# *Archeologický kontext výrobního řetězce neolitických kamenných broušených nástrojů a makrolitických artefaktů*

## Počáteční experiment

**Stať prezentuje počáteční experiment vrtání otvoru pro násadu neolitického kamenného broušeného nástroje pomocí dutého vrtáku, jehož konstrukci vyvinul český kameník Jaroslav Fieger (nepubl.), a také dřívější zkušenosti autora se štípáním/otloukáním a broušením metabazitu typu Pojizeří. Cílem pokusu nebylo řešit konstrukci vrtáku, ale testovat použití brusiva z drceného křemene. Pokus důsledně používal repliky křemenných drtičů k rozmělňování brusiva různé hrubosti, které vyžadoval zahlubující se dutý vrták z mědi. Ten nebyl autentický pro podmínky mladší doby kamenné, ale jeho přesná konstrukce zatím není známa a prozatím odpovídá pracovním stopám svými vlastnostmi vrták měděný (jako usměrňovač brusiva). Výsledkem pokusu byl celistvý vývrtek mírně kónického tvaru v délce přes 4 cm, který tvarem odpovídá originálním předlohám. Na rozdíl od předchozích pokusů J. Fiegera byl použit jako surovina metabazit typu Pojizeří, nejčastější surovina neolitu. Použití ostrohranného křemene bylo dáno praktickým předpokladem J. Fiegera, možné použití křemene jako suroviny mohou dokládat archeologické nálezy křemenných valounů a drtičů na neolitických lokalitách kultury s vypíchanou keramikou a závěru kultury s lineární keramikou na trase budoucí dálnice D11 mezi Hradcem Králové a Jaroměří v letech 2017 a 2018.**

Radomír TICHÝ

Tématu makrolitických neolitických kamenných artefaktů ve smyslu terminologie použité *Milanem Ličkou* (*et al. 2014*, 7–8) – tedy všemu, co se nehlásí k neolitické štípané industrii – se věnovaly již generace našich archeologů neolitu v několika časových etapách. Nejprve *Slavomil Vencl* (*1960*) a *Tomáš Velímský* (*1969*), poté *Ivan Pavlů* s *Janem Rulfem* (*1991*) a *Milan Salaš* (*1984*), nejnověji *Jaroslav Řídký* (*et al. 2012*) a *Daniel Stolz* (*2009*). To určuje i pozici jubilanta tohoto čísla Ivana Pavlů v daném tématu, když vyhodnotil částečně uvedené artefakty z výzkumů v Bylanech u Kutné Hory. Patří k nim broušená kamenná industrie, mlecí kameny, brousky, otloukače a další nástroje.

Tyto artefakty mají pro nás ne zcela zřetelné vzájemné vazby související s jejich používáním nebo výrobou. Koncept vysvětlení funkce a výroby pomocí deskripce předmětů podle vybraných vlastností zatím selhává a experimenty zatím problém neřeší, resp. nabízejí příliš širokou interpretační škálu. Důvodem toho je velká časová náročnost experimentů a často v současnosti marné hledání základního principu použité technologie. K experimentům patří otloukání polotovarů, jež jsou archeologicky doložené v hrubém tvaru, broušení, které je na tradovaných pískovcových brouscích či brusech časově velmi náročné, vrtání otvorů dutým vrtákem pro násadu nástroje či řezání kamene, o němž nevíme téměř nic mimo dokladu jeho existence. K uvedeným technologiím mohly být používány archeologicky doložené palice/otloukače, dále drtiče, brousky, výstružníky, kruhová závaží s centrálním otvorem nebo i polyfunkční mlýny či brusy. Část těchto artefaktů se nalézá v silně fragmentarizovaném stavu, většina pak nese pracovní opotřebení pro nás neznámého původu.

Experimenty provedené a publikované v zahraničí jsou našimi autory vykládány často různě. Například jednoruční otloukače s ostřeji zaoblenými pracovními ploškami považuje *M. Lička* (*et al. 2014*, 35) za vhodné ke zdrsňování pracovních stran mlecích kamenů, *Pavel Burgert* (*2017*, 112, 119) otloukače rozděluje na kladívka (vznikají reutilizací broušeného nástroje) a otloukače (z křemenných říčních valounů) s použitím při úpravě mlýnků či roztloukání kostí, kdežto *D. Stolz* (*2009*, 224, 298) vyhlazení na otloukači přičítá funkci drtiče/těrky (rozmělňování barviv a příměsí do keramiky či rozemílání masa a kostí) nebo jemnějšího otloukače (běžný otloukač má na povrchu pracovní části jemné výlomy). Dle původních experimentů *Britty Rammingerové* (*2007*, 307–311) nesou nástroje stopy tvrdých úderů nebo velkého tlaku. Protože nástroj může být kombinovaný, používá označení otloukač/drtič. Na základě našich pokusů (*Tichý – Drnovský 2007*; *Tichý – Drnovský – Šída 2008*) otloukače ze stejných surovin, jako jsou kamenné broušené neolitické nástroje (většinou metabazit typu Pojizeří), sloužily k otloukání jejich polotovarů. A drtiče (včetně těch z křemene) jsou v této práci testovány jako nástroj k rozdrcení brusiva použitelného k podsypávání vrtáku. Více řešení nabízejí pokusy s vrtáním otvorů kamenných broušených nástrojů dutým vrtákem (*Knotek – Tichý 2011*; *Trnka 2016*; Fieger nepubl.). Zdá se, že nejdále v tomto pokročil J. Fieger, který definoval dutý vrták kuželovitého tvaru se štěrbinou v plášti kužele. Ta slouží k průchodnosti brusiva

