

GDK 561.24 : (497.12 Ljubljansko barje)

Prispelo / Received: 10. 03. 1999

Sprejeto / Accepted: 19. 04. 1999

Izvimi znanstveni članek
Original scientific paper

DENDROKRONOLOŠKE RAZISKAVE NA KOLIŠČU PARTE - IŠČICA, LJUBLJANSKO BARJE, SLOVENIJA

Katarina ČUFAR*, Tom LEVANIČ** in Anton VELUŠČEK***

Izvleček

Na Ljubljanskem Barju v Sloveniji smo opravili dendrokronološke raziskave lesa iz eneolitnega koliščarske naselbine Parte-Iščica. Iz struge reke Iščice smo odvzeli vzorce 1237 kolov iz lesa jesena (*Fraxinus* sp.), jelše (*Alnus glutinosa* Gaertn.), bukve (*Fagus sylvatica* L.), jelke (*Abies alba* Mill.), javorja (*Acer* sp.), breze (*Betula* sp.), leske (*Corylus* sp.), belega gabra (*Carpinus betulus* L.), topola (*Populus* sp.), hrasta (*Quercus* sp.), vrbe (*Salix* sp.) in bresta (*Ulmus* sp.). Prevladovali so vzorci jesena, jelše in bukve s 70 %, 9 % in 7 %. Dendrokronološke analize smo opravili na jesenovih, bukovih, hrastovih in jelovih kolih, ki so imeli nad 45 branik. Na osnovi 285 relativno datiranih vzorcev smo sestavili dve jesenovi in eno bukovo kronologijo, dolžin 136, 113 in 105 let. Večje količine lesa, posekanega v istem koledarskem letu, nakazujejo potek gradbenih aktivnosti na kolišču. Po prvih rezultatih radiokarbonskega datiranja uvrščamo koliščarsko naselbino v prvo polovico tretjega tisočletja pred našim štetjem.

Ključne besede: dendrokronologija, arheološki les, koliščarska naselbina, eneolitik, Ljubljansko barje, Slovenija, jesen, *Fraxinus* sp., bukev, *Fagus sylvatica* L.

DENDROCHRONOLOGICAL INVESTIGATIONS IN THE PILE DWELLING PARTE - IŠČICA, LJUBLJANA MOOR, SLOVENIA

Abstract

From the Parte-Iščica Eneolithic pile dwelling in the Ljubljana Moor, Slovenia, timber was collected for dendrochronological investigations. In the river bed of the Iščica river samples were selected from 1237 vertical piles of ash (*Fraxinus* sp.), alder (*Alnus glutinosa* Gaertn.), beech (*Fagus sylvatica* L.), fir (*Abies alba* Mill.), maple (*Acer* sp.), birch (*Betula* sp.), hazel (*Corylus* sp.), hornbeam (*Carpinus betulus* L.), poplar (*Populus* sp.), oak (*Quercus* sp.), willow (*Salix* sp.), and elm (*Ulmus* sp.). Those of ash, alder, and beech predominated with 70 %, 9 %, and 7 % respectively. Samples of ash, beech, oak, and silver fir containing more than 45 tree-rings were used for tree-ring analyses. 285 samples were cross-dated and three floating chronologies, two of ash and one of beech, were constructed. Their length was 136, 113, and 105 years. The large amount of timber cut in the same calendar year provides information on building activities on the site. The first ¹⁴C dates indicate that the pile dwelling existed in the first half of the 3rd millennium BC.

Key words: dendrochronology, archaeological wood, pile dwelling, eneolithic, Ljubljana moor, Slovenia, ash, *Fraxinus* sp., beech, *Fagus sylvatica* L.

* prof., dr., Biotehniška fakulteta, Odd. za lesarstvo, Cesta VIII/34, 1000 Ljubljana, SVN
** doc., dr., Biotehniška fakulteta, Odd. za lesarstvo, Cesta VIII/34, 1000 Ljubljana, SVN
*** mag., Inštitut za arheologijo, Znanstvenoraziskovalnega centra SAZU, Gosposka 13, 1000 Ljubljana, SVN

VSEBINA
CONTENTS

1	UVOD	
	INTRODUCTION.....	167
2	MATERIAL IN METODE	
	MATERIAL AND METHODS	169
3	REZULTATI IN DISKUSIJA	
	RESULTS AND DISCUSSION	172
4	SKLEPI	
	CONCLUSIONS.....	181
5	POVZETEK.....	182
6	SUMMARY.....	184
7	VIRI	
	REFERENCES.....	186
8	ZAHVALE	
	ACKNOWLEDGEMENTS	188

1 UVOD INTRODUCTION

Ljubljansko barje je južni del Ljubljanske kotline in meri 163 km², od tega je danes 107,5 km² travnatega sveta, 10,6 km² gozda in kakih 40 km² njiv. Nad poplavnim osredjem kotline (nm. v. 287-290 m) se dvigajo osamelci Sinja Gorica (293 m), Blatna Brezovica (326 m), Bevke (Brdo 345 m), Kostanjevica (367 m), Plešivica (390 m), Grič (342 m), Vnanje Gorice (Veliki vrh 373 m), Grmez (320 m), Babna Gorica (328 m) in drugi vršaci na obrobju (LAH / ADAMIČ 1992).

O poselitvi Barja v paleolitik¹ ali stari kameni dobi vemo zelo malo. Mezolitski² človek je zapustil sledove kratkotrajnih bivališč na obronkih barjanskih osamelcev pri Vrhniku in Škofljici. V neolitik³ so se na Barju pojavili ljudje, ki so si že postavljali stalne naselbine, poznali so keramično posodje, poleg lova, ribolova ter nabiralništva pa so se ukvarjali tudi s poljedelstvom. Ena izmed stalnih naselbin je bila odkrita ob Resnikovem prekopu pri Igu. Ker je bila postavljena na občasno poplavnem terenu, so bile stavbe nekoliko dvignjene od tal, na kolih. S pomočjo keramičnih in drugih arheoloških najdb ter radiokarbonske datacije naselbino datiramo v sredino 5. tisočletja pr. n. š. Poselitev Barja se poveča šele približno v sredini 4. tisočletja pr.n.š. Iz tistega časa poznamo eneolitske⁴ koliščarske naselbine iz okolice Iga, Notranjih Goric in okrog osamelca Blatna Brezovica. Za prebivalce teh naselbin je bila značilna redukcijsko žgana in večinoma neokrašena keramika črnih barvnih tonov. "Barjanci" so se ukvarjali tudi z metalurgijo (VELUŠČEK / GREIF 1998, ŠMIT / NEČEMER 1998). V tretjem tisočletju pr.n.š. so si na Ljubljanskem barju postavljali naselbine nosilci t.i. vučedolske kulture⁵. Po nekaterih teorijah naj bi to bili iskalci bakrove rude (DURMAN 1983). Iz tega časa poznamo koliščarske naselbine z obrobja Ljubljane, barjanskega zaliva pod Kamnikom pod Krimom in iz okolice Iga. Za to obdobje je značilna izredno kvalitetna in lepo okrašena keramika. V ta čas uvrščamo tudi svetovno znane najdbe in koliščarske naselbine pri Igu, ki jih je med leti 1875-1877 izkopal K. DEŽMAN. O poselitvi

¹ V Sloveniji se paleolitik začne ob koncu srednjega pleistocena in traja do konca mlajšega pleistocena.

² Mezolitik ali srednja kamena doba je arheološko obdobje, ki v Sloveniji traja od konca 9. tisočletja do sredine 6. tisočletja pr.n.š.

³ Neolitik ali mlajša kamena doba je arheološko obdobje, ki v Sloveniji traja od 6. do 4. tisočletja pr.n.š.

⁴ Eneolitik ali bakrena doba je arheološko obdobje, ki v Sloveniji traja od 4. do zadnje četrtine 3. tisočletja pr.n.š.

⁵ Kultura je dobila ime po eponimni naselbini Vučedol pri Vukovarju na Hrvaškem.

