

Pravěké techniky stavby nákolních osad: zavádění dřevěných kůlů do jezerních sedimentů

Tento příspěvek popisuje experimentální testování vynaloženého úsilí a stavební techniky, které byly použity při zavádění dřevěných kůlů do měkkých zatopených jezerních sedimentů na základě nálezu z nákolní osady z přelomu pozdní doby bronzové a železné na jezeře Luokesas v Litvě.

- Francesco MENOTTI
(Švýcarsko)
- Elena PRANCKENAITE
(Litva)

Úvod a cíle

Jednou z nejčastěji kladených otázek při výzkumu nákolních osad je ta, proč si naši předkové stavěli domy a vesnice ve zdánlivě nehostinném prostředí, jako na březích jezer, v bažinách nebo na březích řek. Ačkoliv neexistuje žádná přímá odpověď na tuto „záhadu“, bylo na toto pozoruhodné téma formulováno několik teorií. Pétrequin a Bailly (2004) například argumentují tím, že takovéto oblasti byly ideálním obranným stanovištěm. Bryony a John Coles (1992, 151) nám dávají vysvětlení v podobě položení jednoduché otázky: kdo měl snazší život, lidé z hradišť, kteří po dlouhém dni v práci museli ještě nosit těžká břemena (jídlo, dřevo, vodu) na kopce do svých domovů, nebo lidé z nákolních osad, kteří měli „vše“ nablízku, někdy dokonce i v rámci sídliště? Víme, že vhodný výběr místa sídliště nebyl v pravěku vždy jednoduchý. Ale jak výhodné bylo žít v pravěku na jezerech nebo podobných mokřinách? A navíc, jak těžké (nebo lehké) bylo vystavět sídliště v takovémto prostředí?

Po celé Evropě bylo provedeno množství archeologických experimentů za účelem objasnit toto

fascinující téma. Neolitický kůlový dům ve skutečné velikosti byl například postaven na jezeře Chalain ve Francii v letech 1988-89 (Monnier et al. 1991) a podobný experiment byl proveden v Pfahlbaumuseum Unteruhldingen v Německu, na severním pobřeží jezera Constance v roce 1996 (Schöbel 1997, 83). Blokový konstrukční postup v mělčinách byl vyzkoušen na jezeře Graifen ve Švýcarsku (Bauer and Leuzinger 2004), zatímco na jezeře Neuchâtel ve Švýcarsku byly dřevěné kůly zavedeny do jílovité půdy blízko břehu pomocí kroucení a bušení (Pillonel 2007a, 260-262; 2007b).

Ačkoliv existují rozmanité stavební postupy spojené s prostředím stejně jako s kulturními prvky, velký počet sídlišť v mokřinách byl postaven na pilotech, bez ohledu na to, jestli stály ve vodě nebo na vlhké půdě (Menotti 2004, 2001). Pilot byl postaven různými způsoby:

- vykopáním kůlových jamek,
- ponecháním pilotu na povrchu terénu, ale jeho zajištěním provrtanou základovou deskou (Pfahlschuhe),
- nebo jeho prostým zavedením do země.

Obtížnost poslední zmíněné techniky a hloubka, do které byly piloty zaváděny, závisely na geologickém podloží krajiny. V alpské oblasti byla tato hloubka průměrně mezi 1 m v polosuchých oblastech (bažiny, jezerní břehy – mimo vodu) a 2-3 m v jerezním jílu blízko břehu (Monnier et al. 1991: 34; Schöbel 1997, 86). V jiných částech Evropy, například ve východních pobaltských zemích, jako například v Litvě, máme případy, kdy byly piloty zavedeny do hloubky až 4,5 m do měkkých jezerních usazenin (Menotti et al. 2005, 385).

Všechny výše zmíněné možnosti mají specifickou otázku k zodpovězení, například, jak obtížné bylo postavit obydlí na pilotech, jak dlouho to trvalo, jaké materiály byly potřeba, jak dlouho takové obydlí vydrží atd. Žádný z experimentů ale nebyl navržen tak, aby se zjistilo, jak těžké bylo zavést piloty do permanentně vlhkých jezerních usazenin; a především, jak to právěci stavitelé zvládli.