■ **Obr. 1** *Vývrtek délky přes 4 cm z lokality D11 07/4c u Jaroměře.*

■ **Obr. 2** *Druhotně upravený otloukač/drtič z metabazitu z lokality D11 06/8 u Smiřic.*

■ **Obr. 3** *Primárně upravený otloukač/drtič z další suroviny z lokality D11 06/8 u Smiřic.*

■ **Obr. 4** *Otloukač/drtič z křemene s upravenou hranou z lokality D11 06/8 u Smiřic.*

vně i dovnitř vrtaného otvoru na vrtácích stejného typu dodnes. Na tento styl práce navazuje tato stať.

## *Možný archeologický doklad použití makrolitických neolitických artefaktů z výzkumů na trase budoucí dálnice D11 mezi Hradcem Králové a Jaroměří*

Na archeologických lokalitách D11 06/8 a D11 07/4c měl autor stati možnost v terénu ještě před celkovým zpracováním pozorovat možné části výrobního řetězce kamenných broušených nástrojů. Mimo běžných nálezů kamenných vývrtků (**obr. 1**), brousků a možných brusů z pískovce, tzv. závaží a výstružníků to byly mimo běžnějších druhotně upravených tvarů bývalé broušené industrie do podoby otloukačů/drtičů (**obr. 2**) také drtiče z křemene (**obr. 12** vpravo) nebo i dalších materiálů (**obr. 3**). Ty neodpovídaly otloukačům k výrobě kamenné štípané industrie (za osobní informaci děkuji Petru Zítkovi), ale dle autora této stati ani otloukačům použitelným k úpravě mlecích kamenů. Jejich menší hmotnost (okolo 200 g) nebyla vhodná k silnějším úderům, stejně jako použitá surovina – často valouny s prasklinami. Pracovní stopy byly jemné. Plošky byly umístěné nejčastěji na okraji či vrcholech valounu, v některých případech byly dvě plošky zbroušeny do podoby ostré hrany (**obr. 4**). Podařilo se rozeznat i zcela počáteční opotřebení kamene v podobě plošky i centimetru čtverečného. Takové artefakty nebyly druhotně upravené z předchozích nástrojů, ale jde o nástroje primární, byť ve shodě s *D. Stolzem* (*2009*, 298) jejich využitelnost můžeme považovat za krátkodobou. Nejde o artefakt neznámý, stejné z křemene uvádí *P. Burgert* (*2017*, 119) z blízké Jaroměře. Mezi Hradcem Králové a Jaroměří se vyskytovaly tyto otloukače/drtiče (pojem dle *D. Stolze 2009*) i na polykulturních lokalitách nejvíce v objektech neolitického stáří (předběžně pozorováno v průběhu výzkumu), a to soustředěné po jejich opuštění ve shlucích valounů křemene v objektech (**obr. 5**), použité jako dláždění na dnech pecí (**obr. 6**) nebo volně rozptýlené ve vrstvách zahloubených objektů. Přestože obsah výplní sídlištních objektů nemůžeme považovat za uzavřený nálezový celek (*Vencl 2001*), můžeme koncentrace potenciální suroviny předpokládat i k jinému užití (může jít také o přemístěný matriál z pecí či nespotřebované zásoby valounů ke stavbě pecí) než jen k výrobě drtičů z křemene. Takovým využitím by mohla být i výroba brusiva použitelného při vrtání, řezání i broušení kamene.

## *Dlouhý počáteční experiment*

K uvedené hypotéze autor přistoupil po sérii vlastních pokusů, které odhalovaly počáteční problémy na cestě k reálnému řešení. Základem všech byla práce s metabazitem typu Pojizeří jako surovinou na výrobu broušených nástrojů a s replikami autentických nástrojů a dalších surovin (např. hořický pískovec jako brus). Šlo o spolupráci s Václavem Drnovským (*Tichý – Drnovský 2007*; *Tichý – Drnovský – Šída 2008*) na tématu opracování polotovarů broušených nástrojů. Výsledkem byly velmi autentické polotovary budoucích nástrojů, které se dostaly na úroveň nalézaných originálů (i při účasti autora této stati na pokusech jistě především díky zručnosti V. Drnovského). Přesto ve výrobním řetězci zůstala důležitá nezodpovězená otázka. Poměrně nahrubo opracovaný polotovar buď vstupoval do fáze broušení v dané podobě a předpokládal masivní úbytek nerovností broušením, nebo existuje zatím archeologicky nedoložená verze pečlivě otlučeného polotovaru např. drobnými údery. Série těchto pokusů otloukání polotovarů a jejich následného broušení probíhala v rámci prezentace stanoviště výroby broušených nástrojů každoročně v Archeologickém parku Aubechies v Belgii v letech 2008 až 2017 (mimo roku 2012; **obr. 7**). Výsledkem pokusů byla série hotových výrobků (**obr. 8**). Zde je třeba upozornit na velikost výsledných nástrojů. V různých dílčích experimentech vznikají autenticky (surovina výrobku i brusu) snadno menší tvary, kdežto u větších tvarů se postup obroušení výrazně zpomaluje. Proto byl v Aubechies zároveň testován proces dalšího opracování polotovaru. Jeho výsledkem byla série otloukačů (**obr. 9**), které se opotřebením začaly podobat artefaktům nalézaným na neolitických lokalitách. Podobu polotovaru ale nejvíce ovlivnil

