

Vápenická pec na náměstí v Brtnici

Lime kiln at the Brtnice square

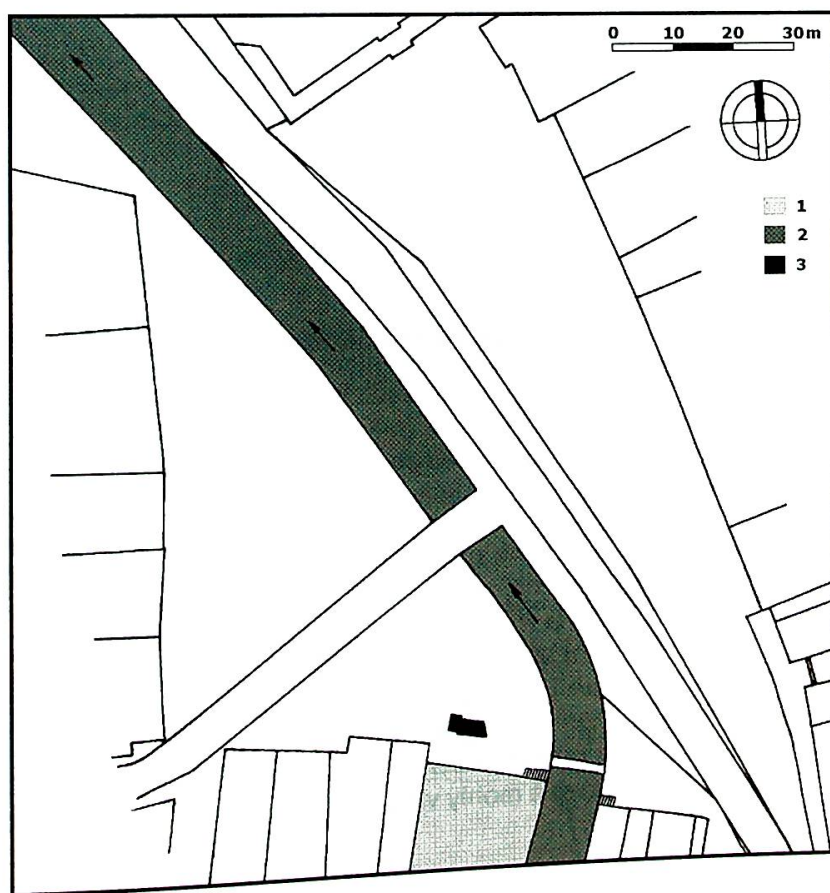
MICHAL B. SOUKUP A KOL.¹

Abstract

The report aims to describe and analyze the archaeological find of a lime kiln in the town of Brtnice (former Jihlava district). The situation was identified during the salvage archaeological excavation in front of the historic town hall. Interdisciplinary collaboration of archaeology, palaeobotany, geology and physical chemistry contributed significantly towards the interpretation of the feature studied. Owing to this collaboration the knowledge of lime kilns dating to high middle ages and early modern period has been amplified.

Key Words

Lime production, kiln, Moravia, Brtnice, interdisciplinary collaboration, high middle ages and early modern period.



Obr.1 Centrum Brtnice.
1. budova radnice, 2. řeka, 3. plocha výkopu

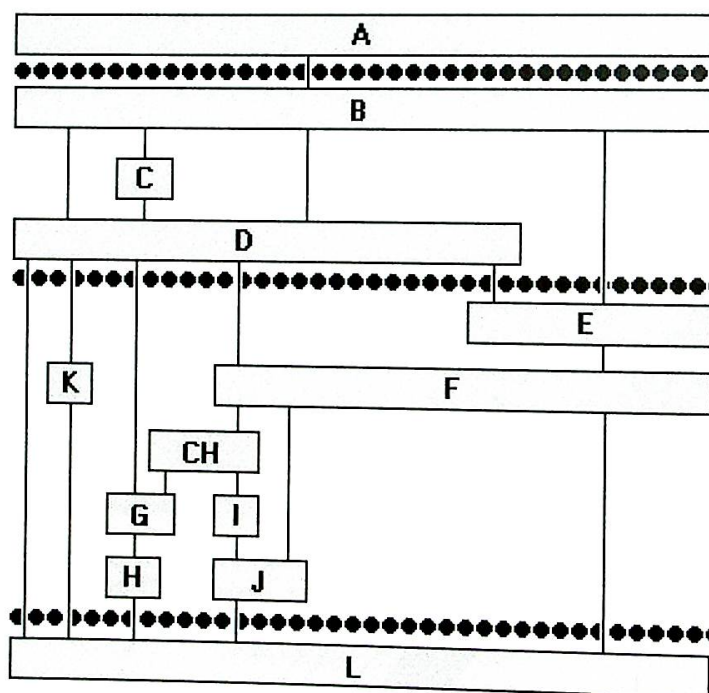
¹ Na autorství článku se dále podíleli: Mgr. Mária Hajnalová, Ph.D. (Archeologický ústav SAV v Nitre), RNDr. Stanislav Houzar, Ph.D. (Moravské zemské muzeum Brno), Prof. Ing. Jiří Votinský, DrSc. (Univerzita Pardubice) a Mgr. Pavel Vršek ze Znojma. Příspěvek byl přednesen na XXXIII. konferenci archeologů středověku (sborník AH 27/2002), avšak nebyl publikován.

V květnu roku 2000 provedli studenti Filozofické fakulty MU Brno pod vedením Z. Měřinského záchranný archeologický výzkum na náměstí v Brtnici (obr. 1) v souvislosti s výstavbou telefonní ústředny. Rozsah odkryté plochy přesáhl 10 m².

Během akce došlo ke zjištění několika archeologických nálezových situací, z nichž nejvýrazněji se projevila zaniklá pec s předpecní jamou. Investiční záměr bohužel neumožnil objevené zařízení zachovat, pod povrchem dnešního náměstí jsou nyní dochovány jen okrajové části předpecní jámy (obr. 6). Předběžná zpráva byla již publikována (SOUKUP-VRŠEK 2000), nálezy a terénní dokumentace jsou uloženy na ÚAM FF MU v Brně.

V našem příspěvku předkládáme vyhodnocení nálezu, včetně speciálních analýz, nezbytných pro interpretaci.

1. Popis nálezové situace, její rekonstrukce a interpretace (Soukup, Vršek)



Obr. 2 Diagram základního sledu vrstev v nálezové situaci.
Přičné linie označují přerušení přirozeného sledu vrstev odkopáním v minulosti. Viz též obr. 3.

Pod dnešní dlažbou náměstí položenou na dvou vrstvách podsýpky v 70-tých letech 20. století (A) se zachovala část hnědé vrstvy (B), která dle našeho názoru vznikla našlapáním na starší oblázkové dlažbě, uložené v šedém jílu (D)². Vrstva B (respektive její část) a snad i dlažba D byly porušeny rýhou (C). Výplň rýhy byla strukturou i složením shodná s vrstvou B³.

Tři komunikační horizonty (souhrnně E) se zachovaly jen v severovýchodní části plochy výkopu a překrývaly výplň (F) předpecní jámy⁴. Vrstva F byla jedolitá, bez porušení, tmavě hnědé barvy a jemné struktury. Pod položku M počítáme několik vrstviček, které vyplňují prohlubeň nad středovou částí předpecní jámy. Nepocházejí z nich nálezy a mohly vzniknout buď v souvislosti se zasypáním předpecní

- 2 Vztah obou jednotek (B, D) je zřetelný - mezi oblázky dlažby byl vtlačen fragment keramického talíře (obr. 5 D), druhý jsme našli ve vrstvě B, ovšem z místa asi o 30 cm vzdáleného a 10 cm výš. Oba pocházejí z jednoho kusu nádobí - dokonce je možné je přiložit k sobě v místě lomu.
- 3 Situace v místě kontaktu uvedených vrstev nečitelná, proto ponecháváme na obr. 2 vrstvu C nad dlažbou D. pokládáme, neboť byla při úpravě povrchu náměstí pro položení dlažby pece. Tuto situaci však pouze předpřímá doléhala na šedou jílovitou vyrovnávku nad zasypanou pecí (N), podloží (L) a výplň předpecní jámy F.

