

Leseno toporišče kladivaste sekire s kolišča Stare gmajne na Ljubljanskem barju

Tjaša TOLAR, Katarina ČUFAR in Anton VELUŠČEK

Izvleček

Na koliščarski naselbini Stare gmajne na Ljubljanskem barju je bila najdena kamnita kladivasta sekira iz druge polovice 4. tisočletja pr. Kr. z ostankom lesenega toporišča. Ker je bila kamnina za sekiro ali morda že izdelana sekira prinesena od drugod, je bila pomembna natančna identifikacija lesa toporišča. Anatomska preiskava je pokazala, da gre za les dreva (*Cornus* sp.), ki je uspeval tudi v okolici kolišča. Les dreva je zelo trd in trden ter ima visoko udarno žilavost, zato je bila njegova uporaba za toporišče velike in težke kamnite sekire zelo smiselna. To ponovno potrjuje, da je bil prazgodovinski človek dober poznavalec lastnosti lesa. Razpravljamo tudi o pomenu referenčnega materiala (vzorcev lesa in mikroskopskih preparatov sodobnih dreves in grmov) za razlikovanje lesa dreva in pušpana (*Buxus sempervirens*). Slednji ima podobno anatomsko zgradbo lesa vendar kot sredozemska vrsta v prazgodovini domnevno ni uspeval v bližini kolišč.

Gljučne besede: leseno toporišče, kamnita kladivasta sekira, anatomija lesa, dren (*Cornus* sp.), eneolitik, druga polovica 4. tisočletja pr. Kr., Ljubljansko barje, Slovenija

UVOD

Med izkopavanjem na koliščarski naselbini Stare gmajne iz druge polovice 4. tisočletja pr. Kr. je bila najdena kamnita kladivasta sekira (sl. 1: 1,2), izdelana iz kamnine, ki ne izvira iz Slovenije ter je bila prinesena od drugod, verjetno iz Italije. Ker je v sekiri ohranjen tudi kos lesenega toporišča, kar je redkost, nas je zanimalo, iz katerega lesa je to izdelano in ali bi morda vrsta uporabljenega lesa lahko pomagala pri ugotavljanju ali je sekira, vključno z ročajem, prišla na kolišče že kot gotov izdelek.

Anatomski pregled je pokazal, da ima les značilnosti dreva (*Cornus* sp.) ali pušpana (*Buxus* sp.), ki imata podobno anatomijo lesa. Ker je dren

