

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Tomaž VRBEC

**RAZISKAVE ARHEOLOŠKEGA LESA Z OBMOČJA KAMNIKA
POD KRIMOM**

DIPLOMSKI PROJEKT

Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

**INVESTIGATIONS OF ARCHAEOLOGICAL WOOD FROM THE
SITE OF KAMNIK POD KRIMOM**

B. Sc. THESIS

Professional Study Programmes

Ljubljana, 2016

Diplomski projekt je zaključek Visokošolskega strokovnega študija Tehnologije lesa in vlaknatih kompozitov – 1. stopnja. Delo je bilo opravljeno na Katedri za tehnologijo lesa.

Senat Oddelka za lesarstvo je za mentorja diplomskega dela imenoval prof. dr. Katarino Čufar, za somentorja doc. dr. Maksa Merelo in za recenzenta prof. dr. Miha Humarja.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Tomaž Vrbec

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dv1
DK	UDK 630*561.24
KG	Arheološki les/kolišče/Ljubljansko barje/identifikacija lesa/dendrokronologija
AV	VRBEC, Tomaž
SA	ČUFAR, Katarina (mentorica)/ MERELA, Maks (co-advisor)/HUMAR, Miha (recenzent)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
LI	2016
IN	RAZISKAVE ARHEOLOŠKEGA LESA Z OBMOČJA KAMNIKA POD KRIMOM
TD	Diplomski projekt (Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja)
OP	XI, 28 str., 5 pregl., 14 sl., 14 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Predstavljamo raziskave arheološkega lesa iz koliščarske naselbine Černelnik v bližini kraja Kamnik pod Krimom na Ljubljanskem barju. Med zaščitnim izkopavanjem v letu 2014 so arheologi izkopali 50 vzorcev lesa. Raziskava lesa je bila opravljena na Oddelku za lesarstvo. Les smo raziskali po uveljavljeni metodi, ki vključuje obdelavo, makroskopsko ali mikroskopsko identifikacijo lesa, merjenje in dendrokronološke raziskave. Prevladoval je les hrasta (<i>Quercus</i> sp.), ki ga je bilo 56 % vzorcev. Ugotovili smo še deleže drugih lesnih vrst: 20 % jesena (<i>Fraxinus</i> sp.), 8 % jelše (<i>Alnus glutinosa</i>), 6 % leske (<i>Corylus avellana</i>), 4 % belega gabra (<i>Carpinus betulus</i>), 2 % jelke (<i>Abies alba</i>), 2 % bukve (<i>Fagus sylvatica</i>) in 2 % lesa nedoločenega difuzno poroznega listavca. Za dendrokronološko raziskavo smo izbrali vzorce hrasta in jesena, ki so vsebovali več kot 45 branik. Od 50 vzorcev je bilo 24 primernih za dendrokronologijo, in sicer 20 vzorcev hrasta (<i>Quercus</i> sp.) in 4 vzorci jesena (<i>Fraxinus</i> sp.). Premeri preiskanih debel, ki so večinoma predstavljali ostanke kolov, so merili od 2 do 38 cm in so imeli od 2 do 184 branik. Iz 8 sinhroniziranih zaporedij širin branik hrasta smo sestavili kronologijo kolišča, vendar se ta ne ujema z nobeno obstoječo kronologijo raziskanih najdišč. Ker so arheologi po najdbah predpostavili, da je kolišče z začetka 4. tisočletja pr. n. št., obstaja možnost, da je bil Černelnik starejši kot do zdaj datirana kolišča iz tega tisočletja.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dv1
 DC UDK 630*561.24
 CX Archaeological wood/pile dwelling/Ljubljansko barje/wood identification/dendrochronology
 AU VRBEC, Tomaž
 AA ČUFAR, Katarina (supervisor)/MERELA, Maks (co-advisor)/HUMAR, Miha
 PP SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
 PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Wood Science and Technology
 PY 2016
 TI INVESTIGATIONS OF ARCHAEOLOGICAL WOOD FROM THE SITE OF KAMNIK POD KRIMOM
 DT B. Sc. Thesis (Professional Study Programmes)
 NO XI, 28 p., 5 tab., 14 fig., 14 ref.
 LA sl
 AL sl/en
 AB We present investigations of archaeological wood from the pile-dwelling site Černelnik, near the place Kamnik pod Krimom on Ljubljansko barje. During rescue excavations in 2014, archaeologists collected 50 samples. The study of samples was carried out at the Department of Wood Science and Technology. We investigated samples using an established methodology which involves wood processing, macroscopic or microscopic wood identification, measuring, and dendrochronological research. Oak wood (*Quercus* sp.) was dominant with 56%. Then we have found shares of other types of wood: 20% ash (*Fraxinus* sp.), 8% alder (*Alnus glutinosa*), 6% hazel (*Corylus avellana*), 4% hornbeam (*Carpinus betulus*), 2% silver fir (*Abies alba*), 2% beech (*Fagus sylvatic*) and 2% of undefined diffuse-porous hardwood. For dendrochronological analysis, we selected samples of oak and ash wood, that contained more than 45 tree-rings. Of the 50 samples, 24 were eligible for dendrochronological research, namely 20 samples of oak (*Quercus* sp.) and 4 samples of ash (*Fraxinus* sp.). The diameters of the investigated trunks, most of which are remains of piles, were between 2 and 38 cm. They had between 2 and 184 rings. From 8 synchronized tree-ring series of oak samples, we assembled chronology of pile-dwelling, but it does not match with any existing chronology of the previously investigated sites. Archaeologists are now assuming, that the pile-dwelling originates from the beginning of 4th millennium B.C., which means that there is a possibility, that the Černelnik is older than all currently dated pile-dwellings from this millennium.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key Words Documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic.....	VI
Kazalo slik.....	VII
Kazalo prilog.....	VIII
Okrajšave in simboli	IX
Slovarček.....	X

1	UVOD	1
2	PREGLED OBJAV	2
2.1	DENDROKRONOLOGIJA	2
2.2	ODKRITJE LJUBLJANSKEGA BARJA IN ARHEOLOŠKI LES	3
2.3	KOLIŠČARSKA DOBA NA LJUBLJANSKEM BARJU	5
3	MATERIAL IN METODE.....	8
3.1	PRIPRAVA VZORCEV ZA IDENTIFIKACIJO LESA	8
3.2	MAKROSKOPSKA IDENTIFIKACIJA LESA	12
3.3	MIKROSKOPSKA IDENTIFIKACIJA LESA	13
3.4	DENDROKRONOLOŠKE RAZISKAVE	14
3.5	PRIPRAVA VZORCEV ZA SKLADIŠČENJE	14
3.6	SINHRONIZIRANJE IN DATIRANJE	14
4	REZULTATI IN RAZPRAVA	15
4.1	IDENTIFIKACIJA LESA NA KOLIŠČARSKI NASELBINI ČERNELNIK	15
4.2	ŠTEVILO BRANIK	16
4.3	STAROST IN PREMER DREVES	16
4.4	DENDROKRONOLOŠKE RAZISKAVE	18
5	SKLEPI	21
6	POVZETEK.....	22
7	VIRI.....	23

ZAHVALA
PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Število in delež vzorcev po vrstah lesa ter število merjenih vzorcev in njihov delež.	15
Preglednica 2: Frekvenčna porazdelitev vzorcev po številu branik. Število enot v posameznem razredu – f in kumulativa frekvenc – F	16
Preglednica 3: Frekvenčna porazdelitev premerov vzorcev. Število enot v posameznem razredu – f in kumulativa frekvenc – F	17
Preglednica 4: Število branik na mm dolžine. Število enot v posameznem razredu – f in kumulativa frekvenc – F	18
Preglednica 5: Povprečna širina branik v lesu. Število enot v posameznem razredu – f in kumulativa frekvenc – F	18

