

Dendrokronološke raziskave kolišč na Ljubljanskem barju - stanje 2001

Anton VELUŠČEK in Katarina ČUFAR

Izvleček

Predstavljamo rezultate dendrokronoloških raziskav na šestih prazgodovinskih koliščarskih naselbinah Ljubljanskega barja v letih 1995-2001. S 13 radiokarbonsko datiranimi kronologijami širin branik smo dobili doslej najzanesljivejši absolutni kronološki okvir za naselbine iz četrtega (Hočevarica, Spodnje mostišče 1 in 2) in tretjega tisočletja pr. n. š. (Parte-Iščica, Parte, Založnica). Ugotovili smo, da sta bližnja Spodnje mostišče 1 in 2 predstavljala eno naselbino. Približno 10 km oddaljeni naselbini Parte in Založnica sta obstajali istočasno. Znotraj koliščarskih naselbin smo rekonstruirali faze gradnje in tlorise stavb ter pokazali, da so bile stavbe v različnih časovnih obdobjih postavljene na istem mestu. Razpravljamo o prednostih in slabostih vzorčenja arheološkega lesa iz rek, drenažnih jarkov, predhodnih izkopavanj in arheoloških sond.

Abstract

The results are presented of dendrochronological research at six prehistoric pile-dwelling settlements of the Ljubljana Marshes in 1995-2001. With the aid of 13 radio-carbon dated chronologies of the annual ring widths, the most dependable absolute chronological framework to date has been established for settlements from the fourth millenniums BC (Hočevarica, Spodnje mostišče 1 and 2), and the third millennium (Parte-Iščica, Parte, Založnica). It has also been established that the nearby sites of Spodnje mostišče 1 and 2 represent one settlement. The approximately 10 km distant settlements of Parte and Založnica existed at the same time. Within the pile-dwelling settlements, the phases of construction and the plans of dwellings have been reconstructed, which shows that buildings were placed at the same spot in varied chronological periods. The advantages and disadvantages of taking samples of archaeological wood from rivers, drainage ditches, previous excavations, and archaeological trenches are discussed.

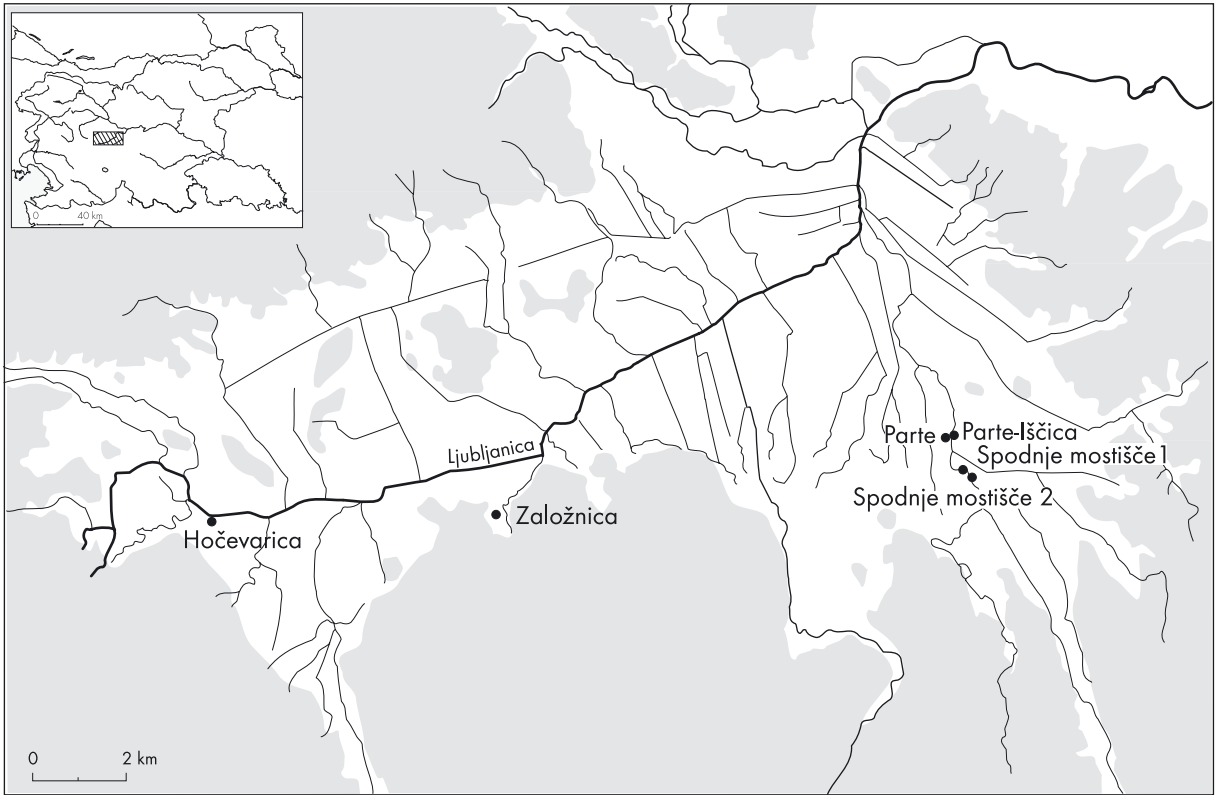
UVOD

Na Ljubljanskem barju je ohranjenega veliko lesa iz prazgodovinskih koliščarskih naselbin. Šele v zadnjem času smo se tudi pri nas začeli zavedati, da ima velik raziskovalni potencial in da je njegova ohranitev na mnogih mestih ogrožena. V sodelovanju Inštituta za arheologijo ZRC SAZU in Oddelka za lesarstvo, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani od leta 1995 na Ljubljanskem barju potekajo arheološke in dendrokronološke raziskave. Za raziskave smo zbrali les iz 6 koliščarskih naselbin: Hočevarica, Spodnje mostišče 1 in 2, Parte-Iščica, Parte in Založnica (sl. 1). Predstavljamo rezultate 7-letnih raziskav v letih 1995 do 2001 in njihov pomen za arheologijo.