Ljubljanskega barja v zgodnji bronasti dobi zelo malo vemo. Dejstvo je, da so v tem času (najbrž v začetku 2. tisočletja pr.n.š.) "barjanci" prenehali graditi kolišča. Zakaj? Še ne vemo. Iz arheoloških podatkov lahko razberemo samo to, da je bilo Barje ponovno opuščeno za več stoletij, in šele v pozni bronasti dobi so se na njegovem obrobju pojavili nosilci kulture žarnih grobišč⁶ ter si postavljali nove, trdinske naselbine.

Čeprav arheološka izkopavanja na Ljubljanskem barju bolj ali manj stalno potekajo že od odkritja koliščarskih naslebin v 19. stoletju, lesu dolgo niso posvečali posebne pozornosti. Šele v 50-ih letih tega stoletja je ob izkopavanjih A. ŠERCELJ začel redno opravljati ksilotomske analize (prim. CULIBERG / ŠERCELJ 1991). Uspešno dendrokronološko datiranje koliščarskih naselbin v Nemčiji, Švici, Franciji in Italiji (npr. BILLAMBOZ 1992, BILLAMBOZ / MARTINELLI 1996, MARTINELLI 1996, PÉTREQIN et al. 1998) je spodbudilo željo, da bi tudi pri nas začeli s podobnimi raziskavami arheološkega lesa. V letu 1995 so se na Inštitutu za arheologijo ZRC SAZU odločili, da v sodelovanju z Oddelkom za lesarstvo Biotehniške fakultete prično z dendrokronološkimi raziskavami lesa iz najdišč na Ljubljanskem barju. Doslej so opravili raziskave na petih koliščih: Založnica, Parte, Spodnje mostišče 1 in 2 ter Hočevarica (ČUFAR / LEVANIČ / VELUŠČEK 1997 a, 1998, ČUFAR et al. 1997 b, ČUFAR / LEVANIČ 1998).

V pričujočem prispevku predstavljamo raziskave v koliščarski naselbini Parte-Iščica, ki so potekale v letih 1997 in 1998. Naselbina je bila odkrita leta 1877, ko so se med izkopavanjem t.i. II. Dežmanovega kolišča⁷ delavci kopali v Iščici in pri tem opazili navpično zabite kole. Po tem dogodku je arheološko najdišče potonilo v pozabo. Tako je preteklo skoraj 100 let, ko so arheologi leta 1962 med obhodom terena vzdolž Iščice naleteli na številne fragmente keramike, kosti, kamnite ročne mline ali žrmlje, kamenje, fragmente hišnega lepa, ostanke kolov in ogljenine, ki so ležali v polžarici, ki je prišla na površje ob čiščenju potoka (KOROŠEC 1964). Na osnovi primerjalne analize keramike so predvidevali, da je bilo na tem območju postavljenih več časovno ločenih naselbin v pozni bakreni in zgodnji bronasti dobi.

⁶ V Sloveniji traja pozno bronastodobna kultura žarnih grobišč od 1300 do 800 pr.n.š.

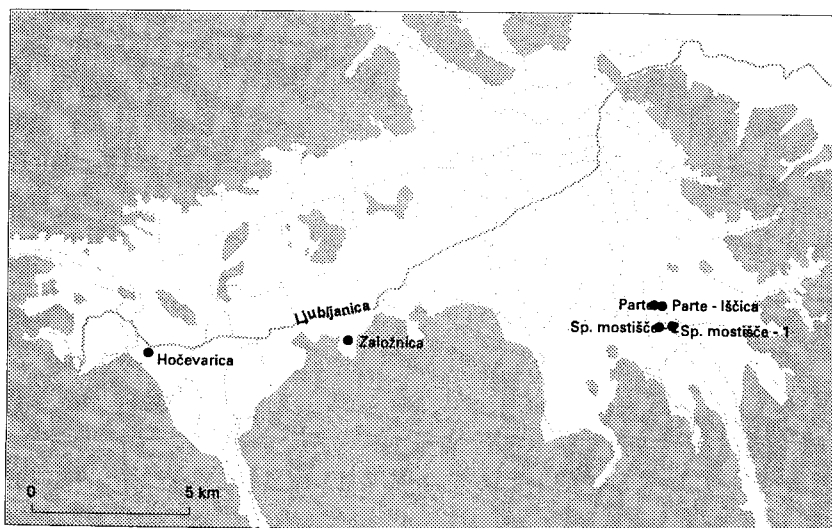
⁷ Koliščarske naselbine, ki jih je odkril Dežman med leti 1875 in 1877, imenujemo tudi »Dežmanova kolišča (I – V)«.

Cilj raziskav je bil odvzeti vzorce lesa kolov v strugi reke Iščica, določiti lesne vrste, opraviti dendrokronološke analize, sestaviti plavajoče kronologije, izbrati vzorce za radiokarbonsko datiranje in dobljene rezultate primerjati z rezultati prejšnjih dendrokronoloških raziskav.

2 MATERIAL IN METODE MATERIAL AND METHODS

2.1 VZORČNO OBMOČJE IN ODVZEM LESA SAMPLING AREA AND SAMPLING OF TIMBER

Arheološko najdišče Parte-Iščica se nahaja v potoku Iščica približno 1,7 km severo-severovzhodno od Iga (slika 1).



Slika 1: Ljubljansko barje z lokacijami dendrokronološko raziskanih kolišč
 Figure 1: Ljubljana Moor, Slovenia, with locations of dendrochronologically investigated pile dwellings

Na območju koliščarske naselbine v Iščici je pozimi leta 1997 in 1998 ekipa z Inštituta za arheologijo ZRC SAZU opravila vzorčenje lesa za dendrokronološke raziskave. Pri delu, ki ga je vodil A. Velušček, so sodelovali še geodet, štirje potapljači in dokumentalist. Za geodetsko izmero smo uporabljali elektronski teodolit z razdaljemerom WILD TC 600 in optično prizmo.

Potapljači so najprej pregledali strugo Iščice in zamejili nahajališče kolov. Nato smo v prostor umestili izhodiščno merilno točko s pomočjo navezovalnih geodetskih točk, za katere smo dobili podatke na Geodetskem zavodu Republike Slovenije v Ljubljani.

S podvodnim vzorčenjem lesa smo začeli na skrajnem severnem robu najdišča in nato postopoma nadaljevali v smeri proti jugu oziroma proti toku Iščice. Prvi potapljač je kol odrezal z ročno žago malo pod točko, kjer se stikata kol in dno struge potoka⁸, ter vzorec takoj oddal drugemu potapljaču. Nato je postavil optično prizmo na sredino preostalega dela kola, jo usmeril proti geodetu, le-ta pa je z instrumentom odčital smer in razdaljo od izhodiščne točke do stojišča kola. Drugi potapljač je vzorec skupaj z identifikacijsko številko dal v polietilensko vrečko ter ga položil na priročen splav, ki smo ga po petindvajset odvzetih vzorcih izpraznili na bregu. Tam smo vsak vzorec dokumentirali, mu izmerili dolžino ter ga skrajšali na približno 5 cm. Nato smo vrečke z vzorci spravili v plastične zaboje in jih pripravili za transport v dendrokronološki laboratorij.

2.2 DETERMINACIJA LESA, ANALIZE ŠIRIN BRANIK IN ODVZEM LESA ZA RADIOKARBONSKO DATIRANJE

WOOD IDENTIFICATION, TREE-RING ANALYSES AND SELECTION OF WOOD SAMPLES FOR RADIOCARBON DATING

V mizarški delavnici smo vzorce obžagali, tako da so bili koluti čimbolj pravilnih oblik. Fino obdelavo prečnih površin in rezanje mikroskopskih preparatov smo opravili na globoko zamrznjenih vzorcih. Za vsak vzorec smo določili lesno vrsto in prešteli število branik. Lupno in mikroskopsko determinacijo lesa smo opravili v skladu s standardnimi lesnoanatomskimi viri (GROSSER 1977, SCHWEINGRUBER 1982,1990, TORELLI

⁸ Tako smo dobili vzorec z ohranjenim celotnim premerom kola in s tem tudi za dendrokronološke raziskave pomemben podatek o prisotnosti skorje.

