

Univerzita Karlova v Praze

Filozofická fakulta

Disertační práce

2013

Soňa Krásná

Univerzita Karlova v Praze
Filozofická fakulta
Ústav pro pravěk a ranou dobu dějinnou
Disertační práce

Soňa Krásná

**Možnosti využití funkčních analýz kamenné
štípané industrie v archeologii**

Lithic function and its application in archaeology

Školitel: doc. PhDr. Miroslav Popelka, CSc.

Obor: Pravěká a raně středověká archeologie

Studijní program Historické vědy

2013

Prohlašuji, že jsem disertační práci vypracovala samostatně s využitím uvedených pramenů a literatury a že práce nebyla využita v rámci jiného vysokoškolského studia či k získání jiného nebo stejného titulu.

Klíčová slova: traseologie, archeologie, kamenné nástroje, analýza funkce, mikroskopie, analýza obrazu, tribologie, materiálové vědy.

Key words: use-wear analysis, lithics, archaeology, flint, microscopy, image analysis, tribology, material science.

Abstrakt:

Předmětem zájmu disertační práce je problematika funkčních analýz a traseologie a jejich aplikace na archeologický materiál, zejména kamennou štípanou industrii ve středoevropském kontextu. V práci je nejprve představen dosavadní vývoj stavu bádání. Následuje popis metodologického využití analýz funkce ve spojení s poznatky z oblasti materiálových věd, zejména tribologie, zabývající se vzájemnou interakcí povrchů při jejich zatížení. Další částí je popis aplikace metody na vybraný archeologický materiál za použití různých zvětšení: tzv. analýzy nižšího rozlišení (LPA), analýzy vyššího rozlišení (HPA), rastrovací elektronové mikroskopie (SEM) a konfokální laserové mikroskopie (CLSM). Aplikace těchto metod na vybraný archeologický materiál je volen s ohledem k cílenému stanovení optimálního metodického postupu při analýzách archeologického materiálu a jejich vzájemné porovnání, který je součástí závěrů práce. Nedílnou součástí práce je i návrh speciální české terminologie pro oblast funkčních analýz zejména kamenné štípané industrie v archeologii.

Abstract:

The goal of the thesis is to find the way how to apply use-wear analysis as well as functional analysis to archaeological assemblages of selected artefacts from Central European archaeological contexts, namely lithics (chipped stone artefacts) and obtain the greatest potential from the analysis. Thesis consists of: current state in the field of functional studies research worldwide, method of use-wear application in connection with material science knowledge, especially tribology. Use-wear analysis is applied to the selected lithic artefacts from Paleolithic to Eneolithic Periods. The results of this work are based on the following microscopic approaches: low power approach (LPA), high power approach (HPA), scanning electron microscopy (SEM) and confocal laser scanning microscopy (CLSM). There are described and stated differences in potential of above mentioned approaches in connection with specific archaeological artefacts (assemblages of artefacts). The question answered in the conclusion is how to apply the above mentioned methodological approaches in application to various archaeological materials (period, number, context etc.) to obtain the greatest informational potential from the material analysed. Work is concluded with specific terminology from the field of tribology and use-wear analysis (of lithics) in Czech language to open this field of study wider use among Czech researchers.

Obsah

Předmluva.....	7
I. Cíle práce.....	11
II. Úvod.....	12
III. Dějiny bádání na poli funkčních analýz.....	17
IV. Odvětví metody funkčních analýz a jejich vývoj.....	28
V. Metoda a experiment.....	39
V.1 Úvod k metodologii.....	39
V.2 Teorie experimentu.....	43
V.3 Mechanismus vzniku pracovních stop.....	46
V.4 Obecné (nezávislé) příznaky.....	56
V.4.1 Pracovní činnost.....	56
V.4.2 Doba trvání pracovní činnosti.....	58
V.5 Charakteristika nástroje.....	62
V.5.1 Morfologie nástroje se zvláštním zřetelem k jeho funkčním částem.....	62
V.5.2 Pracovní hrana nástroje.....	67
V.6 Specifické příznaky závislé na attributech.....	70
V.6.1 Výštěpy.....	75
V.6.2 Plošné modifikace povrchu.....	78

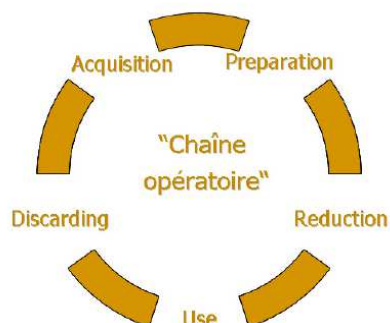
V.6.3 Lineární stopy.....	89
V.6.4 Zaoblení.....	95
VI. Funkční experimenty a analýza archeologického materiálu..	98
VI.1 Kamenné nástroje v archeologických kontextech.....	108
VI.2 Analýza artefaktů z archeologických kontextů.....	110
VI.3 Dílčí závěr.....	123
VII. Diskuse.....	126
VIII. Závěr.....	129
IX. Základní terminologie	133
Seznam použitých pramenů a literatury.....	147
Seznam obrázků.....	203

Předmluva

V průběhu magisterského studia se autorce objevila možnost studijního pobytu ve švédské Uppsale pod vedením erudovaných a uznávaných badatelů Heleny Knutsson a Kjela Knutsson, kteří se dlouhá léta zabývají problematikou funkčních analýz. A to zejména aplikací metody funkčních analýz na nové kamenné suroviny jako je např. křemen. Rozhodla jsem se využít jejich laskavé vstřícnosti a pod jejich vedením proniknout do problematiky funkčních analýz v archeologii. Na základě výsledků dosažených v magisterské diplomové práci, jsem se rozhodla předmět studia dále rozvíjet. A to tak, aby výsledky práce byly pokud možno univerzálně použitelné v prostředí středoevropské archeologie a případně naznačily další směry vývoje, které by se v daných podmínkách jevily jako hodné následování.

Na tomto místě autorka považuje za podstatné uvést, že jejími prvními kroky a vůbec počátky a způsoby zkoumání pravěkých kamenných nástrojů ji nejprve provázal Doc. PhDr. Martin Oliva (od 1997) a posléze měla příležitost podrobněji poznávat způsoby zkoumání kamenné industrie prostřednictvím odborných zájmů Petra a Zdeňky Nerudových, PhD., kteří nasměrovali její pozornost od tradičně typologických hledisek k dynamickým způsobům vnímání souborů kamenných nástrojů prostřednictvím technologie, založených na praktických zkušenostech a experimentální výrobě replik kamenných nástrojů (mimo jiné např. aplikace metody tzv. remontáží, Nerudová-Krásná 2002). V této souvislosti bylo třeba získat také suroviny pro výrobu těchto nástrojů. Za provedení většinou lokalit dnes dostupných zdrojů kamenných surovin vhodných pro výrobu štípaných nástrojů na našem území vděčím Milanu Vokáčovi, PhD., na Slovensku Mgr. Márii Attresové a její sestřenici Zdence, geoložce; v Německu Danu Stolzovi, PhD.

Zcela nové obzory byly autorce otevřeny při zahraniční stáži na studijním pobytu v rámci výměnného pobytu Erasmus pod přátelským



Obr. I.1: „Chaîne opératoire“ životní cyklus artefaktů (Pawlik 2009, Figure 1)

vedením Heleny Knutsson a Kjela Knutsson na Universitě ve švédské Uppsale (2003-2004), kterou měla příležitost prodloužit ještě o pobyt v rámci programu Leonardo. Zde byla postupně zasvěcována do tajů zkoumání kamenných nástrojů pod mikroskopy, provádění cílených experimentů k vytváření referenčních studijních souborů a mnoha dalších nezbytných dovedností, které jsou pouze vstupním předpokladem k provádění skutečných analýz. V rámci pobytu příležitost se setkat s Errettem Callahanem, který ji vůbec poprvé prakticky zasvětil do způsobů výroby kamenných nástrojů. Později měla příležitost absolvovat několik kratších studijně-konzultačních pobytů ve významných centrech traseologického bádání v Evropě (Aix-en-Provence pod vedením Hugues Plissona, Valbonne – Sylvie Beyries ad.) Díky všem těmto poznatkům, které byly průběžně prakticky uváděny v život, začala archeologické nálezy a zejména kamenné nástroje vnímat jako skutečně původní součásti živé kultury se všemi souvislostmi (ve smyslu chaîne opératoire). A tak před ní dodnes ožívají, ať již na vyobrazeních v odborných studiích, nebo jako skutečné artefakty, které bez výše popsaných zkušeností by byly z její strany vnímány především jako morfometricky zkoumatelné objekty, případně předměty vhodné k lecjakému typu analýzy bez širších souvislostí. Jak můžeme dodnes vidět, jsou vnímány mnohými badateli na základě jejich publikovaných

studii, kteří neměli to štěstí, aby byli v příhodnou chvíli někým vyváděni stupínek po stupínku směrem nahoru na pomyslném žebříčku širšího pochopení a poznání archeologických pramenů. Tuto roli v posledních letech převzal doc. PhDr. Miroslav Popelka, PhD.

Tato disertace je pokusem o uspořádání postupů a metod souvisejících se zkoumáním funkcí a způsobů použití zejména kamenných štípaných artefaktů a nástrojů v pravěku. Nikterak si nečiní nárok na konečné řešení daných otázek. Naopak hlavním cílem bylo poukázání na aspekty, které dosud nebyly dostatečně zkoumány a poukázání na jejich potenciál a možnosti jeho rozvoje a při univerzální aplikaci na archeologický materiál ve specifických případech.

Příprava disertační práce byla v různé míře podpořena prostředky od následujících poskytovatelů: Fondu specifického výzkumu FF UK 2006, Grantové agentury Univerzity Karlovy 2007-2008, GA ČR - Doktorandské školy archeologie a Doktorandské školy archeologie II, Fond rozvoje vysokých škol.

Poděkování za pomoc a podporu v různé formě poskytnutou v průběhu studia a při řešení disertační práce náleží zejména následujícím: prof. Jiří Sláma, prof. Jan Klápště, doc. Martin Oliva (materiál, myšlenky, rámec), doc. Karel Valoch, DrSc.; Helena a Kjell Knutsson (Uppsala Universitet), Bäckedal Folkhögskolan a její zaměstnanci, prof. Jaroslav Malina (Masarykova univerzita Brno), Mgr. Michaela Zelinková (Masarykova Univerzita Brno), Doc. Ivan Pavlů (prostor k diskusi a prezentaci na užším vědeckém fóru), Petr Květina, PhD. a Jaroslav Řídký, PhD. (AÚ AV ČR Praha), Dan Stolz, PhD. (ÚAPPSC), Mgr. Petr Brestovanský (Muzeum Liberecka), Ing. Martin Kříž, (Chaloupky o.p.s.); Mgr. Jan Knotek, Milan Vokáč, PhD. (Muzeum Vysočiny Jihlava); Mgr. Roman Čihák; Mgr. Martin Moník; Ing. Jan

Řezníček (ČVUT Praha), Mgr. František Kašpárek (Muzeum Pardubice),
Bc. Petr Zítka a v neposlední řadě doc. Miroslav Popelka.¹

¹ Tituly jsou uváděny v redukované podobě a pouze u tuzemských badatelů.

I. Cíle práce

Pro disertační práci byl stanoven následující postup a cíle. Základním východiskem je stručné shrnutí dosavadní problematiky a stav poznání na poli funkčních analýz zejména vzhledem k stávajícímu využití metody funkčních analýz a jejímu dalšímu rozvoji v návaznosti na odborné zkušenosti autorky. A to ve vazbě na dále následující dílčí cíle práce.

Po úvodní části následuje aplikace získaných poznatků při plánování a realizaci experimentální části, tj. stanovení experimentálně-teoretických východisek pro metodu funkčních analýz, provedení selektivních experimentů a jejich vyhodnocení v návaznosti na vyskytující se jednotlivé druhy stop, včetně mechanismů jejich vzniku.

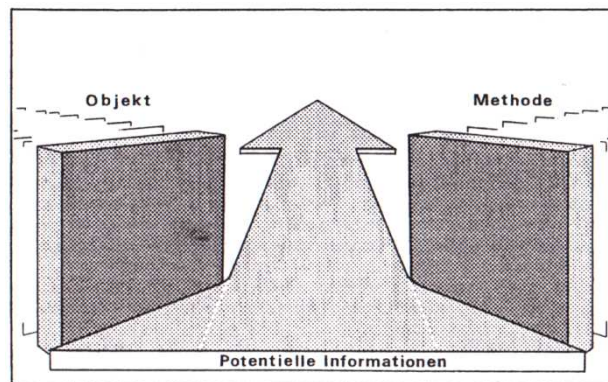
Dalším dílčím cílem navazujícím na předchozí je vyhodnocení vybraného archeologického materiálu z různých kontextů a období, srovnání výpovědního potenciálu vzhledem k možnostem metody funkčních analýz, např. kamenných surovin, z nichž jsou artefakty vyrobeny.

Na základě selektivních experimentů – analýzy výběru archeologického materiálu s využitím autorčinných zkušeností stanovení základních východisek pro traseologické bádání v kontextu ČR.

Jako další z cílů práce si autorka stanovila zjištění optimálních předpokladů pro aplikaci metody funkční analýzy z hlediska technického vybavení. Využití různých zobrazovacích zařízení, zejména mikroskopů k pozorování a možnostem pořízení související obrazové dokumentace. Vyhodnocení efektivity a možností využití dosud používaných i nových metod zobrazování při analýzách funkce artefaktů.

II. Úvod

Traseologie je odvětví zkoumající stopu jako zobrazení vnější stránky předmětů za účelem objasnění okolností spojených s jejich vznikem. Byla původně kriminalistickou disciplínou. Faktický zakladatel zkoumání funkce předmětů v archeologii Sergej Aristarchovič Semjonov (1957, 1968 ad.²), který bývá nazýván „otcem traseologie v

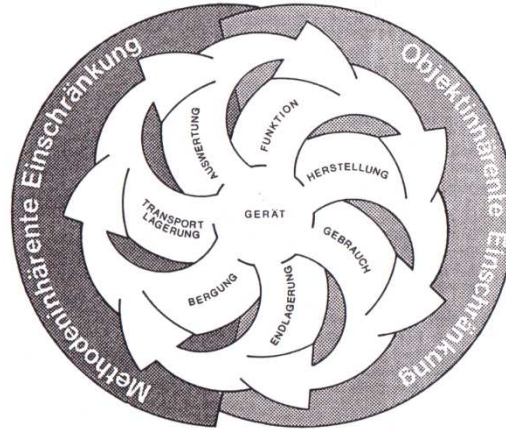


Obr. II.1: Schéma naznačující dosud nevyužitý potenciál metody s využitím již známých pramenů (Nowatzky 1988, Abb. 2)

archeologii“, vyzoroval, že na soudobých pracovních nástrojích (při zemních pracích: lopaty, krumpáče ad.) zůstávají stopy po jejich použití, různá poškození, otupení a rýhy. Podobná poškození potom identifikoval na archeologických nálezech z kosti, kamene a kovu. Některé byly viditelné pouhým okem, další se objevily při vhodném nasvětlení a při zvětšení pod mikroskopem. Pro řešení otázky jaké činnosti tyto různé druhy stop představují, zvolil experimentování s replikami pravěkých nástrojů, které požíval k rozličným činnostem. Vše pečlivě dokumentoval a po stovkách pokusů probíhajících desetiletí publikoval výsledky svých výzkumů: ***Každá činnost způsobí na nástroji vznik typických stop, stejně jako nástroj zanechá stopy na opracovávaném předmětu.*** Na základě těchto zjištění byla

² V češtině v populárně-naučném podání je obraz metody a jejího použití dle původních prací S.A. Semjonova v publikaci manželů Malinových (např. Malina-Malinová 1982, 1991, s. 452-453).

vypracována první komplexní metodika, jak stopy identifikovat a interpretovat.



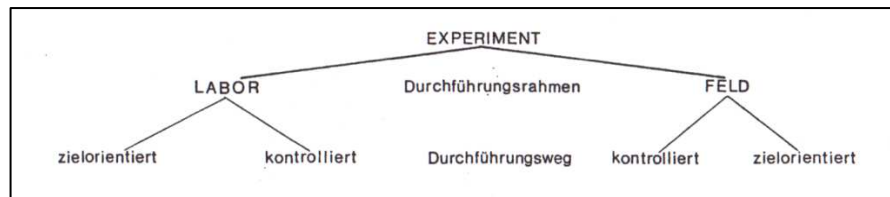
Obr. II.2: Limity objektivní a metodické vzhledem k interpretaci funkce nástroje (Nowatzky 1988, Abb. 1)

Metoda funkčních analýz poskytuje nové informace o nástrojích, které byly dosud uvažovány zejména v intencích morfologické typologie a nabízejí tak odhalení dynamického aspektu archeologických artefaktů. Jako každá metoda má určování funkce i své limity (viz obr. II.1). Jedním z cílů předkládané práce je pokusit se odhalit skrytý informační potenciál, který máme k dispozici ve známých archeologických pramenech, ale dosud jsme ho neměli možnost odkrýt. Schéma informací, které je možné získat z nástroje nalezeného v archeologickém kontextu je představeno na obr. II.2. Zde je patrné rozdělení na složku metodickou a pramennou/předmětovou, které jsou neoddělitelně spjaty a jejich limity.

Tradičně byly funkce nástroje určovány na základě nálezových okolností a konkrétních kontextů. Dále bylo využíváno tzv. interpretačních soudů, jako jsou etnografické paralely, historické analogie, rekonstrukce apod. (Popelka 1999, 80). K nim je však třeba přistupovat kriticky a často dochází k jejich oprávněnému zpochybňování (Popelka 1999, 81). Prvním ucelenější studie věnovaná

problematice mikroskopických funkčních analýz kamenné štípané industrie v Čechách pochází z pera M. Popelky (1999, 80-113).

Zkoumání funkce pravěkých nástrojů je dosud, stejně jako v počátcích S. A. Semjonova, nedílně spojeno s prováděním tzv. funkčních experimentů, které lze rozčlenit na cílené a necílené/ověřovací (Popelka 1999, 85).



Obr. II.3: Možnosti projektování experimentálního programu (Nowatzky 1988, Abb. 15)

V rámci zkoumání funkcí archeologických nástrojů je třeba rozlišovat dvě základní označení, která nezřídka bývají zaměňována, jejichž obsah se však liší: **Traseologie** (pol. Traseologia, rus. Трасология, šp. Traceología), je v rámci archeologie metoda, která se zabývá identifikací a interpretací stop lidské činnosti, které se nacházejí

Forma	Pramen
experiment	replikace činnosti
analogie	etnologie
model	nález

Obr. II.4: Funkční interpretace a její formy (upraveno a doplněno dle Nowatzky 1988 Abb. 16)

na povrchu nekovových pracovních nástrojů. Metoda je založena na skutečnosti, že nástroje používané k různým pracovním činnostem jsou postíženy specifickými funkčně diagnostickými deformacemi a poškozeními tzv. pracovními stopami. Tyto modifikace jsou zkoumány prostřednictvím funkčních experimentů (prováděním pravěkých aktivit replikami nástrojů) a aplikovány při analýze pravěkých artefaktů

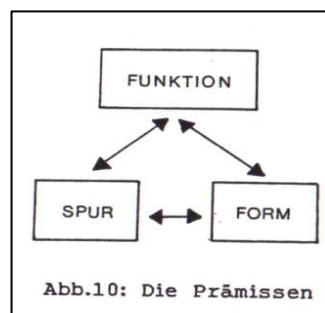
formou archeologické analogie. Pracovní stopy jsou popisovány za použití standardizované terminologie, aby určení charakteristik mohlo být kdykoli opakováno dalším badatelem a bylo dosaženo shodných výsledků. Srovnání jednotlivých atributů umožňuje vyloučit některé možné funkce nástroje a stanovit funkci nejpravděpodobnější. Součástí traseologické analýzy je rovněž problematika identifikace stop technologie výroby nástrojů v pravěku a jejich interpretace. Zmíněné součásti analýzy naznačují, že obsah pojmu traseologie je širší než anglický výraz „use-wear analysis“, který se vztahuje zejména na stopy použití na nástrojích.

Funkční analýza je založena na studiu morfologických aspektů artefaktů, sledování mechanických a chemických změn nástroje a principu vzniku pracovních stop, na jejichž základě je možné určit specifické funkce nástrojů. K provádění funkční analýzy bývá používáno tzv. *LPA, *HPA, SEM a dalších metod pozorování za použití různých optických přístrojů (mikroskopů) a nejnověji i využití počítačových programů k analýze obrazu. Na rozdíl od pouhého určení funkce nástroje, zkoumá vícečetná použití nástrojů k různým činnostem, ke kterým nemusel být nástroj primárně vyroben. Důležitým výstupem funkční analýzy je rozčlenění nástrojů do kategorií podle jejich předpokládané funkce, ne pouze určení konkrétní funkce jednotlivého nástroje. Z toho vyplývá, že pracovní stopy identifikované na nástroji nemusí nezbytně odrážet jeho předpokládanou funkci a tato funkce může odhalit/indikovat nové skutečnosti o pravěkých technologiích a kulturních procesech ne jen náhodná použití jednotlivých artefaktů. Tento přístup klasifikace a hodnocení může osvětlit aktivity, které probíhaly na pravěkých lokalitách a vyvodit z nich obecnější závěry/implikace při procesu archeologické rekonstrukce života pravěkých populací, i v rovině teoretické. Konvenční systémy morfologické klasifikace artefaktů musí nejprve vyhodnotit vztah mezi tvarem nástroje a jeho funkcí, aby bylo vyvozeno, k čemu se nástroj ve

skutečnosti používal. Podobné závěry mohou být nepřesné: archeologové identifikovali funkce, které mohly být prováděny několika současnými, ale tvarově odlišnými nástroji, a naopak v etnoarcheologické evidenci můžeme sledovat používání jednoho nástroje k rozličným činnostem.

Celý metodický rámec je založen na předpokladu vzájemné souvislosti tří aspektů: morfologie, funkce (resp. použití) a stop identifikovatelných na nástroji (obr. II.5).

Výsledky získané experimentem jsou přímo spjaty s možnostmi a limity interpretace funkčních aspektů archeologických pramenů. Východiskem je stanovení funkční hypotézy a volba způsobů jejího testování (schéma na obr. II.1). Obecně jsou praktikovány dvě možnosti a to maximálně kontrolované provedení v laboratoři, anebo je prioritním přizpůsobení podmínkám, které mohly nastat před archeologizací pramene (obr. II.3). Nové možnosti se pak otvírají zejména využitím etnoarcheologických zkoumání (např. Gould 1973, Weedman 2002, Rots-Williamson 2004).



Obr. II.5: Klíčové předpoklady metody funkčních analýz (Nowatzyk 1988, Abb. 10)

III. Dějiny bádání na poli funkčních analýz

V kapitole stručně představuji nejvýznamnější badatele a směry výzkumu na poli funkčních a traseologických studií nejprve od 19. st. do 60. let 20. století, tedy do doby, kdy byla publikována studie ruského badatele Sergeje Aristarchoviče Semjonova³ (СЕМЕНОВ 1957 v ruském originále), která se stala významným mezníkem na poli bádání o funkci širokého spektra pravěkých nástrojů vyrobených z různých materiálů, zejména kamenných (broušených i štípaných) a tzv. tvrdých živočišných materiálů (kost, paroh ad.). Po vydání anglického překladu v roce 1964 (Semenov 1964) vešla práce v širokou známost a získala široký ohlas i v anglosaské odborné literatuře. Zdůrazněny jsou zejména inovace, které měly zásadní vliv na další vývoj bádání.

Snahy o zjištění skutečné funkce pravěkých nástrojů jsou datovány již do 19. století (Evans 1872, dále pak Pfeiffer 1912, Vayson 1920, 1922). První funkční analýzy jsou spjaty s etnologickým výzkumem⁴. S. Nilsson (1838-1843) již ve třicátých letech 19. století vytvořil deskriptivní systém funkční klasifikace kamenných nástrojů založený na obecné podobnosti s moderními kovovými a dřevěnými nástroji (viz také Rellini 1917). Současně také k určení funkce nástrojů používal analogie známé z etnologických kontextů (Olausson 1980, 48). J. Evans (1872, 279 a n.) začal sledovat lineární stopy (striace) a vysvětlovat jejich původ. Experimenty cíleně prováděné ke zjištění funkcí nástrojů byly prováděny na různých materiálech (dřevoobrábění,

³ S. A. Semjonov, v r. orig. C. A. Семенов, dle jazyku překladu (angličtina, francouzština, španělština ad.) též S. A. Semenov, v citacích zachována forma tak, jak je uvedena v použitém prameni, případně přepsána do latinky.

⁴ J. Evans (1872 ad.) srovnával paleolitické artefakty s analogiemi soudobých nástrojů Eskymáků. Některá jeho zjištění byla později využita v Mortilletově klasifikačním systému (1883, citováno dle Korobkova 1999, 11).

kost, paroh, kůže) s následným zkoumáním vztahů opotřebení pracovní hrany a vznikajících pracovních stop (F. Spurrell 1884, 1892). Další rozvoj využití experimentu v následujících letech reprezentují např. práce A. Vayson a E. Curwen (van den Dries 1998, 31; Korobkova 1999). Cecil E. Curwen (1930, 1935) představuje využití mikroskopických pozorování, jejich prostřednictvím vysvětluje původ makroskopických lesků na sklizňových nástrojích („gloss“, nebo nepřesně tzv. srpový lesk). Tyto nové postupy a poznatky dále rozvíjí, také prostřednictvím experimentu, John Witthoft (1955, viz též Sonnenfeld 1962), kde jsou popsány různé formy opotřebení hrany, oleštění a lineárních stop. Souběžně jsou metodologické inovace rozvíjeny v ruském (sovětském) prostředí např. V. A. Gorodcovem, P. P. Jefimenkem, M. V. Vojevodskim, M. P. Grijaznovem. Tito badatelé zkoumali funkční aspekty paleolitických nástrojů také v širším kontextu technologie jejich výroby. Problematika determinace stop použití a opotřebení byla systematicky a kontextuálně sledována dlouhodobě významnou osobností S. A. Semjonova od 20. let 20. století (Korobkova-Ščelinskij 1996, 5).

Sergej Aristarchovič Semjonov

je nazýván otcem metody traseologie (трасеология), problematice se věnoval již ve dvacátých letech 20. století, kandidátskou disertací pak obhájil v roce 1937⁵. Jeho publikace (Semjonov 1957, a zejm. překlady Semenov 1964, 1981) měla výjimečný ohlas v odborné literatuře po celém světě a stala se významným impulsem k rozvoji bádání v této oblasti.

Podstatnou inovací práce je zejména využití etnologických materiálů a ve srovnání s cílenými experimenty jako integrální součást funkčních analýz. Ve studii (Semjonov 1957) jsou také zohledněny

⁵ Izučeniye funkcij verchněpaleolitičeskich orudij truda po sledam upotreblenija z roku 1937 (Korobkova 1999a, 3).

různé kamenné suroviny (křišťál, obsidián, chalcedon, rohovec ad.). Popsány jsou základní problémy související s postdepozičními procesy ve vztahu ke stopám opotřebení, stejným dílem a ve srovnatelné šíři je věnována pozornost nástrojům vyrobeným z kostěných materiálů. Systematické pozorování tak bylo spojeno s pozorování stop opotřebení, od experimentů byly pozorovány a rozlišovány stopy vzniklé použitím a tzv. technologické stopy související s výrobou nástroje (u štípané industrie např. stopy po použití abrazívu u patek). Sledována byla míra a intenzita opotřebení na nástrojích, směr pohybu při pracovní činnosti na základě lineárních stop, kontaktní úhel pracovní hrany, stejně jako lokalizace oleštěných ploch apod. K práci používal lupu (zvětšení cca 20x) a binokulární mikroskop (zvětšení 180x), současně prováděl dokumentaci prostřednictvím mikrofotografie. Pro běžné pozorování používal pouze lupu (zvětšení do 20x, Semjonov 1970, Korobkova 1999a, Korobkova-Ščelinskij 1996). Vyvinul také speciální techniky k určování funkce jako např. mikrometrickou techniku (Semenov 1970, Semenov-Shchelinski 1971), která porovnává rozdíl v mikroreliefu povrchu použitých a nepoužitých (pracovní a ostatních) hran nástroje u téhož výrobního materiálu. Na základě této techniky je možné určit intenzitu opotřebení/použití, ale ne opracovávaný materiál, který je důležitý pro posouzení stupně vývoje oleštění jako výsledku pracovní činnosti (Keeley 1974a, 325).

Experimentálně-traseologická laboratoř Institutu historie materiální kultury Ruské akademie věd v Leningradě (dnes Sankt Petěrburg) založená S. A. Semjonovem je hlavním místem traseologických studií v Rusku. Galina Fedorovna Korobkova jako jedna z nejproslulejších Semjonových žáků byla dlouhá léta vůdčí nositelkou výzkumných tradic. Od konce 70. let pracovala na rozvíjení Semjonovy metody (Korobkova 1969, 1987, 1994). V průběhu let se metoda stabilizovala a standardizovala. Hlavním cílem výzkumu se staly raně zemědělské společnosti, G. Korobkova se pokoušela o vytvoření

metodologie zkoumání funkce archeologického materiálu bez nutnosti specializovaných analýz, které by se stalo běžnou součástí analýz archeologického materiálu. Nepochybné výhody a zpřesnění mikroskopických analýz mělo být nahrazeno výrazně vyšším počtem analyzovaných artefaktů a tím umožněním aplikace běžné determinace kostěných a kamenných artefaktů v rámci základního archeologického zpracování bez nutnosti využití specializovaného traseologa. Tím by bylo umožněno výrazně zvýšené počtu analyzovaných artefaktů, což významně rozšiřuje interpretační potenciál. Použitím uvedené metodologie bylo možné zkoumat i patinované artefakty z různých surovin (Phillips 1988, 351). Metodologický přístup G. Korobkové vycházející bezprostředně z tradic založených S. A. Semjonovem se liší od obecného trendu výzkumu v západních zemích, kde těžištěm získávání dat je tzv. metoda vyššího rozlišení (Popelka 1999), běžně označovaný jako HPA (z anglického high power approach, Odell-Vereecken 1980, dále např. Knutsson 1988a, 1995). Ve spolupráci s V. Ščelinským G. Korobkova (1996, 17) vyvinula metodu funkčně-planigrafických analýz umožňujících detailní rekonstrukci použití artefaktů a jejich vzájemných vztahů v rámci nálezových situací na lokalitě.

V. Ščelinskij již v sedmdesátých letech zahájil početné série experimentů. Na jejich základě formuloval 15 funkčních skupin nástrojů. Každá skupina byla reprezentovaná jedním typem pracovní činnosti a druhem opracovávaného materiálu, nicméně není možné opominout rozdílnosti v morfologických a technologických aspektech artefaktů, které se místně i časově proměňují. Tyto funkční skupiny byly definovány pro soubory datované do starého a mladého paleolitu. Později pro ně G. Korobkova navrhla termín „funkční typ“ (Korobkova-Ščelinskij 1996, 23). Funkční typ byl zamýšlen jako ekvivalent k tradičně používané typologii na základě ne funkčních, ale čistě morfologických charakteristik.

Výzkum v Experimentálně-traseologické laboratoři v Sankt-Petěrburgu byl rozvíjen i dalšími badateli. A. K. Filippov (1977, 1983) se zabýval zejména obdobím paleolitu, A. E. Matjuchin (Matjuchin 1983) zkoumal zejména staropaleolitické soubory a jeho disertace z roku 1996 byla věnována paleolitickým výrobním areálům (ateliérům) ve východní Evropě. Natalia Skakun pracovala se soubory materiálu z Alexandrovky (1978) a disertační práci věnovala problematice ekonomie v eneolitu Příčernomoří (1987). Mezinárodní spolupráce petěrsburské laboratoře je přehledně shrnuta v práci G. Korobkové (Korobkova ed. 1999). V posledních letech v laboratoři mimo výše uvedených působí Tamara Šarovskaja se specializací na časnou dobu bronzovou ve stř. Asii (kámen, keramika), Galina Poplevko (východoevropská doba bronzová) a Jevgenij Girja zabývající se technologií výroby štípané industrie.

Traseologická metoda byla dlouhá léta úspěšně rozvíjena laboratoři v Sankt Petěrburgu, proto převážná většina publikovaných studií byla v ruštině. Mimo slovanskou oblast se tato skutečnost stala limitujícím faktorem. K průlomů došlo až vydáním překladu obsáhlé práce S. A. Semjonova Pěrvobytnaja technika v angličtině (Semenov 1964) a posléze i ve španělštině (1980).

Využití funkční analýzy v anglosaském světě byly kriticky shrnuty ve studii L. H. Keeleyho (1974a). Využívány byly spíše ojediněle, a to převážně za použití tzv. analýzy nižšího rozlišení (Popelka 1999), běžně označované jako LPA (z anglického low power approach, dle Odell-Vereecken 1980) do zvětšení 75x, za pomoci binokulárního mikroskopu s malým zvětšením (Odell 1975, Tringham et al. 1974, Knutsson 1976; Hayden 1979; Keeley 1978 ad.). Ojediněle se však začíná využívat i HPA.

Následně Lawrence H. Keeley ve své disertaci „An Experimental study of Microwear traces on selected British Lower Palaeolithic Implements“ obhájené v roce 1977 na Oxfordské univerzitě, dokazuje na

experimentálních výsledcích, že různé modifikace pracovních hran nástroje, zejména lesky („polish“), na archeologickém materiálu jsou výsledkem odlišných kontaktních materiálů, na něž byl artefakt použit (Keeley 1980, Olausson 1980, 52). Studie je založena na nástrojích vyrobených z anglického křídového rohovce, nástroje byly použity takové, jako se předpokládalo, že byly užívány na opracování materiálů v paleolitu (dřevo, kost, maso, kůže) a za předpokládaných podmínek (experimenty probíhaly venku a cílem bylo maximálně napodobit pravěké podmínky). Pro analýzu bylo použito HPA (obvykle zvětšení 200x). Byla popsána podrobná klasifikace jednotlivých stop, které byly pozorovány na nástrojích a popsány konkrétní stopy vážící se k jednotlivým opracovávaným materiálům (Keeley 1980). Šíře práce se stala východiskem pro mnoho badatelů, kteří rozvíjeli problematiku funkčních analýz v následujících letech.

Patrick C. Vaughan obhájil disertační práci „Lithic Microwear experimentation and the functional analysis of the Lower Magdalenian stone tool assemblage“ v roce 1981 na Pennsylvánské Univerzitě ve Philadelphii, USA. Hlavním přínosem bylo zkoumání mikroskopických lesků („micropolishes“), ve svých pozdějších pracích potvrdil prvotní závěry. Analýza souboru artefaktů z jeskyně Cassegros ve Francii představila funkční analýzu úplného souboru, z něhož byly vyloučeny pouze artefakty menší než jeden centimetr. Dále rozvinul zkoumání problematiky mikroskopických lesků a upozornil na podobnosti výsledných stop při použití materiálů o stejné tvrdosti a konzistenci (Vaughan 1985a, Stemp 2001).

Hugues Plisson obhájil disertaci „Etude fonctionnelle d'outillages lithiques préhistoriques par l'analyse des micro-usures: recherches méthodologique et archéologique“ na Sorboně v Paříži v roce 1985. Důležitým aspektem byla analýza různých souborů archeologického materiálu z odlišných oblastí (předkoloniální osídlení Tahiti, magdalenien z Pincevent I; pozdní paleolit z Adernach I a IV, azilien

z Tourasse). S tím byl spojen i výskyt různých kamenných surovin, z nichž byly artefakty vyrobeny (rohovec, chalcedon, křemenec, basalt) a problematika postdepozíčních modifikací artefaktů (podrobněji viz Plisson-Mauger 1988).

Z dalších důležitých studií, které měly zásadní význam pro další vývoj metodologie v západní (především anglosaské) literatuře nelze opominout Emily H. Moss (1983a) zkoumající pozdně paleolitický materiál z Francie v letech 1977-1982. Patricia Anderson-Gerfaud (1981) obhájila disertaci na Univerzitě v Bordeaux, která přinesla nové poznatky o výzkumu reziduálních organických zbytků na nástrojích a nová zjištění ve vztahu k vzniku a vývoji lesků a ostřích. Sylvie Beyries a Kjell Knusson (1988a, 1988b) zkoumali zejména problematiku pracovních stop na nástrojích vyrobených z křemene. Carol Sussman (1988) prováděla další experimentální výzkum na artefaktech vyrobených z křemene. Bazaltové artefakty z hlediska funkce zkoumal Thomas T. Richards (University of Saskatchewan). Možnost aplikace funkčních analýz na bazaltu byla ověřena i tzv. blind tests (Richards 1988), které představují důležitý nástroj ověření spolehlivosti funkčních analýz. A to zhotovením experimentálních nástrojů a provedení funkčního experimentu experimentátorem a jejich následná analýza traseologem, který nebyl seznámen s průběhem experimentů. Výsledky traseologické analýzy jsou potom srovnány se skutečně provedenými experimenty. Umožňují tak poměrně přesné zjištění pravděpodobnosti prováděných traseologických určení. Takto zjištěná pravděpodobnost pak může být určujícím kritériem při kritice výsledků traseologických analýz pravěkých nástrojů, stejně jako při jejich dalších archeologických interpretacích⁶. Disertační práce Irene Levi Sala (1996) byla vydána až v roce 1996, ač byla dokončena v závěru osmdesátých let. Je zaměřena

⁶Cf. Romana Unger Hamilton (1988) na základě výzkumu prováděném na Institute of Archaeology v Londýně prováděném v letech 1981-1984 na archeologickém materiálu ze Sýrie za použití HPA ve spojení s tradiční typologií.

na další klíčovou otázku související s vývojem metodologie na poli funkčních analýz, problematiku vzniku mikroskopických lesků na artefaktech ze silicidů a otázku průběhu postdepozicičních procesů, které mohou způsobit ohlazení povrchu ovlivňujícího pracovní stopy (Levi Sala 1996, 72).

Roger Grace (1989) v práci „Interpreting the function of stone tools“ rozvíjí možnosti zpracování obrazu v rámci funkčních analýz a širěji uplatňuje tzv. blind testy, jejichž cílem je omezení vlivu lidského faktoru při provádění analýz a jejich objektivizace. V roce 1992 byla publikována studie Lindy Hurcombe (1992a) věnovaná artefaktům z obsidiánu, Annelou van Gijn (1990) zkoumala soubory artefaktů z kontextů kultury s lineární keramikou v Nizozemí. Monique Henriëtte van den Dries (1998) představila studii, jejímž výsledkem bylo vytvoření systému „artificial intelligence“ (umělé inteligence) pro potřeby funkčních analýz. V devadesátých letech byly publikovány obsáhlejší studie zejména v románské oblasti (Gassin 1993, Ibáñez Estévez-Gonzalez Urquijo 1996). Cristina Lemorini (2000) přispěla analýzou středopaleolitického materiálu z Breuilovy jeskyně v Itálii a abri La Combette ve Francii. Monika Derndarsky se pokusila o provádění funkčních analýz na archeologickém i experimentálním materiálu z Rakouska (zejména radiolaritu, Derndarsky 2001, 19 a n.). Obsáhlejší funkčně zaměřené studie výhradně mimoevropského materiálu, které dosáhly širšího ohlasu, pocházejí z pera Estely Mansur-Francomme (Mansur 1982, Mansur-Francomme 1983) experimentálně podložené analýzy souborů z Patagonie a práce Johanna Kammingy (1982) s rozsáhlými experimentálními programy, navíc na podkladě etnoarcheologických zkoumání z australských kontextů, disertaci obhájit na univerzitě v Sydney. Přínos spočívá zejména v popisu základních charakteristik pro určování funkce australských souborů kamenné štípané industrie na základě stanovení konkrétních morfologických charakteristik. Práce je navíc opatřena početnými

dokumentačními fotografiemi a kresbami (Kamminga 1982). Daniel R. Davenport (2003) zkoumal artefakty z jihovýchodní Asie a Tichomoří na základě extensivních experimentálních programů, které byly koncipovány tak, aby jejich výsledky byly použitelné jak pro artefakty z kontextů lovecko-sběračských, tak i raně zemědělských. Zahrnuty byly mimo jiné činnosti jako sklizeň rýže, výroba luků a šípů, zpracování bambusu, ratanu, pandanu a rákosu. Experimentální výsledky byly konfrontovány s archeologickým materiálem z jeskynní lokality ve Východním Timoru.

Zásadní význam pro rozvoj metody funkčních analýz měly mezinárodní konference. První se konala v roce 1977 v Britské Kolumbii (Burnaby) organizovaná B. Haydenem *Lithic Use-wear Analysis* (Hayden ed. 1979). Diskutovány byly zejména speciální otázky teoreticko-metodologické jako použití mikroskopů, terminologie, problematika funkčních experimentů ad. Nedlouho poté byl zorganizován kulatý stůl v Lyonu v roce 1982 *Traces d'utilisation sur les outils néolithiques du Proche Orient* (Cauvin 1983) a tamtéž v roce 1984 *La Main et l'Outil* (Stordeur 1987), 1985 v Antibes *Technologie et Fonction* (Beyries 1988a, 1988b), 1987 v Uppsale *The interpretative possibilities of microwear studies* (Gräslund et al. 1990) a v roce 1990 v Liège *Traces et fonction* (Anderson et al. 1993).

Významným příspěvkem k funkčnímu studiu nepazourkových nástrojů se staly studie K. Knutssona. Jednalo se o křemenné industrie, které byly podrobeny jak již zmiňovanému „high power approach“, tak i využití SEM (scanning electron microscopy). Současně s R. Gracem se také věnoval digitalizaci mikroskopických snímků lesků a následné sledování vlastností struktury povrchu a jeho nepravidelnosti k objektivizaci dosažených výsledků pozorování. K. Knutsson nejprve využil k digitalizaci snímky lesků vzniklých při funkčních experimentech a později výsledky pozorování využil při analýze pravěkých (pazourkových) nástrojů ze severního Švédska. Později R.

Grace vytvořil počítačový program, který vyhodnocoval komplexní vlastnosti nástrojů a vyústil v systému „FAST“ (Funkční analýzy kamenných nástrojů) zejména vzhledem k jejich morfologii. Tento systém však nebyl schopen zcela postihnout značnou variabilitu a jedinečnost každého souboru štipané industrie, a proto musel být vždy upraven pro každou analýzu nástrojů z nově vyhodnocované lokality.

Významnější mezinárodní kongresy zaměřené na funkční analýzy pak jsou pořádány v roce 2000 v Sankt Petěrburgu „The recent archaeological approaches to the Use-Wear Analysis and Technical Process“ a v roce 2005 ve Veroně „Prehistoric technology“. 40 years later: Functional Analysis and the Russian Legacy (Longo et al. 2005).

V posledních letech se funkční analýzy provádějí v několika desítkách nezávislých výzkumných center na světě, obecně lze konstatovat, že metodická východiska těchto pracovišť jsou podobná, rozdíly spočívají jednak předmětu analýz (materiál, stáří, typy nástrojů apod.) a ve směru dalšího bádání (testování nových možností a metod viz např. Journal of Archaeological Science, Nuclear Instruments and Methods in Physics research apod.).

V posledních letech byly sepsány v němčině rozsáhlejší studie M. Derndarsky a L. Steguweita, které představily některá přínosná technologická zdokonalení v oblasti metodologie funkčních analýz štipaných artefaktů, zejména s ohledem ke střeoevropskému materiálu (Steguweit 2003, Derndarsky 2001). Ve střeoevropském kontextu mají význam zejména centra výzkumu v Polsku (Vratislav, Toruň). Na materiálu z území dnešní České republiky byly funkčně-analytické přístupy dílčími způsoby aplikovány již od šedesátých let (Vencel 1961), následovány pozorováními nástrojů z pohřebiště v Holešově (Molčík-Šebela 1985) a později trapězy z hrobu na lokalitě Marefy, poloha Člupy (Škrdla-Šebela 1997, Obr. 1:7, 8). Materiál z pohřebiště ve Vikleticích byl zkoumán H. Knutsson (1995, celkem 53 kusů čepelí). Paleolitický

materiál z území České republiky byl k analýzám funkce svěřen Silvii Tomáškové (1994, 2000), podnětným způsobem přispěl i P. Škrdla (1995). Mezolitický materiál pak zkoumal B. Hardy (1999). Následuje několik studií z pera A. Šajnerové Duškové zaměřující se na analýzy mladopaleolitického materiálu (Šajnerová-Škvařilová 1999, Šajnerová-Dušek-Škvařilová 2000, Šajnerová 2001, 2002, 2003 a, 2003b, 2003c, Šajnerová Dušková 2006).

Při dokončování této práce autorku zaujala studie (upravená disertační práce) L. Hroníkové Traseologická analýza neolitické štípané industrie z lokalit Bylany, Miskovice, Mšeno a Tachlovice (Hroníková 2012, In: Popelka – Šmidtová 2012).

IV. Odvětví metody funkčních analýz a jejich vývoj

Základní přístupy ke zjišťování funkce nástrojů

V podstatě je možné zjednodušeně rozčlenit funkční analýzy podle toho, co si stanovíme jako cílovou výstupní informaci. Podle toho potom volíme prostředky k jejich dosažení. Nejběžnější metodické postupy jsou vázány na použitou optickou zvětšovací techniku, podle míry zvětšení je potom možné preferovat kvantitativní nebo kvalitativní kritéria, případně jejich kombinaci. Analýzy dle použitého maximálního zvětšení, při nichž jsou prováděny, se tradičně dělí následovně:

Makroskopická analýza bývá používána k pouze základnímu rozřídění použitých a nepoužitých artefaktů. Patří sem i pozorování pod lupou či zvětšovacími skly. Většinou bývá následována mikroskopickým pozorováním.

Tzv. „*low power approach*“ (LPA) zahrnuje pozorování pod mikroskopy do zvětšení přibližně 100x. Při těchto zvětšeních je možné pozorovat pracovní stopy jako je poničení hran, mikroskopické výstěpy okrajů hran a větší striace (rýhy) v povrchu nástroje. Tzv. „*high power approach*“ (HPA), tedy pozorování pod optickými mikroskopy s přímo dopadajícím světlem při zvětšeních přibližně v rozmezí 100x - 500x, umožňuje včetně všech výše uvedených stop i pozorování mikroskopických lesků.

SEM (scanning electron microscopy) je užitečný zejména při pozorování drobných stop a také k pořizování kvalitních mikroskopických snímků, kterých lze dosáhnout díky vysoké hloubce ostrosti, které nelze zhotovit v tak vysoké kvalitě při pozorování optickými mikroskopy. Není ho však možné využít k pozorování lesků,

kteře jsou dobře viditelné pod optickými mikroskopy. Zvětšení s pomocí SEM mohou dosahovat hodnot i 400.000x. Značnou nevýhodou většiny SEM je nutnost potahování povrchu artefaktů vrstvičkou kovu a značná časová náročnost pozorování při velkých zvětšeníh.

Zvětšení	Typy stop	Charakteristika	Badatel
< 100x	Zaoblení, ohlazení, výstěpy	LPA, výstěpy	Semjonov Ščelinskij Korobkova
>100x	Lesk, mikroretuše, striace	HPA, lesk	Plisson Knutsson Hurcombe
<500x	Striace, plošné modifikace	SEM	Knusson Olsen

Makroskopicky pozorovatelné stopy

Výhradně makroskopické pozorování a vyhodnocování stop bylo používáno zejména v počátečních fázích funkčních analýz. Velmi brzy bylo započato s používáním zvětšovacíh skel /lupy (odkazy na další prameny viz Stemp 2001, 113). Širšího ohlasu dosáhly studie založené na pozorování makroskopických stop publikované J. Kantmanem (1970a, 1970b). Georges H. Odell (1975) and Ruth Tringham (et al. 1974) makroskopická pozorování konfrontovali s využitím LPA. Původně byly makroskopické stopy metodicky zkoumány zejména ruskou traseologickou školou v Sankt Petěrburgu, která měla vést k rutinní

identifikaci použitých a nepoužitých artefaktů (viz zejména práce následujících autorů: Semjonov, Korobkova, Ščelinskij, Filippov).

V současnosti je makroskopické pozorování v převážné většině případů kombinováno přinejmenším s LPA, která umožňuje potvrzení makroskopických pozorování a jeho bezpečnou identifikaci (např. systém FUNCAN, <http://imnh.isu.edu/stonetool>).

Analýza nižšího rozlišení - LPA (Low power approach) 10 - 100x⁷

Tzv. analýza nižšího rozlišení (dle Popelka 1999) běžně označovaná jako LPA (z anglického „low power approach“, dle Odell-Vereecken 1980), kdy je využíváno maximální zvětšení 75x, za pomoci binokulárního mikroskopu s malým zvětšením (Odell 1975, Tringham et al. 1974, Knutsson 1976; Hayden 1979; Keeley 1978 ad.) je obvykle následujícím krokem po makroskopické analýze.

Širokého ohlasu v archeologické literatuře dosáhla studie Ruth Tringham et al. (1974), kde byly publikovány výsledky experimentálních programů rohovcových nástrojů (105 kusů), na nichž byly pozorovány mikroretuše v různých aspektech (lokalizace, směry, morfologie) a byla pozorována závislost určitých druhů stop na pracovních činnostech a opracovávaném materiálu. Nepodařilo se však identifikovat stopy naznačující směr a pohyb nástroje ani konkrétní opracovávané materiály. Této studii předcházely analýzy archeologického materiálu magdalenienických nástrojů při zvětšeních do 80x (Rosenfeld 1970; dále např. MacDonald-Sanger 1968), aniž by byla brána v úvahu práce S. A. Semjonova (viz výše).