KRONOLOGIJA RAZISKAV

Prvi vzorci arheološkega lesa, ohranjenega v zemlji, so bili pridobljeni v mednjivskih jarkih na najdišču Založnica pri Kamniku pod Krimom (Čufar, Levanič, Velušček 1997). V istem letu je sledilo raziskovanje na najdišču Hočevarica, v sveže očiščenem drenažnem jarku istega imena, ki je na jugozahodnem delu Ljubljanskega barja pri Verdu (Čufar et al. 1997; Čufar, Levanič, Velušček 1998).

V začetku leta 1996 smo vzorčili arheološki les v reki Iščici, in sicer na najdišču Spodnje mostišče 1 (Čufar et al. 1997; Čufar, Levanič, Velušček 1998). Poleti istega leta smo izpeljali akcijo na predhodno raziskanem območju najdišča Parte pri Igu (Čufar,



Sl. 1: Zemljevid Ljubljanskega barja z lokacijo prazgodovinskih koliščarskih naslebin, izbranih za dendrokronološke raziskave.
Fig. 1: The map of Ljubljana Moor with locations of prehistoric pile dwellings selected for investigations.

Levanič, Velušček 1997; glej Harej 1978; 1981-1982; 1987).

Leta 1997 smo ponovno vzorčili les v Iščici, na najdiščih Spodnje mostišče 2 (Čufar et al. 1997; Čufar, Levanič, Velušček 1998) in Parte-Iščica. Na slednjem smo nadaljevali z vzorčenjem tudi v začetku leta 1998 (Čufar, Levanič, Velušček 1999;

Velušček, Čufar, Levanič 2000). Spodnje mostišče 2 je rahlo severno od Spodnjega mostišča 1. Najdišče Parte-Iščica pa leži rahlo vzhodno od Part.

Poleti 1998 smo nadaljevali z vzorčenjem v jarku Hočevarica, kjer smo tik ob jarku zastavili tudi manjšo arheološko sondo (Velušček 2001). V letih 1999 in 2001 smo se ponovno vrnili na Založnico in zbrali les iz mednjiv-skih jarkov. Rezultati raziskav so v pripravi za objavo.

Tab. 1: Vzorčne lokacije za dendrokronološke raziskave na Ljubljanskem barju, leto raziskav, število vzorcev lesa in vrsta njihovega nahajališča.

Table 1: Sampling locations in the Ljubljana Moor, years of investigations, number of collected wood samples and type of the site where they were found.

Št. št./No.	Najdišče / Site	Leto / Year	Število vzorcev / Number of samples	Vrsta nahajališča / Sampling location
1	Hočevarica	1995 1998-1 1998-2	85 166 100	Jarek, arheološka sonda / Drainage ditch, excavation
2	Spodnje mostišče 1	1996	68	Jarek / River
3	Spodnje mostišče 2	1997	62	Jarek / River
4	Parte-Iščica	1997 1998	575 690	Jarek / River
5	Parte	1996	242	Prejšnje izkopavanje / Previous excavation
6	Založnica	1999 2001	31 543	Jarek / Drainage ditch

ARHEOLOŠKO VZORČENJE, PREDNOSTI IN POMANJKLJIVOSTI

Arheološki les na Ljubljanskem barju praviloma predstavlja ostanke kolov oz. pilotov, ki so jih koliščarji zabili v tla in na njih postavili bivališča. Najraje so uporabljali debela manjših premerov do približno 15 cm, ki jim niso odstranili skorje. Če so uporabili debela večjih premerov, so jih pred uporabo vzdolžno razklali.

Pri naših raziskavah smo želeli pridobiti čim več lesa. Vzorčenje smo opravili v različnih okoljih in pod različnimi pogoji: v strugi potoka, v drenažnih jarkih, na predhodno raziskanih območjih in z arheološkim sondiranjem oz. izkopavanjem (*tab. 1*). Pri delu smo si nabrali veliko izkušenj o prednostih in pomanjkljivostih posameznega načina vzorčenja.

Na naselbinah Spodnje mostišče 1 in 2 ter Parte-Iščica smo odvzeli les iz kolov, zabitih v dno struge reke Iščice. Delo smo vedno opravili z dvema potapljaškima ekipama pri zelo nizkih zimskih temperaturah, ko je voda bistra in so sicer skoraj neprehodni bregovi potoka utrjeni zaradi zmrzali. Prednost tovrstnega vzorčenja je v tem, da je struga potoka dokaj širok vzorčni transekt, kjer je mogoče zbrati večje količine lesa. Zato smo predvsem na naselbini Parte-Iščica lahko opravili obsežnejšo študijo tlorisov koliščarskih stavb (Velušček, Čufar, Levanič 2000). Slabost tovrstnega odvzema je drago in težavno delo potapljačev pri nizkih temperaturah, popolna odsotnost kulturne plasti in velika razkrojenost kolov, ki zahteva skrben odvzem lesa iz dela kola, ki je še zakopan v dnu reke.

Na naselbinah Hočavarica in Založnica smo les odvzeli pri čiščenju drenažnih jarkov. Vzorčenje lesa v jarkih spada med zaščitne raziskave, kjer z arheološko metodo dokumentiramo in vzorčimo les, ki sicer pri običajnem strojnem čiščenju jarka hitro propade in je tako za vedno izgubljen. Tako vzorčenje je relativno poceni in omogoča pridobitev velikega števila vzorcev za sestavo kronologij ter kasneje dokaj zanesljivo napoved najprimernejše lokacije za bistveno dražje arheološko izkopavanje. Jarek je ozek transekt skozi koliščarsko naselbino in pogosto seka dele naselbine iz različnih obdobj. Pri vzorčenju zajamemo les iz različnih obdobj obstoja kolišča, zaradi prostorske omejenosti pa transekt ne omogoča rekonstrukcije faz gradnje in tlorisov kolišč.

