

PRÍSPEVOK K TECHNOLOGII VÝPALU LINEÁRNEJ KERAMIKY

Zdeněk Farkaš

Napriek tomu, že keramika predstavuje najpočetnejšiu zložku nálezov z neolitu, zatiaľ bola na Slovensku venovaná iba nepatrná pozornosť exaktnému skúmaniu technologických postupov jej výroby (Šiška 1980, s.26). Čiastočne lepšia situácia je v Čechách a na Morave, kde bádatelia hľadajúci nové možnosti riešenia klasických archeologických problémov, ako je otázka proveniencie predpokladaných importov (vzťah medzi vypichovanou (VK) a lengyelskou kultúrou), nadviazali spoluprácu s Výzkumným ústavom keramiky v Karlových Varoch (Bareš-Lička 1976, s. 137 a n.; Lička-Bareš 1979, s. 69 a n.), ktorá napokon viedla k hlbšiemu záujmu o technológiu výroby neolitickéj keramiky (Bareš-Lička-Růžičková 1981, s. 137 a n.; 1982, s. 121 a n.). Získané poznatky sa napokon v praxi overovali metódou archeologického experimentu (Bareš-Lička-Růžičková 1982, s. 181 a n.; Kovárník 1982, 103 a n.; 1983-84, s. 151 a n.).

Záujem o poznanie spôsobu vypaľovania niektorých druhov keramiky z mladšej doby kamennej na juhozápadnom Slovensku vzbudil obsah objektu kotlovitého tvaru z obdobia staršej lineárnej keramiky (LnK), odkrytého v katastri obce Bernolákovo, okr. Bratislava vidiek (Farkaš 1987, s. 42). Z jeho výplne sa podarilo vyzdvihnúť 1588 črepov. Z ďalších 48 zlomkov sa zrekonštruovali 4 nádoby. Keramika z Bernolákova sa opticky i konzistenciou výrazne odlišovala od keramiky z obdobia mladšej LnK a železovskej skupiny, známej z blízkeho okolia. Časť zlomkov nádob bola na prvý pohľad nedostatočne vypálená (mäkký a nekompaktný materiál, odlupovanie sa jednotlivých vrstiev z črepov pri vyberaní z vlhkého prostredia). Okrem toho sa v inak jednoliatej sýtočiernej výplni objektu miestami objavovali pomerne tenké vrstvičky svetlejšej hliny, ktoré na podklade pásikového uška vystupujúceho z jednej z nich, možno najskôr interpretovať ako zvyšky nevypálených nádob (nálezová správa uložená v dokumentácii AM SNM pod číslom 27/91).

Ako porovnávací materiál poslúžili vzorky keramiky a mazanice z dvoch bohatých objektov mladšej LnK a železovskej skupiny z Bratislavy - Mlynskej doliny. Obj. 95/86 mal nepravidelný tvar s viacerými lalokovitými výbežkami a kruhovým zahĺbením v severovýchodnej časti (zásobná jama?). Popri keramike mladšej LnK a železovskej skupiny obsahoval aj črep z nádoby bukovohorskej kultúry. Obj. 102/86 pozostával z komplexu viacerých jám s početným keramickým materiálom (nálezová správa uložená v dokumentácii AM SNM).

Fyzikálne merania vybraných zástupcov jednotlivých skupín keramiky realizovali pracovníci Katedry jadrovej fyziky a techniky Elektrotechnickej fakulty Slovenskej technickej univerzity v Bratislave, pod vedením prof. ing. J. Lipku, DrSc. (Lipka a kol. 1990 a). Pri zisťovaní prostredia (redukčné, oxidačné) a stupňa vypálenia vzorky bola použitá metóda Mössbauerovej spektroskopie, ktorú sa už v minulosti podarilo úspešne

