

## Spolupráce s vědami o neživé přírodě v počátcích české archeologie

Cooperation with non-life sciences  
at the beginning of Czech archaeology

Karel Sklenář

*Článek sleduje počátky vztahů české archeologie k přírodním vědám od 30. let 19. století. Zatímco spolupráce s mineralogií a petrografií se jednostranně omezovala na expertizu (určení surovin kamenných, vesměs broušených artefaktů pro účely evidenčního popisu) a iniciativa v počátcích výzkumu kvartéru a paleolitu od 40. let 19. století vycházela naopak od přírodovědců (geologů a paleontologů) téměř bez aktivní účasti archeologů, vztah archeologie a chemie se naopak vyvíjel k oboustranné spolupráci. Začínal ve 30. letech zkoumáním „spečených valů“, vyšší úroveň dosáhl od roku 1847 na poli chemické analýzy složení bronzových artefaktů, jejímž iniciátorem (jako první v celé tehdejší rakouské říši) a zčásti i aktivním účastníkem byl archeolog prof. Jan Erazim Vocel. Tato činnost trvala do konce 60. let a jejím výsledkem bylo rozřídění a chronologické seřazení bronzů podle poměru kovů v jejich obsahu; v tomto směru se Vocel už v letech 1853–1855 dopracoval k sekvenci vcelku odpovídající dnešnímu stavu poznání. Na prahu pozitivistické epochy tak prakticky naplňoval svoji zásadu přiblížení archeologie k exaktním přírodním vědám.*

Čechy – dějiny archeologie – raná kvartérní geologie – výzkum paleolitu – petroarcheologie – chemická analýza – J. E. Vocel

*The article traces the beginnings of the relationship between Bohemian archaeology and the non-life sciences starting in the 1830s. While cooperation with mineralogy and petrography was unilaterally limited to the use of experts to identify the raw materials of polished stone industry for descriptive records and the initiative at the beginning of the study of Quaternary deposits from the 1840s (and of the Palaeolithic from the 1850s) came, on the other hand, from natural scientists (geologists and palaeontologists) with virtually no active participation of archaeologists, the relationship between archaeology and chemistry, in contrast, developed with bilateral cooperation. It began in the 1830s with the investigation of 'vitrified forts' and moved to a higher level in 1847 with the chemical analysis of the composition of bronze artefacts, the initiator of which (as the first in the whole of the Austro-Hungarian Empire at the time) and partially also an active participant, was the archaeologist Prof. Jan Erazim Vocel. The result of this activity, which lasted until the end of the 1860s, was the classification and chronological dating of bronze artefacts based on the ratio of metals in the alloy; in this sense, Vocel as early as 1853–1855 created a relative chronology that is essentially consistent with today's state of knowledge. Therefore, on the threshold of the positivist era, he had succeeded in his principle of bringing archaeology closer to the exact natural sciences.*

Bohemia – history of archaeology – early Quaternary geology – Palaeolithic discoveries – petroarchaeology – chemical analysis – J. E. Vocel

### Úvod

V žádném ze svých vývojových stadií se archeologie neobešla bez podpory jiných věd, a lze dokonce říci, že existovala určitá období, kdy vliv některé vědy převládal a stával se módním. Takové pokusy byly vždy motivovány snahou najít nový zdroj informací, který by posunul poznání kupředu a našel východisko z nevyřešených problémů. V osvícenském

období to byla antická historie, v romantickém (indoevropská) filologie či mytologie, v pozitivistickém pak exaktní vědy přírodní, zejména antropologie, geologie a chemie. Dnešní archeologie je bez podílu řady přírodních věd na zpracování výsledků terénních výzkumu nemyslitelná. Tento blízký vztah oborů zdánlivě vzdálených je však jevem teprve postupně vzniklým. Začínající archeologický zájem v 16.–18. století se omezoval na starožitnické sbírání a popisování nemovitých i movitých předmětů a (pseudo)historické spekulace o nich. Teprve na sklonku 18. století se častěji objevují pokusy o integraci základních přírodovědných poznatků, omezených ovšem na spíše skromné znalosti starožitníků samých: nejprve jednoduché klasifikace kovových surovin s úvahami o nich, někdy ze zkušenosti vážená makroskopická určení kamenných surovin, zkusmé určování pohlaví pohřbených koster (založené ale často spíše na charakteru milodarů než na dosud absentujících znalostech rozdílů na kostech samých).

Tato situace se začala měnit v první polovině 19. století, kdy archeologie nastoupila cestu k přeměně starožitnictví ve vědecké odvětví paralelně se zdokonalováním přírodních věd na základně vytvořené osvícenstvím. Užitečné pro styky mezi nimi byly (spíše než univerzity, kam archeologie kromě klasické dosud nevstoupila) jednak učené společnosti, jednak větší muzea vznikající v éře romantismu. V obou těchto prostředích, oborově dosud příliš neseparovaných, se archeologové a přírodovědci setkávali a měli možnost výměny poznatků i podnětů. V první fázi spolupráce šlo – pomineme-li dosti intenzivní archeobotanicko-archeozoologický výzkum spojený s unikátními podmínkami nálezů v tzv. „nákolních osadách“ (o nich u nás *Reuss 1862*; *Krejčí 1863a*; *J. P. Z. 1864*) – v zásadě o dvě odvětví věd o neživé přírodě: o mineralogii (dnes by se dalo přesněji říci petrografii) a o analytickou chemii (stranou ponecháváme podíl chemie na konzervaci materiálu, což by vydalo na samostatnou práci); nástup zájmu o výzkum paleolitu jako samostatného směru archeologické práce pak přinesl i spolupráci s geologii.

To platilo v evropské archeologii obecně, a tedy i pro archeologii českou. Ta díky svému vědeckému zakladateli prof. Janu Erazimu Vocelovi nezmeškala nástup v obou prvních směrech a v druhém dokonce získala významné místo, ačkoli i ve třetím se snažila nezaostávat vzdor poměrně nepříznivým objektivním podmínkám pro paleolitický výzkum.

## První stupeň: řešení záhady Přírodověda a otázka tzv. spečených valů

První systematické setkání archeologie a věd o anorganické přírodě nesouvisí se surovinami kamenných nástrojů (které každý „starožitník“ až do 19. století určoval – pokud vůbec – nahrubo podle svých obecných znalostí), a tím spíše pak ne s artefakty kovovými (přes různé občasné spekulace), ale s problémem, na který naráželi nejprve přírodovědci a s nímž si archeologové nevěděli rady: s tzv. spečenými valy (podrobněji o historii jejich výzkumu *Sklenář 2012*, 515, 531–537).

Valy zvané zpočátku ve Skotsku „zeskelnatělé“ (*vitrified forts*), později, když byly objeveny i ve střední Evropě, „spečené“ či „škvárovité“ (*verschlackte Wälle*, *Schlackenwälle*), byly poprvé popsány ze Skotska jako masivní valová opevnění na vrcholcích nápadných kopců, tvořená přepálenými až spečenými kameny, a svou záhadou pomáhaly stimulovat

Obr. 1. Franz Xaver Maximilian Zippe (1791–1863).  
 Fig. 1. Franz Xaver Maximilian Zippe (1791–1863).



starožitnický zájem v době osvícenství. Budily pozornost už od raného 18. století a původně byly přírodovědci vykládány jako vulkanický jev – vyhaslé sopky (ač nebylo jasné, proč by láva a vyvržené kameny měly vytvářet právě takovýto tvar), okolním lidem pak za středověké hrady. Pro archeologii je objevil v 70. letech 18. století montanista John Williams, jenž došel k závěru, že jde o produkt záměrné opevňovací techniky.

Rozkvět zájmu o spečené valy nastal v období romantismu, v první polovině 19. století, kdy se staly předmětem mnoha diskusí přírodovědeckých i archeologických, po nichž se domněnka o umělém původu brzy prosadila, třebaže domněnka o sopečné činnosti se vzácně stále objevovala. Už John Williams razil názor o záměrném vypálení valu jako stavební a opevňovací technice při jeho budování. V podstatě zastával tuto domněnku i známý technik a vynálezce James Watt (*Kdolská 2009*, kap. IV.). Podle konkurenční hypotézy vzniklo vypálení naopak na konci existence opevnění – při jeho zániku požárem.

Mezitím se spečené valy začaly hledat i na kontinentu, a zejména ve střední Evropě. Zájem o ně přinesl první výsledek v Čechách – na pozdně halštatském a raně středověkém hradišti u (Plzně-) Bukovce<sup>1</sup>, kde v létě 1836 báňští prospektoři na panství přírodovědce hraběte Kašpara ze Šternberka (1761–1838), hlavního zakladatele pražského Národního muzea, narazili v hlinitých náspech na struskovitě spečenou červenavou hlínu. Hrabě Šternberk pak osobně s předním mineralogem, petrografem a geologem prof. Franzem X. M. Zippem (1791–1863; *obr. 1*), profesorem přírodovědy na pražské polytechnice, tvůrcem a kustosdem mineralogické sbírky Národního muzea a autorem prvního přehledu geologie Čech (o něm *Sklenář 1989*, 120; *2005*, 653 s lit.), dal na několika místech val prokopat napříč (*obr. 2*), aby se prokázala primární poloha škvárovitě spečené hmoty.

<sup>1</sup> O něm *Čtverák et al. 2003*, 47–48, k okolnostem objevu a jeho prezentace *Sklenář 1989; 2011*, 227–229.



Obr. 2. Val na hradišti u Plzně-Bukovce s průkopem pocházejícím z let 1836 či 1837. Foto autor 2011.  
 Fig. 2. Hillfort rampart at Plzeň-Bukovec, with a dug from 1836 or 1837.

K určení „spečených valů“ stačil tehdy nálezy ožehnutých či žárem rozpukaných kamenů, hrudek vypálené hlíny či struskovité (škvárovité) hmoty v tělese valu, což bylo poněkud odlišné od skotského materiálu, který ale nikdo v Čechách neznal. Zippe se ujal jejich zkoumání a v září 1837 na XV. sjezdu německých přírodovědců v Praze přednesl obsáhlý referát včetně mineralogického rozboru.<sup>2</sup> Objev byl deklarován a celkem obecně uznán jako první ve střední Evropě (druhou významnou středoevropskou oblastí se spečenými valy se v téže době stala Horní Lužice). Poté následovaly další, už víceméně záměrně hledané nálezy – hradiště Kněží hora na Strakonicku, dlouho považované za nejdůležitější výskyt spečených valů v Čechách, odkud J. E. Vocel přinesl vzorky v roce 1858 (*Vocel 1859*, 218; zprávu o něm podal Zippe), Hradiště u Libětic, Svákov u Soběslavi aj. (později je sepsal *Födisch 1868*), současně však shrnul tutéž látku prof. *Rudolf Virchow (1870)*, jenž tak otevřel pozitivistickou fázi výzkumu středoevropských spečených valů.

V předchozí, romantické fázi se archeologové zabývali hlavně otázkou záměrného původu spečení, zatímco přírodovědcům ponechali úvahy, zda jde o produkt vulkanismu či zda je původ umělý, jak bylo spečení dosaženo, jak se žár projevuje na různých odrůdách hornin. U středoevropských lokalit byla situace odlišná, protože místo skotského „zeskelnění“ byly jako spečené označovány (hlinito-) kamenité valy, obsahující ve svém tělese místy kameny poznamenané tepelnými změnami, hlínu vypálenou do červena, nebo až struskovitou hmotu. I tady se uvažovalo, zda tyto jevy mohly vzniknout úderem blesku či vulkanickou

<sup>2</sup> Dne 28. 9. 1837, následující den zde předkládal vzorky spečené hmoty a plán lokality. Text přednášky byl uveřejněn v aktech sjezdu (*Zippe 1838* – viz příl. 3, text s českým překladem *Sklenář 1989*, 124–132).

činností, ale zpravidla byl přijímán umělý původ. Zippe pochyboval o záměrném spečení v Čechách a soudil na náhodný požár dřevěné hradby, zatímco saský geolog C. B. Cotta byl přesvědčen, že vysoký stupeň spečení svědčí pro vznik záměrným procesem; stejně soudil u nás později *Vocel* (1859, 218).

Byl to kupodivu historik umění prof. *Bernard Grueber* (1872, CLXV), jenž si povšiml, že kameny ve valech pocházejí v každé z dosud hlášených lokalit z jiné horniny. Žádné důsledky z toho však nevyvodil, odkazoval pouze na budoucí chemické pokusy. Ty se ovšem občas dělaly už v tomto období počínaje Williamsem ve Skotsku a konče Virchowovými výzkumy v Lužici (vzorky odtud zkoumal jeho přítel, berlínský mineralog a geolog *Hau-checorne* 1870; srov. *Grunwald* 2012), ale bez použitelných výsledků. Ačkoli tedy s objevováním „spečených valů“ začali přírodovědci, vyčerpán se budoucí zájem ve spekulacích o způsobu a smyslu jejich vzniku a experimenty se konaly pouze za účelem zjištění, jaké teploty k tomu bylo zapotřebí.

## Druhý stupeň: deskripce Petrografie a určování surovin kamenné industrie

Prvním polem výzkumu, na němž se archeologie skutečně přiblížila přírodním vědám, bylo určování surovin artefaktů. Nešlo ovšem o keramiku, která byla brána jako taková bez diferenciací (hrnčířské hlíny a složení střepu se dostaly na pořad až ve druhé polovině 19. století, po nástupu pozitivismu), nýbrž o anorganické suroviny nástrojů, zbraní a ozdob, jež vyvolávaly odedávna otázky po svém původu a složení. První na řadě byly suroviny kamenné; kovy, které bylo nutno zkoumat laboratorně, přišly na řadu později.

### Suroviny štípané kamenné industrie

Štípaná industrie dlouho nebyla objektem pochopení, a tedy ani povrchového sběru a shromažďování (výzkumy sídlišť se po většinu 19. století neprováděly, navíc vědomí o paleolitu se ve střední Evropě šířilo teprve po polovině století). Výjimkou byl pazourek, který byl obecně znám jako křesací kámen do křesadel a zbraní – to ovšem na druhé straně obvykle bránilo chápat jej jako „starožitnost“. Název *pazourek* je patrně relativně novějšího lidového původu a váže se právě k jeho křesací funkci; snad od zavedení palných zbraní s křesadlovým zámkem se datuje rozšíření synonymního cizího názvu flint, který se ale v češtině nerozšířil. Pazourek zůstal tradičním a praktickým názvem i v archeologii až do nedávné doby, kdy se objevila tendence nahradit jej odborně správným, ale nepraktickým souslovím „silicit z glacienních sedimentů“.

Obecně byl pazourek v češtině řazen pod pojem křemen, který patří k velmi starým slovům (doložen ve 14. století) a oba výrazy mohly být zaměňovány. Tak už na prahu 19. století ve slovníku *Josefa Dobrovského* (ed. 1802, 201) stojí paralela „Křesavý kámen, pazour, pazourek, skřemen“; ve *Vocelově* inventáři pravěké sbírky Národního muzea z roku 1850 (archiv Národního muzea) u položky a 56 najdeme určení „křemen (pazourek)“ a v *Časopise Národního muzea* (25, 1851, 160) určení „hrot z křemene, pazourek řečeného“; později už se v archeologii běžně hovoří o pazourku. „Křesací kámen či pazourek (Feuerstein, Flint)“ uvádí přední geolog Jan Krejčí v *Riegrově Slovníku naučném* (IV, 1865, 987) a paralelizaci



Obr. 3. Pazourková dýka listovitého tvaru, starší doba bronzová (Loučeň 1838). Foto autor.  
Fig. 3. Leaf-shaped flint dagger, Early Bronze Age, Loučeň 1838.



Obr. 4. Křemencová čepel mladšího paleolitu (gravettien) z Prahy-Jenerálky, 1867. Foto autor.  
Fig. 4. Quartzite blade from the Upper Palaeolithic (Gravettian culture) from Prague-Jenerálka, 1867.

těchto pojmů používají i jinde on, Antonín Frič a další; často je výraz pazourek nahrazen „křesavým kamenem“. Pojem silex se v tomto období objevuje pouze v odborné chemické práci *Vojtěcha Šafaříka* (1860; k tomu všemu *Sklenář 2001*, hesla křemen, křesací kámen, pazourek).

Ovšem ani zjištění přítomnosti pazourku v archeologických nálezech nebylo snadnou věcí – prvotní archeologové nebyli vycvičení, aby si jej všimli. Jestliže drobné artefakty téměř bez výjimky unikaly jejich pozornosti, upozornil konečně na tuto surovinu velký, plošně retušovaný listovitý hrot dýky z přelomu eneolitu a doby bronzové (ač potom některými považován i za paleolitický), nalezený u Loučeň na Nymbursku v roce 1838 (*obr. 3*); ten byl pak uznáván za první nález pazourku v Čechách a tak také zapsán roku 1851 (po smrti předního archeologa té doby Matyáše Kaliny z Jäthensteinu, s jehož sbírkou sem byl tehdy darován) do sbírek Národního muzea<sup>3</sup>: „*hrot z křemene, pazourek řecheného, první toho spůsobu v Čechách, nalezený v lese Loučinském*“, což ale není přesné. Výjimka tu totiž byla, byť ojedinělá: je jí zmínka právě u Kaliny o nález u Slánské hoře (*obr. 5*) při vlastní sondáži na podzim 1831: „*Merkwürdig waren die (...) in der Tiefe von 2' gefundenen drei Stücke, geschärfte Feuersteine, jedes über 3'' lang, 1 1/2'' breit; sie schienen geflissentlich an diesen Ort gelegt, da sie auf diesem Berge als Gebirgsart durchaus nicht vorkommen.*“ (*Kalina von Jäthenstein 1836*, 18; srov. *Sklenář 2011*, 306, heslo 707/4). Na tuto zmínku

<sup>3</sup> Národní muzeum, odd. pravěku a antického starověku, i.č. H1-10090; *Sklenář 2011*, 175, heslo 404/1 s literaturou, z níž podrobněji pouze *Sklenář 1976*, 59–60, 108–109; resp. 1998.



Obr. 5. Slánská hora – první známé naleziště štípané industrie v Čechách (okolo roku 1900).  
 Fig. 5. Slaný, Slánská hora – first known site with chipped stone industry in Bohemia (around 1900).

jako na první upozornil už *Šnajdr* (1881, 6; 1882), pak ale upadla do zapomenutí. Šlo zřejmě o eneolitické čepelovité (?) úštěpy v jedné z Kalinových sond na východní straně vrcholové plochy.

Loučeňský nález, na rozdíl od slánských dochovaní, byl ovšem mnohem nápadnější a dodnes představuje typ v našich nálezech neobvyklý; proto také upoutal pozornost nearcheologů: při kopání příkopu v lese na panství knížete Thurn-Taxisa v okolí Loučeň byl sebrán kopáči a donesen knížeti, který se s ním obrátil na hraběnkou Elišku Šlikovou na sousedním panství v Kopidlně, „um zu fragen: ob wir wohl glaubten daß es der grauen Vorwelt angehöre?“ Kníže mohl mít určité ponětí o archeologické povaze předmětu, jaký se v severní Evropě vyskytoval častěji, ač u nás dosud nikdy, a na hraběnkou Šlikovou se obracel proto, že byla známa zájmem o archeologii a stykem s Matyášem Kalinou z Jäthensteinu, který býval hostem na Kopidlně. Tomu také podala o nálezů zprávu s nákresem předmětu: „Das Werkzeug ist von einem schmutzig gelblichten Steine – an den Rändern wo es dünner gearbeitet ist, durchsichtig – ob es Feuerstein oder Spekstein ist, vermag ich nicht genau anzugeben, doch glaube ich das Erstere. Das Ganze hat in der Form am meisten Ähnlichkeit mit einer Lanzenspitze“, z níž je zjevné, že rozpoznala pazourek jako surovinu.<sup>4</sup>

Na vlastní určení se spoléhal i P. Václav Krolmus, jenž se při své tehdy bezkonkurenční terénní praxi setkával se štípanou industrií. Také ji už registroval ve svých záznamech, i když výjimečně, jako „křesací kámen“ či „křesavý kámen (pazourek)“ např. v neolitické sídlištní jámě u Nebužel na Mělnicku (*Krolmus 1852*, 13–13v). Nutno ale počítat s tím, že jako pazourek (Feuerstein) byly v té době označovány všechny nálezy štípané industrie. Tak např. se píše o množství hrotů šípů a kopí z pazourku (Flintstein) vykopaných v 60. letech v Šárce a koupených do Národního muzea s Mikšovou sbírkou roku 1871 (*Vocel 1869c*, 7).

<sup>4</sup> E. Šliková M. Kalinovi z Jäthensteinu, Kopidlna 6. 6. 1838 (Archiv Národního muzea, fond Archeol. sbor, kart. 2, č. 233).

Výzkum Ludvíka Šnajdra u Bukvice na Jičínsku roku 1877 (*Šnajdr 1888*) potom na sídlišti s vypíchanou keramikou poprvé odkryl i výrobní místo pazourkové industrie.

Mnohem nesnadnější a neobvyklé bylo rozpoznání nepazourkových surovin, ve kterých tato doba (a ostatně i pozdější) všeobecně neměla jasno; (roz)poznání křemenců a rohovců bylo v plenkách. V archeologii se zcela výjimečně objeví pojem „pazourek rohový (Hornstein)“ v katalogu pravěké sbírky (*Hlavatý 1856–1857*, 186). S pojmem křemenec se nesetkáme vůbec. První známý paleolitický nález v českých zemích – čepel z Prahy-Jenerálky (*obr. 4*) – byl shodou okolností zhotoven z křemence a je zajímavé pozorovat, jak se např. mnohostranný přírodovědec (též geolog) Antonín Frič (*obr. 6*), který jej uvedl do literatury, s touto okolností vyrovnával: nejprve zmiňuje (1867) „pazourkové stroje nalezené v Šárce“, ale už krátce nato (*Frič 1868*, 284) mluví o „křemenitých zbraních, nalezených v Šárkách“, a další rok nato dokonce rozlišuje „nožičky z křesavého kamene shotovené, nalezené na Pumberku u Chrudimi, pak (...) křemenné nástroje nalezené v Šárkách“ (*Frič 1869*, 202). V první podrobnější zprávě o nálezu z Jenerálky (*Frič 1876*, 27) výslovně uvádí, že čepel „není z pazourku, nýbrž ze slitého pískovce, jaký se v severozápadní části Čech na některých místech v útvaru křídovém vyskytuje“ (takto i *Šnajdr 1882*). Na výročním zasedání Královské české společnosti nauk v roce 1877 ji uvádí jako „nástroj kamenný z křemenitého pískovce“ (*Frič 1877*, 99). Tento soud opakuje i čelný geolog té doby Jan Krejčí ve své Geologii: na rozdíl od „hrotů flintového kamení“ z Chrudimi je šárecký artefakt „shotovený z tvrdého křemitého pískovce“ (*Krejčí 1877*, 1019).

Takto je konečně definována první nepazourková surovina štípané industrie v české literatuře – v tomto případě křemenec typu Bečov.<sup>5</sup> Situace byla ztížena tím, že o příslušných druzích hornin neexistovaly téměř žádné speciální práce přírodovědecké; surovin kamenných nástrojů se dotýkala francouzská práce, o níž referoval Vesmír (*Anonym 1874*), první práci věnovanou pazourku byl stručný článek o jeho vzniku od prof. F. Nekuta tamtéž (*Nekut 1883*); nic z toho ale archeologické praxi příliš nepomohlo.