1991). Uporabili smo stereomikroskop Olympus SZ 11 in svetlobni mikroskop Nikon Eclipse 800.

Za dendrokronološke analize smo izbrali le vzorce jesenovine (*Fraxinus* sp.), hrastovine (*Quercus* sp.), bukovine (*Fagus sylvatica* L.) in jelovine (*Abies alba* Mill.), ki so imeli vsaj 45 branik. Merjenje in analize širin branik smo opravili s pomočjo merilne mizice LINTAB in programa TSAP/X proizvajalca RINN-a iz Nemčije. Na vsakem vzorcu smo izmerili širine branik vzdolž dveh radijev ter zabeležili prisotnost skorje, zadnje branike pod skorjo in stržena. Pri hrastu, kjer se les beljave in jedrovine barvno razlikuje smo določili tudi število branik v beljavi.

Rezultate meritev smo grafično prikazali kot zaporedja širin branik v odvisnosti od časa. Krivulje smo izrisali na papir in jih med seboj primerjali na svetlobni mizi, nato pa še statistično s pomočjo programa TSAP/X in parametrov t_{BP} (t-vrednost po Baillie in Pilcherju), koeficienta časovne skladnosti (nem. Gleichläufigkeit) in indeksa navzkrižnega datiranja. Vsa zaporedja širin branik, ki so kazala optično in statistično značilno ujemanje, smo združili v plavajoče kronologije. Vsako kronologijo smo prikazali kot krivuljo povprečij širin branik v odvisnosti od časa s pripadajočo "globino" kronologije. Globina pove, na koliko vzorcih temeljijo povprečja širin branik (prim. KAENNEL / SCHWEINGRUBER 1995). Podatke o zastopanosti lesnih vrst in o relativnem datiranju smo vnesli tudi v načrt kolišča, kjer so bili vrisani vsi odvzeti koli. To nam je omogočilo pregled nad prostorsko razporeditvijo kolov, ki so se razlikovali glede na lesno vrsto in čas poseka.

Po zaključenih dendrokronoloških raziskavah smo za vsako od kronologij izbrali po en reprezentativen vzorec, ki je vseboval 10-20 branik oziroma najmanj 30 g absolutno suhega lesa. Vsak vzorec smo natančno popisali glede na njegov položaj v kronologiji in ga poslali na radiokarbonsko datiranje v Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Radiometrische Altersbestimmung von Wasser und Sedimenten. Zaradi dolgotrajnosti analiz so prvi radiokarbonski datumi ponavadi znani leto in več po zaključku dendrokronoloških analiz. Natančnost datiranja je odvisna predvsem od narave kalibracijske krivulje v proučevanem obdobju (PEARSON / STUIVER 1993, STUIVER / PEARSON 1993).

3 REZULTATI IN DISKUSIJA RESULTS AND DISCUSSION

3.1 LESNE VRSTE WOOD SPECIES

Rezultate determinacije lesa prikazuje preglednica 1. Prevladovali so jesenovi vzorci, ki jih je bilo 70 %, jelše je bilo 10 % in bukve 7 %. Ostalih devet vrst je bilo zastopanih z 1-38 vzorci.

Preglednica 1: Parte-Iščica - podatki o zastopanosti lesnih vrst ter o številu vzorcev, primernih za merjenje, in relativno datiranih vzorcev

Table 1: Parte-Iščica pile dwelling - number and percentage of samples per tree species, number of measured and relatively dated specimens

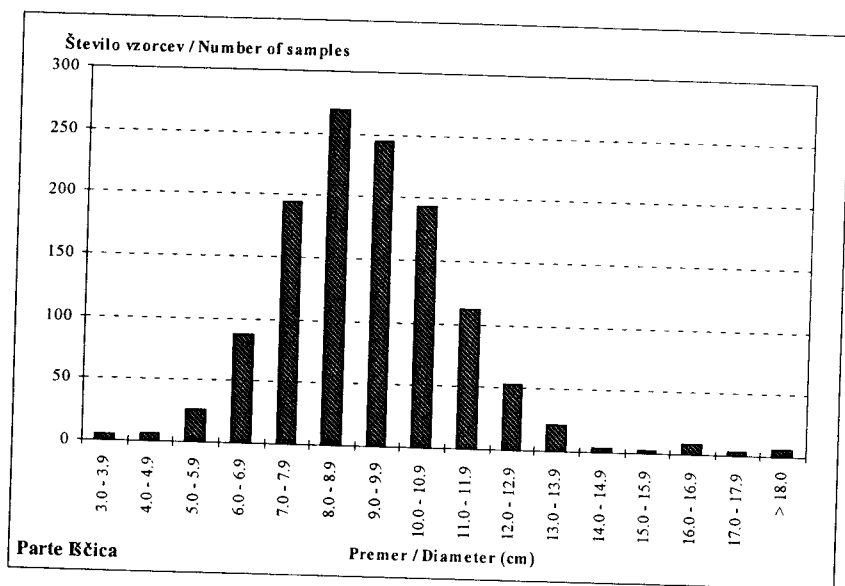
ROD GENUS	ŠTEVILO VZORCEV NUMBER OF SAMPLES	DELEŽ VZORCEV % PERCENTAGE OF TOTAL	ŠTEVILO MERJENIH VZORCEV NUMBER OF MEASURED SAMPLES	ŠTEVILO RELATIVNO DATIRANIH VZORCEV NUMBER OF RELATIVELY DATED SAMPLES
<i>Abies</i>	18	1	9	5
<i>Acer</i>	36	3	0	0
<i>Alnus</i>	120	9	0	0
<i>Betula</i>	1	0	0	0
<i>Corylus</i>	11	1	0	0
<i>Carpinus</i>	23	2	0	0
<i>Fagus</i>	89	7	45	20
<i>Fraxinus</i>	898	70	414	254
<i>Populus</i>	38	3	0	0
<i>Quercus</i>	27	2	10	6
<i>Salix</i>	7	1	0	0
<i>Ulmus</i>	7	1	0	0
Skupaj Total	1275	100	478	285

Iz preglednice 1 je razvidno, da je bila po postavljenih kriterijih za dendrokronološke analize primerna dobra tretjina vzorcev, relativno pa nam je uspelo datirati le petino vzorcev.

Jesenovi koli, ki so prevladovali, so bili enakomerno razporejeni po celotnem kolišču. Hrastovi in jelovi vzorci so se nahajali pretežno v kvadrantu št. 1 in delno št. 5, večina

bukovih kolov je bila na osrednjem delu kolišča v kvadrantih 5, 6, 9, 10, 13 in 14. V kvadrantih 23, 24, 27, 28 so stali skoraj izključno jesenovi in jelševi koli.

Večina kolov je imela premer od 5 do 14 cm in niso bili klani (grafikon 1). Zaradi odvzema in obdelave vzorcev za analize je skorja pri večini odpadla, vendar je bil les pod njo običajno popolnoma ohranjen.



