

Petr Kos

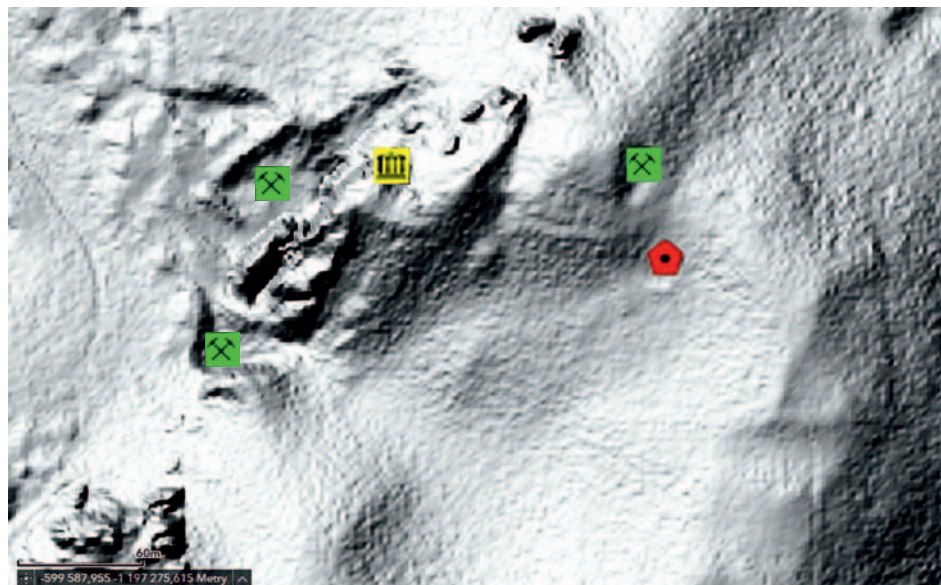
Středověká vápenná pec u zříceniny hradu Neuhaus v Pavlovských vrších

Úvod

Charakteristický reliéf vápencového Bradla Pavlovských vrchů souvisí od nepaměti se siluetami několika středověkých hradů. K těm méně známým přísluší dnes již v terénu sotva znatelné torzální zbytky Nového hradu, takzvaného Neuhausu, kladeného svým založením do druhé poloviny 14. století. Na jeho předpolí byly před časem identifikovány relikty velké jámové pece určené k výpalu stavebního vápna, která by mohla naznačit způsob budování hradu a částečně osvětlit i jeho stavební vývoj.

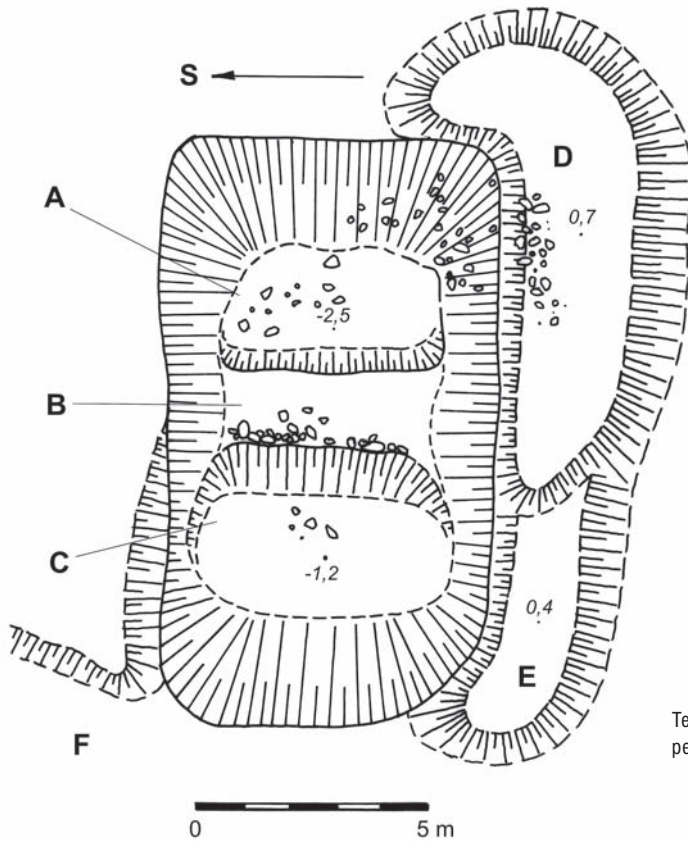
Lokalizace objektu

K objevu vápenné pece došlo při povrchové prospekci související se speleologickým průzkumem zdejší jeskyňářské organizace roku 2014 na severozápadním úbočí vrchu Kotel (Kessel 485 m n. m.) v trati Obora (Neuhäuselbrg: RICHTER – KRSEK – STEHLÍK – ZEMEK 1971). Při prvním zveřejnění situace bylo místo nálezu mylně lokalizováno na katastr blízce přilehlé obce Horní Věstonice (KOS 2016a); po revizi hranic katastrálního značení jej lze však zcela bezpečně spojit se severním okrajem katastru obce Klentnice, okr. Břeclav (WGS-84: 48°51'57.710"N, 16°38'13.481"E). Zbytky výrobního objektu je možno lokalizovat do prostoru drobného náhorního sedla, několik desítek metrů východně od zříceniny hradu Neuhaus (UNGER 1985; PLÁČEK 2001).