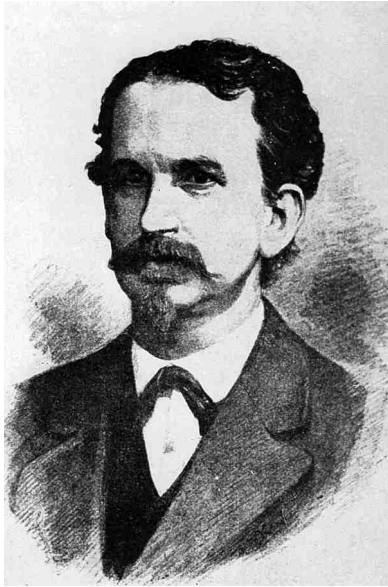
## Suroviny broušené kamenné industrie

Jestliže v ohledu štípané industrie spolupráce archeologie s přírodovědou prakticky neexistovala, u broušené tomu bylo naopak. I když dlouho byla klasifikace suroviny výhradní doménou osobních znalostí, zájem o ni byl asi odedávna: první určení v literatuře u nás uvedl Karel Josef Biener z Bienenberka v roce 1785, když popisoval artefakt „aus einem sehr harten und der Feste des Eisens gleichkommenden Stein, und eigentlichen Basaltstein“. Krátce nato statistik a historik J. A. von Riegger v jednom ze svých vlastivědně-hospodářských sborníků publikoval pravěké kamenné artefakty z Bžan u Teplíc, už včetně určení suroviny: dva z nich (č. 1 a 2 na ilustrační tabulce – viz *obr. 7*) jsou označeny jako čedič, třetí jako rohovec (*Riegger 1792*).

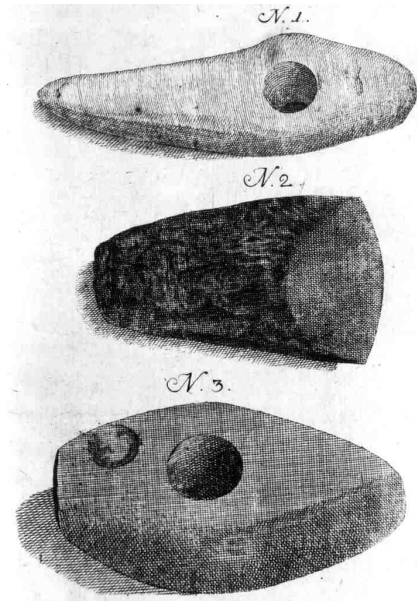
Poměrně brzy se však obdobný zájem projevil i mezi mnohostrannějšími geology a mineralogy (petrografy), a to v několika evropských zemích. Směr bádání, nazvaný později petroarcheologií, založil francouzský mineralog s archeologickými zájmy August Alexis Damour (1808–1902), jenž se celoživotně věnoval chemickému složení minerálů a řadu jich objevil (*Damour 1885–1886*), a po něm se objevili další zájemci, zejména po nástupu

<sup>5</sup> Jiné suroviny štípané industrie dlouho nebyly známy: první obsidián v Čechách se objevil teprve při výzkumech A. Stockého na neolitickém sídlišti (vypíchaná keramika) u Skřivan na Novobydžovsku (*Anonym 1913*, 39).





Obr. 6. Antonín Frič (1832–1913).  
Fig. 6. Antonín Frič (1832–1913).



Obr. 7. Ilustrace k prvnímu pokusu o určení suroviny při publikaci kamenných artefaktů z Čech: č. 1 a 2 označeno jako čedič, č. 3 jako rohovec (Bžany u Teplíc – Riegger 1792).  
Fig. 7. Illustration for the first attempt to determine the raw material during the publication of stone artefacts from Bohemia: Bžany near Teplice (Riegger 1792): no. 1 and 2 labelled as basalt, no. 3 as chert.

mikroskopické mineralogie a petrografie v 70. a 80. letech 19. století (přehled tohoto nejstaršího období podávají Štelcl – Malina 1975, 103–105).

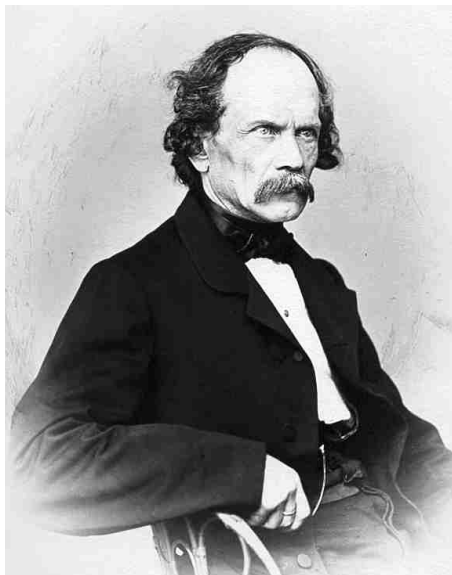
Tato informace, spokojující se Damourovým jménem, se opakuje v moderních petroarcheologických pracích, aniž by byla věnována pozornost faktu, že v Národním muzeu v Praze proběhla první akce odborného určování surovin broušené industrie už v roce 1850. Čerstvý profesor archeologie na pražské univerzitě Jan Erazim Vocel (1802–1871; obr. 8), zprvu básník a spisovatel, posléze archeolog a historik umění<sup>6</sup>, jenž zároveň jako hlava Archeologického sboru Národního muzea měl jakýsi hlavní dohled nad archeologickou sbírkou muzea, založil tehdy nový a konečně řádný knižní inventář sbírky, kam chtěl vpišovat i údaje o surovině, a obrátil se tehdy o pomoc na svého univerzitního kolegu, profesora Reusse.

Stojí za povšimnutí, že Vocel byl prvním českým archeologem, který překročil hranici mezi historickými a přírodními vědami, v časech romantismu až do 60. let 19. století dosti samozřejmou a respektovanou. Dařilo se mu to díky jeho osobnímu zájmu o geologii, mineralogii a chemii, patrnému i z jeho raných prací, když jej v mládí ve Vídni navštěvované přednášky prof. F. Mohse přivedly zejména ke krystalografii a inspirovaly k historicko-

<sup>6</sup> O něm podrobně Sklenář 1981; s literaturou o něm Sklenář 2005, 625–626.



Obr. 8. Jan Erazim Vocel (1802–1871) v půli 60. let.  
Fig. 8. Jan Erazim Vocel (1802–1871).



Obr. 9. August Emanuel Reuss (1811–1873).  
Fig. 9. August Emanuel Reuss (1811–1873).

romantickým povídkám na tato témata.<sup>7</sup> Později se pokusil o výklad geologické stavby Tater (Časopis Národního muzea 17, 1843); tam uvedl, že „*spisovatel těchto řádků, nabyv o věci té zralejších náhledů a hojnějšího přesvědčení, na příležitějším místě o tom jednati obmyslí*“, k čemuž ale kvůli obratu k archeologii nedošlo – i když se zabýval také původem a stavbou Krkonoš a věděl o bludných balvanech jako dokladech dávného zalednění podle Agassizova učení. Neméně užitečné při těchto přestupech hranic byly mu přátelské styky s významnými osobnostmi „z druhé strany“, jako byl Barrande<sup>8</sup>, Krejčí, Frič, Zepharovich či Pošepný a ovšem právě Reuss.

MUDr. August Emanuel Reuss (1811–1873, obr. 9 – o něm *Laube 1874; Anonym red. 2001; Sklenář 2005, 477*) – geolog, mineralog, petrolog a chemik – původně lázeňský lékař v rodné Bílině, byl od roku 1849 profesorem mineralogie a geognosie filosofické fakulty UK v Praze, kde suploval i paleontologii a geologii, byl též členem Královské české společnosti nauk i akademie věd ve Vídni. Působil ve správních orgánech univerzity i muzea, kde stál v čele německé strany (roku 1853 spoluzakládal Přírodovědecký sbor, ale zakrátko opustil jeho vedení na protest proti jeho počestování); tady se stýkal s Vocelem, s nímž zejména počátkem 50. let spolupracoval při určování suroviny kamenných nástrojů (první akci toho

<sup>7</sup> Der Krystallograph (Jugendfreund 1834, Ost und West 1845, česky Hlatipisec, Květy 4, 1837, č. 39–46, samostatně poprvé Praha 1846, další 1881 a 1906); ve 30. letech ještě Der Alchemist (Jugendfreund, pak Moravia 1, 1838–1839, č. 1–11), nebo König Azotes (Jugendfreund).

<sup>8</sup> Podle svého deníku se Vocel s Barrandem stýkal zejména během roku 1865 a pak 1867, dostal od něho spis *Défense des colonies*, dal mu foto „předpotopní vlenecké nádoby“ a chodil i do terénu, např. 10. 9. 1865 „S Jarom./trem tj. synem – K. S./ u p. Barranda, s ním a p. Pražákem a ml. franousem v Hlubočepích, velmi zajímavá a namáhavá geognostická exkurse“. V jeho pozůstalosti jsou Barrandovy geologické náčrtky jako vysvětlivky pro něj.

I.

*Starožitnosti z pohanské  
doby.  
a.  
Kamenné předměty.*

*Skř. A. Příhr. 2.*

<i>Číslo</i>	<i>Předmět.</i>	<i>Naleziště.</i>	<i>Jméno dopravce nebo prodávatele vz.</i>
1.	<i>Mlat 9" dlouhý, s dírou. Látka: hadec (Serpentin)</i>	<i>Ves Bukovici blíž Sici- na.</i>	<i>P. Janáš Dobal r. 1891 daro- val.</i>
2.	<i>Mlat 6½" dlouhý, s dírou. Bulizník (Kieselschiefer).</i>	<i>Lelec u Kutné Hory.</i>	<i>P. farář Dvořák dar. r. 1824.</i>
3.	<i>Mlat 5¾" dlouhý, s dírou. Hadec.</i>	<i>Čerhovice.</i>	<i>P. Ackermann postovní dar. r. 1830.</i>
4.	<i>Mlat 4¾" dl. s dírou. Hadec.</i>	<i>Čechy na Morávě.</i>	<i>p. hrabě Fran- ciska Staroucca dar. r. 1823.</i>

Obr. 10. Ukázka Vocelova inventáře archeologické sbírky Národního muzea z roku 1850 s určením suroviny kamenných artefaktů.

Fig. 10. Sample of Vocel's inventory of the archaeological collection of the National Museum from 1850, stating the raw material of stone artefacts.

druhu u nás) a chemického složení bronzů ze sbírek Národního muzea. V roce 1863 se stal profesorem na univerzitě ve Vídni.

O jeho společné akci s Vocelem neznáme podrobnosti, víme jen podle Vocelova deníku<sup>9</sup>, že 16. 10. 1850 „Reuss v museu ustanovoval látku kamenných předmětů“. Protože v první fázi zapisování do Vocelova inventáře jsou suroviny určeny vcelku jednotným způsobem, je patrné, že Reuss viděl a (nejspíše jen makroskopicky) určil všech několik desítek artefaktů, které k tomuto datu ve sbírce byly. Jestliže v prvním inventáři sbírky, sepsaném Josefem Vojtěchem Hellichem v první polovině 40. let (publikoval *Sklenář 1980*, příslušná partie s. 203–204), figurovaly všechny kamenné artefakty pouze pod označením „kámen“ (Steinkeil, Steinhammer, ...), Vocelův německy psaný inventář (obr. 10) po Reussově expertize zná u broušené industrie – obvykle ještě s německým překladem zřejmě z původního Reussova určení (kvůli dosavadní neobvyklosti některých českých termínů) „hadec“ (serpentin, tím jsou míněny nejběžnější zelenavé amfibolické břidlice), bulizník (Kieselschiefer), křemen, celistvý živec (dichter Feldspath, Feldstein), čedič, žulu, „mamel“ (diorit), resp. mamel břidlici (Dioritschiefer), „vápenec zemní“ (Kalkmergel), kámen pískový resp. pískovec

<sup>9</sup> Státní oblastní archiv, Kutná Hora, fond J. E. Vocel.

a křemen (resp. křemen pazourek). Tyto pojmy se vyskytují v první části katalogu, určené zřejmě Reussem; pozdější přírůstky už mají jen přídomek „kamenný“, nebo nejsou označeny nijak.

V české verzi sepsané později J. Hlavatým a vytištěné – *Anonym 1863*, 1–4 – se objevuje pouze hadec, buližník, mamel, žula, křemen a křesací kámen-pazourek (případně pazourek rohový), ojediněle mramor a zkřemenělé dřevo.

Šlo tu ovšem spíše o znalectví než o vědeckou práci, nicméně můžeme říci, že rok 1850 a Vocel s Reussem (jejichž spolupráce, jak se ještě ukáže, tím neskončila) stojí u počátku spolupráce české archeologie s přírodními vědami. Tento způsob stačil v době romantismu, kdy artefakty byly brány jako „pohanské zbraně“, ne ovšem už v éře pozitivismu, která položila důraz na předměty samé. To jasně vyjádřil Josef Smolík, když uveřejnil přehlednou práci o tomto druhu nálezů. Sám jako matematik jistě znalcem v tomto směru nebyl, přestože poprvé shromáždil dost údajů o pazourku (*Smolík 1881*, 543, jinak ze štěpných surovin jen zmínil obsidián a jaspis) a o broušených nástrojích uvedl pouze, že „*shotoveny jsou větším dílem z rozličných druhů břidlic, tedy, jak už praveno, z hornin, na př. z dioritu, porfyru, eklogitu, jinorazce (amfibolitu – K. S.), nephritu, hadce, teč však ze žuly, ruly a p. (...); nástroje ze žuly, porfyru a ruly (zvláště barvy bělavé nebo načervenalé, též bílé a černé prouhované) jsou dosud velmi vzácný; hustěji se takové vyskytují z černého balužníku, jenž přichází v břidlici hlinité, a z hadce – jinde jako u nás.*“

Smolík si byl vědom nedostatečnosti amatérských určení, a proto kriticky uzavírá: „*Z jakého kamene vyobrazené zde nástroje jsou, o tom jsme ničehož nepoložili z té příčiny, poněvadž nutně zapotřebí, aby se znova, důkladněji nežli jindy proskoumaly, jak toho nynější stupeň archaeologie předhistorické vyžaduje. Povrchní dosud běžné pojmenování toho neb onoho druhu kamene, z něhož podobné nástroje snad shotoveny jsou (jak např. z buližníku, dioritu, zelenokamu a p.) nyní už dokonce nepostačuje. Výsledek novějšího stanovení druhů těch svého času zde uveřejněn bude.*“ (*Smolík 1881*, 556).

K tomu ale už později nedošlo, ačkoli i Národní muzeum samo mělo schopné odborníky v tomto směru; chyběl zájem ze strany archeologie, po léta spravované archivářem Schulzem. V české archeologii se neodrazilo ani konjunkturální téma broušených nástrojů z nefritu, jadeitu či chloromelanitu, jejichž výchozy byly tehdy v Evropě neznámé a dokud se neobjevily, bylo ve střední Evropě a zejména v Německu módní spojovat je s etnickými migracemi; téma, jímž se opakovaně zabývala i hlava německé archeologie prof. Virchow (mapu nálezů uveřejnil berlínský Archiv für Anthropologie 16, 1886), rezonovalo i na Moravě, ale mezi českými nálezy tyto materiály prakticky chyběly. Duch doby se odráží v žádosti Karla Jaroslava Mašky k čáslavskému muzejníkovi Klimentu Čermákovi: je divné, že v Čechách nejsou broušené nástroje z jadeitu a nefritu, v literatuře se nenachází nic, ale tomu Maška nevěří a doporučuje, aby Čermák věnoval pozornost zeleným a průsvitným klínkům tvrdosti blízké křemeni, on že pak obstará určení suroviny.<sup>10</sup>

V Čechách ale chyběly nejen příslušné suroviny, ale i zájem o ně v přírodovědeckých kruzích; výjimku tvoří zpráva podkrušnohorského geologa Gustava Carla Laubeho o nálezu sekeromlatu z tmavozeleného afanitu, původu nikoli místního, u Teplic (*Laube 1875*, 180). (Laube – o něm *Macek ed. 1989*; *Sklenář 2005*, 340–341 – se rok nato stal profesorem

<sup>10</sup> Maška Čermákovi, Nový Jičín 29. 2. 1888 (Literární archiv Památníku národního písemnictví, fond K. Čermák, kart. 2).

mineralogie a geologie na pražské univerzitě; věnoval se i kvartéru a paleolitu v Čechách; prof. F. X. France později určoval suroviny broušené industrie z eneolitických výšinných sídlišť Bzí a Lopaty – viz *Szombathy 1888*, 132; *Šaldová 1988*, 251).

Jediným vědeckým přínosem v tomto směru byly studie a nepochybně i experimenty prof. PhDr. Františka Štolby (1839–1910). Štolba patřil k nej přednějším českým chemikům: po studiu zůstal na pražské polytechnice jako asistent v laboratoři prof. J. N. Ballinga, kde prováděl pro J. E. Vocela chemické analýzy bronzových předmětů z Národního muzea (o tom dále) a přednášel o nich v Královské české společnosti nauk. Zabýval se však i úvahami o postupech při výrobě kamenných broušených nástrojů a v 3. části své práce v Památkách archeologických (*Štolba 1866b*), nazvané „O děláni kamenných zbraní za pravěku“ vyslovil domněnku, že většina užitých hornin je vlivem vlhkosti znatelně měkčí bezprostředně po vylámaní z ložiska, než po vyschnutí, a že pravěcí lidé toho využívali při opracování; na toto téma přednášel i v Přírodovědeckém sboru Národního muzea dne 14. 11. 1874 (*Anonym 1875*).

Zápis ze schůze Archeologického sboru Národního muzea dne 12. 1. 1877 uvádí, že prof. Frič navrhl, aby se kamenné mlaty daly ke zkoumání na univerzitu prof. Emanuela Bořického (jenž dříve působil v muzeu jako nástupce prof. Jana Krejčího a založil tu vědeckou petrografii), což bylo sice schváleno, ale nic dále se o tom už nedovídáme; nejspíše zůstalo při záměru.

Samostatnou partii by vyžadovaly dobové spekulace o tom, že broušené artefakty musely být opracovány a zejména vrtány jedi ně železem, což byl hlavní argument tábora odpůrců samostatného neolitu v pravěku Evropy a tím i zbraň v archeologicko-politickém zápase části německé (Lindenschmit, Hostmann) i části jí ovlivně ně české archeologie proti „nordickému“ (dánskému, Thomsenovu) dělení pravěku na tři doby z let 1836–1837. Stačí dodat, že tento argument, byť houževnatě udržovaný, ztrácel na síle už v 60. letech se šířícím se (ovšem jen teoretickým) uznáním, že k opracování některých mohl stačit i ostrý kámen resp. pazourek (např. *Vocel 1868*, 12), od 70. let potom prvními experimenty s vrtáním kamene dutou kostí apod., jež úspěšně vyvrcholily prezentací pokusů O. Tischlera na archeologické výstavě v Berlíně roku 1880.

### Třetí stupeň: Relativní chronologie z externích zdrojů Paleolit a geologické vědy

Starožitnická archeologie v Evropě prožila mnoho desítek let, aniž měla více než jen teoreticko-hypotetické povědomí o existenci předzemědělské fáze vývoje člověka a jeho kultury. To se s konečnou platností změnilo na přelomu 50. a 60. let 19. století, kdy začal rozmach paleolitického výzkumu ve Francii a v Anglii, východním směrem pak v Německu a dále. K objevování nové, nejstarší epochy lidských dějin, které umožnilo Johnu Lubbockovi v roce 1865 poprvé vymezit a definovat čtvrtou pravěkou dobu (rozdělením doby kamenné na starší a mladší), docházelo už předtím, a zejména v tomto období prakticky výhradně díky práci geologů a paleontologů, zaměřujících se na čtvrtohorní usazeniny a nálezy v nich.

Pro účel tohoto článku stačí připomenout, že poznatky z anglických a francouzských jeskyní a prosazení objevů Bouchera de Perthes v severofrancouzských říčních nánosech od 40. let vyvrcholily po roce 1860 obecným uznáním starší (náplavové) a mladší (jeskynní)

fáze paleolitu, což bylo takřka výhradně dílem přírodovědců, v prvním případě anglických (Prestwich, Lyell, Falconer, Dawkins), ve druhém francouzských (Lartet); totéž pak v Německu (Fraas) atd. Archeologie šla po této linii souběžně, ale vesměs „v druhém plánu“ a v rukou přírodovědců, nehledě na zásadní význam objevů při těchto výzkumech. V tom byl nadlouho zakotven rozdíl mezi výzkumem paleolitu a „keramického“ zemědělského pravěku, projevující se i tím, že paleolitikové častěji zasahovali do výzkumu mladších období, kdežto archeologové zemědělského pravěku do paleolitu nikdy. Nejde tedy o žádnou výjimku, když totéž platí i o Čechách.

Informace o paleolitických objevech na západě se v českém tisku prakticky neobjevovaly a povědomí o nich mohlo být jedině důsledkem odborného přírodovědeckého zájmu. První osobnost, kterou můžeme v této souvislosti uvést, je profesor Jan Krejčí (1825–1887, *obr. 11*) – typický příklad vědce, který měl skutečný zájem a všechny předpoklady objevit v Čechách paleolit (*Kettner 1925; Čechová ed. 1987, s. lit.*) – kromě dostatečné vyspělosti archeologie samé, a hlavně objektivního nedostatku dostupného nálezového materiálu v terénu. Žák prof. F. X. Zippého, pak jeho asistent v Národním muzeu a po jeho odchodu v letech 1851–1869 kustos muzejních mineralogických sbírek. Na rozdíl od severočeského Němce Zippého, jenž logicky dovršil svoji kariéru na vídeňské univerzitě, Krejčí jako první český národovec mezi geology považoval za svou povinnost věnovat Čechám své vědecké dílo i působení.

Těžištěm jeho práce kolem poloviny 50. let Národní (tehdy České) muzeum. Spravoval jeho sbírky „mineralogie a geognosie“ tj. v podstatě petrografie, roku 1853 se podílel na vzniku Přírodovědeckého sboru Národního muzea a jeho časopisu *Živa* (ten redigoval s J. E. Purkyněm až do roku 1867). Jeho publikacemi v *Časopise Českého muzea* – první geologickou mapou pražského okolí (1846) a články z následujících let (*Krejčí 1847; 1854; 1857a; 1857b; 1859b*) – začíná systematická odborná práce v české geologii, na níž měl Krejčí v této první fázi zásadní podíl, jímž si vysloužil přídomek „otec české geologie“. Uznáním jeho vědecké činnosti, vrcholící první českou učebnicí geologie (1860, kompletní 1877), bylo členství v Královské české společnosti nauk od roku 1850; roku 1864 se stal profesorem mineralogie a geologie na pražské polytechnice, později po rozdělení univerzity na její české větvi.