výchozí tvar daného kusu suroviny, často jeho přírodní odlučnost. Absence jizev vzniklých otloukáním byla východiskem ke vzniku hladkého povrchu nástroje. V roce 2016 byl v Aubechies autorem vyzkoušen neúspěšně i pokus s řezáním kamene založený na idejích vkládání drobných úštěpů silicitu jako u pokusů s vrtáním kamene rodinou Knotkových (*Knotek – Tichý 2011*).

## *Problém brusiva z drceného křemene a jeho příprava*

U výše uvedených technologií (broušení, řezání, vrtání kamene) používá J. Fieger brusivo, které je buď nutnou podmínkou fungování (řezání, vrtání kamene), nebo tento proces urychluje (broušení). Cílem zde uvedeného pokusu z roku 2018 bylo vyrobit ostrohranné křemenné brusivo pomocí otloukače/drtiče z metabazitu typu Pojizeří a z křemene a sledovat stopy jeho opotřebení. Ostrohranné brusivo je podle předchozích pokusů J. Fiegera mnohem účinnější než běžný písek. Testována byla hypotéza, že otloukače/drtiče z křemene mohly sloužit k drcení a roztírání jemného brusiva rovněž z křemene. Pro co nejlepší rozlišení pracovních stop byl k roztloukání křemene určen samostatný metabazitový otloukač, na kterém se v průběhu několikahodinové práce vyskytly mimo celistvější opotřebovanou plochu i jizvy po úlomcích metabazitu (**obr. 10** – nástroj uprostřed, cca 300 g hmotnost). Tento nástroj bylo možné porovnat s těžší palicí z metabazitu používanou původně k hrubému otloukání polotovarů nástrojů z metabazitu (**obr. 10** – nástroj vpravo, cca 450 g hmotnost). U něj byla celistvá opotřebená plocha hrubší. Nejjemnější povrch měl drtič z metabazitu používaný k drcení křemene tlakem (viz níže; **obr. 10** – nástroj vlevo, cca 350 g hmotnost).

Funkčnost uvedených nástrojů byla pro hypotézu odhadnuta následujícím způsobem: Problémem při roztloukání valounu křemene je rozlétávání odštípnutých kusů. Tomu lze ve fázi zmenšení úlomků na velikost kolem 1 cm dále zabránit přechodem nástroje od vertikálních úderů drcení k drcení tlakem kombinujícímu svislý a šroubovitý pohyb. Při dalším zmenšení zlomků se pohyb mění na otáčení nástroje kolem jeho osy (**obr. 11**). Mimo metabazitových byly použity i otloukače/drtiče z křemene. Ty se vyznačují rovněž přítomností viditelné hrany způsobené používáním na přechodu mezi používanou plochou a povrchem valounu (**obr. 12** – vpravo originální artefakt). Uvedená hrana však často vzniká výběrem valounu bez zaobleného povrchu, ale s přírodní plochou. Drtiče z křemene se uplatnily podobně jako ty z metabazitu, **obr. 12** ukazuje rozdíl mezi krátkodobě namáhaným drtičem (uprostřed) a drtičem po dvouhodinové práci (vlevo). Ten se vyznačuje jeho opotřebením až dovnitř valounu (světlejší odstín vlevo).

Důležitou součástí procesu roztloukání a drcení jsou i nutné pracovní podložky. Na neolitických sídlištích nám jejich zlomky nabízejí celou škálu použitých surovin a tvarů, které mohly, ale nemusely být k této činnosti používány. Při pokusu se k roztloukání nejlépe uplatnily podložky tvrdší, na nichž se do brusiva nemísily i příměsi z podložky. Výhodou měkčích podložek bylo, že zlomky roztloukaného či drceného křemene se rozlétaly na kratší vzdálenost, protože byly v podložce lépe „usazeny“. V tomto případě zanechávala činnost specifické stopy na podložce (**obr. 13**). Pro drcení bylo možné použít běžné pískovcové ploché podložky, na nichž aktivita nezanechávala zvláštní stopy (**obr. 14**).