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Ljubljansko barje (Ljubljansko barje, 2016).....	5
Slika 2: 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, 2009, 2010).	7
Slika 3: Vzorci lesa po odvzemu na terenu, pripravljeni za obdelavo s tračnim žagalnim strojem. Označeni so z identifikacijskimi številkami in zaviti v polietilensko folijo.	8
Slika 4: Tračni žagalni stroj, s katerim smo vzorce narezali na kolobarje.....	9
Slika 5: Obdelava vzorca	9
Slika 6: Shranjevanje vzorca v vrečko in dodajanje destilirane vode (a), vzorci, pripravljeni na zmrzovanje.	10
Slika 7: Zmrznjeni vzorci, pripravljeni za nadaljnje raziskovanje	10
Slika 8: Z dletom očiščen vzorec (a), očiščeni vzorci, pripravljeni za pregled (b).....	11
Slika 9: Pregledani in identificirani vzorci, pripravljeni za arhiviranje	11
Slika 10: Sistem za izvedbo dendrokronološke raziskave (Olympus SZ-PT).	12
Slika 11: Primer pregleda hrastovega vzorca s stereolupo. Lepo so vidne velike traheje ranega lesa in široki trakovi.	13
Slika 12: Ksilotomsko orientirani vzorci, pripravljeni za mikroskopsko identifikacijo.	14
Slika 13: Sinhronizirana zaporedja širin branik.	19
Slika 14: Časovni razpon zaporedij širin branik in njihovo sinhroniziranje v relativnem času.	19

KAZALO PRILOG

PRILOGA : Podatki o vzorcih lesa z nahajališča Černelnik.	str.
---	------

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

QUSP	Hrast (<i>Quercus</i> sp.)
FRSP	Jesen (<i>Fraxinus</i> sp.)
ALGL	Jelša (<i>Alnus glutinosa</i>)
COAV	Leska (<i>Corylus avellana</i>)
CPBE	Beli gaber (<i>Carpinus betulus</i>)
ABAL	Jelka (<i>Abies alba</i>)
FASY	Bukev (<i>Fagus sylvatica</i>)
WK	Vzorec ima zadnjo braniko pod skorjo
ZRC SAZU	Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti
f	Frekvenca – število enot v posamezni skupini ali razredu
f%	Relativna frekvenca
F	Kumulativa frekvenc
F%	Kumulativa relativnih frekvenc

SLOVARČEK

Takson	Biološki izraz, ki označuje skupino organizmov kot sistematsko enoto.
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 preštajemo. Če ima številska spremenljivka veliko vrednosti, sorodne vrednosti združujemo v razrede in preštajemo, 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, kako pogosto 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).
Hiatus	Vrzel ali manjkajoči del.

1 UVOD

Arheološki les je več tisoč ali več sto let star les, ki so ga ljudje posekali, obdelali in uporabljali v preteklosti. Če je dovolj ohranjen, je uporaben za različne analize. Dobro ohranjen les nam služi kot zapis preteklih dogodkov, zato lahko iz njegove zgradbe in lastnosti razberemo življenjske razmere ljudi v preteklosti.

Les raziskujemo po uveljavljeni metodologiji, ki vključuje pregled lesa, oceno njegove ohranjenosti, identifikacijo ter dendrokronološko datiranje, če les vsebuje zadostno število branik. Arheološki les je pogosto že nekoliko razkrojen, zato je treba z njim ravnati previdno. Po končani raziskavi je treba poskrbeti za ustrezno shranjevanje za njegovo ohranitev.

V tej nalogi prikazujemo rezultate raziskav arheološkega lesa z območja Kamnika pod Krimom na Ljubljanskem barju. Na območju Kamnika pod Krimom je bila v zadnjih letih podrobno raziskana prazgodovinska naselbina Založnica. Ugotovljeno je bilo, da je živel do 2400 pr. n. št. in da predstavlja eno najmlajših koliščarskih naselbin iz bakrene dobe na Ljubljanskem barju (Velušček in Čufar, 2014).

V letu 2014 so arheologi na območju Kamnika pod Krimom, nedaleč od Založnice, opravili dve zaščitni izkopavanji, eno na kolišču, ki so ga poimenovali Černelnik. Pregled arheoloških najdb nakazuje, da so odkriti ostanki keramike podobni kot v prehodno raziskanih naselbinah, predvsem naselbini Hočevarica, ki so približno 1000 let starejše kot Založnica (Čufar in Velušček, 2012).

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

Les z arheološkega najdišča Černelnik, Kamnik pod Krimom, pridobljen med izkopavanjem v letu 2014, smo želeli raziskati po uveljavljenem postopku.

Cilji naloge so:

- Raziskati arheološki les z zaščitnih izkopavanj, opravljenih v letu 2014, na območju Kamnika pod Krimom, Černelnik.
- Ugotoviti lesne vrste in značilnosti lesa.
- Opraviti dendrokronološke raziskave in določitev starosti lesa.

2 PREGLED OBJAV

2.1 DENDROKRONOLOGIJA

Dendrokronologija je veda, ki omogoča datiranje in razlago preteklih dogodkov s pomočjo raziskav 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 predmet posekano. Za določitev starosti predmeta moramo oceniti tudi, 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. V splošnem lahko datiramo 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, 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 (Haneca in sod. 2009). Najdaljša hrastova referenčna kronologija južne Nemčije 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 (Čufar, 2010). Na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete so že leta 1995 tudi opravili sistematične raziskave lesa s kolišč, ki jih koordinira Inštitut za arheologijo ZRC SAZU pod vodstvom dr. Antona Veluščka. 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 z radiometričnimi raziskavami in metodo »wiggles matching«. Odstopanja pri najboljših datacijah znašajo ± 10 let (Čufar in Velušček, 2012; Čufar in sod., 2010, 2015).

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 (Čufar in Velušček, 2012). Kljub temu je pomembno vztrajno pridobivanje novega arheološkega lesa za izboljšavo in podaljšanje kronologij. Do pred kratkim še nobene koliščarske kronologije niso uspeli datirati s pomočjo telekonekcije z oddaljenimi, npr. nemškimi kronologijami (Čufar, 2010), v zadnjih letih pa so na leto natančno datirali vrsto kronologij iz 4. tisočletja pr. n. št. (Čufar in sod., 2015).

2.2 ODKRITJE LJUBLJANSKEGA BARJA IN ARHEOLOŠKI LES

Prva kolišča na Ljubljanskem barju so odkrili leta 1875. Od takrat do danes so na tem območju potekala številna arheološka izkopavanja. Evidentirali so več kot 40 koliščarskih naselbin, večinoma iz 4. in 3. tisočletja pred Kristusom (Velušček, 2004). V barjanskih tleh se je ohranila tudi velika količina lesa, predvsem v tla zabitih kolov, na katerih so bila postavljena bivališča. Ob arheoloških izkopavanjih lesu sprva niso posvečali velike pozornosti, v zadnjem času pa je postal zelo pomemben, ker so v svetu začeli široko uporabljati tehniki dendrokronologije in radiokarbonskega datiranja za ugotavljanje njegove starosti (Haneca in sod., 2009; Kromer, 2009).