Pro budoucnost archeologie paleolitu bylo důležité, že Krejčí se od konce 40. let jako první v Čechách soustavně věnoval kvartérním usazeninám, dosud odborně nedotčeným. Situace byla neutěšená. Vocelův zájem o geologii se vytvořil v dobách, kdy její znalosti o „diluvii“ byly ještě zanedbatelné a on sám ještě nevěděl o své budoucnosti archeologa. Sice v úvodní univerzitní přednášce v roce 1850 mluvil také o potřebě zkoumat i „*památky lidské činnosti, nalezené ve vrstvách mocí Neptunskou utvořených*“, musel tedy vědět o raných nálezech z náplavů Sommy i z jeskyní v Dordogne, ale jeho zájem se odvíjel od (slovanské) historie, a snad proto se v jeho Pravěku země české s těmito aspekty vůbec nesetkáme. V terénu sice Krolmus navštěvoval cihelny, ale jen kvůli hrobům a sídlištním jamám; o významu vrstev a možnosti nálezů v nich neměl ani tušení.

Za této situace samozřejmě poznatky Jana Krejčího, ať už vlastní či z literatury přenesené, nemohly stimulovat počátky zájmu o paleolit, omezené ostatně tehdy na západní Evropu, ale základy už byly položeny. Krejčího přednáška v Královské české společnosti nauk (*Krejčí 1854a*) a článek o „oblázcích na vysočinách okolo Prahy“ (*Krejčí 1854*), byl velmi krátký, poprvé u nás zachycuje existenci mocných šterkopískových vrstev, jež dokonce

Obr. 11. Jan Krejčí (1825–1887).  
Fig. 11. Jan Krejčí (1825–1887).



### Předpotopní nádoba Vlenecká.



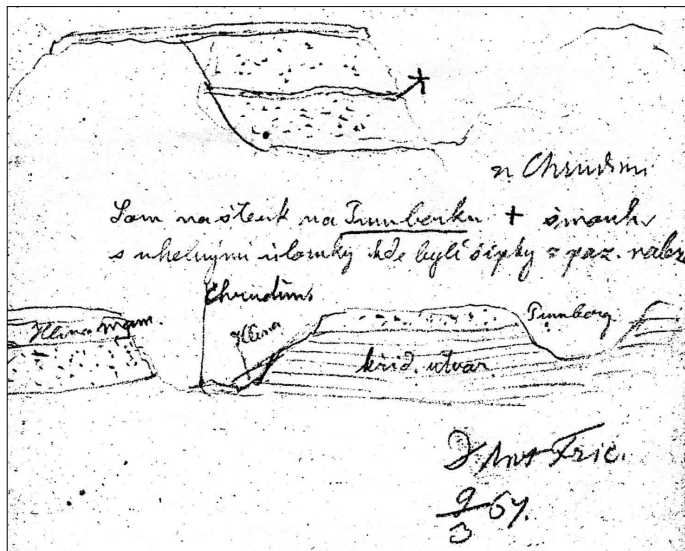
Obr. 12. „Předpotopní nádoba vlenecká“  
na ilustraci v Památkách archeologických  
a místopisných (Anonym 1859).  
Fig. 12. 'Antediluvian vessel' from Vlenec in  
an contemporary illustration (Anonymous  
1859).

„na některých místech pozorují se v několika stupních po sobě nahromaděny“. Jejich původ je jednoznačně náplavový a „jsme tedy nuceni přijmouti, že Vltava jednou tak znamenitě vysoký stav mítí musila, že své oblázky na takovou výšku vynésti mohla“. Nehledě na vysvětlení jednorázovou událostí, je to první popsany terénní průzkum kvartérních usazenin v české literatuře. (O oblázcích a hlinách cihlářských mluví ovšem už *Krejčí 1847*, ale má je jen obecně za pozůstatky „všeobecné povodně“.)

V pozdější době *Krejčí* – ačkoli jej zaujaly například přírodovědné poznatky ze švýcarských „nákolních osad“, které navštívil v roce 1862 (*Krejčí 1863a*) a spolupracoval s Archeologickým sborem Národního muzea – přecházel spíše k obecnějším otázkám pleistocénu: psal o geologickém vývoji Čech ve sborníku vydaném Národním muzeem (*Krejčí 1855*), o stáří lidstva (*Krejčí 1863b*), o (tehdy jediné předpokládané) ledové době a jejích příčinách (*Krejčí 1863c*) a přehledně o středoevropském pleistocénu (*Krejčí 1865*).

Se jménem Jana *Krejčího* je spojen také první, bohužel jen domnělý objev z paleolitu (i když tento pojem ještě nebyl použit, nálezy se označovaly podle dobového termínu pro pleistocén „diluvialní“ nebo „předpotopní“). Tento případ (v protikladu např. k Moravě) charakterizuje tehdejší situaci, kdy odborně kvalifikovaní a připravení badatelé se usilovně snaží najít stopy paleolitického osídlení, které jsou tu ale poměrně vzácné a spíše nedsnadno dostupné.

V roce 1858 se v pískovně mezi Kornem a Vlenci nedaleko Karlštejna našla drobná lahovitá nádoba, sebraná dělníkem v hloubce asi 3 (či 5?) metrů (*obr. 12*). Šlo o keramiku z doby pozdně římské (až starší doby stěhování národů), což tehdy nikdo nemohl rozpoznat,



Obr. 13. Geologický profil ve štěrkovně u Chrudimi, kreslený A. Fričem v březnu 1867, s patrně prvním zaznamenaným objevem paleolitu v Čechách (Státní okresní archiv Kutná Hora, fond J. E. Vocel).

Fig. 13. Geological profile in the gravel pit in Chrudim, drawn by A. Frič in March 1867, allegedly with the first recorded Palaeolithic find in Bohemia (Kutná Hora State District Archive, J. E. Vocel collection).

ale hloubka nálezu dala vzniknout domněnce, že jde o „diluviální“ keramiku a tedy nejstarší českou památku; stejně tak nikdo (kromě terénního praktika Krolmuse, jenž lokalitu znal a jehož úsudek zůstal v rukopisném deníku – *Krolmus 1859*, 6v, 23v) nepoznal, že šlo evidentně o nález v druhotné poloze (spadlý ze stěny na dno pískovny). Věcná podoba nálezu tu ostatně nehrála roli (existence keramiky v paleolitu se tehdy i později na základě nálezů v západoevropských jeskyních připouštěla<sup>11</sup>), rozhodující byla stratigrafická poloha v „diluviálních“ vrstvách, přijímaná bez archeologické kritiky.

Nálezu se ujal Jan Krejčí, jenž v té době prováděl v okolní krajině „půdopisný“ průzkum. Byl přesvědčen o jeho původu z diluvia „druhé zony“, tj. hlubší partie pleistocenních sedimentů, a několikrát jej uveřejnil (*Krejčí 1858*, 85; *1859a*; *1865*; *Anonym 1859*) s tím, že „*jest vlenecká nádoba nejdávnější starožitnost česká a pochází z dob, pro něž nám historické měřítko úplně chybí. (...) zdá se býti k víře podobno, že již v dobách diluviálních, totiž v dobách evropských slonů, nosorožců a lvů v našich krajinách lidé obývali.*“ (*Krejčí 1859a*).

Jeho autorita spolu s touhou prokázat v Čechách paleolit způsobila, že jeho mínění přejímali soudobí přírodovědci i archeologové, ne ale všichni s toutéž jistotou. Z prvních A. E. Reuss opatrně (*Reuss 1863*, 199), zato Antonín Frič (jenž za pár let nato zdokumentuje místo patrně prvního zachyceného nálezu paleolitu v Čechách – *obr. 13*) s plnou důvěrou, jakou později věnoval nálezům domněle paleoantropologickým a s neověřenou jistotou, že jak nádoba vlenecká, tak druhá zanedlouho hlášená od Roudnice, byly objeveny „*v nepohnutém štěrku diluviálním*“ (*Frič 1868*, 284; *1869*, 202). Archeologové, vesměs v paleolitu neangažovaní, byli opatrnější: prof. Vocel, jenž v květnu 1864 navštívil lokalitu s Barrandem, jak svědčí dochovaná kreslená mapka okolí<sup>12</sup>, uzavřel odstavec o vlenecké

<sup>11</sup> „Der Fall ist nicht vereinzelt. In den Knochenhöhlen von Franken, England und Frankreich (...) sind Artefacte, namentlich Scherben, in Gemeinschaft mit Knochen von Diluivialsäugethiere (...) vorgekommen.“ (*Krejčí 1858*, 85).

<sup>12</sup> Archiv Národního muzea, fond Archeol. sbor, kart. 4, č. 354.



nádobě ve svém Pravěku (*Vocel 1868, 7*) konstatováním, že „*nynější stav vědy nedovoluje ovšem, abychom určitý úsudek o stáří a původu osudí vleneckého pronesli. – Ostatně zakládá se zpráva o objevení nádoby vlenecké na výroku třetí osoby; avšak úplné rozřešení otázky té požaduje, aby zpytatel nejbližší okolí nádoby, když ještě nedotknuta v ložišti svém ležela, bedlivě byl ohledal a všechny poměry místnosti té vyzpytoval, čehož se ovšem v tomto případě nestalo.*“

Tento přístup (a ještě spíše zmíněný už soud Krolmusův) naznačuje rozdíl mezi optimismem tehdejších geologů a metodicky správně uplatněnou skepsí archeologů. Ukazuje se také, že v případech počátků paleolitického výzkumu v Čechách nešlo vlastně o spolupráci věd, nýbrž o dvě samostatné linie, které se navzájem informovaly, ale nesešly se ke společné práci. Proto je z hlediska otázky skutečné spolupráce zajímavější následující kapitola, která ukazuje, jak archeologie ruku v ruce s chemií dospěla spojením metod k novým výsledkům.

## Čtvrtý stupeň: Relativní chronologie z interních zdrojů Chemie a složení kovových artefaktů

*„Wenn die Chemie und Archäologie einander die Hände reichen zur beharrlichen Forschung und Combinirung, dadurch die Lösung eines der interessantesten, aber auch schwierigsten Probleme, welches die Culturgeschichte darbietet, gelingen wird.“*

J. E. Vocel 1855

*„Bronz čili zpěž jest sloučenina mědi a cínu. Však i jiná kovová příměs se nachází. Na základě zkoušek předsevzatých v lučebně university Pražské s některými bronzí této sbírky pokusil se p. prof. Vocel o to, aby alespoň poněkud určil poměr jednotlivých kovových částek v bronzích antických. Shledal totiž, že bronzí doby nejstarší jsou z mědi a z cínu, a že obsah mědi se mění mezi 100% a 85%.“*. V této stručné informaci asistenta archeologické sbírky Národního muzea Jana Hlavatého v tištěném katalogu této sbírky (*Anonym 1863, 12*) je vystiženo několikaleté úsilí Jana Erazima Vocela o využití chemických analýz v archeologii jednak za účelem přesného určení složení bronzů, jednak ale také kvůli využití těchto informací pro relativní chronologii bronzové industrie. To je také hlavní důvod, proč se Vocel soustředil na bronz (včetně mědi); analýzy železa ve srovnání s bronzem mnoho přinést nemohly a zrezivělé trosky rozpadající se v tehdejších muzeích nebyly zdaleka tak podnětné ani z archeologického hlediska.

Nutno říci, že ve využití chemie pro studium bronzů nebyl Vocel zdaleka první. Od druhé poloviny 18. století, kdy začíná moderní chemie, narůstal i zájem o chemické složení kovů a o něco později, ve 20. letech 19. století, se začíná užívat kvantitativní analýza kovů (*Cayley 1951; 1964; Otto – Witter 1952, 1–20; Ruthenberg 1985; Pollard 2013*). Pokud jde o „starožitnosti“, byly slitiny mědi v západní Evropě zkoumány už před koncem 18. století, zejména mince antické a keltské, ale už r. 1804 byl publikován ve Francii i rozbor bronzového meče nalezeného s římskými mincemi. V té době se také rozšířil pojem „bronz“ poté, co byla poznána chemická podstata této slitiny (dříve se ve starožitnických spisech opisoval jako „mosaz“ či „kov podobný korintskému“, nebo obecněji „kov“ (Metall, Erz).

Za průkopníka chemických analýz bronzů platí Martin Heinrich Klaproth (1743–1817), od 80. let 18. století působící na berlínské univerzitě (o něm *Cayley 1949*). Byly to ale

vesměš pokusy samoučelné, protože se nevědělo, jaké závěry z toho vyvodit; navíc se soudilo, že většina bronzů z území Germanie je římského původu. Teprve německý archeolog (v dobovém smyslu slova) Friedrich Alberti, farář v Hohenleuben a sekretář Vogtlandského starožitnického spolku, docenil význam chemie pro archeologii, když napsal (*Anonym 1842*, 44), že analýzami bude možno „*ein Kriterium zu finden, (...) ob römische, germanische, slavische oder eines ältern Volkes Arbeit vorliegt*“. Stopové prvky pomohou najít původ kovů, srovnáváním analýz bude získána základna pro snadnější klasifikaci kovových starožitností, ale zejména se najde odpověď na kardinální otázku romantické archeologie – kterému národu nálezy patří.

Prakticky neznámá je skutečnost, že v téže době působil i v Čechách jiný „archeolog ze záliby“ – Václav Pauk (1788–1844, o něm *Sklenář 1976* passim; 2005, 424), ředitel panství a dolů hraběte Kašpara ze Šternberka (zakladatele Národního muzea) v Radnicích, kvalifikací montanista – tedy technik-přírodovědec, v archeologickém výzkumu spolupracovník jednak svého pána (pro něhož vedl průkopy valem na hradišti u Bukovce na Plzeňsku 1836 s prvními nálezy tzv. spečených valů (viz výše), jednak Matyáše Kaliny z Jäthensteinu při vykopávkách na Radnicku – u Nynic 1835 a zejména u Břas 1839.

Z doby břežského výzkumu je dochován jeho zajímavý dopis Kalinovi<sup>13</sup>:

„... *Da wir es dermal mit einem metallischen Denkmal der Vorzeit zu thun haben, so ist die Untersuchung des selben von hoher Wichtigkeit, um dessen Bestandtheile unter Verbürgung eines chemischen Verfahrens zu erforschen.*

*Dazu können Sie wesentlich helfen; ich übersende Ihnen einen der kleinern Ringe, wovon ich meldete, der dem Ansehen nach ganz glatt ist, und den man der chemischen Untersuchung auf die Metallgehalte, wenn er wie ich voraussetze, mehrere und verschiedenartige enthält, widmen kann, um ein sicheres Resultat zu erhalten. – Kleine Bruchstücke geben zu wenig Materie her, um bey den hydrostatischen Wägungen oder sonst auch den chemischen Wägen die Gewichtstheile genau aussprechen zu können.// Da die Untersuchung auf dem nassen Wege geschehen muß, so werden sich die verschiedenen Metalloxyde im Wege der gänzlichen Auflösung dieses Ringes in ihren Gewichtstheilen darstellen, und da es bekannt ist, wie viel in einer bestimmten Menge ein und des anderen Metalloxydes an gediegenem Metalle aushalten ist, so wird der Chemiker dieses durch Rechnung finden.*

*Das grüne Kupferoxydat wird sich mit Salzsäure abscheuern lassen; mit Salpetersäure dürfte sich der Ring sonach gänzlich auflösen, und durch vorsichtige Ein/...ung der salpetersauern Kupfersolution, deren Trokung und Ausgleichen, wird sich das Kupferoxyd noch warm gewogen ergeben, aus dessen Verhältniß auf das darinn enthaltene Metall in quantitativer Hinsicht geschlossen werden kann. Während der Operation mit Salpetersäure sondert sich ohnehin das salpetersaure Zinnoxydat ab, um auch den gehalt an Zinn bestimmen zu können, wenn es in der Legirung vorkömmt.*

*Andere Metalle, wenn sie vorhanden sind, werden sich schon entdecken lassen, wenn der Chemiker hierauf Proben stellen wollte, besonders auf Gold, wenn ja hievon etwas in dargestellten Kupferoxyd vorhanden seyn sollte. –*

*Mein Wunsch wäre es, wenn Sie hierüber Hrn. Prof. Balling oder Hrn. Dr. und Prof. Pleischl zu welchem Sie das meiste Zutrauen hegen, daß er die Gefälligkeit haben würde, diese Untersuchung vorzunehmen und hierüber die Beschreibung des angewendeten Verfahrens und der erhaltenen Resultate mitzutheilen. Dieser Bericht über die chemische Untersuchung des Ringes würde der Abhandlung seinen ganzen Inhalts mit beygedruckt werden, und so die Gelegenheit geben auf interessante Betrachtungen über die frische Kenntniß unserer slawischer Voreltern in der Metallurgie zu übergehen, und einiges Licht zu verbreiten, über die so nahe liegende Möglichkeit, woher die metallischen Denkmäler in slawischen Ländern aus der Vorzeit abstammen mögen.“*

<sup>13</sup> Břasy 29. 8. 1839 (Literární archiv Památníku národního písemnictví, fond M. Kalina z Jäthensteinu).

Z dopisu je patrná (nemluvě o českém národním uvědomění, tehdy u vysokého úředníka výjimečném) chemická kvalifikace Václava Pauka, u něhož můžeme předpokládat absolvování pražské polytechniky. Zřejmě také on sám byl otcem myšlenky chemické analýzy a měl představu o jejím využití pro archeologii. Škoda jen, že pokud k analýze došlo a vznikla zpráva o ní, nezanechala žádnou stopu ani v Kalinově pozůstalosti, ani jinde, protože zamýšlená publikace břasského výzkumu (k němu *Sklenář 1987*, 1–3; 2002, 171–173; 2011, 142, č. 343/1 – jde o jednu či více mohyl na pohřebišti halštatské mohylové kultury na k. ú. Kříše) nikdy nebyla napsána: Kalina byl brzy nato zaujat tématem českých hradíšť, Pauk se po roce 1840 odmlčel a brzy nato zemřel. Kdyby se byla uskutečnila, byla by to první chemicko-analytická akce v české archeologii a první zpráva o ní. Osobnost prof. Pleischla, o níž ještě bude zmínka a s nímž byl Kalina zřejmě ve styku na půdě Společnosti nauk, by byla zárukou kvality.

### Počátky analýz v Praze

V této době už Evropa znala Thomsenovu písemnou formulaci starší myšlenky o sekvenci surovin v pravěku v podobě tří dob z roku 1836 (dostupnou v němčině – *Anonym 1837* – a pak i v angličtině), z nichž se polem činnosti pro chemii stala doba bronzová. Ta měla zvláštní vlastnost, že stále zůstávala kompaktním celkem (členila se nanejvýš postupně na časové fáze), zatímco doba kamenná se brzy rozpadla na dva samostatné celky a doba železná od počátku kolidovala s protohistorickými obdobími jednotlivých zemí a národů.

Jak s postupem pozitivismu rostl zájem o detailní chronologické členění dob,jevila se stále naléhavější potřeba najít nástroj pro členění doby bronzové, samozřejmě na základě bronzů jako nejefektivnější a starožitnický nejoblíbenější kategorie – tím spíše, když ve Vocelově době se ještě neuplatňovala „doba měděná“, oblíbená zejména v Rakousku v 70. a 80. letech (Vocel však s přechodnou dobou užívající měď počítal). Už v romantismu se ale střetávaly národní archeologie ve snaze přisvojit svým favoritům co nejvíce bronzů, a bylo tedy životně důležité zjistit, zda lze „národnost“ bronzů určit objektivní cestou. (Tato potřeba brzy zahrнула i počátkem 70. let ze železné doby vydělené celky doby halštatské a laténské.)

Vocel se osobně znal s Thomsenem i Worsaaem, ale třídobý systém neaplikoval mechanicky (více o tom *Sklenář 2014*). Připouštěl existenci doby bronzové („*Bylať doba v historii vzdělanosti lidské, v níž se výhradně bronzových nástrojů užívalo, tudíž se takové téměř ve všech evropských zemích vyskytují*“ – *Vocel 1847*, 531) a dokonce – zřejmě podle Worsaaea – měď jako předchůdce bronzu, ale pojem doby železné už potlačil v zájmu historicky známých národů a kmenů. Jejich sled, pro dějiny Čech už víceméně obecně přijatý – Keltové/Bójové, Germáni/Markomané a Slované/Čechové – byl pro jeho relativní chronologii vždy určující osnovou a jejich vymezení v archeologickém materiálu hlavním úkolem oboru. Tady se jako exaktní cesta nabízela právě chemická analýza.

V českých zemích neměla idea spolupráce chemie s archeologií žádnou tradici a teprve ve Vocelově době si např. časopisy začaly sporadicky všimnout informací objevujících se jinde – například chemických rozborů živočišných látek z popelovitých hromad „obětíště“ u královských hrobů v Jeruzalémě, konaných prof. Liebigem v Mnichově (*Anonym 1855*). Pro poměry u nás však byly nejvýznamnější německé analýzy archeologických kovů, tj. téměř vesměs bronzů či drahých kovů (o nich kromě některých výše uvedených *Voss 1998*).

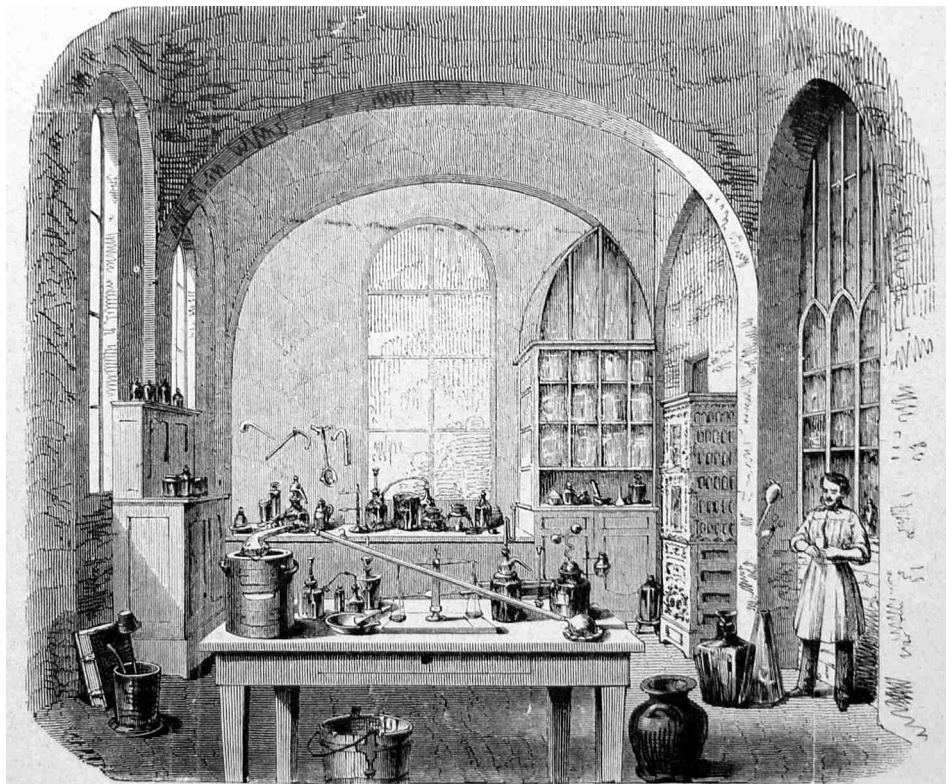
Tato výzkumná linie začínala už zmíněným *Klaprothem* (1807), známými se staly analýzy, jež z Rujany publikovali *Hünefeld* a *Picht* (1827). Z ruského Pobaltí uveřejnil některé rozborů spolupracovník čelného archeologa této oblasti F. Kruseho *F. Göbel* (1842). Důležitější bylo 16 analýz bronzů z doby bronzové a zčásti i římské, jež uveřejnil známý meklenburský archeolog G. C. F. Lisch spolu s lékárníkem H. L. von Santenem (*von Santen* 1844); Lisch korigoval poněkud neadekvátní závěry *Kruseho* (1842) a poprvé požadoval, aby se u analyzovaného předmětu uváděla lokalita, okolnosti nálezu, datování a kulturní zařazení. V obecné rovině zdůraznil, že z analýz nelze na místě vyvozovat historické závěry – jako např. když se zjistí, že římské bronzы obsahují zinek, označovat potom každý bronz se zinkem za římský: „*Die Alterthumskunde kann und darf nur Stoff für die Geschichte werden*“.

