugozahod, kar je značilno tudi za ostala koliščarska naselja. V razdelku D pojavljanje različnih lesnih vrst v skupkih ni tako opazno (Priloga F in Priloga H).

4.2 DENDROKRONOLOŠKE RAZISKAVE

Dendrokronološke meritve smo opravili na 64 od skupno 210 vzorcev. Vsi raziskani vzorci so bili jesenovi (*Fraxinus* sp.). Les je imel na splošno malo branik in veliko rastnih anomalij. Samo 15 vzorcev smo sinhronizirali in relativno datirali. Sinhronizirani vzorci imajo zaporedne številke **DU-13-94**, -97, -99, -101, -105, -107, -108, -113, -115, -117, -158, -160, -169, -171 in -174.

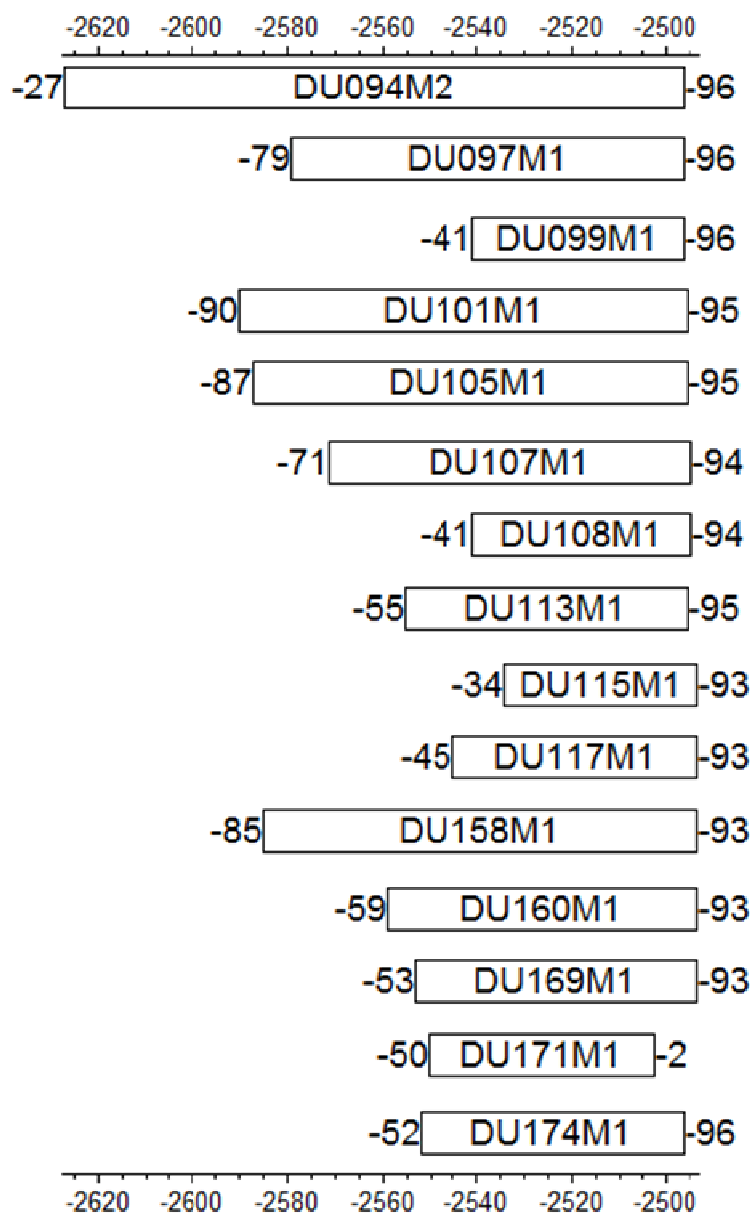
Zaporedja teh vzorcev smo uporabili za sestavo kronologije za naselbino Dušanovo DU-FRSP1, dolgo 115 let. Datiranje s kronologijami iz drugih kolišč na Ljubljanskem barju je pokazalo najboljše ujemanje s kronologijo Črnega grabna CG-FRSP1, ki je s pomočjo radiokarbonske metode absolutno datirana v leto 2491 (± 18) kal. pr. n. št. (Čufar in Velušček, 2012).

Datirana kronologija DU-FRSP1 ima razpon 2608-2493 pr. n. št., zadnji datum pa nakazuje, da so se gradbene aktivnosti zaključile leta 2493 (± 18) kal. pr. n. št. Izkazalo se je, da se kronologija Dušanovega časovno prekriva tudi s hrastovo in jesenovo kronologijo naselbine Parte (PAR-QUSP1 in PAR-FRSP1), jesenovo kronologijo s Črnega grabna (CG-FRSP1) ter hrastovo in jesenovima kronologijama z Založnice (ZAL-QUSP1, ZAL-FRSP1 in ZAL-FRSP2) (Slika 22).



Slika 22: Kronologija DU-FRSP1, zadnji datum 2493 ± 18 ter njen položaj glede na kronologije PAR-QUSP1, CG-FRSP1, ZAL-FRSP1, ZAL-FRSP2, PAR-FRSP1 in ZAL-QUSP1.

Nazadnje smo datirali zaporedja širin branik kolov, ki smo jih uporabili za kronologijo. Datumi zadnje branike posameznih kolov, ki so imeli ohranjeno zadnjo braniko, so bili iz obdobja $2496-2493 \pm 18$ pr. n. št (Slika 23).



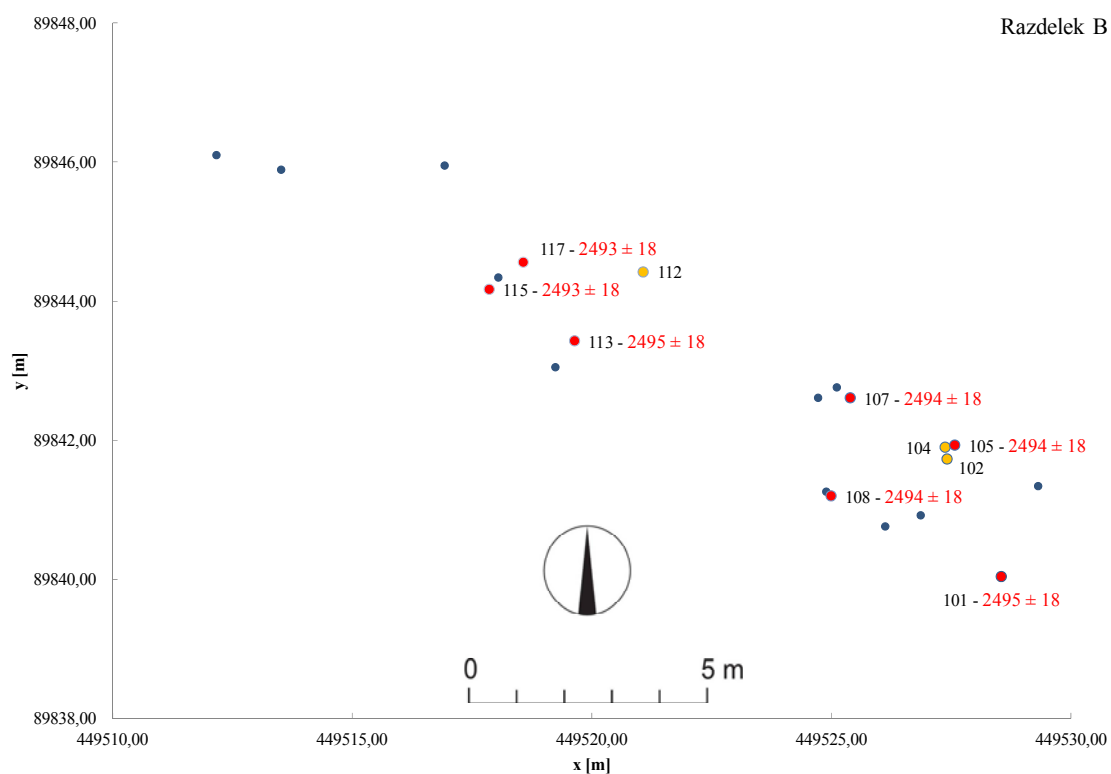
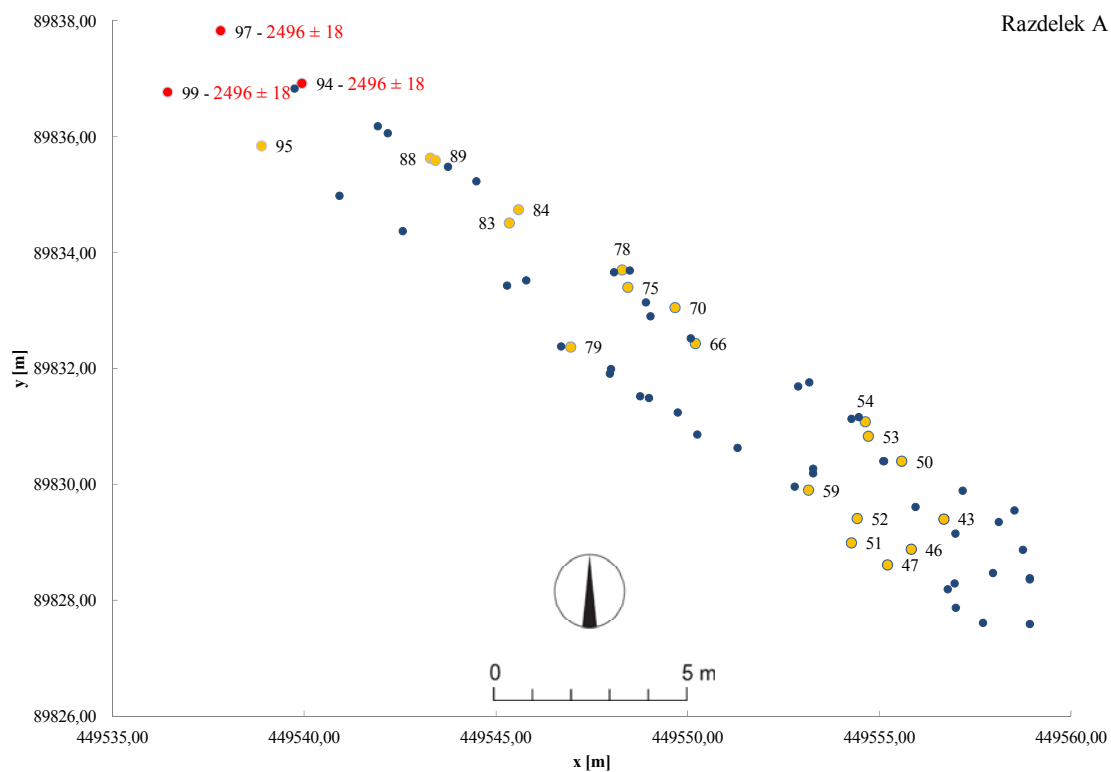
Slika 23: Razponi zaporedij širin branik jesenovih vzorcev z Dušanovega po datiranju.

Pregled dendrokronološko raziskanih jesenovih vzorcev je podan v Preglednici 4. Les zanje je bil posekan v letih 2502-2493 $\pm$ 18 let pr. n. št. Datirali pa smo jih z jesenovo kronologijo CG-FRSP1 s Črnega grabna.

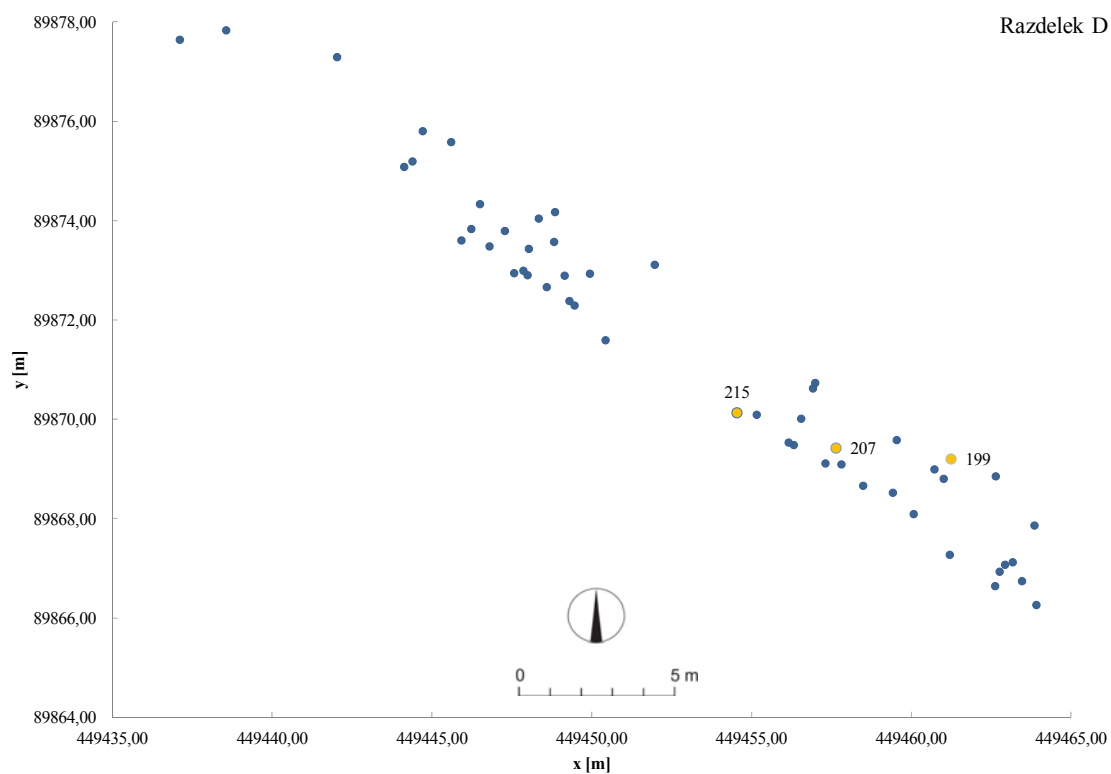
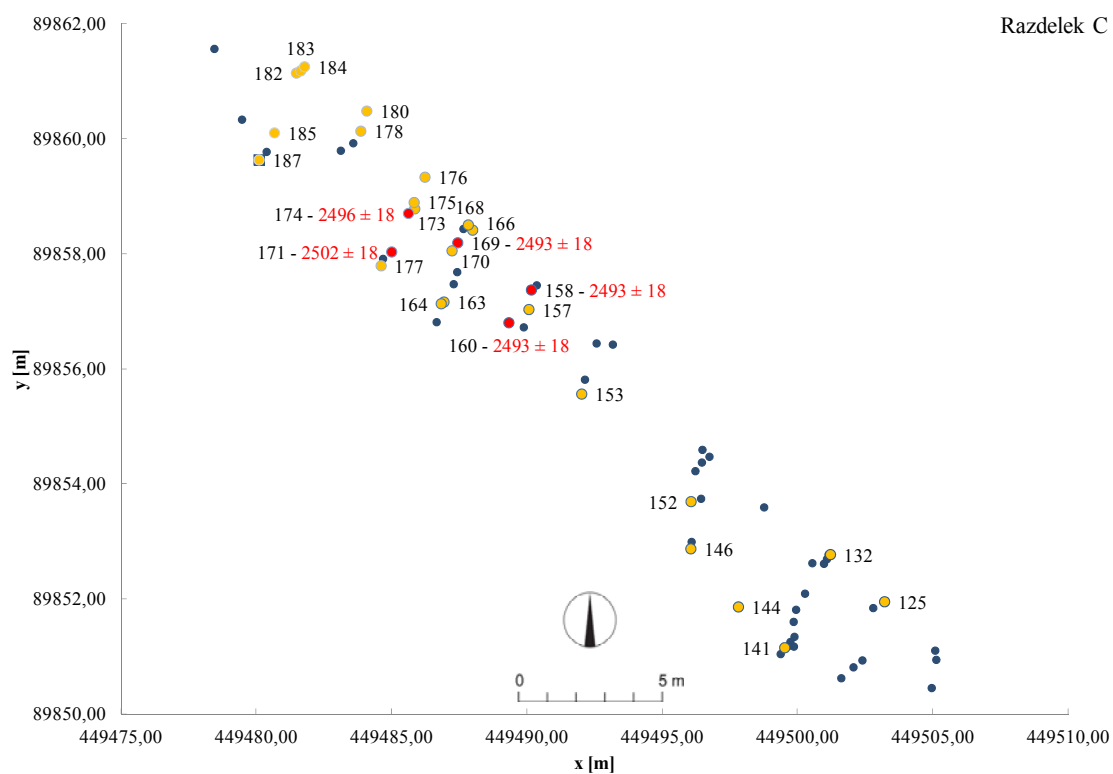
Preglednica 4: Datirani vzorci lesa jesena (*Fraxinus* sp.).

Vzorec	Premer [cm]	Število branik	Stržen prisoten	Zadnja branika pod skorjo	Datum zadnje branike pr. n. št.
DU-13-94	12	133	da	da	2496 $\pm$ 18
DU-13-97	14	89	da	da	2496 $\pm$ 18
DU-13-99	11,5	46	da	da	2496 $\pm$ 18
DU-13-101	11	100	da	da	2495 $\pm$ 18
DU-13-105	11	93	da	da	2494 $\pm$ 18
DU-13-107	15	79	da	da	2494 $\pm$ 18
DU-13-108	9,5	50	da	da	2494 $\pm$ 18
DU-13-113	13,5	68	da	da	2495 $\pm$ 18
DU-13-115	11	47	da	da	2493 $\pm$ 18
DU-13-117	9	58	da	da	2493 $\pm$ 18
DU-13-158	18	96	da	da	2493 $\pm$ 18
DU-13-160	13	67	da	da	2493 $\pm$ 18
DU-13-169	11	61	da	da	2493 $\pm$ 18
DU-13-171	10,5	52	da	da	2502 $\pm$ 18
DU-13-174	13	57	da	da	2496 $\pm$ 18

Na Slikah 24 in 25 je grafični prikaz lokacij datiranih vzorcev.



Slika 24: Položaj dendrokronološko datiranih kolov na najdišču (v razdelkih A in B). Črno zapisane oznake predstavljajo številke vzorcev, rdeče pa datum zadnje branike na posameznem vzorcu.



Slika 25: Položaj dendrokronološko datiranih kolov na najdišču (v razdelkih C in D). Črno zapisane oznake predstavljajo številke vzorcev, rdeče pa datum zadnje branike na posameznem vzorcu.

Na načrtu z lokacijami kolov (razdelek B) se kljub temu, da je bil raziskani transekt skozi kolišče ozek, izrisujeta dela tlorisov dveh koliščarskih kolib, ki sta primerljiva s tlorisi bivališč na bližnjem kolišču Črni graben. Postavitev kolov nakazuje na orientacijo v jugozahodno-severovzhodni smeri. Datiranje kolov kaže, da je bila sredinska koliba (oznake datiranih vzorcev 113, 115 in 117) postavljena v letu 2493 ± 18 pr. n. št., podobno jugozahodno-severovzhodno orientirana koliba na jugo-vzhodnem delu razdelka (oznake datiranih vzorcev 101, 105, 107 in 108) pa v letu 2495 ± 18 pr. n. št (Slika 24).

Na razdelku C se izrisujeta dva verjetna tlorisa koliščarskih kolib. Ena koliba je stala v spodnjem desnem kotu razdelka C (oznake vzorcev 125, 132, 141, 144, 146 in 152), vendar ne moremo ugotoviti, kdaj je bila postavljena. Druga koliba (oznake datiranih vzorcev 158, 160, 169, 171 in 174) pa bi bila glede na prevladujoče datume zadnjih branik 2493 ± 18 pr. n. št. lahko postavljena po tem letu. Izjema sta dva kola z datacijami zadnjih branik 2502 ± 18 pr. n. št in 2496 ± 18 pr. n. št. Večja gostota kolov nakazuje, da bi lahko na istem mestu v relativno kratkem času zaporedno postavili več objektov (Slika 25). Zaradi slabe trajnosti lesa v stiku z vodo so objekte tudi nenehno popravljali.

V razdelku D nismo mogli datirati nobenega kola, vendar položaj kolov z vmesno prekinitvijo približno 4 m nakazuje na najmanj dve območji, kjer so stale kolibe (Slika 25).

4.3 PREMERI KOLOV

Pri pregledu vzorcev kolov smo izmerili tudi njihove premere. Premer je pomemben podatek, saj nakazuje, kako debela drevesa so sekali. Premeri dreves kažejo tudi stanje okolja in gospodarjenje z lesom v času obstoja kolišča. Večina vzorcev je bila okroglih (celo deblo), samo 3,8 % jih je bilo klanih (Preglednica 6). Najmanjši premer je bil 5 cm, največji pa 18 cm. Deleže premerov za vse vzorce smo prikazali s pomočjo frekvenčne porazdelitve po premeru kolov. Določili smo 7 razredov z razponom 1,5 cm.

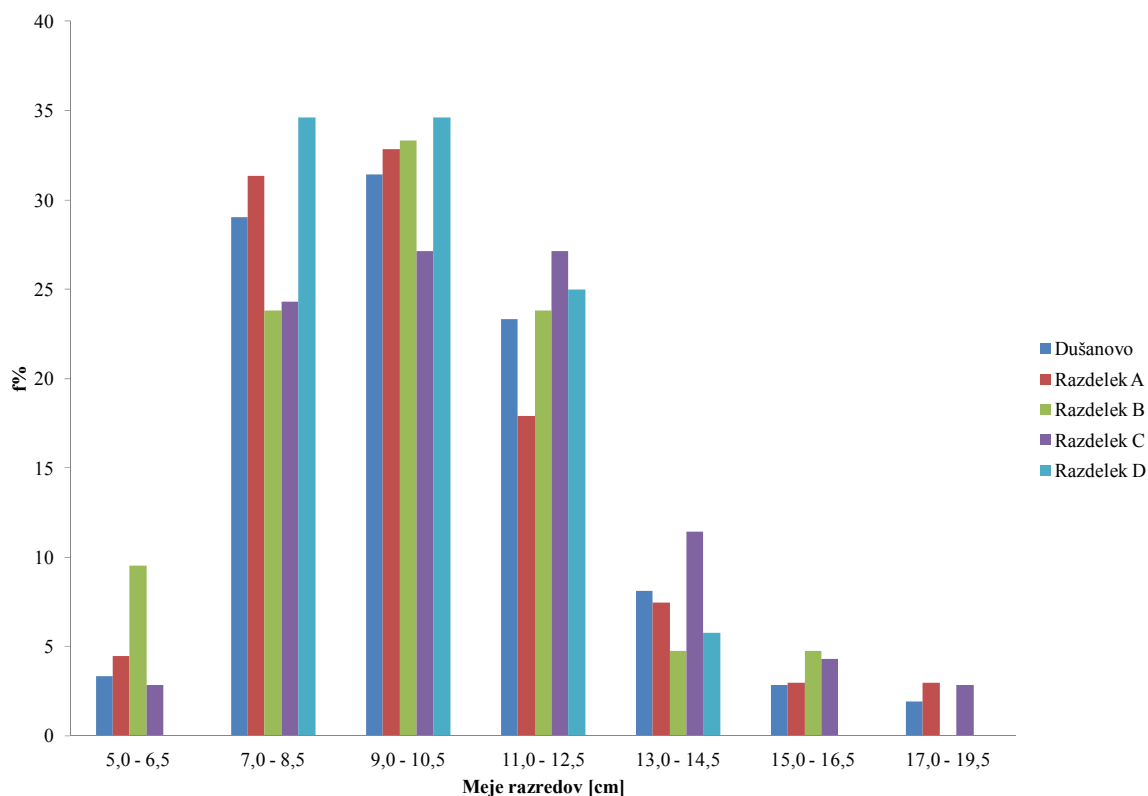
Frekvenčna porazdelitev kaže, da je največ kolov imelo premer med 9,0 in 10,5 cm, sledili so koli s premeri med 7,0 in 8,5 cm, tem pa s premeri med 11,0 in 12,5 cm. Bilo je še nekaj vzorcev s premeri med 13,0 in 14,5 cm, najmanj pa je bilo vzorcev, ki so imeli premere med 5,0 in 6,5 cm, 15,0 in 16,5 cm ter 17,0 in 19,5 cm (Preglednica 5 in Slika 26).