Na kolišču Parte smo vzorčil les, ki je ostal v tleh po arheoloških izkopavanjih Z. Hareja (glej Harej 1978; 1981-1982; 1987). Vzorčenje na predhodno arheološko raziskanih območjih je pomemben način cenejšega pridobivanja večjega števila vzorcev lesa. Z zemljo zasut les se je v stalno mokrih tleh namreč

dobro ohranil in je bil primeren za dendrokronološke raziskave. Slabost takega načina vzorčenja je v tem, da nismo imeli podatkov o prvotni legi lesa. Čeprav dendrokronologija kaže, da so les jesena posekali v dveh obdobjih z razmikom 11 let, ne moremo razpravljati o arhitekturi naselbine (Čufar, Levanič, Velušček 1997).

Arheološko izkopavanje je najnatančnejše vzorčenje, ki je tudi najzahtevnejše in najdražje. V okviru predstavljenih raziskav smo opravili samo manjše sondiranje na najdišču Hočavarica. Iz sonde 4 x 2 m smo poleg dendrokronoloških podatkov pridobili tudi veliko podatkov o stratigrafiji, paleookolju, najdbah in prehrani koliščarjev (Velušček 2001; Jeraj 2000).

PRIPRAVA IN IDENTIFIKACIJA LESA

Za dendrokronološke raziskave je bil na terenu vedno odvzet les vseh ohranjenih kolov, ne glede na obliko, premer in lesno vrsto. Kolom smo najprej izmerili natančne koordinate in nato odžagali 10-20 cm dolg kos, ki smo ga takoj po odvzemu izmerili, označili z identifikacijsko številko in ga zalitega z vodo shranili v neprodušno zaprti polietilenski vrečki.

Zbrane vzorce smo odpeljali na Oddelek za lesarstvo, kjer smo jih obdelali z mizarskimi stroji. V nadaljevanju smo vsak vzorec globoko zamrznili in nato njegovo površino gladko obdelali ter ga pregledali pod stereomikroskopom, določili lesno vrsto in prešteli branike. Pri zahtevnejših primerih smo naredili še mikroskopske preparate za določitev lesne vrste.

Ugotovili smo, da imajo največji dendrokronološki potencial vzorci hrasta, jesena, bukve in jelke, ki imajo nad 45 branik, zato smo le pri takih vzorcih opravili dendrokronološke analize. V povprečju je bila približno polovica vzorcev uporabnih za dendrokronološke meritve, približno četrtno pa smo uspeli sinhronizirati oz. vključiti v kronologije naselbin. Izkušnje kažejo, da je na terenu oz. pred pregledom lesa pod mikroskopom nemogoče napovedati ali bo les uporaben za dendrokronologijo.

KRONOLOGIJE ŠIRIN BRANIK

Gladko obdelanim vzorcem smo s pomočjo pomične mizice, stereomiskropa in programa TSAP/X izmerili širine branik. Rezultate meritev smo grafično prikazali kot zaporedje širin branik v odvisnosti od časa. Preverjene meritve radijev smo združili v povprečje, ki smo ga uporabili za nadaljnje primerjave (sinhroniziranje) grafov različnih kolutov

Tab. 2: Kronologije širin branik iz šestih koliščarskih naselbin na Ljubljanskem barju s kalibriranimi vrednostmi radiokarbonskih datumov.

Table 2: The floating tree-ring chronologies from six pile dwellings in the Ljubljana Moor dated by radiocarbon.

Najdišče / Site	Kronologija / Chronology	Lesna vrsta / Species ¹	Dolžina / Length	Pokritost ² / Replication ²	Bravile ³ / Ring numbers ³	cal BC ± 1 sigma
Koševica	KO-QUSP1 (KO-Q3K1)	Quercus	139	13	121-130	378-33705
Koševica	KO-FRSP1 (KOFS188)	Fraxinus	89	16	40-40	3448-3328
Spodnje mostišče 1	VMQ-FRSP1	Fraxinus	95	8		sinhronizirano z / or co-dated with VMQ-QUSP1
Spodnje mostišče 1	VMQ-QUSP1	Quercus	91	31	zadnja branika / last ring	375-3326
Spodnje mostišče 2	SMQ-QUSP3	Quercus	158	8		sinhronizirano z / or co-dated with VMQ-QUSP1
Spodnje mostišče 1	VMQ-QUSP2	Quercus	130	3	zadnja branika / last ring	380-3335
Parte-Iščica	PIFRSP1	Fraxinus	136	104	98-117	283-2420
Parte-Iščica	PIFRSP2	Fraxinus	113	38	28-40	2893-2790
Parte-Iščica	PIFASP1	Fagus	103	16	48-67	2870-2640
Parte	PAR-FRSP1	Fraxinus	92	68	37-46	2562-2483
Parte	PAR-QUSP1	Quercus	77	31	36-46	2573-2402
Založnica	ZAL-FRSP1 (ZAL-F904)	Fraxinus	106	18		sinhronizirano z / or co-dated with PAR-FRSP1
Založnica	ZAL-QUSP1 (ZAL-Q999)	Quercus	243	27		sinhronizirano z / or co-dated with PAR-FRSP1

¹ Lesna vrsta / wood species. *Fraxinus* - jesen / ash, *Quercus* - mast / oak, *Fagus* - bukva / beech

² Pokritost / Replication - število vzorcev vključenih v kronologijo / number of samples included in the chronology

³ Branike / Ring numbers - zaporedne številke branik na kronologiji, odvzetih za radiokarbonsko datiranje / ring numbers selected for radiocarbon dating

(glej Čufar, Levanič, Zupančič 1995; Čufar, Levanič 2000; Levanič, Čufar 2000).

Vsa zaporedja, ki so izkazovala optično in statistično značilno ujemanje, smo združili v plavajoče nedarirane kronologije, ločeno za vsako lesno vrsto. V sedmih letih smo sestavili 16 kronologij širin branik, ki so opisane v tabeli 2.

Vsako smo primerjali z vsemi že obstoječimi kronologijami našega laboratorija in s kronologijami drugih laboratorijev.

PRIMERJAVE KRONOLOGIJ ŠIRIN BRANIK MED KOLIŠČI

Iz tabele 2 je razvidno, da smo za vsako koliščarsko naselbino praviloma sestavili po več kronologij širin branik in da je v posamezno kronologijo vključenih od 8 do 104 vzorcev lesa. Pri kronologijah, ki temeljijo na večjem številu vzorcev, smo redno zabeležili tudi veliko vzorcev dreves, posekanih v istem letu.