Nezodpovězenou otázkou zůstává, zda v evropském či středoevropském neolitu byla brusiva používána. Ve vybraných neolitických objektech z trasy budoucí dálnice D11 s četnějším výskytem artefaktů (ŠI i BI) autor stati nechal provést plavení vzorků výplní z různých vrstev včetně experimentálně připraveného vzorku. Výsledkem byly sice i složky křemene odpovídající velikostí zde uvedenému pokusu, ale část zrnek byla zaoblených v podobě zrnek pocházejících z běžného písku. Výsledky tedy nedokládaly přesvědčivě přítomnost brusiva. Srovnání umožňují rovněž etnoarcheologická pozorování z Nové Guineje (*Pétrequin – Pétrequin 2006*, 215–319). V pohoří Chambri na Nové Guinei je doloženo donášení křemene ze zdroje 3 km vzdáleného. Tím se řeší nedostatek pískovcových hornin v dané oblasti k broušení kamenných seker. Způsob je

■ **Obr. 5** *Seskupení křemenů v objektech z lokality D11 06/8 u Smiřic.*

■ **Obr. 6** *Otloukač/drtič z křemene z dláždění pece z lokality D11 07/4c u Jaroměře.*

ale považován za výjimečný, pomalý, brousí se kruhově, rychle se probrousí brusná podložka (*Pétrequin – Pétrequin 2006*, 312, obr. 285).

## *Počáteční experiment s vrtáním otvoru pro násadu kamenných broušených nástrojů dutým vrtákem*

Ke sledování možnosti využití brusiva z křemene bylo pro pokus zvoleno vrtání metabazitu typu Jizerské hory dutým vrtákem. Princip vrtáku s bočním zářezem (pro volný pohyb brusiva vně i dovnitř vrtáku) a dvousměrné vrtací soupravy byl převzat ideově od J. Fiegra (**obr. 15**). Vyzkoušen byl vrták z hovězí rohoviny (zde nezobrazen) a z mědi (**obr. 16**). Ten sice není pro období neolitu reálný, ale v pokusu suploval zatím neznámý materiál skutečného neolitického vrtáku. Rohovinový vrták se rychle obrušoval a jeho použití musí být předmětem dalších pokusů. Cílem pokusu bylo testování experimentálně zhotoveného brusiva z křemene. A činnost dutého vrtáku jednoznačně v neolitu doložená tento pokus dobře umožňovala (oproti tomu k broušení mohlo být používáno brusivo neznámé hrubosti).

Průběh pokusu znázorňuje **tab. 1**. Použití měděného vrtáku způsobilo po krátkém čase vrtání tmavé zabarvení vody v ohraničeném místě vrtání (**obr. 16**). Šlo o jemné složky (prachu) z odbrušovaného metabazitu. Doléváním vody do plastickou hlínou vytvořené ohrádky došlo

■ **Obr. 7** *Autor při otloukání metabazitu v archeologickém parku Aubechies v roce 2005.*

■ **Obr. 8** *Série broušených nástrojů z pokusů autora (část vznikla v Archeologickém parku Aubechies).*

■ **Obr. 10** *Otloukače (zleva) vzniklé drcením brusiva z křemene, roztloukáním křemene a otloukáním polotovarů broušených nástrojů.*

■ **Obr. 9** *Série otloukačů z metabazitu z pokusů autora (vznikly v Archeologickém parku Aubechies), vpravo otloukač k opracování polotovarů, nahoře druhý zleva otloukač vzniklý srážením hran polotovarů.*

k vypláchnutí nasycené tekutiny. Zároveň bylo doplněno brusivo. To bylo z počátku hrubší (viz hrubost 1 vysvětlená v **tab. 1**) až do hloubky 1 cm vrtaného otvoru (**obr. 17**). Spotřebováváno bylo jen malé množství brusiva, které bylo doplňováno v malých dávkách (**obr. 18**) tak, aby neopotřebovávalo vrták z boku, ale dostávalo se do místa na konci vrtáku, tedy do místa prohlubování otvoru. Po celou dobu vrtání bylo dobré udržovat tažné řemínky vrtací soupravy napnuté, aby vrtání probíhalo plynule. Přesto se vrták v hloubce větší než 1 cm začal zasekávat. V tu chvíli se osvědčilo propláchnout ohrádku kolem otvoru vodou a tak vyčistit vznikající drážku otvoru.

Přestože pokus byl zaměřen na poznání křemenného brusiva, bylo cílem pokusu vyvrtat alespoň jeden celý otvor pro poznání potřeb brusiva. I měděný vrták se v průběhu práce postupně zkracoval (viz **tab. 1**). To mohla ovlivňovat i hrubost brusiva. V hloubkách 1 a 2 cm bylo brusivo zjemňováno. Tím došlo nejlépe k odstraňování