Preglednica 5: Frekvenčna porazdelitev debelin vseh kolov na kolišču Dušanovo.

Meje razredov [cm]	f	f%	F	F%
5,0 - 6,5	7	3	7	3
7,0 - 8,5	61	29	68	32
9,0 - 10,5	66	31	134	64
11,0 - 12,5	49	23	183	87
13,0 - 14,5	17	8	200	95
15,0 - 16,5	6	3	206	98
17,0 - 19,5	4	2	210	100
SKUPAJ	210	100		

Preglednica 6: Klani vzorci, njihovi premeri in drevesna vrsta. FRSP – jesen, POSP – topol.

Vzorec	Premer [cm]	Drevesna vrsta
DU-13-59	16	FRSP
DU-13-72	11	POSP
DU-13-96	12,5	FRSP
DU-13-114	12	FRSP
DU-13-177	13	FRSP
DU-13-187	13	FRSP
DU-13-207	12,5	FRSP
DU-13-239	11	POSP



Slika 26: Frekvenčna porazdelitev po premeru vseh kolov na koliščarski naselbini Dušanovo.

Frekvenčno porazdelitev smo naredili za vsak razdelek posebej, za razdelka A in D, kjer se pojavlja več različnih lesnih vrst, pa smo naredili še vrstno razdelitev po posameznih razredih (Priloge I, J in K). Največja vrstna raznolikost je opazna pri kolih s premeri 9,0 do 10,5 cm, kar kaže, da so morda koliščarji les izbirali glede na premer, manj pa jih je zanimala lesna vrsta, še posebej, ker je bil les vseh vrst neobstoje. Slednje velja tudi za hrastove kole, ki so imeli pri danem premeru večji delež beljave kot jedrovine.

Naredili smo tudi tlorisni pogled kolov po različnih debelinskih razredih, pri katerem smo opazili, da so koli enakih premerov enakomerno porazdeljeni po celotni površini (Priloga L).

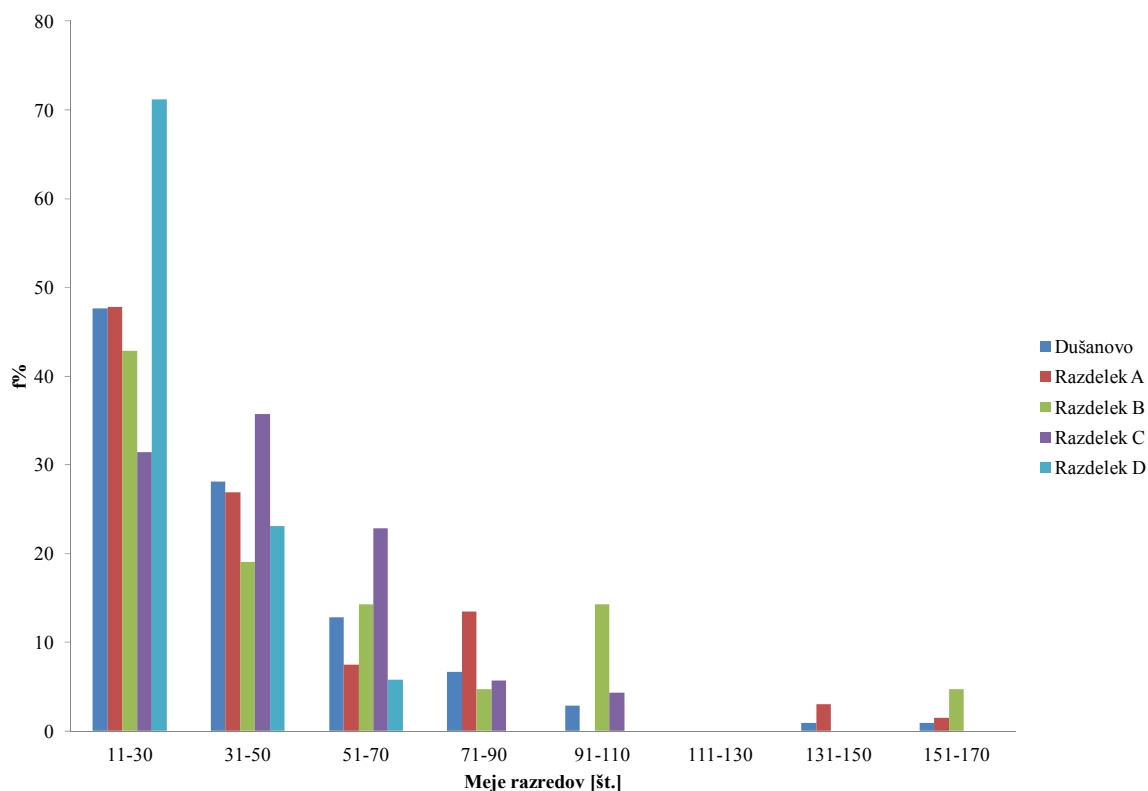
4.4 ŠTEVILO BRANIK

Pri pregledu vzorcev smo prešteli tudi število branik, ki nakazujejo, kako stara drevesa so posekali. Koli so imeli od 11 do 156 branik. Za frekvenčno porazdelitev vseh kolov po številu branik smo določili 8 razredov z razponom po 19 branik.

Frekvenčna porazdelitev po številu branik na kolišču Dušanovo nam pove, da je največ, skoraj polovica vseh vzorcev kolov, imelo 11-30 branik, potem pa število branik pri poseku enakomerno pada (Preglednica 7 in Slika 27).

Preglednica 7: Frekvenčna porazdelitev vseh kolov po številu branik na kolišču Dušanovo.

Meje razredov [št.]	f	f%	F	F%
11 - 30	100	48	100	48
31 - 50	59	28	159	76
51 - 70	27	13	186	89
71 - 90	14	7	200	95
91 - 110	6	3	206	98
111 - 130	0	0	206	98
131 - 150	2	1	208	99
151 - 170	2	1	210	100
SKUPAJ	210	100		



Slika 27: Frekvenčna porazdelitev vseh vzorcev po številu branik na koliščarski naselbini Dušanovo.

Podatki po posameznih razdelkih so prikazani v Prilogi M. Naredili smo tudi vrstno razdelitev po posameznih razredih frekvenčne porazdelitve po številu branik za razdelka A in D (Priloga N in O).

Število branik predstavlja starost drevesa, v kolikor branike preštejemo na bazi drevesa; če pa štejemo branike višje na drevesu, dobimo manjše število, ki predstavlja kambialno starost drevesa. Za interpretacijo je pomembno, kako dolgi so bili koli, ali so jih zabili z vrhom ali spodnjim delom navzdol in kako daleč je bilo merjeno mesto od spodnjega dela drevesa (panja), vendar tega na terenu nismo mogli raziskati. Globine zabitih kolov so zelo različne, vendar so na Dušanovem prevladovali koli, zabiti 2-3 m globoko v tla; zabiti so bili najverjetneje s spodnjim delom debla navzdol. Kljub temu, da število branik na raziskanem mestu predstavlja le kambialno starost, smo to starost vzeli kot približno oceno starosti dreves, posekanih za pilote.

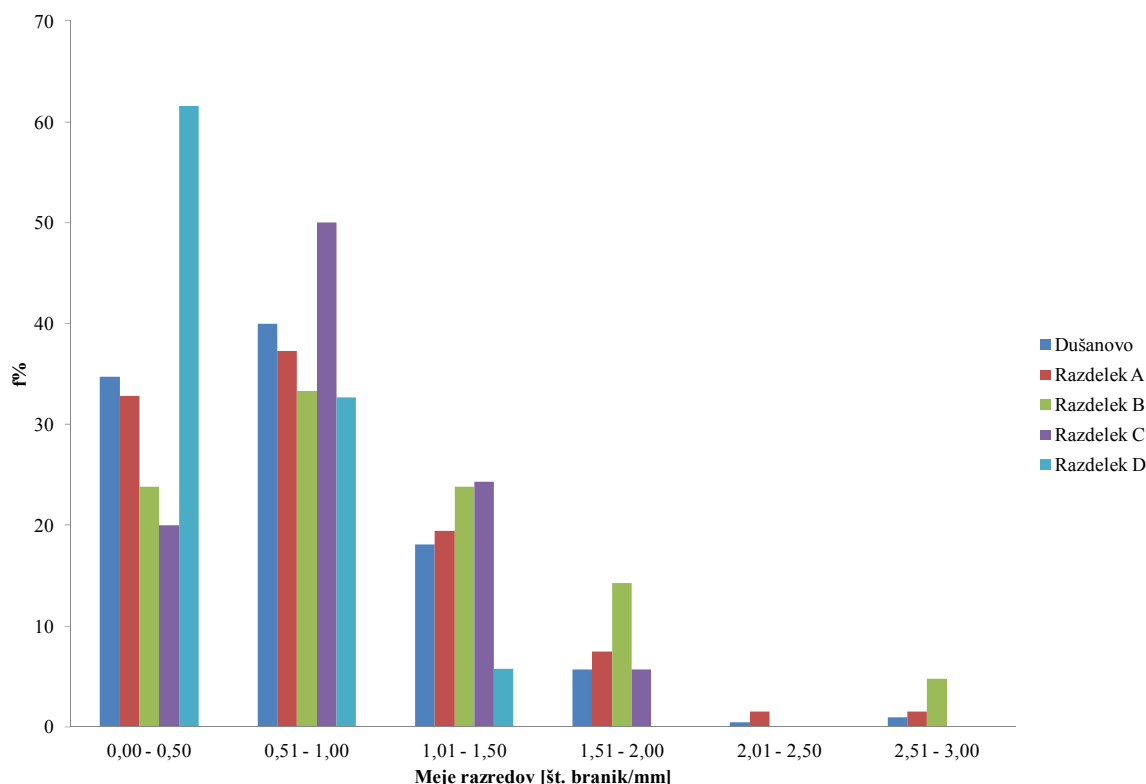
4.5 STAROST IN PREMER DREVES ZA KOLE

Ker pri dendrokronoloških raziskavah vedno ugotavljamo, da drevesa največjih premerov praviloma niso najstarejša, je podatka o premeru in številu dreves včasih potrebno obravnavati skupaj.

V ta namen smo izračunali število branik na enoto dolžine, ki nam razkrije podatek o širini letnih prirastkov. Število branik smo delili z izmerjenim polmerom vzorca v milimetrih in dobili vrednosti od 0,18 do 2,71 branike na milimeter. Določili smo 6 razredov z razponom 0,50 branike/mm. Ugotovili smo, da ima 40 % vzorcev kolov od 0,51 do 1,00 branike na milimeter, sledijo pa vzorci z od 0,00 do 0,50 branike na milimeter, kar pomeni, da so drevesa, ki so jih posekali za kole, večinoma imela velike prirastke (Preglednica 8 in Slika 28).

Preglednica 8: Frekvenčna porazdelitev po gostoti branik na kolišču Dušanovo. Število enot v posameznem razredu – f in kumulativa frekvenc – F.

Meje razredov	f	f%	F	F%
0,00 - 0,50	73	35	73	35
0,51 - 1,00	84	40	157	75
1,01 - 1,50	38	18	195	93
1,51 - 2,00	12	6	207	99
2,01 - 2,50	1	0	208	99
2,51 - 3,00	2	1	210	100
SKUPAJ	210	100		

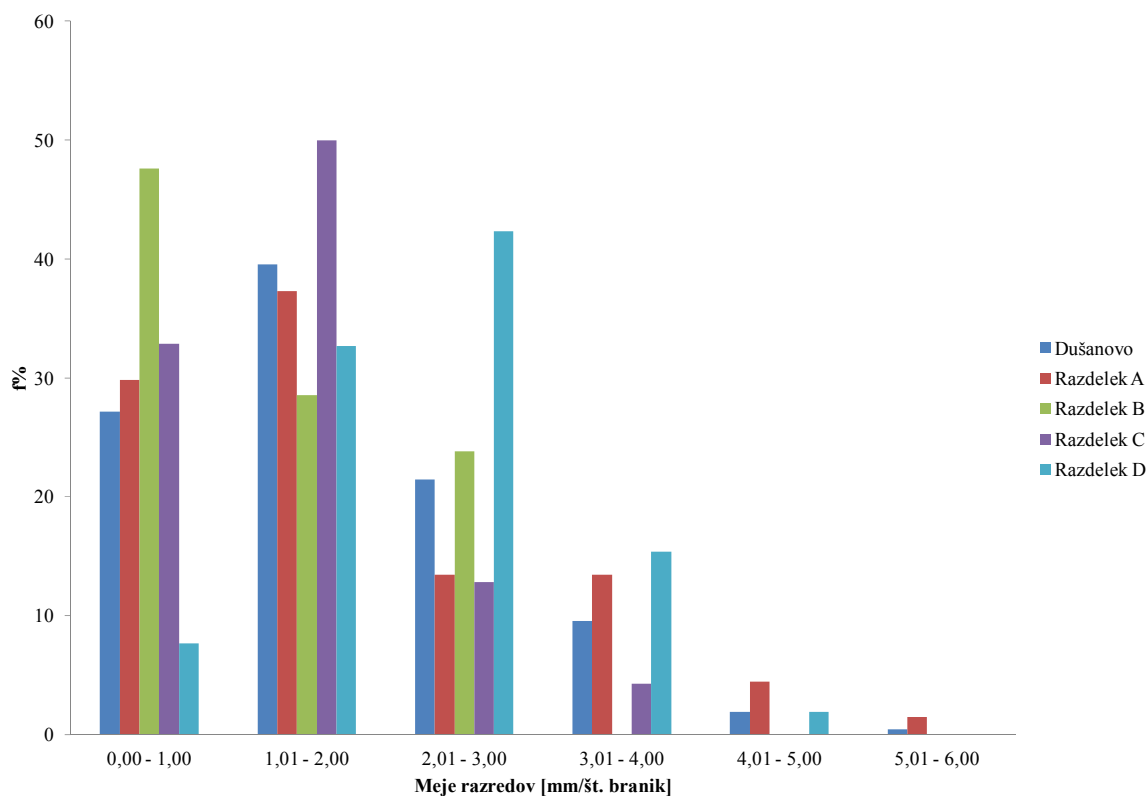


Slika 28: Frekvenčna porazdelitev vzorcev glede na število branik na dolžinsko enoto (mm) na koliščarski naselbini Dušanovo.

Izračunali smo tudi povprečne širine branik, ki so bile od 0,37 do 5,42 mm. Določili smo 6 razredov z razponom 1,00 mm. Ugotovili smo, da ima 40 % vzorcev kolov povprečno širino branik 1,01 do 2,00 mm, sledijo pa vzorci z branikami, širokimi manj kot 1,00 mm (Preglednica 9 in Slika 29).

Preglednica 9: Frekvenčna porazdelitev povprečnih širin branik v lesu s kolišča Dušanovo. Število enot v posameznem razredu – f in kumulativa frekvenc – F.

Meje razredov	f	f%	F	F%
0,00 - 1,00	57	27	57	27
1,01 - 2,00	83	40	140	67
2,01 - 3,00	45	21	185	88
3,01 - 4,00	20	10	205	98
4,01 - 5,00	4	2	209	100
5,01 - 6,00	1	0	210	100
SKUPAJ	210	100		



Slika 29: Frekvenčna porazdelitev vzorcev glede na povprečno širino branik na koliščarski naselbini Dušanovo.

Podatki po posameznih razdelkih so prikazani v Prilogi P.

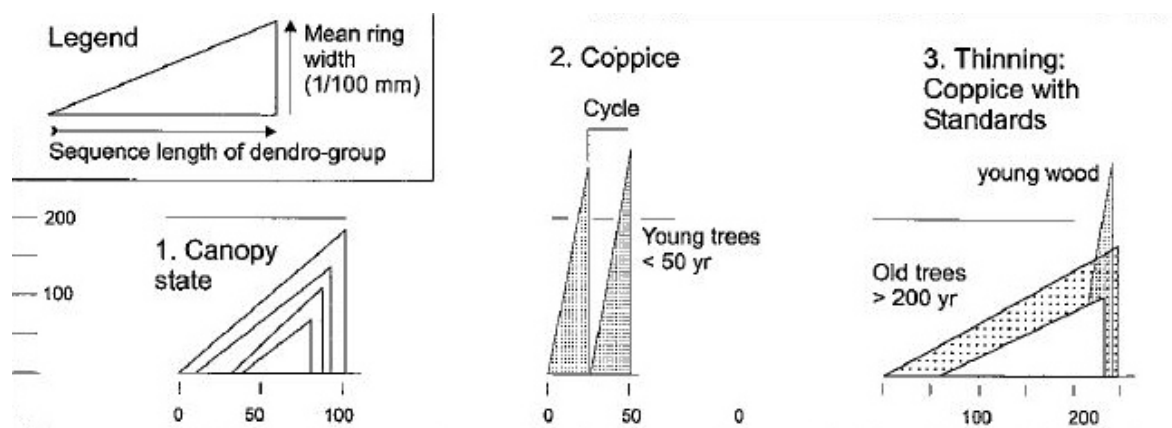
Preglednica 10: Polardirani vzorci jesena, povprečno število branik na mm in srednja širina branik

Vzorec	Gostota branik	Prirastek
DU-13-51	1,14	0,88
DU-13-53	1,45	0,69
DU-13-70	1,91	0,52
DU-13-78	1,60	0,63
DU-13-79	1,45	0,69
DU-13-94	2,22	0,45
DU-13-95	2,55	0,39
DU-13-105	1,69	0,59
DU-13-112	1,31	0,76
DU-13-160	1,03	0,97

4.6 DENDROTIPOLOGIJA

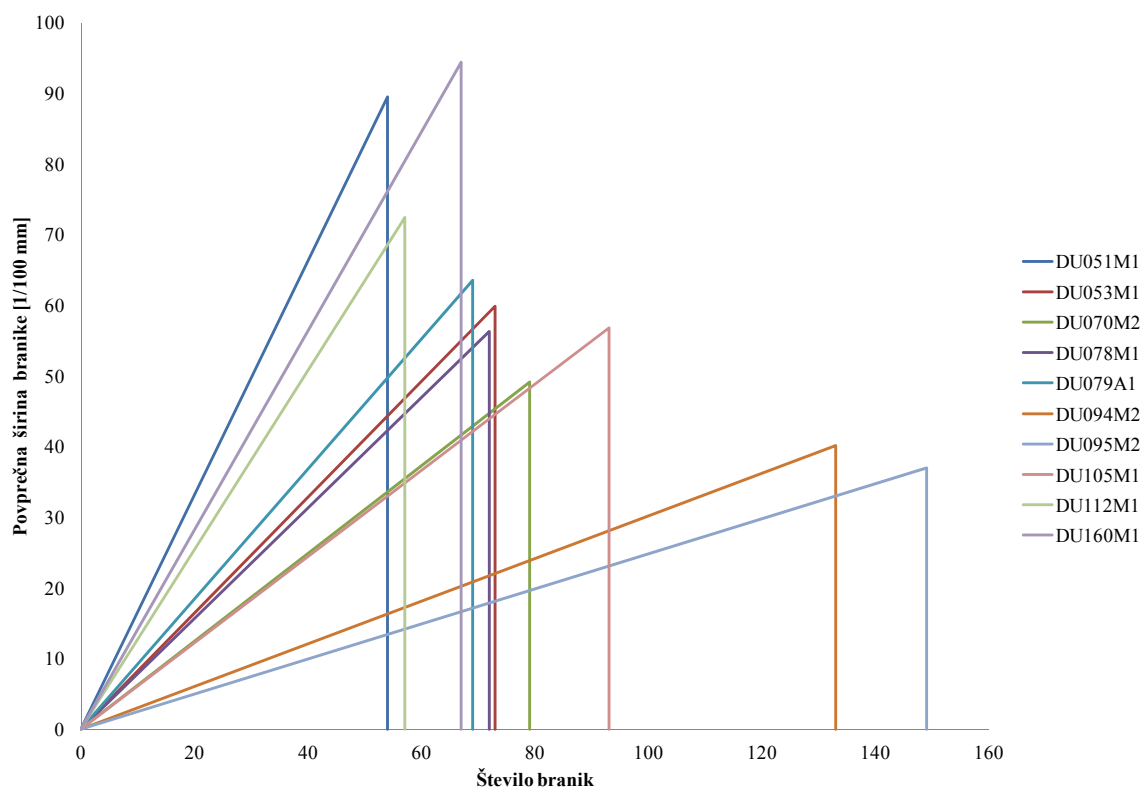
Arheološki les poleg datiranja nudi tudi druge podatke za proučevanje krajinske in naselbinske arheologije. Les vsebuje podatke o medsebojni povezanosti med ljudmi, podnebjem in okoljem. Z rekonstrukcijo in izkoriščanjem gozdov, iz katerih so koliščarji pridobivali les, se ukvarja dendrotipologija, ki je sredstvo za razvrščanje lesa z uporabo dendrologije, dendrokronologije in tehnološko-morfoloških kriterijev. V praksi se raziskovalec ukvarja z analizo, ki temelji na kombinaciji gozdarskih parametrov – premer debla, kambialna starost, trend rasti – in tehnološkimi – izbira lesne vrste in tehnologija obdelave lesa (Billamboz, 2003; Martinelli, 2013).

Za poenostavljeno ponazoritev dendrotipoloških rezultatov je bil izbran prikaz v obliki trikotnikov, kjer je na abscisi prikazana starost drevesa, na ordinati pa povprečna stopnja rasti (povprečna širina branik). Pomlajevanje na panju, pri katerem so koliščarji sekali mlada drevesa, nakazujejo pokončni trikotniki, medtem ko so za sestoje, ki so jih redčili, značilnejši ležeči trikotniki. Morebitna kombinacija obeh tipov trikotnikov odraža prekinjeno, nenaravno razporeditev starostnih razredov, kar kaže tako na pomlajevanje na panju in redčenje, ki se je običajno uporabljalo v obdobju koliščarjev. Strukturo naravnega sestoja bolje ponazarjajo bolj homogene porazdelitve trikotnih oblik po starostnih razredih (Slika 30) (Billamboz, 2003).



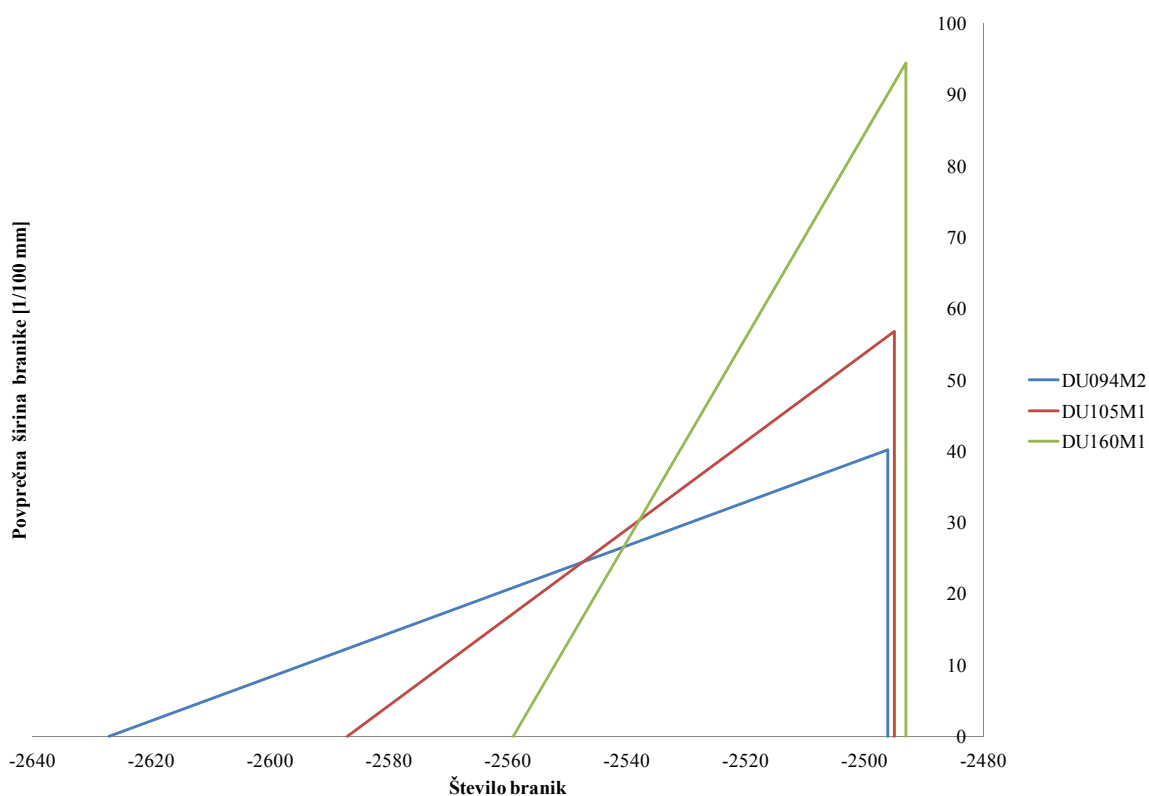
Slika 30: Modeli različenega koriščenja gozdnih sestojev. 1. gozdni sestoj, 2. pomlajevanje na panju in 3. redčenje (Billamboz, 2003: 45).