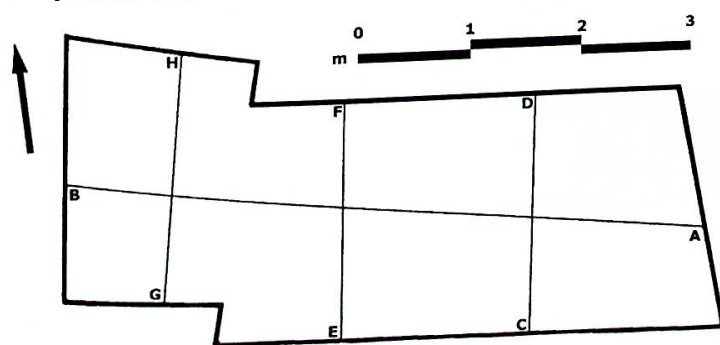
jámy nebo při úpravě terénu pro položení dlažby D⁵. Položka G v sobě zahrnuje jámu v podloží, konstrukci pece z kamenů a destrukci, vyplňující vnitřní prostor pece. Pec byla vyhloubena do podloží a se skládala především z propálených kamenů z horní části konstrukce pece, mezi kterými byla jemná hlína⁶. Pec tedy byla nad zemí zbořena a tímto materiálem pak zasypán její vnitřní prostor. Stav podpory naplaveniny šedé barvy (CH), zakrývající čelust' pece. V nálezové situaci byla naplavenina uložena tak, případně by totiž naplavenina pronikla čelustí do vnitřního prostoru pece, což nenastalo⁷. Vrstvu O ne dokážeme přesně specifikovat, jen usuzujeme, že mohla existovat již v době provozu zařízení. Na dně pece byly zjištěny vápnité usazeniny (H). Tyto vápnité mikrovrstvy vznikly v době provozu zařízení, neboť přiléhaly ke stěnám vnitřního prostoru pece.

Při východním okraji předpeční jámy jsme identifikovali terénní útvar v podobě maličkého valu (K). Byl tvořen mírně znečištěným překopaným podložím. Dle našeho mínění vznikl vykopáním předpeční jámy, resp. odhrnutím překopané podložní hlíny z jejího prostoru. Ze strany od řeky je překryt zásypem P. Je možné, že celá situace se původně nacházela na samém břehu řeky, neboť rozhraní vrstev K a P tvoří svah směrem k řece (naznačeno na obr. 6). Pod výplní F v předpeční jámě se zachoval jeden z výmetů z pece (I), který překrýval ušlapané podloží na dně jámy (J). V případě I se jednalo o černou popelovitou mikrovrstvu, obsahující drobné šupinky spáleného dřeva. Tato vrstva byla jednodušší, což poněkud nekoresponduje s počtem mikrovrstev (souhrnně H) ve výplni pece. Buď se tedy činnost zařízení obešla bez více výmetů, nebo byla předpeční jáma čistěna. V tom případě nelze vyloučit, že útvar K mohl vzniknout až po těchto čistěních. Vlastní podloží označujeme jako L. Vzhled celé situace v ploše po vybrání předpeční jámy na podloží a pece na kamenné obložení a podloží je patrný z obrázku 6.

Při interpretaci pece jsme vyloučili tyto možnosti:

- pec chlebová - spolehlivé interpretace odborné literatury chybí, nikdy není zmiňováno vápno ve výplni
- železářská, kovolitecká - chybí strusky, nístěj, dyznové otvory, zbytky kovů (ač pec byla zasypána bez likvidace výplně).
- cihlářská - zařízení bylo příliš malé, nebyly zjištěny ani zlomky cihel; vápno ve výplni ovšem nelze vyloučit (např. VÁNDOR 1981)
- pec hrncířská - chybí pozůstatky horní části s roštem v zásypu pece, ač jsou v něm kameny z konstrukce; chybí pozůstatky keramiky, a to i ve výmetu (I).

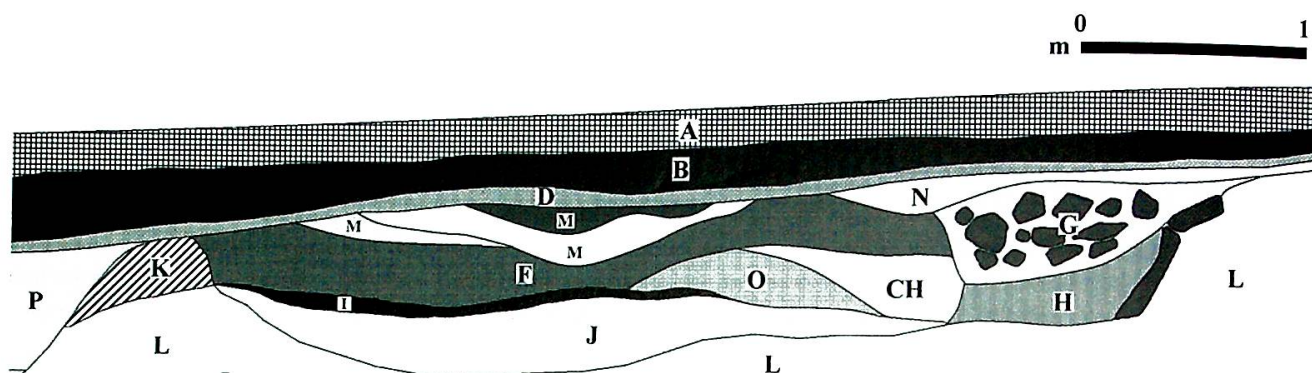
O dalších možnostech jsme neuvažovali. Pro vápenku hovoří rozbor usazenin ze dna pece, konstrukce i umístění, krátkodobé trvání (srov. níže). Avšak nikde v situaci se neobjevily pozůstatky suroviny (vápence). Jisté úskalí lze vidět i ve skutečnosti, že vápno bývalo příležitostně páleno i v pecích určených k jinému účelu.



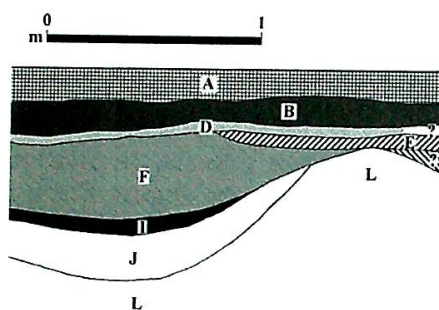
Obr. 3 Pokus o rekonstrukci situace v místech řezů

- Nelze vyloučit, že uvedené vrstvičky (M) vyplnily prohlubeň vzniklou sesednutím výplně předpeční jámy. Protože se vrstvičky (M) vyskytují jen na malém prostoru nálezové situace, vyloučili jsme je z diagramu (obr. 2), který slouží hlavně pro základní orientaci.
- Tato hlína (podobná vrstvě CH) vyplňovala i nejmenší mezery mezi kameny destrukce a byla na ně doslova nalepená. Z toho lze zřejmě soudit, že se uvedená hlína dostala do mezer za pomoci vody.
- K pravidelným záplavám docházelo v Brtnici až do regulace řeky ve 20. století (JANÁK a kol. 1988, tab. 69-70).