Opotřebení hrany a striace jsou klíčovými stopami, které lze pomocí LPA identifikovat. Ačkoliv tyto stopy nejsou samostatně diagnostické pro konkrétní materiál tak, jako lze v jistém smyslu uvažovat o lescích, limity jsou dány zejména možnostmi rozlišení původu jednotlivých stop od nedagnostických znaků (technologické,

⁷ až do 150x (van den Dries 1998, 35), cf. J. Shea (1988, 67) popisuje jako LPA zvětšení v rozpětí 5-160x.

postdepoziční apod.). Identifikace je ještě obtížnější u nesilicidových surovin (např. zrnité křemence). LPA je obvykle používána k identifikaci opotřebení, k jeho další podrobné interpretaci je obvyklá zapotřebí využít vyšších zvětšení (van den Dries 1998, 35).

Ruth Tringham (et al. 1974) se pokusila postavit opotřebení hrany pozorovatelné LPA do souvztažnosti s faktory, jako je pracovní činnost, opracovávaný materiál, úhel hrany, uchycení nástroje do násady, zatímco další výzkum na poli LPA reprezentovaný George H. Odellem (1975, 1977, 1979, 1981; a také Odell-Vereecken 1980) se ubíral směrem jeho objektivizace např. prostřednictvím tzv. "blind tests". Metoda LPA byla dále používána celou řadou vědců (např. Ahler 1979, Brose 1975, Frison 1968, Gould 1973, Kantman 1970a, 1970b, Keller 1966, Wilmsen 1968 ad.). Nejpodrobnější metodikou na tomto poli však zůstává ta, již položil základ S. A. Semjonov a později byla rozvíjena v Petěrburské experimentálně-traseologické laboratoři V. Ščelinskim, G. Korobkovou ad. (viz výše).

Analýza vyššího rozlišení - HPA (High power approach)⁸

Tzv. metoda vyššího rozlišení (dle Popelka 1999) běžně označovaná jako HPA (z anglického „high power approach“, Odell-Vereecken 1980, dále např. Knutsson 1988, 1995). HPA dosáhla značného ohlasu a rozvoje v anglosaském a románském odborném světě po vydání studie L. H. Keeleyho (1980, do 500x).

Hlavní výhodou, na niž poukazoval již Keeley (1980), je relativně přijatelná časová náročnost pozorování v návaznosti na různorodost a množství pozorovatelných stop (zejm. lesky, striace, opotřebení hrany). Zejména pro pozorování plošných stop typu lesků (za použití optického

⁸ V literatuře se méně často objevuje i označení „Metoda středního rozlišení“ („medium power“, např. Cook-Dumont 1987), zejména v souvislosti s rozšířením dokonalejších optických přístrojů s vyšším rozlišením SEM ad.

mikroskopu) optimální. Studiu lesků byla v souvislosti s rozvojem HPA (po vydání práce Keeley 1980) věnována značná pozornost, jejich vypovídací schopnost však byla z počátku poněkud nadhodnocena. Analýza vyššího rozlišení byla zkoumána a zdokonalována celou řadou badatelů (např. Anderson 1980, Anderson-Gerfaud 1981; Beyries 1982, 1987, Cahen-Keeley-Van Noten 1979, Moss 1983a, Plisson 1985 ad.) z počátku zejména v souvislosti s možností identifikace kontaktních materiálů.

Nicméně HPA má i své limity související zejména se zákony optiky a technického vybavení. Zejména pro dokumentaci je to snižující se hloubka ostroty, světelnost a kontrast se zvyšujícím se rozlišením. Tato omezení kladou mez optimální užitečnosti pro pozorování do zvětšení cca 500x (Cook-Dumont 1987, 56 a n.), ač s vylepšujícím se technickým vybavením se možnosti rozšiřují. Poměrně značného vylepšení lze dosáhnout již použitím obyčejného polarizačního filtru.

HPA je dosud nejběžněji používaným způsobem analýzy mimo jiné také s ohledem na časovou a finanční náročnost a poměru k dosahovaným výsledkům a množství dat, se kterými lze dále pracovat. Často bývá HPA kombinováno s LPA.

Scanning electron microscopy⁹(SEM)

D. Brothwell (1969) zmiňuje “Stereoscan” jako zařízení, které otevřelo nové možnosti v pozorování zejména mikrotopografie a studiu mikroskopických stop (dle Keeley 1974, 325). Také David S. Brose (1975) využívá SEM¹⁰ pro pozorování experimentálně použitých nástrojů, Daryl Fedje (in Hayden ed. 1979) pak analyzuje striace za pomoci SEM ve své bakalářské práci (B. A. Thesis, Department of Archaeology of Simon Fraser University. Patricia Anderson-Gerfaud a E.

⁹ něm. Rasterelektronenmikroskopie-REM, fr. microscope électronique a balayage-MEB.

¹⁰ Za použití zvětšení do 300x (Brose 1975, 92)

Mansur-Franchomme využívají pozorování při zvětšeních 500x až 10.000x¹¹ pro pozorování experimentálních i archeologických nástrojů. Patricia Anderson-Gerfaud pak vydává studii o residuech a tím otvírá zcela nové možnosti bádání v souvislosti s analýzou funkce nástroje. Residua jsou zjišťována organická i anorganická (Stemp 2001, 116). Odpovědí na limity optické mikroskopie se tak velmi záhy stalo využití SEM (již Anderson 1980, 1981; Meeks et al. 1982).

Při zvětšeních od cca 100x do cca 350x, kdy jsou běžně pozorovány lesky za pomoci HPA, je SEM méně efektivní, plochy lesku jsou patrné, ale nelze je rozlišit, tak jako při pozorování optickým mikroskopem (Pawlik 1995, cf. Meeks et al. 1982). Při pozorování za zvětšení 500x a částečně pak 2.000x-10.000x lepší rozlišení a hloubka ostrosti umožňuje jasně odlišit jednotlivé stopy (Cook-Dumont 1987, 57). Ocenitelná je pak zejména možnost pořizování obrazové dokumentace pozorování, která umožňuje dosažení jasnosti a ostrosti u HPA nedosažitelné. U některých typů zařízení SEM je třeba potahovat vzorky např. zlatem (van den Dries 1998, 35). V poslední době se začínají stávat běžnějšími typy s tzv. „environmentální komorou“, která umožňuje pozorování vzorků bez nanášení dodatečných hmot (zlato, platina).

SEM umožňuje pozorování při značných zvětšení dle typu zařízení např. 400.000x, která jsou využívána při zkoumání původu a způsobu vzniku lesku (Kamminga 1979, Anderson 1980, Anderson-Gerfaud 1981, vol I, 94, 130; při zvětšení 500-10.000x). Využitím SEM se otevřely nové možnosti zkoumání (Knutsson 1976, 1983, 1988a, 1988b nástroje z křemene; D'Errico et al. 1985, 446-7, Anderson 1980, Anderson-Gerfaud 1981, 130 vznik lesku; Unger-Hamilton 1984; Kamminga 1977, Pant 1989, Pawlik 1995 ad.).

¹¹ Alfred Pawlik již zvětšení až do 100.000x (1995, 17).

Residua

Za příznivých okolností se mohou na povrchu nástrojů zachovat tzv. residua. Nejčastěji jsou popisována organická residua jako jsou rostlinná vlákna, amino kyseliny, krevní buňky apod. Dle L. Hurcombe (1992a, 17-20) se rozlišují “odstranitelná¹²” a “neodstranitelná” residua. Tzv. “neodstranitelná” residua se jeví jako by byla součástí povrchu artefaktu, nelze je snadno odstranit. Jsou “zasunuta” pod povrch (Anderson 1980 ad.), k čemuž dochází nejpravděpodobněji za současného působení tlaku a tepla při pracovní činnosti (sinking into or melting onto the “dissolved” flint surface, Unger-Hamilton 1988, 62)¹³. Množství a typ residuí, která jsou použitelná k analýze, se přímo odvíjí od způsobu nakládání s artefakty při archeologickém výzkumu a vybavení laboratoře, v níž je zkoumání prováděno.

Residua¹⁴ dle původu lze rozčlenit¹⁵ na rostlinná, tj. např. fragmenty buněk a epidermu, škrobová zrna, fytolity, pryskyřice (Rovner 1983; Anderson 1980, Anderson-Gerfaud 1981, s. 94 a n.; Anderson-Gerfaud 1986; Briuer 1976, Mansur-Franchomme 1983; Richards 1988, 77) a živočišná, tj. krevní buňky (Fiedel 1996, Tuross-Barnes-Potts 1996, Hardy-Raff-Raman 1997, Cattaneo et al. 1993, Loy-Wood 1989, Kimura et al. 2001, Hyland et al. 1990 ad.), tuk, kolagen, svalová vlákna, srst, rybí šupiny, peří (Broderick 1979, Fullagar 1998, Loy 1983, 1993, Loy-Wood 1989) a aminokyseliny (Broderick 1979,

¹² Odstranitelná residua jsou nejčastěji pozorovatelná např. na neumytých artefaktech ze suchých jeskynních sedimentů. Residua se získávají kontrolovaným smýváním a následnou filtrací a odstředěním roztoku.

¹³ Viz také kapitola V.3, obr. V.5 a n. a kap. V.6.2, obr. V.35 a dále, kde je popsána interakce povrchů v rámci tribologického systému.

¹⁴ Diskutovaný příspěvek přinesla Romana Unger-Hamilton (1988, 62 a n.), když naznačila, že některá residua by mohla být ve skutečnosti mikrofosilie pocházející z kamenné suroviny.

¹⁵ Existují i další klasifikační systémy residuí, např. L. Hurcombe (1992a, 86 a n.) na základě tvaru rozlišuje typy A-E.

Clouse 1979, 372). Horní hranice zachování residuí zcela zřejmá, mezi nejstarší zkoumané patří artefakty z lokality Barda Balka, Irák (75.000-125.000 B.P.; v některých případech se podařilo identifikovat i residua na artefaktech z povrchových sběrů (Richards 1988, 77). Pro identifikaci krevních residuí byla použita celá řada metod (sérum albumin: Loy 1983, 1269; enzymatické zk. Hyland et al. 1990). V některých případech se podařilo identifikovat i DNA (např. Loy 1993).

Počítačová analýza obrazu a umělá inteligence při provádění funkčních analýz

S rozvojem nových zobrazovacích metod a softwarových programů, které jsou samostatnými prostředky pozorování nebo jsou součástí ovládacího příslušenství složitějších přístrojů (SEM, LCSEM) se otevírají nové možnosti získání na pozorovateli méně závislých obrazových dat („image processing“), která je možno dále analyzovat. Současně se zde otvírá možnost mimo pořizování sérií (digitálních) fotografií také získávání videozáznamu pozorování ve dříve nevídaném rozlišení a kvalitě (např. za použití CCD kamery). Obrazová analýza představuje nástroj, pomocí něhož lze převádět informace obsažené v obraze do numerické formy. Tím je možno vytvořit v první fázi rozsáhlejší podklady k srovnání výsledků a specializovanější odborné diskusi a později potom průkaznější a kvalitnější podklady k publikaci výsledků.

Předpokladem pro aplikaci obrazové analýzy je převedení snímku do digitální podoby (tzv. akvizice obrazu), jeho cílem je zachytit analogový obraz, jehož jas je spojitou funkcí pozice. Digitalizovaný obraz se skládá se z matice obrazových bodů (pixelů, tj. picture element). V každém „pixelu“ je dán jas úrovní intenzity daného bodu (počet bitů v pixelu, tj. BPP – bit per pixel). Třídy obrazu pak mohou být obvykle následující: dvouúrovňový (binární: černá - bílá), šedotónový (8, 12, 16

bitů), plovoucí bod (32 bitů), RGB (červená – zelená - modrá). Rozložení jasu v obrazu se pak vyjadřuje v úrovních bitovou mapou, nebo histogramem. Dalšími možnostmi zpracování obrazu jsou aritmetické operace s obrazy (průměrování, odečítání pozadí, korekce kontrastu ad.), logické a pravděpodobnostní operace, měření a počítání objektů v obraze, filtrování, tzv. Fourierovy transformace ad. (Kubínek 2003, Nebesářová-Vancová-Nebesář 2001). Běžné softwarové programy umožňují měření, plošná vyhodnocování a srovnání mikrotopografie ploch a je možno je využít i ve světelné mikroskopii.

Počátky aplikace průmyslových zobrazovacích metod k srovnávání morfologických charakteristik stop na povrchu silicových nástrojů najdeme již v práci J. V. Dumonta (1982). Základním východiskem bylo kvantitativní vyhodnocení mikrotopografie povrchů nástrojů a jejich změny v důsledku vývoje zejména plošných stop (lesky, van den Dries 1998, 38).

V širší míře byla možnost využití zpracování obrazu a jeho digitalizace zkoumána a publikována R. Gracem¹⁶ (1989). Ustálena byla čtyřstupňová metodika vyhodnocování: obraz, který má být zpracován, je digitalizován. Z digitalizovaného obrazu jsou dále extrahována data (např. ve formě histogramu). Dalším krokem je aplikace funkcí, které odstraní vliv světelných podmínek a zvýší kontrasty sledovaných veličin. Následuje porovnání výsledků jednotlivých extrahovaných a dále zpracovaných dat a jejich další vyhodnocení na základě statistiky, jejímž výsledkem jsou rozptylové diagramy, které představují vizualizaci rozdílů a shod jednotlivých obrazů.

K analýze experimentálních souborů¹⁷ ze senonského silicitu aplikoval Kjell Knutsson (1988a, 104 a n.) další způsoby zpracování

¹⁶ R. Grace odvozuje statistická data z digitálních obrazů ploch lesků a okolí pracovní hrany nástroje měřením kvalit mikrotopografické struktury a měřením homogenity.

¹⁷ Při zvětšení 400x.

obrazu ve spolupráci se specialistou Bengtem Dahlqvistem. Výsledky byly dále zpracovávány a vyhodnocovány (Knutsson-Dahlquist-Knutsson 1988, Dahlquist-Knutsson 1987) a byly využity k analyzování materiálu z lokality Bjurselet v sev. Švédsku.

D. Rees et al. (1988) využil geometrické techniky („fractal geometry“) původně vyvinuté pro geologii ke zkoumání stop použití. Je založena na vyhodnocování podobností digitální obrazů a používala se k vyjadřování charakteristik povrchových struktur. Tyto studie byly následovány řadou dalších (van den Dries 1998, 39 a n.).

Na základě výše popsaných způsobů získávání a zpracování digitálních obrazových dat byly vyvinuty počítačové deskripční systémy pro provádění funkčních analýz (Computerized descriptive System for the functional study of stone tools) aplikací analýzy při zvětšeních 40x-180x byl vyvinut a popsán E. S. Lohse (Lohse-Sammons 1997, Lohse 1996).

Odborné systémové počítačové programy umožňují zpracování značného množství vstupních dat a zachycení dynamiky použití nástrojů. Průkopníkem použití komplexních výpočetních aplikací při analýzách funkce nástrojů byl R. Grace. (1989). Vyvinul systém „FAST“¹⁸ (Functional Analysis of Stone Tools) ¹⁹, který je využitelný k získání dat týkajících se konkrétních artefaktů a potažmo jejich souborů, a jejich objektivní zpracování, včetně vygenerování vodítek pro konečnou interpretaci funkce předmětů.

H. van den Dries představila umělý klasifikační systém, který má minimalizovat ovlivnění badatelem, který analýzu provádí označovaný jako WAVES (Wear Analysing and Visualising Expert System) a systém

¹⁸ Tento systém dále rozvíjí např. John Shea (1992) navrhuje měření a kvantifikaci variability lesků na základě jejich světelnosti.

¹⁹ Systém FAST je založen primárně na morfologických charakteristikách předmětů, je variabilní a lze ho přizpůsobit pro konkrétní soubory archeologického materiálu.

WARP²⁰ (1998, 94-122). WAVES je narozdíl od systému FAST více zaměřen na interpretaci výsledků funkčních analýz.

Klasifikační systém FUNCAN (“Functional Analysis”, Lohse-Samons 1998), který je určen k třídění souborů archeologického materiálu za účelem vytipování artefaktů vhodných k funkční analýze počínající fází 1, tj. makroskopickým pozorováním.

Shrnutí

Na základě zkušeností autorky a informací získaných z literatury a konzultacemi lze konstatovat, že optimální pro získání maximálního užitku z funkčních analýz je využití kombinace výše uvedených přístupů. Důraz na jednotlivé složky pak je třeba klást jednak vzhledem k otázkám, které chceme na základě analýz zodpovědět, a současně s ohledem na charakter artefaktů, které mají být k analýze použity, tj. např. stáří, surovina, z níž jsou vyrobeny, kvantita, nálezové okolnosti apod.

²⁰ WARP je zkratkou “Wear Analysing and Recognizing neural network Prototype” (van den Dries 1998).

V. Metoda a experiment

V.1 Úvod k metodologii

Teorie metody zkoumá vztah metody k teorii a vztah metody k cílům a předmětu zkoumání. Různé předměty, jevy a procesy vědecky zkoumané se dostávají do protikladu předmětové rozdílnosti věd a metodologické stejnosti (např. **traseologie v archeologii versus trasologie v kriminalistice**). Postupné uplatňování stále hlubších a dokonalejších metod vede k jakémusi zužování sféry uplatnění metod se současným zvyšováním jejich dokonalosti a hloubky. Metodologie skládající se z teorie (vztah metody k teorii a vztah k předmětu a cílům zkoumání); typů (např. přírodovědné, společenskovědní) a vědeckého určení (klasifikace, kauzalita, funkční relace, pravděpodobnost atd.); využívá základní prostředky a operace myšlení jako jsou abstrakce, dedukce, indukce, interpretace, analogie, modelování, experiment ad. Principy vědeckého poznání jsou determinovány principy relací, tj. vztahů mezi prvky navzájem, mezi prvky a mezi třídami. U jednoznačných relací bývá označováno to, co není vědecky určeno jako náhoda²¹. Naproti náhodě stojí určení jevu finalitou, kdy jsou jevy určovány jejich účelem, cílevědomostí oproti náhodě (Šedivý 1995, 9-10). Abstrakce pak spočívá v redukci sledovaných znaků, vlastností či vztahů u určitého zkoumaného předmětu nebo jevu, takže jejich interpretace je obecnější, tj. omezuje se na vlastnosti té třídy znaků, která je jim společná a zanedbává specifické znaky, kterými se liší. Tím, že se abstrahuje od určitých vztahů mezi konkrétními předměty,

²¹ Křížení kauzálních řetězců, tj. má v sobě souběh dvou nebo více dějů, z nichž každý má své příčiny, avšak takovým způsobem, že jejich souběh nemá jasné příčiny, jež by byly známé.

současně si vztahy uvědomujeme a můžeme je pojmově vyjádřit. Dochází tak postupně k odhalování a definování vlastností a vztahů mezi předměty a jevy k formulaci zákonitých vnitřních souvislostí mezi nimi a jejich odlišení od vnějších forem průběhu jevů a procesů. Abstrakce je vlastně procesem idealizace, protože vytváříme pojmy pro objekty, jež neexistují. Opakem je konkretizace - vydělování nějaké podstatné části z celku, nebo specifikace – od obecnějšího k méně obecnému. Předpokladem procesu abstrakce je proces analýzy a syntézy (Šedivý 1995, 23-24).

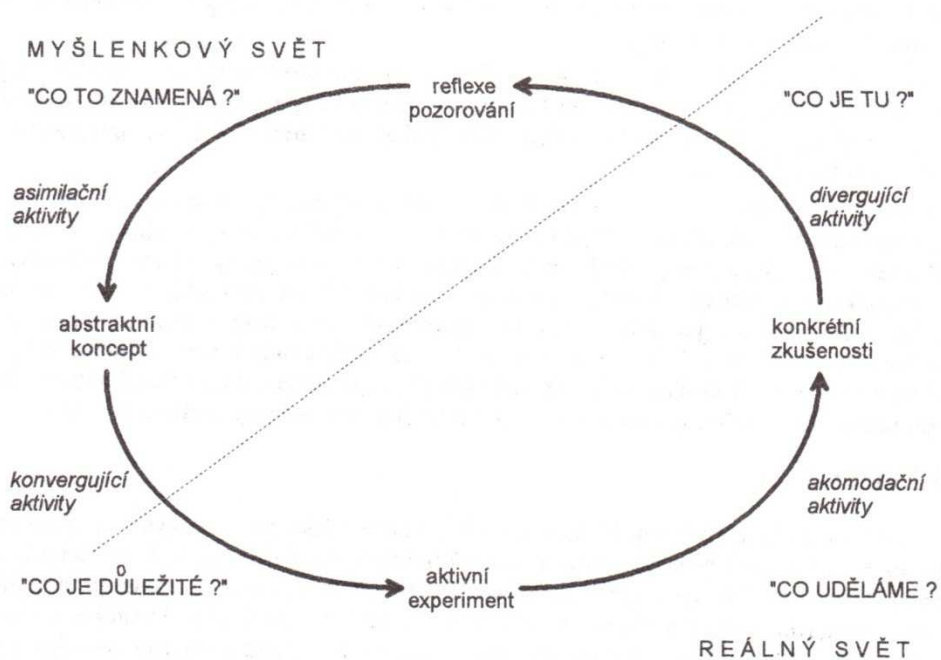
Zatímco analýza je rozčlenění celku na části, čímž se odhalují: struktura a vztahy mezi částmi; strukturální podobnost mezi částmi celku; analogické vlastnosti předmětů a vztahů mezi nimi; rozdělení předmětů na podtřídy podle vlastností jednotlivých předmětů (klasifikace). S problematikou klasifikace souvisí typologie, kde typ je určité rozčlenění jevů, který slouží jednak pro popis a současně také k určení základních vlastností. Typ je určení blízké modelu, ideální typ abstrahuje od všech rušivých a komplikujících vlastností. Pokud se pracuje se souborem všech typů, jedná se o systematickou typologii. Užití typologie vytváří předpoklad pro komparaci a klasifikaci jevů a k periodizaci dějů.

Procesy poznání se realizují prostřednictvím procedur, a to zejména empirických: pozorování a popis. Výsledek pozorování musí být popsán tak, aby byly postíženy jevy a vztahy mezi nimi, protože cílem pozorování je popis, který je dále interpretován, v tom je uloženo vysvětlení jevu.

Pravidla vědeckého pozorování (Šedivý 1995, 35-36) jsou izolace, abstrakce, zobecnění, rozbor, relace, klasifikace; přičemž podmínkami vědeckého pozorování jsou zejména přesnost, podrobnost, systematickosti, plánovitost. Výsledkem vědeckého poznání je pak

poznatek, systematizace, verifikace, výstavba teorie, explanace, predikce apod.

Experiment jakožto praktický cílevědomě navozený proces (např. opakované pozorování) za kontrolovaných podmínek k vede poznání. Je zaměřen na odhalení objektivních zákonitostí a spočívá ve vlivu změněných podmínek na studovaný jev. Pokus je způsob pozorování a měření objektu reality nebo řízené ev. opakované navození jevu či procesů v kontrolovaných podmínkách (Šedivý 1995, 38-41).



Obr.V.1: Schéma procesu obecného poznávání (Šedivý 1995, schéma 3, s. 76)

Názorně prezentuje schematický cyklus obecného poznávání zaměřený na aktivity (zajištění funkce či její změny) obr. V.1, kde můžeme sledovat dvě protikladné roviny myšlenkového a reálného světa, které spolu bezprostředně souvisejí a navzájem se ovlivňují. Cyklus se spirálovitě odvíjí a dosahuje tak proměny úrovně, na které probíhá (Šedivý 1995, 76).

Míra a hloubka konkrétní (osobní, vědecké) zkušenosti, kterou máme s určitým jevem, vlastně vymezuje a mapuje problémovou situaci. Divergentní aktivity analyzují konkrétní zkušenost v dané věci, což vede

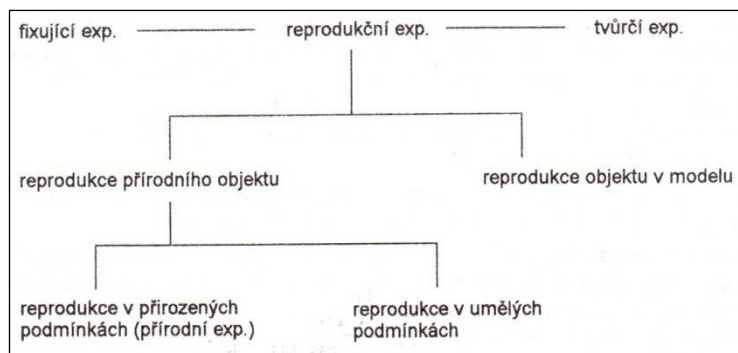
k bohatému obrazu situace, tj. rozbíhání pojmů a tvorbě nových myšlenek. Druhotně se jedná o vnímání problémů a problémových situací, tvorbou informačních alternativ a variant (takto nadbytečně vykonávanou činností však můžeme dosáhnout paralyzování z množství variant (neschopnost si vybrat – např. pokud jsou zaměňovány problémy za příležitosti).

Reflexe pozorování pak plynule přechází do asimilačních aktivit, kdy dochází k začleňování pojmů a myšlenek z minulého kroku do určité teorie, ustanovení hodnotících kritérií a definování problému (formulování pracovní teorie).

Konvergující aktivity pak zajišťují další vývoj konceptuálních (pojmových) modelů, které byly dosaženy minulým krokem. Dochází k omezování variant hypotéz rozhodování, k vymezení systému a modelu. V důsledku se jedná o popis experimentu, interpretaci informací a údajů jím získaných a rozhodnutí o omezení variant řešení problémů. Při této činnosti se přechází zpět od světa myšlenkového do reálného světa.

Aktivní experiment pak s návaznými akomodačními aktivitami představuje přizpůsobení parametrů daného jevu modelovým, ve svém důsledku jde o položení cílů a rozhodování k provádění plánů.

V.2 Teorie experimentu

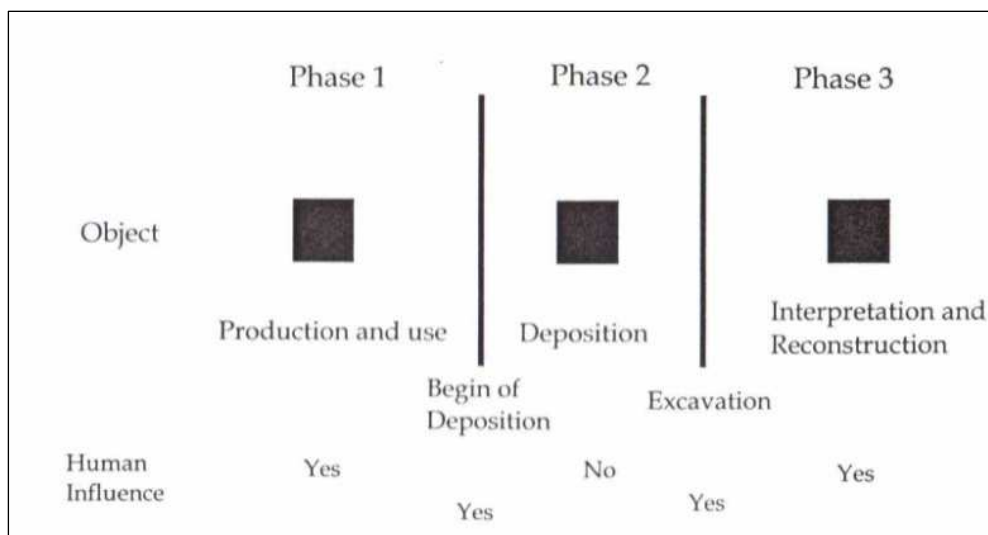


Obr. V.2: Různé experimenty jako formy reprodukčního procesu (Šedivý 1995, s. 38)

V nových oblastech bádání se využívá pokusů pro pouhé zachycení jevu, Pak jsou pokusy aranžovány, aby se jevy studovaly cestou reprodukce v uměle připravených podmínkách a konečně k objevení nového na základě poznanych zákonitostí (viz obr. V.2, 2a).

Experiment v archeologii²²

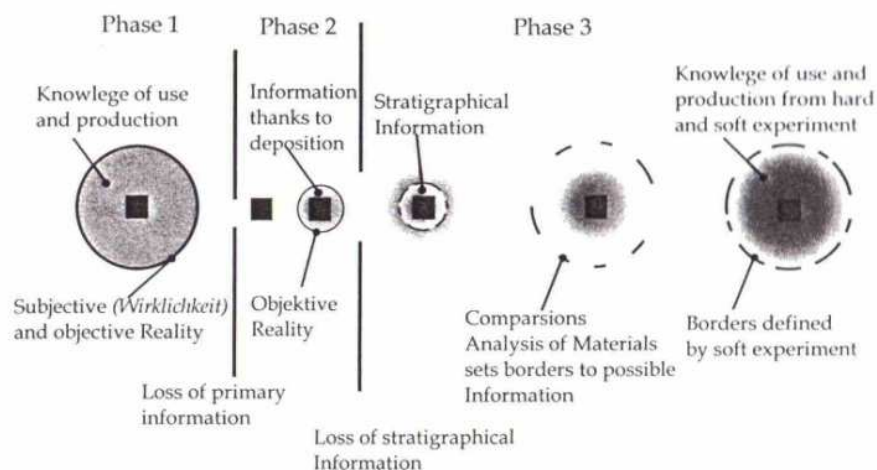
Jako nástroj k zodpovězení archeologických otázek. Ve snahách o pochopení řádu našeho světa je třeba definovat určité myšlenkové



Obr. V.2a: Schéma procesu, kterým prochází archeologický náleží a vliv lidského faktoru v jednotlivých fázích (Kucera 2004, Abb. 1)

²² Cf v české odborné literatuře např. J. Malina (1980), k funkčním experimentům např. Broadbent-Knutsson 1980, 5-14.

koncepty ve smyslu univerzální pravdy, objektivní a subjektivní reality. Z hlediska vědy se projevuje snaha o popis objektivní reality, ale člověk je limitován svým subjektivním vnímáním a chápáním reality, vzhledem k tomu je univerzální poznání komplikováno.



Obr.V.3: Schéma informačního potenciálu a jeho využití v různých fázích, jímž prochází archeologický nále (Kucera 2004, Abb. 2)

Při experimentu v archeologii²³ je třeba používat tytéž nebo podobné suroviny, jakých užívali pravěcí lidé. Zpravidla se jedná o suroviny těžené v blízkosti pravěkého sídliště, v některých případech však mohou být používány i suroviny ze zdrojů vzdálených i sta kilometrů. Techniky použité při experimentu by měly být v souladu s těmi, které mohly být reálné v rekonstruovaném prostředí. Při replikaci takových pracovních technik je vhodné se opřít o analogie z prostředí dnešních přírodních národů. Experimentální práci provádíme obvykle se zamýšleným záměrem a předpokládaným výsledkem, avšak neměli bychom být ovlivňováni nějakou jistotou, že použitá metoda bude úspěšná. Pokud je to možné měli bychom použít řadu postupů, umožňujících různá řešení, což zabrání slepému přijetí

²³Studie zabývající se problematikou praktického provádění experimentu v archeologii, např. i takových, které se zaměřují na opracování kůže lze najít na stránkách časopisu Živá archeologie: (Re)konstrukce a experiment v archeologii, Experimentelle Archäologie ad.

prvního úspěšného výsledku. Dále je třeba vyloučit náhodnost výsledku, čehož lze dosáhnout opakováním experimentu. Nejspolehlivější je provádění celé série experimentů, při níž se navazuje na výsledky předešlých pokusů, což pak vede k hlubšímu pochopení někdejší situace. Dále je třeba mít na mysli, že důkaz o tom, že nějaká činnost byla v určité době na určitém místě prováděna jinak, není zároveň důkazem toho, že by se tak dalo vždy a všude.²⁴(Malina 1980, Malina-Malinová 1992, cf Coles 1979).

V experimentální archeologii jde nikoli o získání všech informací beze zbytku, nýbrž o lepší pochopení a vysvětlení archeologických pramenů, které máme k dispozici a o částečné proniknutí do jiného způsobu chování a jednání (Malina-Malinová 1992, 17).

M. Kucera (2004) navrhuje dělení experimentů na „tvrdé a měkké“ (weiches und hartes Experiment), kdy „měkké“ experimenty přispívají k získání určité zručnosti (ve smyslu např. řemeslné) a je nezbytným předpokladem k provádění experimentů označovaných jako „tvrdé“ (viz též Bonnichsen 1977).

²⁴ Např. bylo prokázáno provedením traseologické analýzy (studiem pracovních stop a funkčními experimenty), že v trypilské kultuře na Ukrajině byly některé typy broušených kamenných nástrojů používány při kopání základů domů zapuštěných pod úroveň terénu, ač kamenné broušené nástroje patrně mnohem častěji sloužily k obrábění dřeva (Malina-Malinová 1992, 15).

1) Materiálem, z něhož je nástroj vyroben; topografií povrchu nástroje a morfologií pracovní hrany (délka, tloušťka, úhel hrany, profil-konvexní, konkávní; tvar).

2) Způsobem vykonávané pracovní činnosti.(např. různá míra vyvíjení tlaku na hranu nástroje při pracovní činnosti, orientace hrany nástroje k opracovávanému materiálu).

3) Charakterem kontaktního materiálu.

Vznik a rozvoj únavových procesů, potažmo pracovních stop je ovlivňován celou řadou faktorů. Běžně uvažované faktory v materiálových vědách jsou naznačeny na schématu (obr. V.4).

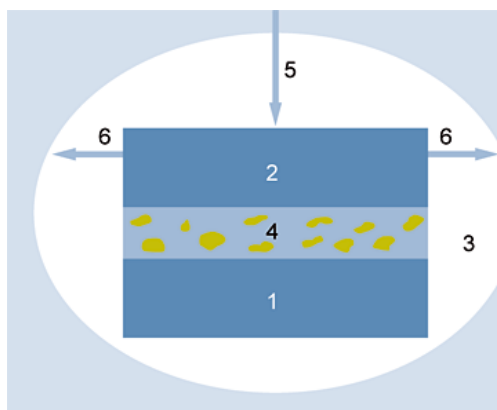
Základními druhy pracovních stop lze rozčlenit (podrobněji viz dále) dle jejich charakteru následovně:

1. stopy lineární - tj. striace, žlábký, rýhy,
2. stopy redukční - dochází při jejich vzniku k úbytku materiálu nástroje - výstěpy hran,
3. stopy plošné - lesk, srpový lesk,
4. obroušení/otěr, zaoblení hran, plastické deformace.

Pro studium funkce a opotřebení nástrojů je klíčové sledování mechanismů jejich vzniku. Tyto stopy se formují při vzájemném působení nástroje a opracovávaného povrchu. Určujícími faktory ovlivňujícími vznik modifikací pracovních povrchů je mechanika kontaktu povrchů (tření) a mechanismy opotřebení reprezentované zejména adhezí, abrazí, erozí, korozí, delaminací a tzv. korozí třením (fretting). Do procesu vstupují kromě kontaktních povrchů ještě další faktory v rámci tzv. tribologického systému (Jacobson-Hogmark 1990, 4 a n.).²⁵

²⁵ Tribologie je mezioborová věda, zabývající se obecně vzájemným působením povrchů tuhých těles při jejich relativním pohybu nebo při pokusu o vzájemný pohyb a s tím související technologií, výzkumem smykového tření a mechanismu opotřebení povrchů látek. Tribologické zákonitosti a poznatky jsou dále využívány pro materiálové vědní obory (tření, opotřebení a mazání). Chemické procesy v pevných látkách vznikající pod vlivem mechanické energie zkoumá je odvětví fyzikální chemie - tzv. tribochemie.

Tribologický systém (obr. V.5) se skládá z povrchů dvou součástí, které jsou navzájem v pohyblivém kontaktu, a z jejich okolí. Způsob, průběh a míra opotřebení jsou určovány materiálem a vlastnostmi komponent, ale také dalšími materiály mezi povrchy v interakci, vlivy prostředí, podmínkami používání apod.



Obr. V.5: Schéma tribologického systému (upraveno dle oerlikonbalzerscoating.com):

- 1 Opracovávaný povrch
- 2 Nástroj obrábějící materiál
- 3 Vlivy prostředí: teplota, relativní vlhkost vzduchu, tlak
- 4 Materiály mezi součástmi: olej, tuk, voda, částice, nečistoty
- 5 Tlak
- 6 Pohyb

Na mechanismus vzniku pracovních stop z hlediska tribologie působí celá řada faktorů, zejména jsou to abrazivní a adhezní opotřebení, únava povrchů (pitting) a tribooxidace.²⁶ V praxi působí více těchto mechanismů současně, nebo se objevují postupně během procesu opotřebení. Při



Obr. V.6: Schéma interakce povrchu opracovávaného materiálu a nástroje při abrazivním opotřebení (oerlikonbalzerscoating.com)

selhání způsobeném opotřebením (poškození pracovního ostří) však jeden z nich většinou hraje dominantní roli. Schéma povrchových a podpovrchových změn vzniklých při vystavení materiálu zatížení v rámci tribologického systému viz obr. V.5, obr. V.18.



Obr. V.7: Schéma interakce povrchů při vzniku adhezního opotřebení (oerlikonbalzerscoating.com)

²⁶ dle <http://www.oerlikonbalzerscoating.com/bcz/cze/02-applications/01-wear-tribology/indexW3DnavidW263.php>.

Abrazivní opotřebení (obr. V.6) je charakteristické ubýváním materiálu v důsledku přítomnosti tvrdých a ostrých částic, které se dostávají mezi plochy, jejichž vzájemnou interakcí dochází ke tření. Stejných modifikací povrchu je možné dosáhnout při zapojení tvrdých a hranatých povrchů a vrcholů do tribosystému



Obr. V.8: Schéma vzniku únavy povrchů (oerlikonbalzerscoating.com)

(např. zrnka písku). Výsledkem abrazivního opotřebení jsou škrábance, rýhy, mikroskopické odštěpky (třísky), vyleštěná místa u strukturovaných povrchů nástrojů.

Adhezní opotřebení (obr. V.7): Povrchy, mezi nimiž vzniká tření, mohou v důsledku nepříznivých poměrů při promazávání (při třecím kontaktu bez maziva) vytvořit těsnou pevnou vazbu. Důsledkem jsou opotřebení, rýhy, otvory, zadírání, nárůstky a lámání nástrojů.

Únava povrchů (obr. V.8) je způsobena cyklickým mechanickým namáháním, které vede k vytváření a šíření trhlin zatěžovaných povrchů, čímž se dále poškozuji. Následkem jsou příčné a hřebenové trhliny, prohlubně (pitting) a tzv. šedé skvrny (micropitting) a dále zničení (praskání, lámání) jednoho z materiálu v tribosystému. Vzniká především při nestacionárním namáhání (např. vrtání).

Únava materiálu (Věchet-Král, NOM I – 6) je proces změn strukturního stavu materiálu a jeho vlastností vyvolaný kmitavým (cyklickým) zatěžováním, přičemž nejvyšší napětí je menší než mez pevnosti R_m a ve většině případů i menší než mez kluzu R_e . V důsledku něhož dochází v materiálu k hromadění poškození, které se v závěru procesu projeví růstem makroskopické trhliny a únavovým lomem. V průmyslové praxi

v rámci tribologie se dále člení **stádia rozvoje únavy**²⁷ (upraveno dle Věchet-Král, NOM I – 6).

²⁷ **Rozdělení stádií rozvoje únavy**²⁷ (upraveno dle Věchet-Král, NOM I – 6):

1. Povrchy bez trhlin (mohou obsahovat i asperity, např. vrub) probíhá stádium iniciace trhlin.

- a. Vysokocyklová únava (popisuje např. Wöhlerova křivka) – počet cyklů $> 10^4$ cyklů do lomu
- b. Nízkocyklová únava (popisuje např. Manson-Coffinova křivka) – počet cyklů $< 10^4$ cyklů do lomu

2. Povrchy s trhlínami (šíření únavových trhlin popisuje Parisův zákon), kdy trhlina již existuje. Příklady: konstrukce obsahující svary, tlakové nádoby, mosty, lodě atd.

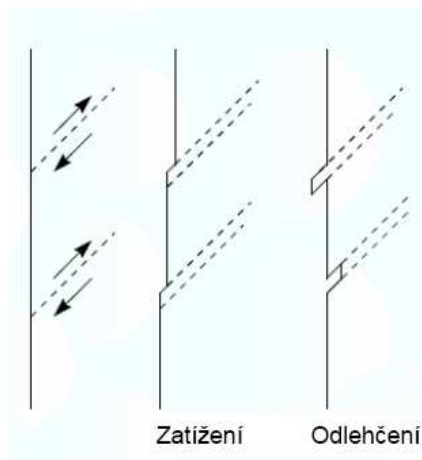
Celý únavový proces, od prvního zátěžného cyklu až po závěrečný lom, můžeme rozdělit na tři stádia, plynule přecházející jedno v druhé [1, 2]:

1. **Stádium změn mechanických vlastností**, kdy se v důsledku kumulace plastické deformace mění rozložení a hustota dislokací v materiálu. Materiál mění svoje mechanické vlastnosti, cyklicky změkčuje nebo zpevňuje.

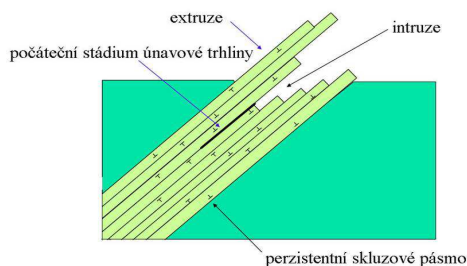
2. **Stádium vzniku únavových trhlin**, kdy v důsledku pokračujících kumulace plastické deformace dochází na povrchu vzorku ke koncentraci napětí a deformace v okolí koncentrátorů napětí a ke vzniku prvních mikrotrhlin v těchto místech.

3. **Stádium šíření únavových trhlin**, kdy v předchozím stádium vzniklé mikrotrhliny neustále rostou, přičemž z důvodu nerovnoměrného rozložení napětí a deformace se z některé z nich stane trhlina řídicí. Tato trhlina pak proroste značnou částí předmětu, zatímco u ostatních trhlin je růst potlačen. Při překročení kritického napětí ve zbylé části vzorku dojde k závěrečnému dolomení. Třetí stádium je tedy ukončeno únavovým lomem součástí.

Prvé systematické únavové zkoušky při zatěžování ohybem za rotace provedl v letech 1852 - 1870 železniční inženýr August Wöhler. Na základě svých experimentů stanovil závislost počtu cyklů na působícím napětí. Tato závislost tzv. únavová neboli Wöhlerova křivka, jež v sobě zahrnuje všechny tři výše uvedené stádia, je dodnes často používanou únavovou charakteristikou.



Obr. V. 9: Proces únavového porušení (Hutař-Náhlík)



Obr. V.10: Stádium iniciace únavové trhliny (dle Hutař-Náhlík)

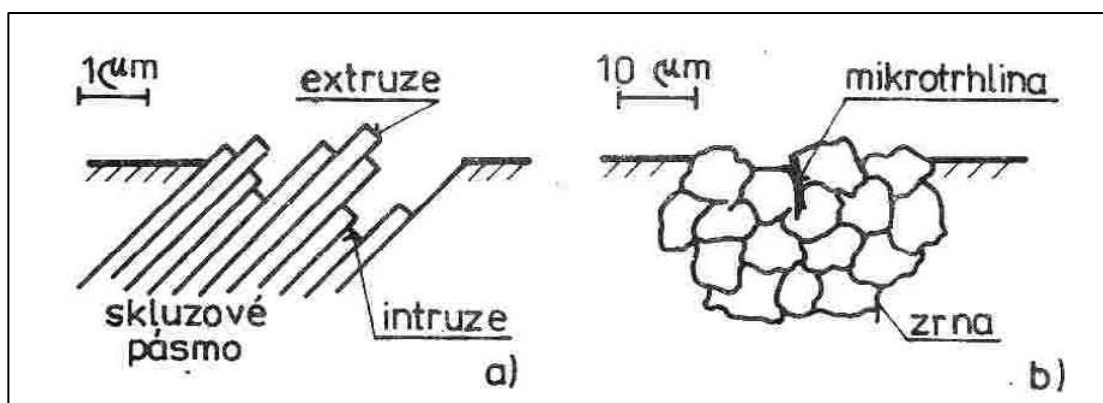
Tribochemická reakce (tribooxidace)

Intenzivní tribologický třecí kontakt způsobuje chemickou reakci kontaktních povrchů. Produkty této reakce ovlivňují tribologické procesy na povrchu. S rostoucí teplotou tribochemické opotřebení všeobecně narůstá. Častou formou příčiny tribochemického opotřebení je oxidace²⁸.

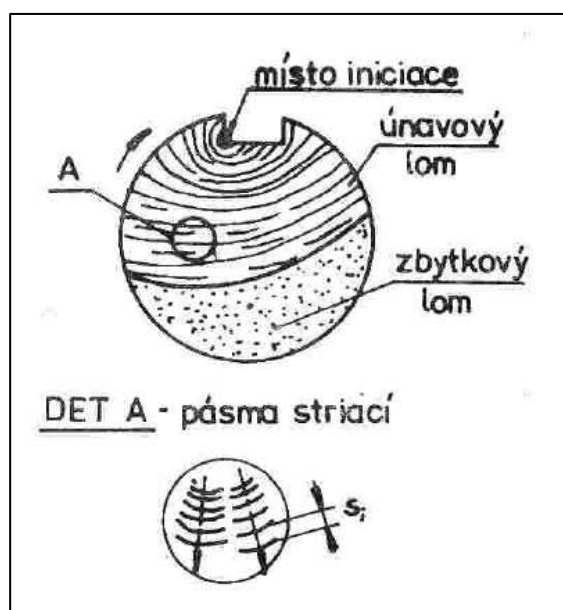
Místa vzniku povrchových trhlin (tzv. nukleační místa, crack; Růžička-Hanke-Rost 1987, 74)

²⁸ V průmyslové tribologické praxi je důsledkem tribooxidace např. rezivění líčujících částí.

a) únavová skluzová pásma (tzv. persistentní pásma) vytvářejí se nakupením dislokací a vznikem pokluzů, charakterizovaných pásovou strukturou odlišnou od struktury okolí. Jsou orientovány do skluzových rovin pod úhlem 45° vůči největším z hlavních napětí. Při povrchu vzniká členitý mikrorelief tvořený výstupky a prohlubněmi (tzv.



Obr. V.11: Typy nukleace mikrotrhlin (Růžička-Hanke-Rost 1987, Obr. 8.11)



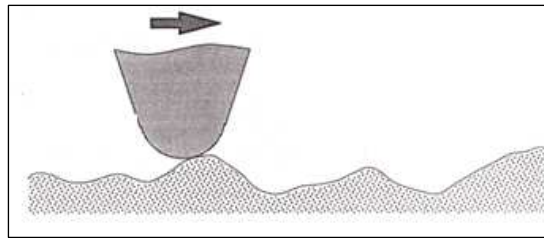
Obr. V.12: Makroskopický a mikroskopický vzhled lomové plochy (Růžička-Hanke-Rost 1987, Obr. 3.17)

extruzemi a intruzemi). I když se jedná o tvarové změny řádu mikrometrů, dochází ke koncentraci napětí v těchto „mikrovrubech“ a ke vzniku mikrotrhlin. (viz obr. V.10, V.11a),

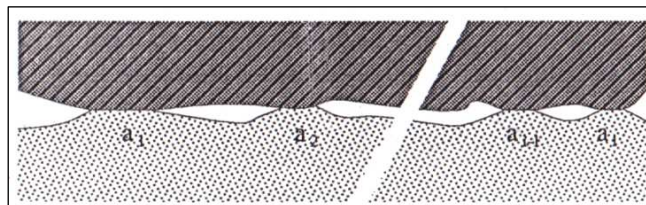
b) hranice zrna - při vyšších amplitudách plastické deformace pokrývají skluzová pásma prakticky celý povrch vzorku rozhodující pro porušování se stávající výškové změny mezi hranicemi zrn materiálu, odtud rostou únavové mikrotrhlinky (obr.V.11b).

Inkluze samy o sobě se někdy také stávají místem iniciace trhlin. Cyklickým zatěžováním se vytváří řada mikrotrhlin orientovaných do skluzových rovin maximálních tečných napětí. V napětově exponovaném místě je četnost výskytu mikrotrhlin značná.

