

# Kuželový vrták – nová možnost vrtání kamenných nástrojů v pravěku

Svým článkem navazuji na práci Roberta Trnky publikovanou v Živé archeologii (REA) 18, kterou rozšiřuji svým návrhem kuželové vrtací korunky pracující ve vodní lázni s volným abrazivem.

■ Jaroslav FIEGER

Využívám dlouholetých zkušeností z oboru zpracování kamene a inspirace knihou „Experiments in Egyptian archaeology“. Mé experimenty byly prováděny v kamenické dílně, kterou provozuji a na mnohých workshopech pro ověření v praxi. Vynechávám způsoby jak uvést do pohybu vrtací nástroj pro jejich četnost založenou víceméně na fantazii a tvůrčí dovednosti pracovníka.

Popisuji zásadní rozdíl mezi použitím vrtací korunky válcového a kuželového tvaru včetně způsobu výroby korunky z rohoviny.

## Úvod

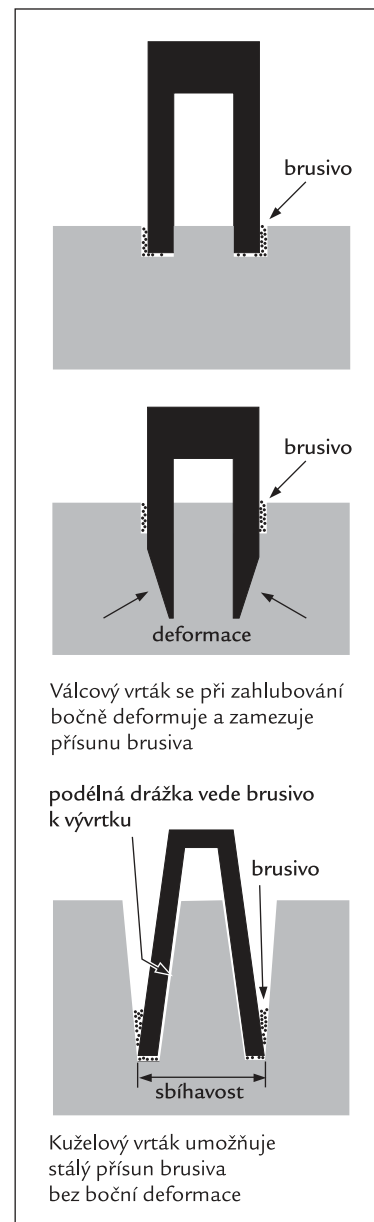
Na listopadovém semináři konaném v Deštném v Orlických horách v roce 2016 jsem prezentoval výsledky svých pokusů s primitivními způsoby vrtání a řezání kamene použitelných při výrobě kamenných broušených nástrojů.

Při pokusech jsem využil svých současných znalostí z oboru zpracování kamene, konzultací s archeology a studia odborné literatury z oboru archeologie a experimentu v archeologii. Pokusy byly zaměřeny

na již publikované způsoby založené na principu vrtání bezinkovou trubičkou (duší) včetně jejich variant a na nový způsob, který odstraňuje nedostatky tohoto vrtání.

## Postup

Z dochovaných nálezů (**obr. 1**) je zřejmé, že k vrtání byl používán dutý vrták a volné brusivo, pravděpodobně ostrohranný křemičitý písek. Pokusy prováděné s použitím bezinkové trubičky však svými výsledky neodpovídají vrtaným otvorům v kamenných nástrojích. Jedná se o vrtané průměry, kónický tvar vývrtu a jádra, stopy po vrtání. Docházelo zde i k nežádoucímu opotřebení vrtáku až do stavu, kdy ztratil svoji funkci a bylo prakticky nemožné jej nahradit novým. Bezinka o průměru cca 25 mm nemá téměř žádnou dužninu, po jejímž odstranění by došlo ke vzniku dřevěné trubky. Ze zjištění vyplývá, že vývrt do malé hloubky cca 1 cm nevytváří žádné potíže. Ty nastávají při dalším pokračování práce. Brusivo tím, že vrták má tvar válce, se nemůže dostávat do pracovní části na čele vrtáku jinak než podél stěny válce (**obr. 2**). Tím dochází k bočnímu opotřebení vrtáku do podoby kužele směřujícího do vývrtu. Vrták se stává zátkou, která neumožňuje koloběh brusiva a vznikajícího kalu. Obdélníkový svislý průřez stěny vrtáku je nahrazen trojúhelníkovým, čímž dochází ke zvětšení styčné plochy mezi vrtákem a kamenem. Při výměně vrtáku dojde velice rychle k deformaci obroušením o vnitřní stěnu vývrtu do stavu před výměnou. Při tomto



■ Obr. 2 Princip válcového a kuželového vrtáku.



