

Příspěvek k poznání vrtání neolitických kamenných broušených nástrojů

Počáteční experiment s kostěným vrtákem

Stat! prezentuje pokračování experimentu vrtání kamene s použitím brusiva připraveného pomocí drtičů. Po počátečním experimentu s měděným vrtákem (Tichý 2018) typu, který vyvinul J. Fieger (v tomto svazku), popisují zde sérii tří pokusů. Cílem bylo použít typ vrtáku odpovídající neolitu. V prvním pokusu to byl vrták z rohoviny (jak navrhl J. Fieger, v tomto svazku), nově autorem této statí ve druhém pokusu vrták z kosti jelena, ve třetím ze srny. Pokusy potvrdily, že i při vrtání válcovitým kostěným vrtákem vzniká kónický vývrtek srovnatelný s neolitickými originály. Kostěný vrták ubývá dvakrát pomaleji než vrták rohovinový. Vnitřní průměr vrtáku je třeba uchovat ve stálém průměru. K tomu dobře slouží pískovcový výstružník. Důležité je, že kost metakarpu vysoké zvěře používaná v pravěku např. i k výrobě šidel představuje materiál reálněji dosažitelný v neolitu v porovnání s rohovinou. Jako brusivo byl používán při pokusech křemen, silicit a jaspis. Z nich nejnižší výkon měl silicit, nejdostupnější je křemen. Použití ostrohranného křemene jako brusiva tak nadále zůstává pravděpodobné. Archeologické nálezy křemenných valounů a drtičů na neolitických lokalitách jsou s tím v souladu.

■ Radomír TICHÝ

Po sérii pokusů s vrtáním otvorů kamenných broušených neolitických seker a teslic (Knotek – Tichý 2011; Trnka 2016; Fieger v tomto čísle) je třeba porovnávat archeologické doklady výrobního řetězce (vývrtky, výstružníky, drtiče/otloukače, nedovrtané otvory) s výslednými replikami. Důležité je také uvědomit si správnost použitých surovin replik v daném období z těch částí výrobního řetězce, který prozatím není archeologicky zachytitelný (vrtáky, brusivo, podložky).

Po sérii tří pokusů s organickými vrtáky popsanými v této statí (do května 2019) se autor v Národním archeologickém muzeu Kréty seznámil s bronzovým válcovitým vrtákem stejného tvaru i způsobu uchycení pomocí dvou drobných otvorů na jeho okraji (obr. 1), tedy s konstrukcí tvarově shodnou s použitým kostěným vrtákem. V době bronzové Kréty byl dutý válcovitý vrták používán při výrobě nádob z kamene. První fáze postupu, při které vznikají vývrtky z kamene, je shodná s vrtáním otvorů neolitických broušených

kamenných seker. Kréta zatím představuje bližší geografickou analogii než soudobý Egypt, byť časově odlišnou.

Metakarpus vysoké zvěře se ukázal být vhodnou kostí k výrobě válcovitého vrtáku (obr. 2). Od vrtáku minojského se odlišuje přirozenou drážkou kosti (obr. 3), která může plnit úlohu zářezu doporučeného J. Fiegreem (v tomto svazku). Zářez slouží k prolnutí brusiva i na vnitřní stranu dutého vrtáku. Přirozený zářez mohl vést k objevu uvedené funkce.

Experiment s dutým válcovitým vrtákem

Níže jsou zmíněné pokusy popsány pomocí tabulek s údaji o datu a času vrtání, přibývajících hloubkách otvoru, aktuální délce a úbytku vrtáku, použité hrubosti brusiva (4 je jemnější než 3), čísle použitého vrtáku, později i hmotnosti závaží přitlačujícího vrták. V poznámce jsou uvedeny údaje o druhu brusiva (pokud není uvedeno jinak, jde o křemen) a změny



■ Obr. 1 Válcovitý bronzový vrták mezi ostatními nástroji k opracování kamene, v pozadí kamenné vývrtky, minojská kultura, Kréta, Heraklion muzeum.



■ Obr. 2 Kostěný válcovitý vrták jako příklad, vrták používaný při zde uvedených pokusech.



■ Obr. 3 Přírodní drážka na kosti vysoké zvěře; po úpravě vnitřního průřezu výstružníkem se může změnit v zářez ve stěně vrtáku.