Kombinacija visokih in nizkih trikotnikov na primeru datiranih kolov iz naselbine Dušanovo (Slika 31) kaže, da so sekali les, ki so ga pridobili s pomlajevanjem na panju in z redčenjem gozdnih sestojev.



Slika 31: Razmerje med širino in številom branik izbranih jesenov. Prikazani so vzorci z oznakami DU-13-51, -53, -70, -78, -79, -94, -95, -105, -112 in -160.

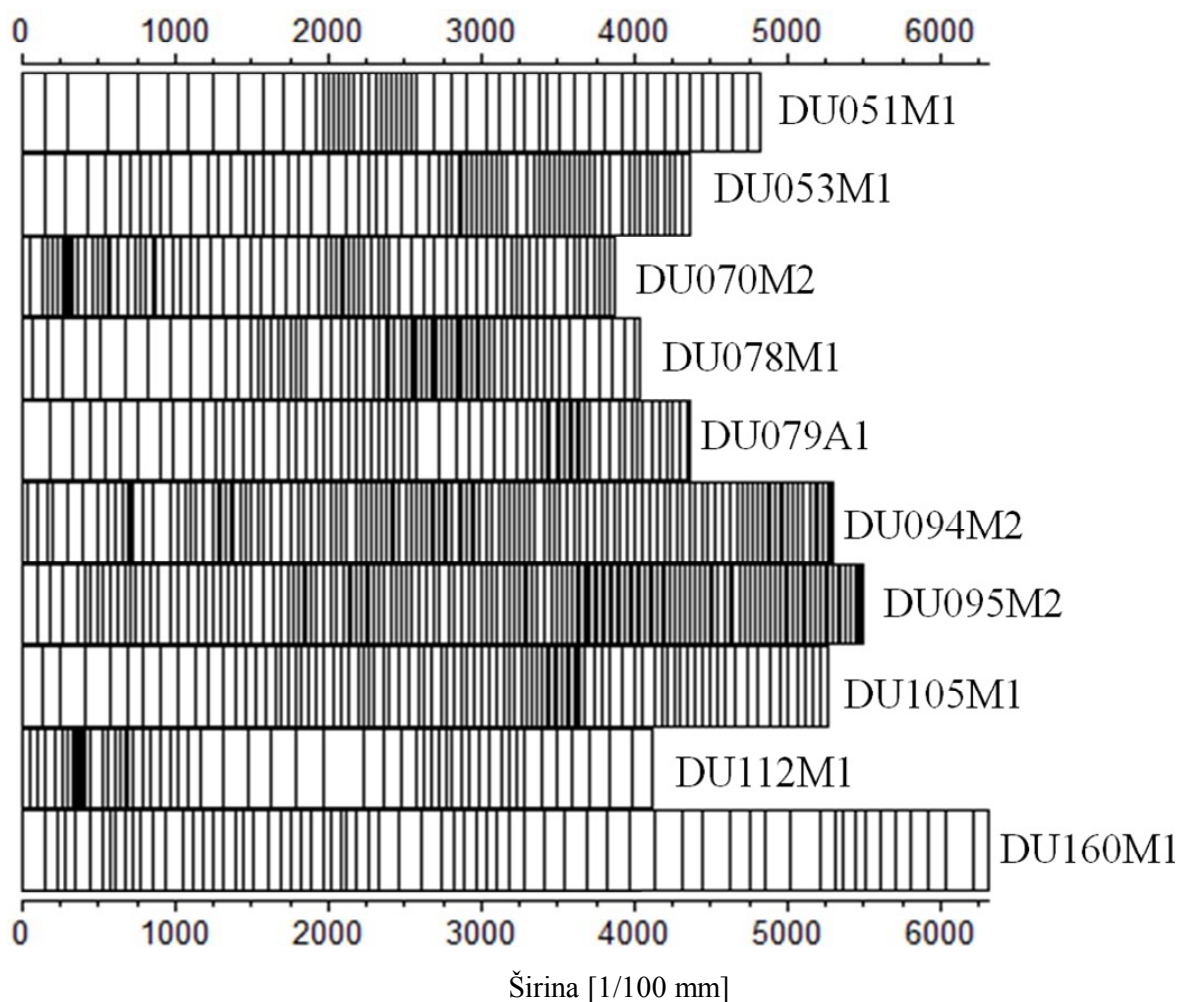
Slika 32 kaže, da so v istem letu koliščarji posekali drevesa, ki so bila stara in so imela ozke branike, ter drevesa, ki so bila mlada s širokimi branikami. Pri tem je treba upoštevati značilnost kolišča Dušanovo, da je na njem prevladovala uporaba hitreje rastočega lesa iz sestojev na poplavni ravnici ob jezeru.



Slika 32: Dendrotipološki prikaz za datirane jesenove kole na naselbini Dušanovo.

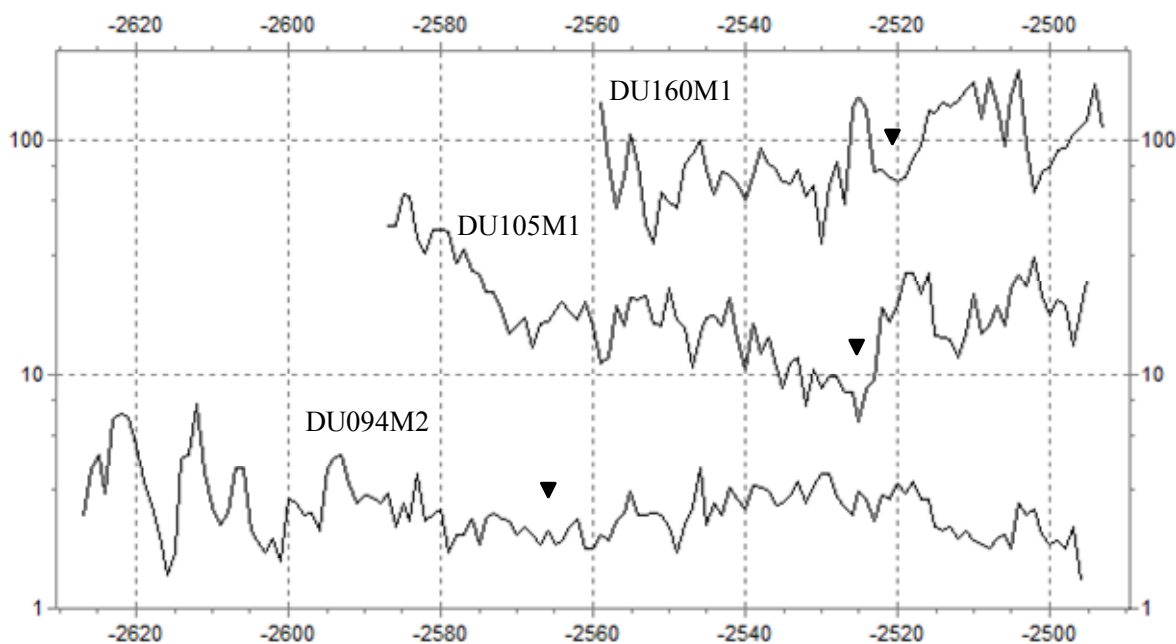
4.7 POLARDIRANJE

Pri izbiri lesa za dendrokronološke meritve in pri analizah širin branik smo ugotovili, da jeseni s večjim številom branik izkazujejo neenakomerno rast z izmenjavo območij s širokimi in izjemno ozkimi branikami. Izjemno ozke branike pogosto izkazujejo tudi anatomske posebnosti, kot so podpovprečni premeri trahej ranega lesa, izjemno majhen delež kasnega lesa itn. Na desetih vzorcih z oznakami DU-13-51, -53, -70, -78, -79, -94, -95, -105, -112 in -160 smo pri pregledu merjenih vzorcev kolov in krivulj širin branik opazili mesta ozkih branik, ki bi lahko nakazovala polardiranje, to je obvejevanje, najverjetneje za krmo živali (Slike 33-36).

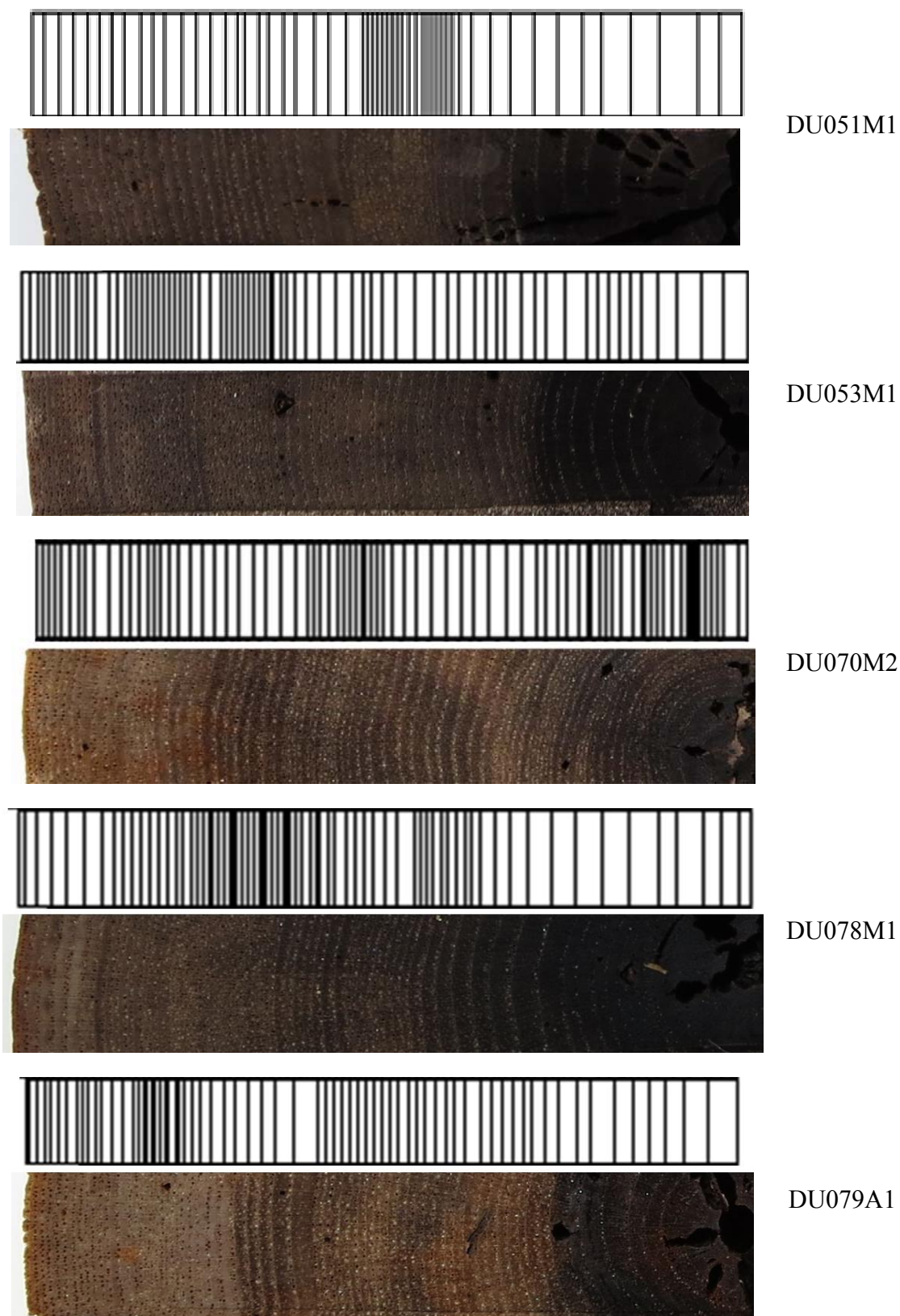


Slika 33: Črtni prikaz širin branik jesenov, vključenih v dendrokronološke raziskave od stržena (levo) proti skorji (desno).

Med temi vzorci so bili tudi tisti, ki smo jih uspešno datirali, zato smo na krivuljah širin branik (slika 34) s črno puščico označili mesta, kjer se pojavljajo območja ozkih branik. Polardiranje (obvejevanje) dreves nakazuje, da je bilo območje v bližini naselbine Dušanovo verjetno poseljeno že nekaj desetletij pred letom 2491 pr. n. št. ali pa so ga vsaj izkoriščali koliščarji z drugih delov Barja. Obdobja ozkih branik pri prikazanih treh drevesih ne sovpadajo, kar nakazuje, da jih niso polardirali v istih letih. Sledovi polardiranja se na slovenskih in drugih koliščih redno pojavljajo, vendar ta pojav pri nas še ni bil sistematično raziskan (Čufar, osebna komunikacija). Znano je, da so drevesa obvejevali za prehrano živali. Postopek so predvsem v alpskih predelih v Sloveniji uporabljali do 1970. let, v nekaterih deželah (npr. Iran, Indija) pa je v uporabi še danes (Čufar, osebna komunikacija). V Sloveniji so v vseh obdobjih za prehrano živali polardirali predvsem drevesa jesena.



Slika 34: Mesta zaporednih ozkih branik (črne puščice) na treh datiranih vzorcih polardiranih dreves.



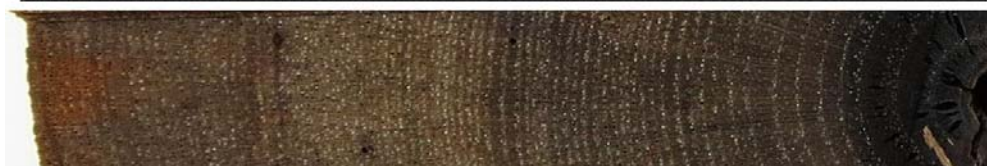
Slika 35: Grafičen prikaz in slika polardiranih vzorcev.



DU094M2



DU095M2



DU105M1



DU112M1



DU160M1

Slika 36: Grafičen prikaz in slika polardiranih vzorcev.

4.8 ŠTEVILO BRANIK GLEDE NA DREVESNO VRSTO

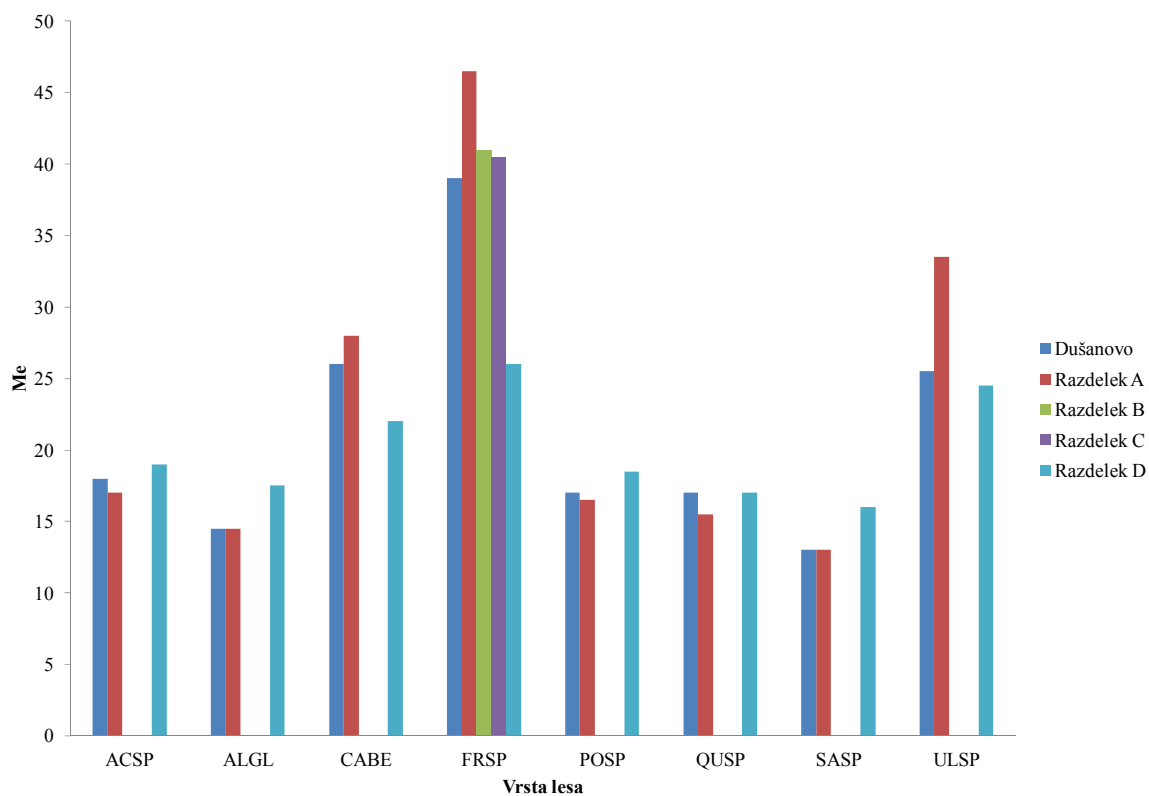
Analizirali smo tudi število branik glede na drevesno vrsto po posameznih razdelkih kolišča. Pri pregledu literature smo zasledili podobno analizo opravljeno na koliščarski naselbini Stare gmajne, kjer je bilo ugotovljeno, da je mediana števila branik pri jesenovih kolih manj kot 32, kar je veljalo za vse jarke in sonde (Čufar in sod., 2009).

Izračunana mediana z Dušanovega znaša 13 do 25,5 branik. Mediana je najmanjša pri hitro rastoči vrbi, kjer so sekali najmlajša drevesa, sledijo jelša, topol in hrast, nato pa javor, brest in beli gaber. Največjo vrednost mediane smo zabeležili pri jesenu (Preglednica 11 in Slika 39). Menimo, da je to povezano s pogostim polardiranjem jesena, česar posledica je pojav izredno ozkih branik.

Preglednica 11: Mediana (Me) števila branik in število vzorcev (N) po lesnih vrstah z Dušanovega.

Vrsta lesa	Me	N
<i>Acer</i> sp.	18	8
<i>Alnus glutinosa</i>	14,5	6
<i>Carpinus betulus</i>	26	5
<i>Fraxinus</i> sp.	39	164
<i>Populus</i> sp.	17	14
<i>Quercus</i> sp.	17	5
<i>Salix</i> sp.	13	4
<i>Ulmus</i> sp.	25,5	4
SKUPAJ		210

Primerjava s podatki iz starejšega kolišča Stare gmajne, kjer so mediane širin branik dosegle naslednje vrednosti: *Populus* (Me = 15), *Alnus* (Me = 21), *Fagus* (Me = 23), *Acer* (Me = 31), *Salix* (Me = 19), *Abies* (Me = 33) in *Quercus* (Me = 44,5) (Čufar in sod., 2009), kaže, da so praviloma sekali zelo mlado drevje.



Slika 37: Primerjava mediane (Me) števila branik po posameznih vrstah lesa na Dušanovem in posameznih razdelkih.

5 SKLEPI

Raziskali smo 210 vzorcev lesa iz novo odkrite koliščarske naselbine Dušanovo, ki smo jih pridobili med zaščitnimi arheološkimi raziskavami v letu 2013.

Ugotovljeni deleži lesnih vrst so bili naslednji: prevladoval je les jesena (*Fraxinus* sp.) z 78 %, sledil je les topola (*Populus* sp.) s 7 %, javorja (*Acer* sp.) s 4 %, jelše (*Alnus glutinosa*) s 3 %, belega gabra (*Carpinus betulus*) z 2 %, vrbe (*Salix* sp.) z 2 %, bresta (*Ulmus* sp.) z 2 % in hrasta (*Quercus* sp.) z 2 %. Izbor lesnih vrst nakazuje, da so koliščarji les posekali na poplavnih in vlažnih terenih v bližini naselbine. Visok delež jesena in nizek delež hrasta je primerljiv z deleži na večini dendrokronološko datiranih koliščarskih naselbin na Ljubljanskem barju iz 3. tisočletja pr. n. št.

Les različnih drevesnih vrst ni bil enakomerno razporejen po celotni dolžini raziskanega jarka dolgega približno 120 m. V osrednjem delu najdišča je prevladoval les jesena.

Od 210 raziskanih vzorcev lesa je 64 vzorcev jesenovih kolov imelo 45 ali več branik in so bili zato po dogovorjenih kriterijih primerni za dendrokronološke analize. Zaporedja širin branik 15 vzorcev smo sinhronizirali, združili v kronologijo DU-FRSP1, ki smo jo uspešno datirali. Les za preiskovane kole je bil posekan v letih $2496-2493 \pm 18$ kal. pr. n. št.

Kronologijo kolišča Dušanovo DU-FRSP1 smo datirali s kronologijami s kolišč Črni graben, Založnica in Parte, ki so tako kot Dušanovo živela v sredini 3. tisočletja pr. n. št., ob zaključku bakrene dobe na Ljubljanskem barju.

Najboljše je ujemanje jesenove kronologije z Dušanovega z jesenovo kronologijo koliščarske naselbine Črni graben, ki se nahaja v neposredni bližini. Posek lesa v istem obdobju nakazuje, da so les za obe kolišči sekali v istem obdobju in da bi bili kolišči lahko celo del iste naselbine.

Razporedi datiranih kolov zaradi vzorčenja v ozkem jarku niso omogočili rekonstrukcije tlorisov koliščarskih stavb.

Premeri uporabljenih kolov so znašali od 5 do 18 cm. Prevladujoč delež (83 %) kolov je imel premer od 7 do 12,5 cm. Največ (40 %) kolov je imelo 0,51-1,00 branike/mm oz. povprečno širino branik 1,01-2,00 mm. Koli so imeli od 11 do 156 branik, skoraj polovica kolov pa je imela od 11 do 30 branik.

S pomočjo dendrotipologije smo ugotovili, da so koliščarji les posekali v sestoju, kjer so bila zastopana dokaj stara in tudi mlada drevesa. Ob poseku so bila najmlajša drevesa vrbe, sledijo jelša, topol, hrast, javor, brest in beli gaber. V splošnem je imel največ branik jesen, kar je najverjetneje posledica polardiranja (obvejevanja dreves za prehrano živali), ki je imelo za posledico rast z ozkimi branikami.

Na sinhroniziranih krivuljah širin branik polardiranih vzorcev smo ugotovili, da različnih dreves niso polardirali v istih letih. Medtem ko datumi zadnjih branik nakazujejo, da je kolišče morda živelo le nekaj let, sledovi polardiranja kažejo, da je bilo območje poseljeno vsaj nekaj desetletij, ali pa so drevesa polardirali koliščarji iz drugih naselbin.