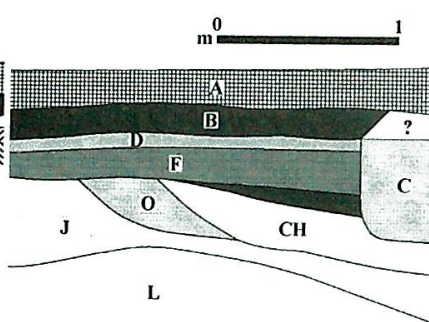
Řez A - B



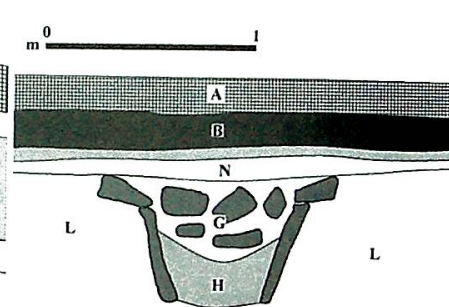
Řez C - D



Řez E - F

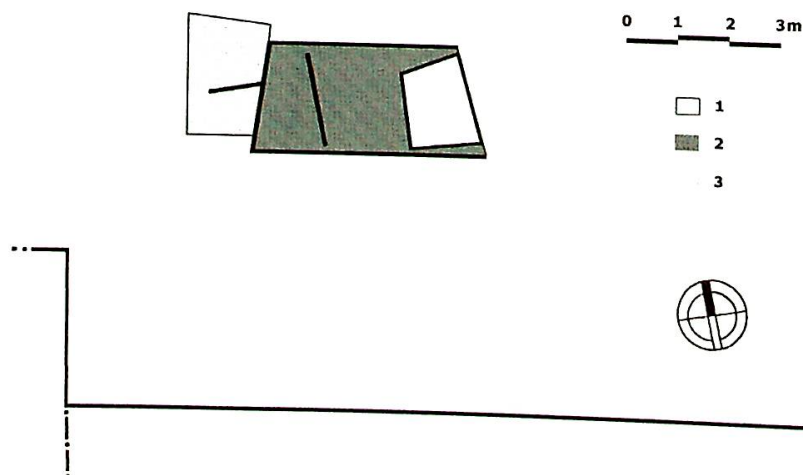


Řez G - H



2. Prostorová situace (Soukup, Vršek)

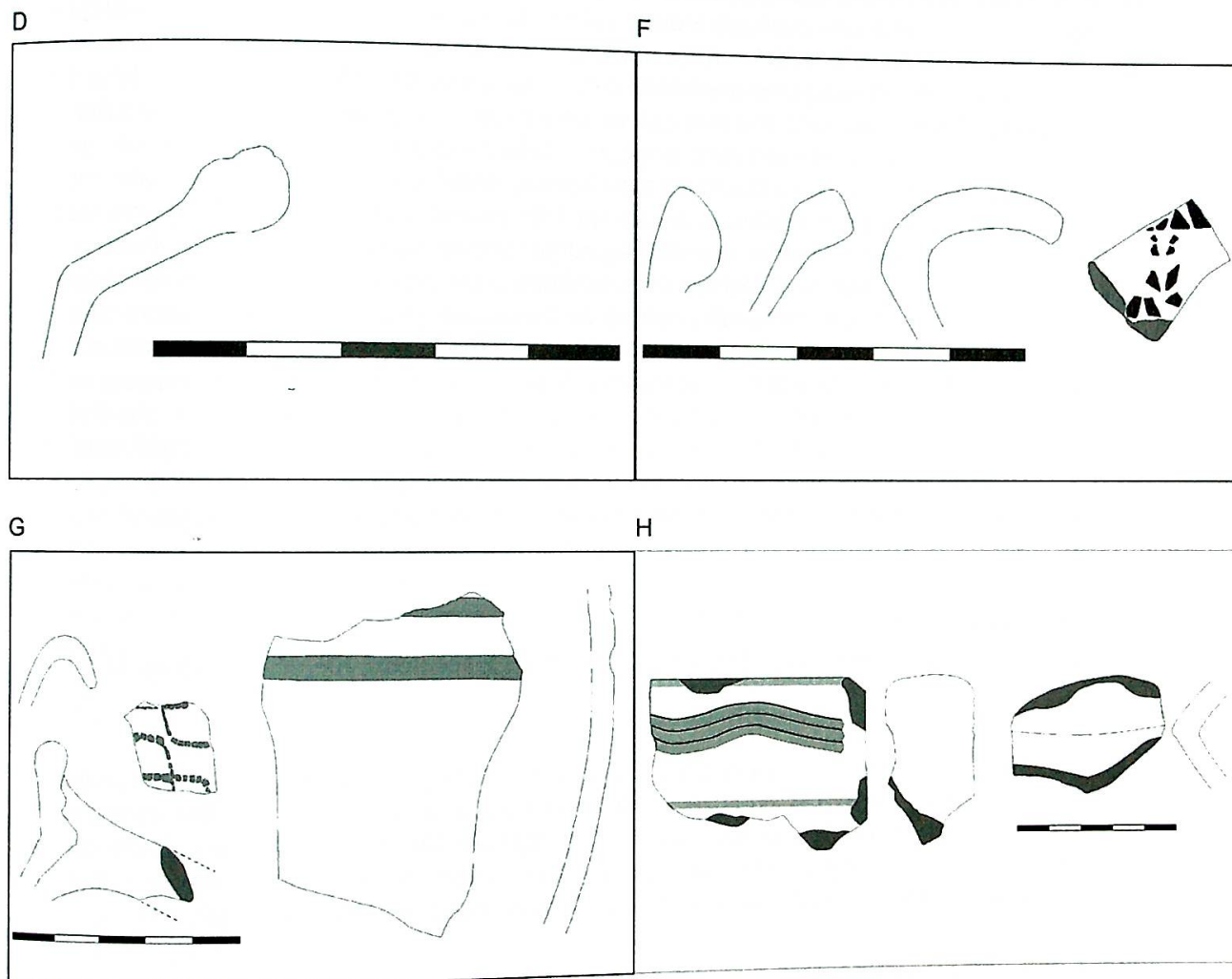
Podle prostorové situace usuzujeme, že pec měla přímý vztah k budově radnice (event. jejímu předchůdci), před níž se nacházela. Souvislost výstavby radnice (viz níže) či některé z malých dostaveb/přestaveb s objeveným objektem nemůžeme prameny doložit. Z obrázku (č. 1) je také patrné, že dva domy západně radnice svým průčelím nerespektují dnešní linii její fasády - jsou předsunuty cca o 2 metry. Usuzujeme, že v době výstavby radnice tomu tak nebylo a všechna průčelí navazovala, neboť radnice jako sídlo městské rady musela logicky na náměstí vynikat jako výrazná stavba. Zatímco v dnešní situaci je její prostorová pozice opticky druhořadá. Pokud zarovnáme průčelí uvedených domů na úroveň dnešní fasády radnice, pak se obslužný prostor okolo pece výrazně rozšíří. Zároveň se tím usnadní přístup k případnému staveništi ukrytému za pecí při pohledu z náměstí.



Obr. 4 Výkop před radnicí - fáze výkopových prací. 1 - 2 první den, 3 druhý a třetí den. Silné linie vyznačují provedené řezy, které byly dokumentovány. Pec se nachází v části označené č. 3

3. Archeologický materiál a jeho datace (Soukup, Vršek)

Množství archeologických nálezů je nepatrné, takže informace z nich získané jsou pouze rámcové. Keramika z archeologických nálezů není pro daný region ve větší míře publikována (srov. MĚŘÍNSKÝ 1988a; 1988b), proto se nelze opřít ani o podrobnější srovnání. Největší množství nálezů pochází bohužel z vrstev, které jsou pro datování nálezové situace nevýznamné (B a C).