Vrtání rohovinou/parohem



1 cm

■ **Obr. 8** Větší vývrtek pokusu 1 s rýhami po obvodu; ty mohou (a nemusí) vzniknout v závěrečné fázi vrtání

Datum	Hloubka otvoru (mm)	Délka vrtáku (mm)	Brusivo	Doba vrtání (hod.)	Číslo vrtáku	Poznámky
3.–11. 8.	–	–	–	4	1	
21. 9.	–	–	–	0,5	1	
27. 9.	6,5	70,5	–	1	2	Nový vrták – délka na začátku 70,5 mm, průměr 25,5 mm
27. 9.	7	60,5	–	1	2	
5. 10.	8	53	–	1	2	
5. 10.	9,3	40	–	1,5	2	Průměr vrtáku 22,1 mm
9. 10.	10,5	51 do 38	4	1	3	Nový vrták – délka na začátku 51 mm
11. 10.	11	20	3	1	3	
12. 10.	12,4	40 do 19,5	–	1	4	Nový vrták – délka na začátku 40 mm
12. 10.	13,4	11	–	1	4	
15. 10.	14	4	–	0,5	4	
15. 10.	14,2	27 do 12	–	1	*3	* Obnovený vrták č. 3 / nakonec nasazen vrták z rohoviny č. 5
17. 10.	15,2	35	–	1	5	
18. 10.	15,7–16,4	29 do 19	–	2	5	
28. 10.	17	9	–	1,5	*1	* Nasazen parohový vrták č. 1
29. 10.	18	76 do 50	–	2	*2	* Nasazen nový parohový vrták č. 2
12. 11.	19	49 do 36	4	1	*4	* Rohovina č. 4
13. 11.	19,6	26	4	1	4	
15. 11.	20	23	*4	1	4	* brusivo silicit
15. 11.	20	16	*3	1	4	* brusivo silicit
15. 11.	20,5	69 do 56,5	3	1	5	Nový rohovinový vrták č. 5 – délka na začátku 69 mm
19. 11.	22,4	39	*3	0,75	5	* Křemen
19. 11.		56	–	1	6	Nový vrták č. 6
20. 11.	23,2	22	3	–	6	
21. 11.	24	31 do 25	4	0,35	*5	* Upravený vrták č. 5
21. 11.	25	59 do 39	3	0,65	*7	* Nový vrták č. 7
22. 11.	25	32	4	1	7	
22. 11.	–	62	4	–	*8	* Nový vrták č. 8
23. 11.	26	44	4	0,75	8	
25. 11.	26,5	31	3	0,75	8	
26. 11.	27,4	47 do 37	3	1	*	* Nový kostěný vrták
28. 11.	28,5	52 do 40	–	0,5	*9	* Nový rohovinový vrták č. 9
30. 11.	30	103 do 86	4	1	*10	předchozí zničen, nový rohovinový vrták č. 10
1. 12.	31,6	61	4	1	10	
3. 12.	32,6	45	3	1	10	
4. 12.	34	92 do 78	4	1	*11	Nový rohovinový vrták č. 11
5. 12.	35	58	4	1	11	Utržen vývrtek – šířka 10 mm / délka 35 mm / šířka 16 mm
6. 12.	36,3	45 do 36	4	1	*10	* Vrták č. 10 opraven
6. 12.	38,6	11	3	1	10	
7. 12.	41	41	3	1	*10	Vrták č. 10 upravený
7. 12.	42,6	95 do 62	3	1	*12	* Nový vrták č. 12
7. 12.	45,5	48	3	0,75	12	
Celkem:				42,5		

■ **Tab. 1** Záznam průběhu pokusu s rohovinovým a parohovým vrtákem (pokus 1)

vrtáku. Aktuální změna délky vrtáku je uvedena buď jako interval číselných údajů „od – do“, nebo jako jediný číselný údaj představující konečnou hodnotu zkrácení. Vrtaným kamenem byl ve všech případech metabazit typu Pojizeří.