6 POVZETEK

Predstavljamo raziskavo arheološkega lesa iz prazgodovinske naselbine Dušanovo pri Bistri na Ljubljanskem barju. Vzorčenje lesa je predstavljalo zaščitno izkopavanje iz struge jarka Črni potok. Pri raziskavah smo sledili uveljavljeni metodologiji, ki vključuje pregled arheološkega lesa, oceno njegove ohranjenosti, identifikacijo lesne vrste, meritve in dendrokronološko analizo, če je les vseboval dovolj branik. Pri vzorčenju lesa z Dušanovega so arheologi vsem lesenim elementom izmerili natančne koordinate, ter od vsakega ohranjenega kola odžagali od 10 do 20 cm dolg vzorec, ga označili z identifikacijsko številko in ga, zalitega z vodo, shranili v nepredušno zaprti polietilenski vrečki. Na Oddelku za lesarstvo smo vzorce pripravili tako, da smo jih obdelali z mizarskimi stroji, tako da smo dobili 5 cm debele kolute in jih ponovno nepredušno zavili. Vzorce smo v celoti zamrznili in jih na makroskopsko identifikacijo pripravili tako, da smo še dodatno očistili in izravnali dva radija na prečni ksilotomski ravnini. Približno 30 vzorcev smo pustili pri sobnih pogojih, da so odmrznili in da se jim je osušila površina. Sledil je pregled s stereo mikroskopom Olympus SZ-PT. Pri opazovanju vzorca smo prešteli število branik, določili, če vzorec vsebuje beljavo, in ločeno prešteli število branik v njej, določili, če sta prisotna stržen in zadnja nastala branika pred posekom ter če je na vzorcu prisotna skorja. Izmerili smo mu tudi premer in vsa ta opažanja in meritve vnesli v preglednico. Tiste vzorce, ki jih ni bilo možno makroskopsko identificirati, smo ponovno zamrznili in kasneje pripravili mikroskopske preparate. Za dendrokronološke meritve smo izbrali samo vzorce jesena, ki so imeli več kot 45 branik. Širine branik smo merili od centra proti periferiji s pomočjo pomične mizice LINTAB z ročnim pomikom (izdelovalca Rinntech) in stereo mikroskopa Olympus SZ-PT. Merilni mehanizem mizice je bil povezan z osebnim računalnikom in računalniškim programom TSAPWin. Raziskani les kolov smo po preiskavi napojili z destilirano vodo, ga vložili v vrečke iz debele polietilenske folije, jih vakuumsko zapakirali ter tako zaščiten les shranili v depo Oddelka za lesarstvo. Rezultate raziskav smo interpretirali v sodelovanju s strokovnjaki iz drugih strok.

Ugotovljeni deleži lesnih vrst so bili naslednji: prevladoval je les jesena (*Fraxinus* sp.) z 78 %, sledil je les topola (*Populus* sp.) s 7 %, javorja (*Acer* sp.) s 4 %, jelše (*Alnus glutinosa*) s 3 %, belega gabra (*Carpinus betulus*) z 2 %, vrbe (*Salix* sp.) z 2 %, bresta (*Ulmus* sp.) z 2 % in hrasta (*Quercus* sp.) z 2 %. Izbor lesnih vrst nakazuje, da so koliščarji les posekali na poplavnih in vlažnih terenih v bližini naselbine. Visok delež jesena in nizek delež hrasta sta primerljiva z deleži na večini dendrokronološko datiranih koliščarskih naselbin na Ljubljanskem barju iz 3. tisočletja pr. n. št.

Les različnih drevesnih vrst ni bil enakomerno razporejen po celotni dolžini raziskanega jarka, dolgega približno 120 m. V osrednjem delu najdišča je prevladoval les jesena.

Od 210 raziskanih vzorcev lesa je 64 vzorcev jesenovih kolov imelo 45 ali več branik in so bili zato po dogovorjenih kriterijih primerni za dendrokronološke analize. Zaporedja širin branik 15 vzorcev smo sinhronizirali, združili v kronologijo DU-FRSP1, ki smo jo uspešno datirali. Les za preiskovane kole je bil posekan v letih $2496-2493 \pm 18$ kal. pr. n. št.

Kronologijo kolišča Dušanovo DU-FRSP1 smo datirali s kronologijami s kolišč Črni graben, Založnica in Parte, ki so tako kot Dušanovo živela v sredini 3. tisočletja pr. n. št., ob zaključku bakrene dobe na Ljubljanskem barju.

Najboljše je ujemanje jesenove kronologije z Dušanovega z jesenovo kronologijo koliščarske naselbine Črni graben, ki se nahaja v neposredni bližini. Posek lesa v istem obdobju nakazuje, da so les za obe kolišči sekali v istem obdobju in da bi bili kolišči lahko celo del iste naselbine.

Razporedi datiranih kolov zaradi vzorčenja v ozkem jarku niso omogočili rekonstrukcije tlorisov koliščarskih stavb.

Premeri uporabljenih kolov so znašali od 5 do 18 cm. Prevladujoč delež (83 %) kolov je imel premer od 7 do 12,5 cm. Največ (40 %) kolov je imelo 0,51-1,00 branike/mm oz. povprečno širino branik 1,01-2,00 mm. Koli so imeli od 11 do 156 branik, skoraj polovica kolov pa je imela od 11 do 30 branik.

S pomočjo dendrotipologije smo ugotovili, da so koliščarji les posekali v sestoji, kjer so bila zastopana dokaj stara in tudi mlada drevesa. Ob poseku so bila najmlajša drevesa vrbe, sledijo jelša, topol, hrast, javor, brest in beli gaber. V splošnem je imel največ branik jesen, kar je najverjetneje posledica polardiranja (obvejevanja dreves za prehrano živali), ki je imelo za posledico rast z ozkimi branikami.

Na sinhroniziranih krivuljah širin branik polardiranih vzorcev smo ugotovili, da različnih dreves niso polardirali v istih letih. Medtem ko datumi zadnjih branik nakazujejo, da je kolišče morda živelo le nekaj let, sledovi polardiranja kažejo, da je bilo območje poseljeno vsaj nekaj desetletij ali pa so drevesa polardirali koliščarji iz drugih naselbin.

7 VIRI

Andrič M. 2009. Holocenske paleoekološke in paleohidrološke razmere na Ljubljanskem barju – prispevek k diskusiji. *Arheološki vestnik*, 60: 317-331

Billamboz A. 2003. Tree rings and wetland occupation in Southwest Germany between 2000 and 500 BC: dendroarchaeology beyond dating in tribute to F. H. Schweingruber. *Tree-ring Research*, 59, 1: 37-49

Čufar K., Levanič T., Velušček A. 1997. Dendrokronološke raziskave na kolišču Založnica in Parte. *Arheološki vestnik*, 48: 15-26

Čufar K., Levanič T. 2000. Dendrokronologija kot metoda za datiranje lesa. V: *Les v restavraciji*. Ljubljana, Restavracijski center Republike Slovenije: 31-37

Čufar K., Tišler V., Gorišek Ž. 2002. Arheološki les – njegove lastnosti in raziskovalni potencial. *Arheološki vestnik*, 53: 69-76

Čufar K., Velušček A. 2003. Dendrokronološke raziskave na Založnici – najmlajši znani bakrenodobni koliščarski naselbini na Ljubljanskem barju. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 71: 137-158

Čufar K., Velušček A., Tolar T., Kromer B. 2009. Dendrokronološke raziskave na koliščarskih naselbinah Stare gmajne in Blatna Brezovica. V: *Koliščarska naselbina Stare gmajne in njen čas: Ljubljansko barje v 2. polovici 4. tisočletja pr. Kr.* Velušček A. (ur.). Ljubljana, Založba ZRC, ZRC SAZU: 177-195

Čufar K. 2010. Dendrokronološka metoda za datiranje lesa v Sloveniji. *Argo*, 53, 1: 30-33

Čufar K., Kromer B., Tolar T., Velušček A. 2010. Dating of 4th millennium BC pile-dwellings on Ljubljansko barje, Slovenia. *Journal of Archaeological Science*, 37, 8: 2031-2039

Čufar K., Velušček A. 2012. Les s koliščarskih naselbin na Ljubljanskem barju in njegov raziskovalni potencial. *Les*, 64, 3-4: 49-56

Čufar K., Velušček A., Kromer B. 2013. Two decades of dendrochronology in the pile dwellings of the Ljubljansko barje, Slovenia. *Festschrift für Andre Billamboz zum 65. Geburtstag*: 35-40

GIS: Geodetski inštitut Slovenije. Ljubljana, Javni zavod Republike Slovenije.
http://www.gis.si/egw/ZOS_T03_P03/index.html (25. maj 2014)

Košmelj B. 1999. Statistika. 4. natis. Ljubljana, DZS: 235 str.

Martinelli N. 2013. Dendro-typology in Italy: The case studies of the pile dwelling villages Lucone D (Brescia) and Sabbione (Varese). *Festschrift für Andre Billamboz zum 65. Geburtstag*: 117-124

Kržišnik D. 2011. Anatomske raziskave arheološkega lesa. Diplomski projekt (Univerzitetni študij – 1. stopnja). Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 34 str.

Lah A., Adamič F. 1992. Ljubljansko barje. V: *Enciklopedija Slovenije*. Zvezek 6. Ljubljana, Mladinska knjiga: 262-263

Lestan J. Ž. 2010. Arboristična preiskava Plečnikovih vrb v Trnovskem pristanu v Ljubljani. Diplomsko delo (Univerzitetni študij). Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 101 str.

Schweingruber F. H. 1990. Microscopic wood anatomy: Structural variability of stems and twigs in recent and subfossil woods from Central Europe. 2nd ed. Birmensdorf, Eidgenössische Anstalt für das Forstliche Versuchswesen: 226 str.

Seljak J. 1998. Statistične metode. Ljubljana, Visoka upravna šola: 229 str.

Velušček A., Čufar K. 2002. Dendrokronološke raziskave kolišč na Ljubljanskem barju – stanje 2001. Arheološki vestnik, 53: 59-67

Velušček A., Čufar K. 2003. Založnica pri Kamniku pod Krimom na Ljubljanskem barju – naselbina kulture Somogyvár-Vinkovci. Arheološki vestnik, 54: 123-158

Velušček A. 2004a. Ljubljansko barje v dobi kolišč. Zgodovina v šoli, 13, 1-2: 11-21

Velušček A. 2004b. Past and present lake-dwelling studies in Slovenia: Ljubljansko barje (the Ljubljana Marsh). V: Menotti F. (ur.) Living on the lake in prehistoric Europe. 150 years of lake-dwelling research. London, New York: Routledge: 69-82

Velušček A. 2005. Ljubljansko barje v koliščarski dobi. V: Pretrgane korenine: sledi življenja in dela Rajka Ložarja. Slavec Gradišnik I., Ložar - Podlogar H. (ur.). Ljubljana, Založba ZRC, ZRC SAZU: 191-216

Velušček A. 2009a. Koliščarska naselbina Stare gmajne in njen čas: Ljubljansko barje v 2. polovici 4. tisočletja pr. Kr. Ljubljana, Založba ZRC, ZRC SAZU: 330 str.

Velušček A. 2009b. Barjanska kolišča in sočasne najdbe iz Ljubljanice. V: Ljubljanica – kulturna dediščina reke. Turk P., Istenič J., Knific T., Nabergoj T. (ur.). Ljubljana, Narodni muzej Slovenije: 48-52

Velušček A. 2010a. Koliščarji: O koliščarjih in koliščarski kulturi Ljubljanskega barja. Ljubljana, Založba ZRC, ZRC SAZU: 109 str.

Velušček A., Čufar K., Levanič T. 2010b. Parte-Iščica, arheološke in dendrokronološke raziskave. Arheološki vestnik, 51: 83-107

Velušček A., Toškani B., Čufar K. 2011. Zaton kolišč na Ljubljanskem barju. Arheološki vestnik, 62: 51-76

ZAHVALA

Najprej bi se rad zahvalil mentorici prof. dr. Katarini Čufar za strokovno vodenje, usmerjanje in nasvete, ki so mi pomagali pri pisanju magistrske naloge. Zahvaljujem se ji tudi za vso velikodušno vsestransko pomoč.

Zahvalil bi se doc. dr. Maksu Mereli za opravljeno recenzijo naloge.

Posebna zahvala gre tudi dr. Antonu Veluščku, raziskovalcu na Inštitutu za arheologijo ZRC SAZU, za njegov čas, nasvete in strokovni pregled dela.

Naj se zahvalim tudi dipl. inž. les. Luki Kržetu, ki mi je pomagal pri raziskovalnem delu v laboratoriju, Vivien Hadlow za pomoč z angleškim povzetkom ter prof. Luku Rejcu in Zali Šmid za lekturo.

Najlepša hvala moji družini, ki mi je ves čas študija stala ob strani in me na tej poti podpirala.

Nazadnje se moram zahvaliti vsem prijateljem za vso podporo, pomoč in spodbudo v času študija.

Hvala vsem!

PRILOGE

PRILOGA A: Podatki o vzorcih lesa z Dušanovega, razdelek A.

Vzorec	Merjen	Drevesna vrsta	Premjer [cm]	Klan	Branike	Branike beljave	Stržen	WK	Skorja
DU-13-33		FRSP	9	ne	17		da	da	ne
DU-13-34		FRSP	7	ne	26		da	da	ne
DU-13-35		ULSP	11	ne	26		da	da	ne
DU-13-36		ACSP	12,5	ne	15		da	da	da
DU-13-37		FRSP	6	ne	18		da	da	ne
DU-13-38		ULSP	11,5	ne	41		da	da	ne
DU-13-39		FRSP	7,5	ne	31		da	da	ne
DU-13-40		FRSP	11	ne	30		da	da	ne
DU-13-41		ACSP	7,5	ne	17		da	da	ne
DU-13-42		ALGL	9	ne	14		da	da	da
DU-13-43	da	FRSP	14,5	ne	141		da	da	ne
DU-13-44		ALGL	12	ne	15		da	da	da
DU-13-45		ALGL	9,5	ne	14		da	da	ne
DU-13-46	da	FRSP	8	ne	51		da	da	ne
DU-13-47	da	FRSP	9	ne	78		da	da	ne
DU-13-48		FRSP	8	ne	41		da	da	ne
DU-13-49		ALGL	14	ne	45		da	da	ne
DU-13-50	da	FRSP	11	ne	72		da	da	ne
DU-13-51	da	FRSP	9,5	ne	54		da	da	ne
DU-13-52	da	FRSP	9	ne	56		da	da	ne
DU-13-53	da	FRSP	10,5	ne	76		da	da	ne
DU-13-54	da	FRSP	9,5	ne	48		da	da	ne
DU-13-55		ACSP	7,5	ne	35		da	da	ne
DU-13-56		QUSP	10	ne	14	7	da	da	da
DU-13-57		QUSP	8,5	ne	17	9	da	da	ne
DU-13-58		ACSP	8	ne	32		da	da	ne
DU-13-59	da	FRSP	16	da	87		da	da	ne
DU-13-60		CABE	7,5	ne	16		da	ne	ne
DU-13-61		SASP	13	ne	12		da	da	ne
DU-13-62		FRSP	8,5	ne	11		da	da	ne
DU-13-63		POSP	6	ne	17		da	da	da
DU-13-64		ACSP	9,5	ne	17		da	da	da
DU-13-65		SASP	9,5	ne	14		da	da	ne

se nadaljuje

nadaljevanje

Vzorec	Merjen	Drevesna vrsta	Premjer [cm]	Klan	Branike	Branike beljave	Stržen	WK	Skorja
DU-13-66	da	FRSP	8	ne	50		da	da	ne
DU-13-67		FRSP	8	ne	32		da	da	ne
DU-13-68		POSP	8,5	ne	16		da	da	da
DU-13-69		FRSP	8,5	ne	30		da	da	ne
DU-13-70	da	FRSP	8,5	ne	81		da	da	ne
DU-13-71		POSP	17	ne	17		da	da	ne
DU-13-72		POSP	11	da	20		da	da	da
DU-13-73		POSP	6	ne	16		da	da	ne
DU-13-74		POSP	9,5	ne	16		da	da	da
DU-13-75	da	FRSP	9,5	ne	46		da	da	ne
DU-13-76		POSP	9	ne	14		da	da	ne
DU-13-77		FRSP	8,5	ne	32		da	da	ne
DU-13-78	da	FRSP	10	ne	80		da	da	ne
DU-13-79	da	FRSP	9,5	ne	69		da	da	ne
DU-13-80		POSP	15	ne	17		da	da	ne
DU-13-81		FRSP	8	ne	13		da	da	ne
DU-13-82		FRSP	8	ne	31		da	da	ne
DU-13-83	da	FRSP	9,5	ne	71		da	da	ne
DU-13-84	da	FRSP	10	ne	76		da	da	ne
DU-13-85		FRSP	10	ne	30		da	da	ne
DU-13-86		CABE	9	ne	30		da	da	ne
DU-13-87		CABE	9	ne	26		da	da	ne
DU-13-88	da	FRSP	14	ne	47		da	da	ne
DU-13-89	da	FRSP	9	ne	59		da	da	ne
DU-13-90		FRSP	8,5	ne	34		da	da	ne
DU-13-91		CABE	8,5	ne	32		da	da	ne
DU-13-92		FRSP	7,5	ne	27		da	da	ne
DU-13-93		FRSP	17	ne	22		da	da	ne
DU-13-94	da	FRSP	12	ne	133		da	da	ne
DU-13-95	da	FRSP	12	ne	153		da	da	ne
DU-13-96		FRSP	12,5	da	43		da	da	ne
DU-13-97	da	FRSP	14	ne	89		da	da	ne
DU-13-98		FRSP	11,5	ne	33		da	da	ne
DU-13-99	da	FRSP	11,5	ne	46		da	da	ne

PRILOGA B: Podatki o vzorcih lesa z Dušanovega, razdelek B.

Vzorec	Merjen	Drevesna vrsta	Premier [cm]	Klan	Branike	Branike beljave	Stržen	WK	Skorja
DU-13-100		FRSP	9	ne	29		da	da	ne
DU-13-101	da	FRSP	11	ne	100		da	da	ne
DU-13-102	da	FRSP	10	ne	100		da	da	ne
DU-13-103		FRSP	8,5	ne	20		da	da	ne
DU-13-104	da	FRSP	11,5	ne	156		da	da	ne
DU-13-105	da	FRSP	11	ne	93		da	da	ne
DU-13-106		FRSP	9	ne	20		da	da	ne
DU-13-107	da	FRSP	15	ne	79		da	da	ne
DU-13-108	da	FRSP	9,5	ne	50		da	da	ne
DU-13-109		FRSP	8,5	ne	16		da	da	ne
DU-13-110		FRSP	7,5	ne	14		da	da	ne
DU-13-111		FRSP	8,5	ne	28		da	da	ne
DU-13-112	da	FRSP	9	ne	59		da	da	da
DU-13-113	da	FRSP	13,5	ne	68		da	da	ne
DU-13-114		FRSP	12	da	41		da	da	ne
DU-13-115	da	FRSP	11	ne	47		da	da	ne
DU-13-116		FRSP	9,5	ne	23		da	da	ne
DU-13-117	da	FRSP	9	ne	58		da	da	ne
DU-13-118		FRSP	5	ne	21		da	da	ne
DU-13-119		FRSP	5,5	ne	29		da	da	ne
DU-13-120		FRSP	8	ne	31		da	da	ne

PRILOGA C: Podatki o vzorcih lesa z Dušanovega, razdelek C.

Vzorec	Merjen	Drevesna vrsta	Premjer [cm]	Klan	Branike	Branike beljave	Stržen	WK	Skorja
DU-13-121		FRSP	6,5	ne	18		da	da	ne
DU-13-122		FRSP	9	ne	44		da	ne	ne
DU-13-123		FRSP	12	ne	16		da	da	da
DU-13-124		FRSP	16,5	ne	42		da	da	ne
DU-13-125	da	FRSP	13,5	ne	49		da	da	ne
DU-13-126		FRSP	10,5	ne	40		da	da	da
DU-13-127		FRSP	10,5	ne	42		da	da	ne
DU-13-128		FRSP	13	ne	44		da	da	ne
DU-13-129		FRSP	8,5	ne	14		da	da	ne
DU-13-130		FRSP	8,5	ne	30		da	da	da
DU-13-131		FRSP	8,5	ne	14		da	da	da
DU-13-132	da	FRSP	11	ne	58		da	da	ne
DU-13-133		FRSP	6	ne	34		da	da	ne
DU-13-134		FRSP	12	ne	24		da	da	da
DU-13-135		FRSP	7	ne	21		da	da	ne
DU-13-136		FRSP	9	ne	40		da	da	ne
DU-13-137		FRSP	11,5	ne	23		da	da	ne
DU-13-138		FRSP	11	ne	42		da	da	ne
DU-13-139		FRSP	11	ne	29		da	da	ne
DU-13-140		FRSP	7	ne	16		da	da	ne
DU-13-141	da	FRSP	11	ne	90		da	da	ne
DU-13-142		FRSP	9	ne	23		da	da	ne
DU-13-143		FRSP	11	ne	24		da	ne	ne
DU-13-144	da	FRSP	15	ne	53		da	da	ne
DU-13-145		FRSP	7	ne	31		da	da	ne
DU-13-146	da	FRSP	11,5	ne	106		da	da	ne
DU-13-147		FRSP	10,5	ne	26		da	da	ne
DU-13-148		FRSP	10,5	ne	36		da	da	ne
DU-13-149		FRSP	8	ne	29		da	da	ne
DU-13-150		FRSP	7,5	ne	28		da	da	ne
DU-13-151		FRSP	7,5	ne	25		da	da	ne
DU-13-152	da	FRSP	10	ne	62		da	da	ne
DU-13-153	da	FRSP	10,5	ne	80		da	da	ne
DU-13-154		FRSP	10,5	ne	37		da	da	ne
DU-13-155		FRSP	7	ne	14		da	da	da
DU-13-156		FRSP	7,5	ne	35		da	da	ne

se nadaljuje

nadaljevanje

Vzorec	Merjen	Drevesna vrsta	Premjer [cm]	Klan	Branike	Branike beljave	Stržen	WK	Skorja
DU-13-157	da	FRSP	11	ne	100		da	da	ne
DU-13-158	da	FRSP	18	ne	96		da	da	ne
DU-13-159		FRSP	8	ne	40		da	da	ne
DU-13-160	da	FRSP	13	ne	67		da	da	ne
DU-13-161		FRSP	8	ne	25		da	da	da
DU-13-162		FRSP	8	ne	17		da	da	ne
DU-13-163	da	FRSP	10	ne	51		da	da	ne
DU-13-164	da	FRSP	10	ne	50		da	da	ne
DU-13-165		FRSP	11,5	ne	39		da	da	ne
DU-13-166	da	FRSP	11,5	ne	63		da	da	ne
DU-13-167		FRSP	8,5	ne	20		da	da	ne
DU-13-168	da	FRSP	7	ne	59		da	da	ne
DU-13-169	da	FRSP	11	ne	61		da	da	ne
DU-13-170	da	FRSP	10,5	ne	59		da	da	ne
DU-13-171	da	FRSP	10,5	ne	52		da	da	da
DU-13-172		FRSP	12	ne	41		da	da	da
DU-13-173	da	FRSP	9	ne	54		da	da	ne
DU-13-174	da	FRSP	13	ne	57		da	da	da
DU-13-175	da	FRSP	12	ne	70		da	da	da
DU-13-176	da	FRSP	9,5	ne	48		da	da	ne
DU-13-177	da	FRSP	13	da	46		da	da	ne
DU-13-178	da	FRSP	15,5	ne	70		da	da	ne
DU-13-179		FRSP	12	ne	34		da	da	ne
DU-13-180	da	FRSP	11	ne	58		da	da	ne
DU-13-181		FRSP	18	ne	39		da	da	ne
DU-13-182	da	FRSP	11	ne	73		da	da	ne
DU-13-183	da	FRSP	14	ne	83		da	da	ne
DU-13-184	da	FRSP	9,5	ne	49		da	da	ne
DU-13-185	da	FRSP	14	ne	56		da	da	ne
DU-13-186		FRSP	12	ne	30		da	ne	ne
DU-13-187	da	FRSP	13	da	53		da	da	ne
DU-13-188		FRSP	7,5	ne	34		da	da	ne
DU-13-189		FRSP	10	ne	27		da	da	ne
DU-13-242		FRSP	9	ne	31		da	da	ne

PRILOGA D: Podatki o vzorcih lesa z Dušanovega, razdelek D.