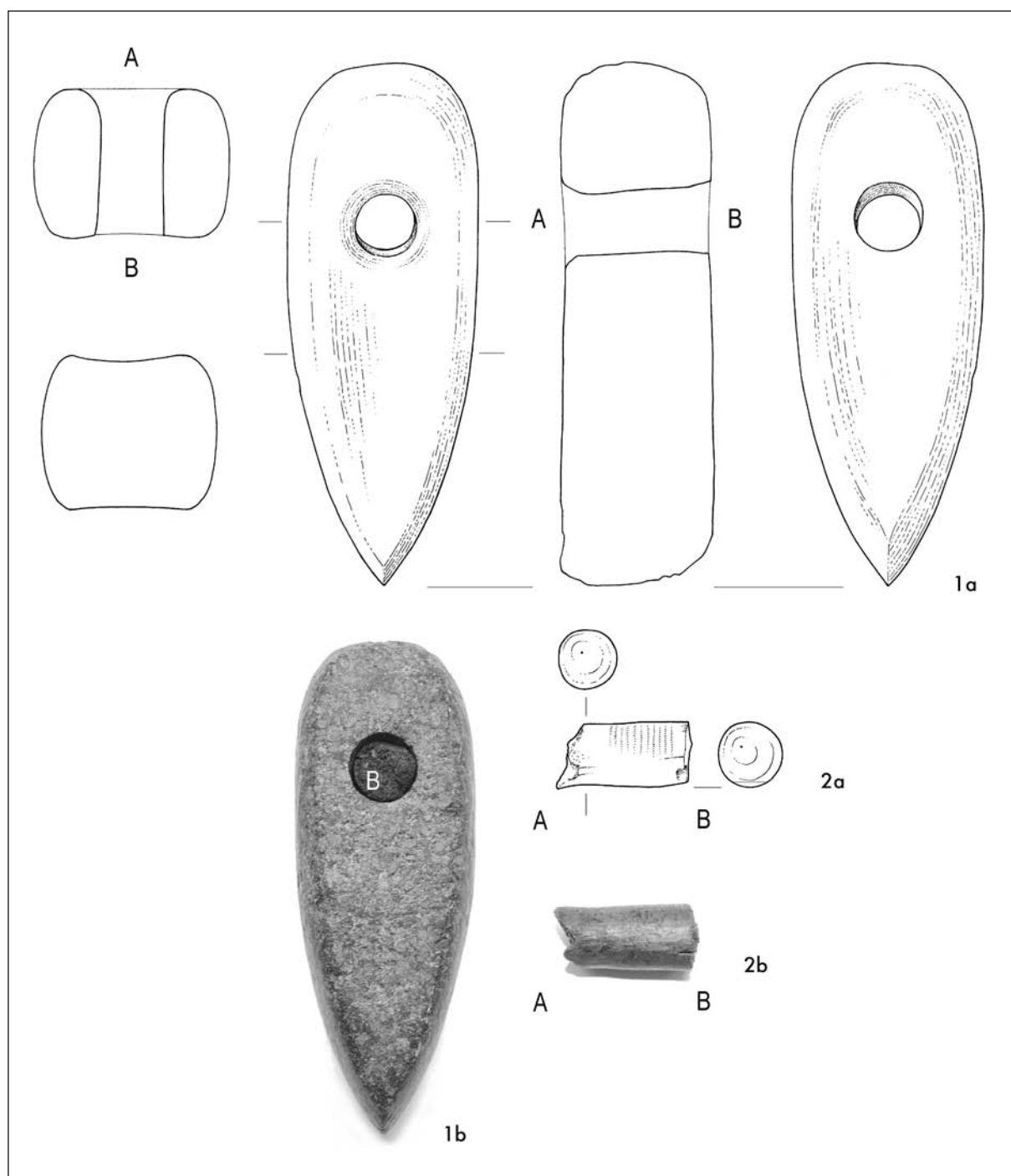
Abstract

A stone hammer-axe from the second half of the 4th millennium BC was excavated at the pile dwelling Stare gmajne in the Ljubljansko barje, Slovenia. The axe had a preserved part of the wooden handle which is rare. Exact wood identification was important because the axe was made of imported stone that can not be found in Slovenia. We found out that the handle was made of cornel (*Cornus* sp.) that possibly grew in the vicinity of the pile dwelling. The cornel wood is hard, and has excellent mechanical properties including high impact strength; therefore it was an excellent material for the handle. This confirms that the prehistoric men had good knowledge of the wood properties. We discuss the importance of reference material (microscopic slides and samples of wood from modern trees and bushes) to differentiate the wood of cornel which has similar wood anatomy to that of boxwood (*Buxus sempervirens*). The boxwood as a Mediterranean species in prehistoric time supposedly did not grow in the vicinity of the pile dwelling where the axe was found.

Key words: wooden handle, stone hammer-axe, wood anatomy, cornel (*Cornus* sp.), Eneolithic, second half of the 4th millennium BC, Ljubljansko barje, Slovenia

uspeval tudi v okolici kolišč, pušpan pa takrat domnevno le v Sredozemlju in tudi v Italiji, od koder bi lahko izviral kamnina za sekiro, smo se odločili za lesno anatomsko preiskavo ob uporabi recentnega referenčnega materiala.

Predstavljamo raziskavo, ki je vključevala makroskopsko in mikroskopsko preiskavo lesa ob uporabi ključev za identifikacijo lesa, referenčne literature in referenčnega materiala, to je vzorcev lesa in mikroskopskih preparatov iz recentnih dreves ali grmov. Dren in pušpan danes namreč nista široko uporabljani lesni vrsti, zato so opisi njunega lesa v literaturi pogosto preskopi, da bi brez referenčnega materiala lahko zanesljivo razlikovali obe vrsti, ki imata sicer dokaj podobne anatomske znake v lesu.



Sl. 1: Stare gmajne. Kladvasta sekira (1a,b); odlomek toporišča (2a,b). M. = 1:2.

Fig. 1: Stare gmajne. Hammer axe (1a,b); part of the handle (2a,b). Scale = 1:2.

MATERIAL IN METODE

Opis lesene najdbe

V raziskavo smo dobili moker košček lesa (*sl. 1: 2*), ki ga je leta 2004 našla ekipa Inštituta za

arheologijo ZRC SAZU v ušesu kamnite sekire na kolišču Stare gmajne na Ljubljanskem barju (glej Velušček 2002, 51 ss; 2004, 77 s).

0,97 kg težka sekira z delno ohranjenim toporiščem je bila najdena na zahodnem delu koliščarske naselbine, ki glede na rezultate dendrokronoloških

raziskav predstavlja najstarejši del kolišča.¹ Absolutno gledano je to čas približno 3300 pr. Kr. (glej Velušček 2005, 209 s).

Po mnenju geologa A. Horvata, ki je makroskopsko determiniral kamnino, iz katere je narejena sekira, gre za magmatsko kamnino, katere izvor je iskati izven ozemlja današnje Slovenije: verjetno v Italiji, Nemčiji, na Češkem ali v Franciji.²

Ostanek toporišča meri v dolžino 4,6 cm in ima premer 2,1 cm. Kljub visoki starosti se je les v mokrih tleh razmeroma dobro ohranil.

Metode dela

Za identifikacijo lesa smo uporabili makroskopsko in mikroskopsko metodo. Makroskopska temelji na anatomskih znakih, ki jih vidimo s prostim očesom ali lupo (Čufar, Zupančič 1999, 48). Za opazovanje pod lupo smo moker arheološki les najprej zamrznili, nato pa smo mu zgladili površine treh anatomskih ravnin. Za mikroskopsko preiskavo smo naredili tanke preparate.