Reliéf lomových ploch



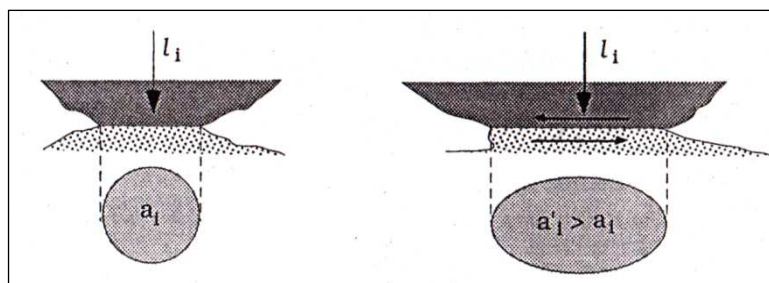
Obr.V.13: Profil kontaktu nástroje a opracovaného povrchu (Jacobson-Hogmark 1990, Fig. 2)



Obr. V.14: Skutečná kontaktní zóna v tribologickém systému, detail (Jacobson-Hogmark 1990, Fig. 1.3)

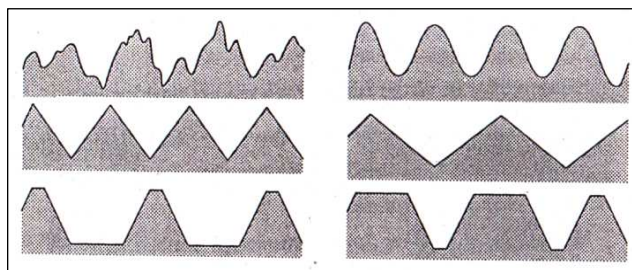
Fraktografie se zabývá mechanismy závislosti zatížení, velikosti namáhání a rychlosti růstu únavové poruchy. Již při makroskopickém pozorování lomové plochy lze nalézt místo iniciace únavové trhliny, nejčastěji se nalézají při povrchové nerovnosti nebo ve vrubu. Z této oblasti je pak patrný stabilní postup magistrální trhliny, typický svým lasturovým, hedvábným povrchem lomu. Pohled elektronovým mikroskopem ukáže typickou strukturu vytváření únavových žlábků (striací), které zhruba odpovídají postupu čela trhlina při každém z poškozujících kmitů zatížení (obr. V.12). Ze statického zpracování

jejích směrů a roztečí lze mnohdy úspěšně rekonstruovat průběh a rychlost šíření trhliny. Jakmile je dosaženo na čele únavové trhliny kritické hodnoty faktoru intenzity napětí, dojde k náhlému porušení zbytkového průřezu. Vzhled této části lomu odpovídá hrubé a členité struktuře kvazistatického porušení. Jednotlivé části lomové plochy ukazuje např. (obr. V.9). Protože únavová trhлина roste ve směru kolmém na největší z hlavních napětí, lze z tvaru lomu soudit i typ a velikost zatížení. S rostoucí hladinou namáhání pak plocha statického lomu roste na úkor plochy únavové (Růžička-Hanke-Rost 1987, 80)²⁹.



Obr. V.15: Vzrůst rozsahu kontaktních mikrozón za působení tlaku (Jacobson-Hogmark 1990, Fig. 9)

V tribologickém systému dochází ke třecímu kontaktu dvou ploch (obr. V.11), charakter jejich kontaktu závisí na mnoha faktorech, které jsou rozhodující pro vznik pracovních stop na povrchu kamenných

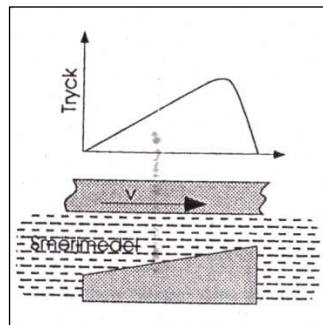


Obr. V.16: Vlastnosti povrchové struktury technických materiálů (Jacobson-Hogmark 1990, Fig. 6)

²⁹ cf vznik výšťepů a plastické deformace

nástrojů. Skutečná kontaktní zóna povrchů determinuje zejména vývoj plošných stop (např. lesky). U měkkých materiálů je kontaktní plocha větší, zatímco s tvrdostí materiálu se skutečná kontaktní zóna zmenšuje. Při zatížení navíc dochází k deformaci povrchů, a tím k změně rozsahu kontaktní plochy (viz obr. V.15)

Rozsah a charakter kontaktní zóny závisí také na topografii povrchu nástroje a opracovávaného materiálu (viz obr. V.16, V.14). Kromě výše jmenované vnější charakteristiky kontaktních povrchů je podstatná vnitřní struktura materiálu pod povrchem, která reaguje na



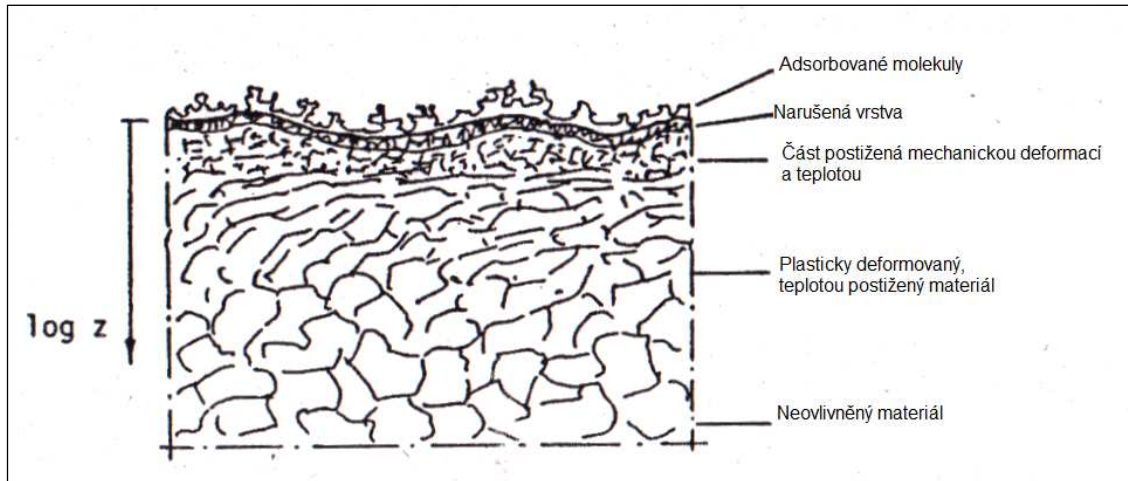
Obr. V.17: Schéma vlivu přítomnosti maziva na tribologický systém (Jacobson-Hogmark 1990, Fig. 3.1)

vzájemný kontakt materiálů a podmiňuje vznik specifických pracovních stop (např. plastické deformace, obr. V.12).

Lubrikace (mazání)

J. Kamminga (1979, 153) upozorňuje na vliv přítomnosti maziv v tribologickém systému při vzniku pracovních stop, kdy dochází ke snížení abrazivního efektu (obr. V.17), dále se otázkou zabývala I. Levi Sala (1989). Byly provedeny i cílené experimenty, kdy byl sledován vztah třením (frikcí) a růstem povrchových trhlin. Efekt lubrikace vzniká při opracování mnoha materiálů za přítomnosti např. vody, krve, tuku z živočišných tkání, šťávy z čerstvých rostlin apod. (Hurcombe 1992a, 9).

Rozvoj únavy tedy na povrchu materiálů závisí zejména na: jejich topografii, kvalitě povrchu, frekvenci a intenzitě zatěžování, prostředí, pevnosti a zbytkových napětích.



Obr. V. 18: Charakteristické povrchové a podpovrchové změny na materiálu po zatížení na řezu (upraveno dle Jacobson-Hogmark 1990, Fig. 6)

V.4 Obecné (nezávislé) příznaky

V.4.1 Pracovní činnost (mode of use, working action)

Pracovní činnosti představují opakovaný specifický pohyb nástroje prováděný při určitém způsobu jeho použití. Je klíčový pro analýzu funkce a vyhodnocení pracovních stop na nástrojích. Následující modelový přehled aktivit a hledisek jejich klasifikace byl sestaven na základě dlouhodobého studia pracovních stop a provádění experimentálních replikací aktivit. Východiskem se stala celá řada studií, které se vztahují jednak k metodě funkčních analýz a specifickým způsobům jejich vyhodnocování a taktéž modelového plánování experimentální aktivit apod. (inter alii Gutiérrez-Sáez 1993, Ibáñez Estévez-González Urquijo 1996, Knutsson 1988a, Mansur-

Franchomme 1984, 122-124; Nowatzyk 1988, Semjonov 1957, Zelinková 2006, 59-72; Zelinková 2007, 20 a n.):

1) závisí na druhu /morfologii ostří a způsobu usazení do násady, uchopení (obr. V.19.C, obr. V.22, použití bez násady viz obr. V.21).

2) způsobu pohybu při pracovní činnosti:

Podél ostří hrany (paralelní): ← → ↔,

Kolmo na ostří hrany³⁰ (příčně): ↑ ↓ ↕ ,

Diagonálně k ose ostří: ↖ ↗ ↘ ↙, ↘ ↙, ↖ ↗, ↖ ↗ ↘ ↙,

Krouživý pohyb (rotace): kontinuální (vrtání), alternativní rotace (180°, 360°).

3) výsledku pracovní aktivity:

A) úprava povrchu materiálu:

- odstranění svrchní vrstvy (obrábění?, škrábání, strouhání, pilování),

- vyhlazení povrchu, leštění apod.

B) dělení materiálu na více částí (oddělení, selekce, partition)

- krájení, řezání, štípání, sekání apod.

C) pronikání, vnikání do materiálu (invaze):

- bodově- děrování, vrtání, prorážení,

- lineárně-žlábkování, drážkování, rytí.

D) úderové/dopadové (impakty, obr. V.20.C):

- přímé, nepřímé (za pomoci prostředníku).

³⁰ V případě oblého ostří kolmo na jeho tečnu.

E)úprava tvaru/formy opracovávaného materiálu.

4)úhel pracovní hrany vůči opracovávanému materiálu (viz obr.V.20:A).

5)typu opracovávaného materiálu, který lze členit z více hledisek:

-dle tvrdosti:

tvrdý – kámen, mušlovina, kost, paroh,

střední-dřevo (dle typu),

měkký – maso, ryby, kůže (dle fáze opracování),

plastický – keramické těsto.

-dle původu:

anorganické,

rostlinné,

živočišné.

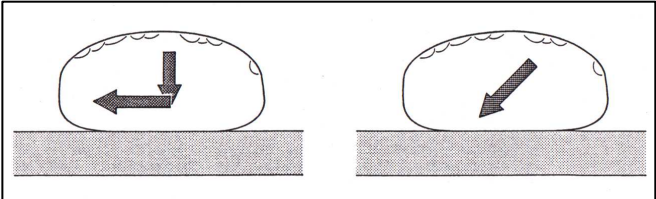
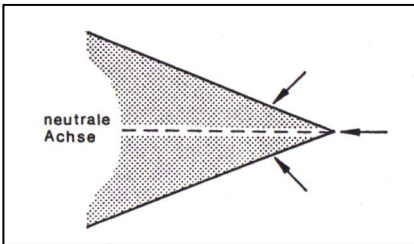
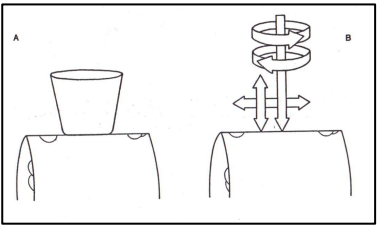
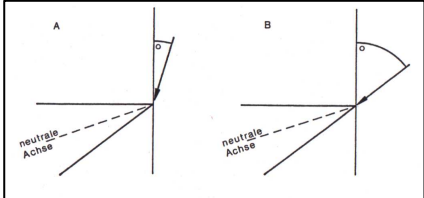
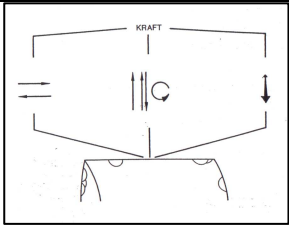
Pracovní činnosti komplexní: opracování kamene, opracování kůže, dřevoobrábění, zemědělské sklizňové aktivity, nářadí k zemním pracím, hrnčířské nářadí apod.

A celou řadu faktorů druhého řádu: tlak, teplota, vlhkost, přítomnost maziva (vlhkosti, tuku), intenzita, kontinuálnost – přerušování aktivity apod. Tyto faktory mohou u různých pracovních aktivit nabývat proměnlivého významu vzhledem k vývoji stop.

V.4.2 Doba trvání pracovní činnosti

Je relativní kategorií. Obvykle je možné pouze vyjádřit, zda stopy vznikly v důsledku krátkodobé či dlouhodobé činnosti. Navíc je třeba mít na mysli pravděpodobné modifikace hrany (např. ostření) pokud byl

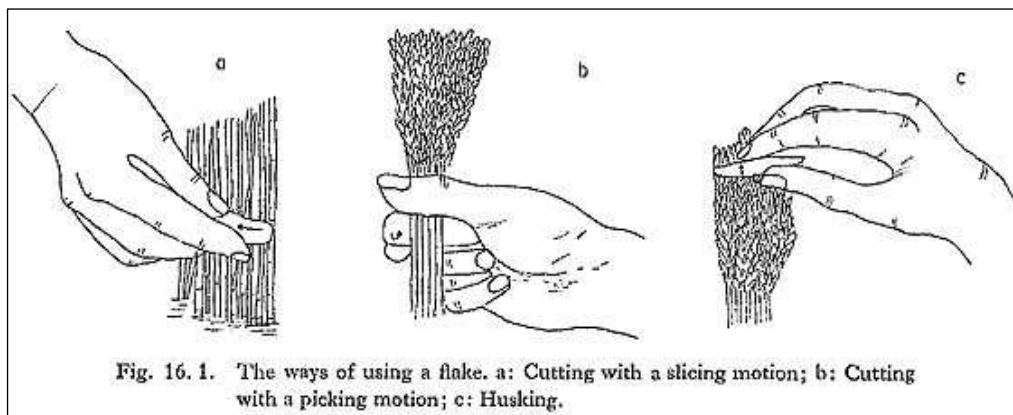
nástroj intenzivně po delší dobu používán. V některých případech je možné pozorovat více vrstev (generací) pracovních stop na jediném ostří, které svědčí pro univerzální používání nástroje k opracování rozličných materiálů. Determinujícím faktorem je také tlak působící v rámci tribologického systému.

	<p>A</p> <p>Směr tlaku („Arbeitsdruckrichtung“) při pracovní činnosti vertikální, diagonální (Nowatzky 1988, Abb. 35)</p>
	<p>B</p> <p>Možné směry působení tlaku při použití kolmo na ostří – např. řezání, krájení, „Scheiden“ směrem k neutrální ose (Nowatzky 1988, Abb.38)</p>
	<p>C</p> <p>Tlak a směr. A-statické působení tlaku, B-dynamické působení tlaku při změně směru jeho působení (Nowatzky 1988, Abb.26)</p>
	<p>D</p> <p>Úhel působení tlaku při pracovní činnosti. A-tahem, B-tlakem (Nowatzky 1988, Abb. 37)</p>
	<p>E</p> <p>Možné směry pracovní činnosti vzhledem k ostří (podélné-pravolevé, podélné, vertikální, kolmé; rotační; dle Nowatzky 1988, Abb. 27)</p>

Obr. V.19: Různé síly působící na nástroj při pracovní činnosti

	<p>A</p> <p>Různé pracovní činnosti prováděné hrotem rydla:</p> <p>Pohyb lineární - rytí a rotační - vrtání (González Urquijo-Ibáñez Estévez 1994, Ilustración 1.4, 1.5)</p>
	<p>B</p> <p>Pracovní činnosti tlakové lineární, jejichž výsledkem je dělení materiálu 1-řezání, 2-krájení,</p> <p>Úprava povrchu opracovávaného materiálu 3-strouhání, 4-škrábání (González Urquijo-Ibáñez Estévez 1994, Ilustración 1.3)</p>
	<p>C</p> <p>Úderové pracovní činnosti. 1-přímým úderem, 2-nepřímý úder (González Urquijo-Ibáñez Estévez 1994, Ilustración 1.2)</p>

Obr. V.20: Vybrané pracovní činnosti na názorných vyobrazeních



Obr. V.21: Způsoby použití prostého úštěpu (Fujimoto 1983)

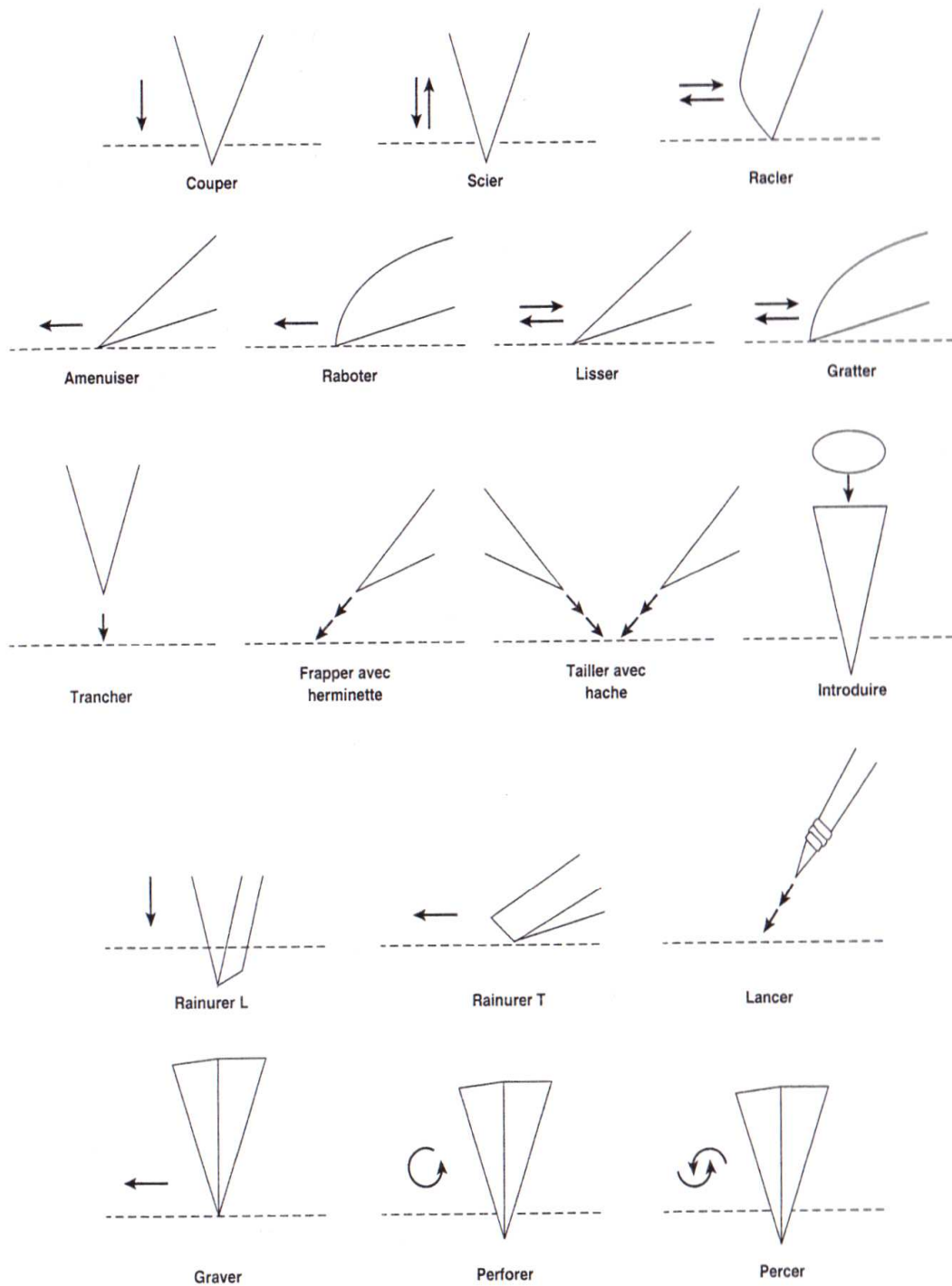


Fig. 2. Dessin schématique des actions.

Obr. V.22: Schematické zobrazení základních pracovních činností ve vztahu opracovávaného materiálu a nástroje (Gutiérrez Sáez 1993, Fig. 2)

V.5 Charakteristika nástroje

V.5.1 Morfologie nástroje se zvláštním zřetelem k jeho funkčním částem

Makroskopická charakteristika morfologie nástroje

Ke stanovení základních kritérií a české pracovní terminologie pro popis nástroje při analýze jeho funkce jsem vycházela ze standardních znaků používaných běžně traseology v různých zemích (Švédsko, Rusko, Francie, a zejm. Grace 1989, Juel Jensen 1994, Korobkova 1999 ad.).

Kritéria pro hodnocení lze rozčlenit do několika kategorií-vlastností suroviny, morfologie nástroje a pracovní hrany, makroskopické modifikace hrany, mikroskopické modifikace hrany, modifikace povrchu nástroje (lesk, stopy po uchycení do násady apod.)

Obecně lze stopy opotřebení (wear) rozlišit na aditivní (kdy materiálu k povrchu nástroje přibývá) a substraktivní (kdy materiálu z povrchu nástroje ubývá). Převážná většina stop opotřebení má substraktivní charakter (A - oddělování výštěpy, kdy dochází k okamžitému odstranění částíček materiálu z povrchu nebo hrany nástroje, B - zaoblení vyhlazení, abraze, při nichž dochází k postupnému ohlazování a otupování povrchu nebo hrany nástroje, C - vznik lesku, kdy dochází k vzrůstání stupně reflektivity světla z povrchu nástroje, D - striace a lineární stopy, které se projevují jako tenké podlouhlé rýhy na hraně nebo povrchu nástroje (Brink 1978, 45 a n.).

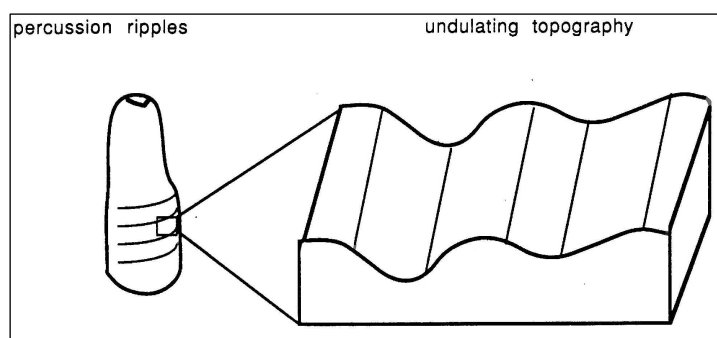
Po výběru vzorků k analýze je prvotní kategorií hodnocení zaměřeno na morfologii suportu, z něhož je nástroj vyroben. Je hodnocena struktura, textura, chemické složení, kvalita suroviny a další kritéria, která jsou klíčová pro vznik a zachování makroskopických i mikroskopických pracovních stop, nejsou však funkčně diagnostická.

Tato kritéria mohou mít značný vliv při vzniku a rozvíjení jednotlivých funkčně signifikantních stop jako je např. plocha postížená mikroskopickým leskem, kdy je povrch nástroje v kontaktu s opracovávaným materiálem tímto bezprostředně ovlivněn. Pro eliminaci zkreslení je tedy třeba tato kritéria sledovat a při vyhodnocování pracovních stop je brát v úvahu.

Jako klíčové se jeví následující kategorie:

Kamenná surovina a relativní charakter **mikrotopografie povrchu** (hrubý, střední, jemný), hodnocení se provádí do třech uvedených kategorií dle vyhodnocení vlastností povrchu artefaktu a zrnitosti materiálu. Souvisí s technologií jeho výroby a kvalitou kusu suroviny, z níž byl nástroj vyroben. Tyto kategorie se vyhodnocují na základě vzhledu povrchu (makro- i mikroskopicky), a v některých případech může být vodítkem i barevnost materiálu. I sama velikost zrn v materiálu ovlivňuje vzhled celého nástroje nejen makroskopicky, ale zejména při jeho pozorování pod mikroskopem.

Topografie povrchu nástroje (plochá, zvlněná, zbrázděná)

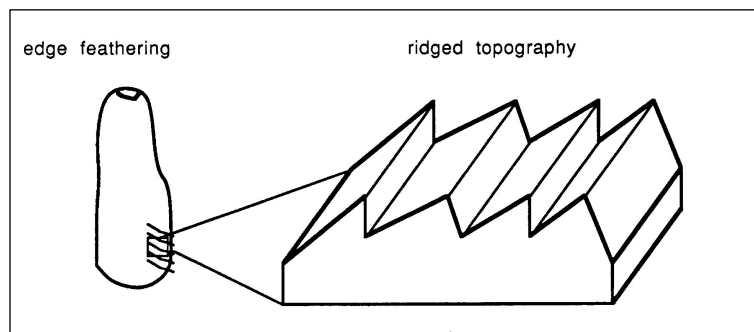


Obr. V.23a: Zvlněná topografie povrchu ve vztahu ke koncentrickým vlnám po odbití (Grace 1988, Fig. 9)

Topografie povrchu může ovlivnit vznik, rozvoj a rozšíření funkčních stop. Distribuce těchto stop pak není determinována funkcí, ale právě charakterem původního povrchu nepoužitého suportu. Klíčová je zejména při vyhodnocování vzniku a rozvoje plošných stop jako je

mikroskopický lesk. Liší se v závislosti na kvalitě a typu suroviny a technologii výroby suportu.³¹

Morfologie povrchu nástroje je charakteristická výskytem např. koncentrických vln (percussion ripples), které vznikly při odbití šířením od bulbu. Zvlněná topografie je často způsobena výskytem těchto vln povrchu nástroje (obr. V.23a).



Obr. V.23b: Zbržděná topografie povrchu ve vztahu k specifické formě ukončení hrany “feathering” (Grace 1988, Fig. 10)

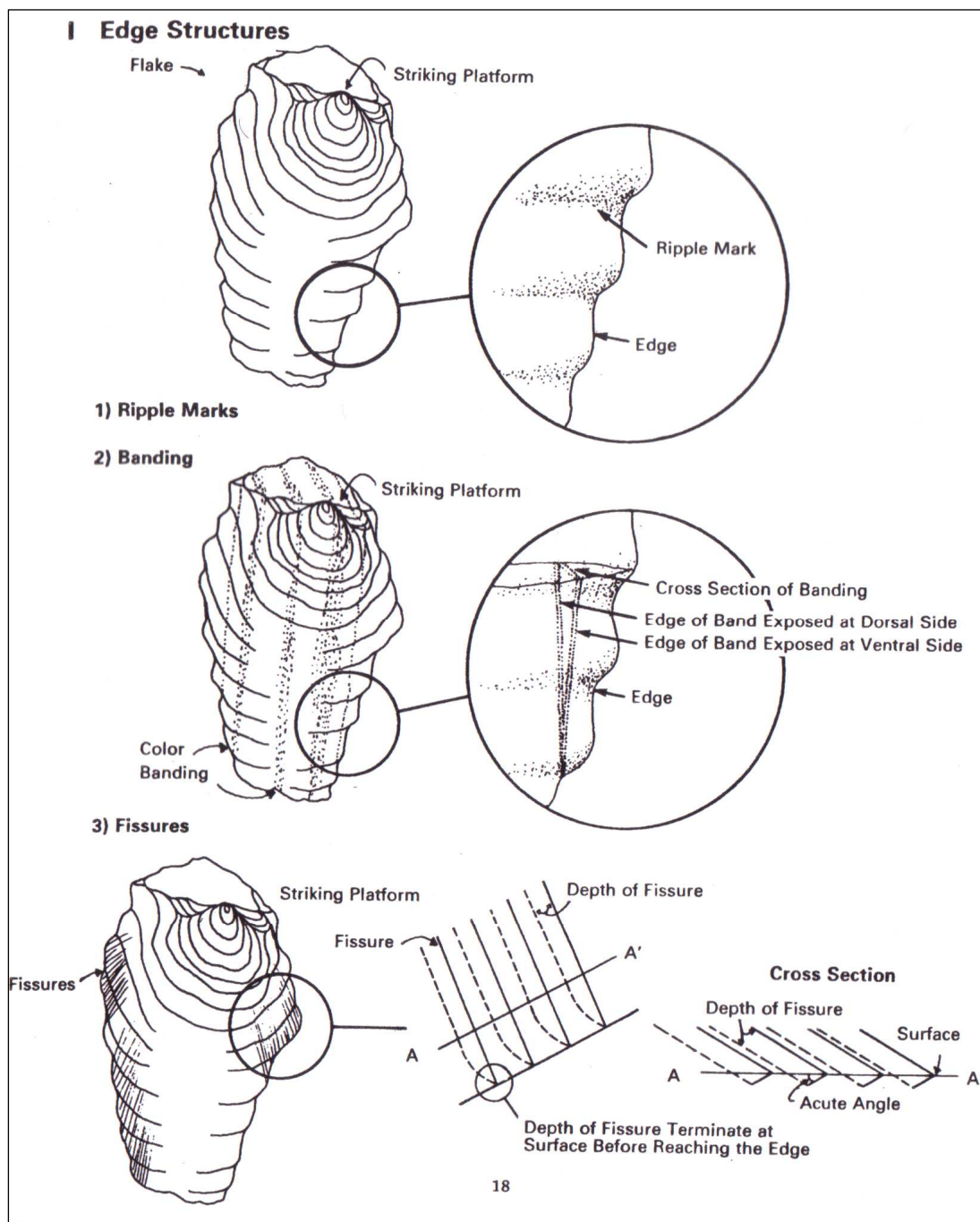
Edge feathering –“roztřepení, zpeření” se často vyskytuje v blízkosti terminální části tenkých hran suportů, které vznikají specifickým oddělením suportu z jádra³² (obr. V.23b).

Pro srovnání formy výskytu a rozvoje pracovních stop je zaznamenáván výskyt, případně absence, specifických charakteristik mikrotopografie povrchu. V určitých případech se formy povrchů mohou vymykat výše uvedeným charakteristikám, nebo nabývat jiných forem, např. zploštělé části povrchu a úderový kužel vznikající při technologické výrobě nástrojů z materiálů, které nemají typicky lasturnatý lom (např. křemen). Vliv technologických modifikací povrchu nástroje na vývoj kontaktních ploch při pracovních činnostech a

³¹ Typický výskyt zvlněného povrchu ventrální strany je spojován s použitím tvrdého otloukače, na rozdíl od použití měkkého nebo tlaku.

³² Při oddělení suportu z jádra ostrým úhlem sevřeným podstavou jádra a těžní plochou, případně tzv. technologickým převisem.

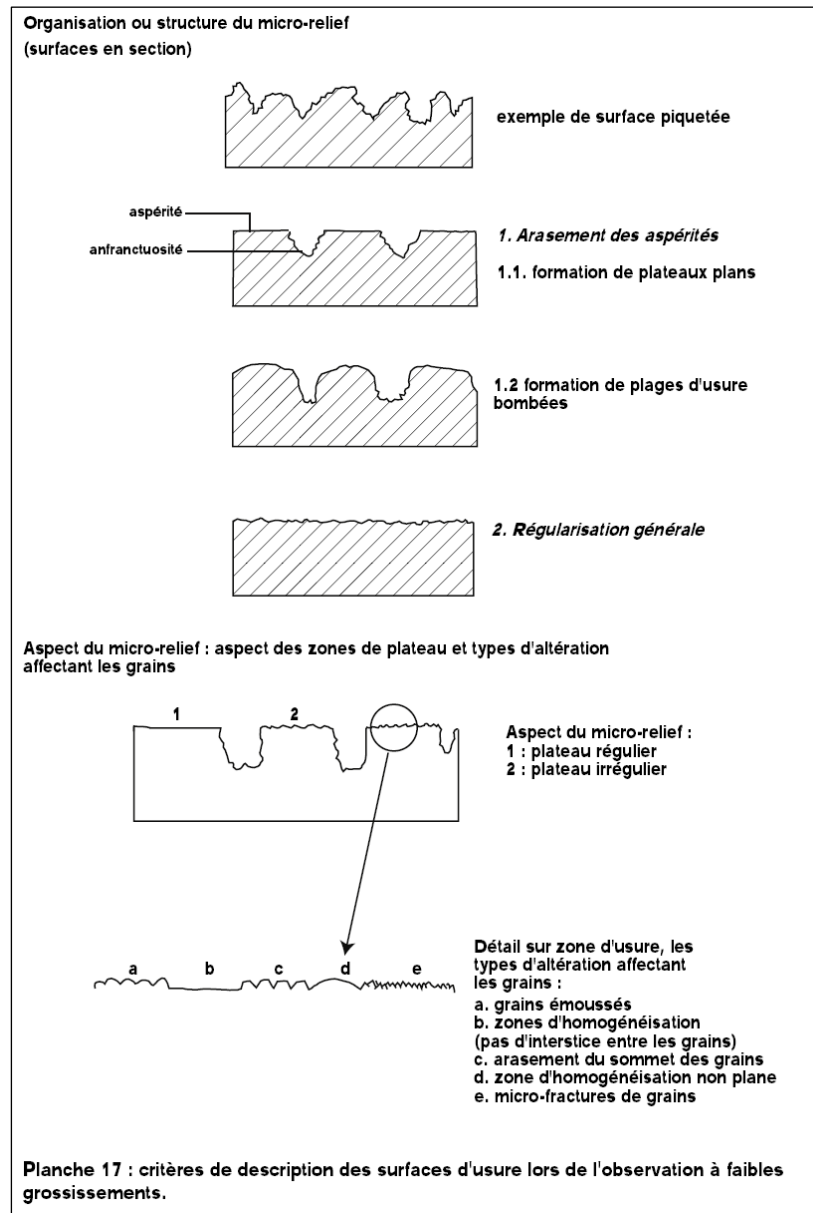
potážmo na vznik pracovních stop schematicky naznačeno v přehledu na obr. V.24.



Obr. V.24: Přirozená morfologie povrchu nástroje závislá na technologii výroby ovlivňující vývoj pracovních stop a jejich rozmístění: 1 - koncentrické vlny se středem v místě oddělovacího úderu na ventrální straně artefaktu a jejich ovlivnění tvaru hrany, 2 - pruhy bez vlivu na morfologii hrany na ventrální i dorsální straně, 3 - radiální trhliny počínající na ventrální straně hrany a šířící se směrem k bulbu, mohou se lišit hloubkou a počtem (Schousboe 1977, Appendix 2, obr. 18)

Mikrotopografie povrchu je významně ovlivněna také surovinou, z níž je nástroj vyroben a jeho bezprostřední kvalitou. Základní

kategorie mikrotopografie povrchu cf s prací L. Dubreile (2002,³³; 2004; obr. V.25), zaměřené na broušené kamenné nástroje.



Obr. V.25: Mikrotopografie povrchu nástroje vyrobeného ze suroviny obsahující zrna (Dubreuil 2004, Planche 17)

³³ Studie zaměřená na analýzu funkce broušené kamenné industrie. Ve svém základě mechanické procesy opotřebení a únavy povrchu probíhají na shodném principu u rozmanitých povrchů.

V.5.2 Pracovní hrana nástroje

(„working edge” nebo také „active tool edge” – např. Juel Jensen 1994)

Pracovní hrana nástroje je termín pro označení hrany nástroje použité k vykonání pracovní činnosti oproti ostatním hranám nástroje, které nebyly použity nebo byly vsazeny do násad. Pracovní hrana nástroje má dvě přilehlé plochy, které se vztahují k pracovní činnosti – pracovní (kontaktní, primární) povrch (contact surface), který je v přímém styku s opracovávaným materiálem. Protilehlý nekontaktní povrch (sekundární) je část hrany, která je vzhledem k opracovávanému povrchu vystavena nižšímu tlaku nebo má menší rozsah styčné plochy s opracovávaným materiálem při provádění pracovní činnosti. Vzhledem k tradičnímu morfologickému popisu suportu se jedná o ventrální nebo dorsální stranu artefaktu.

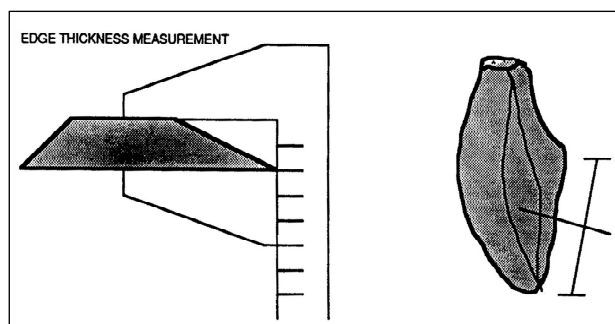
Rozlišení kontaktní a ostatních ploch hrany závisí na druhu pracovní činnosti. Při škrábání dochází k znatelnému rozdílu při rozvoji typu a intenzity funkčních stop na každém z povrchů pracovní hrany. Naproti tomu při pracovních činnostech jako řezání, kdy je ostří v kolmé poloze k opracovávanému materiálu, dochází obvykle k postizení stopami opotřebení u obou povrchů hrany ve stejné míře (pokud není asymetrický profil hrany). V takovém případě je kontaktní zóna stejně rozsáhlá u obou povrchů (ventrálního, dorsálního).

Morfologie pracovní hrany

Jednotlivé morfologické znaky hrany jsou sledovány a měřeny ve vztahu k pracovnímu ostří. Zaznamenávají jsou zejména:

úhel pracovní hrany (např. Wilmsen 1968) - je úhel svíraný ventrální a dorsální plochou nástroje, případně sekundární úpravou (záměrnou retuší). Úhel hrany se může poněkud měnit v jejím průběhu, za reprezentativní se pak považuje úhel ve středu pracovní hrany.

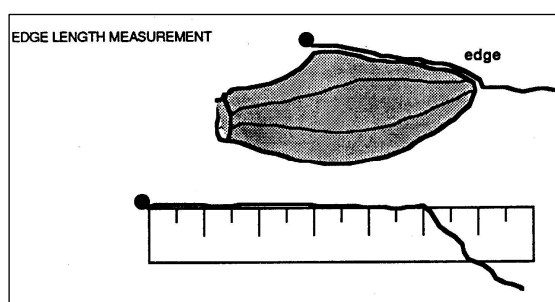
Pracovní úhel svírá příčná osa hrany s opracovávaným povrchem opracovávaného materiálu (obr. T.6) v průběhu pracovní činnosti. v průběhu pracovní činnosti. Může variovat od tupého až po ostrý. Na pracovním úhlu závisí rozsah pracovní plochy nástroje, která je v kontaktu s opracovávaným materiálem.



Obr. V.26a: Měření šířky a výšky pracovní hrany (Grace 1988, Fig. 15)

Délka pracovní hrany je maximální délka aktivní pracovní hrany bez ohledu na to je-li přirozeně formována nebo modifikována použitím, retuší apod.(obr. V.26b).

Výška (thickness) je dána maximální vzdáleností mezi ventrální a dorsální stranou nástroje ve směru kolmo ke středu pracovní hrany (obr. V.26a).

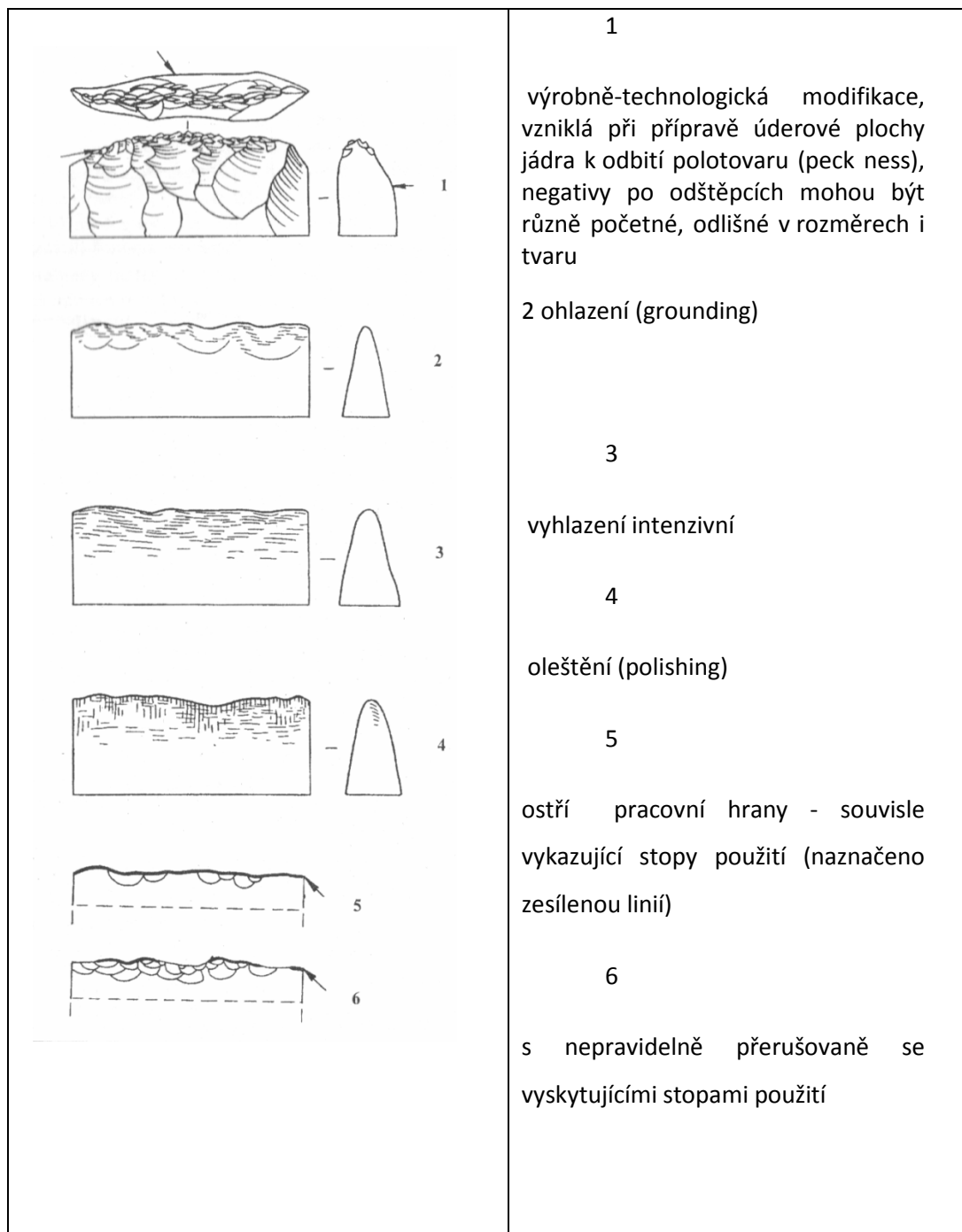


Obr.V.26b: Způsob měření délky pracovní hrany (Grace 1988, Fig. 13)

Profil hrany je definován jako tvar pracovní hrany promítnutý do plochy, může být konvexní, konkávní nebo přímý, případně nepravidelný.

Celková četnost stop se člení na vysokou, nízkou, beze stop.

Základní druhy morfologie ostří hran jsou naznačeny na obr. V.27, na zkoumané pracovní hraně se dále popisované charakteristiky mohou vyskytovat v různé intenzitě a mohou být i odlišné.



Obr. V.27 : Různé druhy opotřebení na ostří hrany (Korobkova 1999, Ryc. 3)

V.6 Specifické příznaky závislé na attributech

Obecně – makroskopicky a mikroskopicky pozorovatelné stopy

Pro trasologickou analýzu se používá obvykle následující systém klasifikace morfologických a pracovních charakteristik :

Makroskopické morfologické znaky nástroje ovlivňující vznik pracovních stop (struktura a textura kamenné suroviny, z níž je nástroj vyroben; morfologie povrchu nástroje) a na použité pracovní hraně nástroje její úhel a profil, a také její délka.

Pracovními stopami jsou rozuměny pouze znaky vzniklé vlastním použitím. Jsou sledovány stopy makroskopické: výštěpy (jejich tvar a četnost), zaoblení hrany.

Pracovní stopa

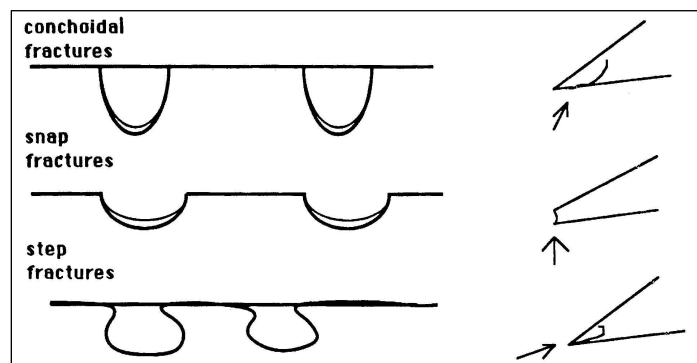
- modifikace hrany nástroje způsobená pracovní činností (nepatří mezi ně modifikace vzniklé záměrnou retuší nebo postdepozičními procesy). Mohou být pozorovatelné pouhým okem, nebo jen mikroskopické. Zjednodušené členění v návaznosti na genezi je na naznačeno na obr. V.31.

Výskyt pracovních stop na nástrojích je ovlivněn:

- materiálem, z něhož je nástroj vyroben; topografií povrchu nástroje a morfologií pracovní hrany (délka, tloušťka, úhel hrany, profil-konvexní, konkávní; tvar),
- způsobem vykonávané pracovní činnosti.(např. různá míra vyvíjení tlaku na hranu nástroje při pracovní činnosti, orientace hrany nástroje k opracovávanému materiálu),
- charakterem kontaktního materiálu.

Základními druhy pracovních stop lze rozčlenit dle jejich charakteru na:

- Stopy lineární - tj. striace, žlábkky, rýhy.
- Stopy redukční - dochází při jejich vzniku k úbytku materiálu nástroje-výštěpy hran.
- Stopy plošné - lesk, srpový lesk.
- Obroušení, otěr, zaoblení hran, plastické deformace.

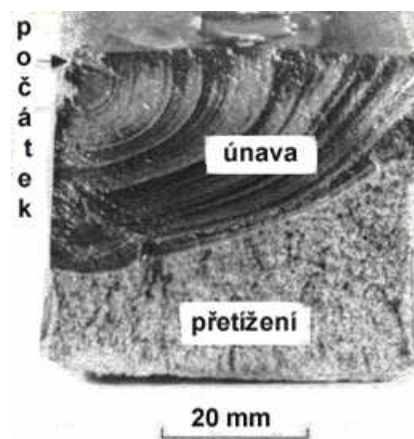


Obr. V.28: Různé tvary výštěpů-lasturnatý, zalomený, stupňovitý (Grace 1988, Fig. 21)

Z mikroskopicky pozorovatelných stop (obvykle při zvětšeních 200-400x) byly sledovány mikroskopické výštěpy a zaoblení hrany a charakter a vlastnosti přítomných lesků. U mikroskopických lesků je dále sledována jejich distribuce, intenzita a charakter povrchu. Důležitým znakem je i celkový tvar plochy nesoucí mikroskopický lesk. K určení původního způsobu použití nástroje (pracovní činnosti) jsou důležité tzv. striace (mikroskopické rýhy), dle jejichž směru je obvykle možné určit směr používání nástroje. Mimo tyto nejdůležitější stopy se mohou na povrchu nástrojů vyskytnout i jiné modifikace hrany způsobené jak použitím nástroje, tak i postdepozičními procesy, kterým mohl být artefakt vystaven v sedimentu, případně i tzv. „postexkavační“ modifikace vzniklé nevhodnou manipulací s nálezy po jejich vyzvednutí ze země. Všechny tyto stopy byly pozorně sledovány a vždy zahrnuty do konečné interpretace traseologické analýzy daného nástroje. Pro analýzy byl použit následující systém klasifikace stop:

A) Makroskopicky pozorovatelné funkčně diagnostické znaky

Výštěpy hran (edge fracturing, spontaneous retouch): mechanická modifikace hrany, která bývá funkčně diagnostická, zejména jejich rozmístění (souvislé, jednotlivé, dorsální ventrální), rozměry (mikroskopické, pozorovatelné pouhým okem), orientace, tvar. Vzniká při intenzivním kontaktu dvou odlišných materiálů (nástroje a opracovávaného materiálu) za působení určitého tlaku a teploty. Sleduje se četnost (*žádné*, *<5 per 10 mm*, *>5 per 10 mm*), kdy více než 5 na 10 mm se považuje za diagnostické, nižší počet může být výsledkem náhodného poškození, pravidelnost a tvar (viz obr. V.28): *žádné*, *lasturnaté*, *zalomené*, *stupňovité/schodovité*, *různé*.



Obr. V.29: Stádium iniciace únavové trhliny, únavový lom vzniká vždy od povrchu (Hutař-Náhlík)

Lasturnaté výštěpy vznikají konchoidálním vylomením při tlaku vyvíjeném na jednu stranu/plochu ostří nástroje, výsledkem je negativ na hraně ostří. Zalomení je výštěp, který způsobil půlměsíčitou frakturu po odlomení materiálu, nezanechává negativ. Schodovitá fraktura zanechává typický stupňovitý negativ, který vzniká nejčastěji drobným úderem na hranu ostří. Otázka interpretace výštěpů hran je spojena s intencionální úpravou hran tvarující (příp. ostřicí, otupující) retuší.

Mohou vznikat i postdepozicními procesy. Počátkové stádium vzniku výstěpu (únavové trhliny viz obr. V.29).

Zaoblení (Rounding)

se rozlišuje jako *mírné, značné nebo absentující*. Je obtížné tuto kategorii objektivizovat. Obecně se značné makroskopické zaoblení označuje to, které je možné při dotyku prsty cítit jako ohlazení a otupení ostří hrany oproti běžně ostré hraně.

Srpový lesk je viditelný pouhým okem podél ostří (zjištěn/nezjištěn).

B) Mikroskopicky pozorovatelné funkčně diagnostické znaky

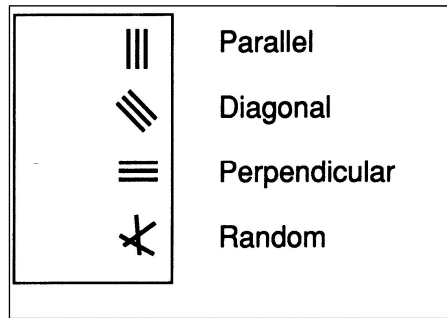
Stejně znaky jako pro makroskopické určení lze použít standardně při užití HPA (cca 200-400x zvětšení optickým mikroskopem s pozorování při odraženém světle).

Četnost mikroskopických výstěpů je pak *více, nebo méně než 5 per 5 μ m*, kdy tato hranice byla stanovena a ověřena na základě četných pozorování. Jako výstěpy jsou v tomto případě označovány pouze ty pozorovatelné mikroskopem, makroskopicky viditelné jsou vyloučeny (viz kategorie výše).

Mikroskopické zaoblení lze obvykle snadno identifikovat, když je nástroj orientován horizontálně a hrana je zaostřena na samý okraj, ač je to není snadné (při zvětšení 200x). Zaoblení způsobuje, že okraj hrany se jeví spíše jako plochý, na rozdíl od nezaobleného, který se jeví jako tenká linie.