Pro rotaci vrtáku byl použit stále princip „štorchovského vrtacího přístroje“ používaný mimo jiných i J. Fiegrem a autorem této

statí (Tichý 2018). O vrtacím zařízení v neolitu jsme schopni říci jen to, že umožňuje nejen rotaci vrtáku, ale i to, že upevnění vrtaného kamene je natolik stabilní v daném směru, že občas způsobilo i nechtěné odchýlení od ideálního směru otvoru doložené na originálních vrtaných artefaktech. Kámen byl zřejmě upevněn tak, že jeho polohu nebylo možné přesně kontrolovat.

Práce se účastnili dva experimentátoři, což umožnilo srovnávat dosažené výsledky.

Pokus 1

(tab. 1; obr. 4)

Otvor: průměr horní 30 mm – průměr dolní 18,3 mm, hloubka otvoru: 45,5 mm.

Vývrtek: průměr nahoře 10 mm, dole v hloubce 34,6 průměr 16 mm (Obr. 8), nový průměr 12 mm nahoře a délka 9 mm.

Při pokusu byly použity rohovinové a dva parohové vrtáky (obr. 5 je znázorňuje po použití a obr. 6 ukazuje nové rohovinové vrtáky). Při vrtání vznikl vývrtek více kónického tvaru, než je u originálů běžné (obr. 7). Rýhování na plášti vývrtku představuje stopy spojené s problémy vrtání (obr. 8), nemusí se vyskytovat na výsledném vývrtku.



■ Obr. 4 Pokus 1. Kámen provrtaný rohovinovými (a parohovými) vrtáky; vývrtek po jeho nezáměrném vylomení a drobný vývrtek vzniklý dovtáčením otvoru.



■ Obr. 5 Příklady dvou opotřebovaných rohovinových a dvou parohových vrtáků z pokusu 1.



■ Obr. 6 Rohovinové vrtáky připravené k použití; na vrtáku vpravo je vidět zajištění vrtáku drobným čepem, stejně jako u vrtáku doby bronzové (zde obr. 1).



■ Obr. 7 Počáteční fáze vrtání v pokusu 1.