Kadar med kronologijami istega kolišča nismo

mogli ugotoviti prekrivanja, to kaže, da vsebujejo les iz različnih poselitvenih obdobj na kolišču (Velušček, Čufar, Levanič 2000), časovnega razmika med njimi pa dendrokronološko ni mogoče ugotoviti.

Kronologije različnih kolišč smo preverjali zato, da bi ugotovili ali so različna kolišča obstojala istočasno. Zanimalo nas je tudi ali različna arheološka najdišča, ki so v neposredni bližini, kot npr. Spodnje mostišče 1 in 2 ter Parte-Iščica in Parte, predstavljajo dele iste prazgodovinske naselbine.

Primerjave kronologij so pokazale, da les iz Spodnjega mostišča 1 in 2 izvira iz istega časa in predstavlja ostanke iste koliščarske naselbine. To smo predstavili v člankih v člankih Čufar et al. 1997 in Čufar, Levanič, Velušček 1998. Nasprotno pa kronologije iz najdišč Parte-Iščica in Parte kažejo, da gre za dve različni naselbini, ki sta bili postavljeni v različnih obdobjih.

Kronologije z najdišča Parte smo sinhronizirali s kronologijami iz Založnice in ugotovili, da sta dve približno 10 km oddaljeni naselbini obstajali istočasno. Podrobnosti še pripravljamo za objavo.

LESNE VRSTE IN HETEROKONEKCIJA

Opazili smo, da na koliščih prevladujeta hrast in jesen, sicer pa deleži lesnih vrst med kolišči varirajo (Čufar, Levanič, Velušček 1999). To kaže na različno razpoložljivost lesa v različnih obdobjih. Ko bomo raziskali še več koliščarskih naselbin, nam bodo podatki o izboru lesnih vrst pomagali pri rekonstrukciji takratnega okolja in načina življenja.

Iz *tabele 2* je razvidno, da največ kronologij širin branik pripada hrastu in jesenu, ki sta pri zbrnem arheološkem lesu najpogostejši lesni vrsti. Obe vrsti smo v zadostnih količinah za sestavo kronologij našli na vseh koliščih, razen na kolišču Parte-Iščica, kjer je daleč najbolj prevladoval jesen. Parte-Iščica je hkrati edina naselbina, kjer smo zbrali dovolj vzorcev za sestavo kronologije lesa bukve.

Kadar razpolagamo z lesom in kronologijami različnih lesnih vrst, se pojavlja vprašanje ali je te kronologije mogoče med seboj primerjati. Dendrokronološko ujemanje med kronologijami širin branik različnih lesnih vrst imenujemo heterokonekcija.

Naši rezultati kažejo, da je heterokonekcija med kirvuljami jesena in hrasta iz kolišč na Ljubljanskem barju mogoča. Ta nam je uspela na koliščih spodnje mostišče 1 in 2 in na kolišču Založnica. Raziskave na recentnem lesu hrasta in jesena iz Ljubljanskega barja potrjujejo, da to ujemanje velja tudi danes (Čufar, Levanič 1999).

DENDROKRONOLOŠKO DATIRANJE IN TELEKONEKCIJA

Za absolutno datiranje predstavljenih kronologij v Sloveniji še nimamo ustrežne referenčne kronologije, zato smo se povezali z Dendrokronološkim laboratorijem pri Landesdenkmalamt Baden-Württemberg, Hemmenhofen, Nemčija, ki je vodilni pri raziskavah prazgodovinskih koliščarskih naselbin. A. Billamboz in W. Tegel sta opravila primerjave naših kronologij z njihovimi referenčnimi kronologijami, vendar datiranje s pomočjo telekonekcije, t. j. sinhronizacijo oddaljenih kronologij doslej še ni uspelo. Glavna ovira za uspešno telekonekcijo so relativno kratke kronologije in izbor lesnih vrst.

Datiranje hrasta s kronologijami z območij severno od Alp doslej še ni uspelo niti nam niti Italijanom, čeprav je hrast v Evropi sicer najboljše dendrokronološko raziskana lesna vrsta, ki jo lahko sinhronizirajo od Irske do Baltika (Baillie 1995). Verjetnost, da bi datirali jesenove kronologije je

še manjša.

Zato nas toliko bolj veseli, da nam je v letu 2001 uspelo sinhronizirati hrastovi kronologiji iz kolišč Hočevarica in Palù di Livenza pri Pordenonu v Italiji (osebna komunikacija N. Martinelli). To je prva uspešna telekonekcija dveh kronologij iz 4. tisočletja pr. n. š. na območju južno od Alp. Žal iz enakih razlogov kot pri nas tudi v Italiji še nimajo absolutno datiranih kronologij iz tega obdobja.

RADIOKARBONSKO DATIRANJE

Dokler dendrokronološko datiranje še ni mogoče je najzanesljivejše radiokarbonsko datiranje. V ta namen smo za vsako plavajočo kronologijo izbrali po en reprezentativni vzorec lesa in mu na periferiji odvzeli 10 do 20 branik oz. 10 do 20 g zračno suhega lesa. Odvzeti les smo natančno dendrokronološko protokolirali, kar pomeni, da smo odvzeli točno določene branike na kronologiji (*tab. 2*). Les smo poslali na radiokarbonsko datiranje v Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Radiometrische Altersbestimmung von Wasser und Sedimenten, Heidelberg. Datiranje je opravil B. Kromer.

Od 16 kronologij, predstavljenih v *tabeli 2*, jih je 13 radiokarbonsko datiranih. Trenutno imamo za večino po en radiokarbonski datum, potekajo pa analize dodatnih vzorcev za natančnejše datiranje z metodo "wiggle matching".