Na základě citovaných prací panovalo už obecné povědomí, že v severoněmeckých mohylách, patřících Germánům v době bronzové a zlaté (Bronze- und Goldzeit) se už nevyskytuje čistá měď, ale také ještě ne železo ani stříbro, nýbrž jen slitina mědi a cínu v poměru 85–90 % : 10–15 %.

Vocel zpočátku samozřejmě sdílel dobový zájem o bronzы, ale viděl český „pravěk“ prizmatem českoněmeckého zápasu; potom, co získal větší rozhled, dokázal se povznést nad prvoplánový nacionalismus tehdejších amatérských archeologů: „*mnozí, zpytováním národních starobylostí se zanášející, takovéto bronzové předměty svému národu výhradně přivlastňují, k čemuž ovšem národní jakási samolibost jedněch a hrdá obmezenost druhých nemalou příčinu dává.*“ (Vocel 1847, 531). On sám pak mnohem později (Vocel 1857, 289) kvalifikuje svůj zájem takto: „*Velké množství bronzových předmětů archaeologické musejní sbírky vábilo mne již od mnoha let k tomu, abych se pokusil vyšetřiti jisté poznatky, dle nichž by se věk, z kterého různé zpěžové předměty pocházejí, a tudíž i národ ustanoviti dal, jemuž náležely.*“ Nemohl ovšem uniknout vlivu obecného přesvědčení středoevropského romantismu až keltomanie, připisující Keltům bronzovou industrii, zejména tu s „klasickým“ poměrem mědi a cínu 9 : 1, kterou Vocel označoval pojmem „antické bronzы“ (zkracovat „bronzové artefakty“ apod. formou „bronzы“ se v češtině vžilo už od 30. let 19. století – srov. *Sklenář* 2001, 7). Toho se Vocel přidržel i později, když jeho stanovisko bylo již zdůvodněnější: jestliže dobu železnou spojil se Slovy (a Germány), zbývali mu v historické osnově pro dobu bronzovou Keltové. Bylo ovšem třeba najít objektivní klíč k rozpoznání příslušnosti konkrétních nálezů k těmto skupinám. Snad i pod vlivem severských návštěv v Praze v letech 1845–1846<sup>14</sup> se Vocel začal o tento směr zajímat.

V Čechách byla v té době k dispozici chemická laboratoř pražské univerzity, zřízená roku 1795 v Karolinu a moderně zařízená ve 30. letech 19. století (*Janko – Štrbáňová* 1988, 32–33). Významnou osobností tu byl prof. A. M. Pleischl, jehož žákem byl J. E. Purkyně, ale situaci ve Vocolově době ovlivnil hlavně Justus Liebig (1803–1873), průkopník chemických studií v Německu, tvůrce proslavené giessenské laboratoře a zakladatel moderního vyučování chemie v Rakousku (*obr. 14*). Na pražské univerzitě se vedení po Pleischlovi ujal jako profesor obecné a farmaceutické chemie Liebigův žák prof. MDr. Josef Redtenbacher (1810–1870, o něm *Šafařík* 1870), původem Hornorakušan, jenž zde poprvé v monarchii

<sup>14</sup> V těchto letech navštívili Prahu nejen Thomsen a J. J. A. Worsaae, jenž cestoval hlavně kvůli srovnávání bronzů v muzeích, ale například také s Vocolem nejbližší ze všech spřátelený Carl Christian Rafn, přední dánský historik a starožitník, jenž jej informoval o dánských rozbořech bronzů a o severské literatuře, zejména o práci předního švédského chemika Jönse Jakoba Berzelia – *Berzelius* 1836–1837.



Obr. 14. Liebigova laboratoř v Mnichově – dobová ukázka chemického pracoviště (podle Klecanda red. s. d., 308).

Fig. 14. Liebig's laboratory in Munich – period illustration of a chemistry lab (after Klecanda red. s. d., 308).

zavedl přednášky z analytické chemie a giessenským systémem vedl k badatelskému výzkumu své studenty, mezi něž (vedle Jana Krejčího) patřil zejména Vojtěch Šafařík (1829–1902), první profesor chemie na pražské polytechnice, dále Bernard Bořivoj Quadrat (1821–1895), od roku 1849 docent a od 1850 profesor na brněnské německé technice, ale vlastenec, jako jeden z prvních chemiků publikující česky (pro své národní smýšlení byl také roku 1871 penzionován), či Jindřich Hlasivec (1825–1875), pozdější profesor chemie na univerzitě v Innsbrucku. V Praze pak po Redtenbacherovi nastoupil další Liebigův žák Friedrich Rochleder (1819–1874). Tato jména nejsou uváděna samoučelně: se všemi se setkáme při sledování Vocelových styků s chemií.

„Má-li zpytování nejdávnějších uměleckých výtvorů českých na vědeckých zásadách, jak toho duch času přísně žádá, spočívati, tu i třeba, aby chemie, jenž ve vlasti naší znamenitě vyniká, též péči svou k tomu přiložila a o podrobné zkoumání bronzů českých se pokusila. Velezasloužilý p. prof. lučby na vysokých školách Pražských, Dr. Redtenbacher, na žádost mou k takovému zkoumání ochotně se propůjčil a rozbor některých českých bronzů (první to pokus tohoto druhu v Čechách!) skrze p. p. assistenty a žáky své podniknouti dal“. To napsal Vocel v roce 1847, v prvním svém pokusu o systematický nástin pravěkých



Obr. 15. Artur Görgey (1818–1916) jako generál v maďarské revoluci 1849.

Fig. 15. Artur Görgey (1818–1916) as a general in the Hungarian revolution of 1849.



Obr. 16. Karel Václav Zenger (1830–1908).  
Fig. 16. Karel Václav Zenger (1830–1908).

a protohistorických dějin Čech (*Vocel 1847*, 540) jako první zprávu o akci, jejíž prioritu hrdě, ale oprávněně zdůraznil. Je tedy na místě všimnout si jí podrobněji.

Když si ujasnil, že chemické metody mohou prolomit omezení brzdící v dosavadním stadiu pokrok v žádaném klasifikačním směru, začal ihned jednat v souladu se svým organizačním talentem. Ke dni 12. října 1847 najdeme v jeho deníku<sup>15</sup> záznam „*U prof. Redtenbachra*“ a o dva dny později „*Redtenbachrovi 4 kusy bronzu k lučebnímu vyšetřování odevzdal (drždliště od kotle Podmokl., celt ze Šárky, zlomek meče a kruh Jinečský)*“. Navštívil tedy svého kolegu ze Společnosti nauk a požádal jej o zajištění rozboru čtyř bronzových artefaktů z muzejní sbírky, jež 14. 10. 1847 dodal do „lučební dílny“ filosofické fakulty (kde se tehdy vyučovaly i přírodní vědy včetně chemie): zlomek ucha vědra, v němž byl roku 1771 nalezen poklad keltských mincí u Podmokel na Křivoklátsku, pak sekerku ze Šárky u Prahy a dva kusy (zlomek čepele meče a náramek) z depotu tzv. jinečských bronzů, nalezeného roku 1825 pod hradištěm na Plešivci.<sup>16</sup>

Redtenbacher svěřil kus z Podmokel, snad jako nejzajímavější, svému asistentu Quadratovi (jenž měl k věci i jinak blíže než běžný chemik, protože původně studoval v Praze klasickou filosofii a pak teprve pod Redtenbacherovým vlivem přešel k chemii), další kusy

<sup>15</sup> Denník, počatý dne 14. listop. 1843 (Státní oblastní archiv, Kutná Hora, fond J. E. Vocel).

<sup>16</sup> *Sklenář 2011*, s lit.: č. 566/1, s. 235–236 (Podmokly, koupeno 1843, dnes nezvěstný – jiná, větší část s okrajem nádoby z býv. fürstenberské sbírky ve sb. hradu Křivoklátsku), 619/4, 263 (Praha-Šárka, zřejmě z Krolmusových náleží 1846, dnes nezvěstná), 666/2, 286–287 (depot inv. č. H1-13.196-222 darován 1826).

zkoumali pod jeho dozorem studenti: sekerku ze Šárky dostal J. Hlasivec, zlomek meče jistý Liebig (jistě ne totožný, ale možná příbuzný se slavným německým chemikem) a náramek z „jineckého“ depotu osobnost nejzajímavější – Maďar Artur Görgey (1818–1916, *obr. 15*), jenž byl ještě nedávno důstojníkem královské uherské gardy a už příštího roku místo studia stál na opačné straně jako povstalecký generál, ministr vojenství a nakrátko diktátor revolučního Maďarska (1849).

Zkoušky kovu spočívaly v tom, že poté, co ušlechtilá patina byla odstraněna zředěnou kyselinou, byla provedena předběžná analýza, která ukázala u všech kusů měď a cín, u podmokelského navíc olovo, načež následovala kvantitativní analýza. U věci ze Šárky a Jinců byl zjištěn vysoký podíl mědi (90–93 %, zbytek tvořil cín), kdežto podmokelské ucho vykazovalo jen 70 % mědi, zato 24 % olova a zbytek cín. Redtenbacherova zpráva (*obr. 17*) z toho dovozuje, že v pravěkých bronzích byl podíl mědi a cínu nejspíše 10 : 1, olovo bylo přidáno pro lepší tavitelnost.<sup>17</sup>

„V chemickém laboratoriu“ byl Vocel podle deníku ještě dvakrát (23. 10. a 6. 11.), což svědčí o jeho průběžném zájmu o věc, a pak (11. 11.) „U Redtenbachera analyse sem obdržel též i 4 kusy bronzu, ježto jsem na zpět do Museum dal.“ Tak proběhla první série chemických analýz muzejních bronzů, první akce toho druhu u nás a v celém Rakousku.

Vocel ale nechtěl, aby tím pokusy skončily víceméně samoúčelně, jako prakticky všechny dosavadní akce zachycené v nečetné literatuře. S tou porovnal získané výsledky a pozoroval, že v českých bronzích je podíl mědi větší než v „keltských“ z Francie či „germánských“ ze severnějších částí Evropy, kde se pohyboval kolem 80–90 %. Zároveň ale věděl, že čtyři analýzy nejsou vhodně ke spolehlivým závěrům a že musí pokračovat. 27. února 1848 opět navštívil prof. Redtenbachera, tentokrát s unikátním kusem – později známou sponou z laténského hrobu u Želenic.<sup>18</sup> Analýzu obratem provedl Liebig a 29. 2. měl Vocel výsledek. Snad zároveň předával i vzorek jiného druhu – esovitou záušnici z raně středověkého pohřebiště na Panenské ve Střešovicích u Prahy<sup>19</sup>, kterou analyzoval student Adam a Redtenbacher sám o výsledku napsal zprávu s datem 4. dubna (*obr. 18*).<sup>20</sup>

## Druhá fáze po revoluční přestávce

Jenže mezitím došlo k událostem jiného dosahu: schůzi ve Svatováclavských lázních 11. března začalo politické „pražské jaro“ 1848, které Vocela plně vtáhlo do svého dění a uvolnilo jej teprve o rok později, když se jako poslanec rozehnaného kroměřížského sněmu vrátil do Prahy ke svým vědeckým povinnostem a ovšem k chemickému projektu. Zde ale našel změněnou situaci – Redtenbacher ani Quadrat už v Praze nebyli. K obnovení práce došlo tedy až v říjnu 1852, kdy se novým spolupracovníkem stal Vojtěch Šafařík

<sup>17</sup> Rukopisnou zprávu o dvou listech (*Redtenbacher 1847*) uveřejnil Vocel (1847, 644–645; výsledky tamtéž 540–541). Analýzu podmokelského kusu uveřejnil samostatně *Quadrat 1848* (Část 3. Lučebný opyt bronzu z Podmokle, 148–150).

<sup>18</sup> *Sklenář 2011*, č. 917/2, s. 385–387 s lit., podrobněji o jejích osudech *Sklenář 2000*, 77–84. (V roce 1848 byla spona ještě v majetku pražského sběratele J. Pachla; s jeho sbírkou koupena do muzea roku 1851, dnes NM inv. č. H1-111.937.)

<sup>19</sup> Praha 6 – Střešovice, cihelna Na Panenské, vykopáno a do muzea darováno 1835; šlo o jednu z původně pěti a dnes tří záušnic, uložených v Národním muzeu pod inv. č. 54.890-3. *Sklenář 2011*, č. 617/1, s. 259–261.

<sup>20</sup> Archiv Národního muzea, fond Archeol. sbor, kart. 2, ič. 216.

*Ich magne, daß gefället, daß in Pulverform gelöst  
 Kupferblech mit Kali gefället wird und sich mit dem  
 neuen Kupferblech abfällenden flüchtigkeits- und  
 Kupferoxyd mit Ammoniak gefället.*

*die Analyse gab folgende Zusammensetzung:*

	Quadrat Fuchs von Podmokle	Wasservy Celt aus der Zanka	Leibitz Schwert von Jindřich	Georg Königsberg von Gültz
Kupfer	70.10	90.21	92.9	92.72
Zinn	5.80	9.03	6.7	6.44
Blei	23.83	-	-	-
Eisenzinn	0.75	0.2	-	0.86 z. Kartoffel
	99.73	99.99	99.8	100.00

*Das gefällte von Podmokle ist ein zinniges Kupferblech  
 und zinniges Messing ist Kupfer und Zinn in zinniger  
 Legierung unauflöslich und unlöslich von dem zinnigen  
 Kupfer trennen, das ist Kupfer und Zinn bei  
 Kupfer in demselben Kupferblech wie in dem zinnigen  
 trennen. Ist Kupfer als ob die Kupfer des zinnigen  
 Kupferbleches Metalllegierung bestehend aus Kupfer  
 von Kupfer und Zinn wie 10:1 Zusammensetzung  
 zusammen, welche dann nur in Kupferblech zu  
 Kupfer und bei dem Podmokle Kupfer mit Blei  
 nach zinnig ist vorhanden.*

*Es finde hier nach ein zinnig Kupfer des Analyse  
 Kupferblech Kupferblech nur anderen Kupferblech  
 bei*

	alte Probe in Eisen	alte Probe in Eisen	alte Probe in Eisen	alte Probe in Eisen
Kupfer	82.05	83.08	82.05	82.05
Zinn	1.5	1.54	1.5	1.5
Blei	22.02	15.4	22.02	22.02
Mische				
Eisenzinn				
Zinn				
		15.38		16.0

Obr. 17. Zpráva o prvních chemických analýzách z laboratoře prof. J. Redtenbachera (1847).  
 Fig. 17. Report on the first chemical analyses from the laboratory of prof. J. Redtenbacher (1847).

(obr. 19 – syn Pavla Josefa), žák Redtenbacherův v Praze a pak Quadrátův v Brně, jenž odnědána učil na reálce v Praze. Vocel mu předal k analýze jakési bronz, ale bohužel neznáme ani jejich identitu ani výsledky, Vocel se totiž o nich pak nikde nezmiňuje.

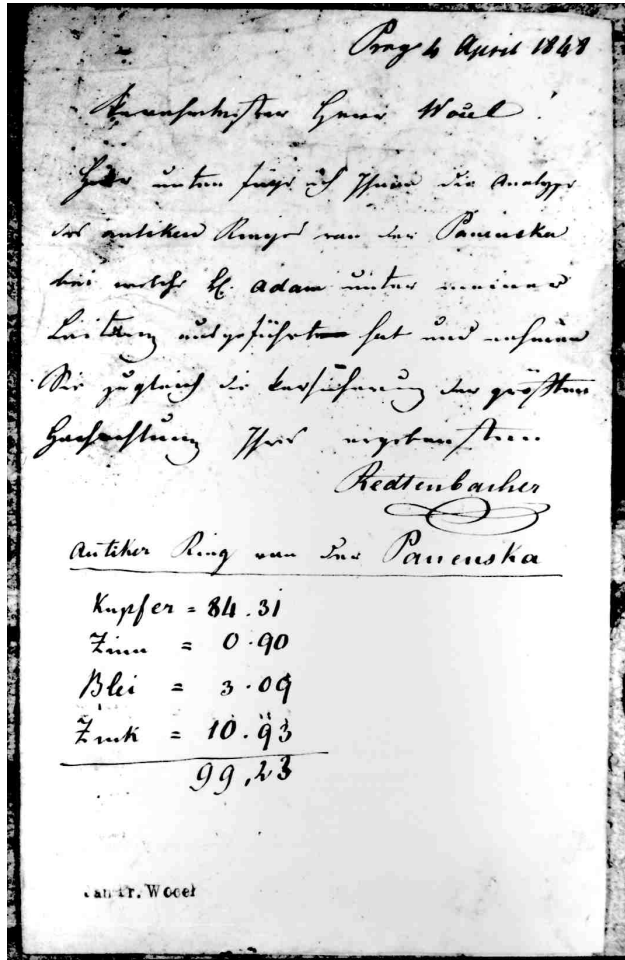
Jasnější je situace v roce 1853, kdy Vocel počátkem roku navázal spolupráci s prof. Rochlederem, Redtenbacherovým nástupcem a takto i svým kolegou v profesorském sboru fakulty, jenž tímto úkolem pověřil svého asistenta Havráňka. Ten nejdříve na počátku února prováděl analýzu bronzových sekerek z Duban a Jičíněvsí<sup>21</sup>, koncem jara dostal nálezy z mohyly

<sup>21</sup> Deník, 3. 2. 1853: „Z Mus. celt. z Dubaně a kousek celtu Jinčoveského dal Rochledrovi k lučebnému skoumání.“ – Dubany u Pardubic, sekerka s laloky, nález a dar 1844, dnes v Národním muzeu, inv. č. H1-15.864 (Sklenář 2011, č. 144/1, s. 66–67); Jičíněves, sekerka s lištami a schůdkem, získána se sbírkou M. Kaliny z Jäthensteinu 1851, dnes inv. č. NM H1-6824 (Sklenář 2011, č. 259/1, s. 111).



Obr. 18. Zpráva o analýze esovité záušnice z raně středověkého hrobu na Panenské (dnes Praha 6 – Střešovice), psaná prof. J. Redtenbacherem, 4. 4. 1848.

Fig. 18. Report on the analysis of a S-shaped temple ring from an early medieval grave in Panenská (today Prague 6 – Střešovice), written by prof. J. Redtenbacher, 4. 4. 1848.



u Poběžovic (náramek a „hák“?)<sup>22</sup> a drát z vykopávek u štyrského Strettwegu/Judenburgu.<sup>23</sup> Tím ale spolupráce s chemickou laboratoří univerzity po šesti letech skončila, protože Vocelovi přestala vyhovovat: byla pomalá a pro laboratoř vedlejší, tím spíše, že prakticky všichni jmenovaní byli zaměřeni na organickou chemii. Navíc se týkala jen jednotlivých kusů, zatímco Vocel potřeboval ke srovnávání mnohem větší, statisticky významné množství dat. Proto se rozhodl, že v určování bude pokračovat sám.

<sup>22</sup> 28. 5. „V chemickém laborat. k vyšetřování odevzdal asistentovi 2 bronzky (kus drátu stočeného Judenb. a hák z Pivoň); 10. 6. „Rochledrovi odevzdal kruh z Pivoň (Stockau) k lučebnímu rozboru“. – Pivoň = Poběžovice, zlomek náramku, získaný do Národního muzea s Kalinovou sbírkou 1851, dnes inv. č. H1-13.654 (Sklenář 2011, č. 560/3, s. 230).

<sup>23</sup> Jedna z bronzových drobností, které nedávno (1852 cestou přes Rakousko do Itálie) dostal Vocel ve Štyrském Hradci od kustoda tamního muzea Ed. Pratobevery pro Národní muzeum; zde dosud v odd. pravěku, ale neevidované, našité na kartonu jako exponát z Vocelovy expozice Národního muzea z 50. let.



Obr. 19. Vojtěch Šafařík (1829–1902) ve své laboratoři.

Fig. 19. Vojtěch Šafařík (1829–1902) in his laboratory.

Nemohl samozřejmě provádět kompletní kvantitativní analýzu, ale v dané situaci mu musela postačit hrubší, jednoduchá metoda. Už o Vánocích 1850 si opatřil sadu šesti jehel známého složení s rozdílným poměrem mědi a cínu, případně olova, zlatnický prubířský kámen od prof. Krejčího a od února 1853 začal určovat hrubé složení muzejních bronzů – zpočátku s pomocí muzejních kolegů Reusse a Krejčího, od července pak docházel ke zlatníku Chloupkovi. Metodu vysvětlil později takto: „*Podobně jako zlatník poznává prostředkem jehel svých jádro zlata neb stříbra dle barvy a lesku kovů těchto na kameně zlatnickém, taktéž jsem se snažil pomocí jehel valnost mědi v bronzech starožitných ustanoviti. Uděláme-li totiž zpěžovými slitinami čáry na kameně zlatnickém, poznáváme dle více neb méně vynikající rudosti jich, zdali jedna slitina více neb méně setin mědi obsahuje než druhá. Tímto znamením veden jsa, mohl jsem povšechně ustanoviti, do kterého druhu bronzů rozličné zpěžové předměty v Českém museum chované vřaditi se mají. – Těmito jehlami ovšem pouze valnost mědi ustanoviti se dá, zdali však ve slitině mimo měď a cín taktéž částky olova se nalézají, poznati nelze, byť i slitina kyselinou navlhčena byla.*“ (Vocel 1857, 293). Tímto způsobem vyšetřil několik desítek sbírkových bronzů. V tomto případě je zajímavé,

že Vocel vlastně jen nevědomky vzkřísil pro archeologii zapomenutou metodu, kterou kdysi používal nebo dal použít „otec české archeologie“ Karel Josef Biener z Bienenberka. Ten uvádí ve své knize (*Biener von Bienenberg 1785*, 7, 15) o jednom kusu ze své sbírky: „*metallenes Werkzeug, von gelbem Erzte, grün angerostet, zeigt sich in der Feilung weiss, hält den Silberstreich*“ a o jiném „*Aus de Strichprobe zeigt sich, dass es aus einem ganz anderen Erzte, und wahrscheinlich aus Silber, etwa aus der Absicht erzeiget worden*“.

V září toho roku zkoušel Vocel také bronzы vážit, opět za spolupráce Krejčího, v kabinetu pražské české reálky. Šlo o to, že výše zmíněná metoda nebyla dost přesná pro určení přítomnosti a zejména podílu olova, takže Vocel (patrně na radu některého chemika) k tomu chtěl využít rozdílů specifické váhy slitiny. Tento pokus jej ale zklamal, proto výsledky vážení nikde nepoužil; jen se zmínil (*Vocel 1855*), že je to cesta nejistá a složitá.