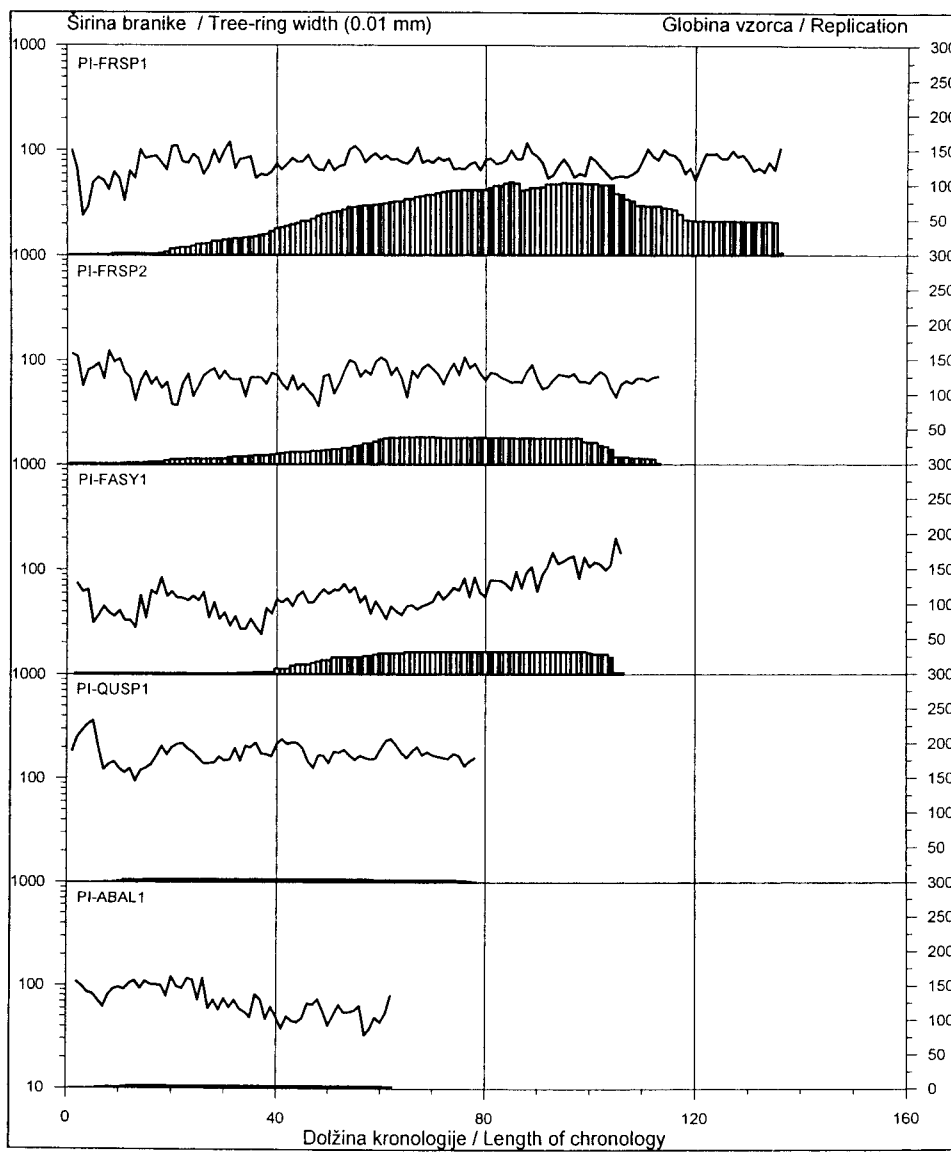
Grafikon 1. Kolišče Parte-Iščica - porazdelitev števila vzorcev po debelinskih razredih
 Graph 1: The Parte-Iščica pile dwelling - the number of samples per diameter class

3.2 KRONOLOGIJE CHRONOLOGIES

Sestavili smo dve jesenovi (PI-FRSP1 in PI-FRSP2) in eno bukovo kronologijo (PI-FASY1), kaže jih grafikon 2⁹. Grafikon prikazuje tudi zasnovi hrastove in jelove kronologije (PI-QUSP1 in PI-ABAL1), ki temeljita na manj kot 10 vzorcih. V jesenovih

⁹ Zaradi preglednosti grafičnih prikazov so napis k grafikonu 2 in sliki 2 izjemoma na naslednjih straneh.

kronologijah je vključenih daleč največ vzorcev. Globina kronologije je vedno najmanjša v začetnem obdobju.



Grafikon 2. Plavajoče kronologije iz kolišča Parte-Iščica: jesen (PI-FRSP1 in PI-FRSP2), bukev (PI-FASY1), hrast (PI-QUSP1), jelka (PI-ABAL1). Vrednosti na krivulji predstavljajo povprečje širin branik v odvisnosti od časa, stolpci pa globino vzorca. Časovna os ni datirana.

Graph 2. Floating chronologies from the Parte-Iščica pile dwelling: ash (PI-FRSP1 and PI-FRSP2), beech (PI-FASY1), oak (PI-QUSP1), fir (PI-ABAL1). The values on the curve represent the average width of tree-rings relative to time, while the columns represent the depth of the sample. The time axis is not dated.

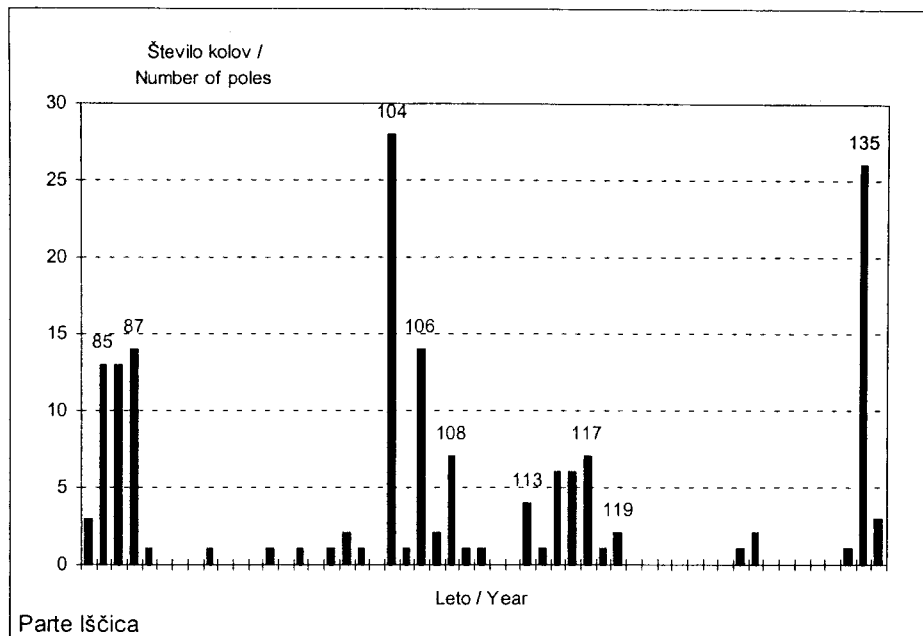
PI-FRSP1 je dolga 136 let in temelji na 169 vzorcih, največja globina pa je 104. PI-FRSP2 je dolga 113 let in temelji na 85 vzorcih. Največja globina kronologije je 39. Dendrokronološke primerjave obeh jesenovih kronologij niso mogle potrditi njenega časovnega prekrivanja. Več o časovni oddaljenosti obeh kronologij bomo izvedeli, ko bodo znani rezultati dodatnih radiokarbonskih analiz, ki so v teku.

Bukova kronologija PI-FASY1 je dolga 105 let in temelji na 20 vzorcih, z največjo globino 16. Poudariti je treba, da je Parte-Iščica prvo od šestih doslej dendrokronološko raziskanih kolišč, kjer smo našli omembe vredno količino bukovih kolov. Merjenje širin branik pri difuzno porozni bukovini je težavno, vendar ima bukev po najnovjših ugotovitvah velik dendrokronološki potencial, njene kronologije pa kažejo podobnost tudi med oddaljenimi geografskimi regijami (BILLAMBOZ, HEUBNER - osebna komunikacija).

Trenutno je na voljo le prvi radiokarbonski datum za kronologijo PI-FRSP1, ki za najmlajše branike v kronologiji predstavlja obdobje 2837-2592 cal. BC (± 1 sigma), oziroma 2847-2557 cal. BC (± 2 sigma) (preglednica 2). Radiokarbonske analize dodatnih vzorcev, ki so v teku, bodo pokazale, ali bi bilo mogoče določiti ožji časovni interval.

3.3 RELATIVNO DATIRANJE IN GRADBENE AKTIVNOSTI RELATIVE DATING AND BUILDING ACTIVITIES

Iz stopničaste oblike grafov globin kronologij na sliki 3 je razvidno, da so gradbene aktivnosti na kolišču potekale v različnih časovnih intervalih. Ker je število vzorcev, zajetih v kronologijo PI-FRSP1, dovolj veliko, smo jih uporabili za vpogled v domnevni časovni potek gradbenih aktivnosti (grafikon 2 in 3).