Indikace směru

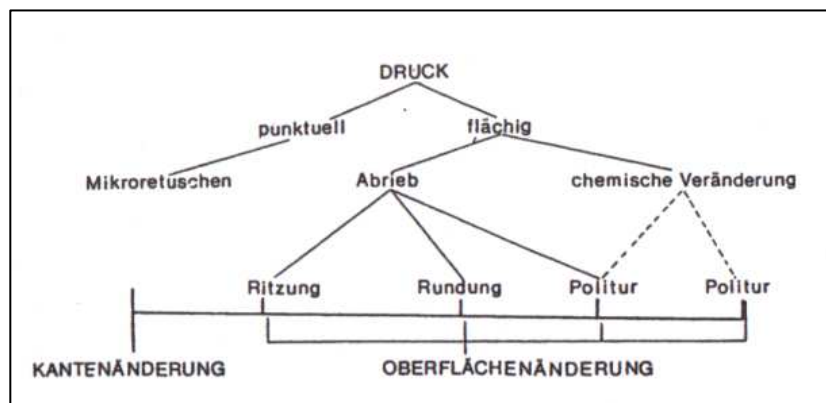
Stopy, které mohou napomoci identifikovat směr pracovní činnosti, jsou obecně označovány jako striace a žlábký. Sledována je jejich délka a orientace vzhledem k hraně ostří (viz obr. V.30)



Obr. V.30. Směry striací vzhledem k ostří hrany: Paralelní, diagonální, kolmé, různé (Juel Jensen 1994, Fig. 10)

Residua

Problematiku tzv. residuí, tedy organických zbytků opracovávaných materiálů, které mohou ulpět na povrchu kamenných nástrojů, se zabývala např. P. Anderson-Gerfaud. Tato residua jsou

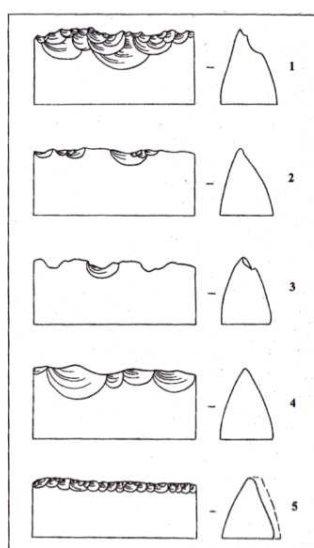


Obr. V.31: Typy stop a jejich vznik (Nowatzyk 1988, Abb.6)

členěna dle původu na živočišná (např. zbytky krevních buněk) a rostlinná (např. škrobová zrna). Jejich analýzou (chemickou či morfologickou) je v určitých případech možné určit např. druh opracovávané rostliny. Obvykle se zkoumají při větších zvětšeních.

V.6.1 Výštěpy (Fractures)

Typy opotřebení, které má reduktivní charakterem, tj. způsobuje úbytek materiálu, na pracovních hranách jsou reprezentovány zejména **výštěpy**³⁴ (viz obr. V.32). Jedná se o drobné fraktury („užitkové retuše“³⁵) pozorovatelné jako negativy po vyštípnutém materiálu různých rozměrů, mohou být pozorovatelné pouhým okem nebo pouze mikroskopicky. Postihují typicky pracovní ostří hrany, mohou se však vyskytovat i na jiných částech nástroje



Obr.V.32: Typy výštěpů a jejich typická rozmístění na ostří hrany (Korobkova 1999, Rys. 2):

1 stupňovité výštěpy(step fract.) pravidelné, vícenásobné (více generací v superpozici);

2 výštěpy seskupující se nepravidelně;

3 jednotlivé nepravidelné výštěpy;

4 ploché pravidelné, jednoduché (jedna generace);

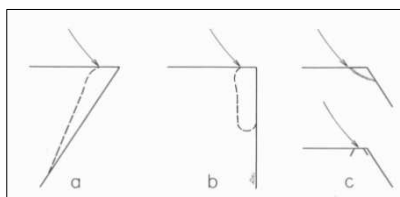
5 pravidelné rovnoměrně rozmístěné (dvě generace)

(např. partii usazené do násady). Ke vzniku výštěpů dochází zejména při pracovních činnostech, ale i přirozenými procesy. Výštěpy vzniklé přirozenými procesy jsou často pozorovatelné pouhým okem, převážně v případech, kdy jde o postdepoziční modifikace³⁶ (Korobkova 1999, 17-18).

³⁴ Cf. edge damage, microflaking, chipping.

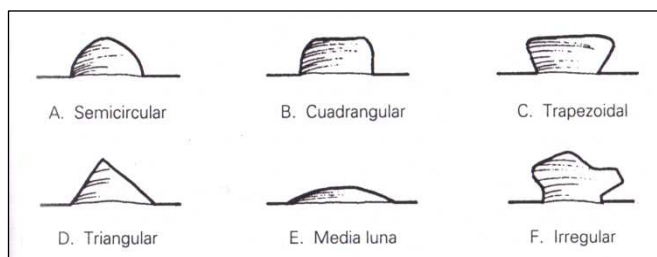
³⁵ Tj retuše vzniklé spontánně při použití nástroje (cf retuš záměrná).

³⁶ Postdepoziční vznik výštěpů na hranách byl experimentálně zkoumán a popisován ve více studiích zejména s přihlédnutím k jejich morfologickému odlišení od výštěpů vzniklých při použití. Velmi podrobnou dokumentaci včetně fotografií a nákresů prezentoval např. Dominique Christian Prost (1988), a to zejména případy postdepozičních modifikací způsobených v souvislosti se zemědělskou činností a tzv „trampling“ (angl.), piétinement (fr.) tj. poškození vzniklé expozicí artefaktů „pošlapání“ lidských nohou (např. Prost 1988) nebo velkých zvířat, např. slonů.



Obr.V.33: Schéma vzniku výstěpu a jeho tvaru v závislosti na úhlu ostří pracovní hrany, při zachování pracovního úhlu kontaktu s opracovávaným materiálem, se vzrůstajícím úhlem se zmenšuje množství odděleného materiálu a dochází k intenzivnějšímu otupení hrany (Whittaker 1994, 6.7) a-ostří úhel, b-pravý úhel, c-tupý úhel

Vznik výstěpů je ovlivněn zejména materiálem, z něhož je vyrobena hrana nástroje, typem a mechanicko-chemickou kvalitou opracovávaného materiálu, úhlem pracovní hrany nástroje, pracovním úhlem svíraným nástrojem a opracovávaným materiálem (obr. V.33). Důležitými kritérii při vyhodnocování výstěpů je jejich tvar, velikost a rozmístění na hraně.



Obr. V.34:Tvary výstěpů hrany: A - půlkruhový, B - obdélný, C - lichoběžníkový, D - trojúhelníkový, E - měsíčitý, F - nepravidelný (González Urquijo-Ibáñez Estévez 1994, Ilustración 1.9)

Na obr. V.32 jsou schematicky znázorněny různé typy rozmístění výstěpů na pracovní hraně. Výstěpy se mohou vyvinout různě velké, ale stejných tvarů (lasturnaté, Obr. V.32.1) v několika generacích navzájem se překrývající, shodné velikosti a tvaru pravidelně uspořádané v jedné generaci podél hrany (V.32.5). V jiných případech je jejich výskyt pouze náhodný a nepravidelný (V.32.2, V.32.3) a mohou být i různého tvaru na jedné hraně (V.32.4).

Základní tvary výstěpů lze morfologicky rozčlenit:

- conchoidal, flake – lasturnatý tvar vzniklý jako segment Hertz. kužele,
- snap – mísovitý, mělký s oválným dnem,
- step – zalomený, schodovité zakočení,
- outrepassé – zaběhnutí.

Podrobnější morfologické členění viz obr. V.34, jeho využití závisí na charakteru zkoumaného materiálu (surovina, způsob použití).

V.6.2 Plošné modifikace povrchu

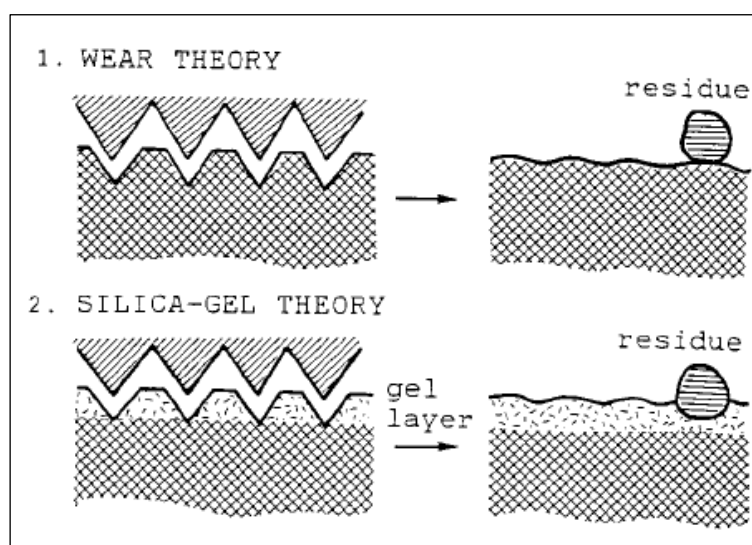
Lesk je optický jev způsobený plošnou modifikací přirozeného povrchu nástrojů na místech kontaktu s opracovávaným materiálem. Může být pozorovatelný pouhým okem (gloss) nebo jen za použití mikroskopu-HPA (polish). Vzniká při intenzivním kontaktu povrchu nástroje s opracovávaným materiálem za současného působení změněného tlaku, teploty a chemických vlivů. Metodu pozorování lesků šířeji rozvinul Lawrence H. Keeley (1980). Na základě odlišných vlastností lesků (rozmístění, topografie povrchu, intenzita, orientace apod.) současně s vyhodnocením dalších pracovních stop na nástroji, je možné rozlišit různé kontaktní materiály (živočišné, rostlinné, anorganické). Při pozorování optickým mikroskopem se lesk jeví jako zářivá, světlo odrážející plocha, naopak při pozorování rastrovacím elektronovým mikroskopem se plochy lesku jeví jako místa tmavá a matná. (Krásná 2008)

Historie poznávání, názorů a zkoumání – vznik lesku

Lesk viditelný pouhým okem³⁷ (sickle/corn gloss, cf polish) byl popisován již v 19. století, Vznik tzv. srpového lesku popisuje S. A. Semjonov (1957, 14) jako jeden ze stupňů opotřebení vzniklého třením (grinding, polishing, rasping), J. Witthoft naproti tomu popisuje lesk („polish“ jako důsledek spojeného působení třecího tepla a množství přítomných sloučenin křemíku z rostlinných tkání na povrchu kamene, tento proces způsobu nabývání hmoty a objemu nástroje (tzv. „silica gel theory“). V prvním rozsáhlém traseologickém sborníku statí z konference konané ve Vancouveru (Hayden eds.1979) je otázka vzniku lesku široce diskutována (speciálně Kamminga 1979, Diamond 1979, Del Bene 1979), i s ohledem na jeho možný postdepoziciční vznik, či ovlivnění. „Silica gel theory“ rozpracována P. Anderson (1980, 1986)

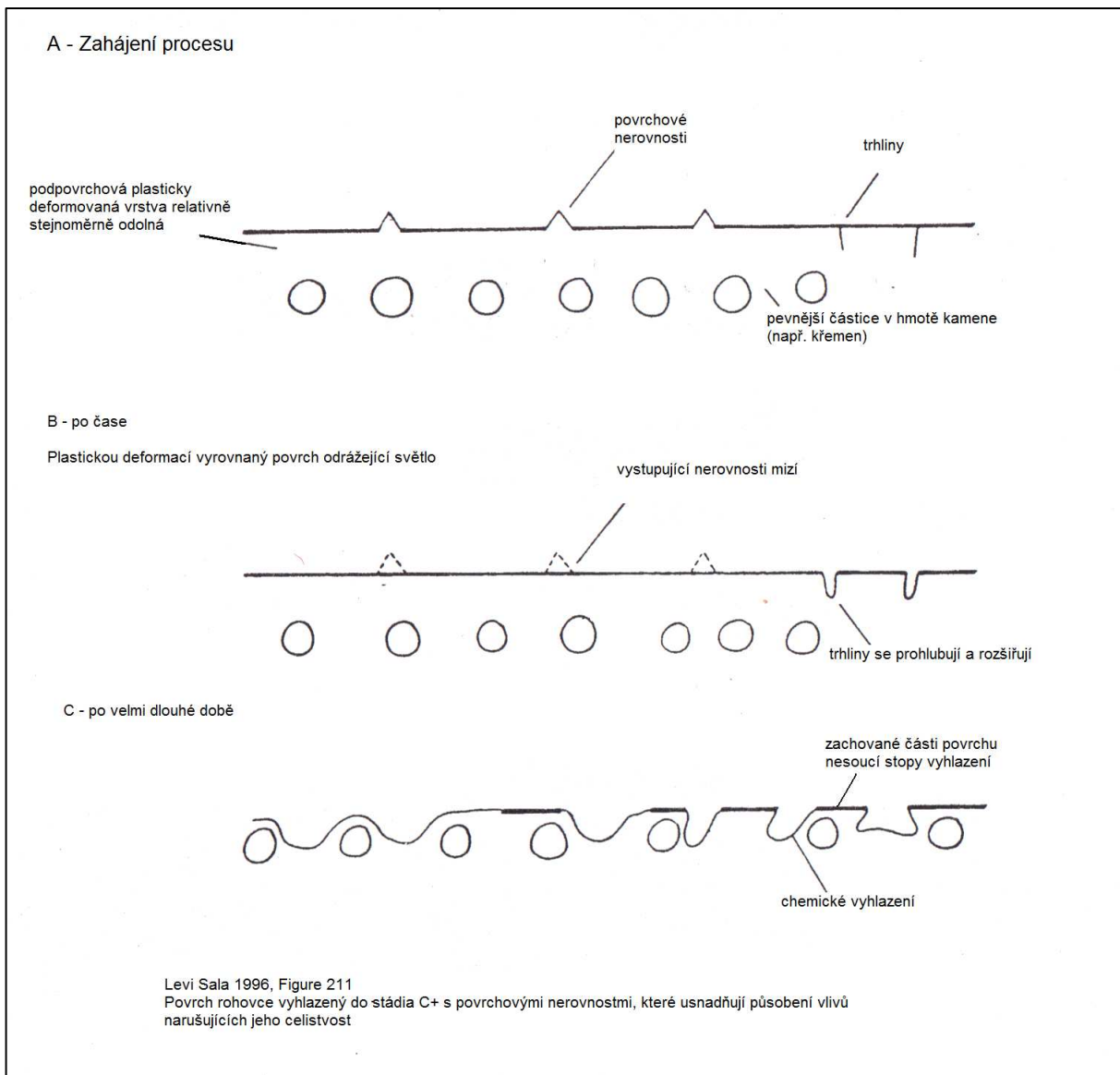
³⁷ sickle/corn gloss polish, phytolith polish (Kamminga 1979, 144), cf varnish, sheen.

prostřednictvím studia povrchů SEM v kombinaci s HPA (ve smyslu prezentovaném ve studii L. H. Keeleyho 1980), kde lesk je vrstvou vzniklou by – hydratace (hydration) povrchu silicitu, vrstva může nabývat až 10 μ m mocnosti a mohou v ní ulpívat residua (nejčastěji fytolity, které vrstvou pronikají až na její bázi). Teorii dále rozpracovávala a doplňovala celá řada badatelů (inter alii Mansur-Francomme 1983, Levi Sala 1996). Naproti tomu názory publikované



Obr. V.35: Modelové schéma vzniku lesku a pozice residuí (Yamada 1993, 435, Fig. 1)

jinými badateli (např. Meeks et al. 1982) popisují, že nejsou schopni lesk (gloss) detekovat jako vrstvu ani při pečlivém zhotovení profilů vzorků a jejich pozorování metodou SEM. Dospěli k závěru, že lesk je pouhým optickým jevem způsobeným určitou mírou průhlednosti silicitové hmoty se současným zaoblením mikrotopografie povrchu. Experimentálně se podařilo vytvořit lesk podobný srpovému při metalurgickém hlazení (polishing) za pomoci jemné diamantové pasty.

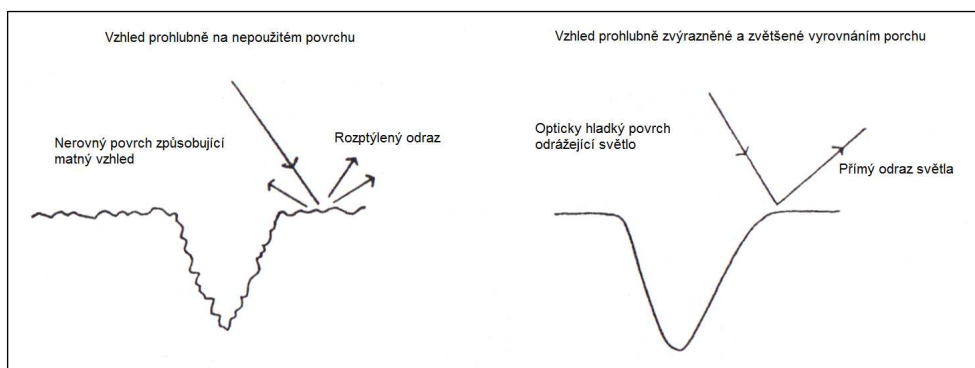


Obr. V.36:Schéma vývoje modifikace povrchu, které vzniká při zatížení (upraveno dle Levi Sala 1996, Figure 211)

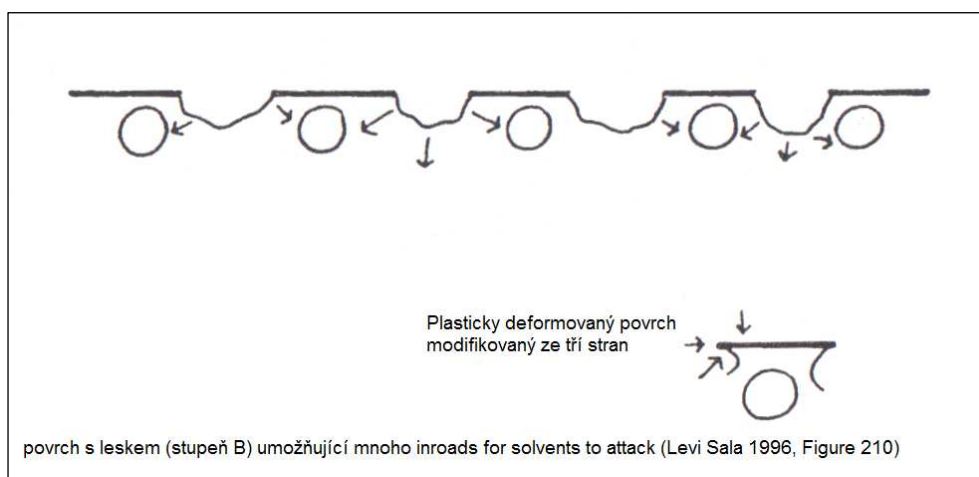
Tato dvě vysvětlení vzniku lesku označovaná jako „silica gel theory“ (teorie křemičitého gelu) a „wear theory“ (teorie opotřebení) jsou

schematicky zobrazena na obr. V.35. V pravé části vyobrazení je naznačena i pozice residuí, která ulpívají na povrchu nástroje a změnu jejich pozice (klesání) při vzniku lesku.

Obr. V.38: Povrch postižený plastickou deformací způsobenou použitím (Levi Sala 1996, Figure

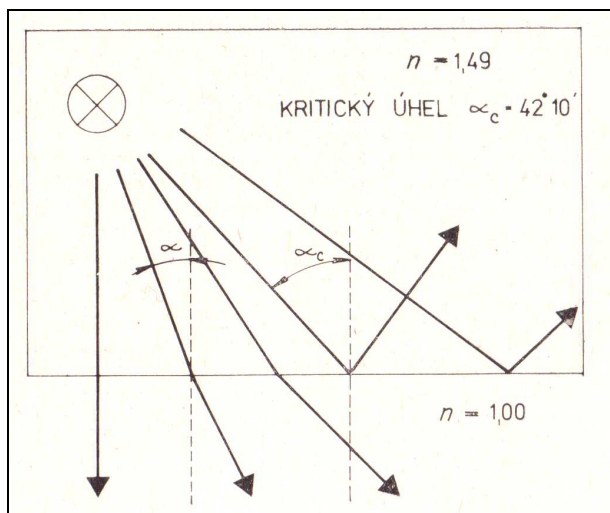


Obr. V.37: Schéma změny mechanismu odrazu světla od přirozeného povrchu a povrchu postiženého (vyrovnaného) použitím (dle Levi Sala 1996, Figure 167)

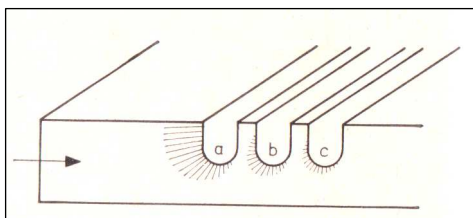


210)

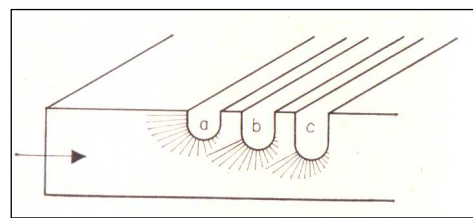
Rozdílná intenzita světla odraženého od povrchu při různém tvaru povrchových modifikací. Modelové kresby byly vytvořeny pro skleněné materiály (tzv. organické sklo, Schätz 1982, 113-115).



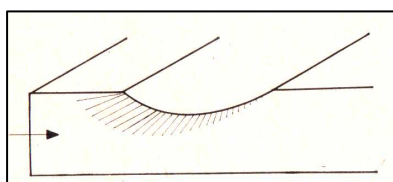
Obr. V.39: Schéma lomu světla v homogenním materiálu (organickém skle, dle Schätz 1982, obr. 60)



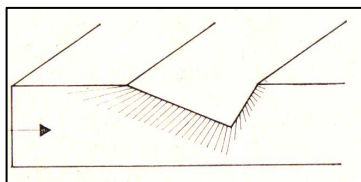
Obr. V.40: Různá intenzita odrazu světla při vzrůstající vzdálenosti od zdroje (dle Schätz 1982, Obr. 61)



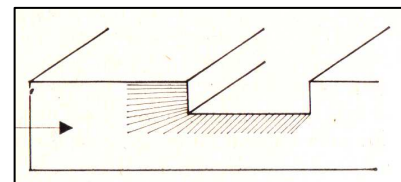
Obr. V.41: Při různé hloubce drážek a současné měnící se vzdálenosti od zdroje světla se světelnost může jevit jako shodná (dle Schätz 1982, Obr. 62)



Obr. V.42: Mělká oblá profilace prohlubně způsobuje plynulý přechod intenzity odraženého světla (Schätz 1982, Obr. 63)



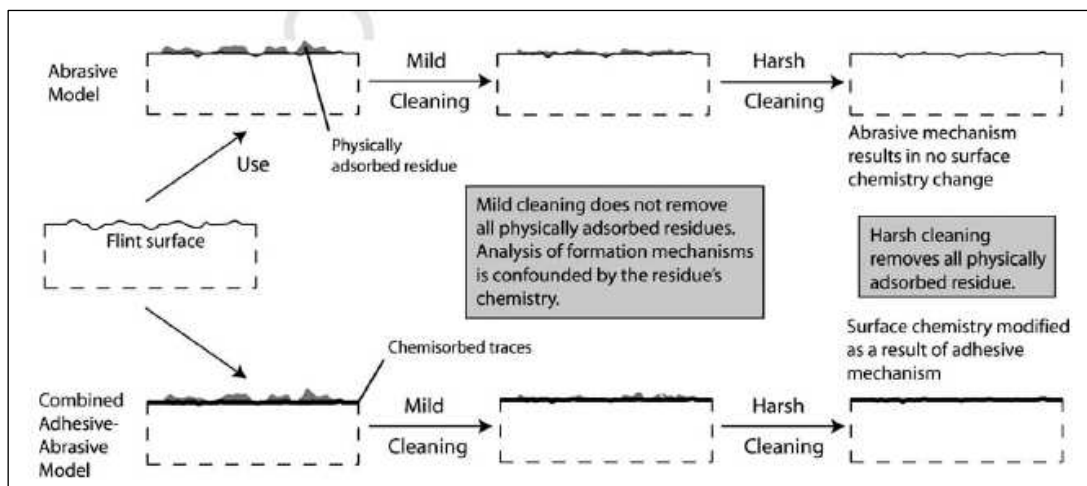
Obr. V.43: Hranatá prohlubeň s rozdílnou světelností dílčích ploch (Schätz 1982, Obr. 64)






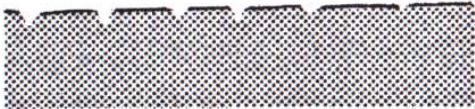
Obr. V.44: Pravidelný tvar rýhy odráží světlo rovnoměrně (Schätz 1982, Obr. 65)





Způsoby klasifikace plošných modifikací povrchů (charakteristiky povrchů postižených lesky - polish)

- rozmístění po povrchu vzhledem k ostří (jen na ostří, mimo ostří),
- mikrotopografie povrchu lesku – vypouklá, střední, plochá,
- intruzivnost do povrchových depresí – masivní, střední, mírná,
- distribuce v ploše (rozsáhlá, lineární, místní-tečkovitá),
- invazivnost (výrazný, střední, postupný),
- vyhlazení povrchu lesku (hladký, střední, drsný),
- četnost důlků (mnoho, střední, málo).


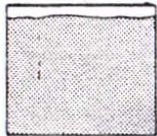
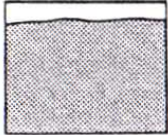


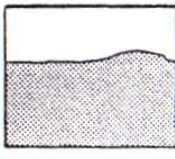
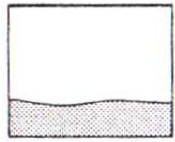
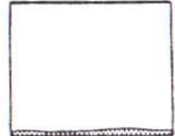
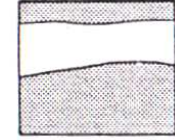




Obr. V.45: Zjednodušené zobrazení mechanismů vzniku lesku a vliv způsobu čištění povrchů na zachování residuí a výsledků chemické analýzy. Kombinovaný model představuje procesy ovlivňující vznik přilnavých procesů (Evans-Donahue 2005, Fig. 2)

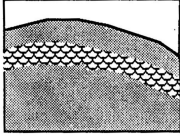
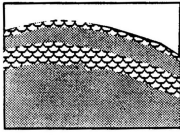
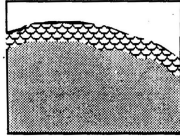
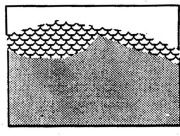
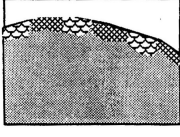
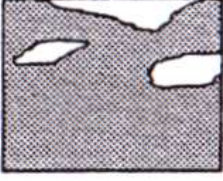
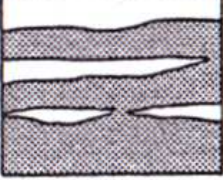
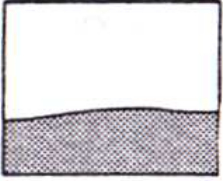
Nepoužitý povrch	
Fluidní	
Měkký materiál	
Tvrký materiál	
<p>Obr. V.46: Schématický profil 3 typů opotřebení povrchu při pozorování optickým mikroskopem u různých kontaktních materiálů (Plisson 1985, Figure 2)</p>	

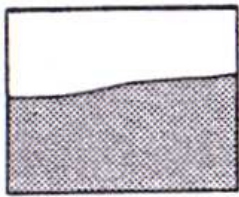
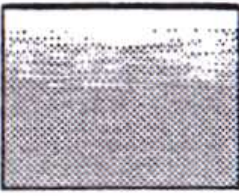

Nepoužitý povrch	
Kůže	
Dřevo	
Kost	
Obr. V.47: Model specifických změn povrchu při opracování různých materiálů (při zvětšení cca 1000x; dle Steguweit 2003, Abb. 37)	

Tab. V.1 Plošná distribuce lesku a jeho invazivnost vzhledem k hraně

Invasivnost lesku směrem od hrany	
Jen na ostří hrany	
<200μm	

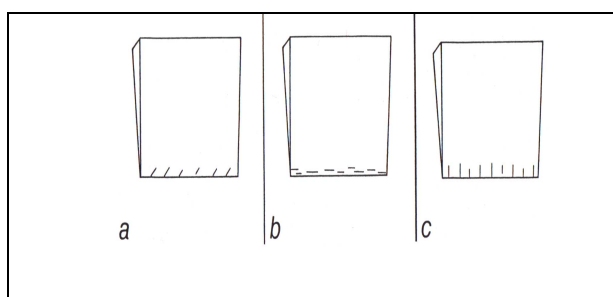
<500 μ m	
<1mm	
1mm<	
Dále od ostří hrany	
Plošná distribuce lesku vzhledem k ostří hrany (dle Yamada-Sawada 1993, Fig. 1)	
Četnost důlků (pits)	
Vysoká	
Střední	
Nízká	

Četnost důlků (pitting) v povrchu postiženém leskem (dle Yamada-Sawada 1993, Fig. 2)	
Mimo ostří hrany	
Přerušená	
Pouze na hraně	
Pouze na ostří hrany asymetrická	
Lesky různého charakteru smíšené	
Plošná distribuce lesku vzhledem k hraně (dle Grace 1988, Figure 22)	
Extenzivní	
Lineární	
Spojité	
Plošná distribuce lesku (dle Yamada-Sawada 1993, Fig. 2)	

Oddělená	
Střední	
Postupná	
Invasivnost lesku (dle Yamada-Sawada 1993, Fig. 2)	

V.6.3 Lineární stopy³⁸

Tzv. lineární stopy na hranách nástrojů jsou již dlouho považovány za jeden z důležitých indikátorů použití nástrojů (Semjonov 1957, 22 a n.), kde je jejich vznik vysvětlován přítomností drobných tvrdých částecek v tribosystému (zrnka písku, spraše apod.), je však třeba počítat i s částeckami, které se oddělují z nástroje (výštěpky) a zůstávají po určitou dobu součástí tribosystému, tedy mezi opracovávaný materiál a kontaktní pracovní hranu nástroje.



Obr. V.48: Orientace lineárních pracovních stop vůči pracovní hraně nástroje: a - diagonální, b - paralelní, c - kolmá (Richards 1988, 28).




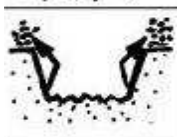

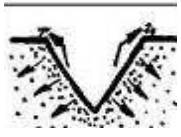
Jsou důležitým indikátorem způsobu použití nástroje a zejména směru pohybu nástroje (directionality feature) při kontaktu s opracovávaným materiálem. Mohou být pozorovatelné i pouhým okem, ale obvykle jen při použití vyššího mikroskopického zvětšení (sleduje se jejich počet, délka, šířka, hloubka, morfologie, směr vzhledem k okraji hrany). Často bývají pozorovány v místech mikroskopického lesku.

Vznikem lineárních stop (striací) se dále zabývala celá řada studií (Brose 1975, Nissen-Dittersmore 1974, Tringham et al. 1974, Wilmsen 1968 ad.). Zejména experimentální studie vzniku a identifikace lineárních stop pak byly představeny na konferenci

³⁸ „Directionality features, linear traces“, jsou pojednávány zejména lineární stopy vznikající v souvislosti s použitím nástrojů, určité lineární stopy mohou vznikat i z jiných příčin, např. technologickými procesy při výrobě nástrojů, nebo postdepozičními modifikacemi (více k tématu např. E. Mansur 1982 ad.)

v Burnaby (Kanada) v roce 1977 (Del Bene 1979, Fedje 1979, Kamminga 1979 ad., Hayden eds. 1979). Při vzniku striací je třeba počítat s poněkud složitějším modelem, než byl původně představovaný. Roli jistě hraje nejen četnost a tvrdost částec, ale i jejich tvar (ostrost). V tribosystému na mikroskopické úrovni dochází k poškození obou zúčastněných povrchů (Hurcombe 1992a, 16).

Lineární stopy jsou reprezentovány celou řadou typů a forem, z nichž některé nevznikly v souvislosti s použitím nástroje. Mohou být využity jako indikátor směru pohybu nástroje, pokud jsou spojeny s dalšími typy pracovních stop (např. lesk, Keeley-Newcomer 1977, 37). Vyhodnocován je pak nejen směr jednotlivých lineárních stop, ale i jejich vzájemné uspořádání a vztahy, obecně se rozlišuje převládající směr lineárních stop vůči hraně na souběžný (paralelní), kolmý (na osu pracovní hrany) a diagonální (viz obr. V.48), kromě lineárních se mohou vyskytnout i stopy dokládající rotační pohyb.

Ploché hladké dno	
Ploché hladké dno	
Ploché zvlňené dno	
Ploché zvlňené dno	
V-profil	
V-profil	
Obr. V.49: Různé profily lineárních stop – „striací“ (upraveno ze Steguweit 2003, Tab. 16)	

Z praktického hlediska identifikace a vyhodnocování se lineární stopy člení dle různých kritérií (délka, šířka, hloubka, směr, umístění, tvar v profilu apod. Četnost striací je závislá zejména na počtu abrazivních částec přítomných v tribosystému: mikrovýšteků nebo abraziv (Moss 1983a, 75; Hurcombe 1992a, 16). Délka striací je závislá na charakteru kontaktu abrazivní částecy a povrchu nástroje, které jsou ovlivněny např. způsobem použití, nepravidelnostmi povrchu

nástroje apod. L. H. Keeley (1980, 23) nebere v úvahu délku striací, protože ji ovlivňuje příliš mnoho vnějších faktorů, na rozdíl od šířky a hloubky, naproti tomu např. Richards (1988, 66) kategorizuje délku lineárních stop, striací, na dlouhé (nad 50 μm) střední 21 μm -50 μm) a krátké (do 20 μm).

Šířka vznikajících striací závisí na velikosti abrazivních částecek, obvykle se považuje za hranici mezi úzkými a širokými rozměr 2 μm (Grace 1988, Keeley 1980, Mansur 1982 ad.). Hloubka závisí jednak na velikosti abrazivních částecek a pak na míře extruze částičky do povrchu opracovávaného materiálu a na současně působícím tlaku při pracovní činnosti (Mansur 1982, 220; Keeley 1980, 23). Relativní rozdělení striací na hluboké a mělké se běžně odvozuje od jejich optického obrazu při pozorování metodou HPA na základě efektu světla a stínu.

Morfologie (tvar v profilu, na počátku a konci) rozčlenila přehledně E. Mansur (1982) na základě dříve používaných kritérií (např. Anderson 1980) různé typy striací jsou pak spojovány s určitými kategoriemi opracovávaných materiálů (cf materiálově nespecifické rozlišení striací u P. C. Vaughana 1981, 197-199):

1. s plochým zvlněným dnem (rough-bottomed trough, tzv. tmavé striace úzké < 2 μm > široké, dle Juel Jensen 1994, 26), mohou nabývat různých variet, při pozorování metodou HPA se jeví jako tmavé:

úzké hluboké – typické pro opracování kostí a parohu v různých formách (čerstvé, změkčené), čerstvé kůže a masa,

široké hluboké³⁹ – často o průřezu tvaru písmena U, vyskytují se poměrně zřídka,

široké mělké se vyskytují obvykle ve vyšším počtu paralelně nebo nepravidelně uspořádané,

úzké mělké obvykle náhodně uspořádané a orientované vůči hraně.

2. s plochým hladkým dnem (smooth-bottomed trough) - striace s hladkým dnem a pravidelnými nebo nepravidelnými bočními stranami, při pozorování metodou HPA se jeví jako velmi jasné (světlé). Nabývají dvou hlavních forem:

2.1 „Fern-like“ nebo tzv. complex („tvaru kaprad'ového listu“, složené, složité)⁴⁰, hluboké s nepravidelnými stěnami, často spojené s výskytem převisů na stěnách kolmo k ose striace:

široké hluboké - při exp. opracování kůže za přítomnosti velkých abrasivních částic,

úzké hluboké - exp. opracování dřeva a škrábání kůže.

2.2 Ribbon-like (simple lines stužkovité, páskové, jednoduché) hladké, velmi jasné mělké striace s pravidelnými hranami:

široké mělké-zejména ve spojitosti s opracováním dřeva a škrábáním vysušené kosti,

³⁹ L. H. Keeley (1980, 34) je pozoroval v souvislosti s postdepozíčními pohyby nástrojů v sedimentech.

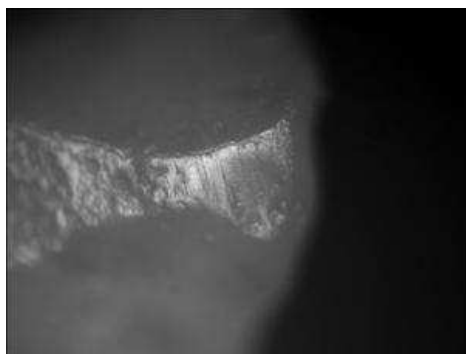
⁴⁰ L. Hurcombe (1992a, 16) zmiňuje možnost vzniku striací ve spojení s mikroskopickými výstěpy lasturnatého tvaru a linií výstěpů typu „hinge“ fractures, popisované D. Fedje (1979, 181 a n.). Z toho by vyplývalo, že část soustav výstěpů na povrchu nástrojů by mohla být zařazeno do kategorie lineárních stop (Hurcombe 1992a, 16).

úzké mělké nebo hluboké – ve spojitosti s exp. opracováním kůží.

3. „vyplněné“ striace (tzv. filled-in striations) - úzké hluboké vyplněné křemičitou hmotou jsou spojovány s opracováním rostlinných tkání a tím vzniklým leskem „silica gloss“ (makroskopickým „srpovým“ leskem).

E. Mansur (1982, 219) vyděluje ještě tzv. „additive striations“⁴¹, které odpovídají plastické modifikaci povrchu, kdy se tvoří lesklé hřebítky v mikrotopografii povrchu, které dále člení na **široké mělké** - typické pro opracování dřeva a **úzké mělké**, které se vyskytnou méně často, obvykle v souvislosti s hranami použitými k opracování dřeva, nebo změkčeného parohu.⁴²

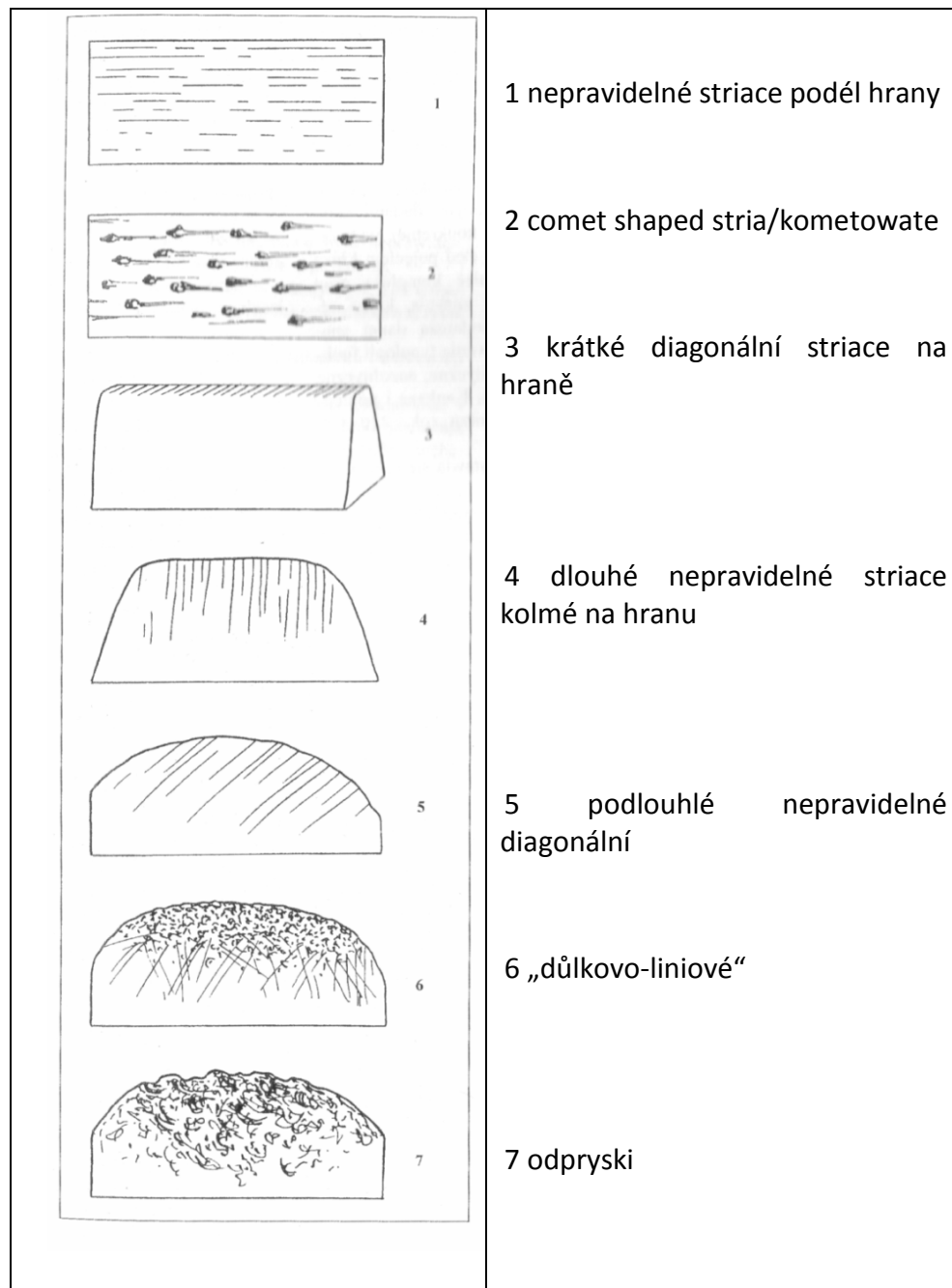
U stricí jakožto lineárních stop se sleduje jejich délka, orientace, četnost, hloubka, průřez (profil).



Obr. V.51: Striace na snímku z opt. mikroskopu, zvětšení 200x.

⁴¹ cf termín plastic striations (streaks) u H. Juel Jensen (1994, 26)

⁴² Dle H. Juel Jensen (1994, 26) se vydělují tzv. lineární deprese/prohlubně, dále se vyčleňují zvláštní typy lineárních stop tzv. sleeks, filled-in, grooved, linear polish, extremely fine (Yamada-Sawada 1993, 451).

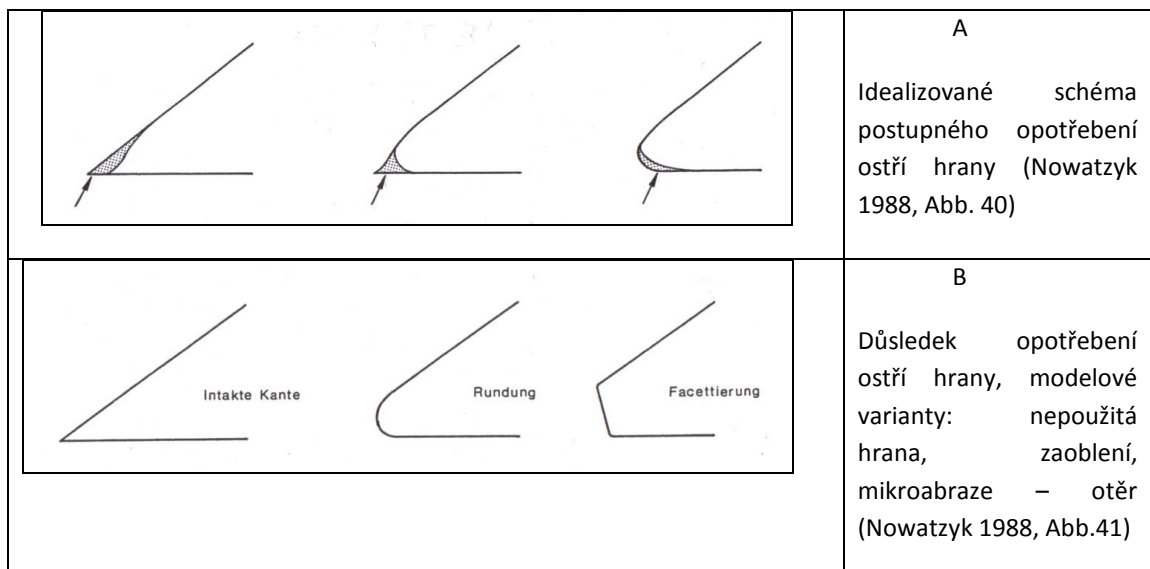


Obr. V.50: Lineární stopy jako indikátor směru pohybu nástroje při vzniku pracovních stop
(Korobkova 1999, Ryc. 4)

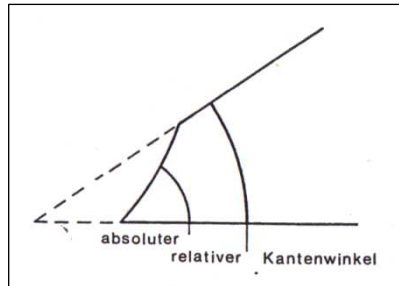
V.6.4 Zaoblení

Nepoužitá ostří hran mají přirozeně ostrý („angular“) průřez. Použití nástroje může redukovat profil jednoduchým procesem otupení a oddělení části materiálu z vrcholku ostří (Hayden-Kamminga 1973, 7).

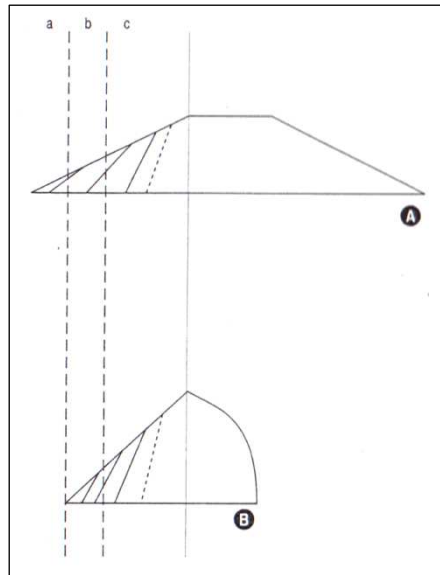
Ostří hran je při použití modifikováno působení jemné mikroabraze nebo otěru na povrch hranové partie nástroje, kdy dochází k oddělování drobných mikročásteček nebo zrněk nebo oddrcení části materiálu-„tzv. powdering“ při pracovní činnosti za současného působení adheze povrchů, která způsobuje jejich plastickou deformaci. Podstatou tohoto typu stopy je úbytek minimálního množství materiálu, které po sobě nezanechává negativy (cf výstěpy), ale naopak zarovnáává povrch. Tento typ modifikace je patrný na profilu hrany. Lze rozlišit tzv. zaoblení hrany (rozlišuje relativně mírné a značné zaoblení hrany – „heavy, light“ (dle Brink 1978, 47), a její „zbroušení“ (otěr, facetirung).



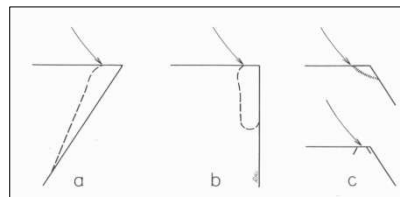
Obr. V.52:Změny na ostří hrany při použití (Nowatzky 1988, Abb. 40, 41)



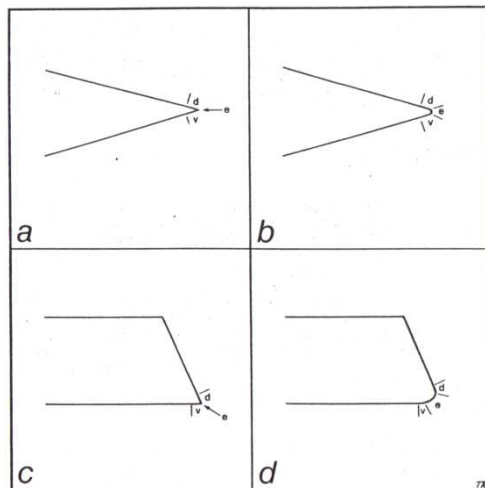
Obr. V.53: Relativní a absolutní úhel pracovní hrany po opotřebení (Nowatzky 1988, Abb. 4)



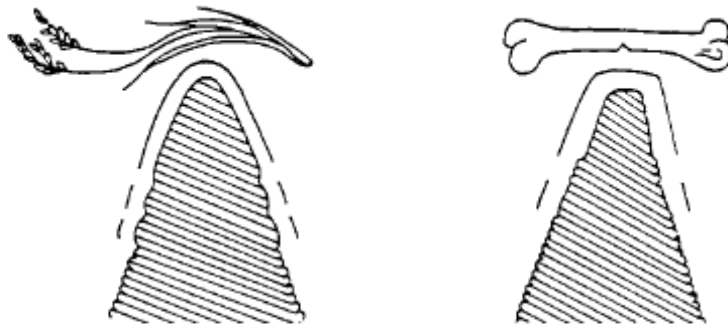
Obr. V.54: Model progresivní modifikace hrany při jejím použití: A - pravidelný tvar suportu, B - semikortikální suport, a - ovlivnění podélným pohybem, b - ovlivnění kombinovaným pohybem, c - ovlivnění příčným pohybem vzhledem k hraně ostří (Grimaldi-Lemorini 1993, Fig. 10)



Obr. V.55: Schéma vzniku výstěpu a jeho tvaru v závislosti na úhlu ostří pracovní hrany, při zachování pracovního úhlu kontaktu s opracovávaným materiálem, se vzrůstajícím úhlem se zmenšuje množství odděleného materiálu a dochází k intenzivnějšímu otupení hrany (schéma převzato z Whittaker 1994, 6.7) a - ostrý úhel, b - pravý úhel, c - tupý úhel



Obr. V.56: Zaoblení v závislosti na úhlu hrany (d - dorsální plocha, v - ventrální plocha, e – ostří hrany): Ostrý úhel a - přirozené, b - zaoblené, tupý úhel c - přirozené, d - zaoblení (Richards 1988, Figure 25)



Obr. V.57: Idelizované profily opotřeбенých hran, rostlinný a živočišný materiál různé tvrdosti (dle Yamada 1993, Fig. 10, 443)

VI. Funkční experimenty a analýza archeologického materiálu

Analýzám archeologického materiálu obvykle předchází série tzv. funkčních experimentů, které si kladou za cíl nejčastěji vytvořit srovnávací materiál, a to jednak vzhledem k použitým surovinám, z nichž jsou nástroje vyrobeny, dále vzhledem k pracovním činnostem, k nimž mají repliky nástrojů sloužit a v neposlední řadě s ohledem k originálním nástrojům, které mají být posléze analyzovány. Experimentální fáze byla zaměřena zejména na problematiku opracování živočišných materiálů, a to jednak tvrdých: kost, paroh a měkkých tkání: maso, kůže.