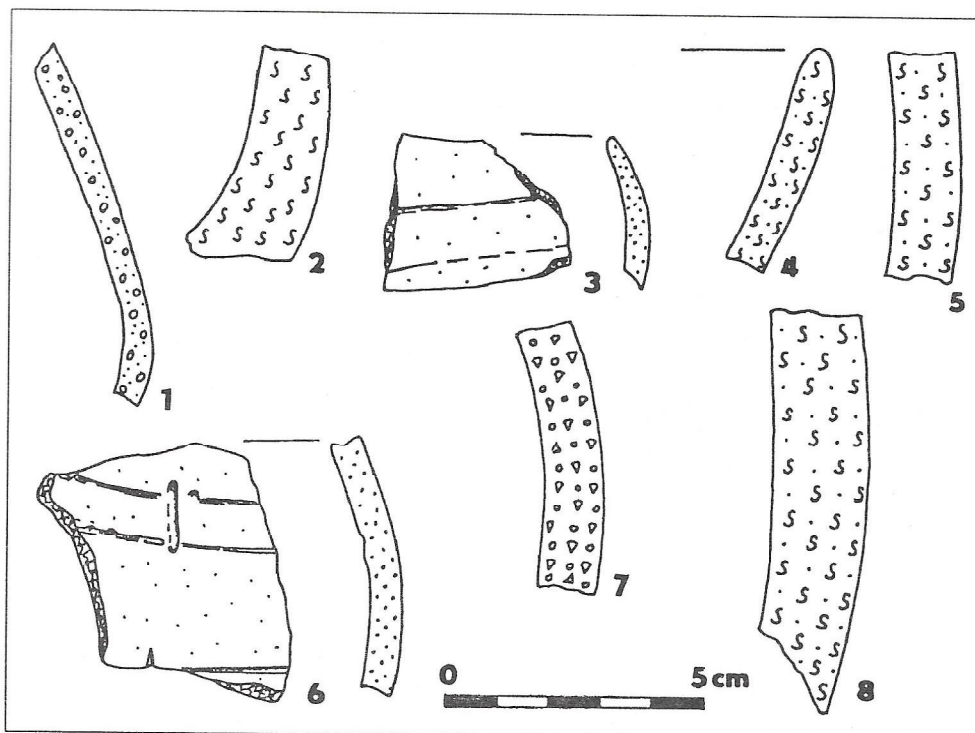
aplikovať pri skúmaní archeologického materiálu (Eissa-Sallam-Keszhelyi 1973, s. 749; Bouchez a kol. 1974, s. 541; Janot-Delcroix 1974, s. 557; Kostikas a kol. 1974, s. 537; Grancedo-Gracia-Hernandez 1980, s. 401; Sitek-Hucl-Březina 1980, s. 403; Lipka a kol. 1990 b, s. 2257 a n. a ďalší).

Kritériom na vytvorenie skupín, z ktorých sa vybrali vzorky na analýzu, bola hrúbka, kvalita, tvrdosť, sfarbenie a prítomnosť prímiesí v hmote keramiky a napokon aj výzdoba. Z oboch objektov v Bratislave - Mlynskej doline boli poskytnuté na posúdenie tiež vzorky mazanice.

Opis vzoriek:

1. Črep z tela dvojkónickej nádoby, materiál plavený s drobnou prímiesou piesku, kompaktný, povrch hladný až leštený, z vonkajšej strany sivohnedý, z vnútornej okrovej farby, lom sivohnedý, tvrdosť normálna (podľa Podhorský a kol. 1977, s. 131). Rozmery: 6,9 x 5,8 cm, hr. 0,65 cm. Bernolákovo - obj. 1/86 (obr. 1:1 - grafický kód podľa Pavlu-Zápotocká 1983, s. 290).
2. Črep z tela hrubostennej nádoby, materiál bahňitý s organickou prímiesou, z vnútornej strany sa črep šupinovite rozpadá, povrch z vonkajšej i vnútornej strany okrový, lom sivočierny, mäkký. Rozmery: 3,7 x 3,8 cm, hr. 1,6 cm. Bernolákovo - obj. 1/86 (obr. 1:2).
3. Črep okrajový z guľovitej nádoby zdobenej pod ústím dvojicou rovnobežných rytých línií, materiál plavený - jemný, hladný až leštený povrch aj lom sivočiernej farby, normálne tvrdý až tvrdý. Rozmery: 2,9 x 3,6 cm, hr. 0,45 cm. Bratislava - Mlynská dolina - obj. 95/86 (obr. 1:3).
4. Črep okrajový z misovitej nádoby, materiál plavený s organickou prímiesou, vonkajší povrch hnedočervený, vnútorný tehlovej farby, stred lomu sivý, normálne tvrdý až tvrdý. Rozmery: 3,9 x 6 cm, hr. 1 cm. Bratislava - Mlynská dolina - obj. 95/86 (obr. 1:4).
5. Mazanica z hlíny so silnou organickou prímiesou, povrch aj lom svetlej tehlovej farby, mäkká. Rozmery: 5,9 x 2,6 x 3 cm. Bratislava - Mlynská dolina - obj. 95/86.
6. Mazanica z piesčitej hlíny s nepatrnou organickou prímiesou, zarovnaný a druhotne rozpraskaný povrch sivočierny, vnútro svetlej tehlovočervenej farby, povrch normálne tvrdý, vnútro veľmi mäkké. Rozmery: 3,9 x 3 x 2,9 cm. Bratislava - Mlynská dolina - obj. 95/86.
7. Črep z tela nádoby z hlíny s organickou prímiesou, vonkajší povrch okrový, vnútorný sivý, lom čierny, normálne tvrdý až tvrdý. Rozmery: 4,2 x 3,9 cm, hr. 1,2 cm. Bratislava - Mlynská dolina - obj. 95/86 (obr. 1:5).
8. Črep z tela nádoby zdobený dvojicami rovnobežných rytých línií pretáťch zvislými vrypami, materiál jemný. Hladný povrch, vnútorná stena i lom sivej farby, normálne tvrdý až tvrdý. Rozmery: 4,9 x 3,9 cm, hr. 0,7 cm. Bratislava - Mlynská dolina - obj. 102/86 (obr. 1:6).
9. Črep z tela nádoby z hlíny s prímiesou kamienkov a organického materiálu, povrch aj lom hnedočervený, normálne tvrdý. Rozmery: 6,4 x 4,9 cm, hr. 1,2 cm. Bratislava - Mlynská dolina - obj. 102/86 (obr. 1:7).
10. Mazanica so stopami po otláčkoch dreva z piesčitej hlíny s organickou prímiesou, povrch aj lom svetlej tehlovej farby, veľmi mäkká. Rozmery: 4,8 x 1,2 x 2,3 cm. Bratislava - Mlynská dolina - obj. 102/86.
11. Črep z tela hrubostennej nádoby so zdrsneným povrchom, zhotovený z materiálu s organickou prímiesou a ojedinelými kamienkami. Vonkajší povrch svetlohnedý, vnútorný sivohnedý, lom čierny, normálne tvrdý až tvrdý. Rozmery: 7 x 7,2 cm, hr. 1,9 cm. Bratislava - Mlynská dolina - obj. 102/86 (obr. 1:8).