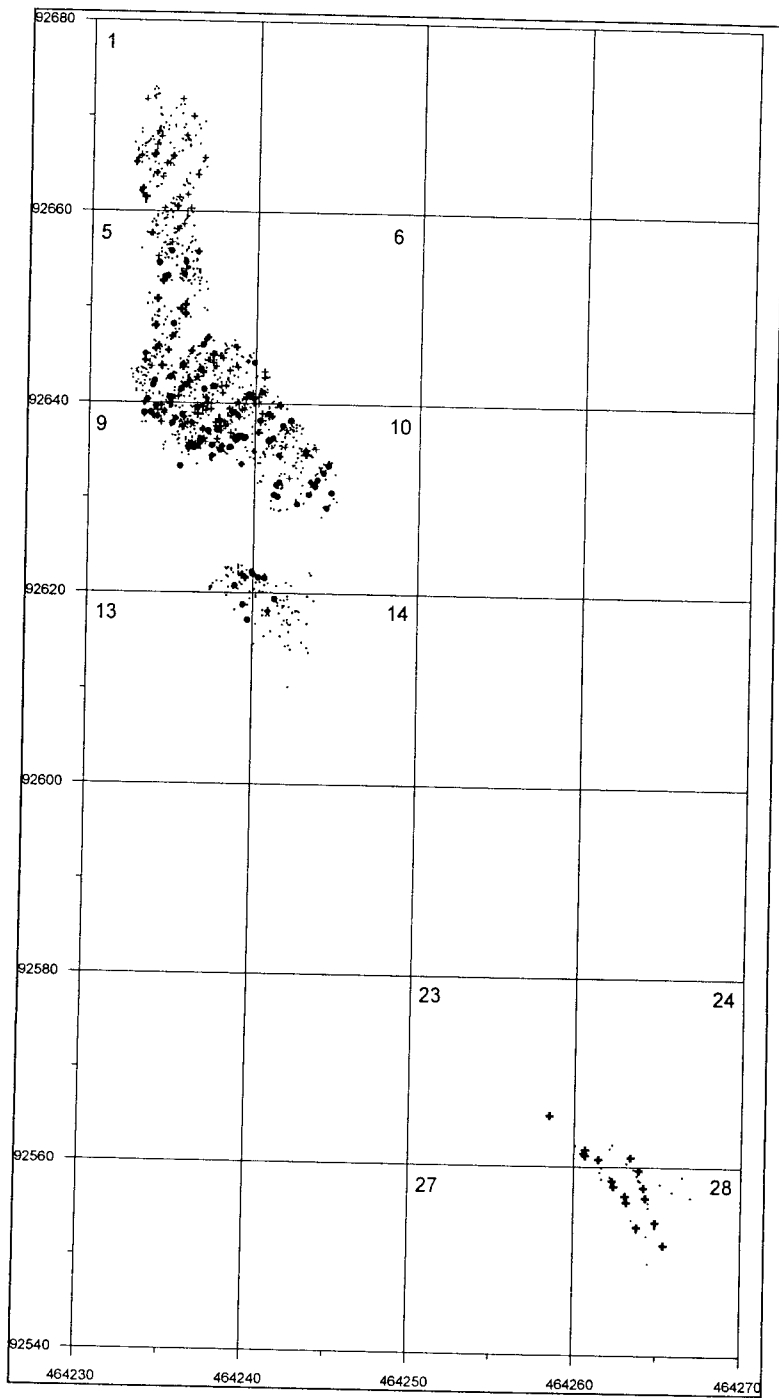


Grafikon 3. Časovni zamiki poseka jesenovine, sinhronizirane s kronologijo PI-FRSP1.

Primerjaj s sliko 2.

Graph 3. Time intervals of wood cutting in the Parte-Iščica pile dwelling within the time span of the PI-FRSP1 chronology. Compare with Fig. 2.

Slika 2, prikazuje načrt kolišča, kjer so vrisani vsi odvzeti koli. Tisti, ki sovpadajo z obdobjem kronologije PI-FRSP1, so označeni s križci - čim večji je križec, mlajša je faza gradnje. Koli, posekani v letih 85, 86 in 87, se nahajajo v kvadrantih 1-10. V osrednjem delu v kvadrantih 5, 6, 9 in 10 je gostota kolov največja. Tu je večje število kolov z relativnim datumom 85, 87, 104 in 105, med njimi pa je tudi veliko takih, ki so vključeni v kronologiji PI-FRSP2 in PI-FASY1. Za slednji še ne vemo, ali predstavljata časovno zgodnejšo ali poznejšo fazo gradnje. Skoraj vsi koli so iz relativnega leta 135 in se nahajajo v ločenem delu kolišča, ki je za približno 50 m odmaknjen od osrednjega dela (kvadranti 23-28).



Slika 2. Načrt kolišča Parte-Iščica. Znaki predstavljajo lokacije vzorčnih kolov (v Gauss-Krüger-jevem koordinatnem sistemu): + PI-FRSP1 (večji znak pomeni mlajšo fazo gradnje), velika pika - PI-FRSP2, kvadrat - PI-FASY1. Z majhno piko so označeni hrastovi in jelovi koli ter tisti, ki niso bili relativno datirani.

Figure 2. The plan of the Parte-Iščica pile dwelling. The characters indicate the locations of the sampled timber (in Gauss-Krüger coordinate system): + PI-FRSP1 (the larger the sign, the younger the building phase), large dot - PI-FRSP2, rectangle - PI-FASY1. Oak, fir and timbers which could not be relatively dated are marked by small dots.

Umestitev vzorca z ohranjeno zadnjo braniko pod skorjo v kronologijo omogoči, da zanj ugotovimo relativno leto poseka. Na podlagi rezultatov o relativnem datiranju lesa zato lahko sklepamo, kako so potekale gradbene aktivnosti na kolišču, pri čemer predpostavljamo, da je bila večina kolov vgrajenih kmalu po poseku dreves. Stolpci na grafikonu 3 kažejo, da so se gradbene aktivnosti v okviru kronologije PI-FRSP1 odvijale v relativnih letih 84 do 136. Veliko kolov ima relativni datum 85-87, 104, 106, 108, 113-119 in 135. V vmesnih obdobjih, dolgih 16, 4 in 15 let, se pojavlja le malo kolov, kar nakazuje, da so intenzivnejšim gradbenim aktivnostim na kolišču (morda gradnji novega objekta ali večji predelavi), sledila obdobja, ko so vgradili le posamezne kole za popravilo objektov.

Iz prikazov na grafikonu 3 in sliki 2 sklepamo, da so za najstarejšo gradbeno fazo porabili les, ki so ga sekali tri leta (85-87), koli, datirani 104-108, pa so bili posekani v dveletnih presledkih, v letih 104, 106 in 108. V letih 113-119 je bilo vsako leto posekanih nekaj kolov, po 15 letnem obdobju skoraj brez aktivnosti pa se zopet pojavi veliko kolov posekanih v enem samem letu 135.

Nadaljujemo raziskave za natančnejšo rekonstrukcijo gradbenih aktivnosti na kolišču. Interpretacijo v splošnem otežuje to, da nismo uspeli relativno datirati vseh kolov ter da ne vemo, na kako veliki površini se je v resnici razprostiralo kolišče in koliko kolov se je v tisočletjih po propadu kolišča sploh ohranilo.