Obr. 5 Přehled nálezů podle vrstev

- 1) Zlomek okraje zásobnice (obr. 5 H vlevo), nalezený na dně pece ve vápnité usazenině H lze rámcově řadit do 13. - 14. století, časový rozptýl těchto zásobnic je na našem území dosti široký. Zlomek je zhotoven z hlíny, která obsahuje značné množství hrubých příměsí a vykazuje silný podíl tuhy. Druhý zlomek (obr. 5 H vpravo) je omletý, ve hmotě střepu je patrný silný podíl jemného písku. Nelze vyloučit, že oba střepy mohou být v situaci sekundární - jsou však jednoznačnou indicií, která umožňuje řadit nález do doby po založení města Brtnice.
- 2) Z výplně pece G (obr. 5 G) pochází čtyři zlomky rezné keramiky, rámcově zařaditelné do 15. století.
- 3) Z vrstvy F (obr. 5 F) pochází zlomky keramiky s glazovaným povrchem, druhý okraj zleva je hnědě glazovaný na vnitřní straně. Rámcově lze uvažovat o datování do 15. - 16. století.
- 4) Z vrstvy B pochází materiál z 19. století, datovaný krejcarem z roku 1851. Důležité je, že výše zmiňovaný okraj talíře byl nalezen ve dvou kusech, z čehož jeden byl zašlapán mezi oblázky dlažby D (obr. 5 D, srov. pozn. 2). Na střepu je vícebarevná glazura.
- 5) Ze tří vrstviček souhrnně označených E, pochází drobné úlomky keramiky, které nelze přesně datovat ani určit nádoby ze kterých pochází. Ke fragmentaci došlo s největší pravděpodobností rozšlapáním.

Pokud bychom se pokusili datovat pec na základě keramiky, jako nejspolehlivější bychom jedno-

značně volili nálezy z výplně předpecní jámy. Intruze v této vrstvě (F) vylučujeme s ohledem na celkovou situaci.

4. Pokus o výpočet objemu suroviny (Soukup)

Maximální hloubka zachované části pece je 70 cm, přičemž při pozdějších úpravách bylo planýrkou odseknuто ještě dalších 10 až 30 cm (odhad). Pokud vyjdeme ze známých rozměrů novověkých pecí i s vyskládanou surovinou (BAKÓ 1953, 384 - 385), pak otopná část zabírá asi polovinu výšky "naložené" pece. V našem případě tedy odhadujeme minimální celkovou výšku na 160 cm (2×80 - z toho 10 cm na odseknuтой část). Při výpalu také musela být ve všech částech pece dostačující intenzita žáru. Maximální možné množství suroviny v brtnické peci jsme získali výpočtem. Tvarově nejbližším geometrickým útvarem "kopule" pece je dle našeho názoru komolý rotační kužel, jehož maximální možnou výšku jsme v souladu s předešlým odhadem stanovili na 1 m, průměr základny na 1,5 m podle rozsahu propáleného podloží (při mírném přesahu "kopule") a průměr vrcholové plošiny na 0,5 m. Podle vzorce $V = \pi v/3 (r_1^2 + r_1 r_2 + r_2^2)$ pro objem komolého rotačního kužele tak získáváme údaj $0,85 \text{ m}^3$. Vzhledem k tomu, že jsme použítá čísla mírně nadsadili, věříme že tento údaj je zároveň horní hranicí možného objemového množství pálené suroviny. Snažíme se také přihlídnout k tomu, že surovina netvořila jednolitý blok, nýbrž "kopule" byla vyskládána z jednotlivých kusů vápence, které na sebe zcela nedoléhaly. Není vyloučeno, že vyskládaná surovina byla proložena hořlavými materiály (dřevo, dřevěné uhlí) pro urychlení procesu a dosažení větší rovnoměrnosti výpalu (jak pozoroval POLÍVKA 1928, 241). Nevíme rovněž, zda kopule byla uzavřena zcela, či měla středový otvor (jak popisuje POPPE 1837, 372). Dle našeho názoru můžeme tedy počítat s množstvím okolo $0,5 \text{ m}^3$ vápence na jedno pálení⁸.

5. Speciální analýzy

Veškeré vzorky použité pro níže uvedené analýzy pochází z kontextu, označeného jako H.

5.1 Paleobotanická: (Hajnalová)

Fragmenty spáleného dřeva (6 ks) pochází z buku lesního (*Fagus sylvatica*), s velkou pravděpodobností z jednoho kmene. Zpráva o analýze je uložena na AÚ SAV v Nitře. Zjištění koresponduje s etnografickými pozorováními R. Bednárika. Vápeníci za nejlepší dřevo pro pálení považovali dubové, bukové či březové. Použití tzv. tvrdého dřeva zkracovalo dobu pálení. Ve srovnání se dřevem „měkkým“ (jedle, smrk) má vyšší výhřevnost a jeho spotřeba je podstatně nižší (BEDNÁRIK 1962, 81).

5.2 Fyzikálně-chemická (Votinský)

K analýzám byly předloženy tři vzorky z kontextu H, každý o objemu cca $200 - 300 \text{ cm}^3$. Pracovně jsou označeny 1, 2, 3. Vzorky 1, 2 pochází ze středu a spodní části usazeniny, vzorek 3 byl odebrán z jejího začištěného povrchu. Všechny vzorky jsou polykrystalickými materiály a vyznačují se velmi světlou okrovou barvou (v nálezové situaci před usušením jejich barva kolísala od světle šedé až k bílé). Makroskopicky se jeví být homogenními prášky, přitom jsou asociovány do různě velkých hrudek. Zbarvení jednotlivých asociátů je rovnoměrné, lze však mezi nimi nalézt několik lokálních útvarů tmavší hnědavé barvy. Mechanická pevnost hrudek je nepatrná, tlakem prstů je lze rozmělnit v prášek.

Byly zvoleny dva způsoby analýzy vzorků:

- 1) semikvantitativní fázová rentgenová difrakční analýza a
- 2) semikvantitativní rentgenová fluorescenční analýza.

Vzorky byly nejprve šetrně rozetřeny ve třetí misce na prášek a bez dalších úprav mechanicky lisovány. Pro potřebu rentgenové difrakční analýzy byly natlačeny do prohlubně v plastových terčích a povrch urovnán přitlačením skleněné desky. Pro provedení rentgenové fluorescenční analýzy byly prášky v ocelové matici slisovávány na drobné tablety se dvěma rovnými planoparalelními stěnami.

8 Během pálení se objem suroviny v podstatě nemění, zatímco výsledná ztráta na hmotnosti činí cca 40 % - na vodě a vyhořelém uhlíku (za informaci děkuji Ing. Ivě Doležalové z Vápenky ve Vitošově).

Použité přístroje:

1) K měření frakce na práškových vzorcích byl použit rentgenový difraktometr HZG - 4B (Freiburger Präzisions Mechanik - Deutschland) s poloměrem goniometru 25 cm. Difraktometr byl při měřeních osazen rentgenovou lampou s Cu - anodou ($U = 34\,000\text{ V}$, $I = 30\text{ mA}$, $\lambda_{\text{K}\alpha} = 0,154178\text{ nm}$). Záření $\text{K}\beta$ bylo odfiltrováno Ni - filtrem. Difraktující paprsek $\text{K}\alpha$ záření byl vymezen dvěma Solleroovými clonami. Difrakcí vznikající záření bylo detekováno proporcionálním detektorem pracujícím s napětím 1660 V. Použito se práškový Si ($a = 0,543055\text{ nm}$). Měření se prováděla vždy se třemi podíly každého vzorku. Difrakcí $\text{K}\alpha_2$ záření v primárním paprsku byl eliminován počítačem, jednotlivé difrakční linie byly proměřeny integrací s již uvedeným krokem $0,01^\circ$ a celý difraktogram byl počítačově optimalizován.

2) Ke stanovení obsahu středně těžkých a těžkých prvků (lehké prvky H, C, N, O nelze touto cestou stanovit) bylo použito elektronového mikroskopu JEOL JSM - 5500 LV a rentgenového energiového disperzního mikroanalýzátoru IXRF (GRESHAM Sirius 10). Vzorky byly při měření umístěny do probe před analýzou pokrývat vrstvičkou Au. Režim skenování vzorku byl nastaven tak, aby poskytl údaj o průměrném složení vzorku. Další nastavení umožnilo v plné míře využít schopnosti zařízení provádět tzv. "mapping" a podat informaci o složení jednotlivých mikrokystalů. K vyhodnocení dat v obou režimech chodu přístroje byly použity počítačové programy dodané výrobcem přístroje.