Situace u hradu Neuhaus na digitálním modelu reliéfu geodatabáze Calcarius, 2015 (symboly: žlutá ikonka - hrad, zelená ikonka - lom, červená ikonka - vápenná pec)

Charakteristiky objektu



Terénní dokumentace vápenné pece (kresba autor)

Relikty vápenné pece u hradu lze bezpečně spojit s výrobními objekty Müllerova typu 3, opatřenými většími počty tahových kanálů, které našly na Moravě své stěžejní uplatnění hlavně u hradních a klášterních staveb vrcholného středověku (MÜLLER 1976; MERITA 1980; KOS 2015). Pec sestávala z dvoudílné konstrukce, tvořené obdélnou jámou hlubokou 1,2–2,5 m, s rozměry cca 8 × 13 m, orientovanou svou delší stranou (pecištěm) k východu, tj. proti přirozenému svahu terénu, do něhož byla zadlabána. Kolem celého jižního obvodu zařízení se nachází protáhlý odval v podobě vyššího (0,7 m) a nižšího (0,4 m) liniového náspu (viz terénní dokumentace vápenné pece: D, E). Nižší část souvisela evidentně s hloubením vlastního jámového zařízení (E), vyšší pak podle úlomků vápence se zbytky nedopalu (D), přípravou vápenného kamene a současně i s odběrem hotového výpalku. Jáma objektu je zhruba v půli jeho délky předdělena 1,5–3 m širokou přepážkou z hlíny a vápenného kamene, shora bohatě prostoupenou hrudkami propálené hlíny hnědo-oranžové barvy (B). Lze soudit na substrukci původní kameno-hliněné/jílovité plenty prostoupené několika tahovými/topnými kanály, snad ponechané jako reziduum geologického podloží *in situ* (terminologie dle KOS – VÁLEK 2016).

Výrobní prostor pece tvoří peciště o rozměrech cca 7 × 5 m s plochým dnem (A), které je dnes zaplněno půdními splachy; přesto je od okraje jámy hluboké až 2,5 m. Dá se tedy předpokládat, že původní dno mohlo ležet v hloubce přibližně 3 m a jeho rozměry mohly činit cca 5,5 × 4 m, jelikož však nebyl dosud proveden terénní odkryv, lze tyto hodnoty považovat spíše za velmi přibližné. Za kanálovou přepážkou či plentou leželo na západní

straně objektu obdélné předpecí (C) s plochým dnem o rozměrech cca 7 × 5 m. Ze zachované délky dělicí přepážky či plenty lze vypočítat vydělením pomocné hodnoty známé rozteče mezi středy kanálů (1,7 m) přibližný počet tahových kanálů, kterých lze u tohoto zařízení očekávat patrně trojici (subtyp 3b: KOS 2015).

Jednoduchým propočtem známých změřených hodnot pak zjistíme hodnoty objemu peciště, které činilo asi 66 m³; zmíněná pec pařila tedy mezi větší zařízení svého druhu (srov. KOS 2015) a nacházíme k ní archeologicky prozkoumané analogie například u hradu Obřany na brněnském venkově (Kanice II: MERTA 1977; MERTA 1980) nebo v minoritském klášteře v Brně (Minoritská I: PROCHÁZKA 2011).

Výrobní parametry pyrotechnologického zařízení

Výrobní data jsou u uvedené trojkanálové pece poměrně významná. Pec byla do svého výrobního prostoru – po odečtu všech dutých technologických částí a navýšení o metr horní vsázkou – schopna pojmout kolem 73 a více m³ vápence jurského stáří (v. ernstbrunnské) o přibližné váze 200 tun (tab. 1). Nezanedbatelné bylo také množství palivového dřeva (cca 510 m³) a doba potřebná k přeměně vápence na kvalitní pálené vápno (cca 7,4 dnů), která limitovala tempo následných zdicích prací (tab. 2), jež musely vzhledem k vlastnostem vzdušného vápna, zrajícího (karbonatujícího) příznivě za vyšších klimatických teplot, probíhat hlavně v letních měsících. V jistých ohledech bylo při použití vápenných technologií nutné dodržovat také delší technologické přestávky, aby mohly být zajištěny dobré statické vlastnosti nosných a spojovacích částí zdi – některé rozlehlejší hrady proto mohly být budovány i ve velmi dlouhých časových intervalech. Dobu tvrdnutí vápenných malt poněkud zkracovala starší technologie, jež využívala vlastností tzv. horké malty, která byla připravována hašením vodou v suché směsi, někdy aplikované v rovinanině dokonce ještě za tepla po čerstvém dovozu výpalku od vápenné pece. Vápenice ležící v předpolí rozestavěného hradu tyto postupy umožňovala, díky čemuž mohlo být tempo výstavby zděných konstrukcí konkrétně u tohoto hradu značně rychlé.