Vrtání kostí jelena

Datum	Hl. otvoru (mm)	D. vrtáku (mm)	Brusivo	Vrtání (hod.)	Hmotnost závaží (g)	Číslo vrtáku	Poznámky
10. 12.	2	31–17	4	1	–	1	
11. 12.	–	17	3	–	–	1	
12. 12.	3	8	4	0,75	–	1	
18. 12.	3,8	70–62	4	1	–	2	
19. 12.	4,2	53	3	1	835	2	
19. 12.	5	45	4	1	1040	2	vrták č. 2 prasknul – oprava
20. 12.	5,8	59–50	4	1	482	3	
20. 12.	6,4	38	3	1	482	3	
21. 12.	6,6	33	4	1	1050	3	
21. 12.	7,2	26	4	1	510	3	
26. 12.	8	18	4	1	510	3	konec vrtáku
26. 12.	–	107	–	–	–	*4	* nový vrták č. 4
28. 12.	8,4	96	4	1	–	4	
2. 1. 2019	9,2	79	3	1	347	4	
2. 1.	10,4	67	4	1	347	4	stěna vrtáku před úpravou – tedy silná
3. 1.	10,6	58	4	1	347	4	stěna vrtáku = 2,2–2,8
3. 1.	11	40	3	1	347	4	stěna vrtáku 3 mm
4. 1.	11,6	28	4	0,5	347	4	
6. 1.	12,4	103–92	4	1	347	*5	* nový vrták č. 5 / stěna vrtáku = 2,9 mm
7. 1.	12,8	83	4	1	347	5	stěna vrtáku 3 mm – protažen vnitřní otvor a vnější kost 1/3 obvodu
8. 1.	12,9	76	4	1	347	5	šířka vrtáku = 2,8 mm / vrtání s nízkou hladinou vody – jen v otvoru
9. 1.	13,6	63	4	1	580	5	výplachy po 1/4 hodiny
9. 1.	14,6	50	4	1	220	5	výplachy po 1/4 hodiny / při nižší zátěži lepší výkon
10. 1.	15,4	31	4	0,75	220	5	výplachy po 1/4 hodiny / na konci vrtáku to dře – nedá se vrtat; průměr zátky 15 mm
10. 1.	15,6	103–99	–	1	220	*6	* nový vrták č. 6 / tloušťka stěny 2 mm
11. 1.	16,6	86	4	1,25	220	6	výplachy po 1/4 hodiny / stěna vrtáku 3 mm
14. 1.	17,6	76	4	1	220	6	výplachy po 1/4 hodiny / stěna vrtáku 4 mm
16. 1.	17,8	23	4	0,5	–	*5	* dokončen vrták č. 5
16. 1.	18	70	4	0,5	–	6	protážený vnitřní průměry / síla stěny 3 mm
17. 1.	19	58	4	1	–	6	tloušťka stěny 3,2 mm
21. 1.	19,4	46	–	1	–	6	vrták přepracován na delší tyčku – vybroušen vnitřní průměr a obvod upraven
22. 1.	20,2	33	4	1	–	6	síla stěny S = 3 mm
23. 1.	20,5	23	4	1	–	6	síla stěny S = 2,2 mm
23. 1.	21,4	107–98	4	1	–	*7	* nový vrták č. 7 / síla stěny S = 3 mm
24. 1.	22,3	85	4	1	220	7	S = 2,6
24. 1.	22,6	74	4	1	300	7	S = 2,3
28. 1.	24	52	4	1	300	7	S = 3
29. 1.	24,6	33	4	1	300	7	S = 3 / 1/2 hodiny vrtáno bez závaží
30. 1.	24,9	29	4	0,25	–	7	S = 2,3; průměr vrtáku 24 mm
15. 3.	26–26,6–27	132–114–98	4 a 3	2:50	290	*8	* nový vrták č. 8 / S = 1,5–2 mmn / vnitřek vrtáku se neprotáčí
19. 3.	28	88–64	4	1	433	8	vrták otočený
19. 3.	28	49	4	0,75	–	8	
20. 3.	29	109–91	–	1	–	*9	* nový vrták č. 9
20. 3.	29,9	140–120	4	1	290	*10	* nový vrták č. 10
20. 3.	30	112	4	1	290	10	vrtal do vnitřku vnitř. průměru – vrták byl 13 mm – nelze zúžit zátky
20. 3.	30,5	135–125	4	0,5	290	*11	* nový vrták č. 11
21. 3.	31,1	106	4	1,25	290	11	
21. 3.	31,5	99	4	0,5	290	11	
21. 3.	32	82	4	0,75	290	11	
21. 3.	33	61	4	1	290	11	
22. 3.	33,8	58–42	4	1	290	*11	* otočený vrták č. 11
22. 3.	34,7	*110–90	4	1	290	–	* upravený vrták
25. 3.	35	133–120	4	1	290	*12	* nový vrták č. 12
26. 3.	35,8	103	4	1	290	12	mezikruž 0,7 cm
27. 3.	36,8	88	4	0,75	290	12	
27. 3.	38,1	66	4	1	290	12	
28. 3.	38,8	45	4	1	290	12	
28. 3.	39,2	34	4	0,5	290	12	
29. 3.	40	106–87	–	0,75	405	*13	nový vrták č. 13 – rohovina
Celkem:				54			

■ Tab. 2 Záznam průběhu pokusu s kostěným vrtákem z jelena (pokus 2).

Pokus 2

(tab. 2; obr. 9)

Otvor: průměr horní 24,8 mm – průměr dolní 18,3 mm, hloubka otvoru: 41,3 až 42,8 mm.

Vývrtek: průměr nahoře 9,9 mm, dole 16,5 mm, 3 cm od vrchního průměru 11,2 mm, délka 41,3 až 42,8 mm.

Kostěný válcovitý vrták byl klasicky nasazen na rovnou neupravenou plochu kamene (obr. 10). Broušení vnitřního otvoru výstružníkem přetvořilo přirozenou rýhu kosti na zářez (obr. 11).



■ Obr. 11 Dva z kostěných vrtáků použitých při pokusu 2; vpravo vidět přechod od přirozené drážky na kosti v zářez vrtáku.



■ Obr. 10 Příprava na vrtání, pokus 2.