Za svetlobno mikroskopijo smo vzorec arheološkega lesa velikosti: $0,5 \times 0,5 \times 1$ cm vklopili v polietilen glikol (PEG) 1500. Les smo prepajali v vodnih raztopinah PEG z naraščajočimi koncentracijami (20 %, 50 %, 75 % in 100 %) pri temperaturi 60° C (prim. Zupančič, Jazbec, Čufar 2004, 285). Ko je bilo prepajanje zaključeno, smo vzorec posušili na zraku pri sobni temperaturi. Nato smo s pomočjo drsnega mikrotoma Leica SM 2000R z mikrotomskim nožem odrezali rezine lesa prečnega, radialnega in tangencialnega prereza, debelin 20 µm. Presežni PEG smo odstranili z vodo, rezine lesa pa obarvali z vodnimi raztopinami barvil safranin in astra modro, dehidrirali v etanolu naraščajočih koncentracij (50 %, 70 % in 95 %) ter rezine položili na objektna stekla, vklopili v Euparal in prekrili s krovnimi stekli. Za opazovanje smo uporabili svetlobni mikroskop Nikon Eclipse E800, fotografiranje pa smo opravili s pripadajočim digitalnim fotoaparatom Nikon Coolpix 995.

Za določitev vrste lesa smo uporabili ključne za makroskopsko in mikroskopsko identifikacijo lesa (Schweingruber 1990; Torelli 1991; Richter, Dallwitz 2002). Ti so prirejeni predvsem za izbor danes široko uporabljenih komercialnih lesnih vrst. Ker mnogih vrst znotraj istega rodu, npr. vrst rdeči in rumeni dren iz rodu dren (*Cornus*), po lesu z uporabo ključev ne moremo razlikovati, smo se

odločili, da pripravimo tudi vzorce lesa in mikroskopske preparate rumenega dreva (*Cornus mas*) in rdečega dreva (*Cornus sanguinea*) ter botanično nesorodnega, a po lesu dokaj podobnega navadnega pušpana (*Buxus sempervirens*). Mikroskopske preparate recentnega lesa smo pripravili na podoben način kot preparate arheološkega lesa, vendar brez predhodnega vklapljanja v PEG.

Velikost celic in tkiv v lesu smo določili z računalniškim programom za analizo slike *Lucia G* v povezavi s svetlobnim mikroskopom Nikon Eclipse E800. Izmerili smo 50 naključno izbranih anatomskih elementov ter izračunali osnovno statistiko.

REZULTATI IN DISKUSIJA

Znaki vidni s prostim očesom in lupo, kot so razpored in velikost trahej in trakov, niso zadostovali za identifikacijo lesa toporišča. Pri pregledu arheološkega lesa pod mikroskopom smo ugotovili naslednje značilnosti: les je difuzno porozen, pore (traheje) so majhne (premeri pod 50 µm) in večinoma posamezne ter enakomerno porazdeljene po braniki (sl. 2a). Letnice so vidne. Aksialnega parenhima zaradi erozije celičnih sten ne moremo zanesljivo razlikovati od vlaken (sl. 2a). Perforirane ploščice trahej so lestvičaste, z večjim številom prečk (sl. 2b). Trakovi so večinoma 1- in 2- redni (sl. 2c,d) ter heterocelularni (sl. 2c,d,e). Dvoredni trakovi vsebujejo eno ali več vrst pokončnih celic (sl. 2c,d,e), vidne so tudi ovojne celice (sl. 2e). Višina trakov je 18-34 celic (sl. 2c,d).

Nato smo pregledali mikroskopske preparate recentnega materiala, to je lesa rumenega in rdečega dreva ter navadnega pušpana iz dendrološko določenih dreves oz. grmov, ter jih primerjali z opisi v virih Schweingruber (1990) in Torelli (1991), računalniški ključ *Intkey* (Richter, Dallwitz 2002) pa je vseboval samo opis pušpana. V nadaljevanju smo pregledali še razpoložljive opise in slikovno gradivo iz internetnih virov *Inside wood*³ in Schoch s sod.⁴ *Inside wood* podaja razlikovalne znake rodov dren in pušpan, Schoch s sod. pa opise in mikroskopske posnetke lesa navadnega pušpana in rumenega dreva.