Vzorec	Merjen	Drevesna vrsta	Premjer [cm]	Klan	Branike	Branike beljave	Stržen	WK	Skorja
DU-13-190		FRSP	8,5	ne	15		da	da	da
DU-13-191		FRSP	10	ne	21		da	da	da
DU-13-192		FRSP	10,5	ne	31		da	da	ne
DU-13-193		FRSP	10	ne	37		da	da	ne
DU-13-194		FRSP	9	ne	14		da	da	da
DU-13-195		FRSP	8	ne	42		da	da	ne
DU-13-196		FRSP	10,5	ne	18		da	da	ne
DU-13-197		FRSP	10	ne	26		da	da	ne
DU-13-198		FRSP	8	ne	34		da	da	ne
DU-13-199	da	FRSP	12,5	ne	51		da	da	ne
DU-13-200		POSP	11,5	ne	19		da	da	ne
DU-13-201		FRSP	11	ne	28		da	da	ne
DU-13-202		FRSP	10	ne	43		da	da	ne
DU-13-203		ACSP	8	ne	39		da	da	ne
DU-13-204		CABE	9	ne	22		da	da	ne
DU-13-205		FRSP	11	ne	36		da	da	ne
DU-13-206		POSP	13	ne	21		da	da	ne
DU-13-207	da	FRSP	12,5	da	63		da	da	ne
DU-13-208		FRSP	7	ne	29		da	da	da
DU-13-209		FRSP	8,5	ne	22		da	da	ne
DU-13-210		FRSP	10	ne	30		da	da	ne
DU-13-211		FRSP	7	ne	14		da	da	da
DU-13-212		FRSP	12	ne	39		da	da	da
DU-13-213		FRSP	10	ne	17		da	da	da
DU-13-214		FRSP	11	ne	17		da	da	ne
DU-13-215	da	FRSP	11	ne	70		da	da	ne
DU-13-216		FRSP	7,5	ne	13		da	da	ne
DU-13-217		ALGL	9,5	ne	13		da	da	ne
DU-13-218		FRSP	8	ne	14		da	da	da
DU-13-219		QUSP	11	ne	43	12	da	ne	ne
DU-13-220		FRSP	7,5	ne	22		da	da	da
DU-13-221		POSP	12	ne	15		da	da	da
DU-13-222		FRSP	9,5	ne	18		da	da	da
DU-13-223		FRSP	8,5	ne	20		da	da	da
DU-13-224		FRSP	9	ne	21		da	da	ne
DU-13-225		QUSP	7,5	ne	17	13	da	da	ne

se nadaljuje

nadaljevanje

Vzorec	Merjen	Drevesna vrsta	Premier [cm]	Klan	Branike	Branike beljave	Stržen	WK	Skorja
DU-13-226		FRSP	7	ne	14		da	da	da
DU-13-227		ALGL	10,5	ne	22		da	da	ne
DU-13-228		SASP	8,5	ne	20		da	da	ne
DU-13-229		FRSP	8,5	ne	41		da	da	ne
DU-13-230		POSP	12	ne	18		da	da	ne
DU-13-231		FRSP	7,5	ne	40		da	da	ne
DU-13-232		QUSP	8	ne	17	10	da	da	da
DU-13-233		FRSP	9,5	ne	38		da	da	ne
DU-13-234		FRSP	8	ne	18		da	da	da
DU-13-235		SASP	9,5	ne	12		da	da	da
DU-13-236		ACSP	9	ne	19		da	da	ne
DU-13-237		POSP	14	ne	15		da	da	ne
DU-13-238		ACSP	9	ne	17		da	da	ne
DU-13-239		POSP	11	da	22		da	da	ne
DU-13-240		ULSP	14	ne	24		da	da	da
DU-13-241		ULSP	12	ne	25		da	da	da

PRILOGA E: Število in delež vzorcev po vrstah lesa ter število in deleži dendrokronološko merjenih in sinhroniziranih (relativno datiranih) vzorcev po razdelkih.

Razdelek A

Vrsta lesa	Število vzorcev	Delež (%)	Merjen (št.)	Merjen (%)*	Sinhroniziran (št.)	Sinhroniziran (%)*
<i>Acer</i> sp.	5	7	0	0	0	0
<i>Alnus glutinosa</i>	4	6	0	0	0	0
<i>Carpinus betulus</i>	4	6	0	0	0	0
<i>Fraxinus</i> sp.	40	60	22	55	3	8
<i>Populus</i> sp.	8	12	0	0	0	0
<i>Quercus</i> sp.	2	3	0	0	0	0
<i>Salix</i> sp.	2	3	0	0	0	0
<i>Ulmus</i> sp.	2	3	0	0	0	0
SKUPAJ	67	100	22	55	3	8

* Preračunan glede na število vzorcev jesena.

Razdelek B

Vrsta lesa	Število vzorcev	Delež (%)	Merjen (št.)	Merjen (%)*	Sinhroniziran (št.)	Sinhroniziran (%)*
<i>Acer</i> sp.	0	0	0	0	0	0
<i>Alnus glutinosa</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Carpinus betulus</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Fraxinus</i> sp.	21	100	10	48	7	33
<i>Populus</i> sp.	0	0	0	0	0	0
<i>Quercus</i> sp.	0	0	0	0	0	0
<i>Salix</i> sp.	0	0	0	0	0	0
<i>Ulmus</i> sp.	0	0	0	0	0	0
SKUPAJ	21	100	10	48	7	33

* Preračunan glede na število vzorcev jesena.

Razdelek C

Vrsta lesa	Število vzorcev	Delež (%)	Merjen (št.)	Merjen (%)*	Sinhroniziran (št.)	Sinhroniziran (%)*
<i>Acer</i> sp.	0	0	0	0	0	0
<i>Alnus glutinosa</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Carpinus betulus</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Fraxinus</i> sp.	70	100	29	41	5	7
<i>Populus</i> sp.	0	0	0	0	0	0
<i>Quercus</i> sp.	0	0	0	0	0	0
<i>Salix</i> sp.	0	0	0	0	0	0
<i>Ulmus</i> sp.	0	0	0	0	0	0
SKUPAJ	70	100	29	41	5	7

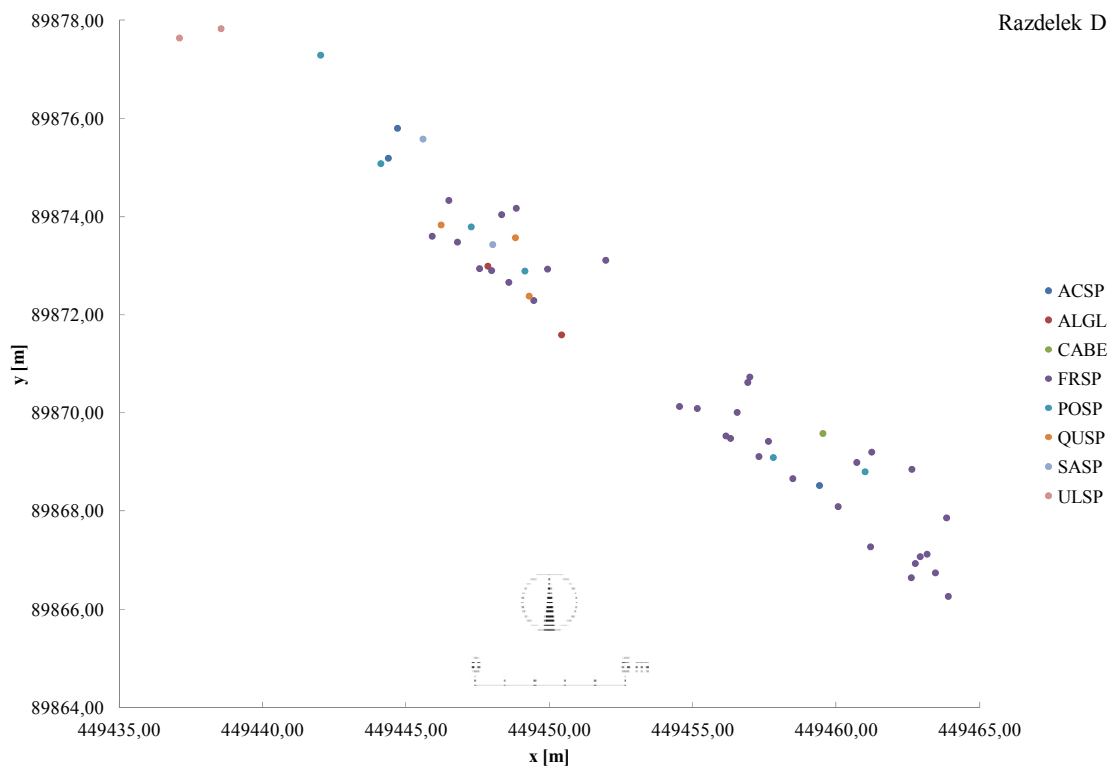
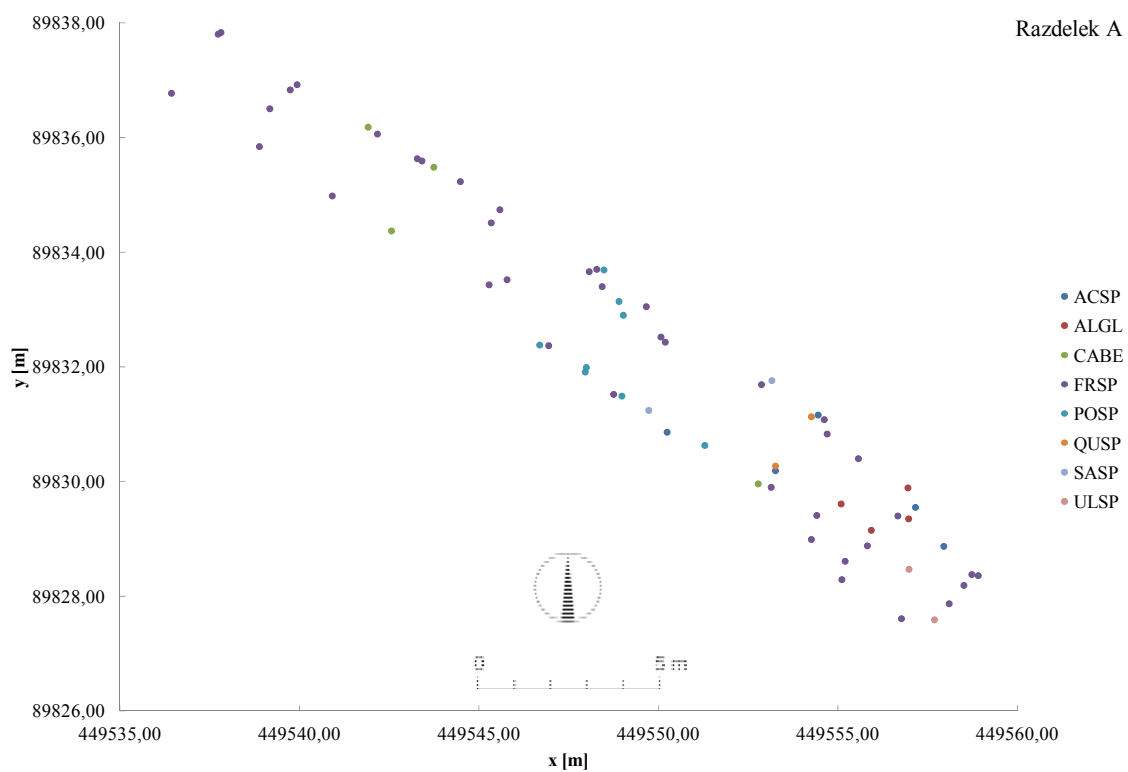
* Preračunan glede na število vzorcev jesena.

Razdelek D

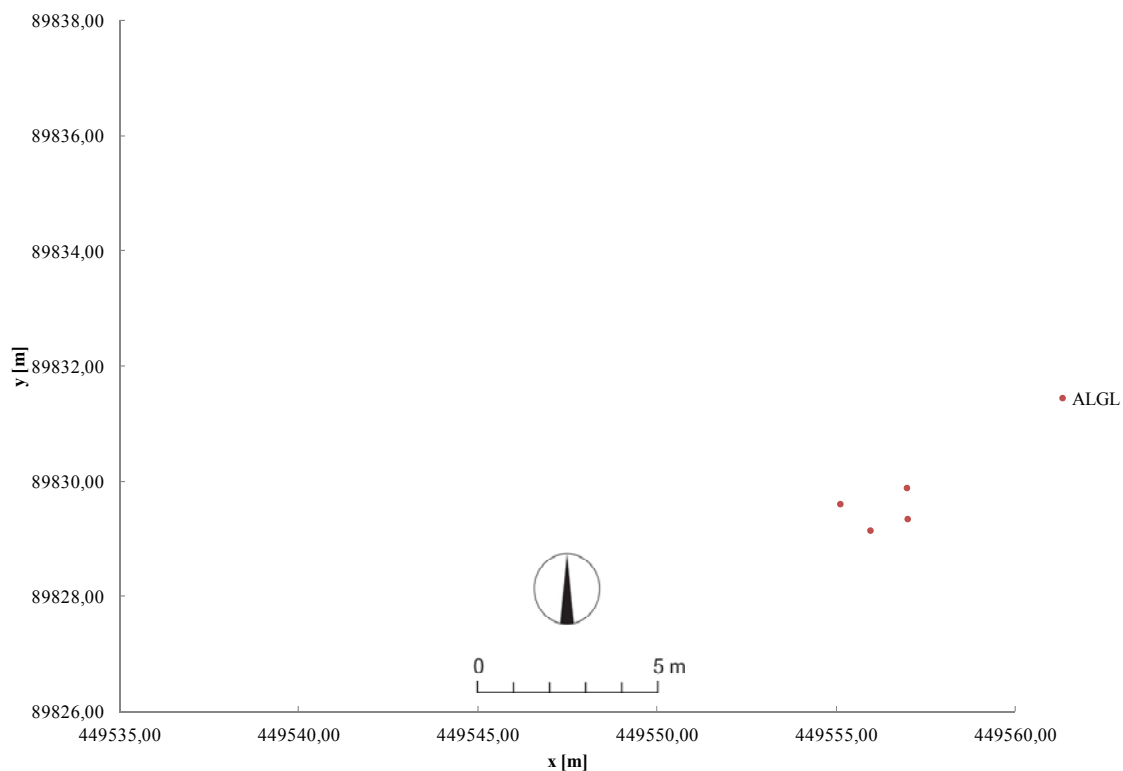
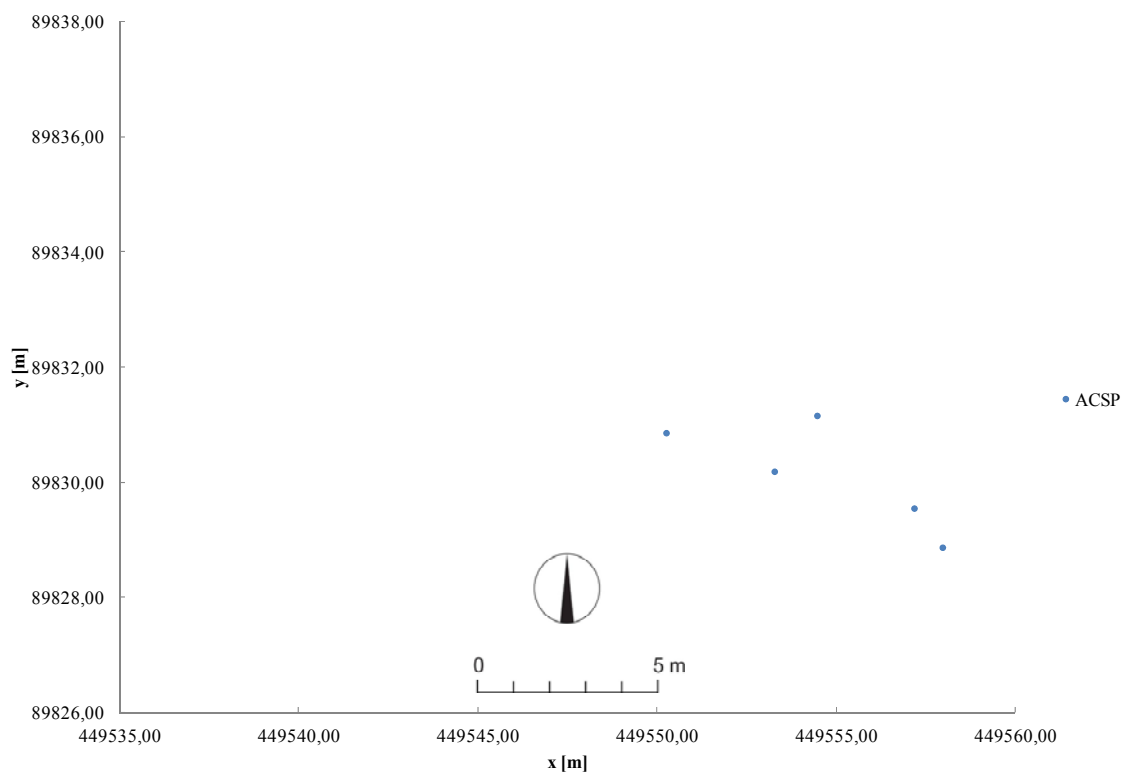
Vrsta lesa	Število vzorcev	Delež (%)	Merjen (št.)	Merjen (%)*	Sinhroniziran (št.)	Sinhroniziran (%)*
<i>Acer</i> sp.	3	6	0	0	0	0
<i>Alnus glutinosa</i>	2	4	0	0	0	0
<i>Carpinus betulus</i>	1	2	0	0	0	0
<i>Fraxinus</i> sp.	33	63	3	9	0	0
<i>Populus</i> sp.	6	12	0	0	0	0
<i>Quercus</i> sp.	3	6	0	0	0	0
<i>Salix</i> sp.	2	4	0	0	0	0
<i>Ulmus</i> sp.	2	4	0	0	0	0
SKUPAJ	52	100	3	9	0	0

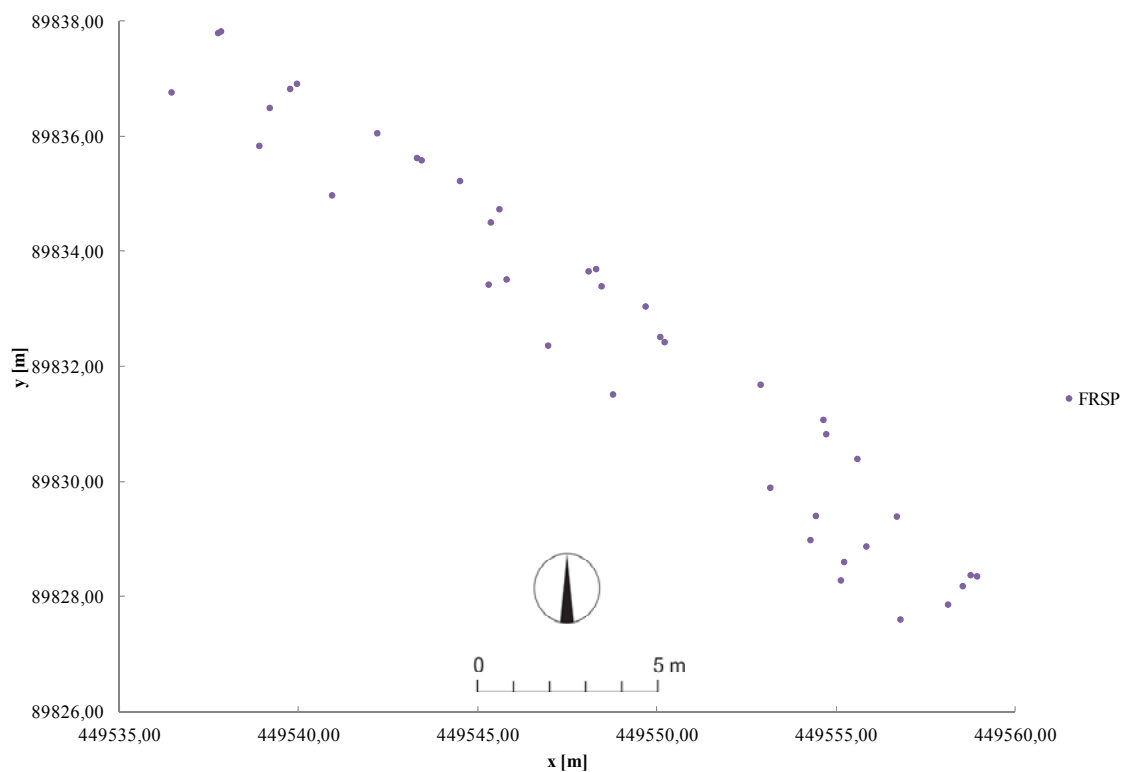
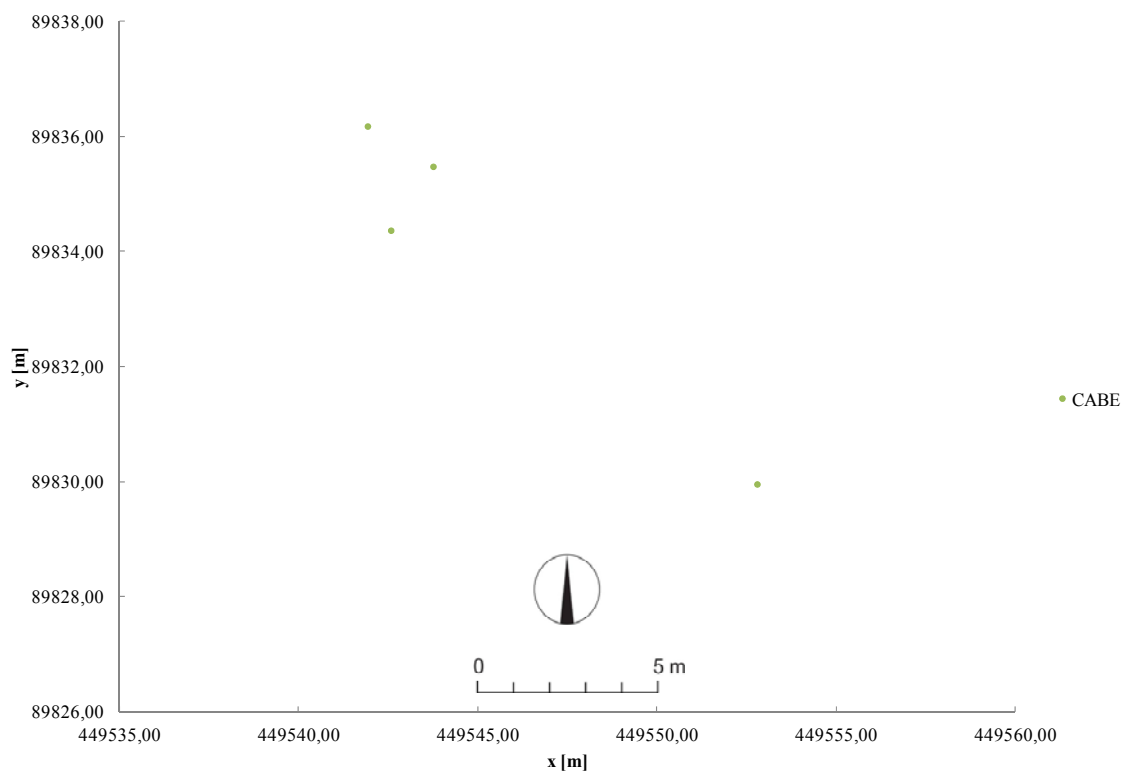
* Preračunan glede na število vzorcev jesena.