FAZE GRADNJE, REKONSTRUKCIJE TLORISOV IN ČAS POSEKA

Ko smo pri primerjanju zaporedij širin branik, vključenih v posamezno kronologijo, opazili večje število kolov z enakim letom poseka drevesa, smo te označili na načrtu kolišča in preverili njihovo lego. Po razporeditvi enako starih kolov po tlorisu kolišča smo lahko rekonstruirali faze gradbenih aktivnosti in ugotovili, kje so stale stavbe. To je bilo mogoče predvsem takrat, kadar smo pri vzorčenju zajeli širši pas naselbine, nekaj na Spodnjem mostišču 1 in 2 (Čufar, Levanič, Velušček 1998), še več pa na kolišču Parte-Iščica (Čufar, Levanič, Velušček 1999; Velušček, Čufar, Levanič 2000).

Če pod mikroskopom natančno pregledamo zadnjo braniko pod skorjo, lahko iz njene zgradbe ugotovimo, v katerem obdobju leta je bilo drevo posekano. V primeru preučeni kolišč, je bila večina dreves posekanih v zimskem času, ko les v drevesu ne nastaja.

POMEN REZULTATOV IN POTREBE PO NADALJNJIH RAZISKAVAH

Dendrokronološke raziskave imajo izredno velik pomen za kronologijo koliščarskih naselbin na Ljubljanskem barju in tudi širše za eneolitsko obdobje v tem delu Evrope. Čeprav še nimamo absolutnih datumov, lahko s pomočjo radiokarbonsko datiranih dendrokronoloških kronologij podamo doslej najnatančnejši časovni okvir za koliščarske naselbine.

Tako lahko rečemo, da je med dendrokronološko raziskanimi naselbinami na Ljubljanskem barju najstarejša poselitev ugotovljena na najdišču Hočevarica, kjer smo ugotovili dve poselitveni obdobji v prvi polovici 4. tisočletja pr. n. š. (*tab. 2*). Za obe naselbini na Hočevarici je posebej karakteristična keramika z brazdastim vrezom. Po kronološkem sistemu, ki ga je predlagal H. Parzinger, bi to pomenilo čas med horizontoma Ljubljansko barje II in III (Parzinger 1984), kar se ujema z analogijami, ki jih za Hočevarico najdemo v Kevdercu na Lubniku (Leben 1963) in v najmlajši naselbinski fazi na Gradcu pri Mirni (Dular et al. 1991).

Hočevarici sledi poselitev na Spodnjem mostišču. Kalibrirane vrednosti radiokarbonsko datiranih kronologij kažejo, da je bilo območje poseljeno v sredini in tretji četrtini 4. tisočletja pr. n. š. (*tab. 2*). Radiokarbonski datumi kažejo, da bi utegnili drugo poselitveno obdobje na Hočevarici nastopiti nekoliko prej ali sočasno s poselitvijo na Spodnjem mostišču. Ker se dendrokronološke krivulje obeh kolišč ne ujemajo, to kaže da je druga poselitvena faza na Hočevarici verjetneje nastopila pred poselitvijo Spodnjega mostišča.

Poselitveni niz v 3. tisočletju pr. n. š. se začne z naselbino Parte-Iščica (*tab. 2*), ki jo lahko uvrstimo v horizont Ljubljansko barje V po H. Parzingerju (Parzinger 1984; glej še Korošec 1964; Velušček, Čufar, Levanič 2000).

Nekaj deset metrov zahodno od Part-Iščice je bila odkrita naselbina Parte (glej Harej 1978; 1981-1982; 1987; Čufar, Levanič, Velušček 1997), ki jo okvirno postavljamo v sredino 3. tisočletja pr. n. š. (*tab. 2*). Čeprav H. Parzinger tudi to naselbino uvršča v horizont Ljubljansko barje V (Parzinger 1984), je gotovo mlajša od Part-Iščice, kar kažejo radiokarbonski datumi in ugotovitev, da se dendrokronološke krivulje med seboj ne prekrivajo.

Ko smo leta 1999 in 2001 nadaljevali z vzorčenjem lesa na Založnici, smo sestavili kronologije širin branik, ki potrjujejo, da je bila Založnica sočasna naselbini Parte. Torej moremo tudi to naselbino okvirno postaviti v sredino 3. tisočletja pr. n. š.

Ker se je preko tisočletij ohranil le del lesa iz koliščarskih naselbin, od katerega smo raziskali le

majhen delež, nimamo dovolj materialnih dokazov za razpravo ali je bilo Ljubljansko barje kontinuirano poseljeno ali ne (cfr. Parzinger 1984; Velušček 2001). Naše kronologije kažejo na časovne vrzeli, od katerih je v tem trenutku največja tista med kronologijami Spodnjega mostišča in Part-Iščice. Slednje se ujema z obdobjem klasične badenske kulture v srednjem Podonavju (Parzinger 1992; Maran 1998). Zato se postavlja vprašanje ali lahko domnevni poselitveni hiatus povežemo z upadom zanimanja za kovine, ki je zajelo širši srednjepodonavski prostor proti koncu 4. tisočletja pr. n. š. (glej npr. Ottaway 1994; Strahm 1994; Maran 1998). Ugotavljamo namreč, da so se na Ljubljanskem barju na obravnavanih koliščih ukvarjali tudi z metalurgijo bakra (Velušček, Greif 1998; Velušček 1999; 2001).

POTREBNE BODOČE USMERITVE

Trenutno stanje dendrokronologije pri nas in v svetu kaže, da je za njen uspeh potrebno dolgotrajno, nepretrgano in sistematično delo. Pričujoči članek povzema rezultate prvih let pionirskega dela, ki ga je treba vsekakor nadaljevati. V raziskave je treba vključiti še več lesa, predvsem tistega iz doslej še neraziskanih koliščarskih naselbin. V raziskave bo treba vključiti še arheološki les iz drugih obdobji in subfosilni les.

Tudi na lesu, ki ga trenutno zalitega z vodo in vakuumsko zapakiranega arhiviramo v prostorih Restavratorskega centra republike Slovenije, še nismo izkoristili vseh njegovih raziskovalnih potencialov.

Zahvale

Raziskave so potekale v okviru dveh temeljnih raziskovalnih projektov Uvajanje dendrokronologije v Sloveniji in Dendrokronološke raziskave v Sloveniji, ki ju je financiralo Ministrstvo za znanost in tehnologijo republike Slovenije in ob finančni podpori Restavratorskega centra republike Slovenije, Inštituta za arheologijo ZRC SAZU ter Oddelka za lesarstvo Biotehniške fakultete.