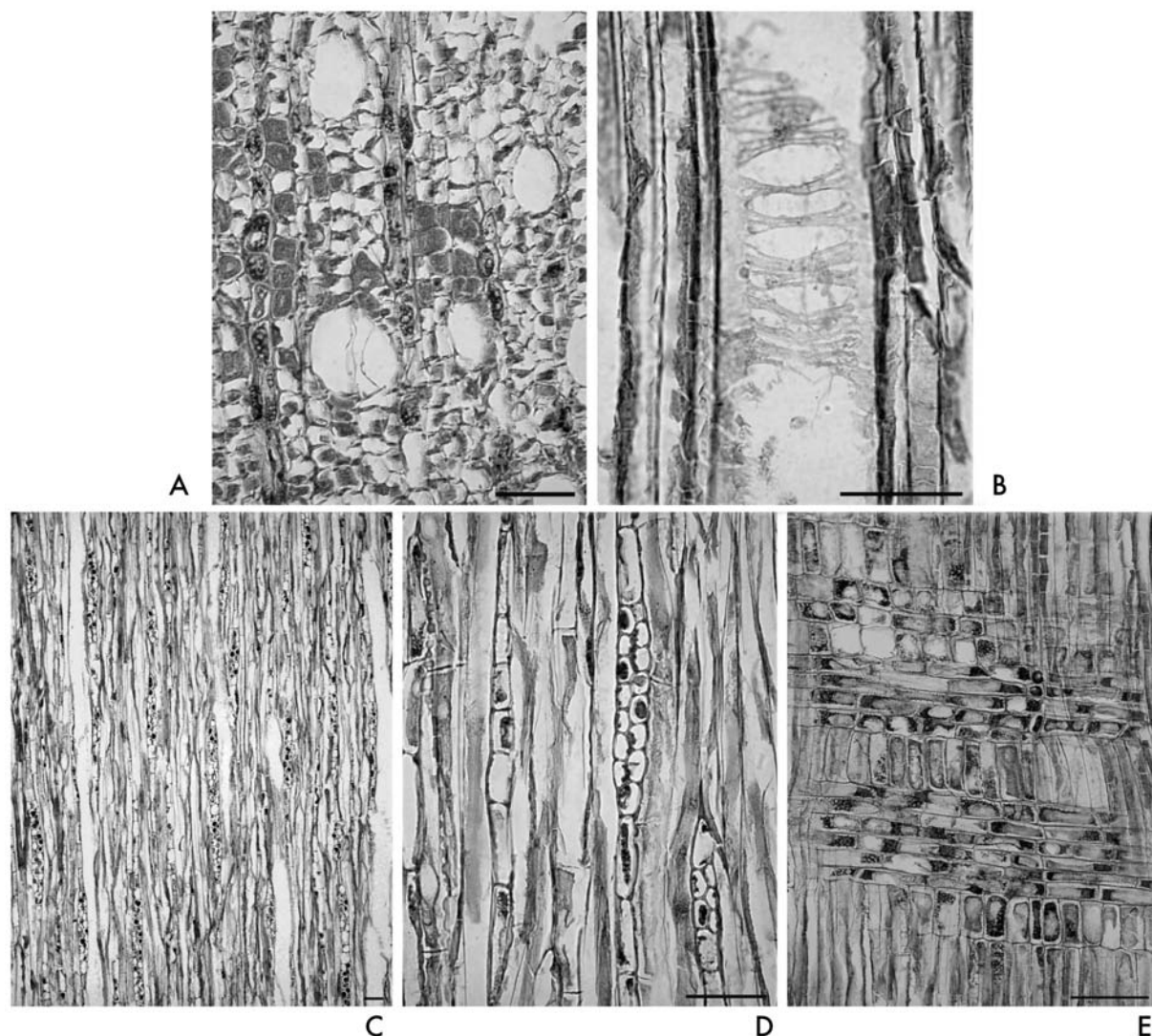
Les rumenega dreva (*Cornus mas*) je difuzno porozen, pore (traheje) so običajno posamezne, enakomerno velike in enakomerno porazdeljene po

¹ K. Čufar, neobjavljeno poročilo o dendrokronoloških raziskavah na kolišču Stare gmajne, 2008.

² A. Horvat, neobjavljeno poročilo o makroskopski analizi dveh kamnitih sekir s Starih gmajn, 2008.

³ *Inside Wood*, 2004. Spletna objava. <http://insidewood/lib.ncsu.edu/search> [zadnji dostop 19. 8. 2008].

⁴ W. Schoch, I. Heller, F. H. Schweingruber in F. Kienast, *Wood anatomy of central European Species*. - Online version 2004: <http://www.woodanatomy.ch>



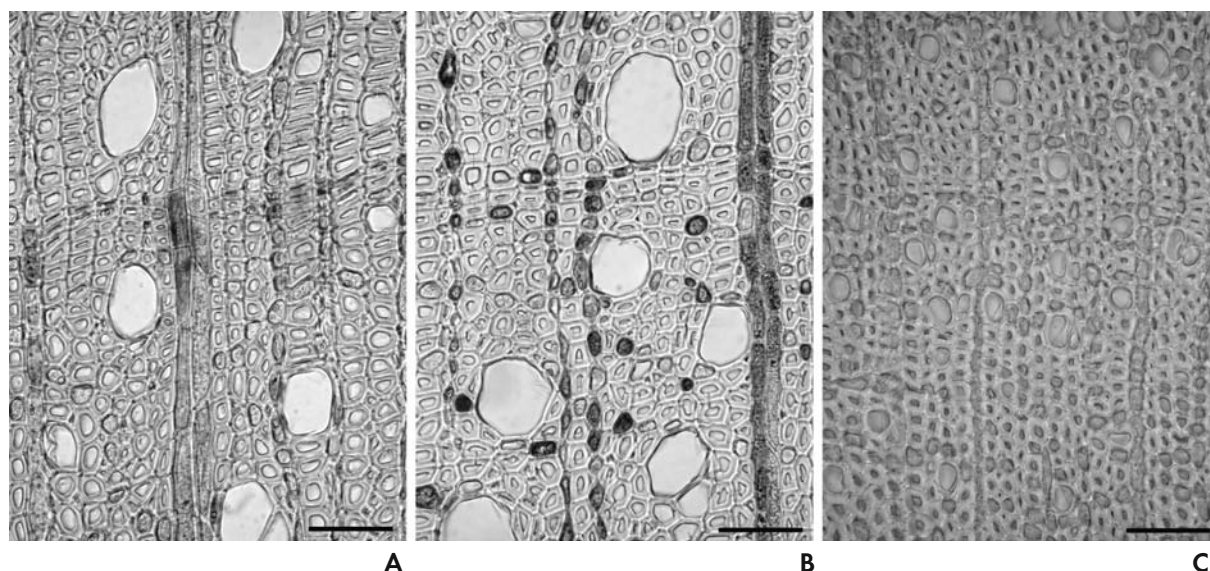
Sl. 2: Mikroskopski posnetki arheološkega lesa toporišča sekire: (a) prečni prerez z difuznim razporedom majhnih posameznih trahej; (b) radialni prerez z delom traheje z lestvičasto perforacijo; (c,d) tangencialni prerez s heterogenimi eno in dvo-rednimi trakovi; (e) radialni prerez s heterogenim trakovnim tkivom. Merilna daljica = 50 μ m.