Vzhľadom na malý počet publikovaných porovnateľných údajov priniesla aplikácia Mössbauerovej spektroskopie pri skúmaní keramikového materiálu z obdobia LnK niekoľko zaujímavých poznatkov (tab. 1 a 2). Niektoré z nich si však vyžadujú overenie a doplnenie pomocou ďalších exaktných metód. Patrí sem predovšetkým poznanie, že ako pomerne tenkostenná a kompaktná keramika staršej LnK z Bernolákova, tak aj hrubostenná s očividne menej kvalitným črepom, boli vypaľované, či lepšie povedané iba dosušané v oxidačnom prostredí pri relatívne veľmi nízkej teplote okolo 200 °C (tab. 2). Takáto teplota stačí len na odstránenie hlinou adsorbovanej vody (Kovářík 1982, s. 104), pričom iba začínajú prebiehať oxidačné pochody, pri ktorých vyhorieva organická hmota z prímiesí (Bareš-Lička-Růžičková 1981, s. 159 a 181). Ak výsledky meraní zodpovedajú pôvodnej skutočnosti (Bareš-Lička-Růžičková 1981, s. 211), potom treba uvažovať o mimotermických technológiách spevňovania časti keramiky z obdobia staršej LnK. Ich súčasťou mohla byť aplikácia rôznych materiálov, či už priamo do hrnčiarskej hlíny alebo sekundárne napúšťanie či potieranie povrchu už hotových nádob (Bareš-Lič-



Obr. 1. Vzorok LnK skúmané Mössbauerovou spektroskopiou.
 1-2 - Bernolákovo (1-vz. 1B, 2-vz. 2D-1 a 2B-2), 3-8 - Bratislava - Mlynská dolina
 (3-vz. 3MD, 4-vz. 4MD, 5-vz. 7MD, 6-vz. 8MD, 7-vz. 9MD, 8-vz. 11MD-1 a 11MD-2).

ka-Růžičková 1981, s. 140). Z etnologických prameňov je známe, že ako pojivo mohol slúžiť napr. prášok z niektorých druhov mušlí (Morgan 1954, s. 52).

Podľa O. Šujanovej pridávali v Zemplínskych Kopčanoch, okr. Michalovce (skupina Raškovce) do veľmi jemnej keramickej hmoty mliečny kazeín. Okrem neho mala hrnčiarska hlina vysoký podiel ilitických látok, premiešaných zlúčeninami kremíka a organického uhlíka, pravdepodobne z machov a rias. Nádoby vymodelované z takejto hmoty potom vypaľovali či skôr dosušali pri veľmi nízkej teplote (Šiška 1980, s. 26; 1989, s. 144). Pravda, tento zaujímavý poznatok O. Šujanovej jednoznačne neakceptujú všetci bádatelia. M. Bareš s M. Ličkom a M. Růžičkovou (1981, s. 140) odmietajú predpoklad o spevňovaní stien keramiky kazeínovým "lepidlom" a pripisujú ho chybe v použitých metódach. Podľa nich keramiky z Kopčian vypálili pri teplote medzi 600 až 700 °C, tak ako väčšinu neolitických nádob v stredoeurópskom prostredí. Stopy živočíšnych bielkovín sa však zistili aj na keramike z mladšej doby kamennej z maďarského Potisia (z bielka alebo krvi), kde boli azda súčasťou farbiva (Korek 1977, s. 49).

Na význam kvality hlíny a jej spracovania poukazujú aj dva fragmenty z Bratislavy - Mlynskej doliny, pochádzajúce z normálne tvrdej až tvrdej (Podborský a kol. 1977, s. 131), tzv. "stolovej" keramiky (vzorka č. 3 a 8, obr. 1:3 a 6). Obidve nádoby z veľmi jemnej a kompaktnej masy bez makroskopicky zistiteľných prímies boli vypálené v redukčnom prostredí, pri teplote 350, resp. 200 až 300 °C. S podobnou charakteristikou sa stretávame aj pri vzorke č. 6 - mazanici, kde jej pôvodný homogénny a vyhladený povrch s normálnou pevnosťou sa vypálil pri teplote 200 - 300 °C, zatiaľ čo vnútorná, silno

Tab. 1. Výsledky meraní vzoriek LnK keramiky z Bernolákova a Bratislavy - Mlynskej doliny pomocou Mössbauerovej spektroskopie (podľa Lipka a kol. 1990 a, s. 13).