Sodelavci Inštituta za arheologijo Znanstvenoraziskovalnega centra SAZU in Oddelka za lesarstvo Biotehniške fakultete od leta 1995 sistematično zbirajo in raziskujejo les s koliščarskih naselbin. Dendrokronološke raziskave, radiokarbonsko datiranje, uporaba metode »wiggle matching« in dendrokronološka telekonekcija so omogočile, da danes dokaj natančno vemo, kdaj so raziskane naselbine živele (Čufar in Velušček, 2012; Čufar in sod. 2015).

Najstarejša naselbina Resnikov prekop je živela okoli leta 4600 pr. Kr. in predstavlja edino v večjem obsegu raziskano naselbino iz 5. tisočletja pr. Kr., ki jo uvrščamo v mlajšo kameno dobo (Čufar in Velušček, 2012).

Barje je bilo intenzivneje poseljeno v 4. tisočletju pr. Kr., predvsem med leti od 3600 do 3330 in od 3160 do 3070, ko so živele naselbine Hočevarica, Maharski prekop, Črešnja pri Bistri, Spodnje mostišče 1 in 2, Stare gmajne, Veliki Otavnik in Blatna Brezovica (Čufar in sod., 2010, 2015).

Istočasno s temi naselbinami so živele številne naselbine v Evropi (Jacomet, 2009). Med njimi so najbolj raziskane naselbine v alpskem prostoru v Nemčiji, Švici in Franciji (npr. Billamboz, 2003; Petrequin in sod., 1998). Ob koncu 4. tisočletja je živel tudi znameniti Ōtzi, katerega mumijo so odkrili v ledeniku pred dvema desetletjema (Kutschera in Müller, 2003). Naselbine iz 3. tisočletja Parte - Iščica, Črni graben, Parte in Založnica so živele do pribl. 2400 pr. Kr. (Čufar in Velušček, 2012) in so bile sodobnice znamenitim velikim piramidam v Gizi pri Kairu. Kulturno vse naselbine iz 4. in 3. tisočletja pr. Kr. spadajo v obdobje eneolitika oz. bakrene dobe, ki se zaključuje prav s koliščema Parte in Založnica. V

tem obdobju je pomembno vlogo odigrala metalurgija bakra, orodje za obdelavo lesa pa je bilo večinoma izdelano iz kamna ali rogovine. Ekonomija koliščarjev je temeljila na pridelovanju žitaric (ječmena in pšenice), nabiralništvu, reji domačih živali, ribolovu ter lovu sesalcev in ptičev (Tolar in sod., 2012).

Les iz koliščarskih naselbin na Ljubljanskem barju je predvsem les kolov, zabitih v tla, na katerih so bila postavljena bivališča. Ker je les kolov obdelan, ga po definiciji 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 obdobj. 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 črna jelša (*Alnus glutinosa*). 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 (Čufar in Velušček, 2012).

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. Bukev, javor, beli gaber in jelka pa so verjetno uspevali na rastiščih, ki so bila nekoliko oddaljena od kolišč in so bila večinoma 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 zaželeno hrastovina (Čufar in Velušček, 2012).

Hrastov les ima med uporabljenimi lesnimi vrstami (poleg slabo zastopanega bresta) edini obarvano jedrovino, ki je relativno dobro 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 sestoju (Velušček, 2009).

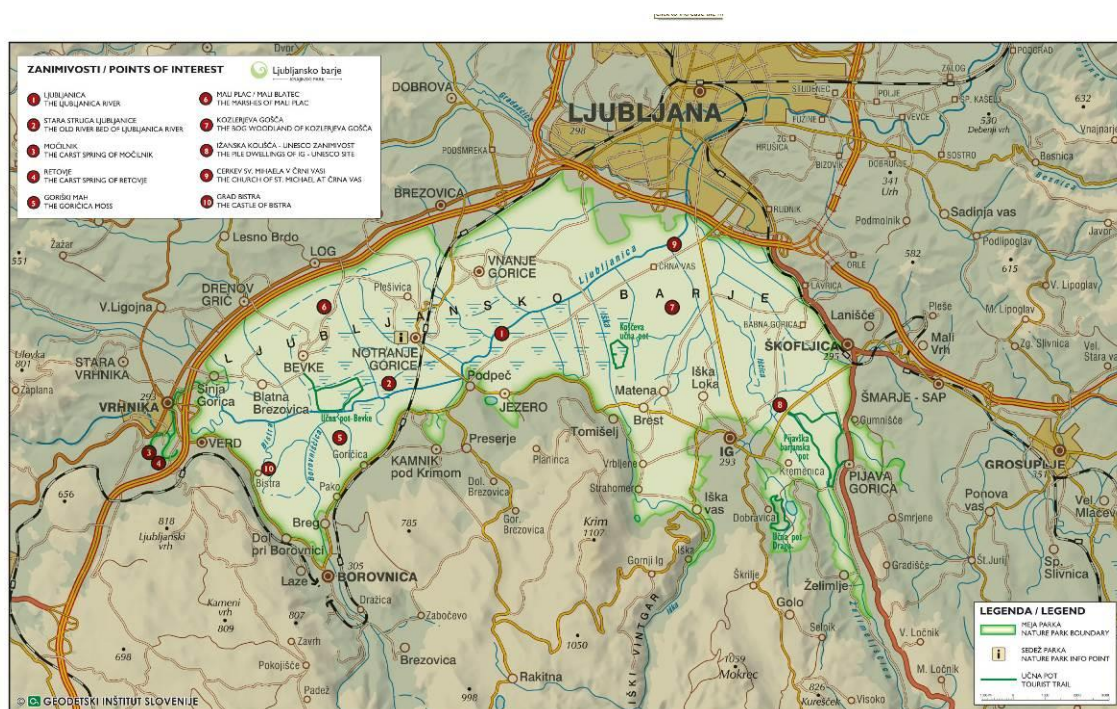
Raziskave kažejo, da so koliščarji najpogosteje sekali drevesa s premerom približno 10 cm, velike količine debel takega premera pa so pridobili s pomlajevanjem na panju (panje posekanih dreves so pustili, tako da so iz njih zrastle nova drevesa). Kadar je začelo primanjkovati lesa z ustreznim premerom,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

2.3 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 omogočili, da danes dokaj natančno vemo, kdaj so raziskane naselbine živele (Čufar in sod., 2010, 2015).



Slika 1: Ljubljansko barje (Ljubljansko barje, 2016)

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; Čufar in Velušček, 2012).

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, 2010).

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, 2009).

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, 2009).

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. Tako 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, 2004; Velušček, 2010).



Slika 2: 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, 2009, 2010).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 PRIPRAVA VZORCEV ZA IDENTIFIKACIJO LESA

Vzorčenje lesa in arheoloških najdb na koliščarski naselbini Černelnik v kraju Kamnik pod Krimom je bilo opravljeno v letu 2014 v okviru zaščitnega izkopavanja.

Vzorci so bili do začetka identifikacije shranjeni v zaklonišču v neposredni bližini fakultete, saj so v njem dobre razmere za shranjevanje. Prostori za skladiščenje mokrega arheološkega lesa so temni in imajo okoli 90 % relativno zračno vlago. Takšni zračni pogoji preprečujejo, da bi se vzorci osušili, s čimer bi postali neuporabni za nadaljnje raziskave.



Slika 3: Vzorci lesa po odvzemu na terenu, pripravljeni za obdelavo s tračnim žagalnim strojem. Označeni so z identifikacijskimi številkami in zaviti v polietilensko folijo.