Na základě morfologie nástrojů, makroskopického charakteru pracovních stop a etnografických analogií byly vytipovány druhy nástrojů, které mohly být využity v souvislosti s procesem zpracování kůže. Předmětem zájmu byly jednak nástroje tradičně spojované s těmito aktivitami (typicky např. kamenná škrabala) a ve spolupráci s Michaelou Raškovou Zelinkovou také výroba a použití nástrojů z tvrdých živočišných nástrojů, např. dosud poněkud kontroverzní typy nástrojů, dřívějšími badateli často spojované s prací se zeminou, ale i nástroje již dříve s opracováním kůže spojované. Nástroje byly testovány vzhledem ke své efektivitě, při různých fázích procesu opracování a tím bližší zjištění možností jejich použití a potažmo stop, které při těchto pracovních aktivitách vzniknou.

Použity byly kosti hovězí, kosti srnčí zvěře a jelení i sobí paroží. Suroviny byly získány díky vstřícnosti Zoo Olomouc, Slámova řeznictví a uzenářství a Lesů města Brna ad. Experimenty byly

prováděny ve spolupráci se zahraničními kolegy, specialisty na traseologii a industrii z tvrdých živočišných materiálů, a to na domácí i zahraniční půdě, prostřednictvím M. Raškové Zelinkové ve Francii, ve spolupráci s Romanem Čihákem ve škole Experimentální archeologie ve Švédsku (Bäckedal Folkhögskolan⁴³), technologická stránka opracování kůží byla jednak konzultována a také prakticky prováděna ve spolupráci s Janem Knotkem⁴⁴ za pomoci Martina Moníka⁴⁵. Experimenty, při nichž byly kombinovány jednotlivé techniky, technologie a procesy zahrnovaly získání a opracování kůže srnčí, kozí, ovčí, králičí i kůže divokého prasete. V rámci experimentů byla provedena vzdělávací akce pro učitele dějepisu ve školském zařízení pro zájmové a další vzdělávání Chaloupky o.p.s.

Při experimentech nebyla pouze získána srovnávací sbírka, ale byly také nabyty nové cenné zkušenosti a ověřena účinnost jednotlivých nástrojů v kontextu toho kterého procesu. Získány byly zejména cenné poznatky týkající se aplikovaného pohybu, charakteru a rychlosti opotřebení, potažmo doby funkčnosti nástroje a jeho životnost a možnosti reparací.

Následovala fáze analytická, při které byly dokumentovány stopy na experimentálních nástrojích a srovnávány se stopami na původních artefaktech. Ve fázi analyticko-interpretaci byly jednotlivé poznatky vyhodnocovány v kontextu lokality. Jednotlivé nástroje byly zařazeny do určitých fází. Proces byl rekonstruován od fáze akviziční, až po zhodnocení možných finálních produktů. Jako doplňkové téma, z hlediska technologického opracování kůže, byla řešena problematika okru a okrajově byly také sledovány stopy po

⁴³ Jako cennou se posléze ukázala odborná rada a pomoc vedení kurzů zabývajících se opracováním kůží zejm. Aja Petersson (Bäckedal Folkhögskolan).

⁴⁴ Střední odborné učiliště Třebechovice pod Orebem, obor brašnář, sedlář.

⁴⁵ Za vstřícnost a účast na experimentech náleží na tomto místě poděkování i paní Knotkové.

aktivitách spojených se stahováním kůže na osteologickém materiálu. Tato problematika byla konzultována s předním etnoarcheology specializovanými na využití sobů a opracování kůže, např. Sylvie Beyries, Helena Knutsson ad.

Kontextuální přístup k analyzovanému materiálu přinesl nové poznatky týkající se technologických a socio-kulturních strategií pravěkých společností. Na základě studia industrie z tvrdých živočišných materiálů byl rekonstruován možný „chaîne opératoire“ zpracování kůže v mladém paleolitu zahrnující výrobu a použití nástrojů z tvrdých živočišných materiálů ve spolupráci s Michaelou Raškovou Zelinkovou. Díky etnografickým analogiím, rozsáhlé experimentální práci a funkční analýze byly nástroje zařazeny do jednotlivých fází procesu, a tím i blíže determinována jejich funkce.

Fáze akviziční

Na lokalitách, kde je možno doložit lov kožešinové zvěře, a to jednak přítomností loveckých zbraní (např. šipky, projektily). Na základě tafonomické analýzy je pak možno v některých případech identifikovat stopy po stahování kůže, či porcování masa.

Fáze opracování kůže:

Příprava surové kůže k činění se liší vzhledem k typu kožky a výsledku, jehož chceme dosáhnout. Obecně lze rozlišit zejména úprava surové kůže na holinu a kožešinu. V historii pravděpodobně kožešnická výroba předcházela výrobu koželužskou. Vývoj postupů byl empirický, tj. založený na zkušenostech předávaných po generacích. Kožešiny podléhají působení mikroorganismů, proto jsou jejich nálezy ze starších období vzácné. Přesto lze předpokládat, že užitkové vlastnosti zpracovaných kožešin byly již v době kamenné na velmi dobré úrovni, soudě např. z výrobků obyvatel severu (např. Inuitů). Hlavním prostředkem při vydělávání byl tuk nejrůznějšího

původu. Výroba vyžadovala množství práce při čištění, ztenčování a zvláčňování řemene kožešiny (Vrbacký-Vrbacká 1979, 18; Blažej et al. 1984, 379). Ve středověku bylo nejrozšířenější vydělávání jirchářskými metodami, při nichž se používal síran draselno-hlinitý, mouka a vaječné žloutky. Kvalita kožešin byla vysoká.

Z kožek se musí odstranit praním v tekoucí vodě zbytky zaschlé krve, hnoje a jiné nečistoty. První chemicko-technologickou operací je námok, kdy se zvyšuje obsah vody v řemeni, slouží k vypírání nevláknité bílkoviny, a tím k čištění kolagenové struktury kůže. Tím se liší od koželužského námoku, který je pouhou přípravou k loužení. Kožešnický námok připravuje řemen k činění a má tedy rozhodující vliv na vlastnosti hotové kožešiny. Řemen kožešiny má po námoku obsahovat 60 až 70% vody (Blažej et al. 1984, 380). Po rozmáčení se kožky mízdrí. Ručně se provádí kožešnickou kosou.⁴⁶ Specifickou kožešnickou operací u kožek zpracovávaných v nerozřezaném stavu (v pytlíku) je vytahování. Je to zvětšování do délky a měkkčení kožešin opakovaným protahováním smyčkou řemínku nebo provazu, někdy se kožky roztahují i do šířky (Blažej et al. 1984, 381-2).

Činění kožešin:

Kvasnými procesy vznikají organické kyseliny s piklujícím účinkem, které mimo jiné způsobí mikrobiální odolnost řemene a zachování jeho měkkosti a tažnosti i po usušení. Výhodou kvašení je působení enzymů na vnitřní část řemene, při kterém vzniká oxid uhličitý, který nakypřuje a zlepšuje mechanické vlastnosti, zvláště měkkost. Při činění se používá zákvas připravený z hrubě mleté mouky nebo otrub promíchaných asi s trojnásobným množstvím vody teplé 40 až 45 st. C. Pak se k němu přidá kultura mléčných

⁴⁶ Např. u divočáka se i v moderních provozech provádí mízdrění ručně, protože srst zasahuje příliš hluboko do spodních částí škáry (Blažej et al. 1984, 381).

kvasinek a ponechá se asi dva dny zakvasit, před použitím se zákvas ředí a míchá. Kožky se nahodí a nechají několik dní v zákvasu. Kvašením vzniká směs kyselin. Charakteristické aróma kyseliny butanové dává kožešinám zvláštní vůni, která je patrná ještě řadu let po výrobě. Řemen kožešiny činěné kvašením je měkký a v dobrém stavu a má trvanlivost až 100 let (Blažej et al. 1984, 383).

Činění tukem se uplatňuje při valchování divočin s emulzí tránu (zámišové činění).

Vzhledem k použitým nástrojům má zásadní vliv to, že mechanické operace při zpracování kožešin se provádějí jednak za mokra, nebo na suché kožešině. Důležitou operací mokré části výrobního procesu je mizdření. Často se srst češe za mokra, po mizdření se kožky ořezávají, aby se odstranily zbytečné části. Důležitou částí je natahování řemene do délky a šířky. K natahování se používá kožešnická kosa (Blažej et al. 1984, 399). Dnes obvykle s kovovou čepelí. Lze ji nahradit dřevem či kostí.

Řemen

Struktura řemene neurčuje jen vzhledové vlastnosti kožešiny, která z ní bude vyrobena, ale i tažnost, vláčnost a pevnost. Z technologického hlediska má struktura řemene na obtížnost mechanického zpracování zpravidla větší vliv než srst. Z technologického hlediska jsou důležité rozdíly v jadrnosti, pevnosti a celkové poměrné tloušťce jednotlivých vrstev řemene, které jsou zpravidla závislé na druhu zvířete, jeho životních podmínkách, stáří, pohlaví, době usmrcení apod.

Např. kožky polárních zvířat mají tenký řemen, podkožní vazivo tlustší, chrání proti chladu hustou srstí a podkožním tukem; kožky tropických zvířat mají řemen tlustý a podkožní vazivo tenké, kůže chrání hlavně před zraněním, srst je řídká

Dle ročního období: u zimních kožek je řemen tenčí v tloušťce rovnoměrnější než u letních kožek, které mají srst řidší, u kožek z přechodných období zpravidla chybí retikulární vrstva řemene nebo je málo vyvinuta.

Dle pohlaví: samčí kožky mají tlustší řemen, v tloušťce méně rovnoměrný než kožky samičí. Dle místa na těle tlustší, často i jadrnější řemen je zpravidla na hřbetě, hlavě a vazů (Vrbacký-Vrbacká 1979).

Koželužské opracování je proces s charakterem chemických a mechanických operací, které u surové kůže vyvolávají řadu přeměn, jejichž výsledkem je získání usně, materiálu s novými požadovanými vlastnostmi. Používané postupy závisejí na druhu surové kůže a účelu, k němuž se vyrábějí. Ve fázi přípravy k činění se uplatní sled technologických operací, kterými se získává tzv. holina, tj. surová kůže zbavená epidermálních vrstev a srsti.

Námok - v případě, že byly kůže konzervovány sušením je třeba před započítím opracovávání provést námok, ev. vypírání soli pokud byly kůže konzervovány nasolením.

Loužení - narušení spojení srsti a dalších keratinových bílkovin se škárou, aby se mohly snadno mechanicky odstranit, ve velkém se provádí v loužících jamách (při poklesu teplot pod 10 st. C převažuje nežádoucí proces bobtnání, Blažej et al. 1984, 141).

Mízdření je odstraňování podkožního vaziva (mázdry) z rubové části kůže. Ručně se provádí ostrou kosou. Seřezaná mázdra může být využita k výrobě klišů, nebo krmiva (Blažej et al. 1984, 149).

Omykání je termín pro mechanické čištění líce holiny od zbytků chlupových kořínků, pokožky, pigmentů a jiných nečistot uvolněných loužením (Blažej et al. 1984, 150).

Činění za použití tzv. činících látek, což jsou sloučeniny, které mají schopnost vázat se na funkční skupiny kolagenu, umožňují zesíťování kolagenu a poskytují useň požadovaných fyzikálně mechanických, technických a užitkových vlastností.

Organické činící látky jsou zejména třísloviny, což jsou účinné substance z vodných extraktů různých druhů kůry a dřeva (adstringence k funkčním skupinám bílkovin kůže). Jedná se o sloučeniny, jež mají stahující chuť, vyčiňují kůži na useň a srážejí zředěné roztoky bílkovin a alkaloidů (Blažej et al. 1984, 174). Třísločinění se uplatňuje zejména při výrobě těžkých spodkových usní. Těžké typy třísločiněných usní se vyrábí klasickým jámovým způsobem. Do jámy obvykle kruhové se na dno nasype cca 20 cm rozemletého třísliwa, na tuto vrstvu se rozprostře holina lícem nahoru, na ni se opět nasype vrstva třísliwa a další holina se položí ocasem na levou zadní nohu kůže předešlé, kůže se rozprostírají mísovitě na dně jámy a jednotlivé vrstvy se prokládají tříslem, dokud není jáma naplněna, potom se překryje povrch jámy a zatíží se. Do jámy se napustí koncentrovaný roztok břechky. V jámě se kůže nechají delší dobu, často 2-3 měsíce. Na jednu hovězinu je třeba cca 20 kg třísliwa (Blažej et al. 1984, 223).

Tukočinění

Tuky v usní mají konzervační účinek, odstraňují vodu a zamezují tak zahnívání. Činící vlastnosti mají zejména tuky obsahující nenasyčené mastné kyseliny, např. rybí tuky, velrybí trány a rostlinné oleje. Usně vyčiněné uvedenými tuky se nazývají zámišové. Tukočinění se uplatňuje zejména u kůží vysoké zvěře, kozin a skopovic. Nejcennější vlastností zámiše je měkkost a tažnost a odolnost proti vodě, lze je běžně prát.

Sušení usní

Provádí se jednak volně ve vzduchu - zavěšují se na háčky, přehazují přes tyče, nebo se suší napnuté na rám, což je pracnější způsob sušení, usně se někdy napínají také na dřevěné desky.

Druhy usní

Useň je kůže, která je technologickým procesem upravena tak, že nepodléhá povětrnostním vlivům a má požadované chemické, fyzikálně mechanické, vzhledové a užitkové vlastnosti. Dle způsobu činění se rozlišuje tzv. tríselná useň, což je kůže vyčiněná rostlinnými trísly. Jircha je kůže vyčiněná jíchou, tj. suspenzí pšeničné mouky a žloutků v roztoku síranu draselného a chloridu sodného. Zámišová useň je vyčiněna oxidačními produkty polovysychavých tuků, zejména rybích, tránů. Pergamen je pak kůže pouze vyloužená, odchlupená a vysušená v napnutém stavu, používá se např. na výrobu bubnů, která neprošla procesem činění (Blažej et al. 1984, 342).

Mízdření (odblaňování):

Nástroje sloužící k odstraňování vrstvy hypodermis, svalových snopců a tuku lze rozdělit do tří skupin, dle povahy opracovávané kůže. Mohou být vyrobeny ze dřeva, kamene, kosti či parohu, později z kovu. Do první skupiny nástrojů s hranou, které jsou vhodné pro mízdření kůže čerstvé, tedy vlhké, byly zařazeny např. nástroje z celých žeber, jejichž distální část byla broušením upravena do jedolící hrany. Experimentálně bylo zjištěno, že nástroje ze žeber jsou mnohem odolnější proti opotřebení než nástroje z dlouhých kostí (Christidou – Legrand 2005). Na základě morfologie funkční hrany byl určen aplikovaný pohyb, který byl s největší pravděpodobností aplikovaný na kůži nataženou na rámu. U kamenných nástrojů je klíčovým faktorem způsob jejich uchycení do násady a úhel pracovní hrany pro rychlost vývoje pracovních stop. Do druhé skupiny ohnutých nástrojů byly zařazeny tzv.

motykovité kopáče. Analogické nástroje z paroží jsou využívány k mizdření vyschlé kůže, kdy je kůže natažena na rám a aplikovaný pohyb spočívá v pohybu vedeném shora dolů. Do třetí skupiny nástrojů, tzv. pořízů, byl zařazen nástroj ze žebra, který využívá přirozenou morfologii a na hraně *crista costae* je opatřen zoubkováním. Pro opracování kůží malých zvířat mohlo být přímo využito podélně rozdělených žeber, jejichž spongióza by v tomto směru měla abrazivní funkci.

Odchlupení:

Pro získání holiny je nezbytné odstranění chlupů. K odstraňování vrstvy epidermis mohly být využity stejné nástroje jako k předchozímu mizdření.⁴⁷

Sušení:

Z etnologických pramenů jsou známy speciální ohniště sloužící k sušení kůže před následným změkčováním. Z moravských gravettských lokalit jsou známa zahlobená ohniště s křivými jamkami kolem dokola, které mohly sloužit k upevnění rámu na sušení kůže nad ohništěm. Potvrzení či vyvrácení této hypotézy si vyžádá další zkoumání.

Změkčování:

Tato fáze má zásadní vliv na kvalitu finálního produktu. Změkčování mohlo být prováděno mechanicky fyzickou manipulací, či chemickou cestou činěním tříslovinami nebo tukem. Zatímco přímý důkaz třísločinění nebyl, pokud je mi známo, pro starší období mimo přítomnosti stromů s obsahem tříslovin nalezen, využití tukočinění lze na základě výsledků funkční analýzy nástrojů,

⁴⁷ Zajímavou analogií je nástroj využívaný indiány kmene Siouxů k odstraňování chlupů za sucha (tzv. wahintke), které nese podobné morfologické znaky jako tzv. parohové kopáče moravského gravettienu.

zejména z tvrdých živočišných materiálů, předpokládat. Využití nástrojů k vtírání a snímání tuku z kůže je známo také z etnografických pramenů (Villon 1889; Beyries et al. 2002; David et al. 1998, Abbott 1881; Schultz 1989 ad.). K tomuto účelu mohla být využívána tzv. hladidla ze žeber, stejně jako nástroje pouze ze spongiózy, případně také nástroje z podélně rozštípnutých koňských žeber. O těchto se zmiňuje již S. A. Semenov (1964) na lokalitě Kostěnki I a spojuje je s vtíráním tuku do kůže. Z hlediska kontaktního materiálu pak lze na funkčních částech takto použitých nástrojů identifikován mastný, jemně abrazivní materiál.

Mechanické změkčování mohlo být prováděno celou řadou dnes obtížně doložitelných způsobů (kroucení, protahování ad.).

Závěrečné uzení slouží k zafixování vlastností vyčiněných kůží nebo také k barvení. Na rozdíl od sušení je v tomto případě žádoucí velké množství kouře a malý žár. Z etnografických pramenů jsou známa speciální zahlobená ohniště opět obklopená jamkami po konstrukci.

Využití okru:

Vzhledem ke zjištění přítomnosti okrových residuí na některých nástrojích z archeologických kontextů (např. Dolní Věstonice I) byla věnována také pozornost možnému využití okru jako činidla v tomto procesu. V kontextu kůže byly diskutovány zejména antiseptické, repelentní a konzervační účinky. Experimentálně byly ověřovány a potvrzeny také jeho vysušující a abrazivní účinky.

Při experimentech nebyla získána pouze srovnávací sbírka replik pravěkých nástrojů, ale byly také nabyty nové cenné zkušenosti a ověřena účinnost jednotlivých nástrojů v kontextu specifických způsobů opracování kůže. Získány byly zejména cenné poznatky týkající se aplikovaného pohybu, charakteru a rychlosti

opotřebení, potažmo doby funkčnosti nástroje a jeho životnost a možnosti reparací.

Po fázi experimentální následovala fáze analytická, při níž byly dokumentovány stopy na experimentálních nástrojích a srovnávány se stopami na původních artefaktech a to jak makroskopicky, tak i za pomoci mikroskopu, sledovány byly především funkčně diagnostické znaky, zejména povrchové modifikace vzniklé použitím nástroje. V souborech archeologického materiálu (např. z lokality Milovice) byly vytipovány nástroje, u nichž lze předpokládat využití při procesu opracování kůží, a tyto předpoklady byly dále ověřovány. Vyhodnocení bylo v mnoha případech komplikováno tzv. postdepozíčními modifikacemi povrchu nástrojů, které znemožnily pozorování povrchu nástroje v původním stavu.

Ve fázi analyticko-interpretací byly jednotlivé poznatky vyhodnocovány v kontextu lokality. Jednotlivé nástroje byly zařazeny do určitých fází. Proces byl rekonstruován od fáze akviziční, až po zhodnocení možných finálních produktů. Jako doplňkové téma byla řešena problematika okruhu v kontextu opracování kůže a okrajově byly také sledovány zásahy spojené se stahováním kůže na osteologickém materiálu. Výše zmiňované práce jsou popsány v rozsahu a vzhledem k jejich účelnosti s ohledem k zachování kontinuity textu.

VI.1 Kamenné nástroje v archeologických kontextech

Opracování kůží je s jistotou doloženo od středního paleolitu v moustierských industriích (traseologicky doloženo S. A. Semjonovem). Používány byly jak neretušované úštěpy, tak speciálně tvarované nástroje vybraných typů (např. limace).

O období mladého paleolitu se objevují celé série nástrojů, které typologicky představují drasadla, vyskytují se v různých formách a velikostech, charakteristická jsou typickou retuší na hraně. V mezolitu se začíná používat k opracování kůže bočních mikroškrabadel, upevněných do organické násady. Experimentální verifikace prokázala značnou efektivitu nástrojů, zejména při použití k opracování kůží drobných zvířat. Také byla využívána typologická drasadla (okrouhlá, koncová ad.). Neolitické nástroje, u nichž je doloženo opracování kůže, jsou morfologicky rozmanité. Vyrůstá význam bočních škrabadel, která byla vsazena do organické násady a používána jako obouruční nástroj, užívalo bylo také škrabadel keramických a kostěných (scapulae), mušlových a neretušovaných úštěpů z odpadu (cf Semjonov-Korobkova 1983).

Na základě experimentů a následných analýz archeologického materiálu bylo zjištěno, že efektivita škrabadla závisí na charakteru a délce pracovní hrany a druhu konkrétní pracovní činnosti. Stopy vzniklé při použití jsou závislé na druhu opracovávané kůže (čerstvá-vysušená; tenká - tlustá), charakteru ostří (tenké, masivní), technologie a způsobu opracování kůže (na kameni, špalku, zemi, napnuté na rámu apod.; Korobkova 1999, 26).

Mízdření se provádí škrabadly, noži nebo dlátovitými nástroji, stejných nástrojů lze použít k opracování povrchové vrstvy kůže. Chemické opracování kůže za působení specifických činících tuků je pravděpodobný pro časná období paleolitu, od mladého paleolitu již bylo užíváno i způsobů činění kůže, které umožňuje získat velmi pevné tvrdé kůže, které jsou typické pro tříslučinění (Korobkova 1999).

Pracovní stopy vznikající při použití kamenných škrabadel k opracování kůže jsou zejména výštěpy, které jsou málo početné a převažují na při práci exponované straně hrany. U samého okraje hrany vznikají drobné mělké, ojediněle hlubší výštěpky mísovitého

tvaru (flake), nejznatelněji se vyštěpují neupravené hrany nástrojů s ostrým úhlem.

V návaznosti na výše uvedené byly vytipovány k traseologické analýze nástroje, u nichž bylo možné předpokládat jejich využití při opracování kůží.

VI.2 Analýza artefaktů z archeologických kontextů

Milovice

Ze souboru artefaktů z výjimečné mladopaleolitické lokality v oblasti Pálavských vrchu Milovice, okr. Břeclav byl k analýze poskytnut soubor štípané industrie pocházející z výzkumu lokality Milovice. Předběžně byla prohlédnuta většina materiálu pocházejícího z výzkumů v Milovicích⁴⁸ (zejména vrstvy 1 a 2). Pro značný rozsah souboru štípané industrie, který by nebylo možné podrobně v plném rozsahu traseologicky zkoumat, byl proveden výběr artefaktů k analýze z kategorie nástrojů, dle typologických kritérií určených jako vrtáky, drasadla a škrabadla. Celkem šlo o cca 40 kusů artefaktů vyrobených z pestrých surovin převážně moravské provenience.

Metoda byla, jak je již popsáno dříve, založena na standardním způsobu provádění funkční analýzy (např. Semjonov 1957, Keeley 1980, Knutsson 1988a, Korobkova 1999) Nejprve byly vybrané artefakty podrobeny makroskopickému zkoumání pouhým okem, poté zkoumány pod lupou a mikroskopem při malých zvětšeních (do cca 50x), dále bylo použito metody nižšího rozlišení (LPA), kdy byly analyzovaného souboru artefaktů vybírány artefakty, které vykazovaly stopy použití. Ty byly v následující fázi analýzy podrobeny

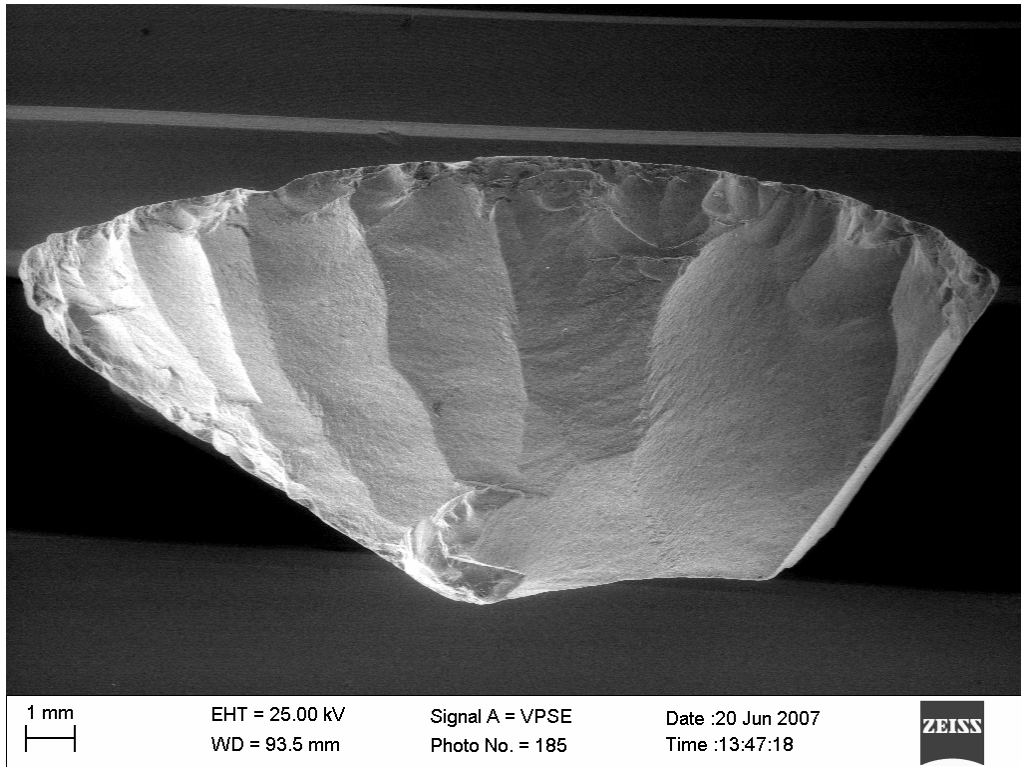
⁴⁸ Řádově stovky kamenných artefaktů a typologických nástrojů.

dalšímu zkoumání za použití vyšších zvětšení; na pomezí metod LPA (viz výše) a HPA; která umožňoval optický mikroskop MBS-10 s externím zdrojem světla. Vybrané kusy byly podrobeny zkoumání za použití rastrovacího elektronového mikroskopu Zeiss typ EVO 60 a laserového konfokálního mikroskopu LEXT OLS3000.

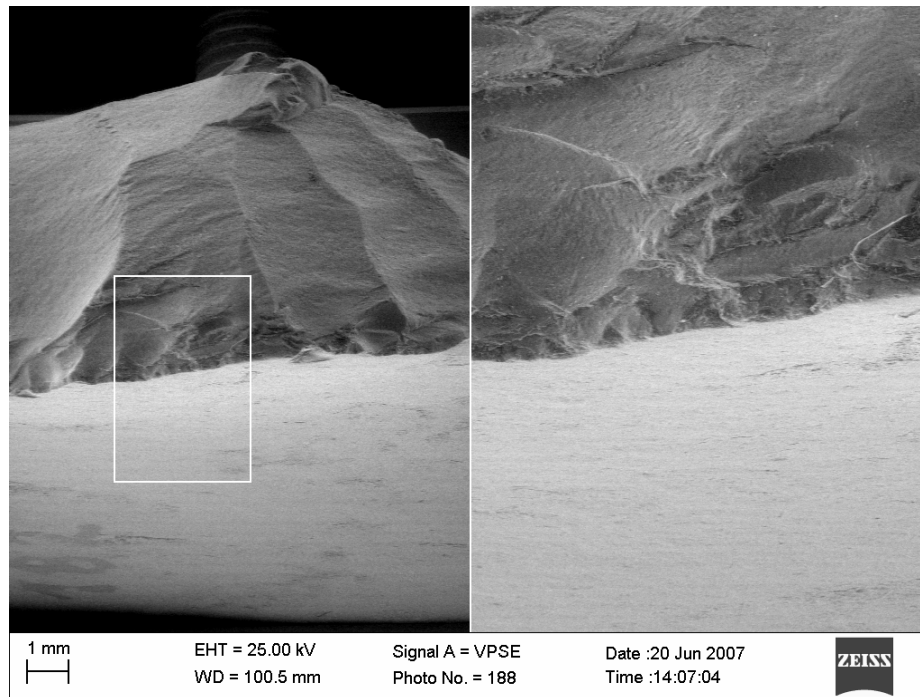
Škrabadlo⁴⁹ vyrobené z radiolaritu bylo zkoumáno za použití SEM⁵⁰. Na snímcích je patrné zaoblení retušované hrany (obr.VI.1) a drobné výstěpky (obr.VI.2) na ventrální straně hrany (obr. VI.3), které svědčí pro intenzivní kontakt s obráběným materiálem. Ten lze dle pozorovaných znaků (drobné výstěpky - *flake*) a mírného vyhlazení povrchu hrany zařadit pravděpodobně do kategorie střední tvrdosti s příměsí drobných částecek tvrdšího materiálu (zrnka písku, štěpinky z hmoty vlastního nástroje), které společně se zvýšenou teplotou a tlakem v průběhu pracovní činnosti způsobily drobná vyštěpení hmoty.

⁴⁹ Typologická kategorie škradel se ve skutečnosti skládá obvykle ze značného počtu artefaktů, které nebyly použity ke škrábání. Pokud byly na artefaktech identifikovány stopy po použití ke škrábání, pak se jedná zejména o opracování dřeva (měkkého i tvrdého) a měkkých živočišných tkání (kůže, maso) z ostatních artefaktů řazených do kategorie škradel uvádí např. R. Davenport (2003, 102) jádra k výrobě mikročepelek, rydla (reutilizovaná), retušované nože, a další artefakty neznámé funkce.

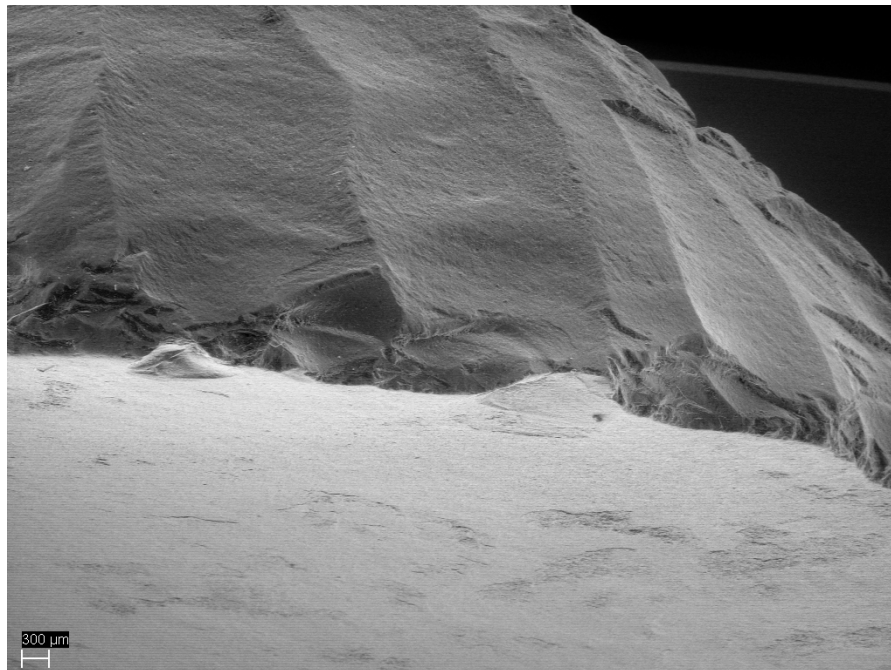
⁵⁰ Rastrovací elektronový mikroskop typ EVO 60 využit laskavostí firmy Zeiss.



Obr. VI.1: Zvětšený model hrany škrabadla s patrným zaoblením a výšťepky (SEM ZEISS EVO 60)



Obr. VI.2: Část hrany škrabadla s drobnými výšťepky (SEM ZEISS EVO 60)



Obr.VI.3: Část hrany škrabadla s drobnými výštky na ventrální i dorsální straně (SEM ZEISS EVO 60)

U dvou artefaktů typologicky označených jako vrták⁵¹ byly zjištěny stopy použití na samém vrcholu vybíhající části, která je oboustranně retušovaná (obr. VI.4). V obou případech je artefakt vyroben z radiolaritu tmavě červené barvy. Na terminální straně typologického vrtáku je patrné oleštění vystupujících částí mikrotopografie povrchu artefaktu, svědčící pro opracování tvrdšího materiálu (např. kosti, obr. VI.5). Mimo to byly na exponovaných částech obou artefaktů pozorovány kratší lineární stopy, které jsou navzájem paralelní (svědčí pro stejnosměrnou aktivitu), v diagonálním směru vzhledem k ose pracovního výběžku. To je možno také vyložit jako podélnou pracovní činnost vykonávanou artefaktem na tvrdším organickém materiálu (např. jemná úprava povrchu změkčené kosti).

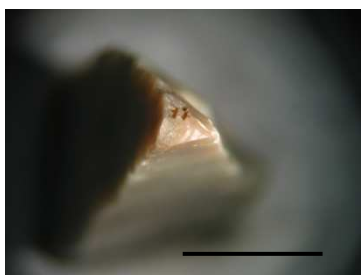
⁵¹ vrták inv.č. 69273 a kombinace vrtáku a zobce inv. č. 69267



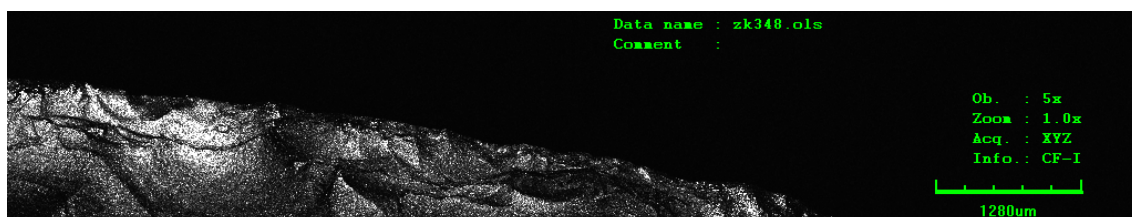
Obr. VI.4: Oboustranně retušovaná terminální část artefaktu (1 cm, MBS 10)



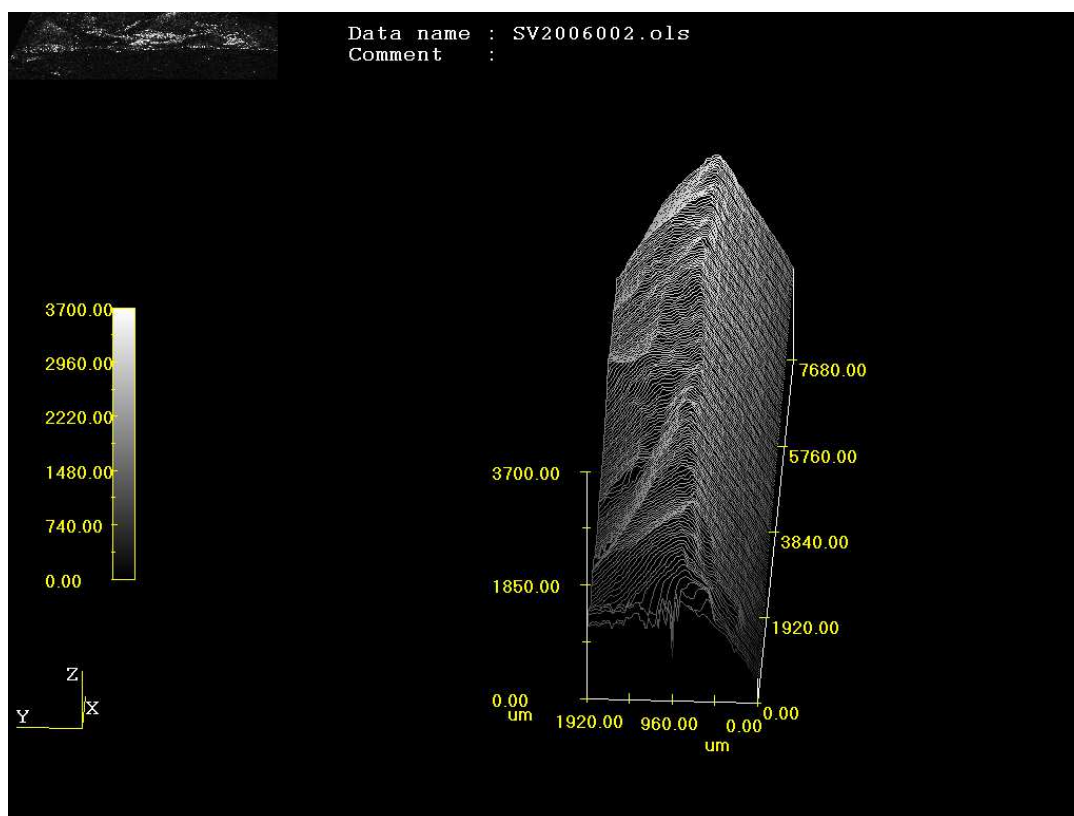
Obr. VI.5: Boční pohled na oleštění v horních partiích mikrotopografie povrchu (1 cm, MBS 10)



Obr. VI.6: Pohled na terminální část pracovní hrany (1 cm, MBS 10)



Obr. VI.7: Hrana jako na obr. VI.1 při zobrazení konfokálním mikroskopem (LEXT OLS 3000)



Obr. VI.8: Hrana škrabadla na modelovém zobrazení profilu mikrotopografie (LEXT OLS3000)

Shrnutí

Předložené výsledky analýzy archeologického materiálu z lokality Milovice jsou zaměřeny na jednotlivé artefakty, které jevíly zajímavé, nebo zřetelné stopy opotřebení. Z ostatních dosud analyzovaných artefaktů nejsou výsledky dosud dostatečně průkazné zejména vzhledem k nižší kvalitě surovin, z nichž byly artefakty vyrobeny, jejich dalším nepracovním změnám, poškozením postdepozičními procesy jako je např. vystavení vysokým teplotám (tzv. přepálení). Část artefaktů také vykazuje známky přirozené patinace, která modifikuje povrch artefaktu, klíčový pro funkční analýzu a v případě málo vyvinutých pracovních stop znemožňuje jednoznačné závěry analýzy.

Použití dokonalých mikroskopů typu SEM umožňuje zhotovení kvalitních ostrých snímků při menších i větších zvětšeních. Časová náročnost pro zhotovení kvalitního snímku závisí na zkušenostech obsluhy mikroskopu. V případě rastrovacího mikroskopu Zeiss Evo bylo snímků docíleno v relativně krátkém čase. Mikroskop byl vybaven vakuovou komorou, takže nebylo nutné potahovat pozorovaný nástroj kovovou vrstvou. Příprava k pořízení jednoho snímku představovala řádově desítky minut přípravy k jednomu náhledu, kdy pak bylo možné pořídit více snímků s různým zvětšením, ale pouze v jednom fixním zorném úhlu.

U konfokálního mikroskopu LEXT OLS 3000 je časová náročnost pro pořízení snímků proměnlivá a závisí na zvoleném režimu, požadovaném rozlišení a velikosti zorného pole, které má být zobrazeno. Po zadání těchto parametrů je prostřednictvím laserového paprsku načten obraz, s nímž je v rámci softwarového analytického příslušenství možno dále pracovat, např. provádět různá měření vzdáleností, profilů apod. Celkově je časová náročnost pořízení jednotlivých náhledů (naskenování zvolené části artefaktu) značně časově náročné. Analytické možnosti pořízených obrazů skýtají dosud opomíjený informační potenciál. Pro jeho využití by však bylo nutné navázat dlouhodobější spolupráci s vybraným pracovištěm (odborným pracovníkem, který obsluhuje mikroskopické zařízení) a pořídit větší množství obrazové dokumentace, se kterou by bylo možno dále analyticky pracovat.

Moravský Krumlov IV

Další soubor archeologického materiálu, který byl poskytnut k traseologické analýze, je soubor artefaktů z lokality Moravský Krumlov IV získaný při výzkumné sezóně 2004 datovaných do středního paleolitu (vrstva 2). Cílem analýzy bylo vytipovat artefakty,

kteře byly skutečně použity a toto i mikroskopickou analýzou potvrdit, případně vyvrátit. Primárně poskytnutý soubor čítal několik set artefaktů téměř výhradně vyrobených z rohovce typu Krumlovský les. Z poskytnutého souboru bylo vybráno přibližně 260 úštěpů a čepelí, u nichž na základě morfologie nebylo možné pouhým okem vyloučit použití⁵². Tyto artefakty byly podrobeny další analýze.

Po primární analýze pouhým okem byly vybrané artefakty zkoumány pod lupou a mikroskopem při malých zvětšeních (do cca 50x). Při této fázi analýzy byly hledány pracovní stopy typicky pozorovatelné při tzv. LPA, (při zvětšeních do cca 100x). Z vytipovaného souboru byly postupně vyřazovány artefakty, které ani při výše popsané metodě nevykazovaly žádné stopy použití. Zbývajících 93 artefaktů bylo podrobeno podrobnějšímu zkoumání za použití vyšších zvětšení; na pomezí metod LPA a HPA; která umožňoval mikroskop Nikon SMZ 645 s externím zdrojem světla. Byly vyhledávány veškeré stopy, které umožňoval použitý mikroskop, některé z nich nebylo možno vzhledem k použitým zvětšením blíže analyzovat, pouze konstatovat jejich přítomnost či absenci.

Důležitou charakteristikou při vyhodnocování pracovních stop je i kamenná surovina, z níž je artefakt vyroben. Ve sledovaném souboru bylo možné rozlišit artefakty z velmi jemného materiálu, stejně jako hrubší variety, u nichž lze předpokládat problematičtější vyvíjení se stop případného použití.

Při interpretaci funkce studovaných artefaktů byly charakteristické znaky vybrány na základě jejich schopnosti determinovat jejich použití obecně i vzhledem k různým druhům opracovávaného materiálu

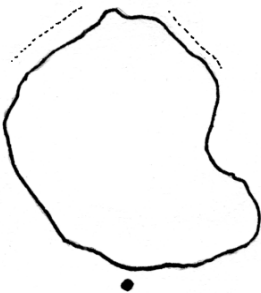
⁵² Na artefaktu nebyla pozorována hrana (ani plocha), jejíž celkový úhel, délka a charakter, by umožňoval použití k činnostem obvykle předpokládaným, příp. etnograficky doloženým, u kamenných štípaných artefaktů.

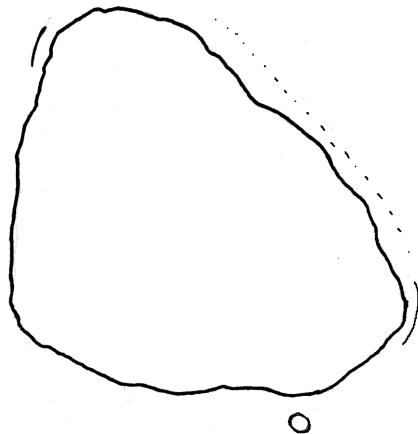


Ze všech analyzovaných artefaktů lze konstatovat, že drtivá většina s vysokou pravděpodobností nebyla použita. U 25 artefaktů nebylo možné použití vyloučit ani potvrdit, a to vzhledem ke značné modifikaci postdepozičními procesy, vystavení artefaktů vysoké teplotě, patinování povrchu či vzhledem k charakteru suroviny, který by pravděpodobně i v případě použití neumožňoval vyvinutí pracovních stop.

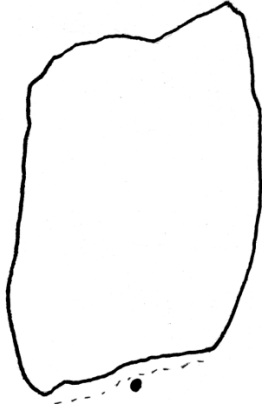
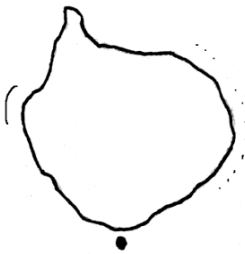

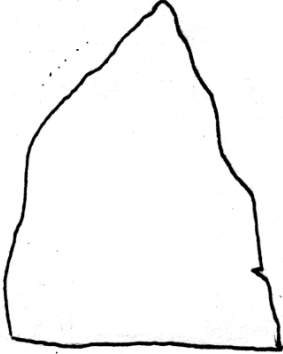
Dále je nemožnost artefakty podrobněji analyzovat zapříčiněna omezenými možnostmi mikroskopů, které byly k analýze použity, limitu použité metody, stejně jako vysokému množství předložených artefaktů. (Krásná 2009)

Shrnutí

Z celkového počtu několika set kusů artefaktů je možno označit jako nesoucí jasné stopy použití pouze artefakty označené čísly 15, 24, 30, 36, 37, 59; 71, 81 pocházející z vrstvy 2 z hloubek 395 a 317 (viz tab. VI.1 s lokalizací stop).

Moravský Krumlov IV		
Č.	Schématické zobrazení artefaktu	Popis suroviny a pracovních stop
15.		<p>11/L; CH/I; 317,55</p> <p>*šedá mírně nahnědlá surovina</p> <p>-stopy použití patrné v terminální části hrany, ohlazené plošky důsledku kontaktu s opracovávaným materiálem, místy až plastická deformace povrchu, výštěpy větších rozměrů</p>

24.		<p>8/o; tmavá půda; 395</p> <p>*světle šedý materiál s bílými místy</p> <p>-plošně retušovaný nástroj, na ventr. straně odpreparovaný bulbus; málo intenzivní stopy použití při nejdelší z hran, výraznější opotřebení na vyznačených částech nástroje</p>
30.		<p>11/M; CH; 317,91</p> <p>*světle šedá kvalitní surovina</p> <p>-dvojitý bulbus, terminální část úštěpu chybí, v zaoblené části bazální hrany stopy otěru, patrné i makroskopicky, na dorsální straně hrany je patrný lesk</p>
36.		<p>12/R; CH; 317,84</p> <p>*šedá až mírně namodralá surovina, kvalitní</p> <p>-artefakt byl pokryt vápenitými usazeninami, po jejich odstranění bylo pozorováno opotřebení distální hrany, nejintenzivnější na koncových zaobleních, charakteristické zaoblení je více patrné na dorsální straně</p> <p>(na ventrální straně zasaženy pouze úplné okraje hrany)</p>

37.		<p>9/R; CH/I; 317,61</p> <p>*šedá surovina s bílými obláčky, artefakt je postižen patinou (hl. dorsální strana)</p> <p>-retuš po obou delších hranách artefaktu, mírné stopy opotřebení na bazální hraně (svědčící snad pro méně intenzivní kontakt s měkkým materiálem), ohlazení patrně i na hřbítcích mikroretuší, větší část dorsální plochy je postižena postdepozičními procesy</p>
59.		<p>12/R; CH; 317,84</p> <p>*velmi kvalitní světle hnědá průsvitná surovina</p> <p>-artefakt nese stopy lesku, výštěpy i drobné mikroretuše, je však z části postižen postdepozicí</p>
71.		<p>11/I; CH; 318,15</p> <p>*kvalitní světlehnědošedá neprůhledná surovina</p> <p>- artefakt rozlomen na dvě části, u hrotu je patrná retuš a plastická deformace povrchu, která vzniká intenzivním kontaktem s opracovávaným materiálem</p>
81.		<p>*světle šedá surovina</p> <p>-fragmentární artefakt, na dorsální straně hrany patrná retuš, slabé stopy opotřebení (viz nákres)</p>

	legenda	*vzhled kamenné suroviny - charakter stop použití . . . slabší nebo nesouvislé stopy opotřebení, příp. postdepozice pokud je tak uvedeno v popisku ---- intenzivnější spojitě stopy opotřebení
--	---------	--

Tab. VI.1: Přehled analyzovaných artefaktů s jasně identifikovatelnými stopami z lok. Moravský Krumlov IV

Traseologická analýza čepelového hrotu z lokality Olomouc - Nemilany

K analýze byl poskytnut jeden kus retušovaného hrotu na čepeli pocházející z pohřebiště v Olomouci – Nemilanech 4 z hrobu jedince lidu kultury se šňůrovou keramikou. Suportem je terminální zlomek čepele s terminální bilaterální retuší upravující její tvar do hrotu, příčný profil je lichoběžníkový. Obě laterální hrany jsou souvisle retušovány (primárně intencionálně). Úhel hrany sinistrolaterální je cca 65°, dextrolaterální hrana má úhel ostřejší cca 50°. Retuš je souvislá laterální, strmá (popis dle Sklenář 1989, 10 a n.). Rozměry artefaktu: max. délka 58 mm, šíře 14 mm.