Aktuální výsledky:

1) Pořízené počítačově optimalizované rentgenové difraktogramy vzorků jsou velmi uniformní a až na nepatrné výjimky obsahují difrakční linie shodné jak s úhlovými polohami, tak i (zčásti) intenzitami. Difraktogramy obsahují 48-50 difrakcí, z nichž 15 vykazuje relativní intenzity vyšší než je 10% intenzity nejsilnější linie. Digitalizované difraktogramy byly porovnány s mezinárodní databází mezirovinných vzdáleností struktur minerálů a anorganických sloučenin Powder Diffraction File. Porovnáním se úspěšně podařilo identifikovat více než 95% nalezených difrakčních linií.

Bylo zjištěno, že vzorky majoritně (90%) obsahují dvě sloučeniny: kalcit (vápenec) CaCO_3 , R3c, [$a, c = 4,98$ a $17,02$; $d = 3,85$; $3,03$; $2,28$; $2,09$; $1,87\text{ Å}$] a křemen α - SiO_2 , P3₁21, [$a, c = 4,913$ a $5,405$; $d = 4,38$; $3,341$; $1,818$; $1,541$; $1,081\text{ Å}$]⁹.

Z minoritně přítomných fází jsou ve zkoumaných vzorcích s velkou pravděpodobností přítomny též gismondin $\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, albit $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ a křemičitan vápenatý $\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot x\text{H}_2\text{O}$. Pravděpodobná je i přítomnost dalších minerálů jmenovitě hlinitokřemičitanů, ale i fosforečnanů, fosfátokřemičitanů a titaničitanů. Jejich zastoupení je však v daných systémech tak nízké, že se neprojevují průkaznými difrakcemi. Vzorky 1 a 2 jsou difrakčně prakticky identické, vzorek 3 obsahuje o více než 20% méně kalcitu při zvýšeném obsahu hlinitokřemičitanů.

S ohledem na přírodní původ vzorků je samozřejmá přítomnost substitučních poruch v maticích zmíněných chemických individuí. Lze tedy očekávat nahrazování vápenných iontů hořečnatými (u CaCO_3) a stejně tak i vzájemné nahrazování kationtů sodných, draselných, vápenatých, železnatých a manganatých (u obou prokazatelně přítomných hlinitokřemičitanů) a rovněž substituce atomů hliníku křemíkem nebo naopak (opět u hlinitokřemičitanů).

2) Rentgenfluorescenční analýza dovoluje určit kvalitativně i kvantitativně přítomnost prvků celého periodického systému s výjimkou prvků lehkých (jmenovitě H, C, N, O). Přítomnost uhlíku lze odhalit kvalitativně. Protože analyzované vzorky dané lehké prvky rozhodně obsahují (vyplývá to i z výsledků rentgenostrukturní analýzy) je tím kvantitativní výrok o přítomnosti ostatních těžších prvků zřetelně relativizován. Přehled o výsledcích analýzy podává následující tabulka. Uváděné hodnoty jsou průměrné pro všechny tři vzorky a zaokrouhlené. Složení vzorku 3 je (v souladu s výsledkem rentgenostrukturní analýzy) sníženo oproti prvním dvěma v obsahu Ca, protože je nižší obsah kalcitu, a zvýšeno v obsahu Si, Al a Fe, což odpovídá zvýšení přítomnosti hlinitokřemičitanů. Metodou "mappingu" bylo zjištěno, že hnědě zabarvené části vzorků mají zvýšený obsah manganu. Provedená měření ukazují na přítomnost sloučeného uhlíku (CaCO_3), jeho množství však nelze touto cestou stanovit. Atomární poměr Ca/Mg má ve všech zkoumaných vzorcích hodnotu $7,2 \pm 0,8$.

⁹ Text přesně specifikuje dané minerály jejich tzv. "prostorovými grupami symetrie" (R3c resp. P3121), dále tzv. "mřížovými parametry" ($a, c = 4,98$ a $17,02$ resp. $a, c = 4,913$ a $5,405$) a nejintenzivnějšími difrakčními liniemi ($d = 3,85$; $3,03$; $2,28$; $2,09$; $1,87\text{ Å}$ resp. $d = 4,38$; $3,341$; $1,818$; $1,541$; $1,081\text{ Å}$). Písmeno Å značí délkovou jednotku atomových rozměrů - 1 Å (čti ONGSTRÉM).

prvek	vzorky 1, 2 rel. obsah %	vzorek 3 rel. obsah %
Ca	38	30,5
Si	35	37,4
Al	11	12
Mg	5	4,5
K	4	6
P	3	3
Fe	2	4
Na	1	1,5
Ti	0,6	0,7
Mn	0,3	0,3
těžší prvky celkem	99,9	99,9

Shrnutí výsledků:

Výsledky obou experimentálních metodik jsou konzistentní a navzájem se doplňují. Vzorky z nálezů obsahují převážně kalcit (vápenec) CaCO_3 a křemen SiO_2 . Jsou znečištěny řadou minerálů běžně přítomných v jílovitých říčních sedimentech. Obsah kovů nepřesahuje mez běžnou pro nerudné jílovité náplavy nebo vrstvy půdy podrobené zemědělské a řemeslné činnosti člověka.

Chemicky je vyloučeno aby předložený vzorek pocházel z hutního zařízení. Naopak je evidentní že šlo o pec, ve které byl přírodní vápenec silným záhřevem převáděn na tzv. pálené vápno. Přítomnost hlinitokřemičitanů i křemene ve vzorcích nepřekvapuje - mohly být přítomny již v původní surovině, nebo být záměrně přidány k vypalovanému materiálu, aby se vylepšily mechanické vlastnosti případné malty při stavební aplikaci.

Protože obsah Mg ve vápenci bývá veličinou charakteristickou pro ložisko, bylo by zajímavé zjistit, zda ve vzorcích prokázaný atomární poměr $\text{Ca/Mg} = 7,2 \pm 0,8$ není shodný se složením vápence z některého z blízkých zdrojů.

5.3 Geologická: (Houzar)

Na základě mikroskopického studia práškového preparátu oba vzorky z Brtnice představují zbytky po pálení vápna, v nichž byl původní karbonát zcela rozložen a zbytky textury horniny jsou, stejně jako relikty původních nekarbonátových minerálů, nepříliš hojné.

Podle reliktních minerálů ve vypáleném materiálu byl původní surovinou krystalický vápenec (mramor) s vyšším obsahem křemene a biotitu. Ojedinělý byl vláknitý silikát, patrně aktinolitický amfibol, dále živec a titanit.

Šlo o surovinu poměrně málo kvalitní a proto její dovoz na větší vzdálenosti je vyloučen. Provenientní oblast se tak zužuje na okolí nedalekého Číchova, Bransouz, Koutů, Zašovic a Nové Vsi u Třebíče. V této oblasti vystupují malá tělesa dolomitických mramorů, avšak v žádném případě se v nich nevyskytuje křemen a biotit. Zbývají proto tělesa kalcitických mramorů. V nich je častým silikátem diopsidický pyroxen, který nebyl ve vzorcích zjištěn (představuje častý relikv ve výpalcích z primitivních vápenek, používajících místní mramory na západní Moravě). Důležité je ale zjištění biotitu a křemene. Tato asociace je v moldanubických mramorech západní Moravy poměrně vzácná, nicméně krystalické vápence s asociací tohoto typu byly v minulosti těženy dnes téměř zaniklými lomy (byly zaniklé ostatně už v 19. století) u Číchova na tzv. Jalovci (viz i blízká samota Vápenice). Některé variety mramoru tam obsahují navíc i amfiboly (aktinolit), jimž mohou náležet vypálené bílé vláknité minerály ve vzorku. Minerály uváděné RTG analýzou (viz výše) brtnického vzorku jsou zčásti produkty vypálení a pro posouzení provenience mají omezený význam.