Vzorci smo iz skladišča prenesli v mizarsko delavnico Oddelka za lesarstvo, kjer smo jih odvili iz polietilenske folije. Nato smo jih s tračnim žagalnim strojem razrezali na 5 cm debele kolute. Vsak vzorec je vseboval identifikacijsko oznako, pri čemer smo morali paziti, da se te niso pomešale. Po obdelavi smo vzorce z pripadajočo oznako ponovno zložili v vrečke in dolili destilirano vodo, da so vzorci ostali napojeni z vodo.



Slika 4: Tračni žagalni stroj, s katerim smo vzorce narezali na kolobarje.



Slika 5: Obdelava vzorca



a



b

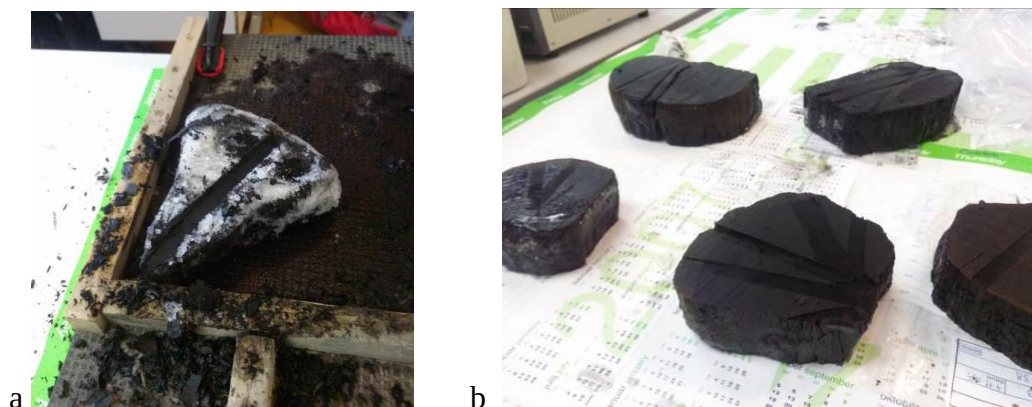
Slika 6: Shranjevanje vzorca v vrečko in dodajanje destilirane vode (a), vzorci, pripravljeni na zmrzovanje.

Po pripravi smo vzorce zmrznili v zmrzovalni skrinji (-18°C) (slika 7). Pred makroskopsko identifikacijo in analizo širin branik je bilo treba vzorce očistiti. To smo storili z ostrim dletom, s katerim smo izravnali površino prečne ravnine v radialni smeri od stržena do skorje.



Slika 7: Zmrznjeni vzorci, pripravljeni za nadaljnje raziskovanje

Naenkrat smo očistili po šest vzorcev, manjših nekoliko več. Nato smo jih pustili čez noč na delovni mizi, da so se delno odtalili, in da se jim je površina osušila do te mere, da pregledovanje ni bilo moteno zaradi vode na površini (slika 8). Naslednji dan je sledil pregled vzorcev in štetje branik.



Slika 8: Z dletom očiščen vzorec (a), očiščeni vzorci, pripravljeni za pregled (b)



Slika 9: Pregledani in identificirani vzorci, pripravljeni za arhiviranje

3.2 MAKROSKOPSKA IDENTIFIKACIJA LESA

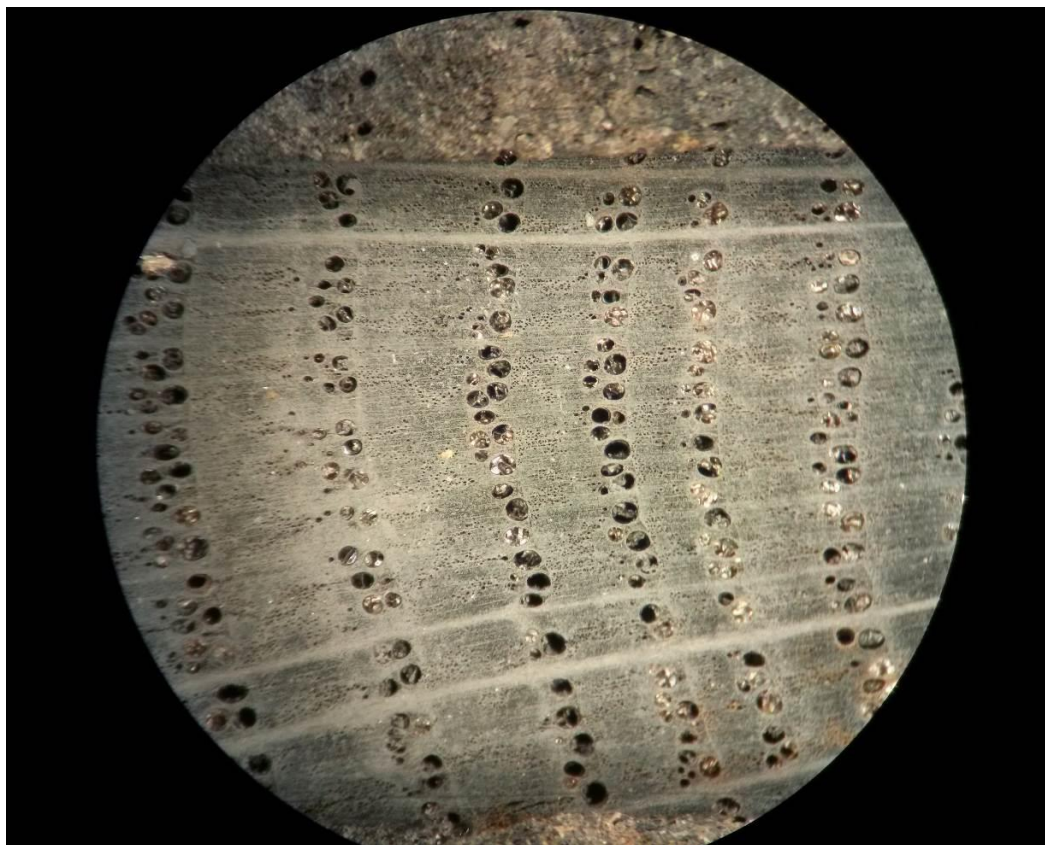
Pripravljene in očiščene vzorce smo opazovali s stereomikroskopom Olympus SZ-PT. Vzorce smo položili na pomično mizico z ročnim pomikom (LINTAB 5 -Tree Ring Station) (Rinn) in izostrili sliko. Pod različnimi povečavami smo pregledali tisti del vzorca, ki smo ga predhodno očistili z dletom, ker smo le tam lahko videli anatomske znake za makroskopsko identifikacijo lesa (Kržišnik, 2011).



Slika 10: Sistem za izvedbo dendrokronološke raziskave (Olympus SZ-PT).

Pri opazovanju vzorca s stereo mikroskopom smo prešteli tudi število branik, določili, če vzorec vsebuje beljavo, in prešteli število branik v njej. Pregledali smo, 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 oblikovano po Čufar in sod., 1997.

Če je vzorec vseboval več kot 45 branik, smo ga pripravili za merjenje širin branik, ostale vzorce pa smo shranili nazaj v PE vrečko in dodali destilirano vodo za ponovno zamrzovanje. Vzorce, ki jih makroskopsko nismo mogli identificirati smo ponovno zamrznili in kasneje iz njih naredili mikroskopske preparate.