vzorka	č. sp.	$_1(\text{Fe}^{3+})$			$_2(\text{Fe}^{2+})$			Fe^{2+} Fe^{3+}	H_1		H_2		obr. č. 1
		QS	IS	%	QS	IS	%		H_{eff}	%	H_{eff}	%	
1B	i 643	0,94	0,28	76,1	2,22	1,03	23,9	0,31					1
2B-1	i 645	0,86	0,25	81,1	2,26	1,08	8,0	0,09	47,37	10,9			2
2B-2	i 646	0,86	0,25	84,7	2,26	1,08	0,3	0,04	47,37	15,0			2
3MD	i 647	1,02	0,27	47,5	2,31	1,01	52,5	1,11					3
4MD	i 648	0,91	0,28	68,3	3,71	1,15	3,7	0,05	48,77	28,0			4
5MD	i 649	1,11	0,27	69,1	2,72	1,06	10,7	0,15	49,35	20,2			
6MD-1	i 651	0,77	0,26	41,4	2,18	0,99	31,6	0,76	47,36	27,0			
6MD-2	i 652	0,93	0,25	76,6	3,64	1,16	4,5	0,06	50,99	18,9			
7MD	i 653	1,03	0,28	62,5	2,76	0,83	6,8	0,11	49,04	30,7			5
8MD	i 654	0,74	0,29	59,0	2,34	1,00	41,0	0,69					6
9MD	i 657	0,89	0,26	79,6	3,64	1,16	1,1	0,01	48,46	19,3			7
10MD	i 659	1,03	0,27	70,6	3,55	1,19	5,7	0,08	50,16	23,7			
11MD-1	i 662	1,09	0,25	74,3	2,34	1,04	12,5	0,17	47,37	13,2			8
11MD-2	i 664	0,96	0,26	66,7	2,23	1,02	33,3	0,50					8

pórovitá časť pravdepodobne neintencionálne prešla v oxidačnom prostredí teplotou až 700 °C. Napriek tomu možno jej hmotu klasifikovať ako veľmi mäkkú. Úprava a redukčné prostredie, v ktorom stvrdla povrchová vrstva vzorky č. 6 dokladá jej pôvodnú orientáciu do uzavretého priestoru s obmedzeným prístupom vzduchu, kde azda ani neprišla do priameho kontaktu s ohňom. Zrejme nebola súčasťou bežnej pece, a ani výmazom steny domu, ako vzorky č. 5 a 10. Tie majú zhruba rovnakú farbu i tvrdosť ako vnútorná strana vzorky č. 6 a jednorazovo prešli teplotou 700 - 800, resp. 400 - 500 °C. Pomerne vysoký stupeň ich vypálenia zrejme súvisí s dostatkom paliva a voľným prístupom kyslíka pri požiari, zatiaľ čo malá tvrdosť zodpovedá technologickým postupom prípravy hliny na omietky.

Z výrazného rozdielu teplôt nepriamo úmerných pevnosti výpalku, vyplýva aplikácia špeciálnych technológií pri zhotovovaní jemnej, tmavosivej keramiky LnK a železovskej skupiny v Bratislave - Mlynskej doline. Ich súčasťou zrejme bola zvláštna úprava hrnčiarkej hliny (až ďalšie rozbery ukážu aká) a vypaľovanie pri nízkej teplote bez prístupu vzduchu. Okrem samostatných, na tento účel prispôbených zariadení (vzorka č. 6), sa azda takáto keramika vypaľovala spolu s väčšími hrubostennými tvarmi, ktoré ju prekryvali. Na vypaľovanie časti tzv. kuchynskej keramiky v polohe hore dnom okrem etnologických analógií poukazuje vzorka č. 11, kde charakteristika vonkajšej steny zodpovedá vypáleniu v oxidačnom prostredí pri teplote okolo 600 °C, zatiaľ čo vnútornej v oxidačno-redukčnom pri teplote 300 °C. Nemožno však vylúčiť, že vyššou teplotou prešiel vonkajší povrch až druhotne.