■ Obr. 3 Kuželový vrták z mědi.



■ Obr. 1 Foto archeologického nálezu.

způsobu vzniká otvor s velikou sbíhavostí a nedokonalým vývrtkem neodpovídající nálezům.

Proto jsem navrhl nový způsob, který je založen na záměně válcového tvaru vrtáku za kuželový, jehož sbíhavost je směrem nahoru, tedy opačně než u vznikajícího otvoru. Kužel, který se postupně zavrtává do hloubky, neustále vytváří trojúhelníkovou mezeru, která zaručuje dobrý přísun brusiva a odstraňuje tření mezi stěnou vrtáku a otvorem. Při vrtání dochází k pomalému úbytku na délce vrtáku. Tím se postupně mění i vrtaný průměr a dochází ke sbíhavosti otvoru. Jádru je vybrušováno vnitřní stěnou vrtáku a dochází tak k opačné sbíhavosti než u otvoru. Aby bylo jádro dobře vybrušováno a nezpomalovala se tím rychlost vrtání, je třeba, aby byl kužel vrtáku opatřen svislou šterbinou (porovnej princip na **obr. 2**)

Jelikož stopy, které jsou zřetelné na nálezech, ukazují na tenkou stěnu vrtáku, cca 2–3 mm (**obr. 1**), rozhodl jsem se pro první pokusy použít měděný plech síly 2 mm, který jsem postupným žiháním vytvaroval do podoby kužele připevněného k dřevěnému dříku (**obr. 3**). Vycházel jsem při tom z odborné studie o vrtání kamene v Egyptě v době 4000 př. n. l., kde je použití mědi doloženo, a podle geologů se místní člověk mohl s mědí na našem území setkat v podobě přírodní mědi, což ale není archeologicky dokázáno. Nicméně první výsledky vrtání provedené tímto způsobem dopadly výborně. Tvar i rozměry vývrtu a jádra naprosto přesně odpovídají archeologickým nálezům (**obr. 4 a 5**). Bylo by vhodné provedení trašologického porovnání a chemické analýzy na možný výskyt pozůstatků mědi u nálezů a současného experimentu.

Při hledání náhrady mědi pro období neolitu jsem vyloučil kosti z důvodu nevyhovujícího průřezu a dostal se k pokusům s rohovinou. Po zjištění, že se dá rohovina vařením změkčovat a různě tvarovat, jsem vyzkoušel výrobu vrtáku z kravského rohu. Po změkčení, rozřezání pazourkovým nožem na díly a jejich vylisováním mezi horkými kameny, vznikl stočením kolem dřevěného kolíku kónického tvaru stejný vrták jako ten měděný (**obr. 6**). Došlo i k výrobě dřevěné stolice s kuželovými otvory, do kterých se rohovina zalisuje dřevěnou paličkou a usnadní tak výrobu vrtáku (**obr. 7**). První výsledky jsou velice slibné, vrták je funkční, jen zbývá ještě vyzkoušet použití kuželového vrtáku ze dřeva.

Princip vrtání, nebo i řezání kamene volným brusivem závisí na použitém brusivu a vhodném unašeči



■ Obr. 7 Souprava na výrobu vrtáku z rohoviny.



■ Obr. 4 Vrták s pokusným vývrtkem.



■ Obr. 5 Detail pokusného vývrtu.



■ Obr. 6 Vrták z rohoviny.





■ Obr. 8 Vrtací stolice s pokusnými vývrty.



■ Obr. 9 Vrtání rohovinou ve vodní lázni.

(nástroji), kterým se brusivo přitlačuje do kamene.

Brusivo musí být ostrohranné, tvrdší než broušený kámen a musí mít schopnost se zadíř do unašeče. Měkký unašeč (z měkkého dřeva) způsobuje, že se úlomky brusiva zanoří příliš hluboko a nemohou tak dostatečně působit. Tvrdý unašeč způsobuje rozemílání křehkého brusiva. Měkká měď, zdá se, že i rohovina a snad tvrdé dřevo mohou být vhodným materiálem. Výroba brusiva spočívá v rozdrčení v drtidle známém z výroby mouky. Nejdostupnější je křemen, ale mohly by sloužit i horniny s velkým množstvím granátů nebo granáty samotné. Zdá se, že drcený silicit je svými ostrými hranami vhodnější než krystalický křemen. Nevím, zda se u nás vyskytují naleziště

přírodního korundu, ale i ten jsem vyzkoušel a účinek byl vynikající.