Vrtání kostí srny

(hmotnost závaží u všech 290 g)

Datum	Hloub. otvoru (mm)	Délka vrtáku (mm)	Brusivo	Doba vrtání (hod.)	Číslo vrtáku	Poznámky Údaje o brusivu a vrtáku
10. 4.	1,6	40–29	4	1	1	vrták není centrálně; průměr vrtáku 14 mm
10. 4.	2,8	20	4	1	1	
10. 4.	2,8	8	*4	1	1	* hořický pískovec
11. 4.	4	80–79	4	1	*2	* nový vrták č. 2
11. 4.	5–6	58	*3/4	1	2	*3 – 80% / 4 – 20%
11. 4.	5,8–6,3	49	4	1	2	
14. 4.	6,6–7,2	38	*	1	2	* pískovec
18. 4.	7,6–8	22	*	1	2	* křemen
19. 4.	8,6	67–51	*	1	3	* křemen / nový vrták č. 3
21. 4.	9,8–10	28	4	1	*3	* vrták praskl – částečně se vyštípl
23. 4.	10,6	10	4	0,5	**3	** vrták byl hodně vyštípnut (měl širokou drážku) přesto vrtal 7,8 mm
29. 4.	11,8	83–58	4	1	*4	* nový vrták č. 4
3. 5.	12,6	28	4	1	4	
3. 5.	13	16	4	0,25	4	konec vrtáku
5. 5.	14,4	84–60	4	1	*5	* nový vrták č. 5
6. 5.	14,8	47	4	0,75	5	
10. 5.	15,8	20	4	1	5	konec vrtáku
12. 5.	16,8	80–56	4	1	*6	* nový vrták č. 6 / vrták je prasklý
13. 5.	18,6	40	4	1	6	
16. 5.	19,4	23	4	0,75	6	konec vrtáku
16. 5.	20,5	43–25	**4	0,75	*7	* nový vrták č. 7 / konec vrtáku / ** silicit
19. 5.	21,4	113–98	4	1	*8	* nový vrták č. 8
20. 5.	22,4	83	4	1	8	
21. 5.	23,4	59	*4	1	8	* silicit
22. 5.	24,3	43	4	1	8	
23. 5.	29	33	*4	0,5	8	* silicit / kámen dovtán

Celkem: 23,5

■ Tab. 3 Záznam průběhu pokusu s kostěným vrtákem ze srny (pokus 3).



■ Obr. 9 Pokus 2. Kámen provrtaný kostěnými vrtáky; vývrtek.

Pokus 3

(tab. 3; obr. 12)

Otvor: průměr horní 18 mm – průměr dolní 11 mm, hloubka otvoru: 29 mm

Vývrtek: průměr nahoře 4 mm, dole 9 mm
délka vývrtku 22 mm



■ Obr. 12 Pokus 3. Kámen provrtaný parohovými vrtáky menšího průměru; vývrtek.



■ Obr. 13 Polotovary vrtáků ze srnčích kostí pro pokus 3.



■ Obr. 14 Použité vrtáky ze srnčích kostí při pokusu 3; uprostřed vrták s více zářezy.



■ Obr. 15 Štípání valounů křemene jako mezistupně přípravy brusiva.



■ Obr. 17 Pracovní stopy na použitých drtičích.



■ Obr. 19 Experimentální použití výstružníku při úpravě kostěného vrtáku.

Vrtáky (obr. 14) vzniklé z polotovary srnčích kostí (obr. 13) vytvořily otvor menšího průměru, přesto rozměrů známých i z originálních nálezů.

Brusivo a jeho výroba

Při přípravě brusiva byl zvolen nový postup. Valoun nebyl tříštěn přímým úderem, kdy se zlomky kamene rozletají po okolí, ale štípáním ústěpů z valounu (obr. 15). Následně byly ústěpy roztloukány na pevné podložce a drceny. Těmto postupům dobře odpovídá nejen název nástroje „drtič/otloukač“, ale i pracovní stopy na nástroji (obr. 17). Zajímavé je, že neinstruovaný pracovník použije intuitivně valoun drtiče na jeho širší straně (obr. 16). Na originálech jsou pracovní stopy zjevné na hraně valounu či na jeho kratší straně, což odpovídá cílenému jemnému drcení. To lze spojit se snahou vyrobit jemné brusivo stejné hrubosti. Výslednou drť lze sice přesíváním rozdělit na frakce hrubosti, ale i roztríděné větší zlomky kamene je nutné znovu drtit dál. Když je nadrtíme hned co nejjemněji, zkracujeme dobu výrobního procesu. Při každém dalším drcení se dostávají do brusiva příměsi, které se obtížně odstraňují.