Fig. 2: Microphotographs of archaeological wood from the axe handle: (a) cross-section with diffuse distribution of small solitary vessels; (b) radial section, a part of a vessel with scalariform perforation plate; (c,d) tangential section with heterogeneous uni- or biseriate rays; (e) radial section with heterogeneous ray tissue. Scale bar = 50 μ m.

braniki z dokaj velikimi razmaki (sl. 3a). Letnice so pogosto valovite. Vlakna so debelostena (sl. 3a). Aksialni parenhim je apotrahealen difuzen (sl. 3a), redkeje paratrahealen. Perforirane ploščice so lestvičaste, običajno z več kot 20 prečkami. Traheje imajo obokane do lestvičaste intervaskularne piknje s prehodi iz enega tipa v drugega. Trakovi so običajno 3- do 5-redni, redkeje 5- do 7-redni, pogosti so tudi enoredni trakovi. Trakovi so heterocelularni. Večredni trakovi imajo eno ali več vrst pokončnih robnih celic, enoredni pa so sestavljeni iz kvadratastih oz. pokončnih celic. Široki trakovi imajo običajno še ovojne celice. Višina trakov je

10 do 50 celic. Prisotne so tudi vlaknaste traheide. Lesa rumenega in rdečega dreva (sl. 3b) običajno ni mogoče razlikovati (Schoch s sod.). *Inside wood* navaja, da imajo konci trahejnih členov dreva helikalne odebelitve, te pa se na arheološkem lesu pogosto ne vidijo več.

Les pušpana (sl. 3c) je podoben, vendar se od lesa dreva razlikuje po tem, da ima le do 20 prečk na perforacijah trahej, nasprotne ali izmenične majhne intervaskularne piknje (premer $\leq 4 \mu$ m), traheje brez helikalnih odebelitev in 1-3 redne heterogene trakove brez ovojnih celic. Srednji tangencialni premer por v prečnem prerezu je pri



Sl. 3: Mikroskopski posnetki prečnih prerezov recentnega lesa: (a) rumeni dren (*Cornus mas*); (b) rdeči dren (*Cornus sanguinea*); (c) pušpan (*Buxus sempervirens*). Merilna daljica = 50 μm .

Fig. 3: Microphotographs of cross-sections of modern wood: (a) Cornelian cherry (*Cornus mas*); (b) dog-berry (*Cornus sanguinea*); (c) boxwood (*Buxus sempervirens*). Scale bar = 50 μm .

pušpanu (sl. 3c) manjši (< 50 μm) kot pri drenu (sl. 3a,b) (< 100 μm) (Brazier, Franklin 1961; cit. po Torelli 1991).

Ključni omenjajo tudi razne vključke v celicah (kristali in škrob), ki pri arheološkem lesu te starosti niso ohranjeni. Dren raste v srednji Evropi (brez Sredozemlja), pušpan pa izvira iz Sredozemlja (*Inside wood*, Schoch s sod., glej op. 3 in 4).

Na podlagi primerjav znakov arheološkega lesa ter lesa recentnega dreva in pušpana, ki jih predstavljamo v tabeli 1, predvsem izmerjenih velikosti por in številu prečk v lestvičastih perforacijah ter tipu heterogenega traku, smo potrdili, da je bilo toporišče kladivaste sekire narejeno iz lesa dreva (*Cornus* sp.).

Les dreva ima visoko do izjemno visoko gostoto – do 1000 kg/m³, zato je trd, trden in žilav (Horvat 1959, 245). Zaradi fine teksture (majhnih trahej) in visoke gostote ga je mogoče zelo gladko obdelati. Navedene lastnosti so optimalne za les, ki ga želimo uporabiti za ročaje orodij.

V kulturnih plasteh koliščarskih naselbin so poleg drenovega lesa in oglja večkrat našli tudi njegova semena oz. plodove (npr. Šercelj, Culiberg 1978, 104; Culiberg 1984, 92; Jeraj 2004, 58 ss; Velušček et al. 2004, 44 s). Tako ni čudno, da so vrsto in njene lastnosti dobro poznali in jo znali vsestransko uporabiti (prim. Velušček et al. 2004, 44), tudi v tako specifične namene, kot je toporišče za skoraj 1 kg težko kamnito sekuro.

Tab. 1: Primerjava mikroskopske zgradbe lesa iz toporišča kladivaste sekire z recentnima drenom in pušpanom.

Tab. 1: see page 56 for English version.