S velkou pravděpodobností tedy můžeme hledat zdroj suroviny v prostoru JZ od Číchova (prostor rekreačního střediska Jalovec), ostatní zmíněné lokality lze více méně vyloučit.

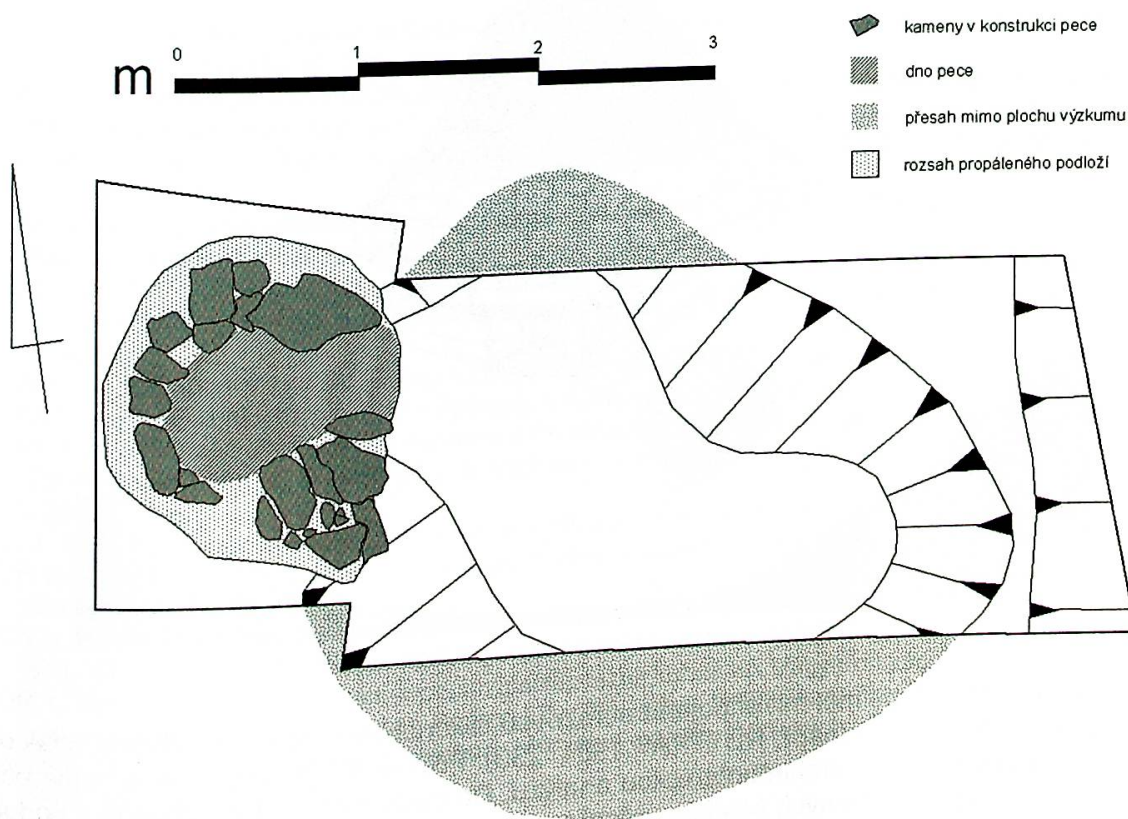
6. Několik informací o vápenkách a vápenictví (Soukup, Vršek)

Pece na pálení vápna jsou známy již z doby protohistorické. Při studiu vápenek středověkých je nutné brát v potaz, že na ně konstrukčně i technologicky navazují. Zároveň je nelze odtrhnout od dalšího vývoje v novověku.

Archeologicky jsou pro období středověku a starší prozatím doloženy pece buď jednoduché, zakopané (viz MÜLLER 1981 - přehledová tabulka dostupná i v MERTA 1980, 55). Terminologie je poněkud neuspokojivá jen vzhled spodní části zařízení. Archeologicky byly zkoumány i pece polyfunkční, kdy v jedné peci na našem území používány ve 20. století, kdy byly nenávratně nahrazeny továrními vápenkami. V době před 2. světovou válkou bylo tzv. lidové pálení vápna ještě relativně běžně pozorovatelným jevem na Slovensku či v Maďarsku (k tomu BEDNÁRIK 1962, 79 - 80; MRUŠKOVIČ 1969, 202; PODOLÁK 1958; zejména však BAKÓ 1953). Snad také proto napsali o vápenkách nejvíce etnografové, ovšem s hlavním zřetelom na "lidovost", méně už na technologii. Obecně se u novověkého pálení vápna jednalo buď o výrobu specializovanou (viz POLÍVKA 1928), anebo se pálením zabývali ti, co si chtěli přilepšit (BEDNÁRIK 1962, 90).

Pokud již jsou archeologicky zkoumané vápenky publikovány, často se tak děje jen formou zmínek, bez dostatečného vyobrazení i popisu (namátkou z naší odborné literatury GOŠ - KAPL 1984; KOHOUTEK 1987; MERTA 1996a; 1996b; 1996c; RUTTKAY 1978, 211; SKUTIL 1962 atd.). Z tohoto rámce se vymykají dva články. Jiří Merta podal první přehled vápenek z archeologických nálezů a zpracoval objev vápenické pece při hradě Obřany u Brna (MERTA 1977). A dále Alexander Ruttkay vyšel z rozborů vzorků přírodovědnými metodami, jejichž výsledky mohou archeology usměrnit a doplnit (RUTTKAY 1984, 239). Z poslední doby jsou známy zejména práce P. KOSE (2000; 2002).

Klasifikaci historických vápenek v Maďarsku podal Róbert MÜLLER (1981 - jedná se o maďarskou podobu starší práce otištěné v ZfAM). U nás zatím nevyužitou literaturu uvádí SOSSON (1998) nebo BITTERLI-WALDVOGEL (1999, 209).



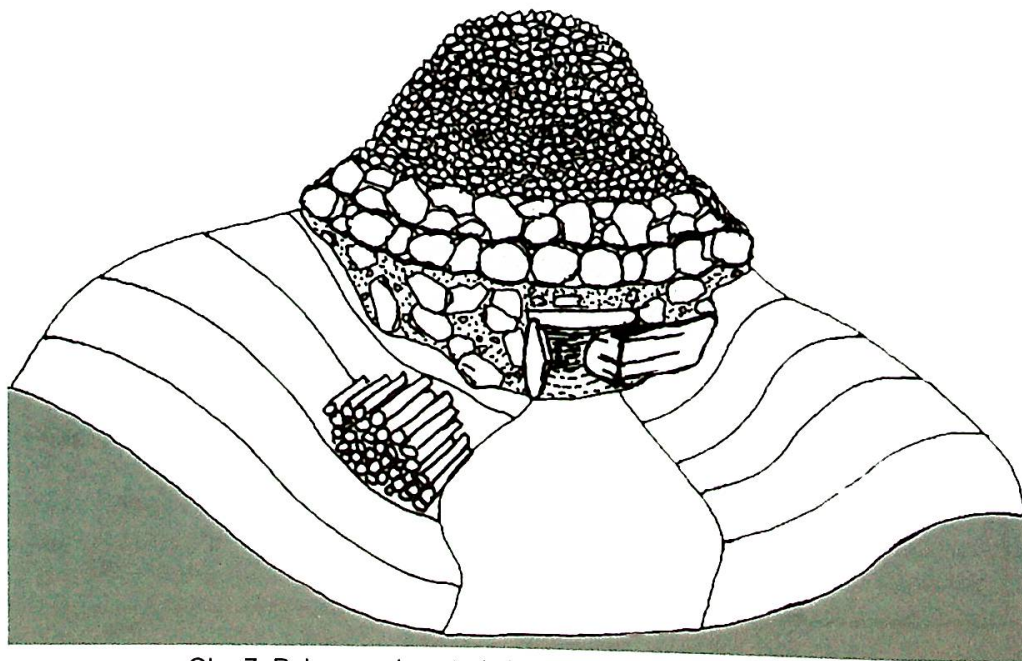
Obr. 6 Pokus o rekonstrukci archeologické nálezové situace v půdorysu