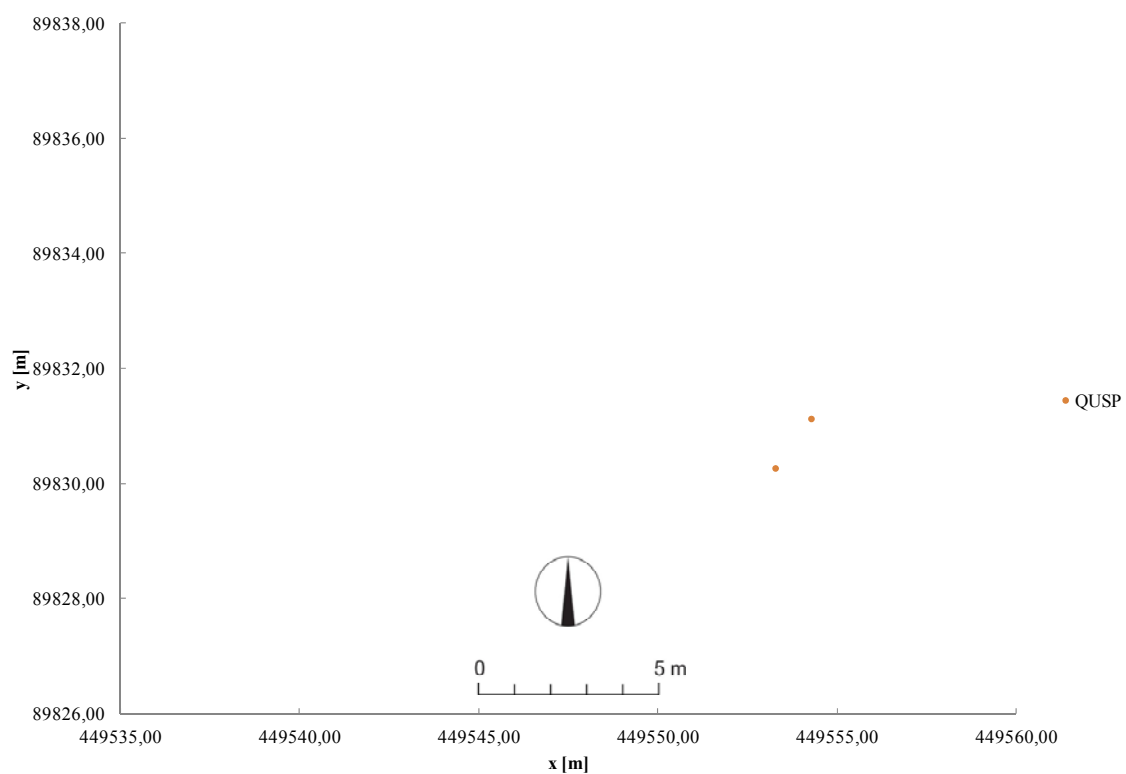
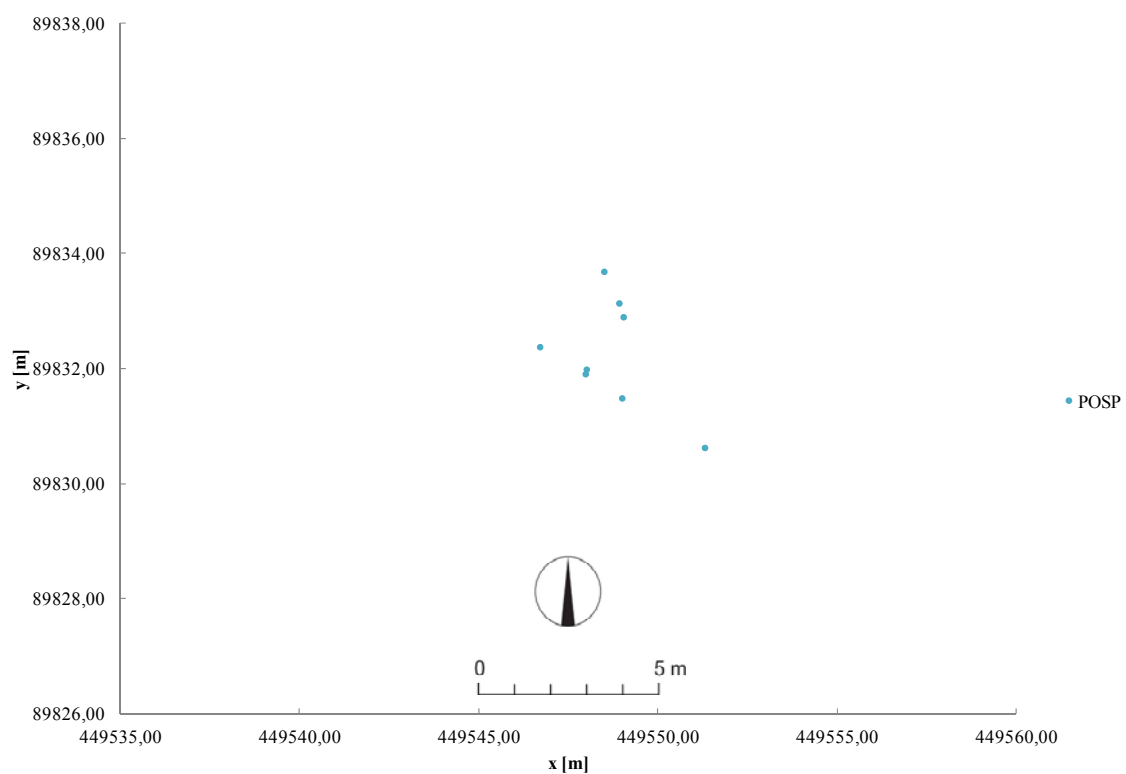
PRILOGA F: Položaj kolov po lesnih vrstah v razdelkih A in D.

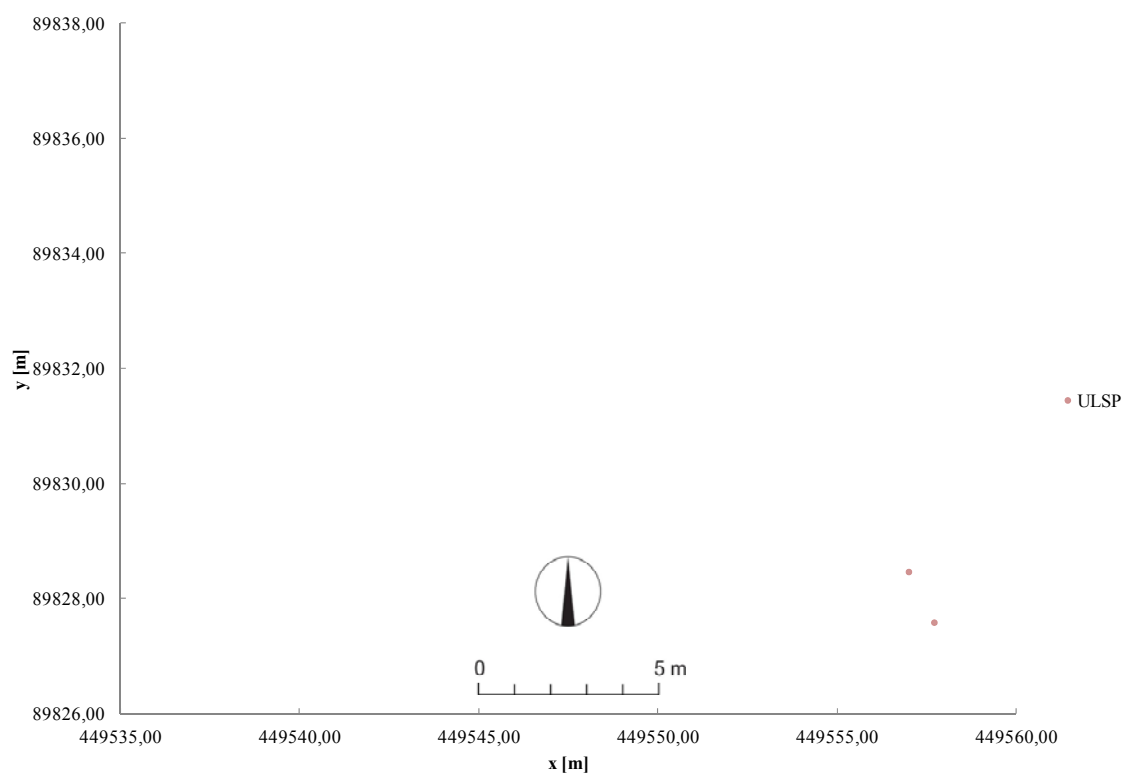
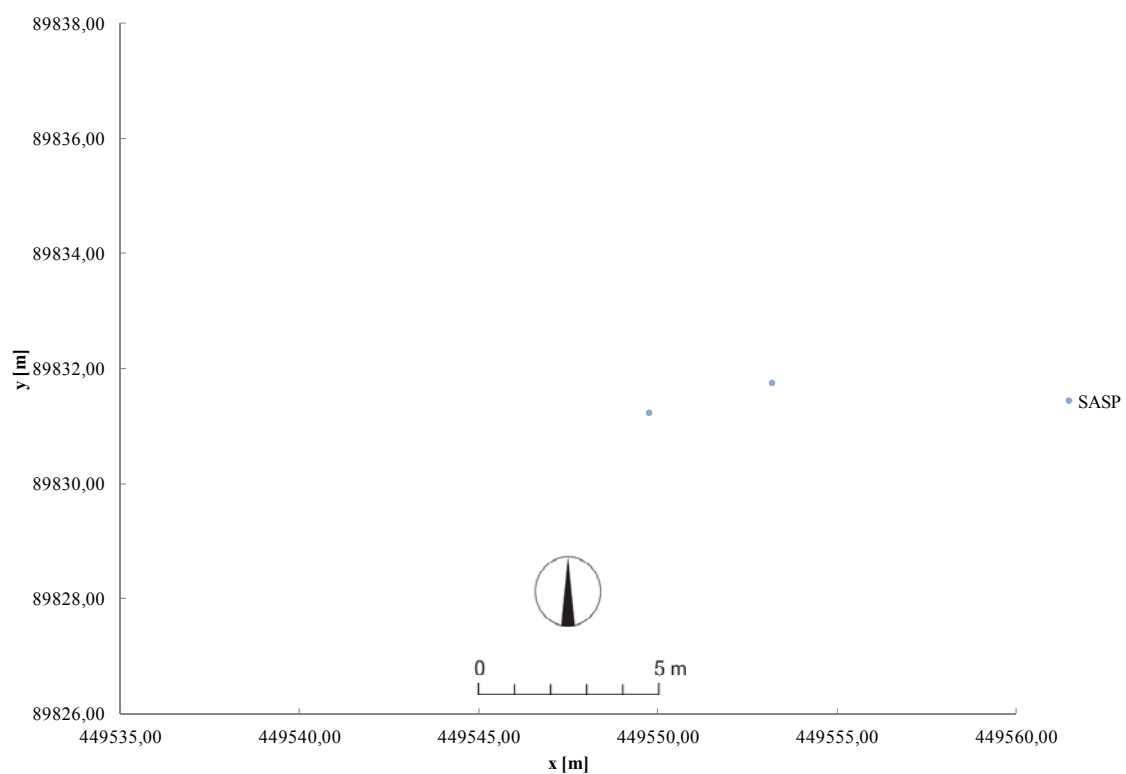


PRILOGA G: Položaj kolov po različnih lesnih vrstah v razdelku A.

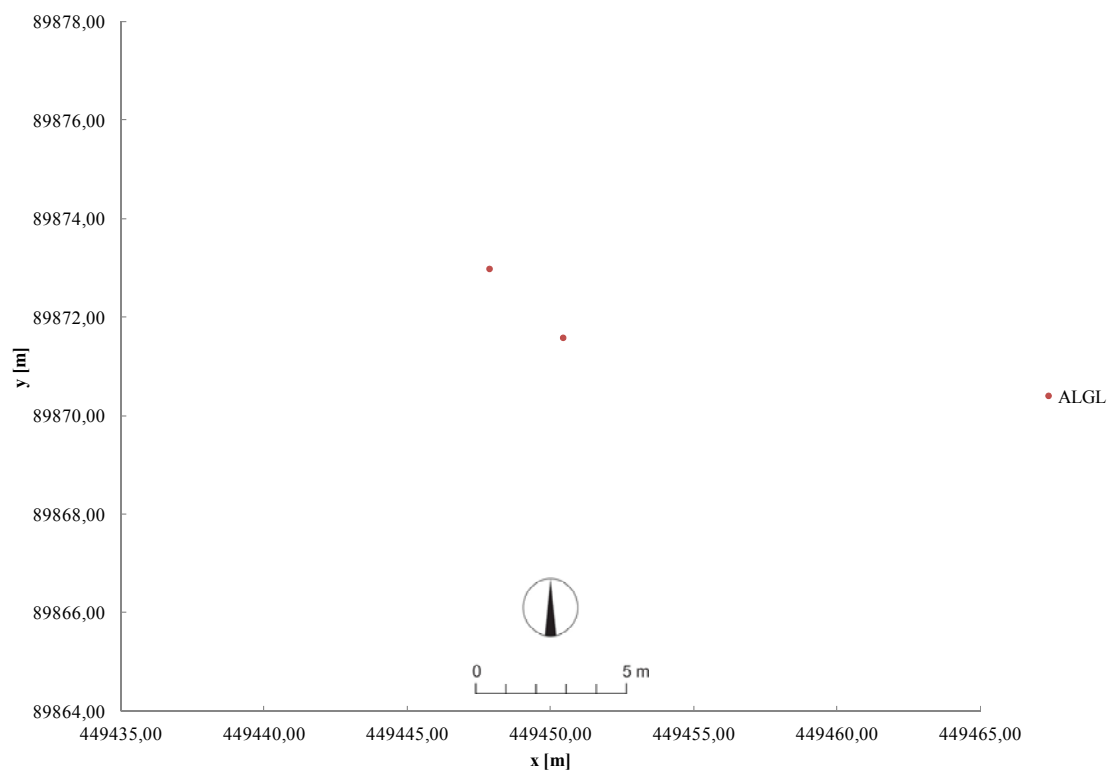
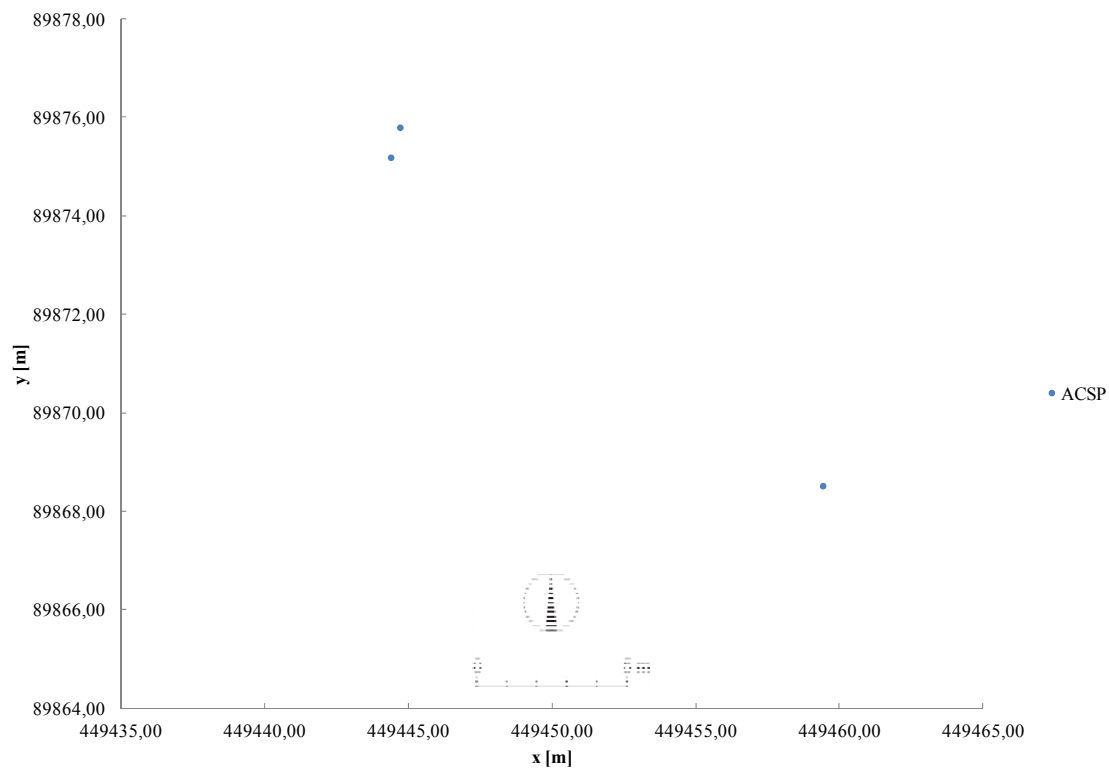


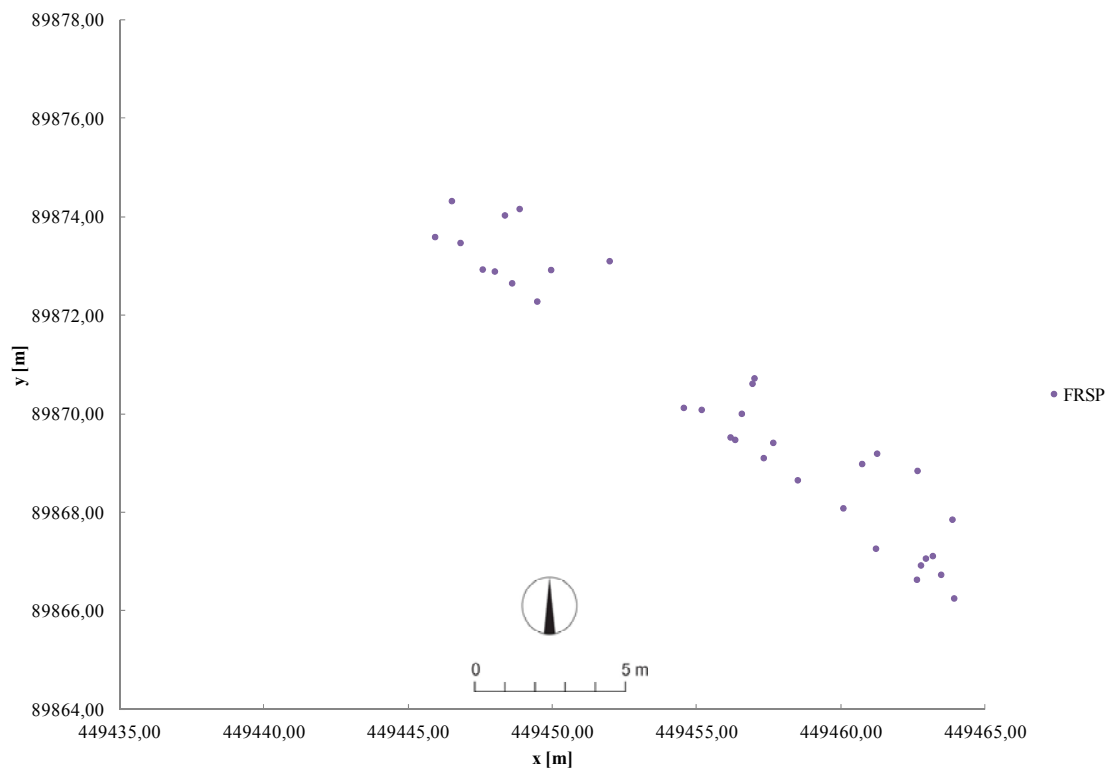
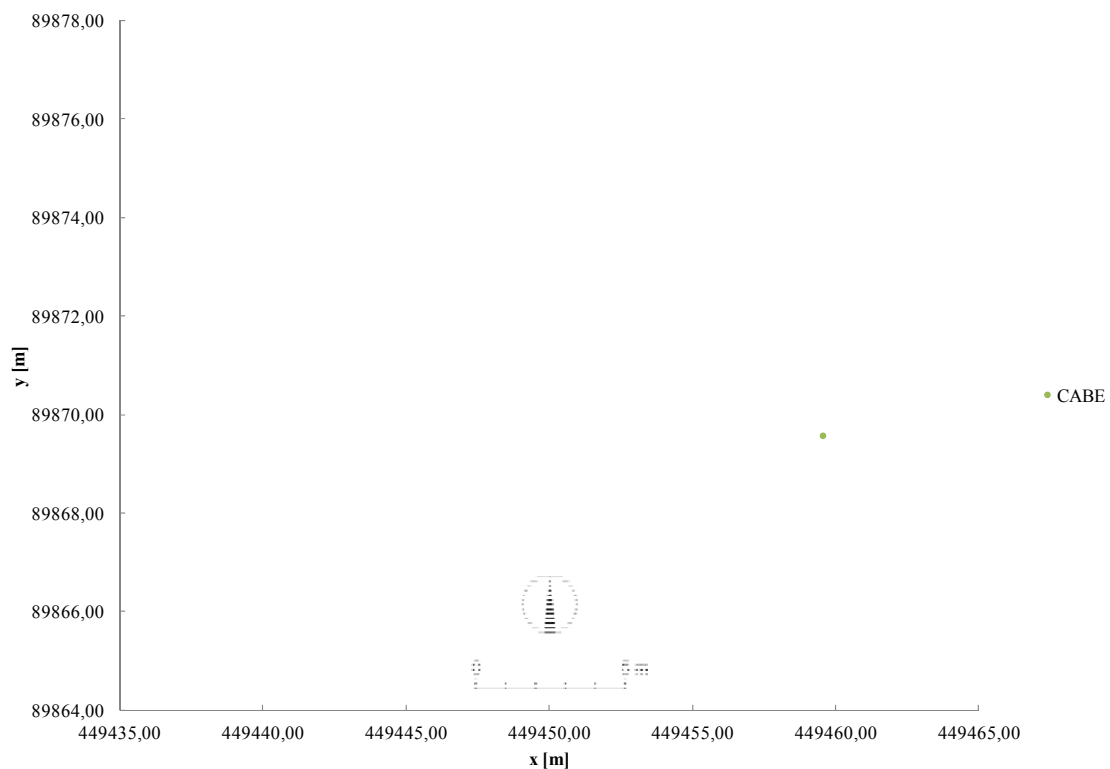