Radiokarbonske analize je opravil dr. B. Kromer iz Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Radiometrische Altersbestimmung von Wasser und Sedimenten, Heidelberg, Nemčija.

- BAILLIE, M. G. L. 1995, *A slice through time*. - London.
- ČUFAR, K. in T. LEVANIČ 1999, Tree-ring investigations in oak and ash from different sites in Slovenia. - *Phyton Ann. Rei. Bot.* 39, 113-116.
- ČUFAR, K. in T. LEVANIČ 2000, Dendrokronologija kot metoda za datiranje lesa (Dendrochronology as a method for dating wood). - V: *Les v restavraciji*, 31-37, Restavratorski center Republike Slovenije, Ljubljana.
- ČUFAR, K., T. LEVANIČ in A. VELUŠČEK 1997, Dendrokronološke raziskave na kolišču Založnica in Parte (Dendrochronological investigations in the pile dwellings Založnica and Parte from the Ljubljana moor). - *Arh. vest.* 48, 15-26.
- ČUFAR, K., T. LEVANIČ in A. VELUŠČEK 1998, Dendrokronološke raziskave na koliščih Spodnje mostišče 1 in 2 ter Hočevarica (Dendrochronological investigations in the pile dwellings Spodnje Mostišče 1 and 2 and Hočevarica from the Ljubljana moor, Slovenia). - *Arh. vest.* 49, 75-92.
- ČUFAR, K., T. LEVANIČ in A. VELUŠČEK 1999, Dendrokronološke raziskave na kolišču Parte - Iščica, Ljubljansko barje, Slovenija (Dendrochronological investigations in the pile dwelling Parte - Iščica, Ljubljana moor, Slovenia). - *Zb. gozd. lesar.* 58, Ljubljana, 165-188.
- ČUFAR, K., T. LEVANIČ in M. ZUPANČIČ 1995, Slovenija, regija za dendrokronološke raziskave. - *Les* 47/5, 133-136, Ljubljana.
- ČUFAR, K., T. LEVANIČ, A. VELUŠČEK. in B. KROMER 1997, First chronologies of the Eneolithic pile dwellings from the Ljubljana Moor, Slovenia. - *Dendrochronologia* 15, 39-50, Verona.
- DULAR, J., B. KRŽIŽ, D. SVOLJŠAK in S. TECCO HVALA 1991, Utrjena prazgodovinska naselja v Mirenski in Temeniški dolini (Befestigte prähistorische Siedlungen in der Mirenska dolina und der Temeniška dolina). - *Arh. vest.* 42, 65-198.
- HAREJ, Z. 1978, Kolišče v Partih pri Igu na Ljubljanskem barju (Der Pfahlbau in Parte bei Ig auf dem Moor von Ljubljana). - *Por. razisk. pal. neol. eneol. Slov.* 6, 61-94.
- HAREJ, Z. 1981-1982, Kolišče v Partih pri Igu na Ljubljanskem barju - Raziskovanja 1978. in 1979. leta (Der Pfahlbau in Parte bei Ig auf dem Moor von Ljubljana - Forschungen in den Jahren 1978 und 1979). - *Por. razisk. pal. neol. eneol. Slov.* 9-10, 31-99.
- HAREJ, Z. 1987, Kolišče v Partih pri Igu na Ljubljanskem barju - raziskovanja leta 1981 (Der Pfahlbau in Parti bei Ig auf dem Moor von Ljubljana. Die Forschungen im Jahr 1981). - *Por. razisk. pal. neol. eneol. Slov.* 15, 141-193.
- JERAJ, M. 2000, Palinološke raziskave profila s kolišča Hočevarica (Palynological investigations of the profile from the pile dwelling Hočevarica). - *Arh. vest.* 51, 109-112.
- KOROŠEC, P. 1964, Poročilo o površinskih najdbah novega kolišča na "Partih" pri Igu (Bericht über die Oberflächen-Funde in den neuen Pfahlbauten auf "Parti" bei Ig). - *Por. razisk. neol. eneol. Slov.* 1, 47-57.
- LEBEN, F. 1963, Materialna kultura in izsledki izkopavanj v Kevdercu in Lubniški jami (La civilisations et les résultats des fouilles archéologiques dans les grottes Kevderc et Lubniška jama). - *Acta cars.* 3, 213-251.
- LEVANIČ, T. in K. ČUFAR 2000, Dendrokronološko datiranje objektov v Sloveniji (Dendrochronological dating of wooden objects in Slovenia). - V: *Les v restavraciji*, 38-47, Restavratorski center Republike Slovenije, Ljubljana.
- MARAN, J. 1998, Die Badener Kultur und der ägäisch-anatolische Bereich. - *Germania* 76/2, 497-525.
- OTTAWAY, B. S. 1994, *Prähistorische Archäometallurgie*. - Espelkamp.
- PARZINGER, H. 1984, Die Stellung der Ufferrandsiedlungen bei Ljubljana im äneolithischen und frühbronzezeitlichen Kultursystem der mittleren Donauländer (Mesto kolišč Ljubljanskega barja v eneolitiku in zgodnji bronasti dobi srednjega Podonavja). - *Arh. vest.* 35, 13-75.
- PARZINGER, H. 1992, Hornstaad - Hlinsko - Stollhof. Zur absoluten Datierung eines vor-Baden-zeitlichen Horizontes. - *Germania* 70/2, 241-250.
- STRAHM, Ch. 1994, Die Anfänge der Metallurgie in Mitteleuropa. - *Helv. Arch.* 97.
- VELUŠČEK, A. 1999, Neolithic and Eneolithic Investigations in Slovenia (Neolitike in eneolitike raziskave v Sloveniji). - *Arh. vest.* 50, 59-79.
- VELUŠČEK, A. 2001, *Srednja bakrena doba v osrednji Sloveniji (Middle Eneolithic in the central Slovenia)*. - Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta.
- VELUŠČEK, A. in T. GREIF 1998, Taličnik in livarski kalup z Maharskega prekopa na Ljubljanskem barju (Crucible and casting mould from Maharski prekop on the Ljubljana Moor). - *Arh. vest.* 49, 31-53.
- VELUŠČEK, A., K. ČUFAR in T. LEVANIČ 2000, Parte-Iščica, arheološke in dendrokronološke raziskave (Parte-Iščica, archaeological and dendrochronological investigations). - *Arh. vest.* 51, 83-107.