7. Závěr (Soukup, Vršek)

Nemáme k dispozici mnoho historických zpráv. Pokud ano, pak se jedná o pouhé indicie:

- V brtnickém urbáři z roku 1533 jsou zmiňovány panské vápenné lomy (ZAORALOVÁ 1988, 111). Považujeme za pravděpodobné, že zmiňované lomy lze označit za oblast původu suroviny do naší pece. Tedy tyto lomy z urbáře 1533 lokalizujeme do širší oblasti, určené výše S. Houzarem na základě rozboru usazenin.
- Mezi lety 1570 a 1585 došlo k výstavbě budovy radnice (ZAORALOVÁ 1988, 118; 130 - pozn. č. 90). Pokud bychom chtěli dávat do souvislosti některou ze stavebních fází brtnické radnice s naší pecí, je to pro nás jedno z mála vodítek.
- Dále je zde údaj o požáru ve městě z roku 1637, při kterém shořelo 59 domů (BALCÁREK 1988, 142) - pec mohla sloužit k nárazovému pálení vápna během oprav po požáru. Podobné události můžeme předpokládat i ve starším období.
- Nelze vyloučit, že v peci nebylo páleno vápno za účelem stavebním, nýbrž např. pro účely hygienické - např. k zasypávání hrobů při epidemiích, aby se zamezilo dalšímu šíření nákazy. Již z raného středověku lze doložit výskyt vápna v hrobových jamách (MRUŠKOVIČ 1969, 193). S určitostí víme, že v Brtnici na počátku 17. století řádil mor (BALCÁREK 1988, 136).

Na základě chemického a geologického rozboru, nálezové situace a dalších indicií jsme vyloučili jiné interpretace a objekt považujeme za reliktní pec na pálení vápna. Souhlasíme s tím, že surovina pocházela z blízkých zdrojů - pro krátkodobou akci jistě bylo snadné zajistit přísun vápence z panských lomů a kromě toho bylo poukázáno na jeho nízkou kvalitu. Podle konstrukce tento typ pece odpovídá nejdříve pozdnímu středověku (15.-16. století), alespoň podle současných znalostí archeologie (za informaci děkujeme Jiřímu Mertovi). Protože svrchní část situace byla odsekuta při novověkých úpravách, nemáme k dispozici kompletní stratigrafický sled, což dataci ztěžuje. Vápenka na základě archeologické situace měla krátkodobé trvání. Protože na náměstí překážela a produkovala nepříjemný dým, bylo jistě v zájmu provozovatele dobu funkce snížit na minimum. Ovšem nemůžeme vyloučit, že k její stavbě došlo např. v situaci vyhrocené, kdy ohledy mohly jít stranou. Pec dle našeho názoru byla vystavěna někým, kdo disponoval znalostmi o konstrukci vápenek.



Obr. 7 Pokus o rekonstrukci pece s vyskládanou „kopulí“

Každý odborný článek by měl mít připojenu obrazovou rekonstrukci nálezové situace, jinak dochází k ne zcela jasným popisům (např. RUTTKAY 1984, 239). Přesvědčili jsme se, že je nutné odebrat vzorky vrstev na chemickou či archeobotanickou analýzu. Do budoucna by bylo vhodné z podobných objektů odebrat i vzorky přepálených částí na určení teploty pálení.

Literatura

- ALBEKER, M. 1981: Középkori mészégetőkemencék a Kaposvár 61. ut Mellett. In: *Iparrégészeti kutatások Magyarországon (Égetőkemencék régészeti interdiszciplináris kutatásce)*, Sopron 28. - 30. Július 1980, Veszprém, 67 - 72.
- BAKÓ, F. 1953: Bäuerliches Kalkbrennen in Ungarn. *Acta Ethnographica* 3, Budapest: Academiae Scientiarum Hungaricae, 339 - 420.
- BALCÁREK, P. 1988: Brtnice ve víru třicetileté války. In: JANÁK, J. a kol. 1988, 133 - 149.
- BEDNÁRIK, R. 1962: Ľudová výroba vápna. *SFFUK* 13, *Musaica* 2, Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 70 - 114, tab. 12 - 19.
- BITTERLI - WALDVOGEL, T. 1999: Kalkofen. In: *BURGEN*, 208 - 209.
- BURGEN: BÖHME, H. W. - DOLLEN von der, B. - KERBER, D. - MECKSEPER, C. - SCHOCK-WERNER, B. - ZEUNE, J. 1999: *Burgen in Mitteleuropa. Ein Handbuch I.*, Stuttgart: Konrad Theiss Verlag.
- GOŠ, V. - KAPL, V. 1984: Středověká vápenická pec z Libivě u Mohelnice. *ZVOTAM*, sb. z 5. a 6. semináře, Brno: TM, 72 - 76.
- JANÁK, J. a kol. 1988: Dějiny Brtnice a připojených obcí. Brno - Brtnice: MVS - MNV.
- KOHOUTEK, J. 1987: Nález středověké vápenické pece u hradu Šaumburka. *ZVOTAM*, sb. ze 7. a 8. semináře, Brno: TM, 143 - 145.
- KOS, P. 2000: Doklady vápenických objektů v Mokrém v jižní části Moravského krasu, AT 11, sb. z 18. semináře, Brno: TM, 75 - 81.
- KOS, P. 2002: Středověké vápenky ve Vyškově, *Pravěk* NŘ 12, 345-358.
- KUZSINSZKY, B. 1932: A gázgyári római fazekastelep Aquincumban. Budapest Régeségei Régészetiéstörténeti Évkönyv XI, Budapest: A székes főváros kiadása.
- JANÁK, J. a kol. 1988: Dějiny Brtnice a připojených obcí., Brno-Brtnice: MVS - MNV.
- MERTA, J. 1977: Středověké vápenické pece při Obřanském hradě. *AH* 2, 239 - 245.
- MERTA, J. 1980: Výzkumy vápenických pecí., *Sborník z 1. semináře ZVOTAM*, 12. 12. 1978, Brno: Technické muzeum, 30 - 55.
- MERTA, J. 1996a: Vápenická pec při hradě Holštejn. *AT* 10, sborník *ZVOTAM*, Brno: TM, 125.
- MERTA, J. 1996b: Komplex reliktů vápenických pecí u Ochozu v jižní části Moravského krasu. *AT* 10, sborník *ZVOTAM*, Brno: TM, 125.
- MERTA, J. 1996c: Středověká vápenka před hradem Pyšolcem okr. Žďár nad Sázavou. *AT* 10, sborník *ZVOTAM*, Brno: TM, 125.
- MĚŘÍNSKÝ, ZDENĚK. 1988a: Počátky osídlení Brtnicka a nejstarší dějiny obce. In: JANÁK, J. a kol. 1988, 13 - 49, Brno - Brtnice.
- MĚŘÍNSKÝ, ZDENĚK 1988b: Brtnice a její okolí od poloviny 13.století do válek husitských. In: JANÁK, J. a kol. 1988, 51 - 99.
- MRUŠKOVIČ, Š. 1969: Historický rozvoj ľudovej výroby vápna v oblasti slovensko-moravského pohraničia. *Zborník SNM LXIII, Etnografia* 10, 191 - 204.
- MÜLLER, R. 1981: Mészégető kemencék Magyarországon. In: *Iparrégészeti kutatások Magyarországon (Égetőkemencék régészeti interdiszciplináris kutatásce)*, Sopron 28. - 30. Július 1980, Veszprém, 55 - 65.
- NAGY, T. 1943: A fővárosi régészeti és ásatási intézet jelentése az 1938-1942. Budapest Régiséget 13, Budapest, 361 - 398.
- PODOLÁK, J. 1958: Ľudové pálenie vápna u maďarských Slovákov. *Pamiatky a múzeá. Časopis pre ochranu pamiatok a problémy muzeí*, 7, Martin: Osveta, 15 - 17.
- POPPE, J.H.M. 1837: *Obsáhné prstonárodnj naučenj o řemeslech a umělostech čili Technologia wsseobecná a obzvláštnj k poučenj a prospěchu wsseľkých stawův II.* Praha: Gednota ku powzbuzenij promyslu w echách.
- POLÍVKA, V. 1928: Vápeníci ze Zdic. *Český lid* 28, Praha: Nakladatelství J. Svátek, 241 - 243.
- RUTTKAY, A. 1978: Výsledky ďalšej etapy výskumu v Nitrianskej Blatnici. *AVANS* za rok 1977, 211 - 215.
- RUTTKAY, A. 1984: O počiatkoch pálenia vápna v Povážskom Inovci (Nové poznatky archeologického badania). *Zborník prác Ľudmíle Kraskovskej (k životnému jubileu)*, Bratislava: Slovenské národné múzeum, 236 - 254.
- SKUTIL, J. 1962: Středověké pece ve Vratkové /okr. Blansko/. *PV* 1961, Brno: AÚ ČSAV, 102.
- SOUKUP, M. - VRŠEK, P. 2000: Nové archeologické objevy v Brtnici., *Brtnický zpravodaj* č. 115 - červen. Brtnice: Obecní úřad, 1 - 2.
- SOSSON, J. P. 1991: *Kalk. Lexikon des Mittelalters V. Hierá - Mittel bis Lukanien.* München - Zürich: Artemis Verlag, 870 - 871.
- VÁNDOR, L. 1981: A Pókaszeptki karnence. In: *Iparrégészeti kutatások Magyarországon (Égetőkemencék régészeti interdiszciplináris kutatásce)*, Sopron 28. - 30. Július 1980, Veszprém, 73 - 76.
- ZAORALOVÁ, M. 1988: Od husitství do Bílé hory (Brtnice v majetku Brtnických z Valdštejna). In: JANÁK, J. a kol. 1988, 101 - 132, Brno - Brtnice.