RAZLIKOVALNI ZNAKI	vzorec toporišča	dren (<i>Cornus</i> sp.)	pušpan (<i>Buxus sempervirens</i>)
tangencialni premer por (povpr. v μm) sl. 2: a in 3: a-c	36,51	32,12	14,63
lestvičaste perforacije (povpr. št. prečk) sl. 2: b	nad 20	nad 20	5 do 10
heterogeni trakovi (v radialnem prerezu) sl. 2: e	večredni trakovi imajo tudi po več vrst pokončnih robnih celic	večredni trakovi imajo tudi po več vrst pokončnih robnih celic	večredni trakovi imajo 1 ali 2 vrsti pokončnih robnih celic
heterogeni trakovi sl. 2: c,d	enoredni trakovi sestavljeni le iz pokončnih celic	enoredni trakovi sestavljeni le iz pokončnih celic	-
višina trakov sl. 2: c,d	18 do 34 celic	19 do 41 celic	3 do 13 celic

Dren po gostoti in trdnostnih lastnostih praviloma presega vse naše danes uporabljane domače komercialne lesne vrste, tudi jesen, bukev in beli gaber, ki jih največ uporabljamo za ročaje orodij (prim. Čufar 2006, 185). Izstopajoče lastnosti dreva so znane tudi današnjim lesarjem, vendar primerki počasi rastočega dreva običajno ne dosegajo zadostnih dimenzij in ne nudijo dovolj lesa za njegovo množično uporabo.

Navadni pušpan v Sloveniji velja za tujerodno rastlinsko vrsto, ki je bila k nam prinesena iz Sredozemlja. Danes jo kultiviramo (npr. za žive meje), pogosto pa je podivjana (Brus 2005, 288). Tudi Wraber (2001, 66) navaja, da pušpan v flori Slovenije ni avtohtona, temveč le gojena, podivjana in ponekod vsaj začasno naturalizirana rastlina.

ZAKLJUČEK

Zaradi podobnosti anatomskih znakov lesa dreva (*Cornus*) in pušpana (*Buxus*), ki sicer pripadata

različnim družinam, dren družini drenovk, pušpan pa družini pušpanovk, je identifikacija lesa, ohranjenega v kamniti sekiri zahtevala primerjavo z recentnim lesom.

Ugotovili smo, da je bilo toporišče približno 5300 let stare kladivaste sekire s Starih gmajn narejeno iz lesa dreva (*Cornus* sp.), ki je uspeval v bližini kolišč in ima izjemno trdnost in žilavost ter je zelo primeren za tako uporabo. Slednje ponovno potrjuje, da so bili koliščarji dobri poznavalci lesnih lastnosti.

Glede na izbrani les je bilo toporišče verjetno narejeno v domačem okolju, medtem ko je bila sekira oz. kamnina zanjo prinesena od drugod.

Zahvala

Študija je nastala v okviru raziskovalnih projektov Inštituta za arheologijo ZRC SAZU, ki jih financirata Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo in Agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije. Zahvaljujemo se strokovnemu sodelavcu Martinu Zupančiču z Oddelka za lesarstvo BF za vsestransko pomoč pri delu v laboratoriju in pripravo fotografij ter Tamari Korošec z ZRC SAZU za izdelavo risbe.

- BRUS, R. 2005, *Dendrologija za gozdarje*. - Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani.
- CULIBERG, M. 1984, Karpološke in ksilotomske raziskave kolišča na Partih. Izkopavanja 1981. - *Poročilo o raziskovanju paleolita, neolita in eneolita v Sloveniji* 12, 91-100.
- ČUFAR, K. 2006, *Anatomija lesa*. - Oddelek za lesarstvo, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani.
- ČUFAR, K. in M. ZUPANČIČ 1999, Determinacija lesa predmetov kulturne dediščine. - V: *Les v restavraciji RES., Dela / Papers* 4, 48-52, Ljubljana.
- HORVAT, I. 1959, Dren (Drijen); Svib. - V: A. Ugrenović, Z. Potočić (ur.), *Šumarska enciklopedija*, A-Kos, 245, Zagreb.
- JERAJ, M. 2004, Paleobotanične raziskave na kolišču Hočevarica. - V: A. Velušček (ur.), *Hočevarica - eneolitsko kolišče na Ljubljanskem barju / Hočevarica - eneolithic pile dwelling in the Ljubljansko barje*, Opera Instituti Archaeologici Sloveniae 8, 56-64.
- RICHTER, H. G. in M. J. DALLWITZ 2002, *Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval*. (Računalniški program - ključ za določanje komercialnih lesnih vrst INTKEY).
- SCHWEINGRUBER, F. H. 1990, *Mikroskopische Holzanalyse*. - Birmensdorf.
- ŠERCELJ, A. in M. CULIBERG 1978, Ksilotomske analize lesa iz kolišča ob Maharskem prekopu - izkopavanja 1976 in 1977. - *Poročilo o raziskovanju paleolita, neolita in eneolita v Sloveniji* 6, 103-107.
- TORELLI, N. 1991, *Makroskopska in mikroskopska identifikacija lesa* (ključi). - Oddelek za lesarstvo, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani.
- VELUŠČEK, A. 2002, Ostanke eneolitskega voza z Ljubljanskega barja. - *Arheološki vestnik* 53, 51-57.
- VELUŠČEK, A. 2004, Past and present lake-dwelling studies in Slovenia. Ljubljansko barje (the Ljubljana Marsh). - V: F. Menotti (ur.), *Living on the lake in prehistoric Europe. 150 years of lake-dwelling research*, 69-82, London, New York.
- VELUŠČEK, A. 2005, Ljubljansko barje v koliščarski dobi. - V: I. Slavec Gradišnik, H. Ložar-Podlogar (ur.), *Pretrgane korenine - sledi življenja in dela Rajka Ložarja*, Opera ethnologica Slovenica, 191-216.
- VELUŠČEK, A., K. ČUFAR, M. CULIBERG, B. TOŠKAN, J. DIRJEC, V. MALEZ, F. JANŽEKOVIČ in M. GOVEDIČ 2004, Črešnja pri Bistri, novoodkrito kolišče na Ljubljanskem barju. - *Arheološki vestnik* 55, 39-54.
- WRABER, T. 2001, Ali je pušpan (*Buxus sempervirens*) v Sloveniji avtohton? - V: *Vegetacija Slovenije in sosednjih območij 2001*, 64-66, Ljubljana.
- ZUPANČIČ, M., A. JAZBEC in K. ČUFAR 2004, Analiza lesa in restavriranje baročnega kipa. *Les* 56/9, 283-286.