Mluvíme-li o Vocelových snahách nalézt užitečnou přírodovědeckou metodu, je třeba zmínit ještě spektrální analýzu: víme, že s pomocí fyzika Karla Václava Zengra (1830–1908; *obr. 16*) se pokoušel, hlavně o zjištění podílu olova, což bylo slabé místo jeho postupu s pruhovým kamenem, ale při pestřejším složení kovů to tehdejšími metodami bylo nesnadné. Spektroskop mohl udat přítomnost olova, ale ne jeho procentuální zastoupení (*Vocel 1868*, 559). Nevíme přesně, kdy to bylo, ale Zenger působil v Praze od roku 1862 jako docent (od 1864 profesor) technické fyziky na polytechnice, pak ČVUT, takže to byl zřejmě pokus poměrně pozdní, který už Vocelovy závěry neovlivnil.

### Archäologische Parallelen I.

Popsané formy Vocelovy spolupráce s přírodovědci znamenaly novou etapu ve vztahu archeologie a přírodních věd: nešlo už o zadávání expertiz k popisným účelům ani o snahy ze strany přírodovědců řešit archeologické otázky, ale o promyšlené využití spolupráce k naplnění badatelského plánu, který ve výsledku přinesl nové pohledy na archeologický materiál a pravěký vývoj obecně. Není účelem tohoto článku sledovat všechny Vocelovy výsledky, ale zásadní informaci o nich je třeba připojit, aby se ozřejmil význam této činnosti.

Publikaci svých poznatků zahájil Vocel hned na jaře 1853 zprávou o cestě do Rakouska a Itálie v předchozím roce (*Vocel 1853*), jejíž první část (Antické bronzové předměty) je věnována právě otázce rozřídění bronzů. Na své cestě si uvědomil, že střeoevropský archeolog musí nejprve poznat italský materiál, aby dovedl oddělit římské artefakty od domácího pravěku; pak jej ale čeká větší problém v podobě rozřídění domácí složky. Tyto bronzы by dle Vocelova předpokladu v zásadě měly být keltské, protože se nacházejí i na západ od Čech, kdežto Slované sem už přicházeli se znalostí železa. Zde je nastíněna problematika, kterou chtěl Vocel podrobněji rozebrat ve zvláštní práci, které dal kvůli důrazu na srovnávací studium název *Archäologische Parallelen* (*Vocel 1854a*). Psal ji od května do září 1853 a vyšla v listopadu v pojednáních vídeňské Akademie věd, již byl Vocel členem.

Těžiště této nijak rozsáhlé práce, jež vyniká v dobové produkci jako originální pokus o samostatné řešení a nový přístup, spočívá v první kapitole *Über die Bronze der Kelten, Germanen und Slawen*. Základním postulátem je získání co největšího souboru věcných poznatků, z nichž cestou srovnávání jediné mohou vyplynout objektivní závěry a nikoli spekulace. „*Eine solche vergleichende Methode in die Alterthumsforschung einzuführen ist die, wiewohl schwierige, doch höchst folgereiche Aufgabe der neueren Archäologie.*“ (*Vocel 1855*, 4). Za vzor dává přírodovědné postupy, i když ví, že ve společenských vědách jde o záležitosti složitější, méně pravidelné.

Gegenstand und Fundort.	Analytiker.	Kupfer	Zinn	Blei	Zink	Eisen	Schwefel	Arsenik
I. Kelt (Paalstab) von Jičíněves . . . . .	Hawranek	94·70	4·70	—	—	0·26	0·17	0·14
II. Kelt (Paalstab) von Duban . . . . .	„	92·40	5·20	—	—	0·42	0·33	1·39
III. Schwert von Jinee . .	Liebieh	92·9	6·7	—	—	0·2	—	—
IV. Armring von Jinee . .	Görgey	92·72	6·44	—	—	0·84	—	—
V. Kelt aus der Šárka .	Hlasiwetz	90·21	9·03	—	—	0·75	—	—
VI. Armring aus Stockau	Hawranek	87·10	11·64	—	—	0·24	0·33	—
VII. Spange von Želenic.	Liebieh	79·65	9·32	7·67	—	2·96	—	—
VIII. Henkel vom Podmokler Kessel . . . . .	Quadrat	70·10	5·80	23·83	—	Spuren	—	—
IX. Ring von der Panenská	Adam	84·31	0·90	3·09	10·93	—	—	—

Obr. 20. Vocelova tabulka prvních chemických analýz (Vocel 1853, 9).

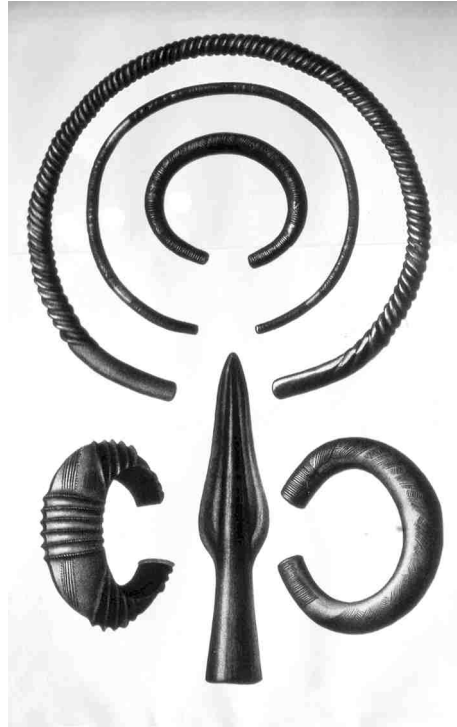
Fig. 20. Vocel's table of the first chemical analyses (Vocel 1853, 9).

Nepochybně právě poznání zahraničních muzeí v něm posílilo vědomí lokálních rozdílů, ale rámcové shody či podobnosti typů artefaktů; v tom se podle jeho mínění ovlivněného ještě romantismem odráží na jedné straně obecně lidská hmotná kultura, na druhé ale rozdíly mezi „národy“ obývajícími regiony. Podle dobového přesvědčení měla po oddělení římské kultury zůstat v archeologickém inventáři domácí složka, patřící národu „odjakživa“ tam žijícímu (Keltové ve Francii, Slované v Rusku, Germáni ve většině německých zemí); pokud ale jde o Čechy, věděli o postupném osídlení země různými národy už renesanční kronikáři a Vocel o něm nepochyboval; o to byl jeho úkol těžší, i když na druhé straně odpadal do značné míry problém s klasickoarcheologickou složkou. Bylo tedy podle něj třeba oddělit nejprve věci římské, potom keltské bronzky a nakonec věci slovanské od germánských. Vocel se soustředil na druhý ze tří kroků, který považoval za nutný předstupeň ke třetímu a zároveň za důkaz keltské kultury v Čechách. Vycházel z předpokladu, že není pravděpodobné, že by národy s odlišnými kulturami užívaly shodných technických parametrů při výrobě bronzky, a proto inicioval chemické rozbory (obr. 20).

Pro začátek navzájem porovnal své i cizí výsledky a podle složení slitiny rozlišil 3 skupiny (třídy): 1. jednoduché slitiny mědi a cínu, 2. prvá s příměsí olova, 3. druhá navíc s příměsí zinku. Dalším krokem zjistil, že sekery, náramky a meče patří 1. třídě, a to u nás stejně jako jinde v Evropě; protože Francie, Británie a zejména Irsko (odtud Mallet 1852) byly v pravěku keltské, musí tedy i naše bronzky 1. třídy být keltské a další dvě třídy patřit jiným obyvatelům země (obr. 21).

A to nebylo vše. Vzhledem k tomu, že Vocel znal historický sled „národů“ na českém území, nutně si musel uvědomit, že atribuce tříd různým národům nese v sobě informaci o relativní chronologii. A protože byl obeznámen s thomsenovskou ideou technologického vývoje ve smyslu pokroku (Sklénář 2014, 226 a d.), jistě už předem počítal s vývojem od čisté mědi přes jednoduché a složitě slitiny až k nástupu železa. Takto přistoupil i k časovému seřazení svých tříd: po čisté mědi přichází 1. třída, v níž zřejmě i procentuální zastoupení mědi je přímo úměrné stáří předmětu (později tento názor opustil jako ne dost podložený), pak 2. třída, s níž se častěji vyskytne železo, a bronzky 3. třídy jsou už běžně provázeny železem. Z toho mu nakonec vyplynul i význam pro chronologii absolutní: naváže-li na francouzské zjištění, že u tamních Keltů se železo naplno objevuje v 1. století po Kr., pak musí být 2. třída mladší a 3. lze už jednoznačně připsat slovanské době pohanské (ranému středověku).

Sichel von reinem Kupfer .....	= Cu.
Kelt von Vinařice zwischen .....	Cu und Cu <sup>(α)</sup> .
Paalstab von Jičeneves .....	= Cu <sup>(α)</sup> .
Hefnadel von Neuhof bei Pisek .....	= Cu <sup>(α)</sup> .
Blechgewinde von Neuhof bei Pisek .....	= Cu <sup>(α)</sup> .
Schwertfragment von Levý Hradec .....	= Cu <sup>(α)</sup> .
Lanzenspitze von Jinec .....	= Cu <sup>(α)</sup> .
Kelt aus der Sárka .....	= Cu <sup>(α)</sup> .
Gewundene lange Nadel von Neuhof bei Pisek zwischen.....	Cu <sup>(α)</sup> und Cu <sup>(β)</sup> .
Halsring von Jinec zwischen .....	Cu <sup>(α)</sup> und Cu <sup>(β)</sup> .
Armring von Neuhof bei Pisek .....	= Cu <sup>(β)</sup> .
Fragment eines Beinringes von Jinec .....	= Cu <sup>(β)</sup> .
Schwertfragment von Jinec .....	= Cu <sup>(β)</sup> .
Schwertklinge von Milevsko .....	= Cu <sup>(β)</sup> .
Paalstab von Duban .....	= Cu <sup>(β)</sup> .
Schwert von Čížkovice .....	= Cu <sup>(β)</sup> .
Paalstab aus der Sárka .....	= Cu <sup>(β)</sup> .
Paalstab von Čechy (Mähren) .....	= Cu <sup>(β)</sup> .
Statuette eines Ebers aus der Sárka bei Prag ...	= Cu <sup>(β)</sup> .
Paalstab von Stockau .....	= Cu <sup>(β)</sup> .
Lanzenspitze von Stockau .....	= Cu <sup>(β)</sup> .
Kelt aus der Podbaba bei Prag .....	= Cu <sup>(β)</sup> .
Armring von Stockau .....	= Cu <sup>(β)</sup> .
Kampfring von Jinec 1) zwischen .....	Cu <sup>(β)</sup> und Cu <sup>(γ)</sup> .
Grosse Hefnadel von Stockau .....	= Cu <sup>(γ)</sup> .
Fragment einer Fibia von Stockau .....	= Cu <sup>(γ)</sup> .
Spange von Želienice .....	= Cu <sup>(β)</sup> .
Zepterspitze von Korno .....	= Cu <sup>(β)</sup> .
Bronzeshelle von Čížkovice .....	= Cu <sup>(β)</sup> .
Idol mit ausgestreckten Armen und durchbohrten Handflächen von Buchlowitz (Mähren) .....	= Cu Z.



Obr. 21. Rozdělení bronzů do tříd podle složení (Vocel 1853, 19).

Fig. 21. Classification of bronze by composition (Vocel 1853, 19).

Obr. 22. Bronzové „kruhy“ z depotu pod Plešivcem (k. ú. Rejkovice) na Hořovicku (Vocel 1855, tab. I).  
Fig. 22. Bronze 'rings' from the hoard below Mt. Plešivec (Rejkovice) in the Hořovice region (Vocel 1855, tab. I).

To je tedy výsledek odborných analýz domácích i sebraných ze zahraniční literatury, ovšem nečetných. Bylo třeba k nim připojit poznatky nahrubo získané na prubířském kameni. K tomuto celku dat spíše orientačních přistoupil Vocel prakticky a slitiny patřící podle jeho starší klasifikace 1. či 2. třídě rozdělil podle svých pokusů na 4 skupiny podle procenta mědi: vedle čisté mědi (100 %) to byly skupiny Cu α (95 %), Cu β (90 %), Cu γ (85 %), Cu δ (80 %); 3. třídě bylo snadné oddělit jako další skupinu CuZ, protože zinek se na prubířském kameni poznal bezpečně. Na tomto základě Vocel nově označil třídy: A = skupiny α, β, resp. γ; B = δ, C = CuZ. Ke všem skupinám pak přiřadil testované kusy bronzů a došel k závěru, že třídy A a B zahrnují bronzы keltské formy a složení, kdežto C se vyskytuje v oblastech raného slovanského osídlení střední Evropy a tyto bronzы jsou zřejmě slovanské. Kusy s příměsí olova mohou být i germánské, ale k jistotě by bylo třeba více rozborů germánských bronzů.

Nebudeme se dále zabývat podrobnostmi nebo historickými závěry, které ovšem trpí zejména dobovou představou o keltskosti bronzů, ale podívejme se na tento systém dnešními očima. Uvidíme, že do nejstarší třídy A zařadil Vocel až na výjimky artefakty patřící skutečně době bronzové, případně ještě halštatské, do třídy B včlenil bronzы laténské a do C raně

středověké. Objektivně vzato vytvořil tedy průkopnickým způsobem<sup>24</sup> z dosud jednolitě masy „pohanských“ bronzů relativně chronologickou sekvenci, která téměř úplně odpovídá současným poznatkům, a dal tak českému pravěku časovou hloubku; zvláště cenné bylo jednoznačné vyřídění slovanských památek (především esovitých záušnic) o řadu let dříve, než byla dodnes opakovaná prioritá slovanské klasifikace Müllerovy a Virchowovy.

## Archäologische Parallelen II.

Tím ale historie chemických analýz ještě neskončila. Kapitola o bronzích vzbudila pozornost i v soudobé metropoli archeologie: C. C. Rafn (*obr. 23*) zprostředkoval dokonce překlad Vocelovy práce do dánštiny, jehož se ujal Edvin M. Thorson a jenž byl uveřejněn roku 1854 v Kodani (*Vocel 1854b*).

Rafn koncem června toho roku navštívil Prahu a poté poslal Vocelovi i jiné severské publikace; v jedné z nich Vocel narazil na dvojici článků švédského chemika N. J. Berlina<sup>25</sup>, vyšlých v době, kdy Vocelova práce byla v tisku. Berlin postupoval tímž způsobem a na základě analýz vlastních i zahraničních došel v podstatě ke stejným výsledkům – ovšem kromě archeologických závěrů o třídách a relativní chronologii. Vocel reagoval s potěšením, že nezávislá shoda poznatků zvyšuje naději na objektivní správnost. Tak psal v dopise Rafnovi, v němž Berlinovu práci označil za „*ein höchst willkommenes Material für die archäologische Forschung*“.<sup>26</sup> A už za dva měsíce sděluje Rafnovi, že si osvojil základy švédštiny a větší část Berlinova pojednání přeložil do němčiny, doplnil jeho tabulku analýz, a připravil si tak podklad k další publikaci, kterou označil jako druhou část *Parallelen* (ač první část jako taková označena nebyla, protože s pokračováním autor nepočítal). „*Daß Herr Berlin und ich, wie wir doch an weitentlegenden Orten, unabhängig von einander arbeiteten, in der Charakterisirung antiker Bronze beinahe zu denselben Resultaten gelangten, zeigt von der Richtigkeit unserer Ansichten, welche dadurch für Archäologie eine nicht geringe Wichtigkeit erlangen.*“<sup>27</sup>

Během podzimu (kdy přednášel o své metodě zkoumání chalkometrické hodnoty bronzů v Královské české společnosti nauk)<sup>28</sup>, se Vocel plně soustředil na práci, snad kvůli prioritě. Před Vánoci o tom opět píše Rafnovi: „*In der Untersuchung der antiken Bronzen habe ich einen weiteren Fortschritt gemacht, indem ich es versuche, die antiken Bronzeobjekte nicht bloss nach ihrem Mischungsverhältniss, sondern auch nach ihren Form und Verzierungsweise chronologisch zu bestimmen. Herrn Berlin's Abhandlung giebt mir die wichtigen Anhaltspunkte.*“<sup>29</sup>

<sup>24</sup> Stojí za zmínku, že Vocelem dávno praktikovanou metodu určování pomocí jehel či tyčinek známého složení a prubířského kamene později v Německu uveřejnili pracovníci laboratoře anorganické chemie Vysoké školy technické v Mnichově (*Weiss – von Schwarz 1909*) jako užitečnou novinku, nevyžadující odstranění patiny a natolik jednoduchou, že ji může provádět i archeolog.

<sup>25</sup> Nils Johan Berlin (1812–1891), chemik a přírodovědec, žák Berzeliův, člen stockholmské akademie, od r. 1847 profesor chemie a mineralogie na univerzitě v Lundu (o něm *Weibull – Tegner 1868*, *Svenskt biografiskt lexikon* 3, Stockholm 1922, 759–64); svazek časopisu s jeho pracemi (*Berlin 1852a, b*) vyšel koncem roku 1853.

<sup>26</sup> Vocel Rafnovi, Praha 30. 7. 1854 (Kodaň, Královská knihovna, publ. *Thörnqvist 1939*, 26).

<sup>27</sup> Vocel Rafnovi, Praha 26. 9. 1854 (Kodaň, Královská knihovna, publ. *Thörnqvist 1939*, 27).

<sup>28</sup> Über die praktischen Erfolge, welche sich aus der von ihm entwickelten Methode die chalcometrischen Werthe der antiken Bronze zu bestimmen, ergeben; *Abhandlungen der k. Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften* V.9. (1857), 31.

<sup>29</sup> Vocel Rafnovi, Praha 17. 12. 1854 (Kodaň, Královská knihovna, publ. *Thörnqvist 1939*, 31). – Přímou s Berlinem zřejmě Vocel nekorespondoval, nic se nedochovalo ani v pozůstalosti jeho, ani v Berlinově (*Thörnqvist 1939*, 37).

To je velmi důležité pro novou hodnotu, kterou druhý díl *Parallel* obsahuje: původně Vocel, ač i historik umění, v zaujetí pro nový exaktní nástroj zcela ponechal stranou formální stránku bronzů (tvary, výzdobu), a právě Berlin, který ač chemik tyto věci bral v úvahu, jej přivedl zpátky na půdu dobově chápané archeologie. V první kapitole nového textu tedy Vocel obě hlediska spojil; tím se zde ale už zabývat nebudeme, postačí, když připomeneme, že svůj „návrát“ k archeologickému pohledu výslovně zdůraznil: „*Die chemische Analyse der Metallmasse antiker Bronzeobjecte gewährt zwar einen wichtigen Anhaltspunct für die Bestimmung der Zeitperiode, (...); doch wird durch die chemische Untersuchung allein der angedeutete Zweck noch nicht erreicht.*“ (Vocel 1855, 181).

V dubnu 1855 byl rukopis zaslán do Vídně a v srpnu byl vytištěn.<sup>30</sup> Výsledky shrnul autor následovně: 1) nejstarším kovem v kovové industrii je měď, po ní cín, olovo a zinek přidány postupně později; 2) podíl mědi 85–95 % nanejvýš s nepatrnou příměsí olova značí čistou dobu bronzovou, v českých a rakouských zemích keltskou; 3) čím větší je podíl mědi, tím je artefakt starší, ačkoli toto bude nutno z více stran ověřit; 4) olovo tvoří výraznou složku bronzů až v době železných zbraní, tedy už v době železné; 5) zinek značí nejpozdější pohanství, 9. a 10. stol.; 6) bronzová industrie Keltů, Germánů i Slovanů je výsledkem samostatného vývoje, nelze ji tedy odvozovat od řeckých a římských kulturních prvků (Vocel 1855, 169–70).

Práce měla v české literatuře mimořádný ohlas a přispěla k dočasné oblibě chemických analýz. Zdůraznit to neopomněl sám Vocel, když jako konzervátor psal c. k. místodržitelství ve věci ochrany nálezů na bohatém pravěkému nalezišti u Nehasic na Žatecku a jako důvod uváděl, „*daß es sich bei der Untersuchung uralter Gräberreste nicht um die Gewinnung einiger in sich werthlosen Metallobjekte und rohgeformten Urnen handelt, sondern um einen wissenschaftlichen Gewinn von System, das, wie ich mir zu bemerken erlaube, bei uns eine spezielle Bedeutung hat, da ich in meinem von der kais. Akademie herausgegebenen Archäologischen Parallelen auf Grundlage der in Böhmen entdeckten und chemisch untersuchten Antiquitäten dieser Art jenes System entwickelte, welches gegenwärtig in Frankreich und in den Skandinawischen Ländern Eingang und Anerkennung gefunden.*“<sup>31</sup>

Dokonce nejvýznamnější postava německé archeologie té doby, prof. Rudolf Virchow v zahajovacím projevu na VI. celoněmeckém antropologicko-archeologickém sjezdu v Mnichově v srpnu 1875 mluvil o významu chemických analýz bronzů a neopomněl dodat: „*Diess ist scheinbar mit grossem Erfolg für unser Nachbarland Böhmen von Wocel geschehen.*“ (Virchow 1875, 11). Ještě podrobněji pak v Berlínské antropologické společnosti r. 1876: „*... die Auffassung dass eine Succession der Metallmischungen die verschiedenen Perioden der Bronzezeit charakterisire, ist von verschiedenen früheren Gelehrten sehr eingehend verfolgt worden. Ich erinnere nur an den böhmischen Archäologen Wocel, der die sämtlichen Bronzen des Prager Nationalmuseums bestimmt hat nach ihrem Alter, indem er Feilenstriche an sie anlegte und diese Feilenstriche verglich mit dem Aussehen verschiedener, künstlich hergestellten Legirungen, welche den Hauptmischungen entsprachen. Das ist etwas kühn und würde sich im Einzelnen nicht als absolut sicheres Verfahren erweisen. Indess im Grossen halte ich die Voraussetzungen Wocel's für zutreffend.*“ (Virchow 1876, 6; 1877, 58)

<sup>30</sup> Vocel 1855; srov. obsažný referát K. V. Zapa v Památkách archaeologických a místopisných 2, 1856–1857, 93–94.

<sup>31</sup> Vocel c. k. místodržitelství, Praha 18. 4. 1863 (koncept, Archiv Univerzity Karlovy, fond J. E. Vocel – konzervátorská agenda, čj. 4/1863).



Obr. 23. Carl Christian Rafn (1795–1864).  
Fig. 23. Carl Christian Rafn (1795–1864).



Obr. 24. František Štolba (1839–1910) v roce 1872.  
Fig. 24. František Štolba (1839–1910) in 1872.