Dendrochronological investigation into the pile-dwelling settlements of the Ljubljana Marshes - the situation in 2001

Summary

INTRODUCTION

A great quantity of wood from prehistoric pile-dwelling settlements has been preserved in the Ljubljana Marshes. Only in the recent period have we begun to realize the great research potential, and that its preservation is threatened in many places. Archaeological and dendrochronological research has been undertaken since 1995 in the Ljubljana Marshes by the Institute of Archaeology, Scientific Research Center, Slovenian Academy of Sciences and Arts, and the Department of Wood Technology, Faculty of Biotechnology, University of Ljubljana. Wood was chosen for the research project from six pile-dwelling settlements: Hočevarica, Spodnje mostišče 1 and 2, Parte-Iščica, Parte, and Založnica (fig. 1). The results are presented here of a seven year long campaign (1995-2001), along with their significance for archaeology.

THE CHRONOLOGY OF THE RESEARCH

The first specimens of archaeological wood preserved in soil were acquired in a filled ditch at the site of Založnica near Kamnik under Krim (Čufar, Levanič, Velušček 1997). Excavation was carried out in the same year at the site of Hočevarica, in the freshly cleaned drainage ditch of the same name, located in the southwestern part of the Ljubljana Marshes near Verd (Čufar et al. 1997; Čufar, Levanič, Velušček 1998).

At the beginning of 1996, samples were taken of archaeological wood in the Iščica River and also at the site of Spodnje mostišče 1 (Čufar et al. 1997; Čufar, Levanič, Velušček 1998). In the summer of the same year, we undertook sampling at the previously excavated area of the site of Parte near Ig (Čufar, Levanič, Velušček 1997; see Harej 1978; 1981-1982; 1987).

In 1997, we again sampled wood from the Iščica, at the sites of Spodnje mostišče 2 (Čufar et al. 1997; Čufar, Levanič,

Velušček 1998), and Parte-Iščica. At the latter, we continued sampling at the beginning of 1998 (Čufar, Levanič, Velušček 1999; Velušček, Čufar, Levanič 2000). Spodnje mostišče 2 is located slightly to the north of Spodnje mostišče 1. The site of Parte-Iščica lies slightly to the east of Parte.

In the summer of 1998, we continued with sampling in the Hočevarica ditch, where we also set up a small archaeological trench just next to the ditch (Velušček 2001). In 1999 and 2001 we again returned to Založnica, and selected wood from the ditches between fields. The research results are being prepared for publication.

THE PREPARATION AND IDENTIFICATION OF WOOD

Wood for dendrochronological investigation was always taken from all preserved piles, without reference to the form, diameter, or type of wood. The selected samples were taken to the Department of Wood Studies, where they were prepared using carpentry equipment. Each sample was then deep-frozen, its surface was burnished, and it was inspected by stereo microscope to determine the type of wood and count the growth rings. For more demanding examples, further microscopic preparations were required to distinguish the type of wood.

It was established that samples of oak, ash, beech and fir with over 45 growth rings have the greatest potential for dendrochronology, and thus dendrochronological analyses were performed only for such samples. On average, approximately half of the samples could be utilized for dendrochronological measurement, and approximately a quarter could be synchronized to or included in the chronology of the settlements. Experience indicates that it is impossible to conclude in the field or during inspection of the wood by microscope whether the wood will be suitable for dendrochronology.

THE COMPARISON OF THE CHRONOLOGY OF GROWTH RINGS AMONG THE SETTLEMENTS

It is apparent from *table 2* that as a rule several chronologies of growth ring width have been composed for each pile-dwelling settlement, and that from 8 to 104 wood samples are incorporated into individual chronologies. Chronologies based on a large number of samples have regularly also shown numerous samples of wood cut down in the same year.

Chronological comparisons have shown that the wood from Spodnje mostišče 1 and 2 came from the same period and represent the remains of the same pile-dwelling settlement. This was presented in the articles Čufar et al. 1997, and Čufar, Levanič, Velušček 1998. In contrast, the chronologies from the sites of Parte-Iščica and Parte indicate that these were two separate settlements that were established in different periods.

The chronologies from the site of Parte were synchronized with the chronologies from Založnica, and it was established that the two approximately 10 km distant settlements existed contemporaneously. A detailed report is being prepared for publication.

WOOD TYPES AND HETEROCONNECTIONS

It was noted that oak and ash are dominant in the pile dwellings, and otherwise the proportion of wood types varies from settlement to settlement (Čufar, Levanič, Velušček 1999). This indicates a varied availability of wood in different periods. When more pile-dwelling settlements will have been excavated, data about the choice of wood type will aid us in reconstructing the environment of the time and the lifestyle.

It can be seen from *table 2* that the greatest chronology of

growth rings belongs to oak and ash, which represent the most common wood types among the gathered archaeological wood. Both types were found in sufficient quantities for formation of chronologies at all lake settlements except for Parte-Iščica, where ash was greatly predominant. Parte-Iščica also represents the only settlement where enough samples were collected to set up a chronology for beech.

When wood and chronologies of various types are available, the question arises of whether such chronologies can be compared to one another. Our results indicate that heteroconnections between the curves for ash and oak from the pile-dwelling settlements of the Ljubljana Marshes are possible. This was successful for the settlements of Spodnje mostišče 1 and 2 and Založnica. Research into recent oak and ash wood from the Ljubljana Marshes confirms that this correspondence is also valid today (Čufar, Levanič 1999).

DENDROCHRONOLOGICAL DATING AND TELECONNECTION

A suitable reference chronology still does not exist for the absolute dating of the presented chronologies in Slovenia, and hence a link was made with the Dendrochronology Laboratory of the Landesdenkmalamt Baden-Württemberg, Hemmenhofen, Germany, which leads the field in prehistoric pile-dwelling settlement research. A. Billamboz and W. Tegel prepared a comparison of our chronologies with their reference chronologies, although dating with the help of teleconnection, i.e. the synchronization of distant chronologies has not yet been successful. The main impediments to successful teleconnection are short chronologies and the choice of wood type.