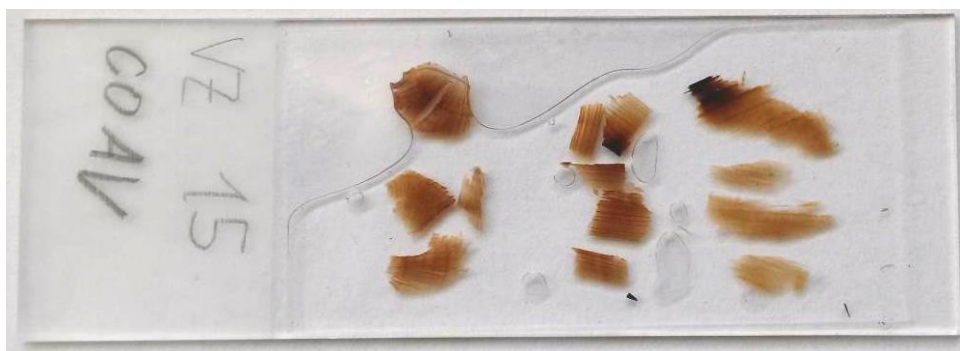


Slika 11: Primer pregleda hrastovega vzorca s stereolupo. Lepo so vidne velike traheje ranega lesa in široki trakovi.

3.3 MIKROSKOPSKA IDENTIFIKACIJA LESA

Zmrznjene vzorce smo vzeli iz vrečk ter jih z olfa nožem ali dletom previdno razsekali tako, da so stranice vzorca predstavljale vse tri ksilotomske ravnine. Ko smo vzorec pravilno orientirali, smo z britvico iz vsake ravnine posebej odrezali tanke rezine. Iz vsake ravnine smo odvzeli po več rezin, saj smo s tem želeli zajeti čim več mikroskopskih znakov za identifikacijo lesa. Za vsako ksilotomsko ravnino smo imeli pripravljeno urno steklo z destilirano vodo, na katerega smo položili odrezke.

Po končanem pridobivanju odrezkov smo vzeli objektno steklo, na katerega je bilo treba prenesti najboljše vzorce. Za prenos vzorcev smo uporabili čopič. Za vsako ksilotomsko ravnino posebej je bilo treba prenesti po več boljših vzorcev, s tem smo poskrbeli, da smo dobili čim več mikroskopskih znakov vzorca na objektno steklo. Nato smo vzorce prelili z glicerolom in jih pokrili s krovnim steklom. Na koncu smo na matiran rob stekla s svinčnikom zapisali oznako vzorca lesa. Tako pripravljeni vzorci so bili primerni za mikroskopski pregled in identifikacijo vrste.



Slika 12: Ksilotomsko orientirani vzorci, pripravljeni za mikroskopsko identifikacijo.

3.4 DENDROKRONOLOŠKE RAZISKAVE

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

Rezultate meritev smo grafično prikazali kot serije širin branik glede na čas. 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 iz arhiva Katedre za tehnologijo lesa (Čufar in Levanič, 2000; Čufar, 2010).

3.5 PRIPRAVA VZORCEV ZA SKLADIŠČENJE

Raziskani les kolov smo po opravljenih analizah napojili z destilirano vodo in ga vložili v vrečke, iz debele polietilenske folije izsesali zrak in vrečke zatesnili. Tako zaščiten les smo zložili v označene plastične zaboje in ga shranili v skladišče Oddelka za lesarstvo Biotehniške fakultete v Ljubljani s konstantno temperaturo okoli 12 °C. 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).

3.6 SINHRONIZIRANJE IN DATIRANJE

Ker je bil projekt datiranja časovno omejen s strani naročnika, so sinhroniziranje in datiranje opravili sodelavci Katedre za tehnologijo lesa.

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1 IDENTIFIKACIJA LESA NA KOLIŠČARSKI NASELBINI ČERNELNIK

Z arheološkega nahajališča Černelnik v kraju Kamnik pod Krimom smo pridobili 50 vzorcev, ki smo jih makroskopsko in mikroskopsko pregledali. Identificirali smo 28 vzorcev hrasta (*Quercus* sp.), 10 vzorcev jesena (*Fraxinus* sp.), 4 vzorce jelše (*Alnus glutinosa*), 3 vzorce leske (*Corylus avellana*), 2 vzorca belega gabra (*Carpinus betulus*) ter en vzorec jelke (*Abies alba*) in en vzorec bukve (*Fagus sylvatica*). Enega vzorca zaradi slabega stanja ni bilo mogoče identificirati, ugotovili smo le, da je les difuzno poroznega listavca.

Pregled 50 vzorcev lesa je razkril, da je bilo največ primerkov hrastovih in jesenovih. Med njimi je bilo tudi nekaj primerkov leske in jelke. Od vseh vzorcev jih je bilo (pod pogojem, da vsebujejo vsaj 45 branik) za nadaljnje datiranje primernih 24 (preglednica 1).

Preglednica 1: Število in delež vzorcev po vrstah lesa ter število merjenih vzorcev in njihov delež.

Vrsta lesa	Vsi vzorci (št.)	Delež vseh vzorcev (%)	Merjeni vzorci (št.)	Delež merjenih vzorcev (%)
<i>Quercus</i> sp.	28	56	20	83,3
<i>Fraxinus</i> sp.	10	20	4	16,7
<i>Alnus glutinosa</i>	4	8	0	0
<i>Corylus avellana</i>	3	6	0	0
<i>Carpinus betulus</i>	2	4	0	0
<i>Abies alba</i>	1	2	0	0
<i>Fagus sylvatica</i>	1	2	0	0
Difuz. por.	1	2	0	0
SKUPAJ	50	100	24	100

4.2 ŠTEVILO BRANIK

Pri samem pregledu vzorcev je bilo treba prešteti tudi število branik. Ta podatek nam pove približno starost drevesa pred posekom. Točne starosti vseeno ni mogoče določiti samo iz števila branik, saj ne vemo, kateri del drevesa (po višini) pregledujemo. Najbolj natančen podatek o starosti drevesa bi dobili iz začetka spodnjega dela debla drevesa. Ker pa so naši vzorci po večini pridobljeni iz različnih delov drevesa, lahko iz tega razberemo le kambialno starost. To pomeni, da imajo vzorci manjše število branik, kot jih ima drevo na najstarejšem delu debla, zato bomo v tej nalogi uporabili kambialno starost kot oceno približne starosti obravnavanega drevesa.

Preglednica 2: Frekvenčna porazdelitev vzorcev po številu branik. Število enot v posameznem razredu – f in kumulativna frekvenc – F .

Meje razredov [št. branik]	f	$f(\%)$	F	$F(\%)$
0–25	12	24	12	24
26–50	14	28	26	52
51–75	8	16	34	68
76–100	9	18	43	86
101–125	4	8	47	94
126–150	2	4	49	98
151–175	0	0	49	98
176–200	1	2	50	100
SKUPAJ	50	100		

4.3 STAROST IN PREMER DREVES

Ker največji premer še ne pomeni najstarejšega drevesa, bomo v tem poglavju pisali o širini branik na vzorcih (povprečna širina).

Splošno znano je, da drevesa z največjimi premeri po navadi niso najstarejša. Premer je odvisen od letnega prirastka drevesa. Če ima drevo velik premer in velik prirastek, je lahko precej mlajše kot drevo z majhnim premerom in majhnim prirastkom. Iz tega vidika je smiselno za določevanje starosti drevesa upoštevati tako premer kot tudi število branik.

Pri analizi premerov smo ugotovili, da je bila večina vzorcev klanih, 12 vzorcev je bilo celih, 4 vzorci pa so nepopolni, zato jih nismo analizirali. Pri klanih vzorcih smo premer določili tako, da smo vzorcu izmerili polmer ter ga pomnožili z 2, ter tako izračunali premer. Najmanjši premer je bil 2 cm, največji pa 38 cm. Delež premerov smo prikazali s pomočjo frekvenčne porazdelitve po premeru vzorcev. Določili smo 11 razredov z razponom 3,5 cm (preglednica 3).