Vocel si ovšem byl vědom stále nedostatečného množství analýz, ale situace nebyla příznivá, a pokračoval tedy spíše ve využívání, zpřístupňování a propagaci jejich archeologických výsledků (v tom jej podporovali i další členové Sboru, zejména jeho nejbližší spolupracovník František Beneš<sup>32</sup>). Především upravil zevrubně české výtahy z obou částí Paralel i s novějšími dodatky a s tabulkou obsahující už 135 analyzovaných kusů (*Vocel 1857*), ale s jejich pokračováním už nepočítal; častěji přednášel o bronzích ve schůzích Společnosti nauk, publikačně svých výsledků opakovaně využíval (*Vocel 1869a; 1869b; 1869c; 1870*). Své zkoušky se zlatnickým kamenem používal zřejmě i nadále, například o laténském náožníku s dutými polokoulemi z Nového Bydžova, nabídnutém cestou c. k. místodržitelství k zakoupení pro Národní muzeum, sděluje v posudku, že „*die Legirung der Bronze desselben besteht aus Kupfer und Zinn, der wahrscheinlich etwas Blei beigemischt ist*“.<sup>33</sup> Podobně zkoušel zaslanou bronzovou jehlicí z Nehasic u Žatce, o níž sděluje, že „*aus einer Mischung von Kupfer und Zink, das ist von Messing gefertigt ist, einer Metallmischung welche bekanntlich in nördlichen Europa erst im 8–9 Jahrh. auftritt*“.<sup>34</sup>

Chybějí ale doklady, že by Vocel po Paralelách sledoval chemickou literaturu, ani v tabulce použité v *Pravěku země české (Vocel 1868, 570)* není uveden žádný pramen rozborů po roce 1855, ačkoli v té době některé práce na toto téma mimo Čechy vyšly, jak bude ještě zmíněno.

<sup>32</sup> „*Toliko chemické rozlučování bronzů, jímž se nejjistěji dokazuje, jakým způsobem lidé dospívali v tavění rud a u vzdělávání i slučování kovů, může zároveň s porovnávacím badáním archaeologickým vypátrati a vysvětliti, který bronz ze starší, který z mladší doby pochází. A tohoto základu se nespouštíme.*“ (Beneš 1866, 184).

<sup>33</sup> Vocel c. k. místodržitelství, Praha 24. 7. 1861 (koncept, Archiv Univerzity Karlovy, fond J. E. Vocel – konzervátorská agenda, čj. 8/1861). Kus nakonec získalo Přírodovědné muzeum ve Vídni (*Sklenář 2011, 212*).

<sup>34</sup> Vocel c. k. místodržitelství, Praha 18. 4. 1863 (koncept, Archiv Univerzity Karlovy, fond J. E. Vocel – konzervátorská agenda, čj. 4/1863).



## Pokračování výzkumu na dosažených základech

Přesto mělo zkoumání bronzů Národního muzea ještě dvě další fáze. První, jednorázová, se odehrála v roce 1859 či 1860, kdy se prof. Reuss, o němž jsme se zmiňovali v souvislosti s petrografickým určováním kamenných nástrojů, ujal také analýzy bronzů z únětického depotu nalezeného u Soběnic na Litoměřicku v srpnu 1859, a to zřejmě především ze zájmu o vývoj, zvrstvení a chemické složení ušlechtilé patiny. Ponechme stranou unikátní případ otisku jetelového trojlístku v patině jedné ze sekerek, jež také Reuss prozkoumal, popsal a přednášel o něm ve Společnosti nauk v roce 1860 (*Reuss 1860*); publikován byl i v *Živě (Anonym 1861)*. Důležitější byl tehdy chemický rozbor této a další sekerky (se dvěma oušky) z depotu, přičemž se ukázalo, že „*látka těchto bronzů obsahuje 94 % mědi a 4 % cínu, pak malé nahodilé příměšky stříbra a železa.*“ To zdůraznil článek v *Živě* s tím, že bronzovina ze Soběnic „*jest první, v které malé, avšak nápadné množství stříbra (0,65 %) nalezeno bylo*“.<sup>35</sup>

A ještě jednou, dokonce ve větším rozsahu se chemickým rozborům v Čechách dostalo pozornosti: právě při přípravě svého vrcholného díla si Vocel znovu uvědomil, jak potřebné by bylo zásobu dat poněkud rozšířit. Z někdejších spolupracovníků už nikdo v Praze nebyl a místo nich se k práci dostal mladší pracovník – František Štolba (1839–1910; *obr. 24*), později významný chemik, profesor a rektor ČVUT, tehdy však jen asistent v lučební laboratoři prof. Karla Josefa Napoleona Ballinga na polytechnice.

Vocel s Benešem v lednu 1866 navštívil laboratoř, dohodl se s Ballingem, s nímž se znal ze Společnosti nauk, a ten svěřil úkol svému žáku Štolbovi. Vlastenecky založený mladý odborník (bratr Josefa Štolby, pozdějšího spisovatele a dramatika, tehdy právě Vocelova posluchače na univerzitě) měl sám o věc hlubší zájem, který projevil i tím, že o svých výsledcích přednášel jako host v Přírodovědné sekci Společnosti nauk v říjnu 1866 (*Štolba 1866a*) a výtah ze svého textu uveřejnil v Památkách archeologických a místopisných (*Štolba 1866b*) s podrobným rozbohem zadaných vzorků a tabulkou svých analýz i srovnáním pracovních postupů a výsledků s výsledky zahraničními. Z českých rozborů přibyl další z „*jineckých bronzů*“<sup>36</sup>, náramek z doby bronzové z depotu u Duban na Pardubicku (1844)<sup>37</sup>, pěkný meč typu Göggenhofen ze střední doby bronzové z Roztok u Prahy (zřejmě z mohyly), získaný do Národního muzea s Pachlovou sbírkou roku 1850<sup>38</sup>, pak předměty z nověji prokopených laténských kostrových hrobů – z cihelny ve Svobodných Dvorech u Hradce Králové (1852–1853)<sup>39</sup> a z pole pod Okořem u Noutonic z let 1858–1859.<sup>40</sup>

Navíc je tento článek pozoruhodný tím, že v jedné své části se poprvé v historii chemických analýz zabývá i železným předmětem – náramkem z hrobu u Bžan, nalezeným prý „*v hrobě z nejpозdnější pohanské doby*“.<sup>41</sup> Vocel (1868, 484–484) o tom napsal: „*Co do formy a velikosti podobá se náramku bronzovému u Čakovic objevenému (...). Jest zhotoven*

<sup>35</sup> *Reuss 1860; Anonym 1861; Štolba 1866a*, 207; *1866b*, 11; *Vocel 1868*, 31–33. Srov. č. 716/1, s. 310–311. NM H1-13.867-893.

<sup>36</sup> *Štolba 1866b*, 11; k nálezu viz pozn. 15.

<sup>37</sup> *Štolba 1866b*, 11, 12; o nálezu *Sklenář 2011*, 67–68, č. 144/1.

<sup>38</sup> *Štolba 1866b*, 12; více k němu *Sklenář 2011*, 295, č. 678/6.

<sup>39</sup> *Štolba 1866b*, 12; o nálezu *Sklenář 2011*, 329–330, č. 760/1.

<sup>40</sup> *Štolba 1866b*, 12; o nálezu *Sklenář 2011*, 210, č. 490/4.

<sup>41</sup> Náramek ze železného drátu s kulovitými konci, zřejmě ze žárového hrobu, z vykopávek 1865 (NM, inv. č. 66.024, dar. t. r. kniže E. Clary-Aldringen, Teplice – v databázi sbírky mylně pod lok. Vrbčany). Srov. *Sklenář 2011*, 42–44, č. 66/123.

*z kujného železa, velmi čistého; dle hladké a stejné okrouhlosti souditi lze, že železo bylo na prut a z toho na drát vytaženo tím způsobem, jak se to až posud děje. Zajímavá při tom jest okolnost, že kruh jest potažen blánkou magnetového kysličníku železnato-železitého (magnetisches Eisenoxyduloxyd), kteroužto byl náramek chráněn před rozehodáním rezem a výborně zachován. Nelze ovšem rozhodnouti, zdali blánka tato úmyslně byla způsobena, aneb zdali zvláštní náhodou při pálení mrtvolvy povstala; buď si tomu jakkoli, pozornost naši poutá především, že dle výskumu znatelův kruh ten jest vytvořen z drátu umělé a dokonale taženého, čímž se nám překvapující pohled v neznámý až posud obor řemeslnické a technické činnosti předkův otvírá. [Výtečný lučebník p. F. Štolba podal o kruhu tomto důkladnou, na základě vědeckého výskumu osnovanou zprávu kr. české společnosti nauk. Viz Sitzungsber. der k. böhm. Gesellsch. der Wissensch. 1866. II. S. 8.]“*

Kdy a za jakých okolností Štolba analyzoval bronzové předměty zkoumané zřejmě až po přípravě jeho článku, které jsou rovněž uvedeny v příloze B Vocelova Pravěku země české (Vocel 1868, 562–570), není známo. Jednalo se o blíže neurčený náramek? z vykopávek bronzových a halštatských mohyl u Břas a Kříš na Rokycansku 1863–1864, nánožník z dutých polokoulí z laténského kostrového hrobu v Peruci (1865), nádobu ze žárového hrobu doby římské z Dušníku u Roudnice n. L. (1866), jakousi nášivku z Rataj (zřejmě bechyňských z darů J. K. Hrašeho), neidentifikovaný „kruh“ z Levého Hradce a meč ze Zvoleněvsí, „kruh“ z „Těšňova“ (snad Těšínova u Protivína?).<sup>42</sup>

Dvacet let po B. B. Quadratovi, ale v mnohem větší míře, se tedy Štolba osvědčil jako první český chemik, který se iniciativně chopil spolupráce s archeologií a vložil do ní svůj tvůrčí přínos. Za to byl také odměněn členstvím v Archeologickém sboru Národního muzea (diplom dostal před Vánoci 1866). Nebylo to členství formální. V zápisech ze schůzí sboru se dočítáme, že ve schůzi 1. 3. 1867 „assistent lučby p. Štolba měl zajímavou přednášku o chemickém rozboru i proskoumání popelníc a bronzových předmětů u Plav v Budějovicku nalezených, a slíbil, že výsledky tohoto skoumání svého časem svým v „Památkách“ opět uveřejní“ (Anonym 1867, 453), 28. 2. 1868 zase „přednášel o tom, jakým způsobem a kterými látkami by se ihned ustanoviti dalo, z kterých kovů se ta neb ona starožitná věc skládá. Ač navedení toto, prováděno jsouc praktickými ukázkami jak pro jednoduchost, tak i jistotu určování kovů, všeobecného došlo uznání, nechceme tuto o něm šířiti sloh, poněvadž v časopise našem svým časem úplně bude podáno“, což se už bohužel nestalo (Anonym 1868, 73). Patrně vrcholem (nikoli koncem) Štolbovy archeologické angažovanosti byl výzkum mohyl z doby bronzové a halštatské na Markovci u Oldřichova na Písecku, prováděný s pomocí čížovského knížete Jiřího Lobkovice v prosinci 1869.<sup>43</sup> I o něm Štolba Vocela informoval.

Vocel se se Štolbou stýkal a konzultoval ještě v dalších letech, i po vydání Štolbovy práce byly ještě provedeny některé analýzy, které se objevily v Příloze B ve Vocelově Pravěku země české (příloha B – obr. 25)<sup>44</sup> a jiné ještě později<sup>45</sup>, ale Paralely jako vrchol jeho

<sup>42</sup> Kříše – Sklenář 2011, 142–143, č. 343/3; Peruc – Sklenář 2011, 222, 538/3; Dušníky – Sklenář 2011, 67, č. 146/1; ostatní neurčeny.

<sup>43</sup> Sklenář 2011, 216, č. 513/1.

<sup>44</sup> V pravěké sbírce Národního muzea je pod inv. č. H1-64.334 zlomek hrdla a ústí časné laténské bronzové konvice bez lokality, pocházející ze Štolbovy pozůstalosti; není vyloučeno, že pochází z doby těchto rozborů.

<sup>45</sup> Ještě 22. 11. 1868 předal Vocel podle záznamu ve svém deníku Štolbovi dva laténské náramky z Ptení na Moravě, asi první moravské analyzované bronzky; ty ovšem už nejsou zahrnuty ani v tabulkách Pravěku země české.

**B. Přehled rozborů starožitných bronzů.**

Předmět a naleziště	Lučebník	Měď	Cín	Olovo	Zinek	Železo	Síra	Jiné kovy
Koruna nal. u Doberan v Meklenbursku	1)	100. 0	—	—	—	—	—	—
Srp v Museum v Praze		100. 0	—	—	—	—	—	—
Celt z Vinařic v Čechách		100. 0	—	—	—	—	—	—
Hrot, nalez. v Irsku	Phillips 8)	99.71	—	—	—	—	0.28	—
Nůž v Sibíři nalezený	Struwe 2)	99. 0	0.32	—	—	0.34	—	—
Celt, nalez. v Meklenbursku	v. Santen 4)	98.64	1.19	—	—	—	—	stříb. 0.75
Jehlice, nalez. v Meklenbursku (na vendickém hrbitově)	v. Santen	97.32	1.96	—	—	—	—	—
Nůž, nal. v Dánsku	Berzelius 5)	97.94	2.06	—	—	—	—	—
Hřebík z meče, nal. v Braniborsku	Hünefeld 6)	97.75	2.25	—	—	—	—	—
Pádstav otiskem lupénku, nalez. Soběnice	Stolba	94.62	4.03	—	—	0. 4	stopy	stříb. 0.65
Pádstav o dvou úškách, naleziště Soběnice	Stolba	94.50	4.69	—	—	0.14	—	stříb. 0.65
Pádstav z Jiciněvsí	Havránek 7)	94.70	4.70	—	—	0.26	0.17	arsen. 0.14
Pádstav z Dubani	Havránek	92.40	5.20	—	—	0.42	0.33	arsen. 1.39
Kleštičky, nal. v Dánsku	Berlin 8)	93.92	5.47	—	—	—	—	0.61
Celt, nal. v Dánsku	Berzelius	94.49	5.51	—	—	—	—	—
Pílka, nal. v Dánsku	Berlin	93.00	6.06	—	—	—	—	0.99
Kleštičky, nal. v Dánsku	Berlin	93.61	6.06	—	—	—	—	0.33
Meč z Jince	Liebig 11)	92.09	6.07	—	—	0.02	—	—
Pрут z Judenburku ve Štyrsku	Havránek	92.51	6.08	—	—	0.51	0.41	—
Plech z Hallstatu	Schrötter 9)	91.52	6.18	—	—	—	—	broník 0.66
Obručí z Brás	Stolba	92.87	6.28	0.8	—	0.06	—	—

Obr. 25. Ukázka poslední verze Vocelových přehledů chemických analýz bronzových předmětů (Vocel 1868, příloha B).

Fig. 25. Sample from the final version of Vocel's summary of chemical analyses of bronze artefacts (Vocel 1868, Annex B).

chemickoanalytické práce už nebyly překonány, vždy šlo jen o doplňky či důkazy správnosti tamních závěrů. Za závěr celého Vocelova úsilí v oblasti chemického určování složení kovových nálezů lze považovat „přílohu A“ (Význam starožitných bronzů, Vocel 1868, 553–561), kterou Vocel sestavil pro své stěžejní dílo a v níž pro českého čtenáře shrnul, přehlédl a zhodnotil všechny své pokusy a výsledky a doprovodil je doplněnými tabulkami pražských i zahraničních chemických analýz (Vocel 1868, 562–570).

Význam analýz pro výzkum pravěku však nikdy nepodceňoval, dokonce ještě v roce 1869, kdy už nemohl vyhovět pozvání na první všeruský archeologický sjezd v Moskvě, zaslal alespoň příspěvek, v němž kromě jiného vyzývá ruskou archeologii, aby nepodceňovala chemickou analýzu, jež sice problémy neřeší, ale významně k tomu napomáhá:<sup>46</sup> „Přitom dovoluji sobě pozornost obrátiti k důležitosti chemického rozboru starožitných bronzů, a přání projeviti, aby se v pracích, jež před lety Struve a Goebel na Rusi podnikli, pokračovalo. (...) Byť i výsledky dosavadní takového zkoumání nebyly dost pevné a rozhodující, myslím předce, že dosti rázné jsou, a věc ta ovšem pracná že zasluhuje, aby se jí ujali slovanští učenci, a tím aby k objasnění pravěku evropských národů snažením svým přispěli.“

Proto také lze jeho slova z Pravěku země české (Vocel 1868, 557) chápat jako určitý odkaz pro budoucí spolupráci oborů: „Pochybovati nelze, že lučba a porovnávající archaeologie, v novější době mocně ku předu krácející, prostředky a jistá pravidla naleznou, dle nichž badatel snadno bude moci poznati věk i národ, jemuž hrobové památky pohanské v rozličných krajinách odkryté přivlastniti se mají. Ját pak, nemaje téměř žádných předchůdců

<sup>46</sup> Rukopisný koncept ve Státním okresním archivu v Kutné Hoře, fond J. E. Vocel; text otiskuje Sklenář 1981, 402–405 /404/. Ruský překlad otištěn ve sjezdovém sborníku (Uvarov red. 1871, I., s. LXII–LXV).

*v porovnávajícím tomto zpytování snažil jsem se začátky položit k přísnějšímu věci těchto skoumání, a byl i v práci mé mnoho se ještě pohřešovalo, čehož by dokonalá vědecká soustava požadovala, nicméně přesvědčení chovám, že jsem na pravou cestu uhodil, a že obtížnosti a překážky na dráze té se naskytující spojeným snažením badatelů budou odstraněny a přemoženy.“*

Jen pro doplnění celkového obrazu je třeba připomenout, že ve sledované době vyšlo zejména v Německu několik podstatných příspěvků k této tematice. Nejdůležitější byli *Wibel 1865* (a pak *1874*) a *Bibra 1869* (a pak *1872*). *A. von Cohausen (1866)* v recenzi *Wibelovy* práce poukázal na základní chybu dosavadních analýz, kterou je podle něj, „*dass die Fundgegenstände weder an sich nach ihrer Form, noch nach den mit ihnen zusammen gefundenen Stücken charakterisirt sind*“, což se ale už předtím *Vocel* v reakci na *Berlina* snažil napravit. Důležitější ale bylo, že *Wibel* přišel s novým pohledem na analýzy: chybou je klást důraz na hlavní složky slitiny, když důležitější jsou menšinové prvky (nikl, kobalt apod.), protože ukazují na původ kovu, (to uvádí i v *Rakousku E. von Sacken 1865*, 135 s tím, že některé bronzы s významnou příměsí niklu a kobaltu byly objeveny poblíž nalezišť rud obsahujících tyto prvky, např. v *Hallstattu*); přitom *von Cohausen (1866*, 326) oceňuje, že „*mit Recht weist der Verfasser die Sätze von Berlin und Wocel zurück, dass Zink und bleihaltige Bronze jünger als Zinnbronze sei (zudem hat Wocel nie als antiquarische Autorität gegelten)*“; budoucnost ovšem ukázala, že pravdě blíže byli oba napadení a dehonestovaní – *Wibel (1874)* opět zdůrazňoval, že poměr mědi a cínu nijak nesouvisí s tvarem a účelem, a proto má smysl jedině zjištění původu kovu pomocí stopových prvků.

*Virchowova* zahajovací řeč na valném shromáždění v *Mnichově 1875* byla již zmíněna; na druhé straně v ní ale zaznělo, že při posuzování bronzů je chemická analýza sice nejobjektivnější, že však může vést ke klamnému výsledku, pokud byl artefakt vyroben přetavením staré suroviny, přičemž se může měnit nejen složení, ale i poměr složek, že zinek z bronzы zmizí přelitím nebo dlouhým ležením v zemi; věrohodnost výsledků analýzy se tím snižuje. Z jeho podnětu ještě v listopadu 1875 přednášel na toto téma v *Berlínské antropologické společnosti* prof. *O. Liebreich* (*Correspondenz-Blatt der Deutschen anthropologischen Gesellschaft 1876*), jenž poukázal na nedostatečnou přesnost, nesnadnou prokazatelnost či vzájemnou odlišitelnost některých prvků i na okolnost, že bronz není homogenní, poměr mědi a cínu může být jiný při povrchu a jiný v jádru, že navíc v artefaktu po vyrobení pokračují chemické pochody. Zároveň se šířila skepse ke spojování určitých kovů či slitin a jejich složení s „národy“, což definitivně odmítl *Karl Berthold Hofmann*, univerzitní profesor lékařské chemie ve *Štýrském Hradci*, zabývající se užitím kovů u starověkých národů (*Hofmann 1887*), když za zdroj této běžné pověry v oblasti chemických analýz označil *Göbelův spis* z roku 1842.

Někteří významní autoři proto už analýzy celkem nebrali v úvahu, například *Sophus (Müller 1878)*, jenž se soustředoval na morfologii a typologii, nebo *Ch. Hostmann (1875)*, který sice zmiňoval analýzy *Fellenbergovy (von Fellenberg 1864* s archeologickými komentáři *G. F. C. Lische*) s průměrnou hodnotou slitin doby bronzové 89 : 11 %, ale spíše než k chronologii jich zmínění autoři využívali k nastolení otázek po původu surovin a původu bronzové industrie na severu Evropy, což v té době bylo důležité. Ostatně i např. prof. *Virchow* ještě v 80. letech si všiml, že bronz o poměru složek 90 : 10 % je rozšířen od Kavkazu po celé Evropě, a považoval tedy za pravděpodobné, že materiál pocházel ze střední Asie a Foiničané jej rozvezli po světě (*Virchow 1883*, 80).

Později v pozitivistickém období se k analýzám ještě vraceli O. Olshausen, O. Kröhnke, Helm, v Norsku *Rygh* (1873), v Rakousku *Reyer* (1883; profesor geologie vídeňské univerzity, jenž zahrnoval do své práce i Čechy, ale neznal Vocelovy práce), *Much* (1886), v Uhrách *Hampel* (1889), ale jejich „sláva“ už pohasínala. Když konečně archeologie získala první víceméně vlastní kvalitní pracoviště tohoto směru – chemickou laboratoř státních muzeí v Berlíně, zřízenou v r. 1888 (srov. *Anonym* 1888), soustředilo se už na naléhavější problémy konzervace. V Rakousku se Ústřední komise v téže době snažila, aby ministerstvo kultu a vyučování podpořilo její záměr zřízení laboratoře pro chemické a fyzikální zkoumání k účelům archeologického a uměleckohistorického výzkumu, mezi prvními úkoly měly být analýzy materiálů archeologických nálezů; to se ale do konce století nepodařilo, protože ministerstvo považovalo za dostatečnou chemicko-fyzikální laboratoř vídeňské umělecko-řemeslné školy.<sup>47</sup> Další jednání v roce 1897 už pracovalo s představou Vocelovačnické laboratoře.<sup>48</sup>

V Čechách spolupracoval Štolba s archeologii ještě dlouho po Vocelově smrti. V roce 1877 píše redaktor Památek archeologických a místopisných Josef Kalousek Ludvíku Šnajdrovi (1839–1913, o něm *Sklenář* 2005, 370–371 s lit.), že analýzy bronzů pro Archeologický sbor dělá prof. Štolba a je k tomu vždy ochoten.<sup>49</sup> Ovšem Šnajdr sám byl cukrovarnický chemik, absolvent přírodovědy a chemie na pražské polytechnice, a zejména počátkem zmíněného roku po ukončení své první kampaně v jičínském cukrovaru měl v plánu věnovat se analýzám; Kalouskovo sdělení je totiž negativní odpovědí na dopis, v němž Šnajdr žádá: „*Mám nyní dosti času k provádění prací lučebnických, nemohl by mi sl. sbor archaeologický poskytnouti po částkách z nepatrnějších zlomků bronzových, zejména takových, které byly nalezeny při popelnicích, o nichž v článku mém mluvím, na p. z Hrdlí, z Rosic, Přemyslení, z Nového Bydžova, Plavu, Kozákovy skály a t. d., třeba jen tolik, co bych mohl kvalitativně rozebrat?*“<sup>50</sup> Muzeum celkem samozřejmě nebylo ochotné půjčovat materiál ze svých sbírek a Šnajdr se k této myšlence vrátil až o něco později, když analyzoval některé bronzы ze Stradonic nebo z raně středověkých hrobů, vlastně jen aby potvrdil Vocelovu časovou následnost bronzů bez zinku a olova („cínových bronzů“, provádějících keramiku „stradonického typu“) a bronzů s příměsí zinku („zinkových bronzů“ spolu s „budečským typem“; *Šnajdr* 1879; 1881).