Ostatné vzorky, č. 4, 7 a 9 farbou povrchu zodpovedajú aj spektroskopicky zistenému vypaľovaniu za plného prístupu vzduchu pri teplote 600 až 800 °C, ktorá už podstatne prekračuje bod 550 °C, keď vrcholí proces dehydroxilácie ílovitých minerálov (Bareš-Lička-Růžičková 1981, s. 159). Teploty vypálenia zistené pri úžitkovej keramike, ktorá tvorí väčšinu nálezov z Bratislavy - Mlynskej doliny, tak zhruba zodpovedajú poznatkom z iných stredoeurópskych lokalít s LnK a VK keramikou, kde sa stupeň výpalu zvyčajne pohybuje v rozpätí 450 až 950 °C (Kaufmann 1976, s. 15; Lička-Bareš 1979, s. 116; Bareš-Lička-Růžičková 1981, s. 209; 1982, s. 174 a 177; Petrasch 1986, s. 48 a ďalší).

Tab. 2. Vzorky LnK keramiky s uvedením atmosféry a približnej teploty výpalu (podľa Lipka a kol. 1990 a, s. 14).

Vzorka	Atmosféra	Teplota(°C)
1B	O	200
2B-1 (stred)	O	200
2B-2 (povrch)	O	200
3MD	R	350
4MD	O	700 - 800
5MD	O	700 - 800
6MD-1 (povrch)	R	200 - 300
6MD-2 (opak)	O	700
7MD	O	600 - 700
8MD	R	200 - 300
9MD	O	800
10MD	O	400 - 500
11MD-1(povrch-vonkajši)	O	600
11MD-2(povrch-vnútorý)	O - R	300

Súčasne táto teplota zodpovedá predpokladanej a experimentálne overenej teplote dosiahnuteľnej tak v otvorených ohniskách, ako aj v jednoduchých peciach (Bareš-Lička-Růžičková 1981, s. 203 a 210; 1982, s. 188 a n., 204 a n., 208; Kovárník 1982, s. 108 a n.). Napriek tomu, že tak jednoduchšie i zložitejšie uzatvorené objekty, interpretované ako zariadenia na vypaľovanie nádob z obdobia neolitu a eneolitu sa podarilo odkryť na rôznych miestach strednej Európy (Comsa 1976, s. 353 a n.; Bareš-Lička-Růžičková 1981, s. 197 a n.; Koštuřík 1981, s. 65; Petrasch 1986, s. 33 a n. a ďalší), prevláda názor, že napriek tomu sa väčšina keramiky v našich podmienkach zhotovovala v rôznych typoch otvorených ohnísk (Bareš-Lička-Růžičková 1981, s. 192 a n.; 1982, s. 180 a 208). Tomu s výnimkou zlomkov pochádzajúcich zo sivej "stolovej" keramiky neodporuje ani interpretácia výsledkov aplikácie Mössbauerovej spektroskopie pri skúmaní materiálu z Bernolákova a Bratislavy - Mlynskej doliny.