Jedná se o tzv. silicit z glacigenních sedimentů pocházející nejpravděpodobněji z třetihorních (dánských) mechovkových vápenců (Přichystal 2002, 68) dle určení Milana Vokáče, Muzeum Vysočiny Jihlava.

Artefakt byl očištěn pouze v nezbytné míře k provedení mikroskopických pozorování (destilovaná voda, slabý detergent, místně aceton), aby se minimalizoval vliv čištění na případnou pozdější možnost analýzy tzv. reziduí. Po základním makroskopickém ohledání artefaktu bylo přistoupeno k pozorování při menších zvětšeních (LPA a

následně ověřen a doplněn při užití „analýzy vyššího rozlišení“ zvětšení nad 100x.

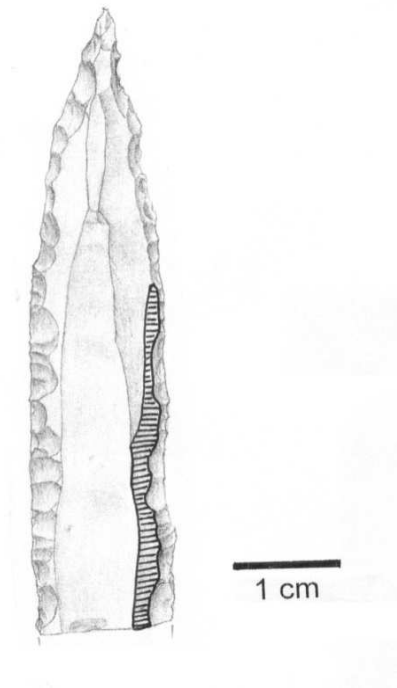
Popis funkčních stop na artefaktu:

Vzhledem k nízkému stupni postdepozičního poškození se artefakt jeví jako vhodný k analýze. Artefakt je sekundárně modifikován souvislou tvarující bilaterální retuší na dorsální ploše, která zúžila původní čepel, a jak se zdá, zejména modifikovala celý artefakt do hrotitého tvaru. Na artefaktu je makroskopicky patrný lesk na dorsální straně ve vnitřní části dextrolaterálního negativu v mediální části čepele, nezasahuje však do negativů retuší, které musely být odraženy až po vzniku lesku. Na ventrální straně je makroskopický lesk náležející shodné pracovní hraně viditelný pouze částečně, neboť byl patrně z větší části odstraněn retušováním. Při mikroskopickém pozorování výše popsaného lesku je ho možno charakterizovat jako velmi výrazný, jasný vzniklý intenzivním kontaktem s měkkými (rostlinnými) materiály.

Naproti výše uvedeným zjištěním byly na stávajících hranách a v retuších pozorovány stopy ne již tak intenzivního kontaktu s materiály odlišného charakteru (tvrdší materiál-pracovní stopy jsou vyvinuty zejména na exponovaných částech povrchu a nejeví známky tak vysokého jasů a stupně vyvinutí).

Vzhledem k provedeným analýzám lze vyvodit, že artefakt z Olomouce – Nemilan byl používán k pracovním činnostem. S ohledem na charakter pozorovaných stop lze důvodně předpokládat, že hrany artefaktu byly v kontaktu s různými materiály po různé dlouhou dobu. Z jasně patrných znaků vyplývá, že stávající artefakt hrotitého tvaru byl původně širší (zda hrot vznikl až finální intencionální modifikující retuší nelze s jistotou říci, ale ani nelze vyloučit, že artefakt byl původně prostou čepelí a do tvaru hrotu byl upraven až finálním retušováním). Provedením stávajících retuší byly

odstraněny stopy po předchozích činnostech, nicméně jejich zbytky svědčí pro intenzivní kontakt s měkkými (snad rostlinnými) materiály. Naopak stopy patrné na stávajících hranách naznačují méně intenzivní kontakt s materiály tvrdšími. Je tedy možné, že artefakt byl intencionálně modifikován retuší za účelem změny jeho funkce, nebo pouze opotřebené ostří bylo upraveno pro obnovení funkčnosti. (Králík et al. 2006)



Obr. VI.9: Hrot z Olomouce – Nemilan, šrafováním naznačena plocha s intenzivním leskem, kresba hrotu V. Tilšar.

VI.3 Dílčí závěr

Kapitola předkládá přehled možností a skutečně provedených experimentů zejména v souvislosti s opracováním živočišných materiálů. A to jednak výrobu nástrojů z tvrdých živočišných

materiálů, zejména kosti a parohu a opracování měkkých živočišných tkání, zejména kůže. V souvislosti s opracováním kůže však dochází i ke kontaktu např. se svaly a šlachami, již při stahování kůže. Z praktického hlediska je třeba vzít v úvahu i použití stejných, nebo specializovaných nástrojů k porcování masa a dělení kostí. Veškeré experimenty byly podřízeny poznatkům získaným z odborné literatury a konzultovány s odborníky na dílčí problematiku (plánovaná experimentů, opracování kůží, výroba replik nástrojů, traseologické otázky). V návaznosti na provedené experimenty byly vybrány a analyzovány archeologické artefakty z různých období a kontextů za účelem zjištění možností daných použitou metodou. Celkem bylo k analýze poskytnuto více než tisíc archeologických artefaktů. Vzhledem ke značnému množství artefaktů, které byly předběžně zkoumány a pak dále podrobněji analyzovány je pozornost věnována především jednotlivým artefaktům, u nichž byla zjištěna přítomnost identifikovatelných stop.

Z lokality Moravský Krumlov IV byly v rámci analýzy podrobeny zkoumání artefakty ze středopaleolitické vrstvy 2, (střední micoquien), kdy po předběžném výběru bylo k traseologickému určení poskytnuto cca 260 artefaktů. Z lokality, datované do mladšího paleolitu (gravettien), Milovice byly před vlastní analýzou shlédnuty řádově stovky artefaktů (zejména z vrstvy 1 a 2), z nichž pak po dohodě s vedoucím výzkumu byly vytipovány vybrané typologické kategorie ve vazbě na kamenné suroviny, z nichž byly artefakty vyrobeny, a bylo u nich možné předpokládat podobný způsob použití vzhledem k podobné morfologii. Zajímavým artefaktem poskytnutým k analýze byl retušovaný hrot z hrobu náležejícího kultuře lidu se šňůrovou keramikou, který nesl i makroskopicky patrné stopy použití.

Vzhledem k výsledkům je značně determinující jednak stáří artefaktů a jejich uložení a s tím související vliv postdepozičních procesů. Na analyzovaných souborech se celkem jasně projevila její

progrese směrem do minulosti (od eneolitu ke střednímu paleolitu), která je obecně platná, avšak v jednotlivých případech může docházet k odchýlkám. Dalším determinujícím faktorem pro prvotní vznik a následné zachování stop použití je druh suroviny, z níž je nástroj vyroben. Dosti zásadní je použitá mikroskopická technika, kdy při použití menších zvětšení lze obvykle spolehlivě určit pouze přítomnost stop použití, ale jejich další rozlišení je obtížné, resp. pravděpodobnost spolehlivého určení konkrétního materiálu se značně snižuje. Naproti tomu při použití mikroskopů, které umožňují značná zvětšení (SEM, laserové konfokální mikroskopy), se neúměrně zvyšuje časová náročnost pozorování a pro početnější soubory jsou těžko použitelné. Jako optimální se jeví jejich využití na speciální vytipované nástroje, u nichž byly identifikovány jasné stopy použití při nižších zvětšeních. Eventuelně jejich využití pouze k pozorování vybraných částí nástrojů (pracovní hrany), po předchozím přehlédnutí nástrojů při nižších zvětšeních. Jejich nenahraditelnou a neoddiskutovatelnou výhodou je možnost pořízení kvalitních snímků k dokumentaci pozorování se značnou hloubkou ostroty, jíž klasickou optickou mikroskopií není možné dosáhnout.

VII. Diskuse

Traseologická analýza je již ve světě etablovaná metoda analýzy archeologického materiálu, která má svá specifika. Ač v průběhu let došlo k jistému vykrytalizování a stabilizaci metodických východisek, je třeba mít při každém provádění analýz a výzkumů na paměti kritiku pramenů, a to zejména možná poškození povrchů artefaktů postdepozičními modifikacemi (Levi-Sala 1986a, , Plisson-Mauger 1988, Mansur 1982, Meeks et al. 1982). V některých případech, zejména u materiálu získaného staršími výzkumy, můžeme pozorovat i tzv. postexkavační modifikace povrchu. Ty jsou charakterizovány zejména drobnými výštvěpy a oleštěním částí povrchu. Tyto postexkavační modifikace experimentálně ověřoval např. Joan Gero (1978). Základním vodítkem pro odlišení těchto typů stop je jejich pozice na nástroji, a to zcela náhodná bez vztahu k hranám, chápeme-li je jako funkční části nástroje. Některé postdepoziční modifikace⁵³ jsou pozorovatelné i makroskopicky (Plisson-Mauger 1988, 4). Pro vyloučení těchto modifikací je třeba pozorné prohlížení celého povrchu analyzovaných artefaktů, které je časově poměrně náročné, ale pro důkladnost a objektivitu analýzy ho nelze vynechat ani obejít.

Poměrně zajímavou otázkou v souvislosti s analýzami funkce jak jednotlivých artefaktů, tak celých souborů, je jejich vnímání v rámci živé kultury na základě etnologických a etnoarcheologických pozorování v kontrastu se statickým vnímáním artefaktů tradičně uvažujícími archeology. V kontextu živé kultury se jeví jako klíčové kategorie, které mohou při vyhodnocování archeologických nálezů a kontextů ustupovat do pozadí. Jsou to např. odlišné strategie

⁵³ Experimentálně ověřovali vznik postdepozičních modifikací zejm. L. H. Keeley (1980), P. Anderson-Gerfaud (1981), P. Vaughan (1981), E. Mansur (1982).

nakládání s nástroji v různých oblastech ve vazbě na klima, surovinové zdroje (v nejširším slova smyslu), geologii apod.

Etnologické záznamy jsou již dlouho využívány jako informační zdroj pro poznání způsobů výroby kamenných nástrojů (např. Hester-Heitzer 1973), přesto informace podávané cestovateli a etnology jsou obecně obtížně použitelné jako relevantní zdroj pro osvětlení otázek v současnosti spojovaných s otázkami výroby a použití kamenných nástrojů. V posledních desetiletích však byla provedena řada expedic cílených na výzkum technologií výroby a používání kamenných nástrojů na různých kontinentech a v odlišných klimatických pásmech (Pétrequin et. al., Vaughan 1981, zejm. 52-57)

Zajímavých výsledků bylo dosaženo již např. při expedicích badatelů J. Whitea (White et al. 1977) a M. Stratherna (Strathern 1969) na Papui Nové Guinei, R. Goulda (Gould et al 1971, 163) a B. Haydena (Hayden 1977) v západní Austrálii. V australské Západní poušti (Western Desert) B. Hayden pozorováním dospěl k logickým, ač možná z hlediska archeologa neočekávaným poznatkům ohledně výroby, použití a odložení (archeologizaci) kamenných nástrojů. Zdánlivý nezájem o kamenné nástroje až k jejich opomíjení („ignoring it“) v průběhu fungování nástroje v rámci živé kultury až do okamžiku, kdy dochází k ztrátě jejich funkčnosti. Přínosem byla pozorování prací v souvislosti s výrobou oštěpů, při nichž byly používány kamenné nástroje. Kdy je B. Haydenem přirovnávána úroveň zájmu věnovaného kameni k úrovni pozornosti, jaká je v naší společnosti věnována tužce při psaní textu oproti úrovni zájmu o obsah textu (Hayden 1977, 179).

Dalším neočekávaným zjištěním je absence řemeslných zpracovatelů kamene (master craftsmen) k běžné výrobě funkčních nástrojů (s výjimkou jejich výroby pro specializovaný trh), nikdo nebyl schopen expertně kontrolovat výrobu kamenných nástrojů, jak v současnosti můžeme vidět u specializovaných experimentálních

výrobců jako např. François. Bordes, Errett Callahan, u nás Petr Zítka. Úštěpy vhodné k dalšímu opracování byly vybírány ze všech téměř náhodných úštěpů (random flakes) nebo odpadu (debris), základním kritériem výběru byla jejich dokonalost z hlediska zamýšleného technologického použití (Hayden 1977, 179).

Některé strategie vycházející z výše uvedeného dále zmiňuje např. A. Pawlik (2009) z kontextů jihovýchodní Asie a Oceánie:

Strategie tzv. „smash-and-grab“ neboli přeneseně „expedient archeology“⁵⁴ (Pawlik 2009, s. 7), naznačuje strategii předmětů na jedno použití („use-once-and-discard“), po níž zůstávají velká množství použitých nástrojů a další debitáže, nesoucí jen omezené stopy opotřebení. Podmínkou je dobrá dostupnost suroviny. Opačnou strategii naznačují menší rozměry artefaktů, použitých nástrojů, debitáže a jader, kdy se např. nedostává suroviny na výrobu nástrojů (zdroje jsou nedostupné)⁵⁵.

Nové pohledy na problematiku artefaktů jako nástrojů, jak je naznačeno ve výsledcích etnologických a etnoarcheologických zkoumání, by mělo vést k opatrnému posuzování artefaktů i jejich souborů, při rekonstrukci jejich fungování v rámci již minulé živé kultury. Jednak je třeba mít na mysli svázanost našeho myšlení vycházející z kulturní tradice, ve které žijeme, a fragmetárnost stop minulosti, které můžeme prostřednictvím archeologických kontextů nalézat, zachycovat a zkoumat.

⁵⁴ expedient - účelový, rychlý prospěch

⁵⁵ Další obtížně řešitelnou otázkou je hypotetická přítomnost organických nástrojů (např. ze dřeva), doložení kostěných nástrojů, které bylo nutno něčím vyrobit, pravděpodobně kamennými nástroji apod.

VIII. Závěr

V rámci řešení předkládané disertační práce bylo na základě předchozích zkušeností s aplikací metody funkční analýzy provedeno stručné shrnutí dosud zkoumané problematiky z hlediska metodického a to zejména s ohledem na možnosti aplikace poznatků v prostředí archeologie střední Evropy. Pozornost byla věnována jednotlivým funkčně diagnostickým kategoriím tak, aby na nich bylo do budoucna možné stavět a dále rozvíjet metodické bádání. Na základě konzultací s předními odborníky na funkčně-traseologická zkoumání, která zahrnují i tzv. funkční experiment a vůbec problematiku experimentu v archeologii byl stanoven rámec pro provedení selektivních experimentů zaměřených na získání a opracování především živočišných materiálů (kůže, kost, paroh). Archeologický materiál k analýzám byl volen s ohledem k stanovenému cíli, to je výběrově a z různých kontextů tak, aby bylo možné porovnat možnosti a potenciál jednotlivých variant, kde proměnnými byl časový kontext, surovina, nálezové okolnosti a výsledkem pak různá míra výtěžnosti materiálu vzhledem k analýze a použité metodě.

Pro analyzování archeologického či experimentálního materiálu je metodicky determinujícím technické vybavení, které se rozhodneme využít, nebo které máme k dispozici. V první řadě je to optický zvětšovací přístroj, většinou mikroskop, který dosud u nás není běžnou součástí vybavení archeologických laboratoří. Tímto zjištěním autorka splnila jeden ze stanovených cílů práce, tj. stanovení optimálních technických předpokladů pro aplikaci metody funkční analýzy z hlediska technického vybavení, stejně jako rámcové posouzení možností provádění analýz.

Na základě předchozích zkušeností, odborných konzultací a publikovaných poznatků byla provedena výběrová testovací pozorování na nejrůznějších technických zařízeních.

Byla navázána spolupráce zejména s Moravským zemským muzeem v Brně (optická mikroskopie pro základní určení ve spojení s digitálním fotoaparátem), Masarykovou univerzitou v Brně (Ústav antropologie), Západočeskou univerzitou v Plzni (KET - kde bylo možné využít nejmodernějších mikroskopických přístrojů (laser confocal), CNRS ve Francii (Maison méditerranéenne des Sciences de l'Homme, UMR 6636MSH - Hugues Plisson), členy Evropské archeologické asociace (Linda Hurcombe, Helena Knutsson) ad. Ze strany organizací byla poskytována jak materiální podpora (přístup do laboratoří, zapůjčení materiálu), tak zejména cenné rady a doporučení předních specialistů na dílčí problematiku

Pozornost byla věnována zejména specifikům a odlišnostem jednotlivých metod pozorování a rozdílům dosaženým při aplikaci každé z nich. Původním předpokladem bylo stanovení optimálního metodologického postupu při vyhodnocování funkcí kamenné štípané industrie. Z dosažených výsledků vyplývá, že je možné stanovit standardizované postupy zejména při primárních fázích analýzy (výběr vzorků, makroskopická pozorování, příprava vzorků k mikroskopování). Ne zcela univerzálně je pak možné stanovení postupů při tzv. HPA - mikroskopické analýzy funkce za použití vyšších zvětšení (min. 100x), kdy je zejména třeba stanovený postup optimalizovat vzhledem k časové náročnosti prováděné analýzy a k cíleně požadovaným výsledkům a interpretačnímu potenciálu archeologického materiálu (detailní analýza jednotlivých artefaktů, základní analýza souborů artefaktů). V první fázi byl zajištěn archeologický a experimentální materiál k následnému pozorování. To bylo v různé míře provedeno metodami LPA, HPA a pozorování při nejvyšších zvětšení. Dosažené výsledky byly konfrontovány se

zkušenostmi pracovníků výše jmenovaných institucí a již publikovanými zjištěními.

Na základě dosavadních zkušeností se jeví jako nezbytné k optimalizaci a pružnému provádění funkčních analýz kamenné štípané industrie pořízení optickému stereomikroskopu, který by umožňoval vysokou hloubku ostrosti při pozorování. Zatímco prostřednictvím optického zařízení dosahujícího nižší zvětšení, je možno provádět zejména iniciační, fáze analýz funkce a výběru vzorků vhodných pro detailní fázi analýzy při vyšších zvětšeních.

Použití dokonalých mikroskopů typu SEM umožňuje zhotovení kvalitních ostrých snímků při menších i větších zvětšeních. Časová náročnost pro zhotovení kvalitního snímku závisí na zkušenostech obsluhy mikroskopu. V případě rastrovacího mikroskopu Zeiss Evo bylo snímků docíleno v relativně krátkém čase. Mikroskop byl vybaven vakuovou komorou, takže nebylo nutné potahovat pozorovaný nástroj kovovou vrstvou. Příprava k pořízení jednoho snímku představovala řádově desítky minut přípravy k jednomu náhledu, kdy pak bylo možné pořídit více snímků s různým zvětšením, ale pouze v jednom fixním zorném úhlu.

U konfokálního mikroskopu LEXT OLS 3000 je časová náročnost pro pořízení snímků proměnlivá a závisí na zvoleném režimu, požadovaném rozlišení a velikosti zorného pole, které má být zobrazeno. Po zadání těchto parametrů je prostřednictvím laserového paprsku načten obraz, s nímž je v rámci softwarového analytického příslušenství možno dále pracovat, např. provádět různá měření vzdáleností, profilů apod. Celkově je časová náročnost pořízení jednotlivých náhledů (naskenování zvolené části artefaktu) značně časově náročné. Analytické možnosti pořízených obrazů skýtají dosud opomíjený informační potenciál. Pro jeho využití by však bylo nutné navázat dlouhodobější spolupráci s vybraným pracovištěm (odborným

pracovníkem, který obsluhuje mikroskopické zařízení) a pořídit větší množství obrazové dokumentace, se kterou by bylo možno dále analyticky pracovat.

Na základě dosud nabytých zkušeností pokládám budoucnost traseologie v České republice za života a rozvoje schopnou pouze za předpokladu, že bude vybudováno expertní pracoviště, které bude více či méně navázáno na univerzitní prostředí a bude tak splňovat dva základní předpoklady:

A) Základní technicko-materiální vybavení s možností rozvoje, nebo přinejmenším udržení přijatelné úrovně vybavení vzhledem ke stále se zrychlujícímu technickému vývoji jak mikroskopie, tak i zobrazovacích metod.

B) Dostatečný potenciál pro další personální rozvoj, ideálně z řad studentů, kteří by mohli být v průběhu studia postupně zasvěcováni do problematiky a podílet se na řešení aktuálních projektů, kdy by měli příležitost odborně růst a rozvíjet tak dál již započatý výzkum.

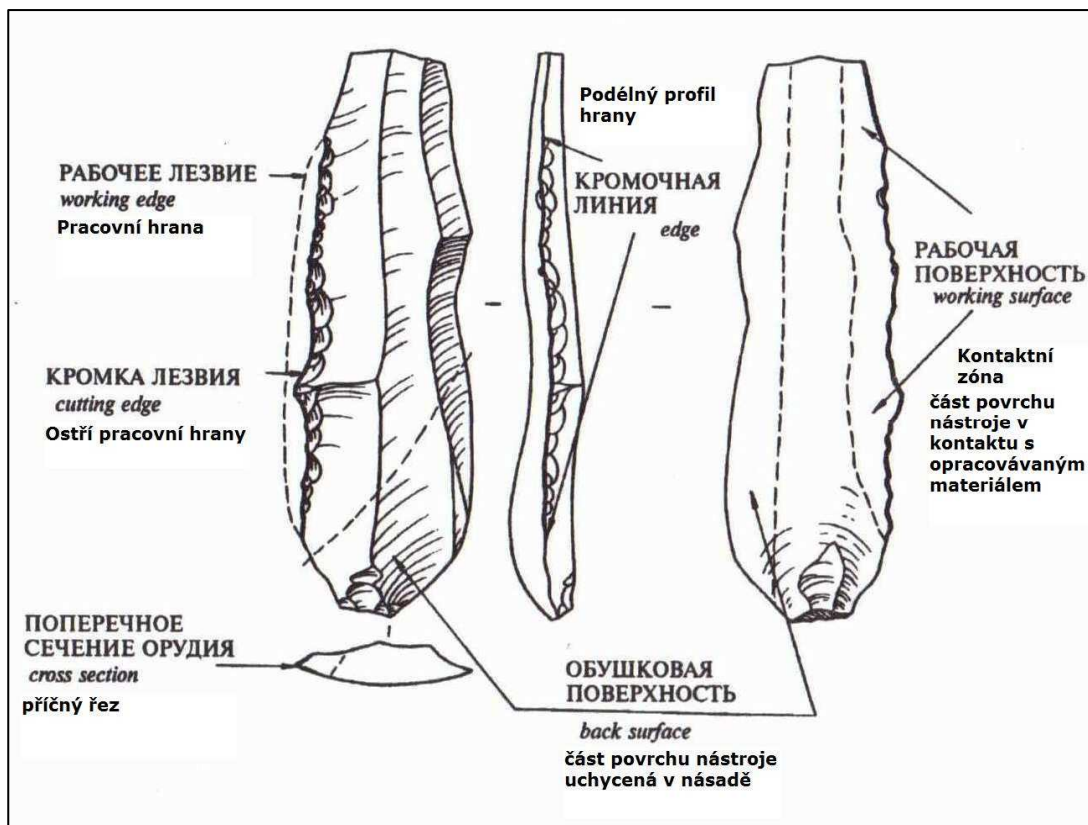
Při splnění výše uvedených předpokladů bude možné zavést do praxe běžné provádění funkčních analýz archeologického materiálu v přímé návaznosti na aktuálně prováděné archeologické výzkumy, které jsou za stávající situace v České republice prakticky nerealizovatelné.

Právě bezprostřední návaznost funkčně-traseologických zkoumání na probíhající archeologické výzkumy by umožňovala získávání dosud mizejícího potenciálu archeologického materiálu (např. výzkum určitých residuí, která rychle ztrácejí svou vypovídací schopnost).

Na základě doporučení školitele předkládá v následující části autorka návrh odborné terminologie v českém jazyce, který se váže k problematice traseologie a funkčních analýz.

IX. Základní terminologie

zkratky: cf - srovnej; v.t. - viz též, n. – německy, p. – polsky



Obr. T.1: Základní popis částí nástroje (dle Korobkova-Ščelinskij 1996, Ris. 1, upraveno)

Terminologie používaná v oblasti funkčních analýz a příbuzných disciplínách, zpracováno dle zejména: J. Brézillon (1968), J. Kamminga (1982, vii a n.), P. Vaughan (1985a, vii a n.), R. Grace (1988, 101 a n.), C. Mazo Pérez (1991), J. J. Ibáñez Estévez a J. E. González Urquijo (1994, 1996), I. Levi Sala (1996), G. Korobkova (1999), R. Davenport (2003, xix-xxviii), Rašková Zelinková – Lázníčková-Galetová 2007a, 2007b) Cizojazyčná terminologie doplněna z výše uvedené literatury a dle pracovní terminologie souhrnně uvedené ve sborníku z konference ve Valbonne (Plisson-Girša-Tchistiakov 1988, 169-173) a terminologie užívaná v materiálových

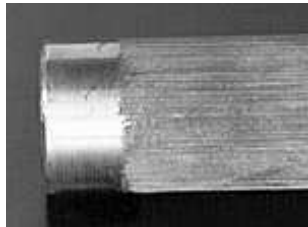
vědách dle „Glossary of terms and definitions in the field of Friction, wear and Lubrication“. Část terminologie publikována v Antropologickém slovníku (Krásná 2008). Cizojazyčné výrazy jsou uvedeny pouze v případech, kdy je v zahraniční odborné literatuře ustálen tento termín a jeho používání.

abraze, otěr, obroušení (prašlifovka, abrasion) forma opotřebení povrchu nástroje vznikající při styku kontaktní zóny nástroje s jiným materiálem, nebo pevnými částicemi (hard particles), abradovaný povrch je obecně charakterizován jemným vzájemným převrstvováním nebo seskupováním mikroskopických trhlin (micro-crack) a důlků (micropits). Jsou dobře pozorovatelné na neznitých typech povrchů jako je křemen nebo obsidián (Kamminga 1982, vii).

abrazivní částičky (fracture debris) drobné částičky z tvrdých materiálů, které při kontaktu s nástrojem způsobují vznik charakteristických stop jako jsou striace, výštěpy apod. mohou být odděleny z hmoty nástroje nebo opracovávaného materiálu, nebo mohou vstupovat zvenčí (písek, prach).

abrazivní opotřebení (abrasive smoothing) je důsledkem abrazivního kontaktu s opracovávaným materiálem. Je charakteristické ubýváním materiálu v důsledku přítomnosti tvrdých a hranatých částic, které se dostávají mezi plochy, jejichž vzájemnou interakcí dochází ke tření. Stejných modifikací povrchu je možné dosáhnout při zapojení tvrdých a hranatých povrchů a vrcholů do tribosystému (např. zrnka písku). Výsledkem abrazivního opotřebení jsou škrábance, rýhy, mikroskopické odštěpky

(tríscky), vyleštěná místa u strukturovaných povrchů nástrojů. Povrchy postižené abr. opotřebením při pozorování optickým mikroskopem nevykazují vysoký poměr odraženého světla (reflectivity) a typický je intenzivní výskyt striací. Intenzivně je patrná při členité mikrotopografii povrchu nástroje vzniklé zejména mikrovýstěpy. Ve srovnání s nepostiženým („nepoužitým“) povrchem se může jevit jako lesklá plocha, ač nepříliš reflexivní. Při pozorování opticky připomíná obroušení



Obr. T.2: Abrazivní opotřebení
(jaja.kn.vutbr.cz/~janirek2/dok/materialy/7tUnava.doc)

(grinding, Kamminga 1982, vii).

adhezní opotřebení u povrchů, mezi nimiž vzniká tření, mohou v důsledku nepříznivých poměrů při promazávání (při třecím kontaktu bez maziva) vytvořit těsnou pevnou vazbu. Důsledkem jsou opotřebení, rýhy, otvory a lámání nástrojů.

artefakt předmět vyrobený lidskou rukou (cf nástroj).

bulbus (bugorok, bulbe) úderový kužel vzniklý silovými vlnami, které se šíří z bodu úderu (vrcholu bulbu) otloukačem při oddělení



Obr.T. 3: Adhezní opotřebení
(jaja.kn.vutbr.cz/~janirek2/dok/materialy/7tUnava.doc)

odštěpu (ústěpu, čepele), na jádru se pak projeví v negativu jako lasturovitě tvarovaná prohlubeň (kontrabulbus).

dorsální strana/povrch (dorsalnaja starona-, revers-face supérieure-face dorsal, dorsal surface) artefaktu je formována zpravidla dvěma nebo více plochami, které jsou pozůstatky po negativech předchozích odštěpů (cf ventrální strana) v traseologii se rozlišuje zejména jako aktivní (pracovní) a sekundární strana.

důlky (pit, pitting) viz únava povrchu.

funkční analýza - zkoumání vlastností a kontextů nástroje ve spojitosti s jeho použitím, metoda umožňuje identifikaci a interpretaci stop lidské činnosti na povrchu nekovových nástrojů, rekonstruuje minulé činnosti/technologie pravěkých společností a technický a technologický potenciál dávných populací (Korobkova 1999, 11).

hrana (kromka, edge, fil du bord) obvykle ostrá okrajová část nástroje, může být přirozeně vzniklá odbitím, nebo upravená záměrnou retuší.

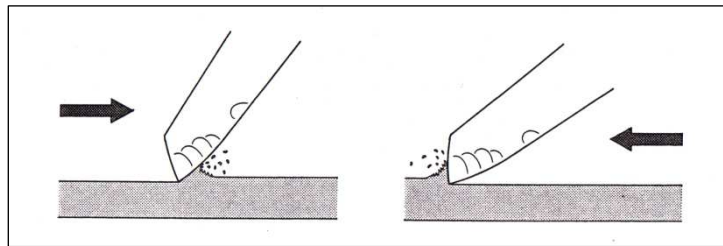
kontaktní úhel je svírán osami povrchu opracovávaného materiálu a pracovního povrchu nástroje (obr. T.6, δ).

kontaktní materiál (opracovávaný materiál) materiál, k jehož opracování je/byl nástroj používán.

kontaktní strana nástroje (dorsální, ventrální) strana/plocha/povrch nástroje, který je při pracovní činnosti blíže/ v intenzivnějším kontaktu s opracovávaným materiálem. Rozlišuje se pouze v případech, kdy dochází k dominantnímu kontaktu jedné z ploch. Rozlišení kontaktní a ostatních ploch hrany závisí na druhu pracovní činnosti. Např. při škrábání dochází k znatelnému rozdílu při rozvoji typu a intenzity funkčních stop na každém z povrchů pracovní hrany. Naproti tomu

při pracovních činnostech jako řezání, kdy je ostří v kolmé poloze k opracovávanému materiálu, dochází obvykle k poškození stopami opotřebení u obou povrchů hrany ve stejné míře (pokud není asymetrický profil hrany). V takovém případě je kontaktní zóna stejně rozsáhlá u obou povrchů (ventrálního, dorsálního). Termín se tedy vztahuje zejména k pracovním činnostem, u nichž je pracovní úhel $<90^\circ$ (Vaughan 1985, vii) opakem je sekundární, nekontaktní strana nástroje.

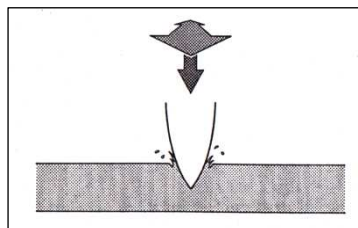
kontaktní zóna nástroje (pracovní povrch nástroje) část povrchu nástroje, která je při pracovní činnosti v přímém styku s opracovávaným materiálem, resp. část povrchu nástroje,



která nese stopy takového kontaktu (viz obr. T.4, 5).

lesk (zapolírovka, polish, poli) je optický jev způsobený plošnou modifikací přirozeného povrchu nástrojů na místech kontaktu s opracovávaným materiálem. Může být pozorovatelný pouhým okem (gloss, tzv. srpový lesk) nebo jen za použití mikroskopu - HPA (polish). Vzniká při

Obr. T.4: Asymetrická kontaktní zóna nástroje při pracovní činnosti (Nowatzky 1988, Abb. 33)



Obr. T.5: Symetrická kontaktní zóna nástroje při pracovní činnosti (Nowatzky 1988, Abb.34)

intenzivním kontaktu povrchu nástroje s opracovávaným materiálem za současného působení změněného tlaku, teploty a chemických vlivů. U lesků se sleduje celá řada znaků - rozmístění, topografie povrchu, intenzita, orientace apod. Při pozorování optickým mikroskopem se lesk jeví jako zářivá, světlo odrážející plocha, naopak při pozorování rastrovacím elektronovým mikroskopem se plochy lesku jeví jako místa tmavá a matná.

mikrotopografie povrchu je označení charakteru povrchová struktura materiálu, z něhož je artefakt vyroben, je ovlivněna kvalitou výchozího materiálu, technologií výroby apod., ke změnám dochází při intenzivním opotřebením.

nástroj (orudíje, outil, tool) v užším slova smyslu artefakt použitý k promyšlenému (plánovanému) postupu, činnosti, bez ohledu na to zda úmyslně nebo nikoliv. Obecným rozdílem mezi nástrojem a artefaktem v rámci klasifikace souborů kamenné štípané industrie je formální rozdíel v konkrétních cílových produktech, které vznikají jako výsledek záměrných technologických procesů a vzniku vedlejších produktů v průběhu takového technologického procesu, které mohou být použity jako nástroje, ale nesplňují formální kritéria pro zařazení do typologické kategorie nástroje. Např. odštěpky oddělené z kamenné sekery při porážení stromu jsou artefakty (vzniklé lidskou činností), zatímco sekera splňuje kritéria kategorie artefakt i nástroj.

opracovávaný materiál (viz kontaktní materiál).

opotřebením hrany (někdy též poškození, postižení; edge damage, edge wear) zahrnuje veškeré modifikace vzniklé v souvislosti s použitím nástroje; edge damage v užším slova smyslu zahrnuje modifikace, při nichž dochází k oddělování

materiálu z ostří hrany nástroje (Grace 1988, 101; typicky výstěpy v.t., cf retuš).

ostří (lezvie, cutting edge, tranchant) okraj pracovní hrany.

ostření (resharpening, Brink 1978, 42 a n.) při použití specifických typů nástrojů, např. škrabadel k opracování kůže, dochází k záměrnému přiostrování retušérem při pracovní činnosti.

otěr (attrition) samovolné odstraňování drobných částecek z povrchu při klouzavém pohybu při kontaktu nástroje a opracovávaného materiálu, cf výstěp, abraze.

postdepoziční modifikace změny na povrchu artefaktu vzniklé po jeho archeologizaci.

„pot lid“ prohlubeň mísovitého tvaru vzniká na povrchu kamenného materiálu rozpínajícími se částicemi v hmotě při změnách teploty.

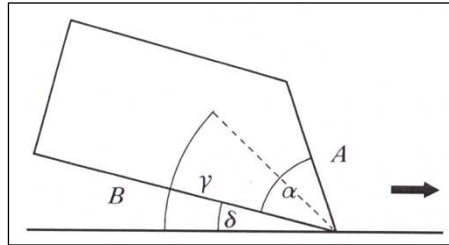
postexkavační modifikace poškození artefaktů a nástrojů při jejich vyjímání z archeologických kontextů a následné manipulaci a skladování, nejčastěji jsou pouze mikroskopicky pozorovatelné (ve formě drobných výstěpů).

použití přímé, bezprostřední provádění pracovní aktivity nástrojem.

pracovní činnost (mode of use, working action) představuje opakovaný specifický pohyb nástroje prováděný při určitém způsobu jeho použití, např. krájení, řezání, škrábání apod. z hlediska analýzy funkce se dělí zejména na podélnou (longitudinal) a příčnou (transversal) ve vztahu k ose paralelní s pracovní hranou nástroje

pracovní hrana (rabočij kraj, working edge, bord actif) hrana nástroje nesoucí stopy použití.

pracovní úhel (contact angle) úhel, který svírá příčná osa hrany s opracovávaným povrchem (obr. T.6, γ) v průběhu pracovní činnosti. Může variovat od tupého až po ostrý.



Na pracovním úhlu závisí rozsah pracovní plochy nástroje, která je v kontaktu s opracovávaným materiálem.

pseudoretuš označuje modifikaci hrany, které vznikla mimoděk zejména za působení vnějších termických nebo mechanických vlivů (teplotními změnami, pohybem ve vodě, nezáměrným otlučením apod.).

Obr. T.6: Schéma označení úhlů spojených s pracovní hranou nástroje při pracovní činnosti: A-sekundární povrch, B-aktivní kontaktní pracovní povrch, α -úhel pracovní hrany, γ – pracovní úhel, δ - kontaktní úhel (González Urquijo-Ibáñez Estévez 1994, Ilustración 1.9)

residuum (ostatok/oblomok abrabytovaného materiala, résidu, residue) pozůstatek cizorodého materiálu, který ulpěl na povrchu kamene.

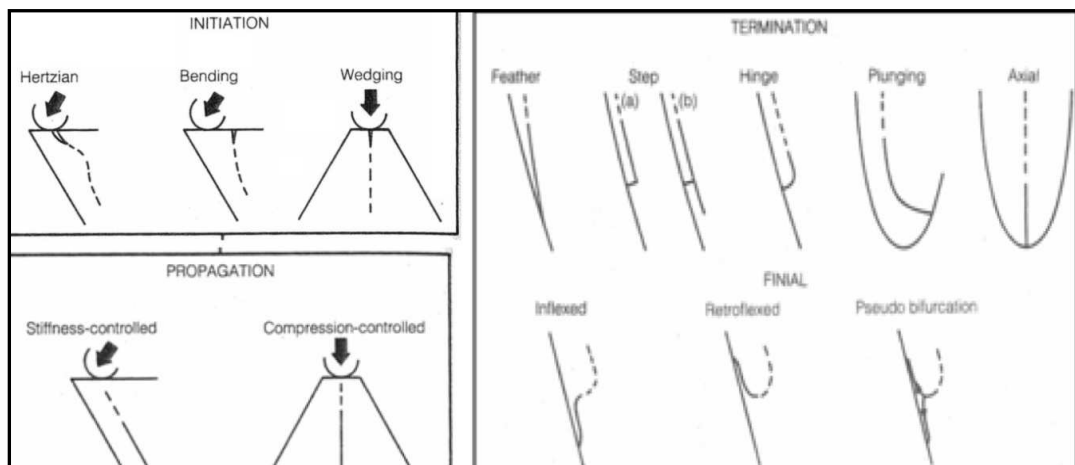
retuš v technologickém slova smyslu je záměrná úprava hrany uživatelem nástroje, která soustavou drobných odštěpků formuje tvar anebo ostří předmětu do určité formální podoby (cf užitková retuš, výštěpy, pseudoretuš).

řezání (viz obr. T.11) pracovní činnost, při níž ostří proniká směrem do hloubky opracovávaným materiálem (asi jako by žiletka rozřízla list papíru).

srpový lesk (sickle gloss) lesk blízko pracovní hrany viditelný pouhým okem.

stopa (sled, trace, trace):

- **„nepracovní stopa“** (přirozená modifikace povrchu, nepracovní alterace, jestestvennye sledy-natural traces) může být původu chemického (patina, lustre de suelo, desilicifikace, pouštní lak), mechanického (eolizace, abraze, rodamiento, pisoteado) a termického (levantamiento, aporcelanado, cuarteado, ruberfacci3n),
- **pracovní stopa** (sledy iznašivaniya/iznosa, traces d'usage, use-wear traces) vzniká při pracovní činnosti,
- **stopa po uchycení v násadě** (sledy kreplenija, traces d'emmanchement, hafting traces)- zahrnují např. tzv. **otupující retuš** (backing/blunting retouch) aplikovanou při výrobě nástroje na neaktivních hranách nástroje, které jsou využity k uchopení, nebo usazení do násady,
- **technologická stopa** (sledy abrabotki, traces de faconnage, traces of manufacture) vzniká při výrobě, nebo technologickém opracování nástroje (např. abraze patky při těžbě jádra).



Obr. T.7: Schéma tvaru úštěpu v závislosti na způsobu jeho oddělení (počáteční stadium - initiation, postup - propagation, zakončení - termination, Cotterell-Kamminga 1990, Fig. 6.8)

striace (riski, stries/rayures, striations/scratches) lineární stopy lineární rýhy, škrábance nebo žlábký na povrchu nástroje, jsou výsledkem lineárního poškození povrchu nástroje, vznikají za působení tlaku při kontaktu nástroje s jiným materiálem. S. A. Semjonov (1957) vysvětloval vznik striací působením cizorodých částecek při opracování jiného materiálu (např. zrnka písku). Sleduje se jejich délka, šířka, hloubka, orientace, rozmístění, četnost apod.; nabývají různých forem a tvarů: **furrow** - brázda má hrubé nepravidelné okraje, **groove** - rýha obvykle v ploše lesku s dobře ohraničenými hranami, **sleek** - jasný pruh, který má hladké, pravidelné okraje apod.

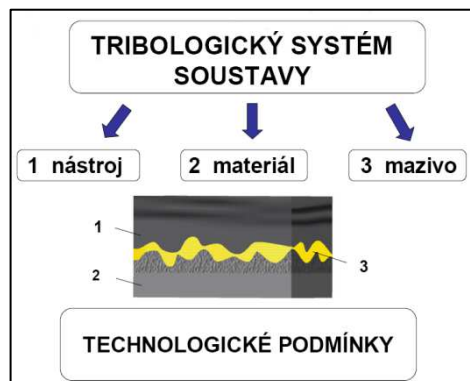
suport (zagatovka, support, blank) polovar nástroje typicky čepel nebo úštěp, z něhož je nástroj vyroben, na suportu se z hlediska funkční analýzy rozeznává několik morfologických znaků: na bazální (proximální) části je sledován počátek (nukleace) oddělení od hmoty jádra (kuželovitý, nachýlený-bending, klínový-wedging), způsob oddělení (úderem, tlakem) a na terminální (distální) části je třeba sledovat formu ukončení suportu (viz termination, finial; obr.T.7).

traseologie (trasologija, tracéologie, use-wear analysis) odvětví nauky o stopách (Krásná 2008).

tribologie nauka zabývající se výzkumem smykového tření a opotřebování povrchu látek, tribotechnika - obor zabývající se výzkumem a měřením smykového tření a opotřebování povrchu látek.

tribochemie odvětví fyzikální chemie zabývající se chemickými procesy v pevných látkách způsobenými vlivem mechanické energie.

tribologický systém (obr. T.8) zahrnuje základní prvky, které mají vliv na vznik opotřebení (stop), se skládá z povrchů dvou součástí, které jsou navzájem v pohyblivém kontaktu, a z jejich okolí. Způsob, průběh a míra opotřebení jsou určovány materiálem a vlastnostmi komponent, ale také dalšími materiály mezi povrchy v interakci, vlivy prostředí, podmínkami používání apod. Na mechanismus vzniku pracovních stop z hlediska tribologie působí celá řada faktorů, zejména jsou to abrazivní a adhezní opotřebení, únava povrchů (pitting) a tribooxidace.⁵⁶ V praxi působí více těchto mechanismů současně, nebo se objevují



postupně během procesu opotřebení. Při selhání způsobeném opotřebením (poškození pracovního ostří) však jeden z nich většinou hraje dominantní roli.

úhel pracovní hrany (ugol rabočego krada, angle de taillant, edge-angle) svíraný dorsální a ventrální stranou nástroje (viz obr. T.6, a).

⁵⁶ dle <http://www.oerlikonbalzerscoating.com/bcz/cze/02-application-tribology/indexW3DnavidW263.php>, 15.5.2009

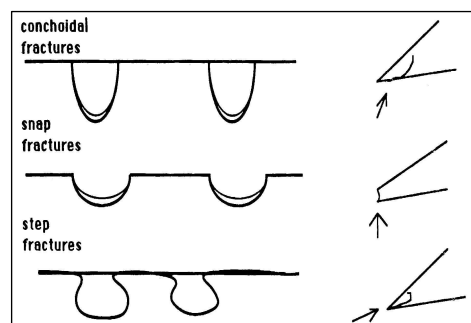
únavá povrchu vzniká v důsledku cyklického mechanického namáhání se v zatěžovaných površích, kdy se vytváří a šíří trhliny, které tyto povrchy ničí. Následkem jsou příčné a hřebenové trhliny, prohlubně (pitting) a šedé skvrny (micropitting) vznikající především při nestacionárním namáhání a lomy.

úštěp úlomek kamenného materiálu, který byl oddělen z jádra nebo suroviny odštípnutím, zvláštní formou protáhlého úštěpu je čepel, kdy délka minimálně dvakrát přesahuje šířku (a má paralelní boční hrany) v.t. suport.

užitková retuš (utilization retouch, Ahler 1979; spontaneous retouch, microflaking, Brink 1978, 46) označuje modifikace (poškození) hrany nástroje, zejména výštěpy, vzniklé samovolně v přímé souvislosti nebo v průběhu jeho použití (pracovní činnosti), cf retuš.

ventrální strana/povrch (ventralnaja starona-brjuško skola, ventral surface, avers-face, inférieure-face, ventral) artefaktu je tvořena jednou hlavní štěpnou plochou, která byla oddělena od jádra (nebo suroviny).

výštěp (vykrošenost, ébrechure, edge damage, edge fracture (-ing),

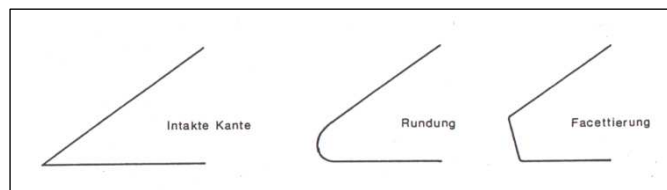


Obr. T.9: Základní typy výštěpů: Lasturnatý, zalomený, stupňovitý (Grace 1988 Figure 21)

edge flaking, chipping, Rosenfeld 1970) negativy po oddělení odštěpků materiálu z hrany nástroje za určitého tlaku zejména při jeho použití, mohou být patrné i

makroskopicky, nebo pouze mikroskopicky. Mohou však vznikat i důsledkem postdepozičních procesů, případně jiných vlivů. Pro klasifikaci je klíčový zejména jejich tvar, četnost, orientace, rozložení na hraně a velikost (viz obr. T.9, T.7). Základní tvary jsou lasturnatý (flake, conchoidal), stupňovitý (step, scalar), zalomený (snap; viz Grace 1988, 101 a n.; Korobkova 1999).

zaoblení ostří hrany (spinka skola, émoussé, edge-rounding) je důsledek působení jemné abraze nebo otěru na povrch hranové partie nástroje, kdy dochází k oddělování drobných mikročástec nebo zrněk nebo odrcení části materiálu-„powdering“ při pracovní činnosti za současného působení adheze povrchů, která způsobuje jejich plastickou deformaci (obr. T.10, n. Rundung). Podstatou tohoto typu stopy je úbytek minimálního množství materiálu, které po sobě nezanechává negativy (cf výstěpy), ale naopak zarovnáává povrch, zaoblení je patrné na profilu hrany. Obvykle se rozlišuje relativně mírné a značné zaoblení hrany (light, heavy, Brink 1978, 47).



Obr. T.10: Schéma změn profilu ostří při použití: nepoužité ostří, zaoblení, obroušení (Nowatzky 1988, Abb. 41)

způsob použití nástroje je úzce spjat s pracovní činností (v.t.), ke které byl použit, definuje zejména pozici nástroje při pracovní činnosti, a to jak vzhledem k původci pracovní činnosti, tak k opracovávanému materiálu, je dán jak způsobem uchycení do násady, tak i případně použitím bez násady apod. (viz obr. T.11).