Tato práce je detailním vyprávěním archeologického experimentu, provedeného na lokalitě z přelomu pozdní doby bronzové a železné na jezeře Luokesas (Litva) (obr. 1), který měl otestovat vynaložené úsilí a stavební techniky, které byly použity při zavádění dřevěných kůlů do měkkých, ponořených jezerních uloženin jako například morénových mělčin při břehu.

Archeologické nálezy

Než začneme popisovat metodologii a použité materiály, je důležité zdůraznit, že celý experiment je založen na archeologických nálezech objevených v minulých pěti letech na dvou lokalitách (sídlíště na severním břehu jezera a velká plošina na jižní straně jezera) (Menotti et al. 2005).

Prvotní archeobotanické a mikro-morfologické analýzy ukázaly, že sídlíště i plošina byly postaveny ve vodě, na morénové mělčině blízko břehu (Lewis 2007, 49). Přesná hloubka vody v dobách prvního osídlení je stále neznámá, ale předpokládá se, že se mohla pohybovat mezi 20-100 cm. Jezerní sedimenty na dně jezera (na morénových mělčinách) obsahují velmi měkký jezerní jíl, na kterém je téměř nemožné stát, aniž by se člověk ponořil několik centimetrů. Tyto měkké jezerní sedimenty vyvolávají novou důležitou otázku: Jak obyvatelé jezer zvládli zavést dlouhé a těžké kůly,



■ Obr. 1 Geografická poloha jezera Luokesas

zatímco stáli na tak měkkém jezerním dně? Samozřejmě, jakmile byla vztyčena kostra plošiny, práce byly mnoho snazší, ale problém existoval na samém začátku.

Během posledních pěti sezón vykopávek na jezeře Luokesas spatřilo světlo světa mnoho dřevěných prvků (fošny, nosné konstrukce, kůly, trámy atd.) na obou lokalitách (1 a 2). Většina z nich patřila k pozůstatkům plošiny, domů a cest. Některé jsou ale jiné, a připomínají pozůstatky stavby (viz **obr. 2**), nejspíše používané jako malá plošina nebo lešení, které mohlo sloužit k zavádění kůlů do jílu, kde nebylo jiného schůdnějšího řešení. Za účelem ověření této možnosti jsme v rámci výše zmíněného experimentu rekonstruovali podobnou plošinu a použili ji k zavedení kůlu do jezerního jílu.

Rekonstruovaná stavba: materiál

Stavba se skládala ze dvou úrovní šesti dřevěných (jasanových) fošen (20-25 cm širokých, 130 cm vysokých a 3 cm tlustých), tří dře-

věných (jedlových) kůlů (150 cm dlouhých a s 10 cm v průměru) a nakonec ze šesti dřevěných (dubových) kolíků (40 cm dlouhých s 3 cm v průměru).

Do každé fošně byly vyvrtány dvě díry (10,5 cm v průměru) 15 cm od kraje. Dvě 3,5 cm široké díly byly vyvrtány do každého kůlu; první 15 cm od horního konce a druhá 90 cm pod první díru (viz **obr. 3a, 3b**). Fošny byly nejdříve uspořádány do dvou trojhranných tvarů (**obr. 4**) a následně byly tři kůly nasazeny do třech děr v každém trojhranu, aby se vytvořil hranol (**obr. 5**). Tři ze šesti kolíků byly umístěny do horních částí konstrukce, aby držely fošny, na kterých lidé stáli (**obr. 6**; také porovnejte s **obr. 2**); a další tři kolíky držely spodní trojhrannou část (**obr. 7**), která zabraňovala celé hranolové konstrukci ponoření se do měkkého jezerního jílu.