Seznam použitých zkratk

AH	Archaeologia historica: Muzejní a vlastivědná společnost Brno
AT	Archeologia technica: Technické muzeum Brno
AVANS	Archeologické výskumy a nálezy na Slovensku: Archeologický ústav Nitra
MVS	Muzejní a vlastivědná společnost Brno
SFFUK	Sborník Filozofické fakulty Univerzity Komenského: Bratislava
TM	Technické muzeum Brno
ÚAM FF MU	Ústav archeologie a muzeologie Filozofické fakulty Masarykovy univerzity
ZfAM	Zeitschrift für Archäologie des Mittelalters
ZVOTAM	Zkoumání výrobních objektů a technologií archeologickými metodami: TM

Summary

The Department of Archaeology and Museology of the Masaryk University in Brno conducted in the year 2000 a salvage archaeological excavation at the construction of an underground telephonic central in front of the town hall in Brtnice. Several fragments of the square historic walking surfaces were identified during the excavation, under which a remainder of a kiln for lime burning was found. Although the upper part of the device was cut off during modern period modifications, substantial part of the kiln itself and the pit in front of it was preserved.

Since the primary identification was uncertain, samples from the key layers were taken and subjected to geological, physical chemical and palaeobotanical analysis. Thanks to this, the kiln could be with final validity interpreted as a lime device and also the area of the probable raw material (limestone) provenance could be determined more specifically to the surroundings of the nearby Číchov. The palaeobotanical analysis proved that beech wood, among others, was used for lime burning in the kiln. Only rough dating to the high medieval or early modern period is possible on the basis of the archaeological finds. Several hiatus in the stratigraphic sequence of layers caused by modern leveling contributed to this broad dating. Most probably the kiln is related to one of the town hall reconstructions in the 16th century, but it cannot be excluded that lime for covering graves during the plague outbreak in Brtnice in the beginning of the 17th century was burned in it. Owing to the possibility to examine both the kiln and the pit in front of it in their totality, highly verisimilar drawing reconstruction of the whole device could be accomplished, and also the approximate lime volume from one firing that amounted to approx. 0,5 m³ could be calculated.

The kiln and the pit in front of it were unfortunately completely destroyed by the telephonic central construction and only marginal parts are preserved under the present surface.



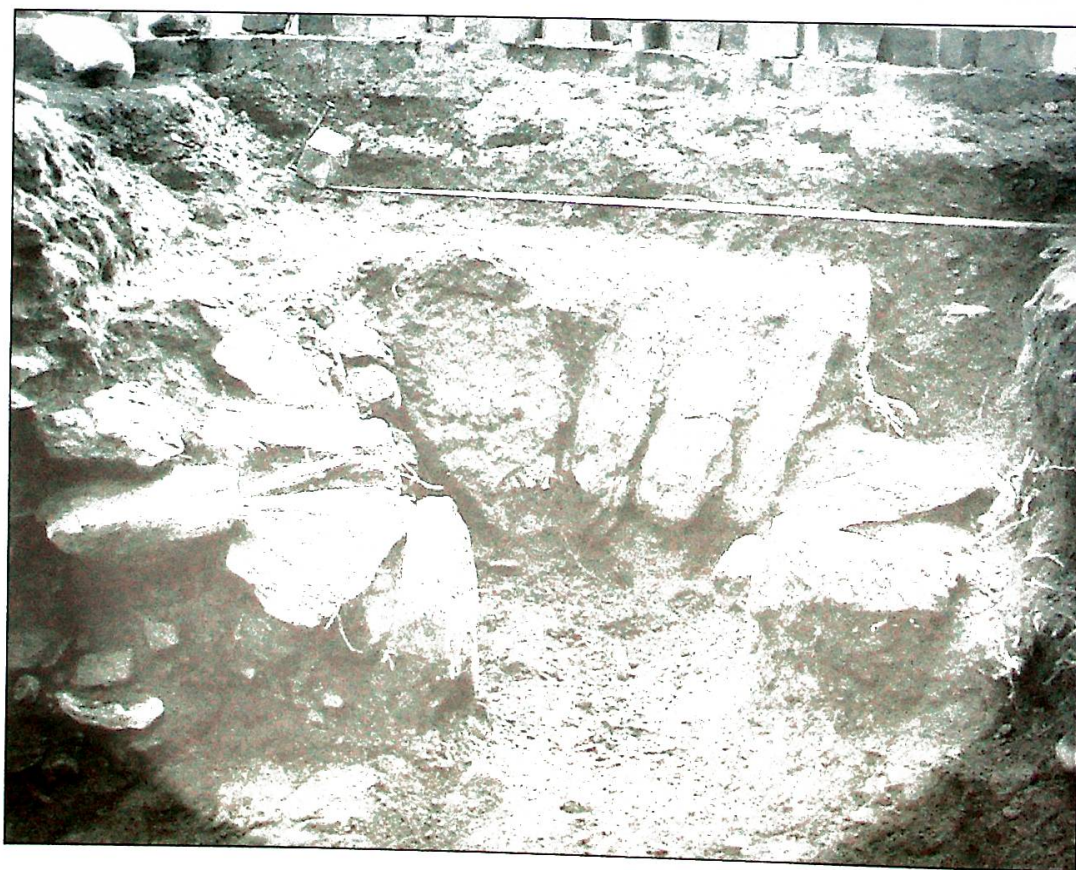
Tab. A: Pohled na začištěnou destrukci pece před vybráním.



Tab. B: Pohled na začištěnou destrukci pece před vybráním.



Tab. C: Pec po vybrání a začištění - celková situace.
Vpravo je část konstrukce pece narušena výkopem C (srov. v textu).



Tab. D: Pec po vybrání a začištění, pohled skrz ústí pece.



Tab. E: Pec po vybrání a začištění.



Tab. F: Pec po vybrání a začištění - pohled shora.