3.4 PRIMERJAVA S PREDHODNIMI RAZISKAVAMI COMPARISON WITH PREVIOUS INVESTIGATIONS

Pričujoča raziskava je šesta in največja v seriji dendrokronoloških raziskav arheološkega lesa iz Ljubljanskega barja. Doslej je bilo raziskanih 2578 vzorcev in sestavljenih 12 plavajočih kronologij (ČUFAR / LEVANIČ / VELUŠČEK 1997 a, 1998, ČUFAR et al. 1997 a, ČUFAR / LEVANIČ 1998). Vse kronologije arhiviramo in jih vedno znova primerjamo z na novo sestavljenimi. Doslej nam je uspelo med seboj relativno datirati in združiti vse kronologije iz Spodnjega mostišča 1 in 2 (ČUFAR et al. 1997 b, ČUFAR / LEVANIČ / VELUŠČEK 1998). Nobena od kronologij še ni absolutno datirana.

Prvi korak k datiranju predstavljajo radiokarbonske analize, ki so dolgotrajne in se navadno začnejo šele potem, ko so dendrokronološke raziskave že zaključene. Doslej smo za večino sestavljenih kronologij že pridobili vsaj okvirne radiokarbonske datume, ki so, preračunani na zadnje najmlajše branike v kronologijah, predstavljeni v preglednici 2.

Preglednica 2: Radiokarbonski datumi za kronologije iz koliščarskih naselbin Parte-Iščica ter Spodnje mostišče 1 in 2, Hočevarica in Parte (ČUFAR / LEVANIČ / VELUŠČEK 1997 a, 1998, ČUFAR et al. 1997 a). Datumi so preračunani na zadnjih 1-20 branik v kronologiji.

Table 2: Radiocarbon dating of chronologies from Parte-Iščica and previously investigated pile dwellings Spodnje Mostišče 1 in 2, Hočevarica, and Parte (ČUFAR / LEVANIČ / VELUŠČEK 1997 a, 1998, ČUFAR et al. 1997 a). The dating is calculated for the last 1-20 tree-rings of the chronology.

ŠT. NO.	KOLIŠČARSKA NASELBINA PILE DWELLING	IME KRONOLOGIJE NAME OF CHRONOLOGY	RADIOKARBONSKO DATIRANJE CAL BC (±1 SIGMA) RADIOCARBON DATING CAL BC (±1 SIGMA)	RADIOKARBONSKO DATIRANJE CAL BC (±2 SIGMA) RADIOCARBON DATING CAL BC (±2 SIGMA)
1	Spodnje Mostišče 1 in 2	VMO-SM2	3425 - 3335	3535 - 3325
2	Hočevarica	HOC-FRSP2	3635 - 3515	3679 - 3373
3	Parte	PAR-QUSP	2552 - 2387	2568 - 2309
4	Parte	PAR-FRSP	2540 - 2437	2586 - 2337
5	Parte-Iščica	PI-FRSP1	2837 - 2592	2847 - 2557

Rezultati postavljajo obstoj koliščarskih naselbin v Hočevarici ter na Spodnjem mostišču 1 in 2 v sredino četrtega tisočletja pr.n.š., naselbini Parte in Parte-Iščica pa v prvo polovico oziroma sredino tretjega tisočletja pr.n.š.

Že ob začetku raziskav nas je posebej zanimalo, ali sta kolišči Parte-Iščica in Parte (ČUFAR / LEVANIČ / VELUŠČEK 1997 a) sočasni. Izkazalo se je, da primerjava kronologij ne potrjuje njihovega časovnega prekrivanja pa tudi radiokarbonski datumi kažejo, da je kolišče Parte-Iščica (natančneje vzorci v PI-FRSP1) toliko starejše od kolišča Parte, da se kronologije ne morejo prekrivati.

Zanimiva je ugotovitev, da se je les iz kolišča Parte precej razlikoval od lesa na kolišču Parte-Iščica. Medtem ko so na slednjem za kole uporabili pretežno mlade jesene manjših premerov, so v Partih uporabili bistveno več hrastovine iz debel večjih premerov, ki so jih za uporabo razklali.

Raziskave v francoski Juri so pokazale, da so bili okrogli neklani koli na istem kolišču praviloma vedno starejši od klanih kolov iz večjih debel (PÉTREQUIN 1996, PÉTREQUIN et al. 1998). Avtorji menijo, da so koliščarji les za kole sprva sekali v bližini bivališč, na terenih, ki so jih izmenično izkoriščali za poljedelstvo in pridobivanje lesa. Les na teh rastiščih se je pomlajeval na panju. Jesen, najpogostejša vrsta na naših koliščih, je za tak način gospodarjenja posebno primeren. Po mnenju Pétrequina in sodelavcev so debela večjih premerov pridobivali v bolj oddaljenem in praviloma bolj ohranjenem gozdu, v katerega so posegli šele takrat, ko so izčrpali gozd v bližini naselbin. Transport večjih debel in priprava lesa je zahtevala drugačno tehnologijo kot transport in predelava vitkih ravnih debel manjših premerov (EBERSCHWEILER / RIETHMANN 1998). Izbira in kvaliteta lesa na koliščih je po pričakovanjih v zvezi s stanjem okolja, načina obdelovanja zemlje, gostote naseljenosti ipd.

Pétrequin (1996) sam in s sodelavci (1998) razpravlja tudi o uporabi različnih lesnih vrst za različne dele stavbnih konstrukcij. Na Ljubljanskem barju so žal večinoma ohranjeni le koli, na katerih so stale stavbe. Že ob začetku raziskav nas je presenečalo, da se izbrane lesne vrste med kolišči precej razlikujejo. Preglednica 3 je prikazuje primerjavo deležev lesnih vrst na kolišču Parte-Iščica in na ostalih doslej raziskanih koliščih. Najpogostejši lesni vrsti sta jesenovina in hrastovina. Jesenovina je prevladovala na koliščih Parte-

Iščica, Parte, Hočevarica in Založnica, hrast pa na koliščih Spodnje mostišče 1 in 2. Parte-Iščica med naštetimi kolišči predstavlja posebnost z večjim številom bukovih kolov. Tudi bukovino, kot lesno vrsto klimaxnega gozda (prim. ŠERCELJ 1996), bi utegnili posekati na bolj oddaljenih rastiščih, ki so jih začeli izkoriščati takrat, ko je v bližini naselij že primanjkovalo lesa.

Preglednica 3: Primerjava deležev lesnih vrst na kolišču Parte-Iščica in v drugih dendrokronološko raziskanih koliščarskih naselbinah (ČUFAR / LEVANIČ / VELUŠČEK 1997 a, 1998, ČUFAR et al. 1997 a).

Table 3: Percentage of wood species in Parte-Iščica and other dendrochronologically investigated pile dwellings (ČUFAR / LEVANIČ / VELUŠČEK 1997 a, 1998, ČUFAR et al. 1997 a).

	HOČEVARICA*	SPODNJE MOSTIŠČE 1	SPODNJE MOSTIŠČE 2	ZALOŽNICA	PARTE-IŠČICA	PART E
<i>Fraxinus</i>	64	23	15	31	70	62
<i>Quercus</i>	15	60	53	3	2	33
<i>Alnus</i>	9	7	1	3	9	4
<i>Acer</i>	2	9	31	12	3	1
<i>Abies</i>	5	-	-	6	1	-
<i>Fagus</i>	-	-	-	12	7	-
<i>Populus</i>	3	-	-	12	3	-
<i>Carpinus</i>	-	-	-	6	2	-
<i>Ulmus</i>	-	-	-	12	1	-
<i>Salix</i>	1	-	-	3	1	-
<i>Corylus</i>	1	1	-	-	1	-
SKUPAJ TOTAL	100	100	100	100	100	100

* vzorci, odvzeti leta 1995 in 1998
samples collected in 1995 and 1998

4 SKLEPI CONCLUSIONS

Odločitev za raziskave lesa kolov iz struge potoka je omogočila, da smo lahko raziskali dokaj veliko površino in pridobili veliko vzorcev. Kljub sodelovanju potapljačev so bili

stroški odvzema lesa bistveno manjši, kot bi bili v primeru arheološkega izkopavanja tako velike površine.