Preglednica 3: Frekvenčna porazdelitev premerov vzorcev. Število enot v posameznem razredu – f in kumulativna frekvenc – F .

Meje razredov [cm]	f	f (%)	F	F (%)
2,0–5,5	9	20	9	19,6
5,5–9,0	5	11	14	30,4
9,0–12,5	3	7	17	37,0
12,5–16,0	2	4	19	41,3
16,0–19,5	4	9	23	50,0
19,5–23,0	4	9	27	58,7
23,0–26,5	6	13	33	71,7
26,5–30,0	7	15	40	87,0
30,0–33,5	1	2	41	89,1
33,5–37,0	4	9	45	97,8
37,0–40,5	1	2	46	100
SKUPAJ	46	100		

Največ zabeleženih primerkov spada v prvi razred s premeri med 2,0–5,0 cm, in sicer 9 vzorcev, kar znaša 20 % vseh vzorcev. Sedem primerkov spada v osmi razred (16 %) in 6 primerkov v sedmi razred (14 %). Iz preglednice je razvidno, da so prebivalci kolišča uporabili predvsem drevesa s premeri med 2,0–9,0 cm (razred 1, 2) in 23,0–30,0 cm (razred 7, 8) (Preglednica 3).

Za izračun prirastka smo morali določiti število branik na enoto dolžine. Za ta izračun smo delili polmer vzorca s številom branik. Polmer smo podajali v milimetrih, tako smo izračunali število branik na milimeter (preglednica 4). Določili smo 7 razredov z razponom 0,25 branike na milimeter, vrednosti pa so znašale od 0,083 do 1,68 branike na milimeter. Ugotovili smo, da imajo največje število branik na mm dolžine vzorci v treh razrednih skupinah, in sicer 0,26–0,5 branik/mm (23,9 %), 0,51–0,75 branik/mm (23,9 %) in 0,76–1,0 branik/mm (23,9 %). Rezultati nakazujejo na to, da so imela drevesa, uporabljena za kole, večinoma velike prirastke. V preglednici 5 pa je prikazana še frekvenca glede na povprečno širino branik, ki so bile od 0,5 do 12 mm. Določili smo 9 razredov z razponom povprečnih širin 0,50 mm. Ugotovili smo, da ima največ vzorcev povprečno širino branik v razponu 1,01 – 1,50 mm (26,1%). Sledijo jim vzorci z razponom 0,50 – 1,00 mm (21,7%)

Preglednica 4: Število branik na mm dolžine. Število enot v posameznem razredu – f in kumulativa frekvenc – F.

Meje razredov [št. branik/mm]	f	f(%)	F	F(%)
0,00–0,25	3	6,5	3	6,5
0,26–0,50	11	23,9	14	30,4
0,51–0,75	11	23,9	25	54,3
0,76–1,00	11	23,9	36	78,3
1,01–1,25	6	13,0	42	91,3
1,26–1,50	1	2,2	43	93,5
1,51–2,00	3	6,5	46	100,0
SKUPAJ	46	100		

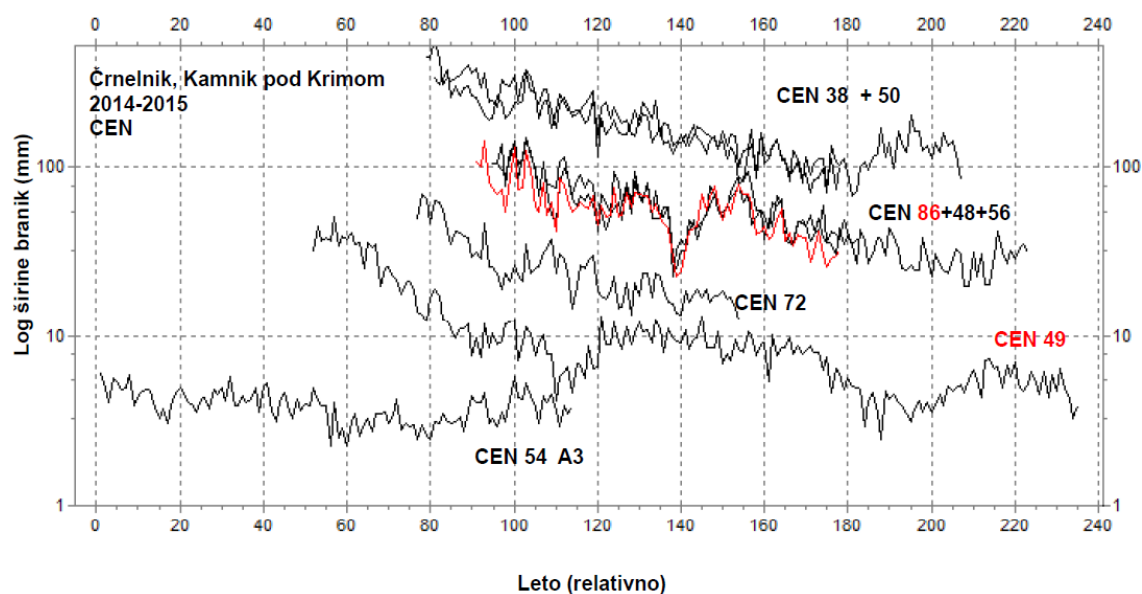
Preglednica 5: Povprečna širina branik v lesu. Število enot v posameznem razredu – f in kumulativa frekvenc – F.

Meje razredov [mm]	f	f(%)	F	F(%)
0,00–0,50	1	2,2	1	2,2
0,51–1,00	10	21,7	11	23,9
1,01–1,50	12	26,1	23	50,0
1,51–2,00	9	19,6	32	69,6
2,01–2,50	2	4,3	34	73,9
2,51–3,00	2	4,3	36	78,3
3,01–3,50	4	8,7	40	87,0
3,51–4,00	3	6,5	43	93,5
4,01–12,01	3	6,5	46	100,0
SKUPAJ	46	100,0		

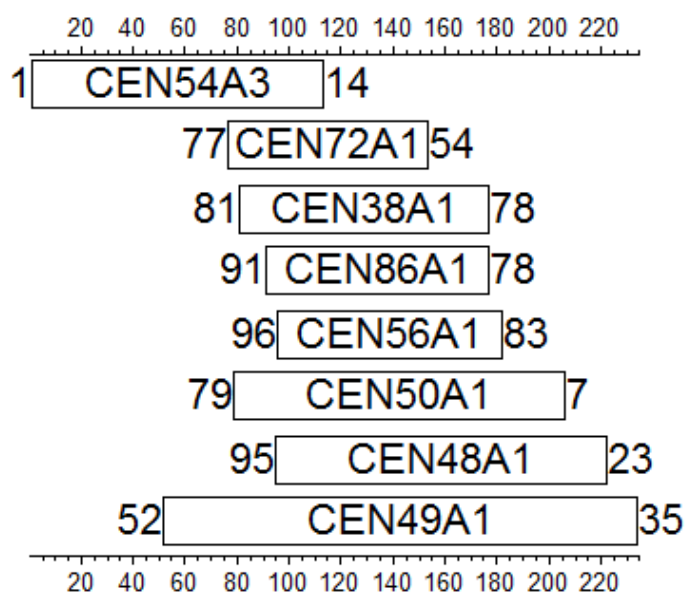
4.4 DENDROKRONOLOŠKE RAZISKAVE

Za dendrokronološko raziskavo smo izbrali vzorce hrasta in jesena, ki so vsebovali več kot 45 branik. Tako nam je od 50 vzorcev ostalo 24 takih, ki so imeli dovolj branik, in sicer 20 vzorcev hrasta (*Quercus* sp.) in 4 vzorci jesena (*Fraxinus* sp.).