Konstrukce byla navržena tak, aby mohla být sestavena velmi rychle a bez lepidla nebo hřebíků. Prova-zy, viditelné na **obrázku 5** jen drží celou konstrukci pohromadě při přenášení. Jakmile je konstrukce ve vodě a lidé na ní stojí, automaticky se ustálí díky působení gravitace. Tři vertikální kůly jsou dole záměrně umístěny tak, aby přesahovaly, aby se ponořily do dna jezera a tak zajistily ještě větší stabilitu. Je třeba zdůraznit, že celá konstrukce a kůly pro experiment byly vyrobeny obvyklými moderními nástroji. Konstrukce byla postavena profesionálním truhlářem pod dohledem autorů. Sestavení konstrukce a kácení pilotů pro experiment bylo prováděno archeology.

Výběr pilotů pro experiment

Než jsme přistoupili k výběru vhodných pilotů, které měly být zavedeny do jezerních sedimentů, vytáhli jsme z jezerního sídliště dva staré, abychom viděli, jak vypadali, jaké dřevo bylo použito a hlavně, do jaké hloubky byly ponořeny. Vytahování trvalo několik hodin a byli jsme překvapeni, když jsme zjistili, že oba piloty byly zavedeny více než čtyři metry do jezerního jílu (**obr. 8**) (Menotti et al. 2005: 385). Kvůli rovnosti kmenů jsme většinu pilotů udělali z borovice. Vyrazili jsme tedy hledat vhodné stromy připomínající staré piloty. To



■ **Obr. 4** Fošny přenosné konstrukce položené do trojhranného tvaru (Foto 4-10: F. Menotti)



■ **Obr. 6** Detail horní části přenosné konstrukce



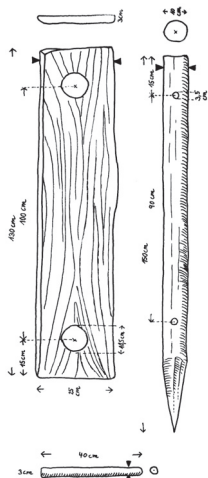
■ **Obr. 7** Detail dolní části přenosné konstrukce

byl jednoduchý úkol, protože většinu oblasti v okolí jezera Luokesas pokrýval stále ještě primární les (většinou borovicový, dubový, březový a olšový). Pilot, který jsme získali, byl 7,2 m dlouhý, o průměru 13 cm na jednom konci a 10 cm na druhém. Celkem vážil okolo 40 kg. Odstranili jsme z něj pouze větve, kůru jsme ponechali na kmeni (**obr. 9**). Pilot byl poté zašpičatěn na prvních 20 cm na slabším konci (s 10 cm v průměru) (**obr. 10**).

Experiment

Jak jsme popsali výše, experiment měl dva cíle:

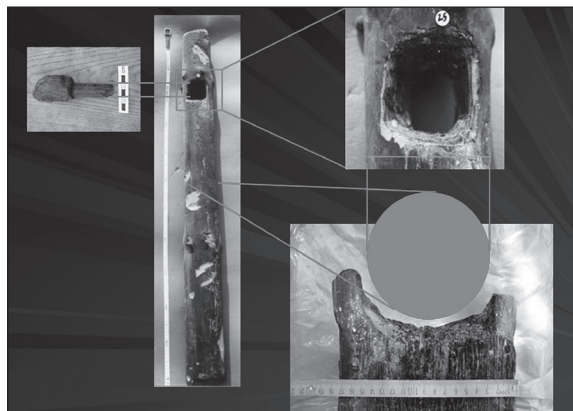
- Otestovat účinnost výše popsané konstrukce při zavádění kůlů do jezerního jílu



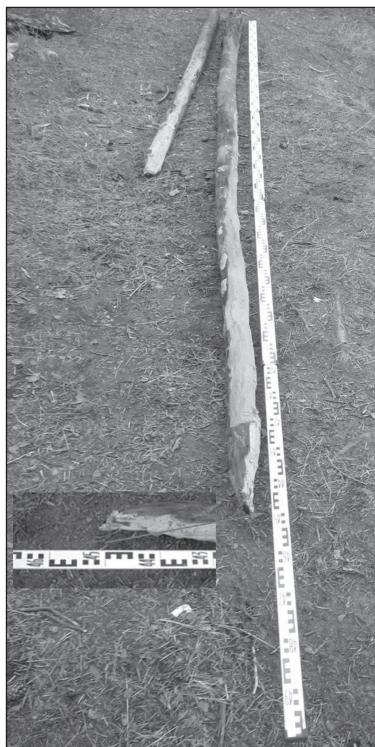
■ **Obr. 3a** Náčrty dřeva použitého na rekonstrukci přenosné konstrukce (kresba: B. Pollmann)