Aby byla testována účinnost křemene jako brusiva, byly použity jako brusivo i jiné suroviny (silic, jaspis) nebo jejich formy. Konkrétně i křemen získaný nadrcením pískovce od Hořic, ne tedy drcený valoun. Co se křemene týká, mírně účinnější byl drcený valoun. Z dalších surovin se jako málo účinný jeví silic a obdobně účinný,



■ Obr. 16 Drcení zlomků křemene.

možná trochu více, jaspis. Pokud se zamyslíme nad nutností silicit i jaspis transportovat, vychází křemen z valounů jako optimální druh brusiva.

Srovnání s archeologickými doklady

Nutnou součástí úvah je srovnání výsledků pokusů s archeologickými nálezy. Důležitým zdrojem informací jsou samotné vývrtky. Dle vzhladu a délky je můžeme rozdělit do dvou skupin, na krátké a dlouhé. Příkladem jsou vývrtky z neolitické lokality Obědovice u Hradce Králové (obr. 18). Krátké vývrtky mohou pocházet buď z nástrojů malé tloušťky, nebo jsou důkazem nezáměrného vylomení vývrtku (jako v pokusu 1), nebo záměrného vylamování vývrtku, které předpokládá J. Fieger (*v tomto svazku*). Samotná existence dlouhých vývrtek, které jsou cílem pokusů autora této stati, svědčí o nutnosti použít natolik dlouhý vrták, který by umožnil uchovat vývrtek v úplnosti po celou dobu vrtání. Vývrtek slouží i k tomu, že vede a usměrňuje vrták ve vznikajícím otvoru. Takové vedení potřebuje vrták z organického materiálu. Tedy vrták na úrovni neolitu.

Výstružník je autorem této stati (Tichý 2018) považován za nástroj nejen k úpravě ostré hrany vzniklého otvoru, za což je běžně pokládán, ale i za nástroj sloužící k úpravě vnitřního otvoru kostěného vrtáku (obr. 19). Pro uchování celistvosti vývrtku je pravidelnost vnitřku vrtáku nutným předpokladem. Výstružník také zeslabuje stěny



■ Obr. 20 Zbytek použitého kostěného vrtáku.

kosti na tloušťku, která se dle dosavadních pokusů autora pohybuje okolo 3 až 4 mm. U kovového (měděného) vrtáku není nutné tento problém řešit.

Zbytky kostěného opotřebovaného vrtáku jsou ve velikosti zanedbatelné (obr. 20). I z celkového počtu vrtáků nutného k realizaci jednoho otvoru se příliš nedochová (obr. 21). A to je navíc možné, že delší zbylé vrtáky byly použity při vrtání počátečního dalšího otvoru a tím byly rovněž zkráceny. (Počátek otvoru je vhodnější začít kratším vrtákem.) Tedy před vstupem do procesu archeologizace mohly zbývat nenápadné kostěné kroužky, nejen obtížně dochovatelné, ale i snadno přehlédnutelné.

V minulosti se do sbírek muzeí mohly přednostně dostat větší reprezentativnější kusy, přesto kratší kusy z archeologických výzkumů známe (obr. 18). Počty krátkých a dlouhých vývrtek, resp. poměr těchto počtů může být tím značně zkreslený. Znovu je ale nutné zopakovat, že samotná existence dlouhých vývrtek a jejich prozatímní převaha v použité technologii nutně předpokládá jejich uchování v procesu vrtání.

Závěr

Průběh dalších pokusů a získání dovedností přineslo některá, stále ještě dílčí, zobecnění.

1. K přitlaku vrtáku stačí závaží o hmotnosti 350 g, ne těžší než 500 g. Vyšší síla přitlačení vrtáku nezvyšuje jeho účinnost.