LITERATÚRA

- BAREŠ, M. - LIČKA, M. 1976: K exaktnému štúdiu staré keramiky. K otázkám vzťahu vypáchané a lengyelské kultury. In: Sborník národního muzea v Praze. Řada A - Historie 30, s. 137 - 246.
- BAREŠ, M. - LIČKA, M. - RŮŽIČKOVÁ, M. 1981: K technologii neolitické keramiky I. In: Sborník národního muzea v Praze. Řada A - Historie 35, s. 137 - 228.
- BAREŠ, M. - LIČKA, M. - RŮŽIČKOVÁ, M. 1982: K technologii neolitické keramiky II. In: Sborník národního muzea v Praze. Řada A - Historie 36, s. 121 - 239.
- BOUCHEZ, R. a kol. 1974: Mössbauer Study of Firing Condition Used in the Manufacture of the Grey and Red Ware of Tureng-Tepe. In: Journal of Physics and Chemistry of Solids 35, s. 541.
- COMSA, E. 1976: Die Töpferöfen im Neolithikum Rumäniens. Jahresschrift für Mitteldeutsche Vorgeschichte 60, s. 353 - 364.
- EISSA, N. A. - SALLAM, H. A. - KESZHELYI, L. 1973: Mössbauer Effect Study of Ancient Egyptian Pottery. In: Proceedings the 5th International Conference on Mössbauer Spectroscopy. Bratislava, s. 749.
- FARKAŠ, Z. 1987: Neolitické sídlisko v Bernolákove. In: AVANS za r. 1986, Nitra, s. 42.
- GRANCEDO, J. R. - GRACIA, M. - HERNANDEZ, A. 1980: Mössbauer Spectroscopy Study of Iberian Pottery. In: Journal of Physics and Chemistry of Solids 41, s. 401.
- JANOT, CH. - DELCROIX, P. 1974: Mössbauer Study of Ancient French Ceramics. In: Journal of Physics and Chemistry 35, s. 557.
- KAUFMANN, D. 1976: Wirtschaft und Kultur der Stichhandkeramiker im Saalegebiet. Veröffentlichungen des Landesmuseums für Vorgeschichte in Halle, B. 30. Halle.

- KOREK, J. 1977: Die frühe und mittlere Phase des Neolithikums auf dem Theissrücken. *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 29, s. 3 - 52.
- KOSTIKAS, A. a kol. 1974: Mössbauer Study of Mycenaean and Minoan Pottery. In: *Journal of Physics and Chemistry of Solids* 35, s. 537.
- KOVÁRNÍK, J. 1982: K výrobní technologii neolitické keramiky. In: *Sborník prací FF BU, řada E* 27, s. 103 - 116.
- KOVÁRNÍK, J. 1983-1984: Zur Technologie der neolithischen Keramik. In: *Mitteilungen der österreichischen Arbeitsgemeinschaft für Ur- und Frühgeschichte* 33-34, s. 151 - 174.
- KOŠTUŘÍK, P. 1981: Hradisko u Kramolína na konci neolitu a počátku eneolitu. In: *Současné úkoly československé archeologie*. Brno, s. 64 - 73.
- LIČKA, M. - BAREŠ, M. 1979: Antropomorfní nádoba lengyelské kultury z obj. č. VI/73 z Buštěhradu, okr. Kladno. In: *Sborník národního muzea v Praze. Řada A - Historie* 33, s. 69 - 175.
- LIPKA, J. a kol. 1990 a: Aplikácia Mössbauerovej spektroskopie pri štúdiu archeologických materiálov. Komentár k výsledkom spektroskopického merania vzorkov. Bratislava.
- LIPKA, J. a kol. 1990 b: Study of Ancient Pottery from Slovakia. In: *Hyperfine Interactions* 57, s. 2257 - 2260.
- MORGAN, L. H. 1954: *Pravěká společnost*. Praha.
- PAVLŮ, I. - ZÁPOTOCKÁ, M. 1983: *Bylany. Sekce A - díl 1*. Praha.
- PETRASCH, J. 1986: Typologie und Funktion neolithischer Öfen in Mittel- und Südosteuropa. In: *Acta Præhistorica et Archaeologica* 18, s. 33 - 83.
- PODBORSKÝ, V. a kol. 1977: Numerický kód moravské malované keramiky. Brno.
- SITEK, J. - HUCL, M. - BŘEZINA, A. 1980: A Mössbauer Study of Ancient Pottery from Eastern Slovakia. In: *Journal of Physics and Chemistry of Solids* 41, s. 403.
- ŠIŠKA, S. 1980: *Praveké hrnčiarstvo*. Bratislava.
- ŠIŠKA, S. 1989: *Kultúra s východnou lineárnou keramikou na Slovensku*. Bratislava.