■ **Obr. 3b** Dřevo použité při rekonstrukci přenosné konstrukce (Foto F. Menotti)



■ **Obr. 2** Archeologický nález přenosné dřevěné konstrukce používané pro zavádění pilotů do jílu



■ Obr. 8 Původní pilot z pozdní doby bronzové vytažený z lokality 1



■ Obr. 10 Zahrocený konec pilotu použitého v experimentu

b) Sledovat kolik námahy je třeba na zavedení 7 m dlouhého pilotu do čtyř metrů stále zatopeného (asi jedním metrem vody) jezerního dna.

Konstrukce byla postavena do vody a zatlačena do místa vykonání experimentu. Tato operace se ukázala být velmi jednoduchou, jelikož konstrukce plavala (bylo zapotřebí tří lidí) (obr. 11). Pilot, který měl být zaveden do dna také plaval a byl takto dopraven na požadované místo (bylo zapotřebí jedné osoby). Jakmile se dosáhlo požadovaného místa experimentu, konstrukce se otočila do horizontální polohy a prostrčil se do ní pilot (obr. 12); pilot byl poté postaven do vertikální polohy (spolu s konstrukcí) (obr. 13a, 13b a obr. 14).



■ Obr. 5 Plně rekonstruovaná přenosná konstrukce

V této době tři lidé skákali na horní části konstrukce a tím jí ponořili do dna jezera. Tři zahrocené konce konstrukce se potopily do jezerního jílu až po spodní fošny (viz obr. 7) a tím se konstrukce stabilizovala. Protože vodní hladina byla stejně vysoko jako konstrukce, byli tři lidé na konstrukci téměř mimo vodní hladinu (obr. 15a, 15b).

Pilot

Pilot držení najednou třemi lidmi ve vertikální poloze, byl zdvižen zhruba 30-40cm a pak bez pomoci puštěn, využívajíc principů gravitace. Než byla celá operace opakována, byl pilot nakloněn do zhruba 10° a několikrát otočen (4-5 krát) (obr. 16). Celý postup (otáčení, zvedání a nechání spadnout) bylo opakováno desetkrát, dokud se nedosáhlo požadované hloubky 4m. Při posledních čtyřech pokusech byl pilot tlačěn dolů při puštění, aby se celý proces urychlil.

Výsledky

Přenosná plošina

Rozměry hranolovité konstrukce rekonstruované podle archeologických nálezů se ukázaly být ideální pro tři lidi a v hloubce mezi 20

až 100cm. Bez lidí na konstrukci sama konstrukce plave, což činí její přenos na požadované místo velmi jednoduchým. Přenos konstrukce a pilotu na vybrané místo na morénové mělčině (asi 50m) trval méně než pět minut. Také je velmi snadná její demontáž (jakmile je pilot zaveden do dna) a opětovná montáž (ve vodě) pro další pilot (obr. 17). Popravdě, ani se nemusela demontovat celá konstrukce; stačí jen vytáhnout jeden kůl, otevřít trojhrannou konstrukci a odtáhnout ji od zavedeného pilotu. Celá montovací a demontovací část trvá jen pár minut (4-5).