Vocelova systematická práce tedy nenašla významné následovníky, přestože lze narazit na dílčí informace o izolovaných pokusech využít chemii pro archeologické závěry, a to i mezi zájemci mnohem méně zkušenými, než byl vynikající archeolog Šnajdr. Připomenout lze například černínského nadlesního Georga Wachtela v Jindřichově Hradci, jenž v roce 1869 sděloval Vocelovi: „*Ich lies im vorigen Herbste einige kleinere Hügel durchgraben u. fand in Mitte dieser Hügel beiläufig an der Sohle eine kleine Parthie Kohle (auf ein Klumpen meist beisamm). Ich lies die Kohlen chemisch analisieren, ob auch nicht Knochen verkohlt darunter wären, doch die Analisis sprach sich nur für Kohle aus.*“<sup>51</sup>

<sup>47</sup> Přípis Ústřední komise rozesílaný konzervátorům památkové péče, čj. 1313 ex 95 c.c., Vídeň 21. 9. 1895 (exemplář v Literární archiv Památníku národního písemnictví, fond K. Čermák, kart. 3).

<sup>48</sup> Přípis Ústřední komise, čj. 986/97, Vídeň 7. 9. 1897 (Archiv Národního muzea, fond Registratura Národního muzea, kart. 47?, čj. 1504/97).

<sup>49</sup> Praha 24. 2. 1877 (Muzeum hl. m. Prahy – oddělení archeologických sbírek, fond J. A. Jíra, fasc. 3).

<sup>50</sup> Dopisy z Jičína 9. 1. a 20. 2. 1877 (uložení jako v předchozí pozn.). Narážka na článek se týká Šnajdrova pojednání „O nádobách hrobových“ v Památkách archaeologických a místopisných 1877.

<sup>51</sup> Jindřichův Hradec 22. 3. 1869 (Archiv Národního muzea, fond Archeol. sbor, kart. 2, č. 228).

Podobné povahy byly chemické analýzy zeminy ze sídlištních jam (Zeman 1878), vzešlé z podnětu ing. Jana Pudila v Bílině (Pudil 1879), ovšem z důvodů zkoumání hrnčířské hlíny kvůli technologii pravěké keramiky, proto pak Pudil výsledky pro nevhodnost nevyužil. To už hraničí s „archeologickou chemií pro praxi“, jakou prováděla zemědělská zkušební lučební stanice v Praze, když v březnu 1878 zkoumala zaslanou ukázkou „hrobní země“ z „pohanských pohřebišť“ západně od Mostu, kde se prý na ploše asi 8 ha kope, prodává na fůry a rozváží do okolí, asi 4 m mocná vrstva s nálezy (kterých si ovšem nikdo nevšímá); rozbor prokázal zejména kyselinu fosforečnou, která má příznivý účinek na zemědělské plodiny, kdežto sloučeniny fluoru a mědi zachyceny nebyly (x. 1878).

Pokud jde přímo o bronzы, jmenujme alespoň Aloise Houšku, městského policejního komisaře v Plzni a člena Antropologické společnosti ve Vídni<sup>52</sup>, jenž dal zkoumat 5 kusů bronzů z mohyl severovýchodně od Plzně – od Horomyslic, Kyšic, Dýšiny, Ejpovic a z Černé mytě (Houška 1890). Mnohem menší zájem byl z logických důvodů o analýzu železa, větší pak o rozborы strusky v souvislosti s výzkumem železářských výrobních technologií. V této záležitosti (o níž podrobněji Sklenář 2015) navázal Kliment Čermák při výzkumech na čáslavském Hrádku v roce 1886 spolupráci s prof. Vojtěchem Šafaříkem a dalším chemikem Františkem Kunderátem v Plzni, s nímž spolupracoval i F. X. Franc, a zdůraznil „velký význam duchovního spojení archaeologů s muži prakticky technickou vědou se obírajícími“.

## Závěr

Metodické postupy, které Vocel použil nebo vytvořil, odpovídaly své době a dnes již samozřejmě nemají ten význam, který se jim tehdy přikládal, i když chemické analýzy bronzů se v dokonalejší podobě provádějí i dnes. Nebylo také účelem tohoto článku hodnotit jeho závěry podle dnešního stavu poznatků. Šlo o to ukázat především, že aktivní zájem o spolupráci s přírodními vědami se projevoval v české archeologii už po polovině 30. let 19. století. Janu Erazimu Vocelovi nelze upřít zásluhu, že jako první v českých zemích a jeden z nemnohých průkopníků v Evropě (tj. tehdy ve světě) od poloviny 40. let 19. stol. aplikoval přírodovědecké metody na archeologický materiál i problémy, čímž předjímal budoucí směr pozitivistické epochy.

Ocenil to už jeho žák a současník, praktický archeolog Karel Jičínský, když v recenzi Vocelova spisu o historickém významu kamenných a bronzových starožitností (Vocel 1869c) v ústředním časopise státní památkové péče ve Vídni (Jičínský 1870) zdůraznil, že dle Vocelových slov „die nationale Archäologie das Mittelglied zwischen der Naturwissenschaft und der Geschichte bilde“ a jeho zásluhu vidí v tom, že hledal spojovací články a kombinace s disciplinami podobného zájmu. „Es ist nicht zu leugnen, dass die Archäologie durch eine solche Verwerthung exacter Ergebnisse selbst exacter werden müsse, als sie bisher war.“ A Vocel sám o této své poslední velké práci říká, že je pokusem, „wie die nationale Archäologie auf die so entwickelte Weise systematisch behandelt, das ist nach dem Vorgange der Naturwissenschaft vom Speciellen zum Allgemeinen schreitend und sodann (...) ihren vagem

<sup>52</sup> PhDr. Alois Houška (nar. 1842) absolvoval pražskou filosofickou fakultu r. 1864 (mezi posluchači Vocelových přednášek zapsán není, ale mohl je navštěvovat mimořádně); v Plzni působil jako učitel, pak žurnalista (založil Plzeňské listy) a nakonec jako komisař městské policie.

Rok	předmět (lokalita)	analytik	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	S	jiné
1847	ucho vědra (Podmokly)	Quadrat	70,10	5,80	23,83	–	stopy	–	–
	sekerka (Praha-Šárka)	Hlasivec	90,21	9,03	–	–	0,75	–	–
	zlomek meče (Rejkovice)	Liebig/-ich	92,90	6,70 <sup>53</sup>	–	–	0,2	–	–
	náramek (Rejkovice)	Görgey	92,72	6,44	–	–	0,84	–	–
1848	spona (Želence)	Liebig/-ich	79,65	9,32	7,67	–	2,96	–	–
	esov. záušnice (Praha 6)	Adam	84,31	0,90	3,09	10,93	–	–	–
1853	sekerka (Jičíněves)	Havránek	94,70	4,70	–	–	0,26	0,17	As 0,14
	sekerka (Dubany)		92,40	5,20	–	–	0,42	0,33	As 1,39
	náramek (Poběžovice)		87,10	11,64	–	–	0,24	0,33	–
	prut (Strettweg)		92,51	6,08	–	–	0,51	0,41	–
1859–1860	sekerka (Soběnice)	Reuss <sup>54</sup>	94,62	4,03	–	–	0,40	stopy	Ag 0,65
	sekerka (Soběnice)		94,50	4,69	–	–	0,14	–	Ag 0,65
1866	náramek? (Svob. Dvory)	Štolba	91,80	7,73	–	–	stopy	stopy	–
1866	meč (Roztoky u Prahy)	„	88,06	11,21	–	–	0,30	0,64	–
1866	náramek? (Noutonice)	„	83,64	10,66	5,47	–	0,23	stopy	–
?	náramek (Břasy-Kříše)	Štolba	92,87	6,28	0,80	–	0,06	–	–
?	nádoba (Dušníky)	„	92,54	7,56	–	–	stopy	–	–
?	náramek (Levý Hradec)	„	90,29	9,22	0,27	–	0,04	stopy	N 0,10
?	náramek (Peruc)	„	89,35	10,01	–	–	0,42	0,17	–
?	nášivka (Rataje)	„	87,74	12,26	–	–	–	–	–
?	meč (Zvoleněves)	„	88,74	8,37	1,48	–	1,07	–	–
?	náramek? (Těšňov ?)	„	86,02	11,51	2,36	–	1,21	stopy	–
?	náramek? (Dubany)	„	72,49	10,55	16,61	–	0,35	stopy	–
?	srp (NM bez lok.)	?	100,0	–	–	–	–	–	–

Tab. 1. Přehled nejstarších chemických analýz bronzových artefaktů v Čechách.

Tab. 1. The earliest chemical analyses of bronze artefacts in Bohemia.

*Charakter verlieren und sich ebenbürtig den übrigen Erfahrungswissenschaften anreihen werde.“*

Ačkoli tedy rámcově máme Vocela ještě za romantika, jsou přinejmenším jeho trvalé snahy o spolupráci s chemií a využití jejich výsledků důkazem, že už od 40. let dokázal myslet pozitivisticky a že předvídavěrazil názor, který v archeologii zdomácněl až během 60. let jako jeden ze základních postulatů nastupujícího pozitivismu: potřeba zpřesnit metody archeologie, má-li se stát skutečnou vědou, a následovat vzor přírodních věd. Jak napsal už ve druhém oddělení svých Paralel (*Vocel 1855, 182*):

*„Der Hauptentwurf den man der nationalen Archäologie mit Recht machen kann, ist, dass sich dieselbe gegenwärtig zumeist noch auf dem Boden der Empirie und der Hypothese bewegt und sich auf demselben Standpunkte befindet, welchen vor beiläufig hundert Jahren die Naturwissenschaft einnahm. Erst seitdem die letztere die naturhistorischen Eigenschaften der Naturproducte genauer erforscht, den Zusammenhang und die Verschiedenheit derselben*

<sup>53</sup> V tabulce uvádí *Vocel 1868, 562* hodnoty 6,07 a 0,02.

<sup>54</sup> V tabulce uvádí *Vocel 1868, 562* jako „lučebníka“ obou kusů ze Soběnic Štolbu, ale zřejmě jde o omyl.

*systematisch dargestellt, erst dann hatte sie ihre wahre, wissenschaftliche Basis gewonnen. Die nationale Archäologie ist allerdings noch weit von diesem Standpunkte entfernt.“*

Právě Vocel, i když odešel na prahu nové doby „antropologické“ archeologie, svou prací pomohl české archeologii nedostatek propojení s přírodními vědami překonat.

## Literatura

- Anonym 1842:* Die Metallarbeiten des Alterthums, nebst einigen Notizen über Bergbau und Hüttenwesen des Mittelalters, namentlich des Reussenlandes. 17. Jahresbericht des Voigtländischen alterthumsforschenden Vereins, 42–50.
- 1855: O popeli starobylých obětí nalezených u Jerusalema. *Živa* 3, 223.
- 1859/*Krejčí, J. J.*: Předpotopní nádoba Vlenecká. *Památky archaeologické a místopisné* 3, 236–237.
- 1861: Otisk listu v malachitu starožitné bronzové zbraně. *Živa* 9, 91.
- 1863/*Hlavatý, J. J.*: *Archaeologické sbírky v museum království Českého v Praze*. Praha.
- 1867: Schůze archaeologického sboru Musea král. Českého. *Památky archaeologické a místopisné* 7, 451–455.
- 1868: Schůze archaeologického sboru Musea království Českého. *Památky archaeologické a místopisné* 8, 71–75.
- 1874: Chronologie nerostů. *Vesmír* 3, 275.
- 1875: Přírodovědecký odbor musea království Českého. *Vesmír* 3, 46–47.
- 1888/*Voss, A. A.*: *Merkbuch, Alterthümer aufzugraben und aufzubewahren. Eine Anleitung für das Verfahren beim Aufgraben sowie zum Konserviren vor- und frühgeschichtlicher Alterthümer*. Berlin: Ernst Siegfried Mittler und Sohn.
- 1913/*Prokop, K. J.*: Zprávy z „Praehistorického odboru Sp. př. st. č.“, *Obzor praehistorický* 3, 39–40.
- Anonym red. 2001:* *Reussové z Bíliny. Památce velkých přírodovědců*. Teplice: Regionální muzeum.
- Beneš, F. 1866:* Šárka. *Vypsání archaeologické. Památky archaeologické a místopisné* 7, 166–184.
- Berlin, N. J. 1852a:* Om några nordiska metall-legeringar sammansättning. *Annaler for nordisk Oldkyndighed og Historie* 1852, 249–254.
- 1852b: Några materialier för bedömander af sammanhaget mellan de antika bronsernas sammansättning och ålder. *Annaler for nordisk Oldkyndighed og Historie* 1852, 254–271.
- Berzelius, J. J. 1836–1837:* Undersökning af metallmassan i några fornlemningar. *Annaler for nordisk Oldkyndighed og Historie* 1836–1837, 104–108.
- von Bibra, E. 1869:* Die Bronzen und Kupferlegirungen der alten und ältesten Völker mit Rücksichtnahme auf jene der Neuzeit. Erlangen.
- 1872: Die chemische Analyse als Hülfsmittel für den Archäologen. *Anzeiger für Kunde der deutschen Vorzeit* 19, 377–378.
- Biener von Bienenberg, K. J. 1785:* Versuch über einige merkwürdige Alterthümer im Königreich Böhmen III. Prag.
- Cayley, E. R. 1949:* Klaproth as a pioneer in the chemical investigation of antiquities. *Journal of chemical education* 26, 242–247, 268.
- 1951: Early history and literature of archaeological chemistry. *Journal of chemical education* 28, 64–66.
- 1964: *Analysis of ancient metals*. Oxford etc.: Pergamon Press.
- von Cohausen, A. 1866:* Ueber die Cultur der Bronzezeit. *Archiv für Anthropologie* 1, 321–326.
- Čechová, V. ed. 1987:* *Geolog Jan Krejčí*. Praha: Ústřední ústav geologický.
- Čtverák, V. et al. 2003:* *Encyklopedie hradišť v Čechách*. Praha: Libri.
- Damour, A. 1865–1866:* Sur la composition des haches en pierre trouvées dans les monuments celtiques et chez les tribus sauvages. *Comptes-rendus des séances de l'Académie des Sciences* 63. *Revue Archéologique Nouvelle Série* 13, 190–207.
- Dobrovský, J. ed. 1802:* *Deutsch-böhmisches Wörterbuch I*. Prag.
- von Fellenberg, L. R. 1864:* Analysen antiker Bronzen. *Jahrbücher des Vereins für mecklenburgische Geschichte und Alterthumskunde* 29, 156–176.
- Födisch, J. E. 1868:* Verschlackte Wälle in Böhmen. *Mittheilungen der Central-Commission für Erforschung und Erhaltung der Kunst- und historischen Denkmale* 13, XXXVII–XXXVIII.



- Frič, A. 1868:* O dějinách práce. *Živa* 14, 273–294.
- 1869: O vrstvách kůry zemské. Praha: Spolek pro vydávání laciných knih českých.
  - 1876: Prabydlitelé země České. *Vesmír* 5, 26–28, 57–58.
  - 1877: Geologické obrazy z pravěku země české. *Vesmír* 6, 98–99, 146–150, 218–219.
- Göbel, F. 1842:* Über den Einfluss der Chemie auf die Ermittlung der Völker der Vorzeit oder Resultate der chemischen Untersuchung metallischer Alterthümer (...). Erlangen: Ferdinand Enke.
- Grueber, B. 1872:* Die Kunst des Mittelalters in Böhmen. Mittheilungen der Central-Commission für Erforschung und Erhaltung der Kunst- und historischen Denkmale 17 (Der Burgenbau), CLXII–CLXVII.
- Grunwald, S. 2012:* „To ransack the wall would give trouble and would waste time“. Hillfort archaeology in Saxony in the 19<sup>th</sup> century. In: O. W. Jensen ed., *Histories of archaeological practices*, Stockholm: Historiska Museet, 175–189.
- Hampel, J. 1889:* Chemische Analyse vaterländischer Bronzeobjecte. *Archaeologiai értesítő* 1889, 443–444.
- Hauchecorne, W. 1870:* Über die chemische Untersuchung der Schlacken von den oberlausitzischen Brandwällen. *Zeitschrift für Ethnologie* 2, 461–464.
- Hlavatý, J. 1856–1857:* Archeologické sbírky Musea království Českého I. Starožitnosti pohanské. *Památky archeologické a místopisné* 2, 185–190, 232–237, 281–283.
- Hofmann, K. B. 1887:* Über Zuthellung antiker Bronzen. Mittheilungen der Central-Commission für Erforschung und Erhaltung der Kunst- und historischen Denkmale N. F. 13, 14–20.
- Hostmann, Ch. 1875:* Beitrag zur Geschichte und Kritik des nordischen Systems der drei Kulturperioden. *Archiv für Anthropologie* 8, 281–314. /Přepřacované vyd. in: *Studien zur vorgeschichtlichen Archäologie*. Braunschweig 1890, 1–150/.
- Houška, A. 1890:* Bronzeanalysen prähistorischer Geräthe aus der Umgebung von Pilsen. Mittheilungen der anthropologischen Gesellschaft in Wien 20 (N. F. 10) – Sitzungsberichte, 58–59.
- Hünefeld, L. – Picht, F. 1827:* Rügens metallische Denkmäler der Vorzeit, vorzugsweise chemisch bearbeitet, und als Beytrag zur vaterländischen Alterthumskunde. Leipzig: Leopold Voss.
- J. P. Z. 1864:* Stavby na jehlách. *Beseda* 2, 1864–1865, č. 5, 33–34.
- Janko, J. – Štrbáňová, S. 1988:* Věda Purkyňovy doby. Praha: Academia.
- Jičínský, K. 1870:* Die Bedeutung der Stein- und Bronzealterthümer für die Urgeschichte der Slaven (recenze titulu Vogel 1869c). Mittheilungen der Central-Commission für Erforschung und Erhaltung der Kunst- und historischen Denkmale 15, CXXVI–VII.
- Kalina von Jäthenstein, M. 1836:* Böhmens heidnische Opferplätze, Gräber und Alterthümer. Prag. (Sep. z Abhandlungen der k. Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften IV. 5).
- Kdolská, H. 2009:* Hillfort studies in Scotland: 18th century – 1945. Ms. disertační práce, University of Edinburgh.
- Kettner, R. 1925:* Jan Krejčí. Praha: František Topič.
- Klaproth, M. H. 1807:* Chemische Untersuchungen der Metallmasse antiker eherner Waffen und Geräthe. *Gehlens Journal für Chemie, Physik und Mineralogie* 4, H. 13, Nr. 15, 351–358.
- Klecanda, J. red. s. d.:* Devatenácté století slovem i obrazem, II. 1. Praha: Jos. R. Vilímek.
- Krejčí, J. 1847:* Zeměznalecký přehled okolí Pražského. *Časopis Národního muzea* 21, 2, 457–491.
- 1854: Oblázky na vysočinách okolo Prahy. *Živa* 2, 383.
  - 1855: Pravěké doby země České. In: A. J. Vrťátko red., *Perly České*, Praha: Sbor Musea pražského pro vědecké vzdělání řeči a literatury české, 173–187.
  - 1857a: Horopisné obrazy okolí Pražského. Praha: Bedřich Rohlíček.
  - 1857b: Über den Ursprung der auf den Höhen beider Moldauufer bei Prag vorkommenden Geschiebe. Abhandlungen der königl. Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften V/9, 29.
  - 1858: Einiges ueber Diluvialbildungen der Umgebungen von Prag und Beraun. Abhandlungen der königl. Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften V/10, 84–86.
  - 1859a (šifra J. K.): Nádoba nalezená v diluvialních vrstvách u Vlečů blíž Karlšteina. *Živa* 7, 59–60.
  - 1859b: Einiges ueber Diluvialbildungen der Umgebungen von Prag und Beraun. Abhandlungen der königl. Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften V/10, 84–86.
  - 1863a: Vodní osady na kolích a význam jejich přírodopisný. *Živa* 11, 230–240.
  - 1863b: Stáří pokolení lidského. *Živa* 11, 240–245.
  - 1863c: Ledová doba a příčiny její. *Živa* 11, 350–361.
  - 1865: Doba diluviální v Čechách a ostatní střední Evropě. *Časopis Národního muzea* 39, 3–13.
  - 1877: Geologie čili nauka o útvarech zemských. Praha.