The wooden handle of a stone hammer-axe from the Eneolithic pile-dwelling settlement Stare gmajne near Verd in the Ljubljansko barje, Slovenia

Summary

INTRODUCTION

While excavating the pile-dwelling settlement Stare gmajne from the second half of the 4th millennium BC, a stone hammer-axe (*fig. 1: 1,2*) was found that was made from a type of stone not native to Slovenia, meaning it had been brought from elsewhere. A fragment of the wooden handle (helve) of the axe was also preserved, which is quite rare. We were interested in finding out from what type of wood the handle had been made and whether this might indicate that the axe had arrived in the settlement as a finished product.

The first anatomic examination of the wood showed that it had the characteristics of dogwood or cornel (*Cornus* sp.), or boxwood (*Buxus* sp.), which have a very similar wood structure. As dogwood existed in the vicinity of the pile-dwelling settlement, while boxwood is native to the Mediterranean, and hence also parts of Italy from which the stone for the axe could have come, it was necessary to analyze in detail the anatomy of the wood. This included macroscopic and microscopic examination of the wood using a key for identifying wood and the proper reference literature. As the wood of cornel and box today is not used commercially, and descriptions of them are scarce, it was even necessary to prepare reference material in the form of wood samples and microscopic slides from modern trees and bushes.

MATERIAL AND METHODS

Description of the wooden find

A wet fragment of wood was discovered in the shaft of a stone axe (*fig. 1: 2*) in 2004 by the excavation team of the Institute of Archaeology of the Scientific Research Centre of the Slovenian Academy of Science and Art (ZRC SAZU) at the pile-dwelling settlement Stare gmajne in the Ljubljansko barje (see Velušček 2002, 51 ff.; 2004, 77 f.).

The axe with the partly preserved handle weighed 0.97 kg and was found in the western part of the pile-dwelling settlement, which represents the oldest part of the settlement in terms of the results of dendrochronological analysis.¹ In absolute terms this would be the period around approximately 3300 BC (see Velušček 2005, 209 f.).

According to the geologist A. Horvat, who macroscopically identified the stone from which the axe was made, this was a magmatic stone, whose source should be sought beyond Slovenia: probably in Italy, Germany, the Czech Republic or in France.²

The remnant of the handle measures 4.6 cm in length with a diameter of 2.1 cm. Despite its considerable age, the wood is relatively well preserved, as in the moist and loamy soil no oxidation or biotic decay of the organic material occurred.

Methodology

Macroscopic and microscopic methods were used to identify the wood. For examination under a magnifying glass, the wet

archaeological wood was first frozen and then the surfaces of three anatomic planes were smoothed. Thin slides were prepared for microscopic examination.

For light microscopy we placed a sample of the archaeological wood measuring: 0.5 × 0.5 × 1 cm in polyethylene glycol (PEG) 1500. When the infiltration was finished, the sample was dried in the open at room temperature. Then with the help of a Leica SM 2000R sliding microtome thin segments were cut of cross, radial, and tangential sections, 20 μm thick. Observations were made using a Nikon Eclipse E800 light microscope, and photographs were taken with the corresponding digital camera Nikon Coolpix 995.

Keys for the macroscopic and microscopic identification of wood were utilized to determine the type of wood (Schweingruber 1990; Torelli 1991; Richter, Dallwitz 2002). As many species within the same genus, such as the dogwood and cornel of the same genus *Cornus*, cannot be distinguished based on features in the wood, we decided to prepare wood samples and microscopic slides of cornelian cherry (*Cornus mas*) and bloodtwig dogwood (*Cornus sanguinea*), and from the common boxwood (*Buxus sempervirens*).

The size of the cells and tissues in the wood were measured with the *Lucia G* computer program for image analysis connected to the Nikon Eclipse E800 light microscope. We measured 50 randomly chosen vessels and calculated the basic statistics.

RESULTS AND DISCUSSION

The macroscopic identification of the excavated fragment of wood from the handle of the stone axe was impossible as insufficient anatomic features could be seen because of poor preservation, the waterlogged condition, and the juvenile nature of the sample (the wood of the handle also contained pith). The microscopic examination (*fig. 2*) showed wood elements characteristic for dogwood or boxwood.

To make a more detailed determination, we first examined microscopic slides of the wood of dogwood and cornel and common box from dendrologically determined trees or bushes, and then compared them to descriptions in the basic reference sources of Schweingruber (1990) and Torelli (1991), while the computer key *Intkey* (Richter, Dallwitz 2002) contained only a description of boxwood. We further consulted all available descriptions and illustrations from the internet sources *Inside wood*³ and Schoch et al.⁴ The wood of Cornelian cherry (*fig. 3a*) and bloodtwig dogwood (*fig. 3b*) usually cannot be distinguished (Schoch et al.), and hence we further refer only to dogwood or cornel in general (*Cornus* sp.). A table of the identification features of the archaeological sample and the samples of modern dogwood/cornel and boxwood is presented (*tab. 1*).