Zařízení, která jsem používal, byly jednoduché dřevěné mechanismy (**obr. 8**) zajišťující polohu vrtáku proti materiálu. Jako pohon sloužil kožený řemínek napnutý v luku, ale ten se neosvědčil vzhledem k tomu, že při tahu k sobě a od sebe, namáhá vrták bočními tlaky a tak dochází k nežádoucímu bočnímu opotřebení. Lepší je pohon řemínkem drženým obouřucí a taženým pouze směrem k sobě.

Z hlediska výkonu se ukázalo, že rychlejší postup vrtání vykazuje střídavý pohyb vlevo a vpravo, který umožňuje při každém zastavení vrtáku sesunutí brusiva do vrtu. Naproti tomu jednosměrný otáčivý pohyb způsobuje odstředivání brusiva ven z vrtu. Při střídavém pohybu trval vývrt průměru 25 mm a délce 50 mm cca 1,5 hod., při jednosměrném 120 ot./min. 4,5 hod. Použit byl měděný vrták, přírodní korund a vrtáno do rohovce z lomu Bělce a markovického amfibolitu.

Při vrtání se vrták otáčí ve vodní lázni s brusivem ohraničeným jílovou zábranou, která je natmělena na povrch kamene okolo vrtáku (**obr. 9**). Mezi stěnou zábrany a vrtáku je mezera cca 2 cm pro snadný přísun brusiva a vody. Při větší mezeře se brusivo odstřeďuje směrem k zábraně a tím nemůže vytvářet potřebnou činnost. Při vrtání se prostřednictvím trojúhelníkové mezery mezi vrtákem a otvorem a svislé šěrby ve vrtáku dostává brusivo do pracovní části na čele vrtáku. Opotřebované brusivo a jemný kal jsou vyplavovány směrem vzhůru (porovnej s **obr. 2**).

Vznikající vývrtek je třeba, když to potřebná výška umožní, vylomit, aby se usnadnil další postup vrtání. I tyto stopy po výlomu jsou patrné na vnitřním povrchu otvorů nalezených nástrojů v podobě nepatrné změny na průměru vývrtu.

## Závěr

Vrtání otvorů do kamenných nástrojů z metabazitů, kontaktních rohovců i žuly se ukázalo s použitím vrtací korunky kuželového tvaru ve vodní lázni s brusivem jako velice funkční a časově mnohem méně

náročné, než při použití korunek válcových. Výhodou je usnadněný přísun brusiva do pracovní části vrtáku. Střídavý pohyb vrtáku umožňuje rychlejší cyklus při zásobení čerstvým brusivem a odplavování jemného kalu z vývrtu. Boční deformace vrtáku jsou minimalizovány. Během čtyřletého období pokusů na veřejnosti bylo prokázáno, že práce na vrtání je nenáročná a zvládají jí i děti od šesti let věku, které s radostí provrtávaly destičky amfibolitu do tloušťky cca 15 mm. Většina pokusů byla provedena s použitím měděného vrtáku. Vrtáky z rohoviny prokazují také dobrou účinnost, ale s větším úbytkem na délce vrtáku, se kterou je třeba počítat. Zbývá zjistit možnosti dalších materiálů, které by mohly nahradit měď, o které se domnívám, že mohla být i u nás využívána k vrtání v mladším období eneolitu.

## Použitá literatura

Stocks, D. A. 2003: Experiments in Egyptian archaeology. Stoneworking technology in Ancient Egypt. London.

## Summary

### Cone drill – a new drilling possibility

Drilling of holes into stone tools made from amphibolites, cherts and granite using a drill with a conical shape, water and abrasive material was shown as very effective and less demanding than using cylindrical drills. The advantage is an easier delivery of abrasive material into the working area of the drills. The alternating movement of the drill allows for faster cycles when supplied by fresh abrasive material and the fine sediment is then washed away. Side deformations of the drill are minimised. During four years of experiments with the public it was shown that the drilling is not demanding and can be handled by children from six years on, who enjoyed drilling amphibolite plates of up to 15 mm. Most experiments were carried out with a copper drill. Horn drills also show good efficiency but with greater loss of a drill length, which needs to be taken into account. We still need to test the possibilities of other materials which could replace copper. I believe that copper could have been used for drilling in our regions in the later Aeneolithic period.

Velké poděkování patří archeoložce Tereze Davidové z Muzea Podblanicka, která pomohla při porovnávání výsledků s originálními nálezy z lokality Bílý Kámen a také odbornými konzultacemi, Robertu Trnkovi za inspiraci a jeho článek v *Živě archeologii*.

Další dík patří všem, kteří s experimentem a rekonstrukcí v archeologii začali, pokračují a předávají své zkušenosti dalším.

Jaroslav Fieger, Pěšinky 238, 582 91 Světlá nad Sázavou, e-mail: j.fieger@seznam.cz