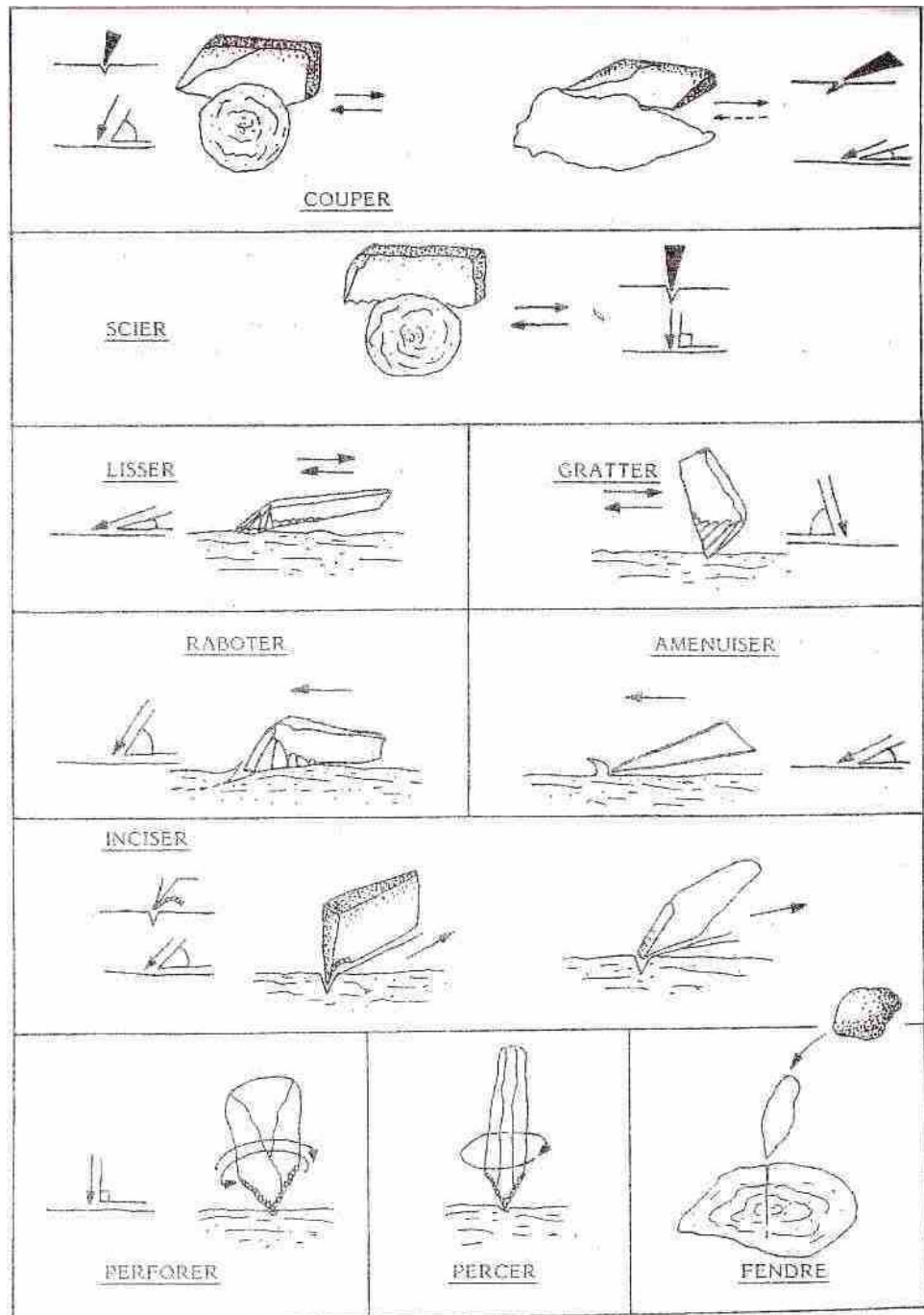


Fig.30.- Modes d'utilisation des pièces expérimentales.

109

Obr. T.11: Způsoby použití nástrojů k různým pracovním činnostem: řezání, krájení, vyhlazování, škrábání, strouhání, rytí, děrování, vrtání, prorážení (Mansur-Francomme 1984, Fig. 30)

Seznam použitých pramenů a literatury

- Abbott, C. C. 1881: Primitive Industry: Illustrations of the Handwork in Stone, Bone, and Clay, of the Native Races of the Northern Atlantic Seaboard of America., George A. Bates, Salem, Massachusetts.
- Ahler, S. A. 1979: Functional analysis of Nonobsidian Chipped Stone Artifacts: Terms, Variables, and Quantification. In: Hayden ed. 1979, 301-328.
- Anderson, P. C. 1980: A Testimony of Prehistoric Tasks: Diagnostic Residues on Stone Tool Working Edges. World Archaeology 12:2, 181-194.
- Anderson-Gerfaud, P. 1981: Contribution Méthodologique a l'analyse des microtraces d'utilisation sur les outils préhistoriques. These de 3e cycle. Bordeaux.
- Anderson-Gerfaud, P. 1986: A few comments concerning residue analysis of stone plant-processing tools. Early Man News 9/10/11, 69-81.
- Anderson-Gerfaud, P. - Moss, E. - Plisson, H. 1987: A quoi ont-ils servi? L'apport de l'analyse fonctionelle. Bulletin de la Société Préhistorique Francaise 84:8, 226-337.
- Anderson, P. – Beyries, S. - Otte, M. – Plisson, H. 1993 eds.: Traces et fonction: les gestes retrouvés. Actes du colloque international de Liège 8-9-10 décembre 1990, Volume 1, 2, Centre de Recherches Archéologiques du CNRS,

Études et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège n° 50.

- Baesamann, R. 1986: Natural Alternations on Stone Artefact Materials. *Early Man News* 1984/85/86:9/10/11, 97-102.
- Bamforth, D. B. 1988: Investigating Microwear Polishes with Blind Tests: The Institute Results in Context. *Journal of Archaeological Science* 15, 11-23.
- Bamforth, D. B.-Burns, G. R.-Woodman, C. 1990: Ambiguous Use Traces and Blind Tests Results: New Data. *Journal of Archaeological Science* 17, 413-430.
- Barton, C. M. - Olszewski, D. I. - Coinman, N. R. 1996: Beyond the Graver: Reconsidering Burin Function, *Journal of Field Archaeology* 23:1, 111-125.
- Bauche, R. 1986: Die Anwendung von Rauheitsmessungen bei der Untersuchung von Neolithischen Mahl- und Schleifsteinen, *Early Man News* 9/10/11, 51-67.
- Belitz, L. 1973: Step-by-step brain tanning the Sioux way. Hot Springs.
- Bell, R. 1980: Oklahoma Indian Artifacts Contributions from the Stovall Museum, University of Oklahoma.
- Beyries, S. 1982 : Comparaison de traces d'utilisation sur différentes roches siliceuses, In: Cahen, D. ed. 1982, 235-240.
- Beyries, S. 1987 : Variabilité de l'industrie lithique au Mousterien. Approche fonctionnelle sur quelques gisements françaises, BAR IS 328, Oxford.

- Beyries, S. ed. 1988a: Industries Lithiques. Tracéologie et Technologie, Tome 1 : Aspects archéologiques. BAR IS 411 (i), Oxford.
- Beyries, S. ed. 1988b: Industries Lithiques. Tracéologie et Technologie, Tome 2: Aspects méthodologiques. BAR IS 411 (ii), Oxford.
- Beyries S. 1999: Ethnoarchaeology: A Method of Experimentation, In: Owen L. R. – Porr, M. éd. 1999, 117-130.
- Beyries, S. – Vasilev, A. – David, F. - D'Iachenko, V. – Karlin, C. – Chesnekov, Y. 1999: Ui I, a Paleolithic site in Siberia: an ethnoarchaeological approach. In: Beyries - Pétrequin 2001, 9-21.
- Beyries, S. – Vasilev, A. – David, F. – Carlen, K. - D'Iachenko, V. – Chesnekov, Y. 2002: Tentative Reconstruction of Prehistoric Skin Processing (based on the materials of the Upper Paleolithic site Ui I on the Enisei River and ethnoarchaeological data), *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Euroasia*, 2/10, 79-86.
- Beyries, S. - Pétrequin, P. ed. 2001: Ethno-Archaeology and its Transfers. Papers from a session held at the European Association of Archaeologists. Fifth Annual Meeting in Bournemouth 1999. BAR IS 983, Oxford.
- Binneman, J. - Deacon, J. 1986: Experimental Determination of Use Wear on Stone Adzes from Boomplaats Cave, South Africa. *Journal of Archaeological Science* 13, 219-228.
- Blažej, A. - Galatík, A. - Galatík, J. – Mládek, M. 1984: Technologie kůže a kožešin. Praha.

- Bonnichsen, R. 1977: Models for Deriving Cultural Information from Stone Tools. Archaeological Survey of Canada 60, Ottawa.
- Brézillon, M. N. 1968: La denomination des objets de pierre taillé. Matériaux pour un vocabulaire des préhistoriens de langue française, IV^e supplément à Gallia préhistoire, CNRS Paris.
- Brink, J. 1978: An experimental study of microwear formation on endscrapers. Thesis University of Alberta, Edmonton M.A.
- Brink, J. 1978a: Notes on the Occurrence of Spontaneous Retouch. Lithic Technology 7:2, 31-33.
- Briuer, F. L. 1976: New Clues to Stone Tool Function: Plant and Animal Residues. American Antiquity 41:4, 478-484.
- Broadbent, N. D. - Knutsson, K. 1975: An Experimental Analysis of Quartz Scrapers. Results and Applications. Fornvännen 70, 113-128.
- Broadbent, N. - Knutsson, K. 1980: Några reflektioner kring experimentell arkeologi och dess tillämpning i Norden, Tidskrift för nordisk fornunskap XVIII/1978-1979, 5-14.
- Broderick, M. 1979: Ascending Paper Chromatographic Technique in Archaeology. In: Hayden ed. 1979, 375-383.
- Brose, D. S. 1975: Functional Analysis of Stone Tools: A Cautionary Note on the Role of Animal Fats, American Antiquity 40:1, 86-94.
- Brühl, E. – Svoboda, J. A. 2003: Zu dem Elfenbeinspitzen vom mittelfjungpaläolithischen Mammuthjägersiedlungsplatz

Pavlov I in Südmähren. In: Müller-Beck, H. éd.: Erkenntnisjäger. Kultur und Umwelt des frühen Menschen, Veröffentlichungen des Landesamtes für Archäologie. Kultur und Umwelt des frühen Menschen, Band 57, Festschrift Dietrich Mania, Halle (Saale), 91-101.

Cahen, D. ed. 1982: Tailler! Pour quoi faire: Préhistoire et technologie lithique II. Recent progress in microwear studies. *Studia praehistorica Belgica* 2. Tervuren.

Cahen, D. - Keeley, L. H. - Van Noten, F. L. 1979: Stone Tools, Toolkits, and Human Behavior in Prehistory, *Current Anthropology* 20/4, 661-683.

Cahen, D. - Keeley, L. H. 1980: Not less than two, not more than three, *World Archaeology*, 12/2, 166-180.

Cahen, D. - Moeyersons, J. 1977: Subsurface movements of stone artefacts and their implications for the prehistory of Central Africa, *Nature* 266:28 April, 812-815.

Callahan, E. - Forsberg, L. - Knutsson, K. - Lindgren, C. 1992: Frakturbilder. Kulturhistoriska kommentarer till det säregna sänderfallet vid bearbetning av kvarts. [Fracture patterns. The cultural significance of the peculiar disintegration of quartz during processing.] *TOR – Tidskrift för arkeologi* 24, Uppsala.

Cattaneo, C. - Gelsthorpe, K. - Phillips, P. - Sokol, R. J. 1993: Blood Residues on Stone Tools: Indoor and Outdoor Experiments, *World Archaeology* 25/1, 29-43.

- Cauvin, M. C. ed. 1983: Traces d'utilisation sur les outils néolithiques du Proche Orient. Lyon, CNRS.
- Clark, G. 1957: Archaeology and society. London
- Clark, J. D. – Kurashima, H. 1981: A Study of the Work of a Modern Tanner in Ethiopia and Its Relevance for Archaeological Interpretation. In: Gould - Schiffer 1981, 303-321.
- Clemente, I. - Gibaja, J. F. 1998: Working Processes on Cereals: An Approach Through Microwear Analysis, Journal of Archaeological Science 25, 457-464.
- Clemente, I. – Risch, R. – Gibaja, J. F. eds. 2002: Análisis Funcional. Su aplicación al estudio de sociedades prehistóricas. BAR IS 1073, Oxford.
- Clouse, R. 1979: Residues and SEM. In: Hayden, B. eds 1979, 372-373.
- Coles, J. 1979: Experimental Archaeology. Academic Press London, New York, Toronto, Sydney, San Francisco.
- Cook, J. - Dumont, J. 1987: The development and application of microwear analysis since 1964. In: Sieveking-Newcomer 1987, 53-61.
- Cotterell, B. - Kamminga, J. 1979: The Mechanics of Flakes. In: Hayden ed. 1979, 97-112.
- Cotterell, B. - Kamminga, J. 1987: The Formation of Flakes, American Antiquity 52:4, 675-708.

- Cotterell, B. - Kamminga, J. 1990: Mechanics of pre-industrial technology. An introduction to the mechanics of ancient and traditional material culture. Cambridge.
- Crabtree, D. E. 1972: An Introduction to Flintworking. Occasional Papers of the Idaho State University Museum 28. Pocatello, Idaho.
- Crabtree, D. E. 1977: The obtuse angle as a functional edge. Experimental Archaeology. New York.
- Curwen, E. C. 1930: Prehistoric Flint Sickles. Antiquity 4, 179-186.
- Curwen, E. C. 1935: Agriculture and the Flint Sickles in Palestine. Antiquity 9, 62-66.
- Čurný, M. – Jelínek, P. – Kopčecová, M. – Kožuchová, M. – Pažinová, N. – Vajdíková, K. 2002: Experimentálne overenie spracovania koží v praveku. Univerzita Konštantína Filozofa, Nitra, rkp.
- Čurný, M. - Jelínek, P. – Kopčecová, M. – Kožuchová, M. – Pažinová, N. – Vajdíková, K. 2003: Experimentálne overenie spracovania koží v praveku, Rekonstrukce a experiment v archeologii 4, 105-109.
- d'Errico, F. - Giacobini, G. - Hather, J. - Powers-Jones, A. H. - Radmili, A. M. 1995: Possible bone treshing tools from the Neolithic levels of the Grotta dei Piccioni (Abruzzo, Italy). Journal of Archaeological Science 22, 537-549.
- Dahlquist, B. - Knutsson, K. 1987: Texture Analysis of Use-wear on Stone Tools. Research reports, Uppsala University Department of Statistics 87:3, 1-19, Uppsala.

- Davenport, D. R. 2003: A Functional Analysis of Southeast Asian - Pacific Island Flaked Stone Tools. Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements of the degree of Archaeology Honours, in the School of Archaeology and Anthropology, Faculty of Arts, Australian National University.
- David, F. - D'achenko, V. - Karlin, C. - Tchesnekov V. 1998: „Du traitement des peaux en Sibérie: Dolgans et autres nomades du Nord“, *Boréales*, 74-77 a 111-137.
- Davis, Z. J. - Shea, J. J. 1998: Quantifying Lithic Curation: An Experimental Test of Dibble and Pelcin's Original Flake-Tool Mass Predictor, *Journal of Archaeological Science* 25, 603-610.
- Del Bene, T. A. 1979: Once upon a Striation: Current Models of Striation and Polish Formation. In: Hayden ed. 1979, 167-177.
- Del Bene, T. A. 1980: Microscopic damage traces and manufacture process: The Denali Complex Example. *Lithic Technology* 9:2, 34-35.
- Derndarsky, M. 2001: Möglichkeiten und Grenzen der Gebrauchsspurenanalyse von Silexartefakten. Dissertation der Universität Wien. rkp.
- Derndarsky, M. - Ocklind, G. 2001: Some Preliminary Observations on Subsurface Damage on Experimental and Archaeological Quartz Tools using CLSM and Dye, *Journal of Archaeological Science* 28, 1149-1158.

- Deunert, B. 1995: A Fundamental Basalt Flake Analysis, Based on experimentally-produced and used flakes as well as the prehistoric Waikalua material. BAR IS 614, Oxford.
- Diamond, G. 1979: The Nature of So-Called Polished Surfaces on Stone Artifacts. In: Hayden ed. 1979, 159-166.
- Donahue, R. E. 1988: Microwear Analysis and Site Function of Paglici Cave, Level 4A, World Archaeology 19:3, 357-375.
- Driskell, B. N. 1986: The Chipped Stone Tool Production / Use Cycle, Its Potential in Activity Analysis of Disturbed Sites. BAR IS 305, Oxford.
- Dubreuil, L. 2002: Etude fonctionnelle des outils de broyage natoufiens: nouvelles perspectives sur l'émergence de l'agriculture au Proche-Orient. PhD These, Université Bordeaux I, N 2546.
- Dubreuil, L. 2004: Long-term trends in Natoufian subsistence : a use-wear analysis of ground stone tools, Journal of Archaeological Science 31, 1613-1629.
- Dumont, J. 1982: The quantification of microwear traces: a new use for interferometry. World Archaeology 14:2, 206-217.
- Dumont, J. V. 1983: An Interim Report of the Carr Microwear Study, Oxford Journal of Archaeology 2:2, 127-145.
- Dvořák, J. - Pelíšek, J. - Musil, K. - Valoch, K. 1957: Komplexní výzkum Žitného jeskyně v Moravském krasu, Práce brněnské základny ČSAV 29/12, 541-600.
- Eckertová, L. - Frank, L. ed. 1996: Metody analýzy povrchů. Elektronová mikroskopie a difrakce. Praha.

- Edholm, S. – Wilder, T. 2001: Buckskin. The ancient art of braintanning. Boonville, California.
- Engelen, F. ed. 1982: Third International Symposium on Flint (Staringia), Nederlandse Geologische Vereniging 3, Maastricht.
- Evans, A. A. - Donahue, R. E. 2005: The elementary chemistry of lithic microwear: an experiment, *Journal of Archaeological Science* 31, 1161–1173.
- Evans, J. 1872: The ancient stone implements, weapons and ornaments of Great Britain. London.
- Faulkner, A. 1973: Mechanics of Erauillure Formation, *Newsletter of Lithic Technology* 2:3, 4-12.
- Fedje, D. 1979: Scanning Electron Microscopy Analysis of Use-Striae
In: Hayden ed. 1979, 179-187.
- Fiedel, S. J. 1996: Blood from Stones? Some Methodological and Interpretative Problems in Blood Residue Analysis, *Journal of Archaeological Science* 23, 139-147.
- Filippov, A. K. 1977: *Trasologičeskij analiz kamennogo i kostjanogo inventara iz verchněpaleolitičeskoj stojanki Muralovka*. Leningrad.
- Filippov, A. K. 1983: Problemy tehnologičeskogo formoobrazovanja orudij truda v paleolite. In: *Tehnologija proizvodstva v epochu paleolita*. Leningrad.
- Frison, G. C. 1968: A Functional Analysis of Certain Chipped Stone Tools, *American Antiquity* 33:2, 149-155.

- Frison, G. C. 1979: Observations on the Use of Stone Tools: Dulling of Working Edges of Some Chipped Stone Tools in Bison Butchering, In: Hayden ed. 1979, 259-268.
- Fujimoto, T. 1983: Chapter 16, Microwear Analysis of Microliths from the Upper and Epi-Paleolithic Assemblages from Palmyra Basin. In: Hanihara-Akazawa 1983.
- Fullagar, R. L. K. 1991: The Role of Silica in Polish Formation, *Journal of Archaeological Science* 18, 1-24.
- Fullagar, R. ed. 1998: A Closer Look, Recent Australian Studies of Stone Tools. Sydney University Archaeological Methods Series 6, Sydney.
- Gallagher, J. P. 1974: The Preparation of Hides with Stone Tools in South Central Ethiopia, *Journal of Ethiopian Studies* XII:177-182.
- Gallagher, J. P. 1977: Contemporary stone tools in Southern Etiopia, *Journal of Field Archaeology* 4, 407-414.
- Gassin, B. 1996: Évolution socio-économique dans le Chasséen de la grotte de l'Eglise supérieure (Var). Apport de l'analyse fonctionnelle des industries lithiques. Monographie du CRA 17, CNRS, Paris.
- Gendel, P. A. – Pirnay, L. 1982: Microwear analysis of experimental stone tools: further test results, In: Cahen, D. eds. 1982, 251-265.
- Geneste, J. M. 1985: Analyse lithique d'industrie Moustérienne du Périgord: Une approche technologique du Comportement des groupes humaines au Paléolithique moyen. Thèse docteur, Université Bordeaux I.

- Gero, J. 1978: Summary of Experiments to Duplicate Post-Excavational Damage to Tool Edges, *Lithic Technology* 7:2, 34.
- Glossary of the terms and definitions in the field of Friction, Wear and Lubrication – Tribology. Research group on wear of engineering materials, 1969.
- González Urquijo, J. E. - Ibáñez Estévez, J. J. 1994: Metodología de análisis funcional de instrumento tallados en sílex. Cuadernos de Arqueología n. 14, Universidad de Deusto, Bilbao.
- González Urquijo, J. E. - Ibáñez Estévez, J. J. 1996: From Tool Use to Site Function. Use-wear analysis in some Final Upper Palaeolithic sites in Basque country. BAR IS 658, Oxford.
- González Urquijo, J. E. - Ibáñez Estévez, J. J. 2003: The Quantification of Use-Wear Polish Image Analysis. First Results, *Journal of Archaeological Science* 30, 481-489.
- Gould, R. A. 1971: The archaeologist as an ethnographer: a case study from the Western Desert of Australia, *World Archaeology* 3, 143-172.
- Gould, R. A. 1973: Use-Wear on Western Desert Aborigine stone tools: a reply to Messrs. Hayden and Kamminga, *Newsletter of Lithic Technology* 2:1-2, 9-13.
- Gould, R. A. - Koster, D. A. - Sontz, A. H. 1971: The Lithic Assemblage of the Western Desert Aborigines of Australia, *American Antiquity* 36:2, 149-169.

- Gould, R. A. - Schiffer, M. B. 1981: *Modern Material Culture. The Archaeology of Us.* New York-London.
- Grace, R. 1988: *Teach yourself microwear analysis: A guide to the interpretation to the function of the stone tools.* Santiago de Compostela.
- Grace, R. 1989: *Interpreting the Function of Stone Tools: The quantification and computerisation of microwear analysis,* BAR IS 474, Oxford.
- Grace, R. - Graham, I. D. G. - Newcomer, M. H. 1985: *The Quantification of Microwear Polishes,* *World Archaeology* 17:1, 112-120.
- Grace, R. - Ataman, K. - Fabregas, R. - Haggren, C. M. B. 1988: *A Multivariate approach to the functional studies of stone tools.* In: Beyries, S. ed. 1988b, 217-230.
- Gramley, R. M. 1980: *Raw Materials Sources and "Curated" Tool Assemblages,* *American Antiquity* 45:4, 823-833.
- Gräslund, B. - Knutsson, H. - Knutsson, K. - Taffinder, J. eds. 1990: *The Interpretative Possibilities of Microwear Studies, Proceedings of the International Conference on Lithic Use-wear Analysis, 15th-17th February 1989 in Uppsala, Sweden,* *Societas Archaeologica Upsaliensis* 14, Uppsala.
- Greiser, S. T. - Sheets, P. D. 1979: *Raw Materials as a Functional Variable in Use-Wear Studies,* In: Hayden ed. 1979, 289-296.
- Grimaldi, S. C. - Lemorini, C. 1993: *Retouche spécialisée et/ou chaîne de ravivage? Les „racloires“ moustérienne de la*

- Grotta Breuil (Monte Circeo, Italie), In: Anderson et. al. ed. 1993, vol I, 67-78.
- Gutiérrez Sáez, C. 1993: L'identification des activités à travers de la tracéologie. In: Anderson et al. 1993., vol 2, 477-487.
- Hanihara, K. - Akazawa, T 1983: Paleolithic site of Douara Cave and paleogeography of Palmyra Basin in Syria, The University Museum The University of Tokyo Bulletin No. 21, Part III: Animal Bones and Further Analysis of Archaeological Materials.
- Hardy, B. 1999: Preliminary results of residue and use-wear analyses of stone tools from two Mesolithic sites, Northern Bohemia, Czech Republic, Archeologické rozhledy 5/12, 274-279.
- Hardy, B. L. - Raff, R. A. - Raman, V. 1997: Recovery of Mammalian DNA from Middle Paleolithic Stone Tools, Journal of Archaeological Science 24, 601-611.
- Hardy, B. L. - Garufi, G. T. 1998: Identification of Woodworking on Stone Tools through Residue and Use-Wear Analyses: Experimental Results, Journal of Archaeological Science 25, 177-184.
- Hayden, B. 1977: Stone tool functions in the Western Desert. In: Wright, R. ed. 1977, 178-188.
- Hayden, B. 1979: Snap, Shatter, and Superfractures: Use-Wear of Stone Skin Scrapers, In: Hayden ed. 1979, 207-229.
- Hayden, B. ed. 1979: Lithic Use-Wear Analysis. New York - London.

- Hayden, B. - Kamminga, J. 1973: Gould, Koster and Sontz on 'microwear': a critical review, Newsletter of Lithic Technology 2:1-2, 3-8.
- Hayden, B. - Kamminga, J. 1979: An Introduction to Use-Wear: The First CLUW. In: Hayden ed. 1979, 1-13.
- Hazzledine Warren, S. 1913: Problems of Flint Fracture, Man 13, 37-38.
- Hester, T. - Heizer, R. 1973: Bibliography of Archaeology I: Experiments, Lithic Technology and Petrography. Addison-Wesley Module in Anthropology no. 29.
- Hodder, I. 1982: The Present Past: An Introduction to Anthropology for Archaeologists. London.
- Hodges, H. 1977: Technology in the Ancient World. New York.
- Holley, G. - Del Bene, T. 1981: An Evaluation of Keeley's Microwear Approach. Journal of Archaeological Science 8, 337-352.
- Holm, J. 1986: Skaftning av sticklar. Experiment och bruksskadeanalys. C-Uppsats, Department of Archaeology Uppsala University.
- Hroníková, L. 2012: Traseologická analýza neolitické štípané industrie z lokalit Bylany, Miskovice, Mšeno a Tachlovice. In: Popelka, M. – Šmidtová, R. 2012 ed.: Praehistorica 30/1, Univerzita Karlova v Praze .
- Hurcombe, L. 1986: Residue Studies on obsidian tools, Owen-Unrath 1986: Early Man News 1984/85/86: 9/10/11, 83-90, Uppsala.

- Hurcombe, L. 1988: Some Criticism and Suggestions in Response to Newcommer et al. 1986, *Journal of Archaeological Science* 15, 1-10.
- Hurcombe, L. M. 1992a: Use Wear Analysis and Obsidian: Theory, Experiments and Results, *Sheffield Archaeological Monographs* 4. Sheffield.
- Hurcombe, L. 1992b: L'analyses des traces d'usure sur l'obsidienne, *L'Anthropologie* 96:1, 179-186.
- Hutař, P. - Náhlík, L.: Úvod do únavového poškození. Ústav konstruování, Vysoké učení technické v Brně (ime.fme.vutbr.cz/vyukaGS0-K05_MS6K.ppt).
- Hyland, D. C. - Tersak, J. M. - Adovasio, J. M. - Siegel, M. I. 1990: Identification of Species of Origin of Residual Blood on Lithic Material, *American Antiquity* 55:1, 104-112.
- Childe, G. V. 1956a: *Piecing together the Past*. London.
- Childe, G. V. 1956b: *A Short Introduction to Archaeology*. London.
- Christidou, R. – Legrand, A. 2005: Hide working and bone tools: experimentation design and applications, In: Luik, H.-Choyke, A. M.- Bartey, C. E. – Lougas, L. éd. 2005: *From Hooves to Horns, From Mollusc to Mammoth. Manufacture and use of bone artefacts from prehistoric times to the present*, *Proceedings of the 4th Meeting of the ICAZ Worked Bone Research Group, 26-31 August 2003 Tallinn, Muinasaja Teadus*, 15, 216-227.
- Ibáñez Estévez, J. J. - González Urquijo, J. E. 1996: *From Tool Use to Site Function*. BAR IS 658, Oxford.

- Ilkjaer, J. 1979: A New Method for Observation and Recording of Use-Wear, In: Hayden ed. 1979, 345-349.
- Jacobson, S. - Hogmark, S. 1990: Tribologi - en introduktion. Teknikum, Uppsala Universitet, Uppsala.
- Juel Jensen, H. 1982: Knivene under mikroskop. Søllerødbogen 1982.
- Juel Jensen, H. J. 1988: Functional Analysis of Prehistoric Flint Tools by High-Power Microscopy: A Review of West European Research, *Journal of World Prehistory* 2:1, 53-88.
- Juel Jensen, H. 1994: Flint Tools and Plant Working, Hidden Traces of Stone Age Technology, A use wear study of some Danish Mesolithic and TRB implements. Aarhus.
- Juel Jensen, J. J. - Schild, R. - Wendorf, F. - Close, A. E. 1991: Understanding the Late Palaeolithic tools with lustrous edges from the Lower Nile Valley, *Antiquity* 65, 122-128.
- Kamminga, J. 1977: A Functional study of an Australian tool type: The elouera. In: Wright, R. V. S. ed. 1977, 205-212.
- Kamminga, J. 1979: The Nature of Use-Polish and Abrasive Smoothing on Stone Tools, In: Hayden ed. 1979, 143-157.
- Kamminga, J. 1982: Over the Edge. Functional analysis of Australian stone tools. *Occasional Papers in Archaeology* 12, St. Lucia.

- Kantman, S. 1970a: Essai d'une méthode d'étude des "denticulés" moustériens par discrimination des variables micro-fonctionnelle. *Quarternaria* 13, 281-294.
- Kantman, S. 1970b: "Raclettes moustériennes": Une étude sur la distinction expérimentale de retouche intentionnelle et les modifications du tranchant au utilisation, *Quarternaria* 13, 295-304.
- Kardulias, P. N. - Yerkes, R. W. 1996: Microwear and Metric Analysis of Treshing Sledge Flints from Greece and Cyprus, *Journal of Archaeological Science* 23, 657-666.
- Kazdová, E. ed. 1984: Těšetice – Kyjovice I. Starší stupeň kultury s moravskou malovanou keramikou. Brno.
- Keeley, L. H. 1974a: Technique and methodology in microwear studies: A critical review. *World Archaeology* 5:3, 323-336.
- Keeley, L. H. 1974b: The Methodology of Microwear Analysis: A Comment on Nance. *American Antiquity* 39:1, 126-128.
- Keeley, L. H. 1978: III. Preliminary Microwear Analysis of the Meer Assemblage, In: Van Noten, F.: *Les Chasseurs de Meer. Dissertationes Archaeologicae Gandenses*, vol. XVIII, Brugge. 73-86.
- Keeley, L. H. 1980: Experimental Determination of Stone Tool Uses. A Microwear Analysis. *Prehistoric Archaeology and Ecology Series* 212, Chicago.

- Keeley, L. H. 1982: Hafting and Retooling: Effects on the Archaeological Record, *American Antiquity* 47:4, 798-809.
- Keeley, L. H. - Newcomer, M. H. 1977: Microwear Analysis of Experimental Flint Tools: a Test Case, *Journal of Archaeological Science*, 29-62.
- Keller, C. M. 1966: The Development of Edge Damage Patterns on Stone Tools, *Man, New Series* 1:4, 501-511.
- Kimura, B. - Brandt, S. A. - Hardy, B. L. - Hauswirth, W. W. 2001: Analysis of DNA from Ethnoarchaeological Stone Scrapers, *Journal of Archaeological Science* 28, 45-53.
- Knudson, R. 1979: Inference and Imposition in Lithic Analysis, In: Hayden ed. 1979, 269-281.
- Knutsson, H. 1982: Skivyxor. En experimentell analys av en redkapstyp från den senatlantiska bosättningen vid Soldattorpet. M.A. thesis, Institute of North European Archaeology. Uppsala.
- Knutsson, H. 1985: Functional analysis of flint tools from Karlsfält, Southern Scania. In: Larsson, L 1985: Karlsfält. A Settlement from the Early and Late Funnel Beaker Culture in Sweden. *Acta Archaeologica* 54/1983, 69-71.
- Knutsson, H. 1995: Slutvandrat? Aspekter på övergången från rörlig till bofast tillvaro. *Societas Archaeologica Upsaliensis* 20, Uppsala.

- Knutsson, H. – Taffinder, J. 1986: Microwear traces on Porphyry and Hälleflint. Preliminary results of Experiments, *Early Man News* 9/10/11, 29-34.
- Knutsson, K. 1976: Skrapor och skrapning. En experimentell och etnografisk studie. BA dissertation, Department of Archaeology, Uppsala University.
- Knutsson, K. 1978: Skrapor och skrapning. Ett exempel på artefakt- och boplatzanalys, *Tor* 17, 1975-77, Uppsala
- Knutsson, K. 1983: Yttopografiska studier av förhistoriska stenredskap. I: Plastavtryck för analys och dokumentation av nötningsspår. TOR XIX, Uppsala.
- Knutsson, K. 1986: SEM analysis of Wear Features on Experimental Quartz Tools, *Early Man News* 9/10/11, 35-46.
- Knutsson, K. 1988a: Making and using stone tools. The analysis of the lithic assemblages from Middle Neolithic sites with flint in Västerbotten, Northern Sweden. *Societas Archaeologica Upsaliensis* 11, Uppsala.
- Knutsson, K. 1988b: Patterns of tools use. Scanning electron microscopy of experimental quartz tools. *Societas Archaeologica Upsaliensis* 10, Uppsala.
- Knutsson, K. 1989: Analyse tracéologique des outillages de quartz: Les enseignements du site néolithique Moyen - Tardif de Bjurselet, Suede Septentrionale, *L'Anthropologie* 93:3, 705-738.

- Knutsson, K. 1995: Funktionanalys av flintspån från stridsyxegravar i Vikletice, Tjeckiska republiken. In: Knutsson, H. 1995: Appendix 1, 221-224.
- Knutsson, K. - Dahlquist, B. - Knutsson, H. 1988: Patterns of Tool Use. The microwear analysis of the quartz and flint assemblage from the Bjurselet site, Västerbotten, Northern Sweden. In: Beyries, S. ed. 1988a, 253-294.
- Knutsson, K. - Hope, R. 1984: The Application of Acetate Peels in Lithic Usewear Analysis, *Archaeometry* 26:1, 49-61.
- Knutsson, K. - Knutsson, H. - Jennbert, C. 1983: Skivyxor eller Tvärpillar? Mikroskadeanalys per korespondens. *Fjölur* 2/2.
- Kopacz, J. - Šebela, L. 2004: Schylek środkowoeuropejskiej wytwórczości kamiennej w początkach epoki brązu. Przykład Moraw. Kraków.
- Korobkova, G. F.: 1969 The artefacts and economies of the Neolithic tribes of central Asia, Candidate dissertation in 1966, *Materialy i isledovanija o archeologii* 158, 1969
- Korobkova, G. F. 1987: Chozjajstvennyje komplexy rannych zemledělčesko-skotovodčeskich obščestv juga SSSR. Leningrad.
- Korobkova, G. F. 1994: Orudija načalo zemedelja na Bliznem Vostoke, *Archeologičeskije Vesti* 3.
- Korobkova, G. F. 1999a: S. A. Semenov Contribution to Creating and Development of the Use-Wear Analysis, In: Korobkova ed. 1999, 3-6.

- Korobkova, G. F. 1999b: The Blades with "mirror-like" polishing: Myth or reality? In: Kozłowski, S. K. ed.; 18-20.
- Korobkova, G. F. ed. 1999: The recent archaeological approaches to the use-wear analysis and technical process. The first studies in Honor of S. A. Semenov. Abstracts of the international conference dedicated to the 100th anniversary of Sergey Aristarhovitch Semenov. 30 January-5 February 2000. Saint-Petersburg.
- Korobkova, G. F. – Ščelinskij, V. E. 1996: Metodika mikro-makroanalýza drevnich orudij truda 1. Sankt-Petěrburg.
- Korobkova, G. F. 1999: Narzędzia w pradziejach. Podstawy badania funkcji metodą traseologiczną. Toruń.
- Kovárník, J. 1977: Terénní průzkum regionu horního toku Rokytné a Jevišovky (okr. Třebíč, Znojmo). Přehledy výzkumů Archeologického ústavu ČSAV Brno za rok 1975, 95-97.
- Kovárník, J. 1992: Kinds of rock suitable for chipping found in southwest Moravia. Scripta Fac. Sci. Nat. Univ. Masaryk. Brun. Geology 22, 17-28.
- Kovárník, J. 1993a: Das grosse urzeitliche Zentrum für Abbau und Verarbeitung der Rohstoffe der gespaltenen Industrie Jevišovice I. Bez. Znojmo. In.: Pavúk, J. ed.: Actes du XII Congrès International des Sciences Préhistoriques et Protohistoriques 2. Bratislava, 418-432.
- Kovárník, J. 1993b: Grossproductions - exploitationscentrum und prähistorische ateliers Jevišovice I (Bez. Znojmo). Přehledy výzkumů Archeologického ústavu ČSAV Brno za rok 1991, 9-15.

- Kozłowski, S. K. ed.: The Eastern Wing of Fertile Crescent: Late prehistory of Greater Mesopotamian lithic industries. BAR IS 670, Oxford.
- Králík, M. – Peška, J. – Kalábek, M. – Urbanová, P. – Mořkovský, T. – Jarošová, I. – Dreslerová, G. – Nováček, J. – Malá, P. – Krásná, S. 2006: Předběžná analýza kosterních pozůstatků a hrobové výbavy jedince kultury se šňůrovou keramikou z lokality Olomouce – Nemilan, ulice Lidická (Nemilany 4), Ročenka 2005, Archeologické centrum Olomouc, 108-145.
- Krásná, S. 2004: Use-wear analysis and its application on chipped stone artefacts from Moravia (Czech Republic). Magisterská diplomová práce. Masarykova Univerzita Brno.
- Krásná, S. 2008: Traseologie a další, In: Malina, J. 2008 a kol.: Antropologický slovník aneb co by mohl o člověku vědět každý člověk. Akademické nakladatelství CERM v Brně, Nakladatelství a vydavatelství NAUMA, Brno.
- Krásná, S. 2009: Analýza funkce štípaných kamenných artefaktů z lokality Moravský Krumlov IV (sezóna 2004), vrstva 2, In: Neruda P. - Nerudová Z. eds.: Moravský Krumlov IV. Anthropos N.S. MZM Brno.
- Kubelka, V. 1932: Příprava holiny ze surové kůže. Brno.
- Kubínek, R. 2003: Světelná mikroskopie. Přednášky. Univerzita Palackého Olomouc . <http://apfyz.upol.cz/optmikro.htm>

- Kucera, M. 2004: Das Experiment in der Archäologie, Experimentelle Archäologie. In: Europa Bilanz 2004 Heft 3, Isensee Verlag Oldenburg.
- Lawrence, R. A. 1979: Experimental Evidence for the Significance of Attributes Used in Edge-Damage Analysis, In: Hayden ed. 1979, 113-121.
- Ladd, B. 1999: The Complete Brain Tanner, Wildwoods Wisdom Productions, West Lafayette, Indiana.
- Lemorini, C. 2000: Reconnaître des tactiques d'exploitation du milieu au paléolithique Moyen. La contribution de l'analyse fonctionnelle. Étude fonctionnelle des industries lithiques de Grotta Breuil (Latium, Italie) et de La Combette (Bonnieux, Vaucluse, France). BAR IS 858, Oxford.
- Leroi-Gourhan, A. 1971: Evolution et techniques I - L'Homme et la matière, 2eme eds. Albin Michel, Paris.
- Levi-Sala, I. 1986a: Experimental Replication of Post-Depositional Surface Modifications on Flint, Early Man News 9/10/11,103-110.
- Levi Sala, I. 1986b: Use Wear and Post-depositional Surface Modification: A Word of Caution. Journal of Archaeological Science 13, 229-244.
- Levi-Sala, I. 1989: Que peuvent vraiment nous révéler les études microscopiques des artefacts lithiques, L'Anthropologie 93, 643-658.
- Levi Sala, I. 1996: A Study of Microscopic Polish on Flint Implements. BAR IS 629, Oxford.

- Levitt, J. 1979: A Review of Experimental Traceological Research in the USSR. In: Hayden ed. 1979, 27-38.
- Lohse, E. S. 1996: A computerized descriptive system for functional analysis of stone tools, *Tebiwa* 26/1, 3-66.
- Lohse, E. S. 1998: Manual for Archaeological Analysis: Field and Laboratory Procedures. Archaeological Survey Miscellaneous Paper 98-1 (revised). Idaho Museum of Natural History, Pocatello.
<http://imnh.isu.edu/stonetool/references/manpage.html>
- Lohse, E. S. - Sammons, D. 1997: A Computerized Data Base for Lithic Use-Wear Analysis, Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology.
- Lohse, E. S. - Sammons, D. 1998: Digital Stones: A Guide to Analysis of Stone Tools. CD-ROM. Laboratory of Digital Imaging, Idaho Museum of Natural History, Pocatello.
- Longo, L. – Dalla Riva, M. - Saracino, M. eds. 2005: “Prehistoric technology” 40 years later: functional studies and the Russian legacy, Verona 20-23 April 2005.
- Longo, L. – Skakun, N. eds. 2005: The roots of use-wear analysis: Selected papers of S. A. Semenov. Published on occasion of the Congress “Prehistoric technology” 40 years later: Functional studies and the Russian Legacy, Verona, 20-23 April 2005. *Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona* (2. serie), Sezione scienze dell’uomo N. 7. Verona.

- Loy, T. H. 1983: Prehistoric Blood Residues: Detection on Tool Surfaces and Identification of Species of Origin, *Science* 220:4603, 17 June, 1269-1271.
- Loy, T. H. 1993: The Artifact as Site: An Example of the biomolecular Analysis of Organic Residues on Prehistoric Tools, *World Archaeology* 25:1, 44-63.
- Loy, T. H. - Wood, A. R. 1989: Blood Residue Analysis at Cayonu Tepesi, Turkey, *Journal of Field Archaeology* 16:4, 451-460.
- Luedtke, B. E. 1992: *An Archaeologist's Guide to Chert and Flint*. Los Angeles.
- MacDonald, G. F. - Sanger, D. 1968: Some Aspects of Microscope Analysis and Photomicrography of Lithic Artifacts, *American Antiquity* 33:2, 237-240.
- Malina, J. 1980: *Metody experimentu v archeologii. Studie archeologického ústavu ČSAV v Brně*. Brno.
- Malina, J. 1981: *Archeologie včera a dnes aneb mají archeologové více šedé hmoty za nehty než za ušima? České Budějovice*.
- Malina, J. - Malinová, R. 1982: *Vzpomínky na minulost aneb Experimenty odhalují tajemství pravěku*. Brno, 1. vyd.
- Malina, J. - Malinová, R. 1991: *Dvacet nejvýznamnějších archeologických objevů dvacátého století*. Praha 1991.
- Malina, J. - Malinová, R. 1992: *Vzpomínky na minulost*. Masarykova Univerzita v Brně. Brno, 2. vyd.

- Mansur, M. E. 1982: Microwear analysis of natural and use striations: New clues to the mechanism of striation formation, In: Cahen eds. 1982, 213-233.
- Mansur-Franchomme, M. E. 1983: Scanning Electron Microscopy of Dry Hide Working Tools: The role of Abrasives and Humidity in Microwear Polish Formation, *Journal of Archaeological Science* 10, 223-230.
- Mansur-Franchomme, M. E. 1984: Traces d'utilisation et technologie lithique :Exemples de Patagonie. These de 3eme cycle. Université de Bordeaux I.
- Mansur-Franchomme, M. E. 1986: Microscopie du matériel lithique préhistorique: traces d'utilisation, altérations naturelles, accidentelles et technologiques. Exemples de Patagonie, *Cahiers du Quaternaire*, CNRS, Paris.
- Mateiciucová, I. 2001: Surovina kamenné štípané industrie v moravském neolitu. In.: Podborský, V. ed.: 50 let archeologických výzkumů Masarykovy univerzity na Znojemsku. Brno, 213-224.
- Mateiciucová, I. 2002: Počátky neolitu ve střední Evropě ve světle zkoumání štípané industrie raně zemědělských společností (LnK) na Moravě a v Dolním Rakousku: 5700 – 4900 př. n. l. disertační práce uložené na ÚAM FF MU, Brno, Masarykova Univerzita, rkp.
- Matjuchin, A. E. 1983: Orudija rannego paleolita. In: *Technologieja proizvodstva v epochu paleolita*, Leningrad.
- Matjuchin, A. E. 1996: *Paleolitičeskie masterskie Vostočnoj Evropy*. Sankt Petěrburg.

- Mazo Pérez, C. 1991: Glosario y cuerpo bibliográfico de los estudios funcionales en prehistoria. Monografías arqueológicas 34, Universidad de Zaragoza.
- McGuire, R. H. - Whittaker, J. - McCarthy, M. - McSwain, R. 1982: A Consideration of Observational Error in Lithic Use Wear Analysis, *Lithic Technology* 11:3, 59-63.
- McPherson, J. - McPherson, G. 2003: *Naked into Wilderness. Primitive wilderness living & survival skills.* Prairie Wolf, Randolph, 7.vyd.
- McPherson, J. - McPherson, G. 2007: *Naked into Wilderness 2. Primitive wilderness skills, applied & advanced.* Prairie Wolf, Randolph, 5.vyd.
- Medunová-Benešová, A. 1994: *Siedlung der Jevišovice-kultur in Brno – Starý Lískovec.* FAM XXII. Brno.
- Meeks, N. D. - Sieveking, G. de G.-Tite, M. S.-Cook, J. 1982: Gloss and Use-wear Traces on Flint Sickles and Similar Phenomena, *Journal of Archaeological Science* 9, 317-340.
- Mellars, P. 1970: Some comments on the notion of 'functional variability' in stone-tool assemblages, *World Archaeology* 2:1, 74-89.
- Molčík, M. - Šebela, L. 1985: Technika elektronově-mikroskopických pozorování pracovních stop na štípané industrii z Holešova, *Studie muzea Kroměřížska* 1985, 188-196.
- Mortillet, G. de 1883: *Le préhistorique: antiquité de l'homme*, Paris.

- Moss, E. H. 1982: A Role for Microwear Analysis in Archaeology, In: Engelen ed. 1982, 88-90.
- Moss, E. H. 1983a: The Functional Analysis of Flint Implements. BAR IS 177, Oxford.
- Moss, E. H. 1983b: Some Comments on Edge Damage as a Factor in Functional Analysis of Stone Artefacts, Journal of Archaeological Science 10, 231-242.
- Moss, E. H. 1986a: Aspects of Site Comparison: Debitage Samples, Technology and Function, World Archaeology 18:1, 116-133.
- Moss, E. H. 1986b: What microwear Analysts Look At, Early Man News 1984/85/86, 9/10/11, 91-96.
- Moss, E. H. 1987: A Review of "Investigating Microwear Polishes with Blind Tests", Journal of Archaeological Science 14, 473-481.
- Nebesářová, J. – Honzák, P. 2007: Proceeding of 8th Multinational Congress on Microscopy, June 17-21, 2007, Prague, Czech Republic.
- Nebesářová, J. – Vancová, M. – Nebesář, M. 2001: Elektronová mikroskopie pro biology.
<http://www.paru.cas.cz/lem/book>
- Neruda, P. 2001: Využití surovin v taubachienu z jeskyně Kůlny (vrstva 11). Acta musei Moraviae Scientae sociales LXXXVI, 3-25.

- Nerudová, Z. – Krásná, S. 2002: Remontáž bohunicienské industrie z lokality Brno-Bohunice (Kejbaly II), *Acta musei Moraviae Scientae sociales* 87, 35-56.
- Newcomer, M. 1976: Spontaneous retouch, In: Engelen, F. H. G. ed. 1976: *Second International Symposium on Flint. Staringia* 3, s. 62-64.
- Newcomer, M. - Grace, R. - Unger-Hamilton, R. 1986: Investigating Microwear Polishes with Blind Tests, *Journal of Archaeological Science* 13, 203-217.
- Newcomer, M. H. - Grace, R. - Unger-Hamilton, R. 1988: Microwear Methodology: A reply to Moss, Hurcombe and Bamforth, *Journal of Archaeological Science* 15, 25-33.
- Newcomer, M. H. - Keeley, L. H. 1979: Testing a Method of Microwear Analysis with Experimental Flint Tools, In: Hayden ed. 1979, 195-205.
- Newcomer, M. H. - Sieveking, G. de G. 1980: Experimental Flake Scatter-Patterns: A new Interpretative Technique, *Journal of Field Archaeology* 7:3, 345-352.
- Newman, M. E. - Yohe, R. M. - Kooyman, B. - Ceri, H. 1997: "Blood" from Stones? Probably: A Response to Fiedel, *Journal of Archaeological Science* 24, 1023-1027.
- Nilsson, S. 1838-1843: *Skandinaviska Nordens Urinvaanare*. Lund.
- Nissen, K. - Dittersmore, M. 1974: Ethnographic data and wear pattern analysis: A study of socketed Eskimo scrapers, *Tebiwa* 17, 67-88.

- Noone, H. V. V. 1934: Burins, un nouvel essai de leur classification, Congrès préhistorique de France 11^e session, Périeux (Paris 1935), 478-488.
- Nowatzky, G. 1988: Die Funktionsinterpretation von Steinartefakten. Stand und Perspektiven. BAR IS 429, Oxford.
- Odell, G. H. 1975: Micro-wear in perspective: A sympathetic response to Lawrence H. Keeley, *World Archaeology* 7:2, 226-240.
- Odell, G. H. 1977: The Application of Micro-Wear Analysis to the Lithic Component of an Entire Prehistoric Settlement: Methods, Problems and Functional Reconstructions. Doctoral Thesis Department of Anthropology, Harvard University, Cambridge, rkp.
- Odell, G. H. 1979: A New Improved System for the Retrieval of Functional Information from Microscopic Observations of Chipped Stone Tools, In: Hayden ed. 1979, 329-344.
- Odell, G. H. 1980: Butchering with Stone Tools: Some Experimental Results, *Lithic Technology* 9:2, 39-48.
- Odell, G. H. 1981: The Mechanics of Use-Breakage of Stone Tools: Some Testable Hypotheses, *Journal of Field Archaeology* 8, 197-209.
- Odell, G. H. 2000: Stone Tool Research at the End of the Millennium: Procurement and technology, *Journal of Archaeological Research* 8/4, 269-331.
- Odell, G. H. 2001: Stone Tool Research at the End of the Millennium: Classification, Function, and Behavior, *Journal of Archaeological Research* 9/1, 45-100.