It was established that the wood of box and dogwood/cornel are similar. Boxwood can be distinguished as having only up to 10 bars on the scalariform vessel perforation plates, opposite

¹ K. Čufar, unpublished report on the dendrochronological research at the pile-dwelling Stare gmajne, 2008.

² A. Horvat, unpublished report on the petrographic analysis of two stone axes from the site Stare gmajne, 2008.

³ *Inside Wood*. 2004 onwards. Published on the Internet. <http://insidewood/lib.ncsu.edu/search> [date of accession Aug. 19, 2008].

⁴ W. Schoch, I. Heller, F. H. Schweingruber, and F. Kienast, *Wood anatomy of central European Species*. - Online version 2004: www.woodanatomy.ch

Tab. 1: Comparison of wood anatomic features of wood from the handle of the stone hammer-axe with modern cornel (*Cornus* sp.) and boxwood (*Buxus sempervirens*).

IDENTIFICATION FEATURES	Handle sample	Cornelian cherry (<i>Cornus mas</i>) / Dog-berry (<i>Cornus sanguinea</i>)	Boxwood (<i>Buxus sempervirens</i>)
Tangential diameter of vessels (average measurement in μm) <i>figs. 2: a and 3: a-c</i>	36.51	32.12	14.63
Scalariform perforations (average number of bars) <i>fig. 2: b</i>	above 20	above 20	5 to 10
Heterogeneous rays (on radial section) <i>fig. 2: e</i>	multiseriate rays contain several rows of marginal upright cells	multiseriate rays contain several rows of marginal upright cells	multiseriate rays contain 1-2 rows of marginal upright cells
Heterogeneous rays <i>fig. 2: c,d</i>	uniseriate rays composed exclusively of upright cells	uniseriate rays composed exclusively of upright cells	-
Height of rays <i>fig. 2: c,d</i>	18 to 34 cells	19 to 41 cells	3 to 13 cells

or alternating small intervacular pits (diameter $\leq 4 \mu\text{m}$), vessels without helical thickenings, and 1-3 rows of rays without procumbent or upright cells. The tangential diameter of vessels in cross-section is in boxwood (*fig. 3c*) less ($< 50 \mu\text{m}$) than in dogwood/cornel (*fig. 3a,b*) ($< 100 \mu\text{m}$) (Brazier, Franklin 1961; cited from Torelli 1991). The keys also mention various inclusions in cells (crystals and starch), which are not preserved in archaeological wood of such an age. Dogwood grows in central Europe (but not in the Mediterranean), while boxwood is native to the Mediterranean (*Inside wood*; Schoch et al.).

On the basis of the results presented in *tab. 1* and *fig. 2*, particularly the measured dimensions of the vessels and the number of bars in the scalariform perforations and the type of heterogeneous rays, it was established that the handle of the hammer-axe was made from cornel or dogwood (*Cornus* sp.).

Cornel wood has a high to exceptionally high density to 1000 kg/m^3 and is consequently hard, solid, and strong (Horvat 1959, 245). Due to fine texture (small vessels) and high density it can be worked very smoothly. These properties are optimal for wood intended to be used for the handle of a tool.

The cultural strata of the pile-dwelling settlements contained the seeds of dogwood/cornel in addition to wood and charcoal remains (e.g. Šercelandj, Culiberg 1978, 104; Culiberg 1984, 92; Jeraj 2004, 58 ff.; Velušček et al. 2004, 44 f.). Hence it is not strange that the wood of these species (and their properties) were well known and that they were widely used (cf. Velušček et al. 2004, 44), even for such specific purposes as making a handle for a stone axe weighing almost 1 kg.

CONCLUSION

The great similarities in the anatomy of the wood of dogwood/cornel (*Cornus*) and box (*Buxus*), which otherwise belong to different families, cornel to the Cornaceae family, and box to the Buxaceae family, meant that the identification of the wood preserved in the stone axe was somewhat difficult.

It was established that the handle of the 5300 year old hammer-axe from the site Stare gmajne had been made from cornel wood (*Cornus* sp.), which is exceptionally hard and strong and is highly suitable for such a purpose. This once again confirms that the pile-dwelling settlers had great knowledge of various wood properties.

The correct identification of the wood in this case is important both from the archaeological and the biological points of view, as it indicates that the wood for the handle probably came from the local environments, while the stone for the axe head or the already manufactured axe had been imported from elsewhere.

Translation: Barbara Smith Demo

Tjaša Tolar
Inštitut za arheologijo
Znanstvenoraziskovalnega centra SAZU
Novi trg 2
SI-1000 Ljubljana
tjasa.tolar@zrc-sazu.si

Katarina Čufar
Oddelek za lesarstvo
Biotehniška fakulteta
Rožna dolina, Cesta VIII / 34
SI-1000 Ljubljana
katarina.cufar@bf.uni-lj.si

Anton Velušček
Inštitut za arheologijo
Znanstvenoraziskovalnega centra SAZU
Novi trg 2
SI-1000 Ljubljana
anton.velusecek@zrc-sazu.si