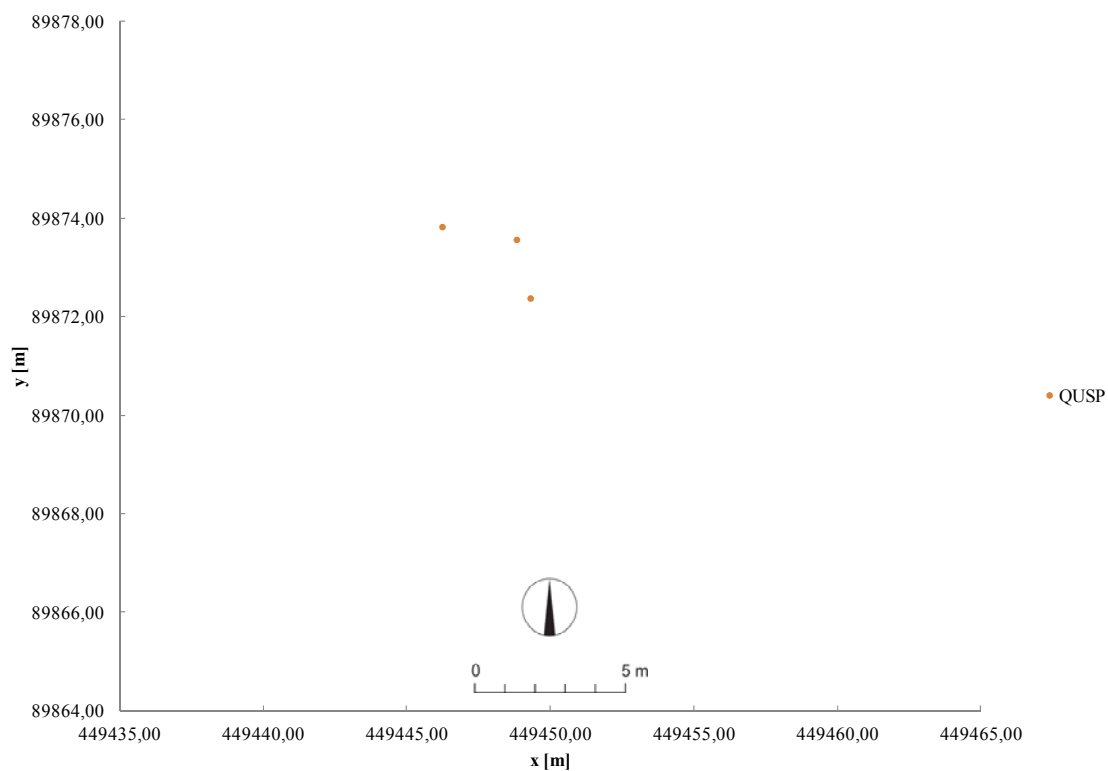
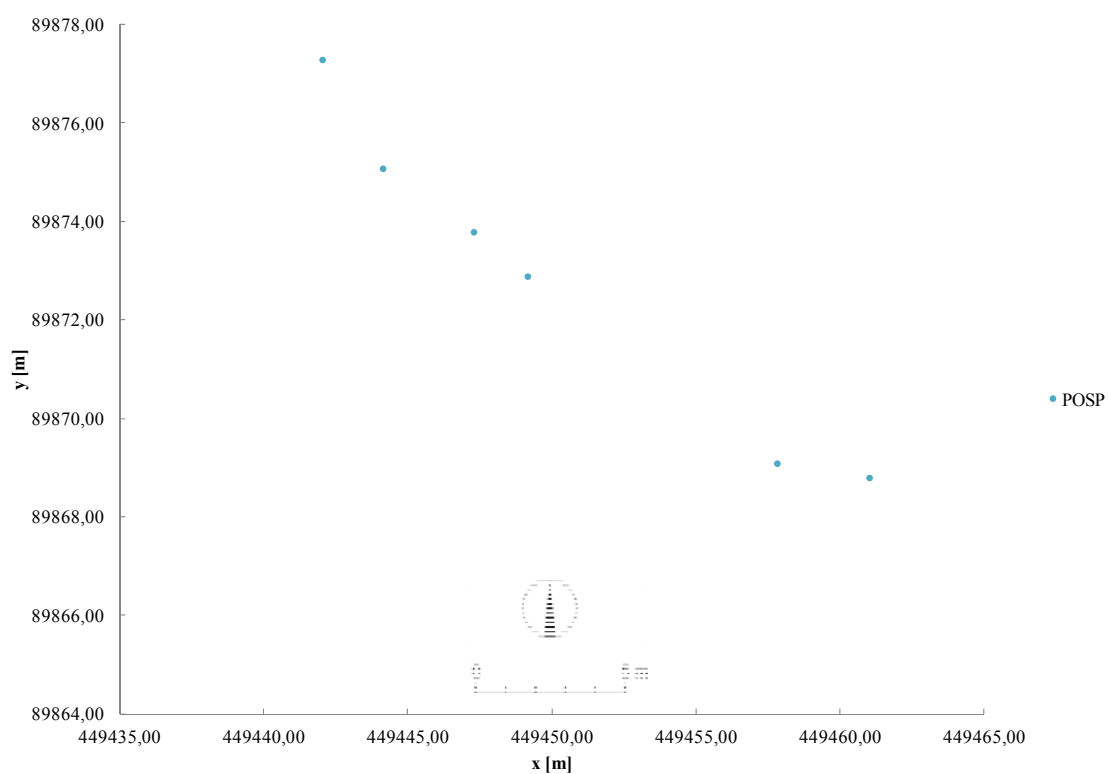


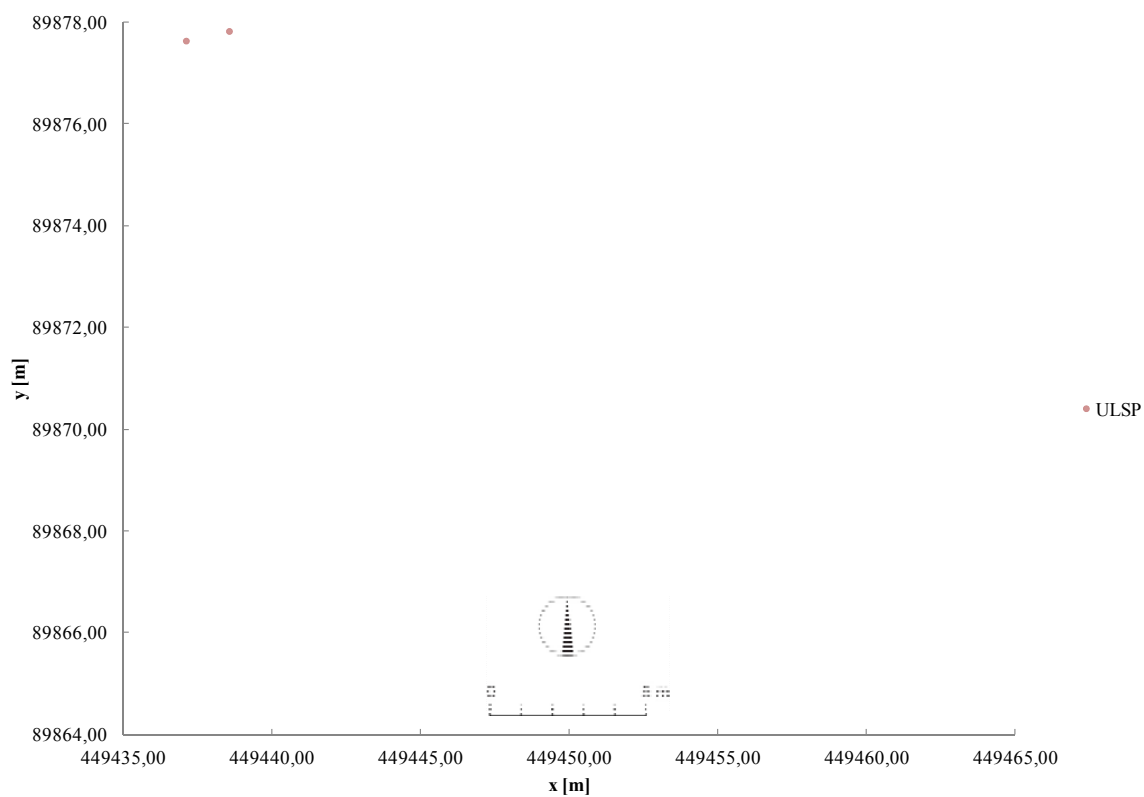
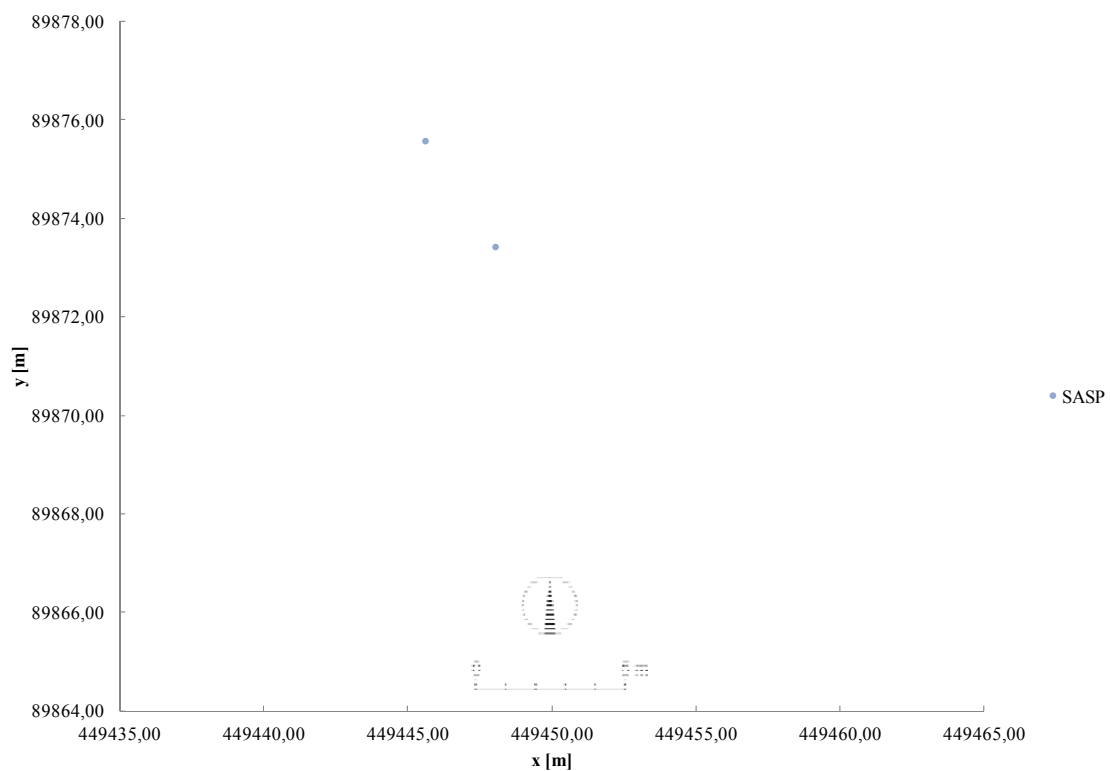


PRILOGA H: Položaj kolov po različnih lesnih vrstah v razdelku D.









PRILOGA I: Frekvenčna distribucija premerov kolov po razdelkih.

Razdelek A

Meje razredov [cm]	f	f%	F	F%
5,0 - 6,5	3	4	3	4
7,0 - 8,5	21	31	24	36
9,0 - 10,5	22	33	46	69
11,0 - 12,5	12	18	58	87
13,0 - 14,5	5	7	63	94
15,0 - 16,5	2	3	65	97
17,0 - 19,5	2	3	67	100
SKUPAJ	67	100		

Razdelek B

Meje razredov [cm]	f	f%	F	F%
5,0 - 6,5	2	10	2	10
7,0 - 8,5	5	24	7	33
9,0 - 10,5	7	33	14	67
11,0 - 12,5	5	24	19	90
13,0 - 14,5	1	5	20	95
15,0 - 16,5	1	5	21	100
17,0 - 19,5	0	0	21	100
SKUPAJ	21	100		

Razdelek C

Meje razredov [cm]	f	f%	F	F%
5,0 - 6,5	2	3	2	3
7,0 - 8,5	17	24	19	27
9,0 - 10,5	19	27	38	54
11,0 - 12,5	19	27	57	81
13,0 - 14,5	8	11	65	93
15,0 - 16,5	3	4	68	97
17,0 - 19,5	2	3	70	100
SKUPAJ	70	100		

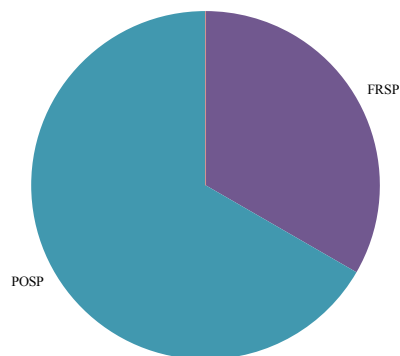
Razdelek D

Meje razredov [cm]	f	f%	F	F%
5,0 - 6,5	0	0	0	0
7,0 - 8,5	18	35	18	35
9,0 - 10,5	18	35	36	69
11,0 - 12,5	13	25	49	94
13,0 - 14,5	3	6	52	100
15,0 - 16,5	0	0	52	100
17,0 - 19,5	0	0	52	100
SKUPAJ	52	100		

PRILOGA J: Vrstna razdelitev po posameznih razredih frekvenčne distribucije po premeru kolov za razdelek A.

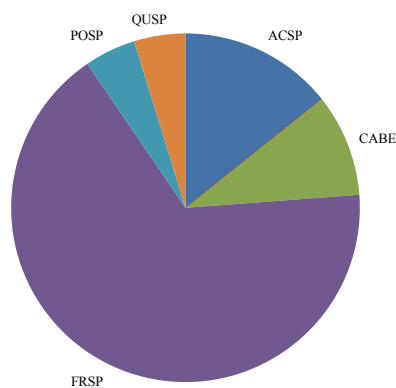
1. razred: 5,0-6,5 cm

Vrsta lesa	Število vzorcev	Delež (%)
<i>Acer</i> sp.	0	0
<i>Alnus glutinosa</i>	0	0
<i>Carpinus betulus</i>	0	0
<i>Fraxinus</i> sp.	1	33
<i>Populus</i> sp.	2	67
<i>Quercus</i> sp.	0	0
<i>Salix</i> sp.	0	0
<i>Ulmus</i> sp.	0	0
SKUPAJ	3	100



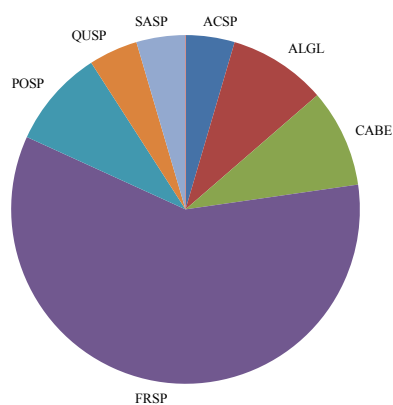
2. razred: 7,0-8,5 cm

Vrsta lesa	Število vzorcev	Delež (%)
<i>Acer</i> sp.	3	14
<i>Alnus glutinosa</i>	0	0
<i>Carpinus betulus</i>	2	10
<i>Fraxinus</i> sp.	14	67
<i>Populus</i> sp.	1	5
<i>Quercus</i> sp.	1	5
<i>Salix</i> sp.	0	0
<i>Ulmus</i> sp.	0	0
SKUPAJ	21	100



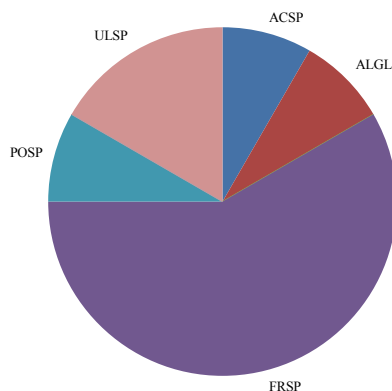
3. razred: 9,0-10,5 cm

Vrsta lesa	Število vzorcev	Delež (%)
<i>Acer</i> sp.	1	5
<i>Alnus glutinosa</i>	2	9
<i>Carpinus betulus</i>	2	9
<i>Fraxinus</i> sp.	13	59
<i>Populus</i> sp.	2	9
<i>Quercus</i> sp.	1	5
<i>Salix</i> sp.	1	5
<i>Ulmus</i> sp.	0	0
SKUPAJ	22	100



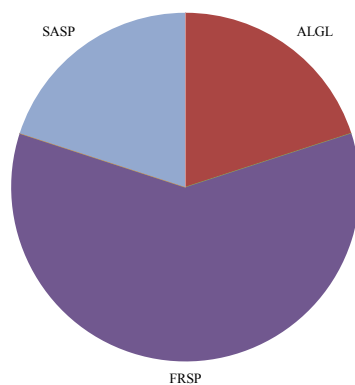
4. razred: 11,0 -12,5 cm

Vrsta lesa	Število vzorcev	Delež (%)
<i>Acer</i> sp.	1	8
<i>Alnus glutinosa</i>	1	8
<i>Carpinus betulus</i>	0	0
<i>Fraxinus</i> sp.	7	58
<i>Populus</i> sp.	1	8
<i>Quercus</i> sp.	0	0
<i>Salix</i> sp.	0	0
<i>Ulmus</i> sp.	2	17
SKUPAJ	12	100



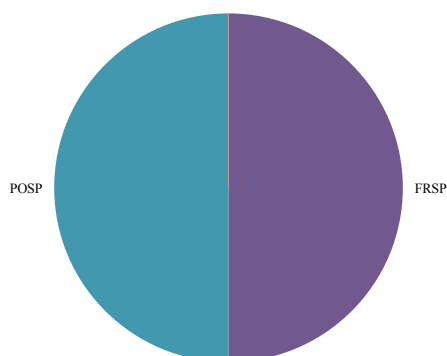
5. razred: 13,0-14,5 cm

Vrsta lesa	Število vzorcev	Delež (%)
<i>Acer</i> sp.	0	0
<i>Alnus glutinosa</i>	1	20
<i>Carpinus betulus</i>	0	0
<i>Fraxinus</i> sp.	3	60
<i>Populus</i> sp.	0	0
<i>Quercus</i> sp.	0	0
<i>Salix</i> sp.	1	20
<i>Ulmus</i> sp.	0	0
SKUPAJ	5	100



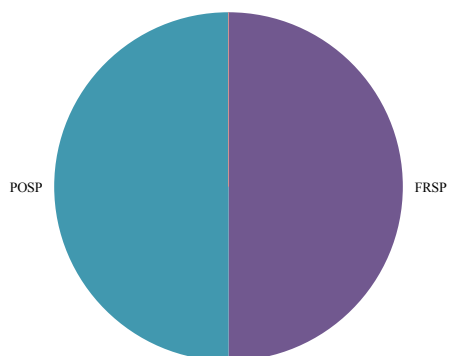
6. razred: 15,0-16,5 cm

Vrsta lesa	Število vzorcev	Delež (%)
<i>Acer</i> sp.	0	0
<i>Alnus glutinosa</i>	0	0
<i>Carpinus betulus</i>	0	0
<i>Fraxinus</i> sp.	1	50
<i>Populus</i> sp.	1	50
<i>Quercus</i> sp.	0	0
<i>Salix</i> sp.	0	0
<i>Ulmus</i> sp.	0	0
SKUPAJ	2	100



8. razred: 17,0-19,5 cm

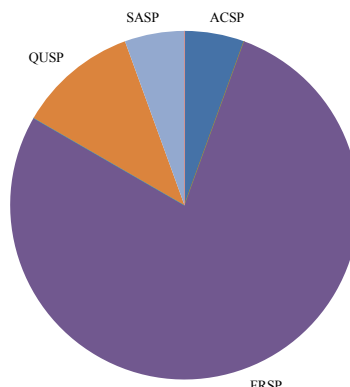
Vrsta lesa	Število vzorcev	Delež (%)
<i>Acer</i> sp.	0	0
<i>Alnus glutinosa</i>	0	0
<i>Carpinus betulus</i>	0	0
<i>Fraxinus</i> sp.	1	50
<i>Populus</i> sp.	1	50
<i>Quercus</i> sp.	0	0
<i>Salix</i> sp.	0	0
<i>Ulmus</i> sp.	0	0
SKUPAJ	2	100



PRILOGA K: Vrstna razdelitev po posameznih razredih frekvenčne distribucije po premeru kolov za razdelek D.

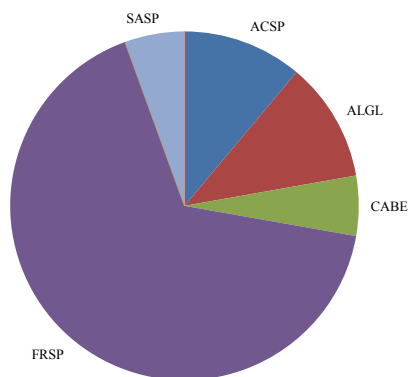
2. razred: 7,0-8,5 cm

Vrsta lesa	Število vzorcev	Delež (%)
<i>Acer</i> sp.	1	6
<i>Alnus glutinosa</i>	0	0
<i>Carpinus betulus</i>	0	0
<i>Fraxinus</i> sp.	14	78
<i>Populus</i> sp.	0	0
<i>Quercus</i> sp.	2	11
<i>Salix</i> sp.	1	6
<i>Ulmus</i> sp.	0	0
SKUPAJ	18	100



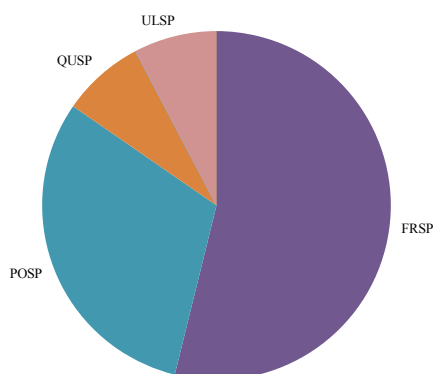
3. razred: 9,0-10,5 cm

Vrsta lesa	Število vzorcev	Delež (%)
<i>Acer</i> sp.	2	11
<i>Alnus glutinosa</i>	2	11
<i>Carpinus betulus</i>	1	6
<i>Fraxinus</i> sp.	12	67
<i>Populus</i> sp.	0	0
<i>Quercus</i> sp.	0	0
<i>Salix</i> sp.	1	6
<i>Ulmus</i> sp.	0	0
SKUPAJ	18	100



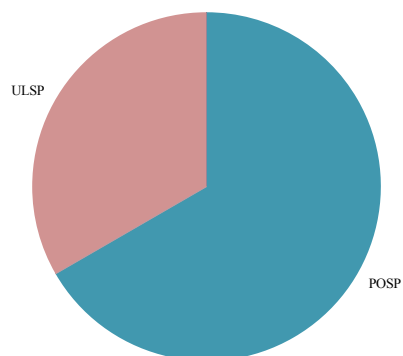
4. razred: 11,0-12,5 cm

Vrsta lesa	Število vzorcev	Delež (%)
<i>Acer</i> sp.	0	0
<i>Alnus glutinosa</i>	0	0
<i>Carpinus betulus</i>	0	0
<i>Fraxinus</i> sp.	7	54
<i>Populus</i> sp.	4	31
<i>Quercus</i> sp.	1	8
<i>Salix</i> sp.	0	0
<i>Ulmus</i> sp.	1	8
SKUPAJ	13	100