- Odell, G. H. - Odell-Vereecken, F. 1980: Verifying the Reliability of Lithic Use-Wear Assessments by 'Blind Tests': The Lower-Power Approach, *Journal of Field Archaeology* 7:1, 87-120.
- Olausson, D. S. 1980: Starting from Scratch: The History of Edge-Wear Research from 1838 to 1978. *Lithic Technology* 9:2, 48-60.
- Olausson, D. S. - Larson, L. 1982: Testing for the Presence of Thermal Pretreatment of Flint in the Mesolithic and Neolithic of Sweden, *Journal of Archaeological Science* 9, 275-285.
- Oliva, M. 1987: Aurignacien na Moravě. Studie muzea Kroměřížska '87. Kroměříž.
- Oliva, M. 1990: Štípaná industrie kultury s moravskou malovanou keramikou v jihozápadní části Moravy, *Acta musei Moraviae Scientiae sociales* LXXV, 17-37.
- Oliva, M. 1994: Charakteristik der Spaltindustrie. In.: Medunová-Benešová, A. - Vitula, P.: Siedlung der Jevišovice-Kultur in Brno-Starý Lískovec. *FAM XXII*. Brno, 75-76.
- Oliva, M. 1996: Prehistoric exploitation and utilization of the Krumlovský les hornstone, In.: Svoboda, J. ed.: *Paleolithic in the Middle Danube region*. Brno, 49-66.
- Oliva, M. 1998a: K ekonomii surovin štípané industrie moravského gravettienu, *Sborník prací Filosofické fakulty brněnské university M 3*, 9-32.

- Oliva, M. 1998b: Praveká těžba silicitů ve střední Evropě, *Pravěk NŘ* 8, 3-83.
- Oliva, M. 2000: Exploatační oblast rohovce v Krumlovském lese v době popelnicových polí a význam pozdních štípaných industrií, *Pravěk NŘ* 10, 335-364.
- Oliva, M. 2001: Sídliště lidu s moravskou malovanou keramikou v okolí Krumlovského lesa a jejich štípané industrie, *Pravěk, Supplementum* 8, 197-231.
- Oliva, M. 2002a: Těžní jámy, rondely, hradiska ..., jak se to rýmuje?. In.: Neustupný, E. ed. 2002: *Archeologie nenalézaného*. Praha, 153-186.
- Oliva, M. 2002b: Využívání krajiny a zdrojů kamenných surovin v mladém paleolitu českých zemí, *Archeologické rozhledy* 54, 555-581.
- Oliva, M. - Neruda, P. - Přichystal, A. 1999: Paradoxy těžby a distribuce rohovce z Krumlovského lesa, *Památky archeologické XC*, 229-318.
- Oliva, M. - Rašková Zelinková, M. 2009: Industrie z tvrdých živočišných materiálů. In: *Sídliště mamutího lidu u Milovic pod Pálavou. Anthropos. Studies in Anthropology*. Brno, 258-262.
- Olsen, S. L. 1989: On Distinguishing Natural from Cultural Damage on Archaeological Antler, *Journal of Archaeological Science* 16, 125-135.

- Otte, M. ed. 1985: La Signification culturelle des industries lithiques, Actes du Colloque de Liege du 3 au 7 octobre 1984, Studia Praehistorica Belgica 4, BAR IS 239, Oxford.
- Owen L. R. – Porr, M. éd. 1999: Ethno – Analogy and the Reconstruction of Prehistoric Artefact Use and Production, Urgeschichtliche Materialhefte 14, Tübingen.
- Owen, L. R. - Unrath, G. 1989: Microtraces d'usure dues a la préhension, L'Anthropologie 93:3, 673-688.
- Panagopoulou, H. 1985: Form versus Function: lithic use-wear analysis and its application to class of Levantine Mousterian tools. Columbia University.
- Pant, R. K. 1989: Étude microscopique des traces d'utilisation sur les uotils de quartz de le Grotte de l'Arago, Tautavel, France, L'Anthropologie 93:3, 689-704.
- Papáček, M. - Matěnová, V. - Matěna, J. - Soldán, T. 1994: Zoologie. Praha.
- Pawlik, A. 1995: Die Mikroskopische Analyse von Steingeräten, Experimente - Auswertungsmethoden – Artefaktanalysen. Urgeschichtliche Materialhefte 10, Tübingen.
- Pawlik, A. 2009: Is the Functional approach helpful to overcome the typology dilemma of the lithic archaeology in Southeast Asia? Bulletin of the Indo-Pacific prehistory association 29, 6-14.
- Pelegrin, J. 1985: Réflexions sur le comportement technique, In: Otte, M. ed.1985.72-91.

- Pfeiffer, L. 1912: Die steinzeitliche Technik und ihre Beziehungen zur Gegenwart: Ein Beitrag zur Geschichte der Arbeit. Festschrift zur XLIII allgemeinen Versammlung der deutschen anthropologischen Gesellschaft Vol. 1, Jena.
- Phillips, P. 1988: Traceology (Microwear) Studies in the USSR, *World Archaeology* 19:3, 349-356.
- Piperno, D. R. - Holst, I. 1998: The Presence of Starch Grains on Prehistoric Stone Tools from the Humid Neotropics: Indications of Early Tuber Use and Agriculture of Panama, *Journal of Archaeological Science* 25, 765-776.
- Plisson, H. 1985: Etude fonctionnelle d'outillages lithiques préhistoriques par l'analyse des micro-usures : recherche méthodologique et archéologique. Thèse Université de Paris I Sorbonne.
- Plisson, H. 1986a: Alteration des micropolis d'usage: quelques expériences complémentaires, *Early Man News* 9/10/11, 111-116.
- Plisson, H. 1986b: Analyse des polis d'utilisation sur le quartzite, In Owen-Unrath 1986, *Early Man News* 1984/85/86 : 9/10/11, 47-50. Tübingen.
- Plisson, H. 1988: Technologie et traceologie des outils lithiques Mousteriens en Union Soviétique: Les travaux de V. E. Shchelinski, In: Binford, L.-Rigaud, J. P. ed. 1988: *L'Homme de Néandertal, La technique, Etudes et recherches archéologiques de l'Université de Liège (ERAUL)*, n. 31, vol. 4, 121-168.

- Plisson, H. - Mauger, M. 1988: Chemical and mechanical alteration of the microwear polishes: An Experimental Approach, *Helinium XXVIII/1*, 3-16.
- Plisson, H. - van Gijn, A. 1989: La traceologie: Mode d'emploi. *L'Anthropologie* 93:3, 631-642.
- Plisson, H. - Giria, E. Ī. - Tchistiakov, D. A. 1988: Quelques termes russes de technologie, tracéologie et typologie lithique, In: Beyries, S. eds. 1988b, 169-172.
- Pobiner, B. L. 1999: The Use of Stone Tools to Determinate Handeness in Hominids, *Current Anthropology* 40:1, 90-92.
- Podborský, V. a kol. 1999: Praveká sociokultovní architektura na Moravě. Primeval socio-ritual architecture in Moravia. Brno.
- Podborský, V. ed. 2001: 50 let archeologických výzkumů Masarykovy univerzity na Znojemsku. 50 Jahre Archäologischer Forschungen der Masaryk-Universität in Gebiet von Znaim. Brno.
- Pokines, J. T. 1998: Experimental Replication and Use of Cantabrian Lower Magdalenian Antler Projectile Points, *Journal of Archaeological Science* 25, 875-886.
- Popelka, M. 1999: K problematice štípané industrie v neolitu Čech, *Praehistorica XXIV*, 7-122.
- Price-Beggerly, P. 1976: Edge Damage on Experimentaly Used Scrapers of Hawaiian Basalt. *Newsletter of Lithic Technology* 5:3, 22-24.

- Prost, D. Ch. 1988: Essai d'étude sur les mécanismes d'enlèvement produits par les façons agricoles et le piétinement humain sur les silex expérimentaux. In: Beyries, S. ed. 1988b: Industries Lithiques. Tracéologie et Technologie, Tome 2: Aspects méthodologiques. BAR IS 411 (ii), Oxford, 49-63.
- Přichystal, A. 1979: Suroviny štípaných artefaktů na Moravě a metody jejich výzkumu. In: Aplikace geofyzikálních metod v archeologii a moderní metody terénního výzkumu a dokumentace. Geofyzika. Brno, 175-179.
- Přichystal, A. 1994a: Zdroje kamenných surovin. In.: Svoboda, J. ed.: Paleolit Moravy a Slezska. Dolnověstonické studie, sv. 1. Brno, 43-49.
- Přichystal, A. 1994b: Petrografický rozbor depotu štípané industrie. In: Svoboda, J.-Šmíd, M. 1994, 103-104.
- Přichystal, A. 1997a: Sources of Siliceous Raw Materials in the Czech Republic. In: Schild, R.-Sulgostowska, Z.: Man and Flint - Proceedings of the VIIth International Flint Symposium. Warszawa - Ostrowiec Świętokrzyski, September 1995, 351-355.
- Přichystal, A. 1997b: A petrographic study of chipped artifacts from the Late Aurignacian site of Alberndorf (Pulkautal, Niederösterreich). MS Ins. f. Ur- und Frühgeschichte der Universität Wien, 17.
- Přichystal, A. 1999: Zdroje kamenných surovin na území České republiky využívané na výrobu štípaných artefaktů v pravěku. Univerzitní noviny VI, 3. Brno, 25-32.

- Přichystal, A. 2002: Zdroje kamenných surovin, In: Svoboda et al. 2002: Paleolit Moravy a Slezska. Brno, 67-76.
- Přichystal, A. – Šebela, L. 1992: Lithic Raw Materials used by the People with Corded Ware in Moravia and the adjoining part of Upper Silesia. Scripta Fac. Sci. Nat. Univ. Masaryk. Brun. Geology 22, 29-39.
- Ptáček, L. a kol. 2001: Nauka o materiálu I. Akademické nakladatelství CERM.
- Purdy, B. A. - Clark, D. E. 1979: Weathering of Thermally Altered Prehistoric Stone Implements, Lithic Technology 8:2, 20-21.
- Rašková Zelinková, M. 2010a: Industrie z tvrdých živočišných materiálů z jeskyně Balcarka. In: Jeskyně Balcarka v Moravském krasu. Brno, 107-130.
- Rašková Zelinková, M 2010b: Reconstructing the “Chaîne Opératoire” of Skin Processing in Pavlovian Bone Artifacts from Dolní Vestonice I, Czech Republic. In: Legrand – Pineau – Sidéra - David – Scheinsohn eds.: Ancient and Modern Bone Artefacts from America to Russia. Cultural, technological and functional signature. Oxford: BAR, 191-200.
- Rašková Zelinková, M. 2011: Spatula-like tools: Hide processing in the Pavlovian, Dolnověstonické studie, sv. 18, 180-199.
- Rašková Zelinková, M. – Lázníčková-Galetová, M. 2007a: Industrie z tvrdých živočišných materiálů doby kamenné I, Zprávy České archeologické společnosti, Supplément 66.

- Rašková Zelinková, M. – Lázníčková-Galetová, M. 2007b: Industrie z tvrdých živočišných materiálů doby kamenné II, Zprávy České archeologické společnosti, Supplément 67.
- Rees, D. - Wilkinson, G. G. - Grace, R. - Orton, C. R. 1991: An Investigation of Fractal Properties of Flint Microwear Images, *Journal of Archaeological Science* 18, 629-640.
- Reid Moir, J. 1913: Problems of Flint Fracture, *Man* 13, 54-56.
- Reid Moir, J. 1914: The Striation of Flint Surface, *Man* 14, 177-181.
- Rellini, H. 1917: Essai de classification des couteaux et des armes en silex taille. *L'Anthropologie* 40, 233-258.
- Riggs, J. 1982: Blue mountain buckskin – a working manual. Dry-scape, brain-tan. Second edition 1982, Wallowa.
- Richards, M. 2004: Deerskins into buckskins. How to tan with brains, soap or eggs. Cave Junction, Oregon, 2. vyd.
- Richards, T. H. 1988: Microwear patterns on Experimental Basalt Tools, BAR IS 460, Oxford.
- Rodon Borrás, T. 1990: Chemical Process of Cleaning in Microwear Studies: Conditions and Limits of Attack. Application to Archaeological Sites. In: Grässlund-Knutsson-Knutsson-Taffinder 1990, 179-184.
- Rondeau, M. F. 1981: An Additional Failure Type during Biface Manufacture, *Lithic Technology* 9:1, 10-11.
- Rots, V. - Williamson, B. S. 2004: Microwear and residue analysis in perspective, *Journal of Archaeological Science* 31.

- Rottländer, R. 1975: The Formation of Patina on Flint, *Archaeometry* 17:1, 106-110.
- Rosenfeld, A. 1970: The examination of use marks on some Magdalenian endscrapers. *British Museum Quarterly* 35, 176-182.
- Rovner, I. 1983: Plant opal phytolith analysis: Major advances of archaeobotanical research, *Advances in Archaeological Method and Theory* 6, 225-266.
- Rozen, K. C. - Sullivan, A. P. 1989: The Nature of Lithic Reduction and Lithic Analysis: Stage Typologies Revisited, *American Antiquity* 54:1, 179-184.
- Růžička, M. - Hanke, M. - Rost, M. 1987: *Dynamická pevnost a životnost*. Skriptum ČVUT Praha.
- Sabo, D. R. 1982: The Behavioral Approach to Lithics and the Use of Ethnographic Analogy: A Comment on Odell, *American Antiquity* 47:1, 187-191.
- Sala, R. - Giralt, S. 1996: A Rheological Approach to the Process of Use-Wear in Lithic Tools. New Evidences of Elastic and Plastic Behaviour and Chemical Modifications, *Archaeometry*.
- Salls, R. A. 1985: The Scraper Plane: a Functional Interpretation, *Journal of Field Archaeology* 12, 99-106.
- Saville, A. 1986: Direct Radiocarbon Date of Stone Tool Use?, *Lithics, The Newsletter of the Lithic Studies Society* 7, 36-37.
- Seitzer, D. J. 1979: Form vs. Function: Microwear analysis and its application to Upper Paleolithic burins, *Papers of the*

Archaeological Institute University of Lund 1977-1982/4,
5-25.

Semenov, S. A. 1964: Prehistoric Technology. An Experimental Study of the oldest Tools and Artefacts from traces of Manufacture and Wear. Bath.

Semenov, S A 1970: The Forms and Funktions of the Oldest Tools (A Reply to Prof. F. Bordes), Quartär 21, 1-20.

Semenov, S. A. 1981: Tecnología prehistórica (Estudio de las herramientas y objetos antiguos a través de las huellas de uso). Madrid.

Semenov, S. A. – Shchelinski, V. E. 1971: Micrometrical analysis of traces of use on Palaeolithic Tools. Soviet archaeology 1, 19-31.

Semjonov, S. A. 1957: Pjervobytnaja tehnika. Materialy i issledovanija po archeologii SSSR 54. Moskva.

Semjonov, S. A. 1968: Razvitije tehniki v kamennom veke. Leningrad.

Semjonov, S. A. 1974: Proizchožděnie zemedělija. Leningrad.

Semjonov, S. A. 1981: Testování funkce loveckých nástrojů, In: Malina, J. 1981: sv. 2, 123-127.

Semjonov, S. A. - Korobkova, G. 1983: Technologija drevnějšich proizvodstv (mezolit - eneolit). Leningrad

Shackley, M. L. 1974: Stream Abrasion of Flint Implements, Nature 248: April 5, 501-502.

- Shafer, H. J. - Holloway, R. G. 1979: Organic Residue Analysis in Determining Stone Tool Function, In: Hayden ed. 1979, 385-399.
- Shchelinski, V. 1994: La fonction des outils gravettiens et épigravettiens. Introduction méthodologique, In : Temnata Cave. Excavations in Karkulovo Karst Area 1, 2; 87-122.
- Shea, J. J. 1988: Methodological considerations affecting the choice of analytical techniques in lithic use-wear analysis: tests, results and application, In: Beyries, S. ed. 1988b: tome II, 65-82.
- Shea, J. 1992: Lithic Microwear Analysis in archaeology, *Evolutionary Anthropology* 1, 143-150.
- Shea, J. J. 1998: Neandertal and Early Human Behavioral Variability: A Regional-Scale Approach to Lithic Evidence for Hunting in the Levantine Mousterian, *Current Anthropology* 39:2, 45-48.
- Shea, J. J. - Davis, Z. - Brown, K. 2001: Experimental Tests of Middle Palaeolithic Spear Points Using a Calibrated Crossbow, *Journal of Archaeological Science* 28, 807-816.
- Shea, J. J. - Klenck, J. D. 1993: An Experimental Investigation of Effects of Trampling on the Results of Lithic Microwear Analysis, *Journal of Archaeological Science* 20, 175-194.
- Shipman, P. - Rose, J. 1983: Evidence of Butchery and Hominid Activities at Torralba and Ambrona; An Evaluation Using Microscopic Techniques, *Journal of Archaeological Science* 10, 465-474.

- Sieveking, G. de G. - Newcomer, M. H. ed. 1987: The human uses of flint and chert. Proceedings of the fourth international flint symposium held at Brighton Polytechnic 10-15 April 1983. Cambridge.
- Sievert, A. P. 1990: Postclassic Maya Ritual Behaviour: Microwear Analysis of Stone Tools from Ceremonial Contexts, In: Grässlund-Knutsson-Knutsson-Taffinder 1990, 147-158.
- Sivertsen, B. J. 1980: A Site Activity Model for Kill and Butchering Activities at Hunter-Gatherer Sites, *Journal of Field Archaeology* 7:4, 423-441.
- Schätz, M. 1982: Moderní materiály ve výtvarné praxi. Praha.
- Schiffer, M. B. 1979: The Place of Lithic Use-Wear Studies in Behavioral Archaeology, In: Hayden, B. ed. 1979, 15-25.
- Schild, R. - Sulgustowska, Z. 1997: Man and Flint: Proceedings of the VIIth International Flint Symposium, Warszawa.
- Schousboe, R. 1977: Microscopic Edge Structures and Micro-Fractures on Obsidian, *Lithic Technology* 6:1-2, 14-21.
- Schultz, J. M. 1989: Prehistoric Bison Hide Processing on the Plains. Master's Thesis. University of Oklahoma, rkp.
- Schultz, J. M. 1992: „The Use-Wear Generated by Processing Bison Hides“, *Plains Anthropologist*, 37:141, 333-351.
- Skakun, N. 1978: Orudia truda rannetripolskovo poselenia Aleksandrovka (v svete eksperimentalno-trasologičeskovo issledovanja), *Sovetskaja archeologija* 1,15-23.

- Skakun, N. 1987: Opyt rekonstrukcii chozjajstva drevnězemledelčeskich obšestv epochi eneolita Pričernomorskogo rajona Bolgarii, kandidátská disertační práce, Leningrad.
- Sklenář, K. 1989: 1.1 Kamenná štípaná industrie. In: Archeologický slovník 1. Kamenné artefakty, Praha, 7-31.
- Skutil, J. 1927: Miscelanea k moravskému paleolithu. Žitného jeskyně, Památky archeologické 35, 202-206.
- Skutil, J. 1935: Věžky, paleolitická stanice na Zdounecku. Vlastivědný sborník střední a severní Moravy 8, příloha Kroměřížsko, 1-3.
- Smetánka, Z. 2003: Archeologické etudy. Osmnáct kapitol o poznávání středověku. Praha.
- Snape, S. R. - Tyldesley, J. A. 1983: Two Egyptian Flintknapping Scenes, Lithics, The Newsletter of the Lithic Studies Society 4, 46-47.
- Sollberger, J. B. - Patterson, L. W. 1983: A Pressure Method for Microblade Manufacture, Lithic Technology 12:2, 25-31.
- Sonnenfeld, J. 1962: Interpreting the Function of Primitive Implements. American Antiquity 28:1, 56-65.
- Sonneville-Bordes, D. de 1985: Variabilités typologiques dans les outillages lithiques. Remarques sur leurs significations au Paléolithique Supérieur, In: Otte, M. ed. 1985, 391-412.
- Spear, R. L. 1980: A Brief Discussion of Obsidian Use-wear Experiments, Lithic Technology 9:2, 38-39.

- Spurrell, F. C. J. 1884: On Some Palaeolithic Knapping Tools and Modes of Using Them. *Journal of the Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland* 13, 109-114, 117-118.
- Spurrell, F. C. J. 1892: Notes on early sickles. *Archaeological Journal* 49, 53-59.
- Stafford, B. D. 1977: Burin Manufacture and Utilization: An Experimental Study, *Journal of Field Archaeology* 4:2, 235-246.
- Stafford, C. R.-Stafford, B. D. 1979: Some Issues Concerning the Design of Lithic Experiments, *Lithic Technology* 8:2, 21-24.
- Steguweit, L. 2003: Gebrauchspuren an Artefakten der Hominidenfundstelle Bilzingsleben (Thüringen), Leidorf. *Tübingen Arbeiten zur Urgeschichte* Bd. 2.
- Stemp, W. J. 2001: Chipped Stone Tool Use in the Maya Coastal Economies of Marco Gonzalez and San Pedro, Ambergris Caye, Belize. BAR IS 935, Oxford.
- Stemp, W. J. - Stemp, M. 2001: UBM Laser Profilometry and Lithic Use-Wear Analysis: A Variable Length Scale Investigation of Surface Topography, *Journal of Archaeological Science* 28, 81-88.
- Stemp, W. J. - Stemp, M. 2003: Documenting Stages of Polish Development on Experimental Stone Tools: Surface Characterization by Fractal Geometry Using UBM Laser Profilometry, *Journal of Archaeological Science* 30, 287-296.

- Stordeur, D. ed. 1987: *La main et l'outil: manches et enmanchements préhistoriques*. Lyon CNRS.
- Strathern, M. 1969: Stone Axes and Flake tools: Evaluations from two New Guinea Highlands Societies, *Proceedings of Prehistoric Society* 35, 311-329.
- Straus, L. G. 1980: The Role of Raw Materials in Lithic Assemblage Variability, *Lithic Technology* 9:3, 68-72.
- Stuchlík, S. - Stuchlíková, J. 1999a: II.8 Šumice, okr. Znojmo. In: Podborský, V. a kol. 1999, 95-114.
- Stuchlík, S. - Stuchlíková, J. 1999b: Die Erforschung des Věteřover Rondells in Šumice. In: Bátora, J. - Peške, J. eds. 1999: *Aktuelle Probleme des Erforschungs der Frühbronzezeit in Böhmen und Mähren und in der Slowakei*, Nitra.
- Sussman, C. 1985: Microwear on Quartz: Fact or Fiction? *World Archaeology* 17:1, 101-111.
- Sussman, C. 1988: A microscopic analysis of use-wear and polish formation on experimental quartz tools. BAR IS 395, Oxford.
- Svoboda, J. 1985 Štípaná industrie nitranské skupiny z pohřebiště v Holešově, *Studie muzea Kroměřížska '85*, 180-184.
- Svoboda, J. 1987: Stránská skála. Bohunický typ v Brněnské kotlině, *Studie AÚ ČSAV* 14/1. Praha.
- Svoboda, J. a kol. 1994: *Paleolit Moravy a Slezska. Dolnověstonické studie*, sv. 1. Brno.

- Svoboda, J. - Šmíd, M. 1994: Dílenský objekt kultury nálevkovitých pohárů na Stránské skále, *Pravěk NŘ* 4, 79-125.
- Symens, N. 1986: A Functional Analysis of Selected Stone Artifacts from the Magdalenian Site at Verberie, France. *Journal of Field Archaeology* 13:2, 213-222.
- Šajnerová, A. 2001: Trasologická analýza štípané industrie z Dolních Věstonic IIa (výzkum 1999), *Památky Archeologické* XCII/1, 158-164.
- Šajnerová, A. 2002: Trasologická analýza artefaktů. In: Svoboda, J. ed.: *Prehistorické jeskyně. Katalogy, dokumenty, studie.* Brno, 338-343.
- Šajnerová, A. 2003a: Mikroskopická analýza staropaleolitických artefaktů z lokality Stránská skála I, *Acta Musei Moraviae* 88, 67-73.
- Šajnerová, A. 2003b: Use-Wear Analysis. In: Svoboda, J. A. - Bar-Yosef, O.: *Stránská skála. Origins of the Upper Paleolithic in the Brno Basin Moravia, Czech Republic.* Cambridge-Massachusetts, 167-171.
- Šajnerová, A. 2003c: Use-wear analysis of Moravian Paleolithic chipped industry, *Anthropologie* 41/2, 49-54.
- Šajnerová Dušková, A. 2006: The application of use-wear analysis on the Czech Upper Palaeolithic chipped industry. PhD Thesis. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, rkp.
- Šajnerová, A. - Dušek, B. - Škvařilová 2000: Use-wear of Flint and Radiolarite Implements from Pavlov I Excavation 1954,

32nd International Symposium Archaeometry- Abstracts, Institutio de investigaciones Antropológicas, Universidad National Autónoma de Mexico, 245-246, Mexico City.

- Šajnerová, A. - Škvařilová, B. 1999: Use-wear analysis of Flint Implements from Pavlov I Excavations 1954, Preliminary results, *Acta Universitatis Carolinae Biologica* 43, 221-229.
- Šebela, L. - Škrdla, P. 2003: A Cemetery of Bell Beaker Culture in Marefy and its Contribution to Studies on the Chipped Stone Industry of the Moravian Late Eneolithic Period. In: Czebreszuk, J.-Szmyt, M. Ed.: *The Northeast Frontier of Bell Beakers. Proceedings of the symposium held at the Adam Mickiewicz University, Poznań (Poland) May 26-29 2002.* BAR IS 1165, Oxford, 231-247.
- Šedivý, V. 1995: *Kapitoly z metodologie věd.* Brno.
- Škrdla, P. 1995: Kamenné bodné nástroje, *Archeologické rozhledy* XLVII/4, 685-687.
- Škrdla, P. - Mateiciucová, I. - Přichystal, A. 1997: Mesolithikum (gespaltene Steinindustrie). In: Poláček, L. ed.: *Studien zum Burgwall zu Mikulčice II.* Brno, 45-91.
- Škrdla, P. – Šebela, L. 1997: Pozdně eneolitické dýky na Moravě, *Přehledy výzkumů Archeologického ústavu AV ČR Brno v letech 1993-1994*, 77-86.
- Škrdla, P. - Šebela, L. - Přichystal, A. - Matějka, J. - Matějka, F. - Kopacz, J. 2004: Příspěvek k poznání štípané industrie starší doby bronzové na Moravě. In: *Proceedings from 18. symposium o starší době bronzové v českých zemích a na Slovensku*, Opava 15.-17. 10. 2003.

- Thorsberg, K. 1984: Analys av boplatser. Teori och metoder med exempel från den sengalciala boplatsen Segebro. Uppsats C, Department of Archeology, Uppsala University.
- Tixier, J. 1974: Glossary for the Description of Stone Tools, Newsletter of Lithic Technology, special publication, 1.
- Tixier, J. - Inizian, M-L. - Roche, H. - Dauvois, M. 1980: Préhistoire de la pierre taillée I terminologie et technologie. Paris.
- Tomášková, S. 1994: Use-wear analysis and its spatial interpretation, In: Svoboda, J. ed.: Pavlov I. Excavations 1952-1953, Dolnověstonické studie 2, 28-40.
- Tomášková, S. 2000: The Nature of Difference, History and lithic use-wear at two Upper Palaeolithic sites in Central Europe. BAR IS 880, Oxford.
- Tomenchuk, J. 1979: The Calculation of Edge Loss on Chipped-Stone Tools Resulting from Use, In: Hayden ed. 1979, B. ed. 1977, 123-131.
- Toth, N. - Schick, K. - Savage-Rumbaugh, E. S. - Sevcik, R. A. - Rumbaugh, D. M. 1993: Pan the Tool-Maker: Investigations into the Stone Tool-Making and Tool-Using Capabilities of a Bonobo (*Pan priscus*), Journal of Archaeological Science 20, 81-91.
- Tringham, R. - Cooper, G. - Odell, G. - Voytek, B. - Whitman, A. 1974: Experimentation in the Formation of Edge Damage: A new Approach to Lithic Analysis, Journal of Field Archaeology 1, 171-196.

- Tsirk, A. 1979: Regarding Fracture Initiations, In: Hayden ed. 1979, 83-96.
- Tuross, N. - Barnes, I. - Potts, R. 1996: Protein Identification of Blood Residues on Experimental Stone Tools, *Journal of Archaeological Science* 23, 289-296.
- Unger-Hamilton, R. 1984: The Formation of Use-wear Polish on Flint: Beyond the "Deposit versus Abrasion" Controversy, *Journal of Archaeological Science* 11, 91-98.
- Unger-Hamilton, R. 1985: Microscopic Striations on Flint Sickle-Blades as an Indication of Plant Cultivation: Preliminary Results, *World Archaeology* 17:1, 121-126.
- Unger-Hamilton, R. 1988: Method in Microwear analysis. Prehistoric Sickles and Other Stone Tools from Ajourne, Syria. BAR IS 435, Oxford.
- Unger-Hamilton, R. 1989: Analyse experimentale des microtraces d'usure: quelques controverses actuelles, *L'Anthropologie* 93:3, 659-672.
- Unrath, G. - Owen, L. R. - van Gijn, A. - Moss, E. - Plisson, H. - Vaughan, P. 1986: An Evaluation of Microwear Studies: A Multi-Analyst Approach, *Early Man News* 9/10/11, 117-177.
- Urbanová, P. - Peška, J. et al. 2007: Anthropological and archaeological analysis of unique eneolithic grave from Olomouc – Nemilany site, Czech Republic, *Humanbiologia Budapestiensis* 30, s. 37-44.

- Valoch, K. 1965: Jeskyně Šipka a Čertova díra u Štramberka. *Anthropos* N. S. 9, Brno.
- Valoch, K. 1986: Příspěvek k poznání zdrojů surovin v mladém paleolitu na Moravě, *Acta musei Moraviae* LXXI, *Scientae sociales*, 5-18.
- Valoch, K. 2002: Příspěvek k provenienci moravských jurských rohovců v okolí Brna. *Acta musei Moraviae* LXXXVII, *Scientae sociales*, 171-176.
- Vencl, S. 1961: K otázce interpretace funkce pravěkých předmětů, *Archeologické rozhledy* XIII, 678-693.
- Vencl, S. 1990: K současnému poznání kamenných surovin mezolitu. *Archeologické rozhledy* 42, 233-243.
- Villon, A. 1889: „Traité pratique de la fabrication des cuirs et du travail des peaux“, Librairie polytechnique, Baudry et Cie éditeurs, Paris.
- van den Dries, M. H. 1998: *Archaeology and the application of Artificial Intelligence. Case-studies on use-wear analysis of prehistoric flint tools.* Archaeological Studies Leiden University, Leiden.
- van Gijn, A. L. 1990: The wear and tear of flint, *Principles of functional analysis applied to Dutch Neolithic assemblages*, *Annalecta Praehistorica Leidensia* 22, Amsterdam.
- Vaughan, P. C. 1981: *Lithic Microwear Experimentation and the Functional Analysis of a Lower Magdalenian Stone Tool*

- Assemblage, A dissertation in Anthropology, University of Pennsylvania.
- Vaughan, P. 1982: Microwear analysis of experimental flint and obsidian tools, *Staringia* 3, In: Engelen, F. ed., 90-91.
- Vaughan, P. C. 1985a: Use wear analysis of flaked stone tools. Tuscon.
- Vaughan, P. C. 1985b: The Burin-Blow Technique: Creator or Eliminator? *Journal of Field Archaeology* 12, 488-496.
- Vaughan, P. 1986: A Sampling Method for Use-Wear Analysis of Large Flint Assemblages. In. Owen-Unrath eds. 1986: *Early Man News*, 1984/85/86: 9/10/11, 183-186. Tübingen.
- Vaughan, P.-Plisson, H. 1986 : Comment présenter les données tracéologiques? In : Owen, L.-Unrath, G. eds. 1986 : *Early Man News* 1984/85/86: 9/10/11, 178-182.
- Vayson, A. 1920: La plus ancient industrie de Saint-Acheul, *L'Anthropologie* 30, 441-496.
- Vayson, A. 1922: L'étude des outillages en pierre, *L'Anthropologie* 32, 1-38.
- Věchet, S. - Kohout, J. 2002: Únavové vlastnosti tvárné litiny, *Žilinská universita, Žilina*.
- Věchet, S. – Král, P.: Únava materiálu. *NOM I – 6*, 9 str.
- Vencl, S. 1961: K otázce interpretace funkce pravěkých předmětů, *Archeologické rozhledy* XIII, 678-693.

- Villa, P. 1982: Conjoinable Pieces and Site Formation Processes, *American Antiquity* 47:2, 276-290.
- Vokáč, M. 1998: Nové archeologické nálezy v širším okolí Jaroměřic nad Rokytnou, okres Třebíč. Informační zpravodaj České archeologické společnosti, srpen 1998, 50-61.
- Vokáč, M. 2003: Suroviny kamenné štípané industrie v pravěku jihozápadní Moravy. Diplomová práce, Masarykova univerzita Brno, rkp.
- Vrbacký, R. – Vrbacká, V. 1979: Technologie výroby kožišin. Praha.
- Weedman, K. 2002: The Spur of the Moment, *American Antiquity* 67.
- Wiederhold, J. 2004: Toward the standardization of use wear studies. Texas.
- Weymouth, J. W. - Mandeville, M. 1975: An X-Ray Diffraction Study of Heat-Treated Chert and its Archaeological Implications, *Archaeometry* 17:1, 61-67.
- Whittaker, J. C. 1994: Flintknapping, Making and understanding stone tools. Austin.
- Williamson, B. 1996: Preliminary stone tool residue analysis from Rose Cottage Cave, *Southern African Archaeology* 5, 36-44.
- Wilmsen, E. N. 1968: Functional Analysis of Flaked Stone Artifacts, *American Antiquity* 33:2, 156-161.
- Winiger, J. 1999: Rohstoff, Form und Function, Fünf Studien zum Neolithikum Mitteleuropas, BAR IS 771, Oxford.

- Witthoft, J. 1955: Worn Stone Tools from Southeastern Pennsylvania, *Pennsylvanian Archaeologist* 35, 16-31.
- Witthoft, J. 1967: Glazed Polish on Flint Tools, *American Antiquity* 32:3, 383-388.
- White, J. P. – Modjeska, N. – Hipuya, I. 1977: Group definitions and mental templates, an ethnographic experiment, In: Wright, R. ed. 1977, 380-390.
- Wolf, J 1944: *Mikroskopická technika*. Praha.
- Wright, R. V. S. ed. 1977: Stone tools as culture markers: Change, evolution and complexity. Prehistory and Material Culture Series 12, Australian Institute of Aboriginal Studies, Canberra.
- Wylie, H. G. 1975a: Tool Microwear and Functional Types from Hogup Cave, Utah, *Tebiwa* 17:2, 1-31.
- Wylie, H. G. 1975b: Artifact Processing and Storage Procedures: A Note of Caution, *Newsletter of Lithic Technology* 4:1-2, 17-19.
- Yamada, S. 1993: The formation process of «use-wear polishes». In: Anderson, P. et al. 1993, volume 2, 433-445.
- Yamada, S. - Sawada, A. 1993: The method of description for polished surfaces, In: Anderson, P. et. al.: 1993, s. 447-457.
- Yerkes, R. W. 1983: Microwear, Microdrills, and Mississippian Craft Specialization, *American Antiquity* 48:3, 499-518.

- Young, D. - Bamforth, D. B. 1990: On the Macroscopic Identification of Used Flakes, *American Antiquity* 55:2, 403-409.
- Young, R. - Kay, D. 1988: Discriminant Function Analysis (DFA) of Mixed Lithic Scatters in the North-East of England: A Case of Missclassified Identity?, *Lithics, The Newsletter of the Lithic Studies Society* 9, 9-14.
- Zelinková, M. 2006: Kostěná a parohová industrie ze sídliště Dolní Věstonice I. Diplomová práce, Masarykova Univerzita Brno, rkp.
- Zelinková, M. 2007: Industrie z tvrdých živočišných materiálů z Dolních Věstonic I. *Acta Musei Moraviae, Scientiae Sociales* XCII, 9-51.

Další zdroje

ČSN 42 0362, Zkoušky únavy kovů, Praha 1986.

ČSN 42 0363, Zkoušky únavy kovů, Praha 1986.

<http://apfyz.upol.cz/optmikro.htm> (10.3.2009)

<http://jaja.kn.vutbr.cz/~janirek2/dok/materialy/7tUnava.doc>
(10.3.2009)

<http://www.flintsource.net/>(9.11.2006, 15.5. 2008)

<http://www.ksp.vslib.cz> (15.3.2009)

<http://www.oerlikonbalzerscoating.com/bcz/cze/02-applications/01-wear-tribology/indexW3DnavidW263.php> (11.10.2009)

<http://www.paru.cas.cz/lem/book> (20.6.2007)

www.northcongress.ural.ru (5.4.2007)

www.forntida_teknik.se (5.5.2006)

www.braintan.com (3.5.2006)

www.braintanned.com (4.5.2006)

www.kung-san-bushmen-hunting-equipment.com (3.3.2006)

Seznam obrázků

Obr. I.1:

„Chaîne opératoire“ životní cyklus artefaktů (Pawlik 2009, Figure 1)

Obr. II.1:

Schéma naznačující dosud nevyužitý potenciál metody s využitím již známých pramenů (Nowatzyk 1988, Abb. 2)

Obr. II.2:

Limity objektivní a metodické vzhledem k interpretaci funkce nástroje (Nowatzyk 1988, Abb.1)

Obr. II.3:

Možnosti projektování experimentálního programu (Nowatzyk 1988, Abb.15)

Obr. II.4:

Funkční interpretace a její formy (upraveno a doplněno dle Nowatzyk 1988 Abb. 16)

Obr. II.5:

Klíčové předpoklady metody funkčních analýz (Nowatzyk 1988, Abb.10)

Obr.V.1:

Schéma procesu obecného poznávání (Šedivý 1995, schéma 3, s. 76)

Obr. V.2:

Různé experimenty jako formy reprodukčního procesu (Šedivý 1995, s. 38)

Obr. V.2a:

Schéma procesu, kterým prochází archeologický nález a vliv lidského faktoru v jednotlivých fázích (Kucera 2004, Abb. 1)

Obr.V.3:

Schéma informačního potenciálu a jeho využití v různých fázích, jímž prochází archeologický nález (Kucera 2004, Abb.2)

Obr. V.4:

Schéma faktorů ovlivňujících únavový proces (Růžička-Hanke-Rost 1987, obr. 1.8)

Obr. V.5:

Schéma tribologického systému (upraveno dle oerlikonbalzerscoating.com)

Obr. V.6:

Schéma interakce povrchu opracovávaného materiálu a nástroje při abrazivním opotřebení (oerlikonbalzerscoating.com)

Obr. V.7:

Schéma interakce povrchů při vzniku adhezního opotřebení (oerlikonbalzerscoating.com)

Obr. V.8:

Schéma vzniku únavy povrchů (oerlikonbalzerscoating.com)

Obr. V. 9:

Proces únavového porušení (Hutař-Náhlík)

Obr. V.10:

Stadium iniciace únavové trhliny (dle Hutař-Náhlík)

Obr. V.11:

Typy nukleace mikrotrhlin (Růžička-Hanke-Rost 1987, obr. 8.11)

Obr. V.12:

Makroskopický a mikroskopický vzhled lomové plochy (Růžička-Hanke-Rost 1987, Obr. 3.17)

Obr.V.13:

Profil kontaktu nástroje a opracovávaného povrchu (Jacobson-Hogmark 1990, Fig. 2)

Obr. V.14:

Skutečná kontaktní zóna v tribologickém systému, detail (Jacobson-Hogmark 1990, Fig. 1.3)

Obr. V.15:

Vzrůst rozsahu kontaktních mikrozon za působení tlaku (Jacobson-Hogmark 1990, Fig. 9)

Obr. V.16:

Vlastnosti povrchové struktury technických materiálů (Jacobson-Hogmark 1990, Fig. 6)

Obr. V.17:

Schéma vlivu přítomnosti maziva na tribologický systém (Jacobson-Hogmark 1990, Fig. 3.1)

Obr. V. 18:

Charakteristické povrchové a podpovrchové změny na materiálu po zatížení na řezu (upraveno dle Jacobson-Hogmark 1990, Fig. 6)

Obr. V.19:

Různé síly působící na nástroj při pracovní činnosti

Obr. V.20:

Vybrané pracovní činnosti na názorných vyobrazeních

Obr. V.21:

Způsoby použití prostého úštěpu.(Fujimoto 1983)

Obr. V.22:

Schematické zobrazení základních pracovních činností ve vztahu opracovávaného materiálu a nástroje (Gutiérrez Sáez 1993, Fig. 2)

Obr. V.23a:

Zvlněná topografie povrchu ve vztahu ke koncentrickým vlnám po odbití (Grace 1988, Fig. 9)

Obr. V.23b:

Zbrázděná topografie povrchu ve vztahu k specifické formě ukončení hrany “feathering” (Grace 1988, Fig. 10)

Obr. V.24:

Přirozená morfologie povrchu nástroje závislá na technologii výroby ovlivňující vývoj pracovních stop a jejich rozmístění (Schousboe 1977, Appendix 2, obr.18).

Obr. V.25:

Mikrotopografie povrchu nástroje vyrobeného ze suroviny obsahujících zrna (Dubreuil 2004, Planche 17)

Obr. V.26a:

Měření šířky a výšky pracovní hrany (Grace 1988, Fig. 15)

Obr. V.26b:

Způsob měření délky pracovní hrany (Grace 1988, Fig. 13)

Obr. V.27:

Různé druhy opotřebení na ostří hrany (Korobkova 1999, Ryc. 3)

Obr. V.28:

Různé tvary výstěpů-lasturnatý, zalomený, stupňovitý (Grace 1988, Fig. 21)

Obr. V.29:

Stádium iniciace únavové trhliny, únavový lom vzniká vždy od povrchu (Hutař-Náhlík)

Obr. V.30.

Směry striací vzhledem k ostří hrany: Paralelní, diagonální, kolmé, různé (Juel Jensen 1994, Fig. 10)

Obr. V.31:

Typy stop a jejich vznik (Nowatzyk 1988, Abb.6)

Obr. V.32:

Typy výstěpů a jejich typická rozmístění na ostří hrany (Korobkova 1999, Rys. 2)

Obr. V.33:

Schéma vzniku výstěpu a jeho tvaru v závislosti na úhlu ostří pracovní hrany, při zachování pracovního úhlu kontaktu s opracovávaným materiálem, se vzrůstajícím úhlem se zmenšuje množství odděleného

materiálu a dochází k intenzivnějšímu otupení hrany (Whittaker 1994, 6.7)

Obr. V.34:

Tvary výstěpů hrany: A-půlkruhový, B-obdélný, C-lichoběžníkový, D-trojúhelníkový, E-měsícovitý, F-nepravidelný (González Urquijo-Ibáñez Estévez 1994, Ilustración 1.9)

Obr. V.35:

Modelové schéma vzniku lesku a pozice residuí (Yamada 1993, 435, Fig. 1)

Obr. V.36:

Schéma vývoje modifikace povrchu, které vzniká při zatížení (upraveno dle Levi Sala 1996, Figure 211)

Obr. V.37:

Schéma změny mechanismu odrazu světla od přirozeného povrchu a povrchu postiženého (vyrovnaného) použitím (dle Levi Sala 1996, Figure 167)

Obr. V.38:

Povrch postižený plastickou deformací způsobenou použitím (Levi Sala 1996, Figure 210)

Obr. V.39:

Schéma lomu světla v homogenním materiálu (organickém skle, dle Schätz 1982, Obr. 60)

Obr. V.40:

Různá intenzita odrazu světla při vzrůstající vzdálenosti od zdroje (dle Schätz 1982, Obr. 61)

Obr. V.41:

Při různé hloubce drážek a současně měnící se vzdálenosti od zdroje světla se světelnost může jevit jako shodná (dle Schätz 1982, Obr. 62)

Obr. V.42:

Mělká oblá profilace prohlubně způsobuje plynulý přechod intenzity odraženého světla (dle Schätz 1982, Obr. 63)

Obr. V.43:

Hranatá prohlubeň s rozdílnou světelností dílčích ploch (dle Schätz 1982, Obr. 64)

Obr. V.44:

Pravidelný tvar rýhy odráží světlo rovnoměrně dle Schätz 1982, Obr. 65)

Obr. V.45:

Zjednodušené zobrazení mechanismů vzniku lesku a vliv způsobu čištění povrchů na zachování residuí a výsledků chemické analýzy. Kombinovaný model představuje procesy ovlivňující vznik přilnavých procesů (Evans-Donahue 2005, Fig. 2)

Obr. V.46:

Schématický profil 3 typů opotřebení povrchu při pozorování optickým mikroskopem (Plisson 1985, Figure 20)

Obr. V.47:

Model specifických změn povrchu při opracování různých materiálů (při zvětšení cca 1000x; dle Steguweit 2003, Abb. 37)

Tab V.1:

Plošná distribuce lesku a jeho invazivnost vzhledem k hraně

Obr. V.48:

Orientace lineárních pracovních stop vůči pracovní hraně nástroje: a-
diagonální, b-paralelní, c-kolmá (Richards 1988, 28).

Obr. V.49:

Různé profily lineárních stop – „striací“ (upraveno ze Steguweit 2003,
Tab. 16)

Obr. V.50:

Lineární stopy jako indikátor směru pohybu nástroje při vzniku
pracovních stop (Korobkova 1999, Ryc. 4)

Obr. V.51:

Striace na snímku z opt. mikroskopu, zvětšení 200x.

Obr. V.52:

Změny na osrří hrany při použití (Nowatzky 1988, Abb. 40, 41)

Obr. V.53:

Relativní a absolutní úhel pracovní hrany po opotřebení (Nowatzky
1988, Abb. 4)

Obr. V.54:

Model progresivní modifikace hrany při jejím použití: A -pravidelný tvar
suportu, B -semikortikální suport, a -ovlivnění podélným pohybem, b -
ovlivnění kombinovaným pohybem, c - ovlivnění příčným pohybem
vzhledem k hraně ostří (Grimaldi-Lemorini 1993, Fig. 10)

Obr. V .55:

Schéma vzniku výštěpu a jeho tvaru v závislosti na úhlu ostří pracovní hrany, při zachování pracovního úhlu kontaktu s opracovávaným materiálem, se vzrůstajícím úhlem se zmenšuje množství odděleného materiálu a dochází k intenzivnějšímu otupení hrany (dle Whittaker 1994, 6.7)

Obr. V.56:

Zaoblení v závislosti na úhlu hrany (d-dorsální plocha, v-ventrální plocha, e-ostří): Ostrý úhel a-přirozené, b-zaoblené, velký úhel c-přirozené, d-zaoblení (Richards 1988, Figure 25)

Obr. V.57:

Idelizované profily opotřebovaných hran, rostlinný a živočišný materiál různé tvrdosti (Yamada 1993, Fig. 10, 443)

Obr. VI.1:

Zvětšený model hrany škrabadla s patrným zaoblením a výštěpkou (SEM ZEISS EVO 60)

Obr. VI.2:

Část hrany škrabadla s drobnými výštěpkami (SEM ZEISS EVO 60)

Obr. VI.3: Část hrany škrabadla s drobnými výštěpkami na ventrální i dorsální straně (SEM ZEISS EVO 60)

Obr. VI.4:

Oboustranně retušovaná terminální část artefaktu (1 cm, MBS 10)

Obr. VI.5:

Boční pohled na oleštění v horních partiích mikrotopografie povrchu (1 cm, MBS 10)

Obr. VI.6:

Pohled na terminální část pracovní hrany (1 cm, MBS 10)

Obr. VI.7:

Hrana jako na obr. VI.1 při zobrazení konfokálním mikroskopem (LEXT OLS 3000)

Obr. VI.8:

Hrana škrabadla na modelovém zobrazení profilu mikrotopografie (LEXT OLS3000)

Tab. VI.1:

Přehled analyzovaných artefaktů s jasně identifikovatelnými stopami z lok. Moravský Krumlov IV

Obr. VI.9:

Hrot z Olomouce – Nemilan, šrafováním naznačena plocha s intenzivním leskem, kresba hrotu V. Tilšar.

Obr. T.1:

Základní popis částí nástroje (dle Korobkova-Ščelinskij 1996, Ris. 1, upraveno)

Obr. T.2:

Abrazivní opotřebení

(jaja.kn.vutbr.cz/~janirek2/dok/materialy/7tUnava.doc)

Obr.T. 3:

Adhezní opotřebení

(jaja.kn.vutbr.cz/~janirek2/dok/materialy/7tUnava.doc)

Obr. T.4:

Asymetrická kontaktní zóna nástroje při pracovní činnosti (Nowatzky 1988, Abb. 33)

Obr. T.5:

Symetrická kontaktní zóna nástroje při pracovní činnosti (Nowatzky 1988, Abb.34)

Obr. T.6:

Schéma označení úhlů spojených s pracovní hranou nástroje při pracovní činnosti: A-sekundární povrch, B-aktivní kontaktní pracovní povrch, α -úhel pracovní hrany, γ – pracovní úhel, δ - kontaktní úhel (González Urquijo-Ibáñez Estévez 1994, Ilustración 1.9)

Obr. T.7:

Schéma tvaru ústěpu v závislosti na způsobu jeho oddělení (počáteční stadium - initiation, postup - propagation, zakončení - termination, Cotterell-Kamminga 1990, Fig. 6.8)

Obr. T.8:

Pozice nástroje v rámci tribologického systému (www.ksp.vslib.cz)

Obr. T.9:

Základní typy výstěpů: Lasturnatý, zalomený, stupňovitý (Grace 1988 Figure 21)

Obr. T.10:

Schéma změn profilu ostří při použití: nepoužité ostří, zaoblení, obroušení (Nowatzky 1988, Abb. 41)

Obr. T.11:

Způsoby použití nástrojů k různým pracovním činnostem: řezání, krájení, vyhlazování, škrábání, strouhání, rytí, děrování, vrtání, prorážení (Mansur-Franchomme 1984, Fig. 30)