| datum | hloubka otvoru (mm) | délka vrtáku (mm) | délka zátky (mm) | délka otvoru (mm) | brusivo* | doba vrtání (h) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 12. 8. | - | 45 | - | - | - | 0,5 |
| 13. 8. | 8 | - | - | - | 1 | 1 |
| 17. 8. | 9,2 | 43 | - | - | - | 0,5 |
| 27. 8. | 10,7 | 40 | 20 | 27 | - | 1 |
| 28. 8. | - | - | - | - | - | 1 |
| 3. 9. | 12 | 40 | - | - | - | 1 |
| 3. 9. | 14,2 | - | - | - | 3 | 1 |
| 5. 9. | 15,3 | 40 | 20 | 28 | - | 1 |
| 5. 9. | 16 | - | - | - | - | 1 |
| 6. 9. | 16,5 | 39 | 19,8 | 28 | - | 1 |
| 6. 9. | 16,8 | - | - | - | - | 0,75 |
| 7. 9. | 17,1 | 39 | 19,7 | 28 | - | 1 |
| 7. 9. | 17,6 | - | - | - | - | 1 |
| 11. 9. | 19,3 | 37 | 19,7 | 28 | - | 2,5 |
| 13. 9. | 19,7 | 37 | 19,7 | 28 | - | 2,5 |
| 13. 9. | 22,6 | 37 | 19,6 | 28 | 4 | 1 |
| 14. 9. | 24,2 | 36 | 19,3 | 28 | - | 1 |
| 14. 9. | 27 | 35,5 | 18,8 | - | - | 1 |
| **17. 9. | 27,4 | 35,5 | 18,8 | - | - | 1 |
| 18. 9. | 29,5 | 64,8 | 18,8 | 27,8 | - | 1 |
| 19. 9. | 32,7 | 64,4 | 18,8 | 27,8 | 3 | 1 |
| 19. 9. | 33,8 | - | - | - | 3 | 1 |
| 19. 9. | 38,3 | - | - | - | - | ***1 |
| 20. 9. | 42,2 | 59,8 | 18,3 | 27,8 | - | 0,75 |
| **Celkem:** | | | | | | **25,5 h** |

■ **Tab 1** *Záznam průběhu experimentu.*
**Poznámky:**
** 1 hrubé broušení (nad 2 mm); 2 středně hrubé broušení (1–2 mm); 3 optimální broušení (do 1 mm); 4 = jemné broušení(s prachem);*
*** nasazen nový Cu vrták d = 65 mm;*
**** vrták bez zátěže*

■ **Obr. 11** *Drcení brusiva z křemene na pískovcové podložce.*

■ **Obr. 12** *Drtiče z křemene, vpravo originál.*

■ **Obr. 13** *Opotřebení podložky z hrubého pískovce po roztloukání křemene.*

■ **Obr. 14** *Nulové opotřebení podložky z jemného pískovce po drcení křemene.*

■ **Obr. 16** *Měděný vrták s tekutinou tmavě zbarvenou vrtáním metabazitu.*

■ **Obr. 15** *Vrtací souprava s dvojsměrným vrtákem konstrukce dle J. Fiegra.*

■ **Obr. 17** *Počáteční rýha budoucího otvoru s rozptylem zbytků hrubého ostřiva (hrubost 1).*

■ **Obr. 18** *Dávka jemného ostřiva (hrubost 2) – voda odstraněna kvůli přehlednosti.*

zadrhávání vrtáku, který poté fungoval až překvapivě plynule. Přitom si ponechal účinnost.

Cílem pokusu byl vývrtek s pokud možno podobným průměrem podstav, tedy sice mírně kónický, ale přesto dostatečně dlouhý, jak tomu bývá u originálů (**obr. 1**). Zkracující se vrták ale takové hloubky nedosáhl, proto byla nutná v hloubce 27 mm výměna vrtáku za více válcovitý tvar (**obr. 19** – vlevo). Po krátkém čase, kdy došlo k uzpůsobení otvoru novému vrtáku, bylo možné pokračovat v prohlubování otvoru. Vnitřní průměr nového vrtáku měl mírně větší šířku, než byla aktuální šířka horního okraje vývrtku. V závěru vrtání se nejvíce osvědčilo častější přisypávání brusiva po malých dávkách a menší frekvence vymývání ohrádky vodou. Ta byla také zúžena oproti předchozí. Vrtání bylo dokončeno ve chvíli, kdy voda z ohrádky vytekla díky otvoru vzniklému v podstavě bloku vrtaného kamene. Díky mírné nerovnosti kamene i jeho posazení na ploše vrtacího zařízení vznikla štěrbina na jedné straně budoucího otvoru. V této chvíli bylo nutné vývrtek vyrazit ven. Tím vzniklo na širším konci vývrtku vyštípnuté ohraničení (**obr. 19**), které známe z originálních nálezů. Vyvrtání otvoru trvalo 25,5 hodiny. Jde však pouze o čas orientační, ovlivněný procesem učení se vrtání. Výsledkem pokusu byl vývrtek o průměru 18,3 mm na užší straně a 21,6 mm na jeho širším konci. Vzniklý otvor má na spodní straně kamene šířku 23 mm a na straně horní 27,8 mm (**obr. 21**). Délka vzniklého otvoru i vývrtku byla 42,2 mm.