Zaporedja širin branik smo najprej poskušali sinhronizirati in sestaviti kronologijo širin branik kolišča. Zaporedij večinoma ni bilo mogoče sinhronizirati, kar nakazuje, da so pripadali različnim gradbenim fazam na kolišču. Od vseh merjenih vzorcev smo jih sinhronizirali samo 8. Vsi vzorci so hrastovi in imajo zaporedne številke CEN – 56A1, 86A1, 48A1, 49A1, 72A1, 56A1, 54A3, 38A1, 50A1 (sliki 13 in 14).



Slika 113: Sinhronizirana zaporedja širin branik.



Slika 14: Časovni razpon zaporedij širin branik in njihovo sinhroniziranje v relativnem času.

Iz sinhroniziranih zaporedij smo sestavili kronologijo in jo primerjali z vsemi obstoječimi kronologijami kolišč. Čeprav so arheologi po arheoloških najdbah predpostavili, da je kolišče z začetka 4. tisočletja pr. n. št., za katerega obstaja absolutno datirana kronologija z razponom 3771–3330 pr. n. št. (Čufar in sod., 2015), smo ugotovili, da se kronologija Černelnika ne ujema z nobeno obstoječo kronologijo raziskanih najdišč.

Tako obstaja možnost, da je kolišče Černelnik starejše oziroma da je bil les s Černelnika posekan pred letom 3771 pr. n. št.

5 SKLEPI

Raziskali smo 50 vzorcev arheološkega lesa z nahajališča Černelnik v bližini kraja Kamnik pod Krimom, pridobljenih med zaščitnim arheološkim izkopavanjem v letu 2014.

Vzorci so bili iz naslednjih lesnih vrst: les hrasta (*Quercus sp.*) (56 %), les jesena (*Fraxinus sp.*) (20 %), les jelše (*Alnus glutinosa*) (8 %), les leske (*Corylus avellana*) (6 %), les belega gabra (*Carpinus betulus*) (4 %), les jelke (*Abies alba*) (2 %), les bukve (*Fagus sylvatica*) (2 %), nedoločen difuzno porozni listavec (2 %).

Za dendrokronološko raziskavo je bilo primernih 24 vzorcev, ki so imeli 45 ali več branik.

Analiziran les večinoma predstavlja ostanke kolov, ki so imeli premere od 2 do 38 cm. Prevladujoč delež (20 %) vzorcev je imel premer od 2 do 5,5 cm. Največ branik na milimeter debelinskega prirastka pa so imeli vzorci v treh razrednih skupinah, in sicer 0,26–0,5 branik/mm (23,9 %), 0,51–0,75 branik/mm (23,9 %) in 0,76–1,0 branik/mm (23,9 %). Največ vzorcev je imelo povprečno širino branik med 1,01–1,50 mm (26,1 %). Vzorci so imeli od 2 do 184 branik, večina (28 %) pa je imela od 26 do 50 branik.

Vsa izmerjena zaporedja širin branik smo primerjali z že obstoječimi kronologijami najdišč. Ugotovili smo, da se zaporedja širin branik naših vzorcev ne ujemajo z nobeno obstoječo kronologijo raziskanih najdišč.

Arheologi so po arheoloških najdbah predpostavili, da je kolišče z začetka 3. tisočletja pr. n. št. Ker pa je bilo absolutno datirano na Ljubljanskem barju samo obdobje med 3771–3330 pr. n. št., in ker se naša sinhronizirana zaporedja širin branik ne ujemajo z sinhroniziranimi širinami branik med tem obdobjem, lahko predpostavimo, da je kolišče iz območja Černelnik starejše od do sedaj datiranih območij.

6 POVZETEK

Predstavljamo raziskavo arheološkega lesa iz naselbine Černelnik v kraju Kamnik pod Krimom na Ljubljanskem barju. Raziskava je potekala po uveljavljeni metodologiji, ki zajema pregled arheološkega lesa, identifikacijo vrste, meritve in dendrokronološke analize. Vzorce smo prejeli od arheologov, ki so vse vzorce označili z identifikacijsko številko in jih shranili v vrečke z destilirano vodo. Na oddelku za lesarstvo smo vzorce najprej pripravili za nadaljnje raziskave, jih s tračnim žagalnim strojem narezali na 5 cm debele kolute in jih ponovno shranili v vrečke z destilirano vodo. Vzorce smo v celoti zamrznili in jim nato z dletom poravnali prečno ksilotomsko površino. Obdelali smo po 6 vzorcev naenkrat in jih nato pustili na pultu, da so se odmrznili in da se je njihova površina osušila. Pregled smo opravili s stereomikroskopom Olympus SZ-PT. Pri pregledu smo prešteli število branik, označili razdalje med branikami in poskusili ugotoviti lesno vrsto na podlagi značilnosti, ki pripadajo različnim lesnim vrstam. Določili smo tudi prisotnost beljave in število branik v njej, prisotnost stržena, prisotnost skorje ter zadnje nastale branike pred posekom. Vse podatke smo vnesli v preglednico. Če vzorca ni bilo mogoče identificirati, smo iz njega napravili mikroskopske preparate. Za dendrokronološke meritve smo izbrali vzorce, ki so imeli več kot 45 branik. Vzorce smo merili na pomični mizici LINTAB z ročnim pomikom (Rinn), ki je bila povezana z računalniškim programom TSAPWin. Po opravljenih pregledih smo vzorce ponovno shranili v vrečke z destilirano vodo in jih shranili v skladišče mokrega lesa na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete.

Deleži ugotovljenih lesnih vrst so bili: les hrasta (*Quercus* sp.) s 56 %, sledil je les jesena (*Fraxinus* sp.) z 20 %, les jelše (*Alnus glutinosa*) z 8 %, les leske (*Corylus avellana*) s 6 %, les belega gabra (*Carpinus betulus*) s 4 %, les jelke (*Abies alba*) z 2 %, les bukve (*Fagus sylvatica*) z 2 % in 2 % neidentificiranega lesa (difuzno porozna vrsta).

Pregledanih je bilo 50 vzorcev lesa, od katerih je bilo največ primerkov hrasta in jesena. Med njimi je bilo tudi nekaj primerkov leske ter jelke. Od vseh vzorcev jih je bilo za nadaljnje datiranje primernih 24, ki vsebujejo vsaj 45 branik.

Premeri uporabljenih kolov so znašali od 2 do 38 cm. Prevladujoč delež (20 %) kolov je imel premer od 2 do 5,5 cm. Največ branik/mm so imeli koli v treh razrednih skupinah, in sicer 0,26–0,5 branik/mm (23,9 %), 0,51–0,75 branik/mm (23,9 %) in 0,76–1,0 branik/mm (23,9 %). Povprečna širina branik v lesu kolov je med 1,01–1,50 mm (26,1 %). Koli so imeli od 2 do 184 branik, 28 % kolov pa je imelo od 26 do 50 branik.

Vsa izmerjena zaporedja širin branik smo primerjali z že obstoječimi kronologijami najdišč. Ugotovili smo, da se zaporedja širin branik naših vzorcev ne ujemajo z nobeno obstoječo kronologijo raziskanih najdišč.