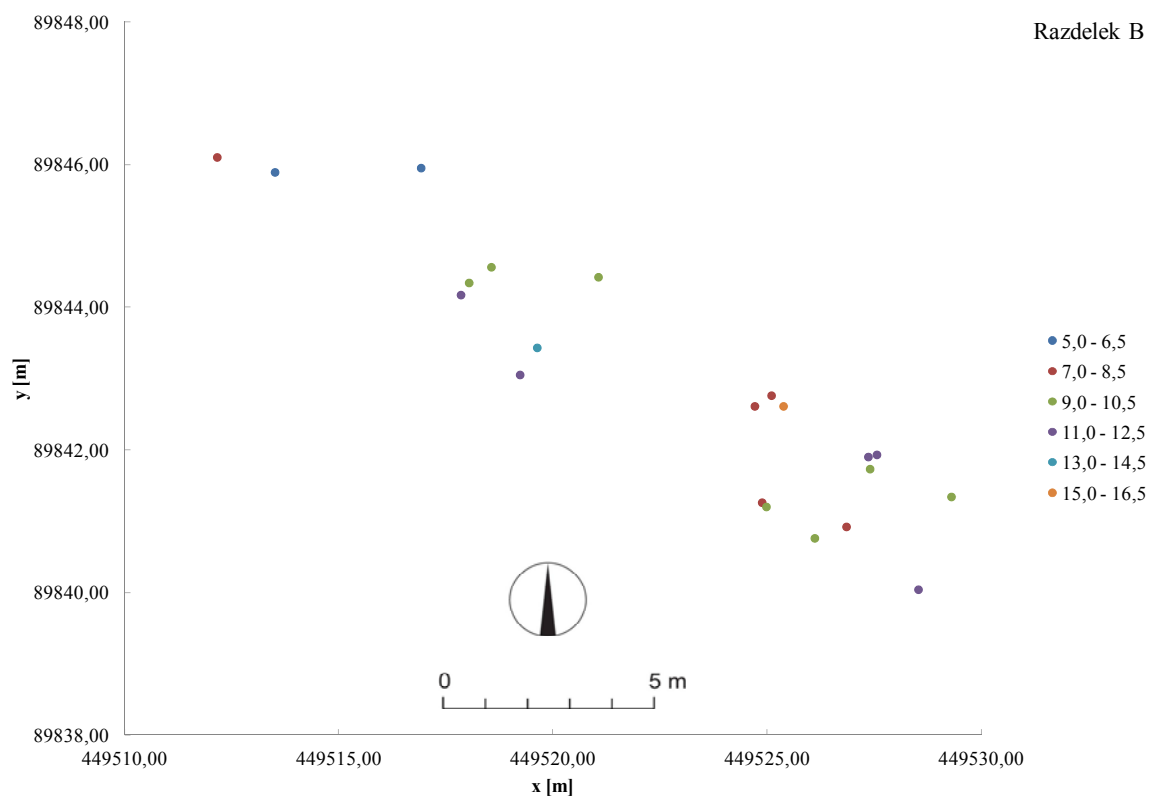
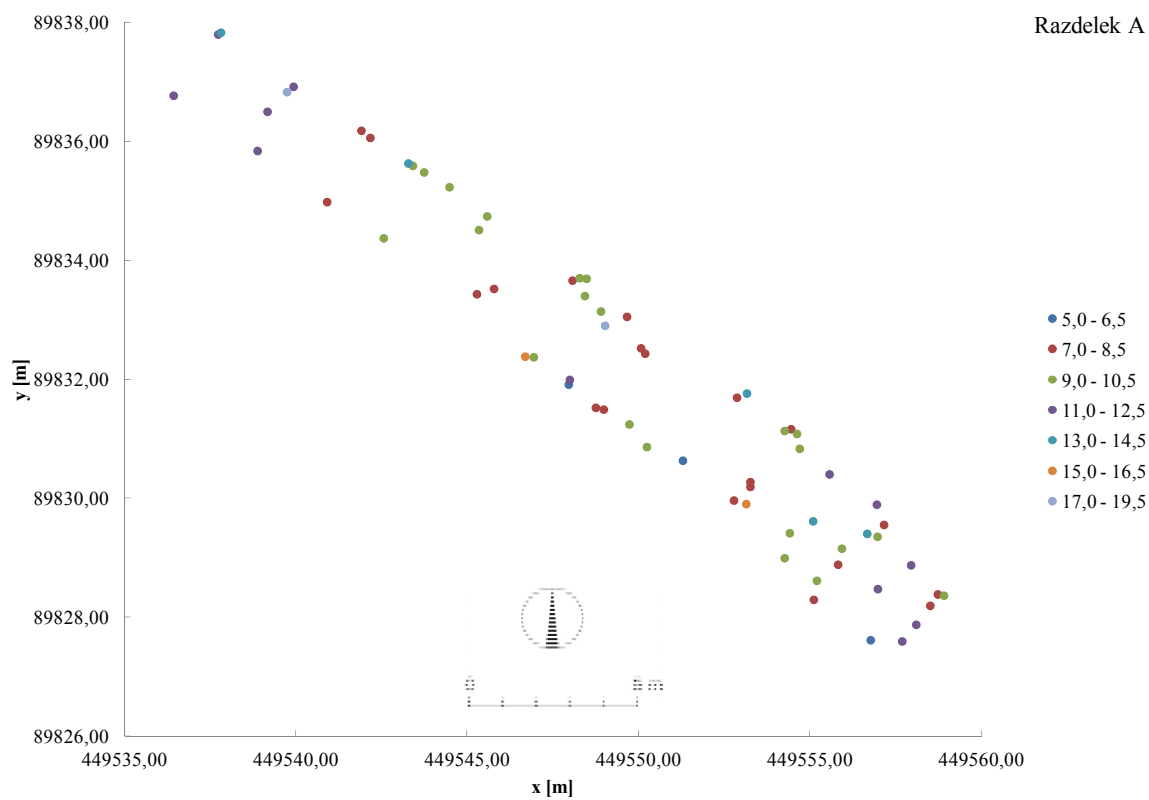


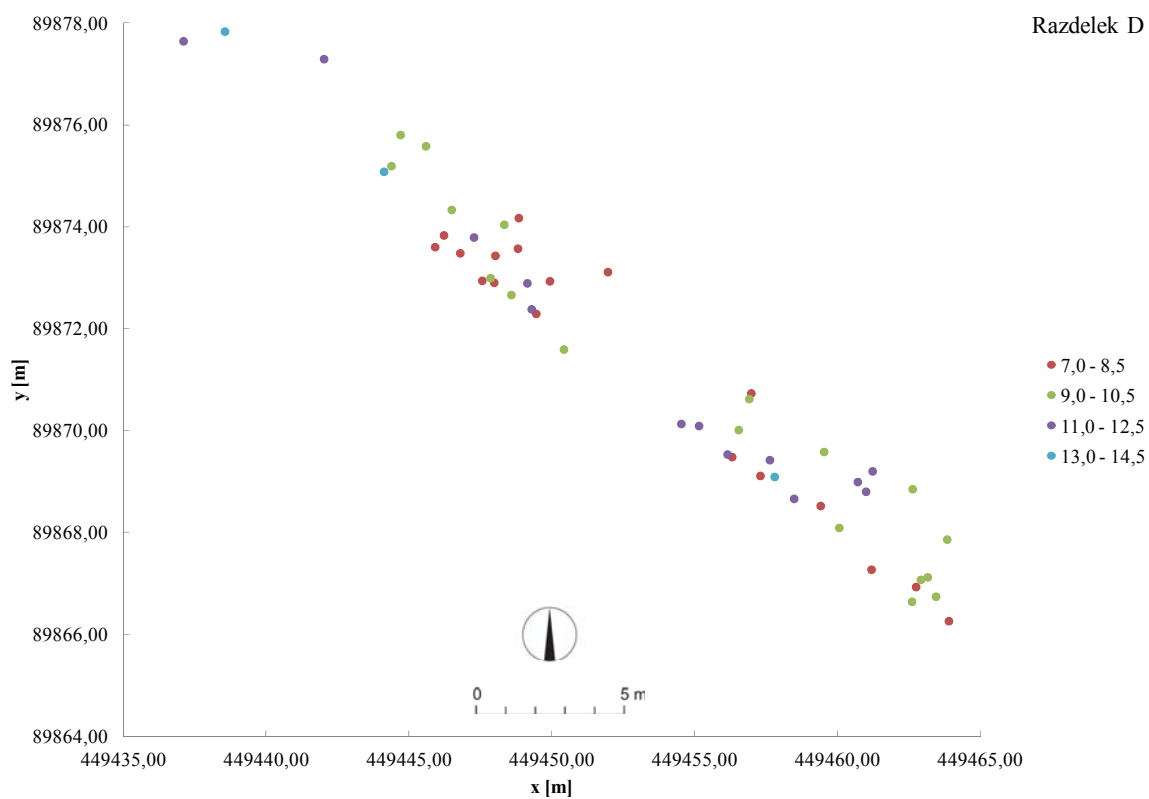
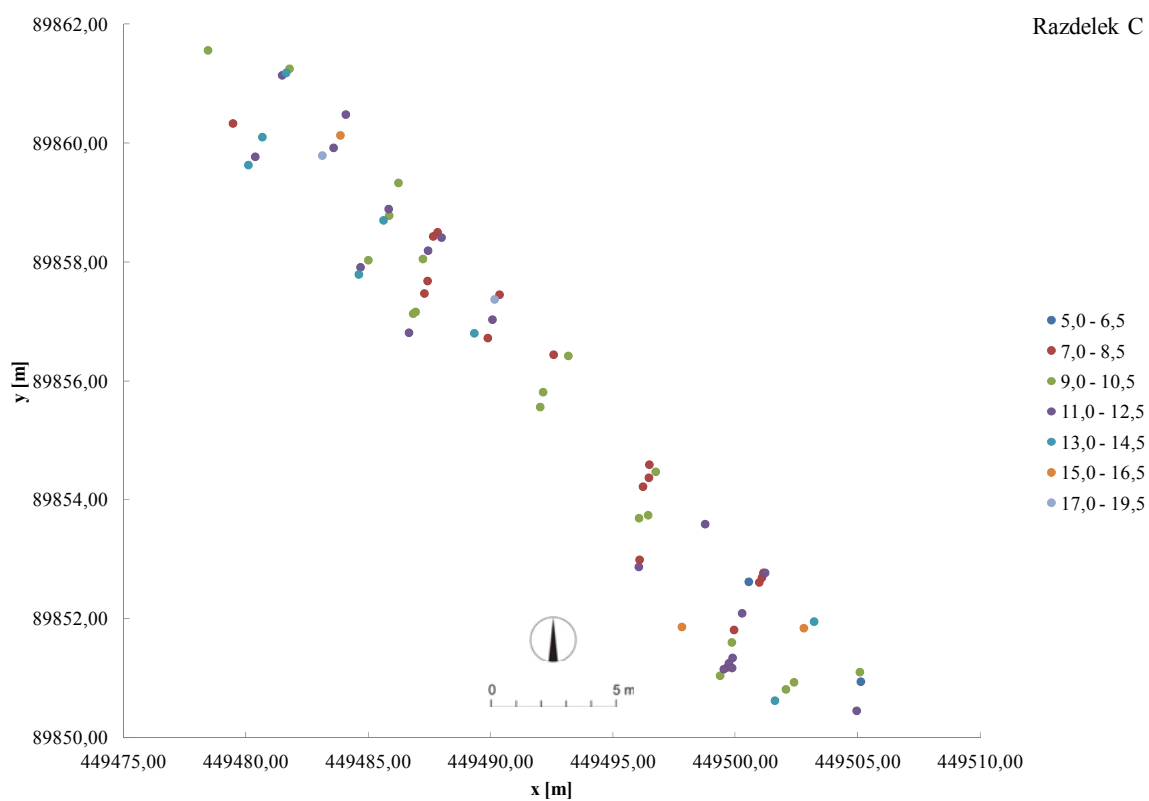
5. razred: 13,0-14,5 cm

Vrsta lesa	Število vzorcev	Delež (%)
<i>Acer</i> sp.	0	0
<i>Alnus glutinosa</i>	0	0
<i>Carpinus betulus</i>	0	0
<i>Fraxinus</i> sp.	0	0
<i>Populus</i> sp.	2	67
<i>Quercus</i> sp.	0	0
<i>Salix</i> sp.	0	0
<i>Ulmus</i> sp.	1	33
SKUPAJ	3	100



PRILOGA L: Položaj kolov iz posameznega debelinskega razreda po razdelkih.





PRILOGA M: Frekvenčna distribucija števila branik po razdelkih.

Razdelek A

Meje razredov [št.]	f	f%	F	F%
11 - 30	32	48	32	48
31 - 50	18	27	50	75
51 - 70	5	7	55	82
71 - 90	9	13	64	96
91 - 110	0	0	64	96
111 - 130	0	0	64	96
131 - 150	2	3	66	99
151 - 170	1	1	67	100
SKUPAJ	67	100		

Razdelek B

Meje razredov [št.]	f	f%	F	F%
11 - 30	9	43	9	43
31 - 50	4	19	13	62
51 - 70	3	14	16	76
71 - 90	1	5	17	81
91 - 110	3	14	20	95
111 - 130	0	0	20	95
131 - 150	0	0	20	95
151 - 170	1	5	21	100
SKUPAJ	21	100		

Razdelek C

Meje razredov [št.]	f	f%	F	F%
11 - 30	22	31	22	31
31 - 50	25	36	47	67
51 - 70	16	23	63	90
71 - 90	4	6	67	96
91 - 110	3	4	70	100
111 - 130	0	0	70	100
131 - 150	0	0	70	100
151 - 170	0	0	70	100
SKUPAJ	70	100		

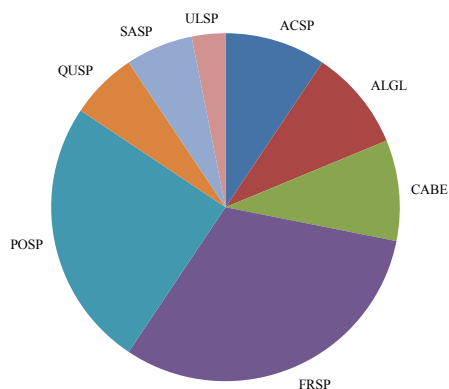
Razdelek D

Meje razredov [št.]	f	f%	F	F%
11 - 30	37	71	37	71
31 - 50	12	23	49	94
51 - 70	3	6	52	100
71 - 90	0	0	52	100
91 - 110	0	0	52	100
111 - 130	0	0	52	100
131 - 150	0	0	52	100
151 - 170	0	0	52	100
SKUPAJ	52	100		

PRILOGA N: Vrstna razdelitev po posameznih razredih frekvenčne distribucije po številu
branik za razdelek A.

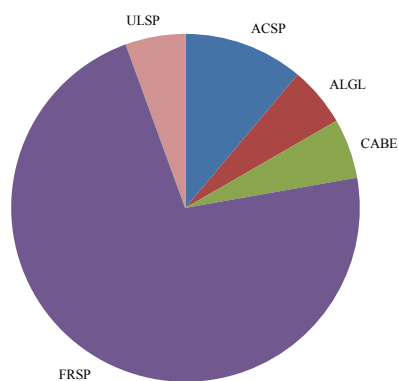
1. razred: 11-30 branik

Vrsta lesa	Število vzorcev	Delež [%]
<i>Acer</i> sp.	3	9
<i>Alnus glutinosa</i>	3	9
<i>Carpinus betulus</i>	3	9
<i>Fraxinus</i> sp.	10	31
<i>Populus</i> sp.	8	25
<i>Quercus</i> sp.	2	6
<i>Salix</i> sp.	2	6
<i>Ulmus</i> sp.	1	3
SKUPAJ	32	100



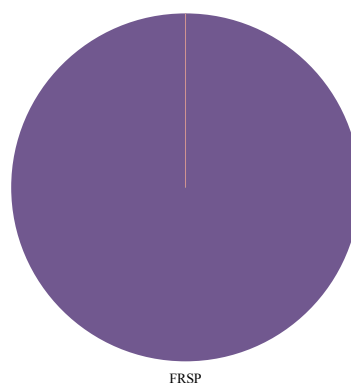
2. razred: 31-50 branik

Vrsta lesa	Število vzorcev	Delež [%]
<i>Acer</i> sp.	2	11
<i>Alnus glutinosa</i>	1	6
<i>Carpinus betulus</i>	1	6
<i>Fraxinus</i> sp.	13	72
<i>Populus</i> sp.	0	0
<i>Quercus</i> sp.	0	0
<i>Salix</i> sp.	0	0
<i>Ulmus</i> sp.	1	6
SKUPAJ	18	100



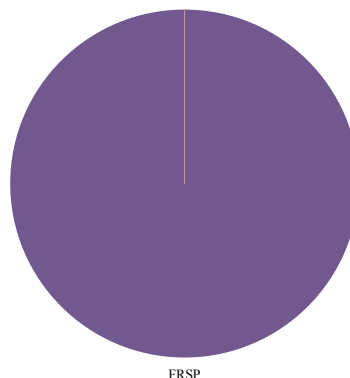
3. razred: 51-70 branik

Vrsta lesa	Število vzorcev	Delež [%]
<i>Acer</i> sp.	0	0
<i>Alnus glutinosa</i>	0	0
<i>Carpinus betulus</i>	0	0
<i>Fraxinus</i> sp.	5	100
<i>Populus</i> sp.	0	0
<i>Quercus</i> sp.	0	0
<i>Salix</i> sp.	0	0
<i>Ulmus</i> sp.	0	0
SKUPAJ	5	100



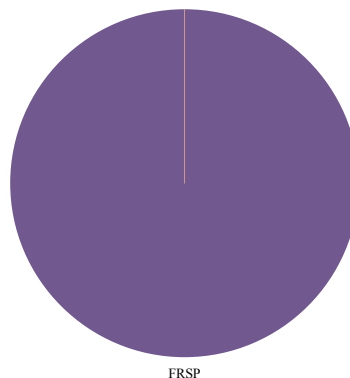
4. razred: 71-90 branik

Vrsta lesa	Število vzorcev	Delež [%]
<i>Acer</i> sp.	0	0
<i>Alnus glutinosa</i>	0	0
<i>Carpinus betulus</i>	0	0
<i>Fraxinus</i> sp.	9	100
<i>Populus</i> sp.	0	0
<i>Quercus</i> sp.	0	0
<i>Salix</i> sp.	0	0
<i>Ulmus</i> sp.	0	0
SKUPAJ	9	100



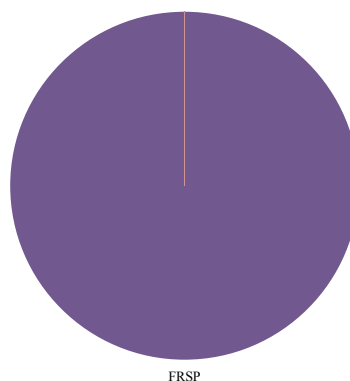
7. razred: 131-150 branik

Vrsta lesa	Število vzorcev	Delež [%]
<i>Acer</i> sp.	0	0
<i>Alnus glutinosa</i>	0	0
<i>Carpinus betulus</i>	0	0
<i>Fraxinus</i> sp.	2	100
<i>Populus</i> sp.	0	0
<i>Quercus</i> sp.	0	0
<i>Salix</i> sp.	0	0
<i>Ulmus</i> sp.	0	0
SKUPAJ	2	100



8. razred: 151-170 branik

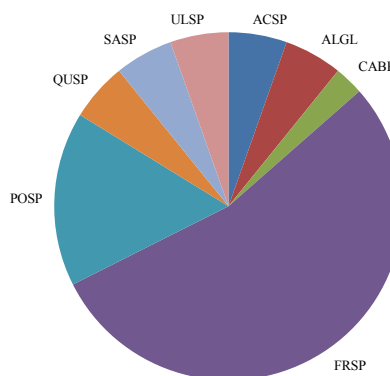
Vrsta lesa	Število vzorcev	Delež [%]
<i>Acer</i> sp.	0	0
<i>Alnus glutinosa</i>	0	0
<i>Carpinus betulus</i>	0	0
<i>Fraxinus</i> sp.	1	100
<i>Populus</i> sp.	0	0
<i>Quercus</i> sp.	0	0
<i>Salix</i> sp.	0	0
<i>Ulmus</i> sp.	0	0
SKUPAJ	1	100



PRILOGA O: Vrstna razdelitev po posameznih razredih frekvenčne distribucije po številu
branik za razdelek D.

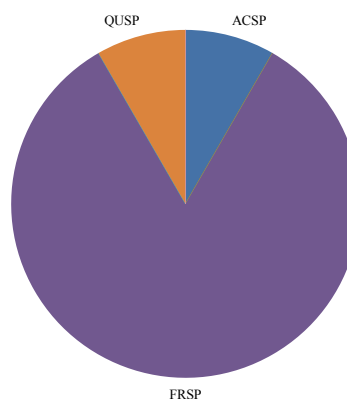
1. razred: 11-30 branik

Vrsta lesa	Število vzorcev	Delež [%]
<i>Acer</i> sp.	2	5
<i>Alnus glutinosa</i>	2	5
<i>Carpinus betulus</i>	1	3
<i>Fraxinus</i> sp.	20	54
<i>Populus</i> sp.	6	16
<i>Quercus</i> sp.	2	5
<i>Salix</i> sp.	2	5
<i>Ulmus</i> sp.	2	5
SKUPAJ	37	100



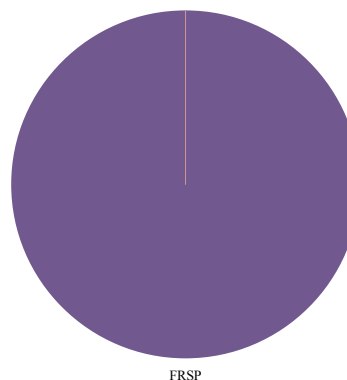
2. razred: 31-50 branik

Vrsta lesa	Število vzorcev	Delež [%]
<i>Acer</i> sp.	1	8
<i>Alnus glutinosa</i>	0	0
<i>Carpinus betulus</i>	0	0
<i>Fraxinus</i> sp.	10	83
<i>Populus</i> sp.	0	0
<i>Quercus</i> sp.	1	8
<i>Salix</i> sp.	0	0
<i>Ulmus</i> sp.	0	0
SKUPAJ	12	100



3. razred: 51-70 branik

Vrsta lesa	Število vzorcev	Delež [%]
<i>Acer</i> sp.	0	0
<i>Alnus glutinosa</i>	0	0
<i>Carpinus betulus</i>	0	0
<i>Fraxinus</i> sp.	3	100
<i>Populus</i> sp.	0	0
<i>Quercus</i> sp.	0	0
<i>Salix</i> sp.	0	0
<i>Ulmus</i> sp.	0	0
SKUPAJ	3	100



PRILOGA P: Frekvenčne porazdelitve gostote branik in prirastkov po razdelkih.

Frekvenčna porazdelitev gostote branik.

Frekvenčna porazdelitev prirastkov.

Razdelek A

Meje razredov	f	f%	F	F%
0,00 - 0,50	22	33	22	33
0,51 - 1,00	25	37	47	70
1,01 - 1,50	13	19	60	90
1,51 - 2,00	5	7	65	97
2,01 - 2,50	1	1	66	99
2,51 - 3,00	1	1	67	100
SKUPAJ	67	100		

Meje razredov	f	f%	F	F%
0,00 - 1,00	20	30	20	30
1,01 - 2,00	25	37	45	67
2,01 - 3,00	9	13	54	81
3,01 - 4,00	9	13	63	94
4,01 - 5,00	3	4	66	99
5,01 - 6,00	1	1	67	100
SKUPAJ	67	100		

Razdelek B

Meje razredov	f	f%	F	F%
0,00 - 0,50	5	24	5	24
0,51 - 1,00	7	33	12	57
1,01 - 1,50	5	24	17	81
1,51 - 2,00	3	14	20	95
2,01 - 2,50	0	0	20	95
2,51 - 3,00	1	5	21	100
SKUPAJ	21	100		

Meje razredov	f	f%	F	F%
0,00 - 1,00	10	48	10	48
1,01 - 2,00	6	29	16	76
2,01 - 3,00	5	24	21	100
3,01 - 4,00	0	0	21	100
4,01 - 5,00	0	0	21	100
5,01 - 6,00	0	0	21	100
SKUPAJ	21	100		

Razdelek C

Meje razredov	f	f%	F	F%
0,00 - 0,50	14	20	14	20
0,51 - 1,00	35	50	49	70
1,01 - 1,50	17	24	66	94
1,51 - 2,00	4	6	70	100
2,01 - 2,50	0	0	70	100
2,51 - 3,00	0	0	70	100
SKUPAJ	70	100		

Meje razredov	f	f%	F	F%
0,00 - 1,00	23	33	23	33
1,01 - 2,00	35	50	58	83
2,01 - 3,00	9	13	67	96
3,01 - 4,00	3	4	70	100
4,01 - 5,00	0	0	70	100
5,01 - 6,00	0	0	70	100
SKUPAJ	70	100		

Razdelek D

Meje razredov	f	f%	F	F%
0,00 - 0,50	32	62	32	62
0,51 - 1,00	17	33	49	94
1,01 - 1,50	3	6	52	100
1,51 - 2,00	0	0	52	100
2,01 - 2,50	0	0	52	100
2,51 - 3,00	0	0	52	100
SKUPAJ	52	100		

Meje razredov	f	f%	F	F%
0,00 - 1,00	4	8	4	8
1,01 - 2,00	17	33	21	40
2,01 - 3,00	22	42	43	83
3,01 - 4,00	8	15	51	98
4,01 - 5,00	1	2	52	100
5,01 - 6,00	0	0	52	100
SKUPAJ	52	100		

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Davor KRŽIŠNIK

**RAZISKAVE ARHEOLOŠKEGA LESA S
KOLIŠČARSKE NASELBINE DUŠANOVO NA
LJUBLJANSKEM BARJU**

MAGISTRSKA NALOGA

Magistrski študij – 2. stopnja

Ljubljana, 2014