Pilot v jezerním jílu

Jakmile byl pilot dopraven na vybrané místo, byl ze všeho nejdříve zaveden do dřevěné konstrukce a pak zdvižen do vertikální polohy (viz obr. 12-14). Tento proces trval asi dvě minuty. Jakmile byl pilot (a přenosná konstrukce) ve vertikální poloze, tři lidé si vylezli na přenosnou plošinu (viz obr. 15a, 15b) a začali zavádět pilot do jílu procedurou popsanou výše. Během šesti zdvižení a puštění a během asi 4,5 min. byl pilot zaveden do hloubky 3,6 metrů. Posledních 40 cm bylo „nejobtížnějších“; každých 10 cm trvalo více než jednu minutu. Požadovaná



■ Obr. 9 Dřevěný pilot použitý v experimentu



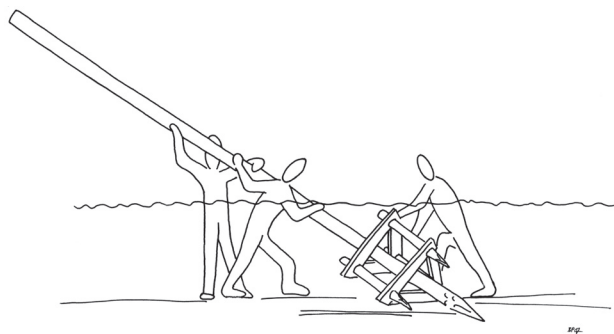
■ Obr. 11 Přesun dřevěné konstrukce na vybrané místo (Foto 11, 12, 13a, 14, 15, 17: E. Prankenaitė)



■ Obr. 12 Otáčení dřevěné konstrukce horizontálně a zasouvání pilotu, který měl být zaveden do dna



■ Obr. 13a Vztyčování dřevěné konstrukce a pilotu do vertikální polohy



■ Obr. 13b Schematická ilustrace stavění dřevěné konstrukce a pilotu do vertikální polohy (Kresba: B. Pollmannová)

hloubka čtyř metrů byla nakonec dosažena po cca 9,5 min. práce. Celý experiment (sestavení přenosné plošiny, její přesun (spolu s pilotem) do požadovaného místa a zavádění pilotu do jilu) byl proveden pěti lidmi, ale pouze tři z nich (včetně jedno z autorů) zaváděli pilot do jezerních sedimentů.

Závěr a shrnutí

Než jsme s experimentem začali, musíme uznat, byli jsme jím trochu vylekáni; nikdy netestovaná přenosná konstrukce, extrémně měkké dno jezera, vodní hladina po pás, délka pilotu (7,2 m) a především hloubka, do které měl být pilot zaveden. Ale jak experiment probíhal, byli jsme příjemně překvapeni tím, jak se některé části ukázaly být jednodušší, než se zdály. Například zvedání pilotu do vertikální polohy; nejdřív jsme to zkoušeli bez pomoci jakékoliv konstrukce, ale voda a měkké dno jezera to celé velmi ztěžovaly. Zasunutí pilotu do přenosné konstrukce a její použití coby jakési páky udělalo celou operaci jednodušší a rychlejší. Za druhé, s uvážením jak těžké bylo vytáhnout jeden pilot z pozdní doby bronzové, jsme čekali, že zavést kůl do jezerních sedimentů bude mnohem těžší úkol. Naproti tomu, s použitím výše zmíněné techniky byl pilot zaveden do jezerního dna téměř bez námahy a velmi rychle.

Pokud vezmeme v úvahu tento experiment stejně jako další podobné v jiných environmentálních a geografických prostředích (Pillonel 2007a; Bauer a Leuzinger 2004; Schöbel 1997, 83; Monnier et al. 1991), je celkem snadno spadnout do environmentálně determinované „pas-ti“ a myslet si, že mokřiny byly osídleny, protože obydlí mohla být v tomto typu prostředí vystavěna snadno a relativně rychle. Musíme ale mít zároveň na paměti, že snadnost nebyla v pravěku hlavním měřítkem. Také je pravda, že někdy lidé neměli na výběr a museli jednat proti své vůli. Přístup člověka k obsazování a osidlování krajiny je tedy kombinací jak kulturní tak přírodních faktorů, které někdy vyústí v nelogická rozhodnutí.