2. Jako optimální se jeví brusivo hrubosti 4, tedy velikosti zrn pod 1 mm.
3. Proplachování otvoru při vrtání se jeví optimální po 10 až 15 minut. To souvisí s množstvím použitého brusiva, které není velké.
4. Pro vrtání lze využít nižších otáček, nemusí jít o maximální otáčky.
5. Po obroušení vrtáku zbývá jen malý zbytek, který je archeologicky obtížně zachytitelný.
6. Vnitřní průměr vrtáku je třeba uchovat ve stálém průměru. K tomu dobře slouží pískovcový výstružník.
7. Síla stěn vrtáku z kosti srny odpovídá 2 až 2,5 mm, z kosti jeleňa 4 až 4,5 mm.
8. Za optimálně použitelné brusivo lze zatím označit drcený křemen.
9. Vrták z rohoviny ubývá použitím dvakrát rychleji než vrták kostěný. Kostěný vrták se jeví jako dostupnější.
10. Prozatím dosažené časy vrtání nelze považovat za finální. U pokusu 2 a 3 např. celkový čas silně ovlivňovala špatná dostupnost a kvalita kostí pro výrobu vrtáků. Za zásadní považují poznání, že metabazit typu Pojizeří je odolnější (časy vrtání stejným způsobem jsou dvakrát či třikrát delší) než amfibolit (poznání z dalších zde zatím nezveřejněných pokusů). V případě 4 cm hlubokého otvoru v metabazitu lze za potřebný čas prozatím považovat 1 mm/hod., tedy výsledný čas kolem 40 hodin. Takový čas bude v budoucnu nutné uvést do dalších souvislostí o časové náročnosti výroby broušených kamenných nástrojů neolitu, včetně jejich prestiže v tehdejší společnosti.

Poděkování

Autor děkuje spolupracovníkům Stanislavu Lukšovi a Karlu Kučír-kovi za podnětné diskuze v průběhu vrtání.

Použitá literatura

- Knotek, J. – Tichý, R. 2011: Vrtání broušených seker v neolitu. O úloze zkušenosti a dovednosti, *Živá archeologie. (Re)konstrukce a experiment v archeologii* 12, 19–28.
- Rulfs, J. 1984: Příspěvek k poznání neolitické kostěné industrie v Čechách, *Archeologické rozhledy* 36, 241–260.
- Tichý, R. 2018: Archeologický kontext výrobního řetězce neolitických kamenných broušených nástrojů a makrolitických artefaktů, *Živá archeologie. (Re)konstrukce a experiment v archeologii* 20, 15–22.
- Trmka, R. 2016: Dutý vrták a kámen – vše dávno známé?, *Rekonstrukce a prezentace archeologických objektů* 5, 18–22.

Summary

Contribution to our knowledge of drilling holes in Neolithic stone polished tools. An introductory experiment with a bone drill

The article presents the continuation of an experiment of drilling into stone with abrasive material prepared with the help of crushers. After the initial experiment with a copper drill (Tichý 2018) of a type developed by J. Fieger (in this volume), I will describe here a series of three experiments. The experimental aim was to use a drill which could have been used in the Neolithic. The first experiment used a horn drill (Fig. 4) (as suggested by J. Fieger, in this volume), the second experiment used a drill made from a red deer bone (Fig. 9) and the third a drill from a roe doe bone (Fig. 12). The experiments confirmed that drilling with a cylindrical bone drill creates a conical core comparable to the Neolithic originals. A bone drill decreases half as quickly as a horn drill. The inner diameter of the stone drill has to be kept stable for which it is possible to use a sandstone turner (Fig. 19). It is important to note that deer metacarpal bones were used in prehistory to make for example awls. They are material which was easier to access than horn in the Neolithic. As an abrasive material we used quartz, chert and jasper during the experiments. From these materials chert had the lowest performance, while quartz was the most available. Quartz use as an abrasive material therefore is the most probable. Archaeological finds of quartz stones and crushers on Neolithic sites seem to accord with this conclusion.



■ Obr. 18 Krátký a dlouhý vývrtek z archeologické lokality Obědovice u Hradce Králové.

Radomír Tichý, Univerzita Hradec Králové, Katedra archeologie, tichy.radomir@seznam.cz



■ Obr. 21 Zbytky použitých kostěných (jediný vpravo rohovinový) vrtáků pokusu 2; delší z nich by bylo možné použít pro nové počáteční vrtání kamene.