BEITRAG ZUR TECHNOLOGIE DER BRENNUNG VON LINEARKERAMIK

Zdeněk Farkaš

Obwohl Gefäßfragmente den zahlreichsten Fundverband aus dem Neolithikum darstellen, wurde bisher in der Slowakei der Untersuchung technologischer Herstellungsverfahren von Keramik bloß geringe Aufmerksamkeit gewidmet (Šiška 1980, 26; 1989, 144). Das Interesse an einem exakteren Kennen der Brennungsart mancher ihrer Gattungen in der Südwestslowakei erweckte vor allem der Inhalt eines Objektes der älteren Linearkeramik (LnK), das in Bylany, ČR, freigelegt wurde (Pavlů - Zápotocká 1983, 290). Die Proben Nr. 5, 6 und 10 waren Lehmverputzstücke. Die Ergebnisse der Messung und ihrer Interpretation ist auf Tab. 1 und 2.

Zu interessanten Erkenntnissen, die mit Hilfe der Mössbauer-Spektroskopie gewonnen wurden, gehört vor allem das, daß sowohl die dickwandige und unkompakte Keramik der älteren LnK aus Bernolákovo als auch die verhältnismäßig dünnwandigen Gefäße mit qualitativen und normal harten Scherben (nach der Klassifikation von Podborský und Koll., 1977, 131), praktisch nur im Oxydationsmilieu bei einer Temperatur um 200 °C nur fertiggetrocknet wurden. Eine solche Temperatur genügte bloß zur Entfernung des vom Lehm absorbierten Wassers (Kovárník 1982, 104). Um einen eventuellen Irrtum auszuschließen, mußte über außerthermische Technologien der Festigung der Keramikwandungen aus Bernolákovo erwogen werden. Zu ähnlichen Schlußfolgerungen gelangte O. Šujanová bei der Untersuchung von Keramik der Raškovce-Gruppe (Neolithikum) aus Zemplínske Kopčany, Bez. Michalovce. Hier sollte als Bindemittel Milchcasein dienen (Šiška 1980, 26; 1989, 144), wobei Spuren von tierischen Eiweißstoffen im Material der neolithischen Keramik auch aus dem ungarischen Theißgebiet bekannt sind (Korek 1977, 49). Die Erkenntnisse von O. Šujanová wurden jedoch durch mehrere neuere Analysen in Zweifel gestellt (Bareš - Lička - Růžičková 1981, 140).

Im Reduktionsmilieu, bei der niedrigen Temperatur von 350 und 200 bis 300 °C wurden auch die Proben Nr. 3 und 8 gebrannt (Abb. 1:3, 6), die von normal harter bis sehr harter, hellgrauer verzierter Keramik der jüngeren LnK stammen. Hingegen absolvierte der Lehmverputz (Proben Nr. 5, 6 und 10), der als weich bis sehr weich zu betrachten ist (Podborský und Koll. 1977, 131), eine Temperatur von 400 - 500 °C bzw. 700-800 °C. Daraus geht hervor, daß die Härte der gebrannten Probe nicht in direktem Verhältnis zur Temperatur der Brennung stehen muß, sondern auch mit der Vorbereitung und Verarbeitung des Lehms zusammenhängt.

Die Proben Nr. 4, 7, 9 und 11, welche die zahlreichste vertretene Keramikgruppe in Bratislava - Mlynská dolina repräsentieren, wurden bei vollem Luftzutritt bei einer Temperatur von 600 - 800 °C gebrannt, wodurch sie ungefähr den Erkenntnissen aus anderen mitteleuropäischen Fundstellen mit LnK und VK entsprechen (Kaufmann 1976, 15; Lička - Bareš 1979, 116; Bareš - Lička - Růžičková 1981, 209; 1982, 174, 177; Petrasch 1986, 48, u. a.). Gleichzeitig entspricht diese Temperatur der vorausgesetzten und experimentell beglaubigten Temperatur, die sowohl in offenen Feuerstellen als auch in einfachen geschlossenen Brenneinrichtungen erreichbar sind (Bareš - Lička - Růžičková 1981, 203, 210; 1982, 188 ff., 204 ff., 208; Kovárník 1982, 108 ff.).