Nevíme, co přinutilo obyvatele jezera Luokesas v době bronzové vy-

brat si právě toto místo k postavení sídliště. Co víme je to, že ve velmi zalesněném prostředí byla zemědělská půda považována za luxus a jezero za něco na způsob oázy nebo přirozeného stanoviště, které mohlo poskytnout jídlo a ochranu. Když zvážíme, kolik námahy je třeba vykonat při vykácení i malé části primárního lesa (zvláště na počátku) (Coles 1973; Billamboz 1987), a jak „snadné“ bylo stavět na čistém a prostorném pobřeží s morénovými mělčinami, není překvapivé, že si pravěké skupiny vybrali spíše jezero než „vnitrozemí“.

Poděkování

Je několik lidí, kterým jsme velmi vděční na jejich neocenitelnou pomoc při realizaci tohoto experimentu. V první řadě je to pan Viktoras Pumputis (truhlář), který bezvadně postavil přenosnou konstrukci. Dále pak tým z vykopávek z Luokesas, který výtečně připravil všechny předběžné kroky experimentu; zvláště chceme poděkovat Zenonasovi Baubonisovi, Mantasovi Kvedaraviciusovi, Rokasovi Kraniauskasovi a Benjaminu Jenningsovi za fyzické vykonání experimentu. A v neposlední řadě patří naše poděkování Brittě Ullmannové, která výtečně ilustrovala různé fáze experimentu.



■ Obr. 14 Pilot téměř dosahuje vertikální polohy

Literatura

- Bauer, I. and Leuzinger, U. 2004: L'archéologie des palafittes: une vision expérimentale. *Archäologie der Schweiz* 27.2004.2: 73-77
- Billamboz, A. 1987: Le bois raconte l'histoire des hommes et de la forêt. *Archéologia* 222: 30-38.
- Coles, B. and Coles, J. 1992: The wetland revolution: a natural event. In B. Coles (ed.) *The wetland revolution in prehistory*. pp. 147-153. Exeter: The Prehistoric Society and WARP
- Coles, J. 1973: *Archaeology by Experiment*. London: Hutchinson & Co.
- Lewis, H. 2007: Pile dwellings, changing lake conditions and sediment deposition: preliminary soil micromorphology study of cultural deposits from underwater sites at Lake Luokesas, Moletai Region, Lithuania. *Journal of Wetland Archaeology* 7: 33-50
- Menotti, F. 2001: The Pfahlbauproblem and the history of the lake-dwelling research in the Alps. *Oxford Journal of Archaeology* 20.4: 319-328
- Menotti, F. (ed.) 2004: *Living on the lake in prehistoric Europe*. London: Routledge
- Menotti, F., Baubonis, Z., Brazaitis, Higham, T., D., Kvedaravicius, M., Lewis, H. Motuzaite, G. and Pranckenaite, E. 2005: The first lake-dwellers of Lithuania: Late Bronze Age pile settlements on Lake Luokesas. *Oxford Journal of Archaeology* 24.4: 381-403
- Monnier, J-L., Pétrequin, P., Richard, A., Pétrequin, A-M. and Gentizon, A-L. 1991: *Construire une maison 3000 ans avant J.C.: le lac de Chalain au Neolithique*. Paris: Editions Errance
- Pétrequin, P. and Bailly, M. 2004: Lake-dwelling research in France: from climate to demography. In F. Menotti (ed.) *Living on the lake in prehistoric Europe*. pp. 36-49. London: Routledge
- Pillonel, D. 2007a: Technologie et usage

du bois au Bronze final (Archéologie neuchâteloise 37) (Hauterive-Champréveyres; 14). Hauterive: Office et musée cantonal d'archéologie de Neuchâtel.

Pillonel, D. 2007b: Construction des points celtiques et gallo-romains. In Schwab Museum (ed.) *La Tène: die Untersuchung, die Fragen, die Antworten*. pp. 86-96. Biel: Verlag Museum Schwab

Schöbel, G. 1997: Das neue 'Steinzeithaus' in Freilichtmuseum Unteruhldingen. *Plattform* 5-6: 83-98.