## *Výhled řešení problému*

Zde prezentovaný pokus testoval vlastnosti brusiva z křemene na příkladu jedné z neolitických technologií zpracování broušených nástrojů, která přítomnost brusiva s velkou pravděpodobností vyžadovala, a to vrtání otvoru dutým vrtákem. Brusivo bylo experimentálně vyráběno replikami otloukačů/drtičů z metabazitu a křemene, tak jak je známe z neolitických lokalit v blízkosti Hradce Králové (*Burgert 2017* a nepubl. výzkum na trase budoucí dálnice D11 v letech 2017 a 2018). V různých hloubkách zahlubujícího se vrtáku bylo žádoucí použít brusivo různé hrubosti. Pro potřeby tohoto pokusu autor rozdělil škálu od 1 (nejhrubší) do 4 (nejjemnější s vlastnostmi prachu). Testována byla hypotéza, že otloukače/drtiče z křemene mohly sloužit k drcení a roztírání jemného brusiva rovněž z křemene. Výsledný produkt mohl být v neolitu rozdělován na různé stupně hrubosti buď přesíváním, nebo poklepem na nádobku. Otázkou je, proč by k výrobě brusiva byly používány zrovna jednoruční drtiče, když mohly být použity stejně úspěšně i mlecí kameny. Tento pokus proběhl v Archeoparku pravěku ve Všestarech rovněž v roce 2018 s pozitivním výsledkem, směs ovšem obsahovala

větší množství neúčelného prachu uvolněného z mlecích kamenů. Takový prach už není odstranitelný přesíváním a ředí množství ostrohranného brusiva. To je nežádoucí pro postup vrtání. Oproti tomu použití drtiče z křemene mohlo uvolňovat zase jen křemen při jeho opotřebení. Roli mohla hrát i skutečnost, že nebylo třeba dělat žádné velké zásoby brusiva, příliš jemného na to, aby je bylo účelné skladovat. Navíc požadavek na hrubost se mohl v průběhu práce měnit a spotřeba brusiva byla relativně nízká. A jednoduchý otloukač/drtič tento požadavek dokázal řešit.

Díky použití replik otloukačů/drtičů došlo ke zjištění, že opotřebení těchto nástrojů se příliš neodlišuje při poměrně odlišných činnostech, jako je štípání polotovarů broušených nástrojů, roztloukání a drcení brusiva (**obr. 10**). Liší se především v hrubosti opotřebení. Rovněž lze odlišit kusy se zaoblenou opotřebenou plochou (originály na **obr. 3**, **4**, **7**) a kusy se vzniklou hranou (**obr. 5** a repliky na **obr. 12** – vlevo a uprostřed). Ve druhém případě je ploška nástroje umístěná vždy na vrcholu valounu a lze si ji představit jako místo zacíleného tlaku na jemné rozdrcení suroviny. Zaoblenou plochu lze interpretovat spíše jako vzniklou otloukáním hrany upravovaného kamene.

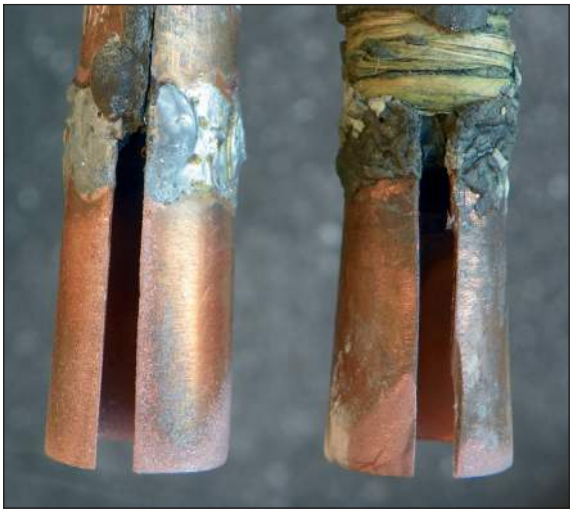
Prozatímní výsledek experimentu nemůže nic říci o skutečném využití křemenného brusiva. To mohlo být využíváno i jako ostřivo do příměsí keramiky. Dokonce přítomnost otloukačů/drtičů na sídlišti LBK v Kosoři (*Lička et al. 2014*), tedy v období bez prokázaného využívání vrtaných broušených nástrojů, by byla v rozporu se zde uvedenou hypotézou. V tomto smyslu zatím zůstávají otloukače/drtiče nástroji s funkcemi velmi různorodými. Uvedený pokus ale také prokázal účinné využití jemného brusiva při vrtání, což snižuje šance na archeologické prokázání brusiva ve výplních neolitických objektů, které oprávněně požadoval *Robert Trnka* (*2016*, 22). Zdá se, že při použití by brusivo rozmělnil vrták, ale pravděpodobně i brus nebo pila. Ani plavením výplní archeologických objektů by tedy nemuselo být brusivo zjistitelné. A šance najít připravenou zásobu brusiva je rovněž mizivá v prostředí neuzavřených nálezových celků na neolitických sídlištích.