The dating of oak with chronologies from the region north of the Alps has not yet succeeded either for Slovenia or Italy, despite the fact that oak in Europe is the best dendrochronologically researched wood that can be synchronized from Ireland to the Baltic Sea (Baillie 1995). The likelihood of dating an ash chronology is even smaller.

Thus the news was gladly received that oak chronologies had been synchronized in 2001 between the sites of Hočevarica and Palù di Livenza near Pordenone in Italy (personal communication from N. Martinelli). This is the first successful teleconnection of two chronologies from the 4th millennium BC in the region south of the Alps.

RADIOCARBON DATING

Inasmuch as dendrochronological dating is still not possible, radiocarbon dating is the most reliable. For this purpose we selected one representative wood sample from each floating chronology and cut off 10 to 20 rings from the periphery, meaning 10 to 20 g air-dried wood. The removed wood was processed through a detailed dendrochronology protocol, meaning that we removed exactly determined growth rings in the chronology (*table 2*). The wood was sent for radiocarbon dating to the Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Radiometrische Alterbestimmung von Wasser und Sedimenten, Heidelberg. The dating was performed by B. Kromer.

Of the 16 chronologies presented in *table 2*, 13 have radiocarbon dates. At the moment we have only one radiocarbon date for each, while analysis is underway of additional samples for more exact dating using the "wiggle matching" method.

CONSTRUCTION PHASES, RECONSTRUCTION OF PLANS, AND THE PERIOD OF FELLING

When in comparing the consecutive width of growth rings

included in individual chronologies large numbers of piles were noted with the same year of felling of the trees, they were noted on the plan of the pile-dwelling settlement and their position was verified. From the arrangement of equally old piles on the plan of the settlements, it was possible to reconstruct phases of building activity and establish where the buildings stood. This was primarily possible when a broad belt of a settlement had been encompassed by sampling, sometimes at Spodnje mostišče 1 and 2 (Čufar, Levanič, Velušček 1998), and even more at the Parte-Iščica site (Čufar, Levanič, Velušček 1999; Velušček, Čufar, Levanič 2000).

If the final growth ring under the bark is viewed in detail with a microscope, it is possible to deduce from its structure in what season the tree was cut down. In the examples of the pile-dwelling settlements studied, most of the trees had been felled in the winter period, when the wood of the tree does not grow.

THE SIGNIFICANCE OF THE RESULTS AND THE NEED FOR FURTHER RESEARCH

Among the dendrochronologically investigated settlements of the Ljubljana Marshes, the earliest settlement was established for the site of Hočevarica, where two inhabitation periods were established from the first half of the 4th millennium BC (*table 2*). Pottery with grooved incisions is particularly characteristic for both settlements at Hočevarica. According to the chronological system suggested by H. Parzinger, this would mean the period between the Ljubljansko barje II and III phases (Parzinger 1984), which agrees with analogies that can be found for Hočevarica at Kevderc on Lubnik (Leben 1963) and with the latest settlement phase at Gradec near Mirna (Dular et al. 1991).

After Hočevarica, settlement followed at Spodnje mostišče. The calibrated values of the radiocarbon dated chronologies indicates that this region was settled in the middle and third quarter of the 4th millennium BC (*table 2*). Radiocarbon dates indicate that the second settlement period at Hočevarica might have occurred somewhat before or contemporaneously to the settlement at Spodnje mostišče. As the dendrochronological curves of both pile-dwelling settlements do not correspond,

this indicates that the second inhabitation phase at Hočevarica probably occurred prior to the settlement of Spodnje mostišče.

The settlement series in the 3rd millennium BC began with the site of Parte-Iščica (*table 2*), which can be classified to the Ljubljansko barje V phase according to H. Parzinger (Parzinger 1984; also see Korošec 1964; Velušček, Čufar, Levanič 2000).

The settlement of Parte was discovered some dozens of meters west of Parte-Iščica (see Harej 1978; 1981-1982; 1987; Čufar, Levanič, Velušček 1997), which can be placed in general in the mid 3rd millennium BC (*table 2*). Although H. Parzinger also classified this settlement to the Ljubljansko barje V horizon (Parzinger 1984), it is certainly later than Parte-Iščica, as is indicated by radiocarbon dates and the fact that the dendrochronological curves do not cover one another.

When we continued taking samples of wood from Založnica in 1999 and 2001, a chronology of growth ring widths was established, confirming that Založnica was contemporary to the Parte settlement. Thus this settlement must be assigned in general terms to the mid 3rd millennium BC.

As only part of the wood from the pile-dwelling settlements has been preserved over the millennia, and only a small proportion of this has been investigated, we still do not have sufficient material evidence for a discussion of whether the Ljubljana Marshes were continuously settled or not (cf. Parzinger 1984; Velušček 2001). Our chronologies indicate chronological gaps, the greatest of which at this moment is that between the chronologies of Spodnje mostišče and Parte-Iščica. The gap corresponds to the period of the classic Baden Culture in the central Danubian region (Parzinger 1992; Maran 1998). Thus the question arises as to whether the presumed settlement hiatus can be related to a decline in interest in metals, which occurred throughout the broad middle Danubian region towards the end of the 4th millennium BC (see, e.g., Ottaway 1994; Strahm 1994; Maran 1998). It has been established, in fact, that the inhabitants of the investigated pile-dwelling settlements in the Ljubljana Marshes were engaged in copper metallurgy (Velušček, Greif 1998; Velušček 1999; 2001).

Dr. Anton Velušček
Inštitut za arheologijo
Znanstvenoraziskovalnega centra SAZU
Gosposka 13
SI-1000 Ljubljana
e-mail: anton.veluscek@zrc-sazu.si

Dr. Katarina Čufar
Oddelek za lesarstvo
Biotehniške fakultete
Večna pot 2
SI-1000 Ljubljana
e-mail: katarina.cufar@uni-lj.si