- Krolmus, V. 1852: Zpráva Sboru archeologickému podaná od V. Krolmusa. 1852. Rukopis, 6. 5. 1852; Literární archiv Památníku národního písemnictví, Praha, fond V. Krolmus, kart. 5.*
- 1859: Starožitnosti r. 1859. po Čechách vykopané, prohledané, stručně podotknuté od Vácesl. Krolmusa faráře. Rukopis, Knihovna Národního muzea, odd. rukop., sign. V G 123.
- Kruse, F. 1842: Necrolivonica oder Geschichte und Alterthümer Liv-, Esth- und Kurlands bis zur Einführung der christlichen Religion in den russischen Ostseegouvernements. Dorpat: vl. n.*
- Laube, G. C. 1874: Zur Erinnerung an Dr. August Emanuel Ritter von Reuß. Mittheilungen des Vereins für Geschichte der Deutschen in Böhmen 12, 193–205.*
- 1875: Ueber Reste vorchristlicher Cultur aus der Gegend von Teplitz. Mittheilungen des Vereins für Geschichte der Deutschen in Böhmen 13, 176–187.
- Macek, J. ed. 1989: Gustav Carl Laube. Teplice: Krajské muzeum.*
- Mallet, J. W. 1852: Account of a chemical examination of the Celtic antiquities in the collection of the Royal Irish Academy. Dublin: M. H. Gill.*
- Much, M. 1886: Die Kupferzeit in Europa und ihr Verhältnis zur Cultur der Indogermanen. II. Mittheilungen der Central-Commission für Erforschung und Erhaltung der Kunst- und historischen Denkmale 12, LVII–LXXVII.*
- Müller, S. 1878: Die nordische Bronzezeit und deren Periodentheilung. Jena: Hermann Costenoble.*
- Nekut, F. (šifra l.) 1883: O tvoření se pazourku nebo-li kamene křesacího. Vesmír 12, 34.*
- Otto, H. – Witter, W. 1952: Handbuch der ältesten vorgeschichtlichen Metallurgie in Mitteleuropa. Leipzig: J. A. Barth.*
- Pollard, A. M. 2013: From the bells to cannon – the beginnings of archaeological chemistry in the eighteenth century. Oxford journal of archaeology 32, 335–341.*
- Pudil, J. 1879: Bemerkungen über böhmische Alterthümer. Verhandlungen der Berliner anthropologischen Gesellschaft 1879, 19. 4., 2–4.*
- Quadrat, B. B. 1848: Lučebné opyty. Časopis Národního muzea 22, 2, s. 143–150. Redtenbacher, J. 1847: Ueber einige antike Broncen, welche in Böhmen gefunden wurden. Rukopis., b. d., Archiv Národního muzea, fond Archeol. sbor, kart. 2, č. 216 (přetisk: Vöcel 1847, 644–645).*
- Reuss, A. E. 1860: Vortrag über einige chemische Umbildungsproducte an mehreren erst kürzlich in Böhmen aufgefundenen celtischen Bronze-Alterthümern. Sitzungsberichte der königl. Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften Jahrgang 1860, Januar-Juni, 38.*
- 1862: Über die alten Pfahlbauten der Schweiz und ihre naturhistorische Bedeutung. Lotos 12.
- 1863: O vývinu ústrojného života v Čechách. Živa 11, 193–199.
- Reyer, E. 1883: Die Kupferlegirungen, ihre Darstellung und Verwendung bei den Völkern des Alterthums. Archiv für Anthropologie 14, 357–372.*
- von Riegger, J. A. 1792: Ein aufgefundenes Alterthum. In: J. A. von Riegger ed., Archiv der Geschichte und Statistik insbesondere von Böhmen III, Dresden: Waltherische Hofbuchhandlung, 99–101.*
- Ruthenberg, K. 1985: Entwicklung der Bronzanalyse von den Anfängen bis zur Gegenwart. In: H. Born ed., Archäologische Bronzen, antike Kunst, moderne Technik, Berlin: Museum für Vor- und Frühgeschichte, 190–197.*
- Rygh, O. 1873: Norske Bronze-Legeringer fra Jernalderen. Aarbøger for nordisk Oldkyndighed 1873, 471 sqq.*
- von Sacken, E. 1865: Leitfaden zur Kunde des heidnischen Alterthumes mit Beziehung auf die österreichischen Länder. Wien: Wilhelm Braumüller.*
- von Santen, H. L. 1844: Chemische Analysen antiker Metalle aus den heidnischen Gräbern Mecklenburgs, mit antiquarischen Einleitungen und Forschungen begleitet von G. C. F. Lisch. Jahrbücher des Vereins für mecklenburgische Geschichte und Alterthumskunde 9, 317–354.*
- Sklenář, K. 1976: Počátky české archeologie v díle Matyáše Kaliny z Jäthensteinu. Sborník Národního muzea – A 30, 1–136.*
- 1980: Archeologická činnost Josefa Vojtěcha Helicha v Národním muzeu (1842–1847). Sborník Národního muzea – A 34, 109–236.
- 1981: Jan Erazim Vöcel. Zakladatel české archeologie. Praha: Melantrich.
- 1987: Mohylové pohřebiště ze starší doby železné u Břas na Rokycansku. Časopis Národního muzea – řada historická 156, 1–24.
- 1989: Kašpar Šternberk a česká archeologie. Časopis Národního muzea – řada historická 158, 117–135.
- 1998: První český pazourek. HighLife 4, č. 12, 110–112.
- 2000: Archeologie a pohanský věk. Praha: Academia.

- Sklenář, K. 2001:* Slovník nejstarší české archeologické terminologie do roku 1870. Zprávy České archeologické společnosti – Suppl. 46. Praha.
- 2002: Hradiště nad Březinou a první archeologická úvaha o hranicích „Slavníkovy říše“. Sborník Západočeského muzea v Plzni – Historie XVI, 167–181.
  - 2005: Biografický slovník českých, moravských a slezských archeologů. Praha: Libri.
  - 2008: Dějiny výzkumu starší a střední doby kamenné (paleolitu a mezolitu) v českých zemích. Sborník Národního muzea v Praze, řada A – Historie 62, 1–112.
  - 2011: Pravěké a raně středověké nálezy v Čechách do roku 1870. Pramenná základna romantického období české archeologie. Praha: Národní muzeum.
  - 2012: Hradiště jako předmět studia v počátcích české archeologie. Archeologie ve středních Čechách 16, 497–611.
  - 2013: Chrudim: K otázce prvního doloženého paleolitického nálezu v Čechách. Archeologie ve středních Čechách 17, 9–17.
  - 2014: „Stará myšlenka“. K 170. výročí třídobé periodizace v české archeologii. Archeologické rozhledy 66, 203–242.
  - 2015: Neuveřejněná zpráva Klimenta Čermáka o výzkumu na čáslavském Hrádku 1886. Archeologie ve středních Čechách, v tisku.
- Smolík, J. 1881:* O hrubších kamenných nástrojích vůbec a vrtaných zvlášť, nalezených v Čechách. Památky archaeologické a místopisné 11, 541–556.
- Szombathy, J. 1888:* Bericht über einen Ausflug in die Gegend von Pilsen und über die Versuchsgrabungen bei Kron-Poritschen. Annalen des k. k. Naturhistorischen Hofmuseums 3, 89–100, 128–137.
- Šafařík, V. 1860:* Základové chemie čili lučby I. Praha: Matice česká.
- 1870: Josef Redtenbacher. Časopis chemiků českých 1, 11–12.
- Šaldová, V. 1988:* Život a dílo. In: V. Šaldová ed., Franc, F. X. Štáhlauer Ausgrabungen, Praha: Archeologický ústav ČSAV, 249–257.
- Šnajdr, L. 1879:* Über die Hradište von Stradonice und die Schädel von Strupcic (Böhmen). Verhandlungen der Berliner anthropologischen Gesellschaft 1879, 12. 7., 19–21.
- 1881: Materialy k kulturním dějinám lidí bydlivších v hořejším poříčí Labe. Jičín: vlastním nákladem.
  - 1882: Eine Küchenabfallgrube bei Bydžov. Mittheilungen der Central-Commission für Erforschung und Erhaltung der Kunst- und historischen Denkmale 8, 11–18. (Totěž: Verhandlungen der Berliner anthropologischen Gesellschaft 1881, 243–251).
  - 1888: Eine Werkstatt von Feuerstein-Instrumenten bei dem Dorfe Bukvice unweit Jičín. Mittheilungen der Central-Commission für Erforschung und Erhaltung der Kunst- und historischen Denkmale N. F. 14, 202–203.
- Štelcl, J. – Malina, J. 1975:* Základy petroarcheologie. Brno: Univerzita J. E. Purkyně.
- Štolba, F. 1866a:* Über die Analyse mehrerer alterthümlichen Bronze-Objekte aus der Sammlung des böhmischen Museums. Sitzungsberichte der königl. Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften Jahrgang 1866, Juli-December, 9–17.
- 1866b: Chemické příspěvky k bádání archaeologickému. Památky archaeologické a místopisné 7, 205–210.
- Thörnqvist, C. 1939:* Aus nordischen Archiven. Briefe von J. Dobrovský, F. Posselt, J. E. Vocel, F. Palacký und J. V. Sládek an nordischen Gelehrte. Věstník Král. České společnosti nauk, tř. fil.-hist. 1938, č. II. Praha.
- Uvarov, A. S. red. 1871:* Trudy pervago archeologičeskago s'jezda v Moskve 1869. Moskva: Moskovskoje archeologičeskoje občestvo.
- Virchow, R. 1870:* Über gebrannte Steinwälle der Oberlausitz. Zeitschrift für Ethnologie 2, 257–271.
- 1875: Eröffnungsrede. In: Die sechste Allgemeine Versammlung der deutschen Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte zu München am 9. bis 11. August 1875. Beilage zum Correspondenzblatt für die Mitglieder der Deutschen anthropologischen Gesellschaft 1875, München, 5–14.
  - 1876: Über die Bronzezeit. Verhandlungen der Berliner anthropologischen Gesellschaft 1876 (29. 7.), 3–13.
  - 1877: Die Bronzezeit. Correspondenz-Blatt der Deutschen anthropologischen Gesellschaft 1877, 57–61.
  - 1883: Die erste Benützung der Metalle. Correspondenz-Blatt der Deutschen anthropologischen Gesellschaft 14, 75–80.

- Vocel/Wocel, J. E. 1847: Začátkové českého umění. Časopis Národního muzea 21, 2, 308–322, 440–451, 530–544, 641–654.*
- *1853: Některé výsledky archaeologické cesty roku 1852 konané. Časopis Národního muzea 27, 69–101.*
  - *1854a: Archäologische Parallelen. Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, phil.-hist. Kl., 11, Jahrgang 1853, 716–756.*
  - *1854b: Kelternes, Germanernes og Slavernes Bronzer. En archaeologisk Parallel, efter J. E. Wocel. Antiquarisk Tidsskrift 1852–1854, 206–247.*
  - *1855: Archäologische Parallelen. Zweite Abtheilung. Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Wien, phil.-hist. Kl., 16, 169–230.*
  - *1857: Význam starožitných bronzů. Památky archaeologické a místopisné 2, 289–298.*
  - *1859: Bericht über die im Jahre 1858 unternommene kunstarchäologische Reise im westlichen Böhmen. Mittheilungen der kaiserl. königl. Central-Commission zur Erforschung und Erhaltung der Baudenk-male IV. Band, 96–99, 135–137, 212–218.*
  - *1868: Pravěk země České. Praha: Královská česká společnost nauk.*
  - *1869a: Über die Bedeutung der Stein- und Bronzealterthümer für die Urgeschichte der Slawen. Sitzungs-berichte der königl. Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften Jahrgang 1869, Juli – December, 4–5.*
  - *1869b: O významu starožitností z kamene a z bronzu pro nejdávnější národopis Slovanův. Památky archaeologické a místopisné 8, 353–368.*
  - *1869c: Die Bedeutung der Stein- und Bronzealterthümer für die Urgeschichte der Slaven. Abhandlun-gen der königl. Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften VI/3. Prag.*
  - *1870: Výsledky skoumání starožitností z kamene a z bronzu. Památky archaeologické a místopisné 8, 531–540.*
- Voss, H.-U. 1998: „Hand in Hand mit der Altertumskunde“. Altes und Neues zu Analysen antiker Metalle aus „heidnischen Gräbern“. Ethnographisch-archäologische Zeitschrift 39, 207–216.*
- Weibull, M. – Tegner, E. 1868: Lunds universitets historia 1668–1868. 2. Lund: C. W. K. Gleerup.*
- Weiss, L. – von Schwarz, M. 1909: Strichproben zur Erkennung vorgeschichtlicher Bronzen und Kupfergegen-stände. Correspondenz-Blatt der Deutschen anthropologischen Gesellschaft 40, 11–12.*
- Wibel, F. 1865: Die Cultur der Bronze-Zeit Nord- und Mitteleuropas. Chemisch-antiquarische Studie über unsere vorgeschichtliche Vergangenheit und deren Bergbau, Hüttenkunde, Technik und Handel. Kiel.*
- *1874: Über die chemische Analyse von Bronze. Correspondenz-Blatt der Deutschen anthropologischen Gesellschaft 1874, 68–71.*
- x. 1878: Země z pohanských pohřebišť dobrým hnojivem. Vesmír 7, 223.*
- Zeman, J. 1878: Analysen von prähistorischen Gräbererden und von Braunkohleaschen aus der Nahe Bilin's. Verhandlungen der Berliner anthropologischen Gesellschaft 1878, 16. 11., 18–22.*
- Zippe, F. X. M. 1838: Entdeckung eines aus verschlacktem Gesteine bestehenden Wall. In: K. Sternberg – J. V. Krombholz red., Bericht über die Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Prag im September 1837, Prag, 76–81.*

## Cooperation with non-life sciences at the beginning of Czech archaeology

The close relationship between modern archaeology and the natural sciences gradually developed over the past two or three centuries. This article focuses on the beginnings of cooperation with the sciences of inorganic nature from the first half of the nineteenth century, when archaeology in Bohemia began to transform from a field interested in antiques to a scientific discipline in conjunction with the refinement of the natural sciences on the foundation created by the Enlightenment. Contact between archaeologists and scientists, for a long time occurring only in Prague, took place, on one hand, at the Royal Bohemian Society of Sciences and the National Museum and, on the other, at the Prague university and polytechnic. The cooperation essentially involved three areas: in post-Palaeolithic prehistory with mineralogy (petrography) and analytical chemistry and later, at the beginnings of the study of the Palaeolithic, geology.

The first encounter between archaeology and the sciences of inorganic nature is related to 'vitrified forts' (on the history of their study, see *Sklenář 2012*), which Europe knew from Scotland and

which were first described on the continent in Bohemia, despite the fact that their nature was somewhat different (Plzeň-Bukovec hillfort in 1837: *Sklenář 1989*). The prominent Bohemian mineralogist and petrographer prof. Franz Xaver M. Zippe, who worked simultaneously at the Prague polytechnic and the National Museum, took part in excavations and referred to this find, including a mineralogical analysis, at the XV Conference of German Natural Scientists in Prague in September 1837.

Contact between archaeologists and natural scientists developed further during the petrographic determination of the raw materials of stone industry. Identification of the raw materials of polished stone industry occurred as early as the eighteenth century, albeit on the basis of personal experience with rocks (appearing for the first time in Bohemian archaeological literature in 1785). Even before French mineralogist A. A. Damour founded petroarchaeology, the first project involving the professional determination of raw material occurred at the National Museum in Prague in October 1850: on the occasion of the founding of the first proper inventory of the museum's archaeological collections, and at the request of J. E. Vocel, professor of archaeology at the Prague university, August Emanuel Reuss (geologist, mineralogist, petrographer and chemist), a professor at the same university, conducted the identification of the materials of all the stone artefacts in this collection.

Chipped stone industry was not understood for many years and therefore did not attract the interest of scholars until knowledge of the Palaeolithic and its research spread in central Europe in the second half of the nineteenth century. The lone known material was silicite, generally referred to as flintstone, but archaeologists did not begin to collect it until the 1840s (despite the fact that the first find from an excavation is documented in 1831); a turning point in interest in flint came around with the find of a northern import – a leaf-shaped dagger from the period of transition from the Eneolithic to the Bronze Age (Loučeň 1838), thanks exclusively to its atypical shape. It was far more difficult to identify non-flint materials, the most common of which, quartzite and chert, were not differentiated or even recognised in the field. The first known Palaeolithic find in the Czech lands – a blade from Praha-Jeneřálka in 1866 or 1867 – was coincidentally made from quartzite, and in the 1870s, natural scientists who were engaged in the study of the Palaeolithic (Antonín Frič, Jan Krejčí) designated the artefact's material as siliceous or cemented sandstone; only afterwards did the term 'quartzite' come about. The first Czech work devoted to flint as a raw material was published by natural scientist F. Nekut in 1883.

The early phase in the study of the Palaeolithic was the work of natural scientists, and it was also natural scientists who made the first attempts to discover this period in the Czech lands (see *Sklenář 2008; 2013*). The first was Jan Krejčí, the curator of the geological collections at the National Museum and later professor at the Prague university, whose publications from the 1840s launched systematic professional work in Bohemian geology. Krejčí was the very first to study Quaternary deposits, and his name is connected with the first (unfortunately only reputed) Palaeolithic discovery in 1859; the actual find was published by a different natural scientist, Antonín Frič, in 1867. However, study of the earliest phase of prehistory did not actually involve cooperation between the sciences but rather two separate lines that informed one another without working together. In the meantime, J. E. Vocel began to work with chemists.

Jan Erazim Vocel (see *Sklenář 1981*) was the first Bohemian archaeologist who established permanent connections and friendly contacts with natural scientists thanks to his personal interest in geology, mineralogy and chemistry. Although cooperation on stone materials did not essentially continue, it developed fully with regard to the use of chemical analyses to make precise determinations of the composition of bronze, the comparisons of which Vocel then used to compile a relative chronology of bronze industry. Although quantitative analyses of bronze were employed sporadically in western and then central European archaeology beginning in the 1820s, they were initially conducted for their own sake and no further conclusions were drawn. In 1839, Václav Pauk, natural scientist, mining engineer and field archaeologist, initiated the chemical investigation of bronze, unfortunately without results.

In the romantic period of archaeology, bronze artefacts were the most popular types of finds, and attempts were made in the 1840s to utilise the differences in the composition of bronze to attribute finds to certain nations; if their historical sequence was known in a specific territory (e.g. the Celtic,

Germanic and Slavic sequence in Bohemia), the relative chronology could also serve to determine the 'nationality' of finds in an objective manner. Vocel decided to concentrate on chemical analysis for this very reason. His relationships in Denmark also played a role: he knew Thomsen, Worsaae and other Danish scholars, among which C. C. Rafn in particular informed Vocel on Danish bronze analyses and Nordic literature.

Available at the time in Bohemia was the chemical laboratory of the Prague university run by prof. Josef Redtenbacher, who was the first in the Austro-Hungarian Empire to introduce lectures on analytical chemistry; Redtenbacher guided his students toward investigative research. He entrusted the analyses of several archaeological finds from the collections of the National Museum to his students (most of whom later became university professors) as requested by his professional colleague Vocel in October 1847. This was the first activity of its kind in Bohemia and the empire as a whole, although not the last. However, the revolution of 1848, in which Vocel was involved, and its aftermath interrupted further work until 1852. Nevertheless, Vocel required a statistically significant amount of data and therefore began in 1853 to conduct even deeper investigations into the composition of bronze (essentially involving only the presence and share of copper and tin, and perhaps lead) on a touchstone with the assistance of A. E. Reuss and J. Krejčí, later even with a professional goldsmith. (This method had already been employed by the 'father of Bohemian archaeology', Karl Joseph Biener von Bienenberg, before 1785.) At the same time, Vocel and Krejčí also conducted experiments with the weighing of bronze due to differences in the specific weight of alloys, which however did not produce results, and later with spectral analysis in the laboratory of physicist Karel Václav Zenger at the Prague polytechnic.

The described forms of Vocel's cooperation with natural scientists ushered in a new phase in this relationship: it no longer involved engaging an expert for descriptive purposes, but rather the enlightened use of cooperation to fulfil a research plan. Vocel published these results between 1847 and 1869; the most important were *Archaeological Parallels* (Vocel 1854a; 1855), published in the papers of the Academy of Sciences in Vienna, of which Vocel was already a member. Using a comparative method employing natural science procedures, he distinguished in the first part (1853) the groups: copper – copper and tin – also with an admixture of lead – the previous alloy also with an admixture of zinc. Vocel also determined that typical prehistoric bronze belongs to the copper-tin group, i.e. it must be the earliest, and, in keeping with the known sequence of 'nations' in Czech prehistory, therefore Celtic (which was, for that matter, the opinion of the majority of Europe). He also investigated the occurrence of individual groups of bronze alloys with iron and confirmed to himself that the presence gradually increases in the order of his groups, and therefore the group with zinc must already belong to 'late pagan' Slavs-Bohemians.

Looking at this system today, it is apparent that already by 1853 Vocel differentiated groups in this chronological order: Bronze Age, perhaps still Hallstatt period – La Tène period – Early Middle Ages. Therefore, he gave chronological depth in a pioneering manner to the previously uniform mass of 'pagan' bronze artefacts and hence to Bohemian prehistory; of particular value was his clear classification of Slavic artefacts (especially S-shaped temple rings) many years before the still-favoured classifications of S. Müller and R. Virchow.

Vocel's work was translated into Danish by E. M. Thorson and published in Copenhagen (Vocel 1854b). At that time, C. C. Rafn sent Vocel a pair of articles by the Swedish chemist N. J. Berlin that had been published at the time Vocel's work was in press (Berlin 1852a; 1852b). In the same manner, Berlin had essentially come to the same conclusions (chemically, though not archaeologically). Vocel valued the independent consensus of the findings as confirmation of objective accuracy and responded to Berlin's impetus with the second part of his *Parallels* (Vocel 1855). It is interesting that in his passion for a new and exact tool, Vocel, who was also an art historian, completely disregarded the formal side of the bronze artefacts (shape, decoration), and that it was Berlin, a chemist, who in his comparison of bronze objects pointed out the necessity of taking these characteristics into consideration. With this shortcoming rectified, the conclusions of the second part of Vocel's work were as follows: 1/ copper is the earliest metal in metal industry, followed by tin, lead and zinc, which were gradually

added later; 2/ a 85–95% share of copper at the most with a slight admixture of lead, indicates the pure Bronze Age, in the Czech and Austrian lands Celtic; 3/ the higher the content of copper, the earlier the artefact, although this would have to be verified from various sides; 4/ lead does not form a significant component of bronze alloys until the period of iron weapons, i.e. in the Iron Age; 5/ zinc indicates the latest pagan period, the ninth and tenth centuries; 6/ the bronze industry of the Celts, Germans and Slavs is the result of independent development, i.e. it cannot be deduced from Greek and Roman cultural elements (*Vocel 1855*, 169–170).

Vocel himself occasionally continued to test the bronze artefacts of the National Museum with a touchstone; A. E. Reuss occasionally continued to conduct chemical analyses, as did Vocel's last chemical collaborator, František Štolba, who later became a professor and the chancellor of the Czech Technical University. Štolba, who differed from the others in his interest in archaeology, conducted many analyses for Vocel in 1866–68, and even lectured on and published the results himself. He occupied himself also with iron artefacts – a first in the history of Czech chemical analyses. Vocel then published a few more works which, from the perspective of natural science cooperation, were essentially summaries (*Vocel 1869a; 1869b; 1869c; 1870*). Marking the conclusion of the entire matter were annexes to Vocel's crowning achievement, *Pravěk země české* (The Prehistory of Bohemia: *Vocel 1868*, 553–570), in which the author summarised and evaluated his own and foreign experiments and results, accompanied by updated tables from Prague and foreign chemical analyses. 'There is no doubt', he concludes, 'that chemistry and comparative archaeology will find means and certain rules in this quickly advancing period to help researchers easily recognise the age and nationality of pagan graves found in various regions'.

In Bohemia, Štolba cooperated with the National Museum until the end of the 1870s, when archaeologist Ludvík Šnajdr, a sugar industry chemist by profession, briefly began to analyse bronze artefacts. However, researchers began to abandon such work, since it could not produce much new information (besides concentrating on trace elements in the interest of determining the provenance of metals).

Vocel was the first in Bohemia and one of the few pioneers in Europe (i.e. in the world) to apply natural science methods on archaeological material and problems. Although he was a product of 'romantic' archaeology, he managed to adopt a positivist approach as early as the 1840s. He accurately anticipated that archaeology would become an established discipline in the 1860s. As he wrote in the second part of his *Parallels* (*Vocel 1855*, 182): 'You can justifiably argue that national archaeology mostly moves about on the level of empiricism and hypothesis and today is at the point the natural sciences were at a century ago'. He held the opinion that 'national archaeology forms a link between the natural sciences and history ... that according to the example of the natural sciences it progressed from the specific to the general and therefore ... lost its vague nature and became equal to the other empirical sciences'. And although he did not live to see the new period of positivist archaeology after 1870, his work helped Bohemian science to overcome this shortcoming.

English by *David J. Gaul*