Žal v strugi reke ni ohranjena kulturna plast, kar poleg tega, da nismo uspeli relativno datirati vseh kolov, da ne vemo, na kako veliki površini se je v resnici razprostiralo kolišče ter koliko kolov se je sploh ohranilo, močno otežuje interpretacijo rezultatov. Dosedanje raziskave so potrdile, da je smiselno odvzeti ves razpoložljivi les in izbiro vzorcev, primernih za dendrokronologijo, opraviti šele po natančnem pregledu v laboratoriju.

Z dendrokronološkimi raziskavami smo dobili informacije o časovni odvisnosti raziskanih vzorcev. Radiokarbonski datum enega samega vzorca pa velja za vse vzorce vključene, v isto kronologijo.

Sestavljene kronologije in prvi radiokarbonski datumi pomenijo prvi in nujni korak k bodočemu absolutnemu datiranju kronologij in aktivnosti na koliščih.

Raziskave arheologom poleg datiranja nudijo še vrsto dodatnih informacij o koliščarskih naselbinah.

Dosedanji rezultati naših raziskav in izkušnje uspešnih tujih laboratorijev nakazujejo, da je začete raziskave smiselno nadaljevati in razširiti, saj bo šele bistveno večje število plavajočih kronologij povečalo verjetnost za njihovo absolutno datiranje.

5 POVZETEK

Predstavljamo so rezultate dendrokronološke raziskave v eneolitski koliščarski naselbini Parte-Iščica na Ljubljanskem barju, ki je šesta v seriji raziskav, ki so se začele leta 1995. Čeprav so že v letu 1877 v strugi reke Iščica opazili navpično zabite kole in so arheologi med obhodom terena v letu 1962 odkrili več arheoloških najdb, ki so prišle na površje ob čiščenju rečne struge, koliščarska naselbina doslej še ni bila raziskana.

Potapljači so pregledali dno struge reke Iščica na razdalji nekaj km in zamejili ostanke koliščarskega naselja. Na območju, velikem 140 x 15 m, so odvzeli vzorce 1237 vertikalnih kolov. Ob odvzemu lesa je bil sestavljen natančen načrt ostanka koliščarske nasebine z lokacijami vseh odvzetih kolov. Potapljači so pod vodo od vsakega kola odžagali približno 5 cm debel odrezek. Večina vzorcev je imela popolnoma ohranjeno zadnjo braniko pod skorjo. Z vodo napojene vzorce so neprodušno zatesnili v polietilenske vrečke in jih pripravili za transport na Oddelek za lesarstvo. Tam so jih obdelali v mizarski delavnici, fino obdelavo površin in pripravo mikroskopskih preparatov pa so opravili v dendrokronološkem laboratoriju Katedre za tehnologijo lesa na globoko zamrznjenem lesu.

Za vsak kol so določili lesno vrsto in prešteli število branik. Determinacijo lesa so opravili s pomočjo stereomikroskopa na površinsko obdelanih kolutih ali na tankih preparatih s pomočjo svetlobnega mikroskopa in svetlopoljske tehnike. Koli so bili iz lesa jesena (*Fraxinus* sp.), jelše (*Alnus glutinosa* Gaertn.), bukve (*Fagus sylvatica* L.), jelke (*Abies alba* Mill.), javorja (*Acer* sp.), breze (*Betula* sp.), leske (*Corylus* sp.), belega gabra (*Carpinus betulus* L.), topola (*Populus* sp.), hrasta (*Quercus* sp.), vrbe (*Salix* sp.) in bresta (*Ulmus* sp.). Prevladovali so vzorci jesena, jelše in bukve s 70 %, 9 % in 7 %. Podatke o zastopanosti lesnih vrst so vnesli v načrt kolišča in ugotovili, da so bili jesenovi koli enakomerno razporejeni po celotnem kolišču. Hrastove, jelove in bukove vzorce pa so našli le v določenih delih kolišča. Večina vzorcev je bila okroglih, neklanih, s premeri 5-14 cm.

Za dendrokronološke analize so izbrali le vzorce jesenovine, hrastovine, bukovine in jelovine, ki so imeli vsaj 45 branik. Merjenje in analize širin branik so opravili s pomočjo merilne mizice LINTAB in programa TSAP/X. Sinhronizirali in relativno datirali so 285 vzorcev in sestavili dve jesenovi (PI-FRSP1 in PI-FRSP2) in eno bukovo kronologijo (PI-FASY1) ter zasnovi hrastove in jelove kronologije (PI-QUSP1 in PI-ABAL1), ki temeljita na manj kot po 10 vzorcih. Radiokarbonski datum za konec gradbenih aktivnosti v okviru kronologije PI-FRSP1 je 2837-2592 cal BC (± 1 sigma) oziroma 2847-2557 cal. BC (± 2 sigma).

Vzorci zajeti v kronologijo PI-FRSP1, so omogočili vpogled v časovni potek gradbenih aktivnosti. Bolj intenzivne so bile v relativnih letih 85-87, 104-108, 113-119 in v letu

135. V osrednjem delu raziskanega območja je bila gostota kolov največja. Tam so stali koli iz vsaj 4 različnih časovnih obdobj.

Primerjali so kronologije iz kolišč Parte-Iščica in že prej raziskanega kolišča Parte. Med doslej dendrokronološko raziskanimi koliščarskimi naselbinami predstavljata Parte in Parte-Iščica mlajši kolišči iz prve polovice 3. tisočletja pr.n.š. Dendrokronološkega ujemanja kronologij ni bilo, razpoložljivi radiokarbonski datumi pa kažejo, da je kolišče Parte-Iščica (natančneje vzorci, vključeni v PI-FRSP1) toliko starejše od kolišča Parte, da se kronologije ne morejo prekrivati. V kolišču Parte-Iščica so prevladovali tanjši jesenovi koli, v mlajšem kolišču Parte pa debelejši, klani hrastovi koli.

Predstavljamo prve radiokarbonske datume ter pregled izbora in deležev uporabljenih lesnih vrst na doslej raziskanih koliščih. Sestavljene kronologije in radiokarbonski datumi predstavljajo prvi in nujni korak k bodočemu absolutnemu datiranju kronologij. Dendrokronološke raziskave na Ljubljanskem barju se nadaljujejo.

6 SUMMARY

We present dendrochronological investigations in the Parte- Iščica Eneolithic, i.e. copper-age, pile dwelling from the Ljubljana Moor, Slovenia. This is the sixth dwelling investigated since research started in 1995.

The dwelling was first discovered in 1877 when vertical piles were observed in the Iščica river. In 1962, numerous archaeological artefacts were discovered during archaeological inspections. They had arisen after cleaning of the river bed. Despite this the pile dwelling had never been investigated.

In the winter of 1997 and 1998 the divers inspected the river bed. The remains of the dwelling were located in an area of 140 by 15 m where 1237 vertical piles were found. The locations of all piles were presented on a plan of the dwelling (Figs. 1 and 2). From every pile the divers took a sample disc approx. 5 cm wide. The saturated samples were sealed in polythene bags and transported to the Department of Wood Science and Technology for final formatting, preparation of samples and analyses.

Wood identification and counting of tree-rings was done on all samples. Identifications were done on smooth samples by using a stereo microscope, or by observing microscopic slides under a light microscope. The wood species determined were ash (*Fraxinus* sp.), alder (*Alnus glutinosa* Gaertn.), beech (*Fagus sylvatica* L.), fir (*Abies alba* Mill.), maple (*Acer* sp.), birch (*Betula* sp.), hazel (*Corylus* sp.), hornbeam (*Carpinus betulus* L.), poplar (*Populus* sp.), oak (*Quercus* sp.), willow (*Salix* sp.), and elm (*Ulmus* sp.). Ash, alder, and beech predominated with 70 %, 9 %, and 7 % respectively (Tab. 1). Inspection of the plan of the dwelling showed that the ash piles were uniformly distributed all over the dwelling. Those of oak, fir, and beech were grouped in certain parts of the dwelling. Most piles were circular ones with diameters between 5 and 14 cm (Tab. 2). The discs usually contained a completely preserved outer tree-ring underneath the bark.