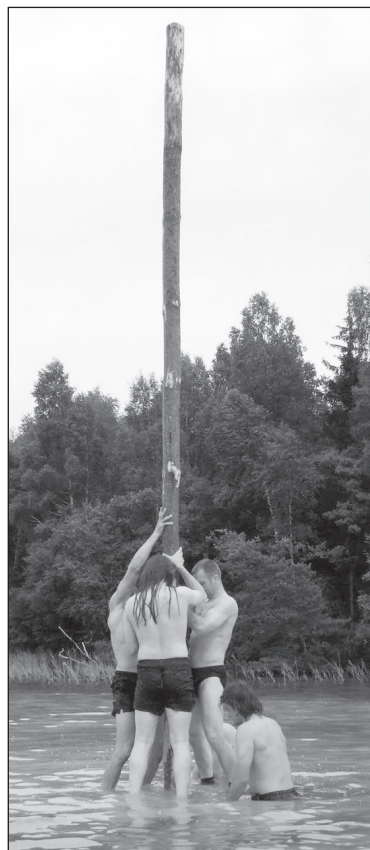
Summary

Lake-dwelling building techniques in pre-history: driving wooden piles into lacustrine sediments

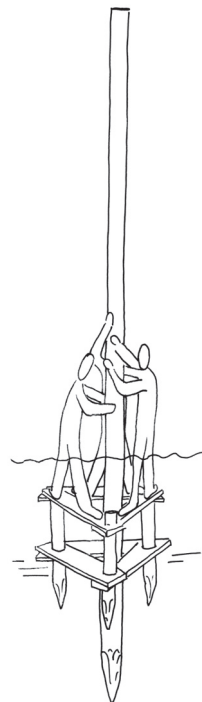
During excavations of the LBA/IA settlement on Lake Luokesas, archaeologist found among various wooden remains a wooden movable structure resembling a standing platform or rack thought to have been used to drive piles into the lake marl. The structure consists of two levels of six wooden planks arranged into triangles, three piles slid through holes in the triangles creating a sort of prism. The experiment had two parts: testing the efficiency of the above mentioned structure as a help to drive long piles into the marl and seeing how much effort is needed to drive a pile over-7m-long into about 4 metres of submerged sediment. Transporting the structure was easy as, without people standing on it, it floats. On the spot the pile was passed through the structure, people jumped onto the structure making it sink on the bottom. The three piles pushed into the marl and stabilised. The three people who were standing on the platform then lifted and dropped the large pile utilising gravity to drive it into the marl. The whole operation took slightly less than 10 minutes.



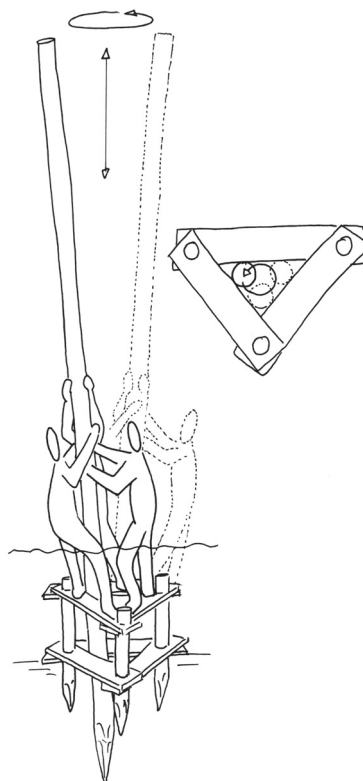
■ Obr. 17 Dřevěná konstrukce je částečně rozmontována a oddělena od zavedeného pilotu



■ Obr. 15a Pilot je ve vertikální poloze a tři lidé stojí na přenosné konstrukci, připraveni zavést pilot do jezerního jílů



■ Obr. 15b Schematické zobrazení začátku experimentu (tři lidé stojí na přenosné konstrukci, připraveni zavést pilot do dna, vodní hladina sahá po vrchol konstrukce) (Kresba: B. Pollmannová)



■ Obr. 16 Schematické zobrazení procesu zavádění pilotu do dna (kónická rotace, zvedání a pouštění pilotu) (Kresba: B. Pollmannová)