Arheologi so po arheoloških najdbah predpostavili, da je kolišče z začetka 3. tisočletja pr. n. št. Ker pa je bilo absolutno datirano na Ljubljanskem barju samo obdobje med 3771–3330 pr. n. št., in ker se naša sinhronizirana zaporedja širin branik ne ujemajo z sinhroniziranimi širinami branik med tem obdobjem, lahko predpostavimo, da je kolišče z območja Černelnik starejše od do zdaj datiranih območij.

7 VIRI

- Billamboz A. 2003. Tree-rings and wetland occupation in southwest Germany between 2000 and 500BC: dendroarchaeology beyond dating in tribute to F.H. Schweingruber. *Tree-Ring Research*, 59 (1): 37-49
- Čufar K. 2010. Dendrokronološka metoda za datiranje lesa v Sloveniji. *Argo*, 53, 1: 30-33
- 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, RES, Dela, Papers 4/1999: 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. 2012. Les s koliščarskih naselbin na Ljubljanskem barju in njegov raziskovalni potencial. *Les*, 64, 3-4: 49-5
- 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., Tegel W., Merela M., Kromer B., Velušček A. 2015. Eneolithic pile dwellings south of the Alps precisely dated with tree-ring chronologies from the north. *Dendrochronologia* 35: 91-98
- Haneca K., Čufar K., Beeckman H. 2009. Oaks, tree-rings and wooden cultural heritage: a review of the main characteristics and applications of oak dendrochronology in Europe. *Journal of Archaeological Science*, 36: 1-11
- Jacomet S. 2009. Plant economy and village life in Neolithic lakedwellings at the time of the Alpine Iceman. *Vegetation History and Archaeobotany*, 18: 47-59
- Kromer B. 2009. Radiocarbon and dendrochronology. *Dendrochronologia*, 27 (1): 15-19
- Kržišnik D. 2011. *Anatomske raziskave arheološkega lesa*. Diplomski projekt (Univerzitetni študij – 1. stopnja). Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 34 str.
- Kutschera W., Müller W. 2003. »Isotope language« of the Alpine Iceman investigated with AMS and MS. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, 204: 705-719

Ljubljansko barje, Zemljevid, 2016.

<http://www.ljubljanskobarje.si/uploads/podobe/velik-zemljevid.jpg>

Pétrequin P., Arbogast R.M., Bourquin-Mignot C., Lavier C., Viellet A. 1998. Demographic growth, environmental changes and technical adaptations: responses of an agricultural community from the 32nd to the 30th centuries BC. *World Archaeology*, 30 (2): 181-192

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

Tolar T., Velušček A., Čufar K. 2012. Arheobotanične raziskave na kolišču Stare gmajne, datiranjem na osnovi raziskav lesa. *Les* 64 (5): 106-115

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

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

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

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

Velušček A., Čufar K. 2014. Kolišča na Ljubljanskem barju. *Opera Instituti Archaeologici Sloveniae* 30, *Studia Praehistorica in Honorem Janez Dular*. Ljubljana: Inštitut za arheologijo ZRC SAZU, Založba ZRC 30: 39–64

ZAHVALA

Za vodenje in pomoč pri pripravi in izdelavi diplomskem projektu se zahvaljujem mentorici prof. dr. Katarini Čufar in somentorju doc. dr. Maksu Merela. Zahvaljujem se tudi prof. dr. Mihi Humarju za recenzijo.

Zahvaljujem se tudi strokovnemu sodelavcu Luki Kržetu in sodelavcem na Katedri za tehnologije lesa na Oddelku za lesarstvu, ki so mi pomagali pri praktičnemu delu diplomskega projekta.

PRILOGE

PRILOGA : Podatki o vzorcih lesa z nahajališča Černelnik.

Vzorec	Merjenje	Drevesna vrsta	Premjer [cm]	Klan	Branike	Branike beljave	Stržen	WK	Skorja	Opombe
VZ1		COAV	2	NE	10		DA	DA	NE	
VZ8		Difuz. por. list.			2		NE		NE	Poogljenel vzorec
VZ9		ALGL		DA	16		NE		NE	Koreničnik
VZ10		CPBE		DA	40		NE		NE	Koreničnik
VZ12		CPBE	14	DA	73		DA		NE	
VZ13	DA	FRSP	32	DA	82		NE		NE	
VZ14	DA	FRSP	34	DA	106		NE	DA	NE	
VZ15		COAV	2	NE	6		DA		NE	
VZ24		ALGL	12	DA	9		DA	DA	DA	
VZ28	DA	FRSP	5,5	DA	55		DA	DA	NE	
VZ30		QUSP	7	NE	31	21	DA	DA	NE	
VZ31		FASY	6	DA	9		DA		NE	
VZ32		ALGL	5	DA	7		DA	DA	DA	
VZ33		ALGL	6	NE	27		DA	DA	DA	
VZ36		QUSP	18	DA	32	1	NE		NE	
VZ38	DA	QUSP	34	DA	98	7	NE		NE	
VZ39a	DA	QUSP	28	DA	48	7	NE		NE	
VZ39b	DA	QUSP	28	DA	110		NE		NE	
VZ43	DA	QUSP	28	DA	88	14	NE		NE	
VZ44		QUSP	28	DA	44	1	NE		NE	Neurejena rast na zač.
VZ45		QUSP	20	DA	28		NE		NE	
VZ46	DA	QUSP	18	DA	81	12	NE		NE	
VZ47		QUSP	18	DA	28	3	NE		NE	
VZ48	DA	QUSP	24	DA	129	16	NE		NE	
VZ49	DA	QUSP	38	DA	184	26	NE		NE	
VZ50	DA	QUSP	28	DA	129	15	NE		NE	
VZ51a	DA	QUSP	34	DA	76		NE		NE	
VZ51b	DA	QUSP	34	DA	72		NE		NE	
VZ54	DA	QUSP	22	DA	116	11	NE		NE	
VZ55		FRSP	5	NE	40		DA	DA	NE	
VZ56	DA	QUSP	22	DA	88		NE		NE	
VZ57		QUSP	26	DA	41	5	NE		NE	
VZ61	DA	FRSP	7,5	NE	63		DA		NE	
VZ62		FRSP	5	NE	26		DA	DA	DA	
VZ64		COAV	5	NE	20		DA	DA	DA	
VZ65	DA	QUSP	25	DA	69	1	NE		NE	
VZ66		QUSP		DA	13		NE		NE	
VZ68a		ABAL	11	NE	14		DA	DA	DA	
VZ68b		FRSP	4	NE	29		DA	DA	NE	
VZ69		FRSP	7	NE	41		DA		NE	
VZ70		FRSP	5	NE	29		DA		NE	

nadaljevanje

Vzorec	Merjenje	Drevesna vrsta	Premier [cm]	Klan	Branike	Branike beljave	Stržen	WK	Skorja	Opombe
VZ71a	DA	QUSP	24	DA	64	11	NE		NE	5.11.14 Dva vzorca z oznako VZ71
VZ71b		FRSP	24	DA	10		NE		NE	4.11.14 Dva vzorca z oznako VZ71
VZ72	DA	QUSP	30	DA	78	15	NE		NE	
VZ82	DA	QUSP	24	DA	83	7	DA		NE	
VZ83		QUSP	10	DA	11	3	NE		NE	
VZ84	DA	QUSP	16	DA	73	4	NE		NE	
VZ85	DA	QUSP	30	DA	105		NE		NE	
VZ86	DA	QUSP	19	DA	88		NE		NE	
VZ87	DA	QUSP	20	DA	65		NE		NE	

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Tomaž VRBEC

**RAZISKAVE ARHEOLOŠKEGA LESA Z OBMOČJA
KAMNIKA POD KRIMOM**

DIPLOMSKI PROJEKT

Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

Ljubljana, 2016