■ **Obr. 20** *Vývrtek jako jeden z výsledků pokusu – v horní části oleštěný vnitřní stranou prvního vrtáku.*

Ve světle prezentovaného pokusu se jeví nízká šance na trasologické určení použití brusiva. Jednotlivá zrnka mohou dle pokusu pocházet z různé fáze jejich opotřebení. Jejich podobu po vyplavení z různých fází vrtaného otvoru ukazuje **obr. 22**. Také pracovní stopy na různých artefaktech nemusejí odrážet jejich funkci, která se mohla u stejného artefaktu i vícekrát změnit. Tvar artefaktu a jeho funkce kvůli tomu mohou být v rozporu.

Jednoznačné výsledky nepřineslo ani sledování hmotnosti artefaktů. *D. Stolz* (*2009*, 298) uvádí rozsah hmotnosti otloukačů/drtičů mezi 200 a 500 g na Hořovicku. Podle zde uvedených pokusů se horní hranici blíží skutečný otloukač (**obr. 10** – vpravo), kdežto na spodní hranici jsou velikosti artefaktů zde použitých jako drtiče. Pokud by byly použity k otloukání, muselo by jít spíše o úpravu jemnější hrany artefaktů.

V průběhu pokusů byla používána i zátěž vrtáků. Zde uvedená vrtací souprava dvojsměrného vrtáku nejčastěji využívala závaží do 500 g, kdežto jednosměrný („egyptský“) vrták (konstrukce podle *Trnka 2016*) využíval zátěže 2200 g. Pokud bychom chtěli uvažovat o artefaktu tvaru kruhového disku s centrálním otvorem známém jako „závaží“ z Jaroměře (viz *Burgert 2017*, 119), ale i neolitické lokality na



■ **Obr. 19** *Více kónický první vrták pokusu (vpravo) a více válcovitý vrták k pokračování vrtání.*

■ **Obr. 21** *Provrtaný kus metabazitu (síla suroviny 4 cm).*

■ **Obr. 22** *„Archiv“ na vrtací soupravě: různé stupně rozmělnění a opotřebení brusiva z křemene.*

■ **Obr. 23** *Tzv. výstružník z lokality D11 07/4c u Jaroměře.*

trase dálnice D11 07/4c, pak by se hmotnost závaží nacházela v uvedeném intervalu (nepoškozený originál z Jeřic má hmotnost 1644 g, viz *Burgert 2017*, 119). V tomto ohledu by mohlo jít o setrvačník na vrtací soupravě jednosměrného vrtáku blíže neznámé podoby.

Nový pohled na jeho funkci si v kontextu uvedených pokusů zaslouží artefakt nazývaný jako výstružník (**obr. 23**), považovaný dosud za pomůcku k úpravě ostré hrany vyvrtaného otvoru broušeného nástroje. Takové artefakty byly na lokalitě dálnice D11 07/4c u Jaroměře nejméně tři a svým tvarem a rozměry (**obr. 23**) mohou připomínat nástroj sloužící k úpravě vnitřního otvoru dutého vrtáku z organického materiálu. Aktuální může zůstat současně i původní předpokládané použití.

Zde uvedené experimenty – i přes jejich časovou náročnost – musíme stále ještě považovat za počáteční. Na používaných replikách ještě nevzniklo dostatečné opotřebení nutné k porovnání s originály.

## *Poděkování*

Autor děkuje s uznáním Jaroslavu Fiegerovi, který zde použitou metodu vrtání vyvinul. Dále pak Stanislavu Lukšovi a Karlu Kučírkovi za vyhotovení konstrukce vrtacího zařízení, druhému i za podnětné diskuze v průběhu vrtání. V neposlední řadě děkuji archeologům Jaroslavu Peškovi a Danu Stolzovi za možnost účasti univerzitního týmu na archeologických lokalitách D11 06/8 a 07/4c.

## *Použitá literatura*

*Burgert, P. 2017*: Struktura a chronologie sídlišť s vypíchanou keramikou ve východních Čechách. Rukopis nepublikované disertační práce, ulož. Ústav pro archeologii FF UK Praha.
*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.
*Lička, M. et al. 2014*: Makrolitické artefakty ze sídliště kultury s lineární keramikou v Kosoři u Prahy. Praha.
*Pavlů, I. – Rulf, J. 1991*: Stone industry from the Neolithic site of Bylany, Památky archeologické 82, 277–365.
*Ramminger, B. 2007*: Wirtschaftsarchäologische Untersuchungen zu alt- und mittelneolithischen Felsgesteingeräten in Mittel- und Nordhessen. Archäologie und Rohmaterialversorgung. Internationale Archäologie 102. Rahden/Westf.
*Řídký, J. et al. 2012*: Analýzy a interpretace nálezů z příkopu neolitického rondelu ve Vchynicích (okr. Litoměřice), Archeologické rozhledy 64, 628–694.
*Salaš, M. 1984*: Návrh numerické deskripce kamenných broušených nástrojů, Sborník prací Filozofické fakulty brněnské univerzity E29, 67–107.
*Stolz, D. 2009*: Neolitické a eneolitické osídlení Hořovické kotliny se zaměřením na kamennou industrii. Rukopis nepublikované disertační práce. Ústav pro pravěk a ranou dobu dějinnou FF UK Praha.
*Tichý, R. – Drnovský, V. 2007*: Počátky v experimentálním zpracování surovin z Jizerských hor užívaných v neolitu. In: Otázky neolitu a eneolitu našich zemí, 2006. Hradec Králové, 83–92.
*Tichý, R. – Drnovský, V. – Šída, P. 2008*: Výrobní odpad z neolitických těžebních a zpracovatelských areálů: experimentální model a realita v archeologicky doložených situacích, Ve službách archeologie 2/2008, 143–159.
*Trnka, R. 2016*: Dutý vrták a kámen – vše dávno známé? Rekonstrukce a prezentace archeologických objektů 5, 18–22.
*Pétrequin, A.-M. – Pétrequin, P. 2006*: Objets de pouvoir en Nouvelle-Guinée. Approche ethnoarchéologique d'un systéme de signes sociaux. Catalogue de la donation Anne-Marie et Pierre Pétrequin. Paris.
*Velímský, T. 1969*: Neolitická kamenná industrie z Bylan. Rukopis nepublikované diplomové práce. FF MU Brno.
*Vencl, S. 1960*: Kamenné nástroje prvních zemědělců ve střední Evropě, Sborník Národního muzea A-14, 1–2, 1–91.
*Vencl, S. 2001*: Souvislosti chápání pojmu „nálezový celek" v české archeologii, Archeologické rozhledy 53, 592–614.