Samples of ash, beech, oak, and silver fir containing 45 tree-rings or more were selected for tree-ring analyses using the LINTAB measuring table, the TSAP/X programme, and established dendrochronological techniques.

285 samples were cross-dated and three floating chronologies, two of ash (PI-FRSP1 and PI-FRSP2) and one of beech (PI-FASY1), were constructed. Their lengths were 136, 113, and 105 years respectively. The chronologies are presented in Graph 2 along with those of oak and fir (PI-QUSP1 and PI-ABAL1) which are based on less than 10 samples. The first ¹⁴C dates for the last twenty tree-rings of the PI-FRSP1 are 2837-2592 cal BC (± 1 sigma) and 2847-2557 cal. BC (± 2 sigma) (Tab. 3).

The samples cross-dated with PI-FRSP1 provided information on building activities in the dwelling (Graph 3, Fig. 2). The felling of timber was most intensive in the relative years of 85 - 87, 104 - 108, 113-119, and 135. Between these periods there were nearly no activities observed. The number of piles per area was the greatest in the central part of the dwelling where the piles belonged to at least 4 different periods of time.

We compared the chronologies from the Parte-Iščica and the previously investigated dwelling Parte (ČUFAR / LEVANIČ / VELUŠČEK 1997 a) which on the Ljubljana Moor, represent younger Eneolithic dwellings from the first half of the 3rd millennium BC. The chronologies from both dwellings could not be cross-dated. The radiocarbon

dates indicate that Parte-Iščica existed earlier than Parte (Tab. 2). The selection and quality of timber differed considerably between the two dwellings (Tab. 3). In Parte-Iščica circular piles of ash predominated, whereas in Parte radially split oak piles predominated, derived from trees with diameters 20 cm or more.

We present the available radiocarbon dates and an overview of the selection and proportion of tree species for all dwellings investigated since 1995 (Tabs. 2 and 3). The floating chronologies and radiocarbon dates are the first steps towards future absolute dating of the chronologies. Dendrochronological investigations in the Ljubljana Moor continue.

7 VIRI REFERENCES

- BILLAMBOZ, A., 1992. Tree-ring Analysis from an Archaeodendrological Perspective. The Structural Timber from the South West German Lake Dwellings.- *Lundqua*, 34, s. 34-40.
- BILLAMBOZ, A. / MARTINELLI, N., 1996. Cultures et sociétés du bronze ancien en Europe.- *Actes du 117^{ème} Congrès des Sociétés Savantes, Clermont Ferrand*, 23-27 Oct. 1992, s. 85-96.
- CULIBERG, M. / ŠERCELJ, A., 1991. Razlike v rezultatih raziskav makroskopskih rastlinskih ostankov s kolišč na Ljubljanskem barju in pelodnih analiz - dokaz človekovega vpliva na gozd.- *Poročilo o raziskovanju paleolita, neolita in eneolita v Sloveniji*, s. 19, s. 249-256.
- ČUFAR, K. / LEVANIČ, T. / VELUŠČEK, A., 1997 a. Dendrokronološke raziskave na koliščih Založnica in Parte.- *Arheološki vestnik*, 48, s. 15 -26.
- ČUFAR, K. / LEVANIČ, T. / VELUŠČEK, A. / KROMER, B., 1997 b. First Chronologies of the Eneolithic Pile Dwellings from the Ljubljana Moor, Slovenia.- *Dendrochronologia* 15, v tisku.
- ČUFAR, K. / LEVANIČ, T., 1998. Referenčne kronologije za dendrokronološko datiranje v Sloveniji – stanje 1997.- *Arheološki vestnik*, 49, s. 63-73.
- ČUFAR, K. / LEVANIČ, T. / VELUŠČEK, A., 1998. Dendrokronološke raziskave na koliščih Spodnje mostišče 1 in 2 ter Hočevarica.- *Arheološki vestnik* 49, s. 75-92.

- DURMAN, A., 1983. Metalurgija vučedolskog kulturnog kompleksa.- *Opuscula archaeologica* 8, s. 1-87.
- EBERSCHWEILER, B. / RIETHMANN, P., 1998. Greifensee-Böschen Experimentelle Versuche - vom Fällen bis zur Aufrichte.- *Helvetia Archaeologica* 29, s. 28-44.
- GROSSER, D., 1977. Die Hölzer Mitteleuropas.- Berlin, Heidelberg, New York, Springer-Verlag, 208 s.
- KAENNEL, M. / SCHWEINGRUBER, F. H., 1995. Multilingual Glossary of Dendrochronology.- Berne, Stuttgart, Vienna, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and landscape Research, WSL / FNP Birmensdorf, Paul Haupt Publishers, 467 s.
- KOROŠEC, P., 1964. Poročilo o površinskih najdbah novega kolišča na "Partih" pri Igu.- Poročilo o raziskovanju neolita in eneolita v Sloveniji 1, s. 47-57.
- LAH, A. / ADAMIČ, F., 1992. Ljubljansko barje.- V: Enciklopedija Slovenije 6, Ljubljana, Državna založba Slovenije.
- MARTINELLI, N., 1996. Datazioni dendrocronologiche per l'eta' del bronzo dell'area Alpina.- *Acta Archaeologica Kobenhavn* 67, s. 315-326.
- PEARSON, G. W. / STUIVER M., 1993. High-Precision Bidecadal Calibration of the Radiocarbon Time Scale, 500-2500 BC.- *Radiocarbon* 35, s.25-33.
- PÉTREQUIN, P., 1996. Management of Architectural Woods and Variations in Population Density in the Fourth and Third Millennia B.C. (Lakes Chalain and Clairvaux, Jura, France).- *Journal of Antropological Archaeology* 15, s.1-19.
- 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, s. 181-192.
- SCHWEINGRUBER, F. H., 1982. Mikroskopische Holzanatomie.- *Taufen* /2. izd./,Kommissionsverlag F. Flück-Wirth, 226 s.
- SCHWEINGRUBER, F. H., 1990. Anatomie europäischer Hölzer.- Bern und Stuttgart, Verlag Paul Haupt,. 800 s.
- STUIVER, M. / PEARSON, G. W., 1993. High-Precision Bidecadal Calibration of the Radiocarbon Time Scale, AD 1950-500 BC and 2500-6000 BC.- *Radiocarbon* 35, s. 1-23.
- ŠERCELJ A. 1996. Začetki in razvoj gozdov v Sloveniji.- Dela 4. razr. SAZU, Ljubljana, 142 s.

- ŠMIT, Ž. / NEČEMER, M., 1998. Sledovi metalurške dejavnosti na keramičnih fragmentih.- *Arheološki vestnik*. 49, s. 55-61.
- TORELLI, N., 1991. Makroskopska in mikroskopska identifikacija lesa (Ključni).- Oddelek za lesarstvo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, 121 s.
- VELUŠČEK, A. / GREIF, T., 1998. Talilnik in livarski kalup z Maharskega prekopa na Ljubljanskem barju.- *Arheološki vestnik* 49, s. 31-53.

8 ZAHVALE

ACKNOWLEDGEMENTS

Raziskave so potekale v okviru temeljnega raziskovalnega projekta Dendrokronološke raziskave v Sloveniji, ki ga financira Ministrstvo za znanost in tehnologijo republike Slovenije in ob finančni podpori Inštituta za arheologijo ZRC SAZU ter Restavratorskega centra republike Slovenije.

Radiokarbonske analize je opravil dr. B. Kromer iz Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Radiometrische Altersbestimmung von Wasser und Sedimenten, Heidelberg, Nemčija za kar se mu iskreno zahvaljujemo.

Matiji in Klemenu Brenku, Matiji Dirjecu, Andreju Gaspariju, Sabini Korošec, Alešu in Aleksandru Ogorelcu, Tomažu Zajcu ter podjetju GEOID d.o.o. iz Ljubljane se zahvaljujemo za pomoč pri terenskem delu.

Franciju Kamenšku, Kitki Kozjek in Martinu Zupančiču pa se zahvaljujemo za veliko pomoč pri laboratorijskem delu.