## *Summary*

**Archaeological context of *chaine operatoire* of Neolithic polished tools and microlithic artifacts. Preliminary experiment.**

The experiment presented tested the characteristics of abrasive materials for drilling with a hollow drill as an example of a Neolithic technology that with high probability needed the use of such abrasive materials. Abrasive material was produced with replicas of crushers made from amphibolite and quartz, as known them from Neolithic sites from around Hradec Králové (Burgert 2017 and unpublished; excavations on the route of future D11 in years 2017 and 2018). At various depths of the drilling it was desirable to use abrasive materials of different grain. For this experiment the author created a scale of 1 (coarsest) to 4 (fine-grained with characteristics of dust). The experiment tested the hypothesis that quartz crushers could have been used for crushing or grinding fine abrasive materials, also made from stone. In the Neolithic the resulting product could have been sorted by different grades of grain either by sifting or with tapping a vessel. The question is why would one-hand crushers be used when querns could have been used just as successfully (this experiment took place in the Archaeopark in Všestary in 2018 with the same result). In experiments the mixture from querns contained large amounts of useless dust produced from the quern stone itself. The use of a quartz crusher on the other hand released only quartz bits. One of the reasons might be the fact that it was not necessary to prepare large amounts of abrasive materials, too fine-grained to be successfully stored. Also the requirement of the ratios of grain may have changed during the work and the amount of material used was relatively low.

Thanks to use of crusher replicas, it was found that the wear of these tools does not differ much while used for fairly different activities such as knapping of polished tool roughouts and crushing abrasive materials (Figure 10). The difference is mostly in the coarseness of the wear. It is also possible to distinguish pieces with a round worn surface (originals Figures 3,4,7) and pieces with a developed edge (Figure 5 and replicas Figure 12 on the left and in the middle). In the second case the plane of the tool is always at the top of the stone and it is possible to imagine it as a place of targeted pressure for fine grinding of material. The rounded surface could be rather interpreted as a result of hitting a stone edge.

The interim result of the experiment does not say anything about what the abrasive materials were used for. They could also have been used for tempering clay for pottery production. The presence of crushers on Linear Pottery Culture settlement in Kosoř (Lička et al. 2014) without evidence of use of drilled polished tools would contradict the presented hypothesis. In this sense crushers are tools with a universal function. The experiment showed that if fine abrasive materials were used in drilling this would lower the probability of finding abrasive material evidence in Neolithic archaeological features, as was demanded by R. Trnka (2016, 22). It seems that during the drilling not only would the drill be pulped but also the abrasive material is pulverised and so they might not be detectable even by floatation of archaeological deposits. The chance of finding stored of abrasive materials is also very low in the context of find-complexes in Neolithic settlements. Despite this, it is possible that excavations on the route of the future D11 motorway near Hradec Králové could bring further evidence of the working of stone polished tools. One possible source of evidence would be grindstones with shallow grooves which we could be the result of polishing a tool (there are 2 such grooves on Figure 2 – along and across the stone of about 60 cm length). The groove would collect well potential abrasive material. On a different stone (Figure 22) it seems that the groove was at the beginning prepared with a line of holes. The lengthwise direction of the roughed groove excludes its use as a quearn.

Similarly, given the experiment's results, the chance to prove use of abrasive materials by traceology seems very low. The single grains can come from various phases in the tool's use. Their form after flotation from various phases of a hole drilling is shown on Figure 23. Also wear on various artifacts does not need to reflect their function which could have changed for a single artefact several times.

**Radomír Tichý**, Katedra archeologie, Filozofická fakulta, Univerzita Hradec Králové, adresa: Rokitanského 62, 500 03 Hradec Králové, e-mail: radomir.tichy@uhk.cz