Tabulka 1
Parametry objemu vsázky a výpalku u pece u hradu Neuhaus (sestavil autor)

Lokalita	Vsázka (m ³) ¹ CaCO ₃	Objemové smrštění při 900 °C (10%; m ³)	Objemové smrštění při 1 300 °C (22%; m ³) ²	Výpalek (m ³) CaO ³	Průměrný výpalek (m ³)
Klentnice - Neuhaus	72,7	65,43	56,71	56,71-65,43	61,07

¹ Z etnografických a experimentálních paralel víme, že vrchol vsázky mohl běžně převyšovat okraj pece o 1 až 1,5 m (srov. KOS – VÁLEK 2016; instruktážní dobový snímek ze španělské Zaragozy: dostupné na <https://www.youtube.com/watch?v=h69yi29pu9E> [cit. 1. května 2019]). Po odečtu součtu objemů hypotetických tahových a odtahových kanálů ve vsázce. Pro výpočet objemové hmotnosti zvolena autorem zjištěná hustota ernstbrunnského vápence jurského stáří (malm – spodní křída) Pavlovských vrchů, která odpovídá hodnotě cca 2748 kg.m³.

² Disociací v polní peci za teploty 900–1 300 °C ztrácí ve skutečnosti vápenec následkem smrštění ze svého objemu ideálně 10–22% (srov. např. SVOBODA – BAŽANTOVÁ – MYŠKA – NOVÁK – TOBOLKA – VÁVRA – VIMMROVÁ – VÝBORNÝ 2013, 363, tab. 4.59; ŠVEC 2009, 12, tab. 4; VÁLEK – JIROUŠEK – MATAS – VAN HALEM – FRANKL 2014, 71).

³ Objemová hmotnost páleného vápna při teplotě 900 °C činí cca 1 200–1 350 kg.m³ (ŠVEC 2009, 12, tab. 4; SVOBODA – BAŽANTOVÁ – MYŠKA – NOVÁK – TOBOLKA – VÁVRA – VIMMROVÁ – VÝBORNÝ 2013, 363, 365, tab. 4.59); při teplotě cca 1 050 °C je to však již jen 840–870 kg.m³ (VÁLEK – VAN HALEM – FRANKEOVÁ – HAUKOVÁ – PANÁČEK – TOMANOVÁ – JIROUŠEK – FRANKL 2015, 8, tab. 3)

Tabulka 2

Spotřeba paliva, doba výpalu, zpracování a aplikace výpalku pecí do malt hradu Neuhaus (sestavil autor)

Lokalita	Spotřeba dřeva (m ³) ⁴	Doba celkového výpalu (h/dny)	Ca(OH) ₂ po vyhašení nárůst 3,5krát (m ³) ⁵	Malta 1 : 2 - 1 : 4 (m ³)	Zdivo 2 : 1 (m ³)
Klentnice - Neuhaus	510	178/7,4	213,8	641,2-1 069	1923,6-3 207

Pokud byla pec chystána k pálení asi 10 dní a pálila cca 7,5 dní (a musela ještě přibližně stejnou dobu také chladnout), pak jeden cyklus výroby vápna mohl obsáhnout maximálně měsíc; záleželo jen na množství pomocných pracovních lidských sil. Poté, co byl výpalek (cca 61 m³ CaO) postupně odvezen povozy na stavbu (tab. 1), mohla být pec opět zavážena novým materiálem (kámen a dřevo). Víceméně nestabilní konstrukce vypalovacího zařízení byla obvykle limitována životností stěn peciště a tahových kanálů, které za těchto podmínek, protože nebyly vyzděny kameny, zvládly maximálně jednu roční sezonu výpalů. Pakliže víme, že pec mohla pro hrad pálit nejspíše jen jednou až dvakrát, jednalo se zaručeně o proces, jenž byl limitován jediným rokem, tj. jedinou stavební sezonou nebo maximálně dvěma léty, v jejichž průběhu mohla být zbudována celá kompletní hrubá stavba. Nelze přitom vyloučit ani takový postup, při němž mohla být připravena směs maltovin k delšímu několikadennímu/týdennímu odležení pro postupný odběr zedníky až během stavby; dá se přitom předpokládat, že náhradou za vodu mohl být ke stavbě dopravován i čerstvě nakopáný mokřý písek od nedaleké řeky Dyje. Některé západoevropské praktiky dokládají např. techniku přípravy horké malty hašené během zimy a její odběr až na jaře (MICHONOVÁ 2014). Doba tuhnutí podobně aplikované malty do zdiva hradu byla poměrně dlouhá. Experimentálně bylo zjištěno, že za 28 dní získá takto připravená malta pevnost v tlaku cca 0,20 MPa a postupně s časem roste zhruba až na 40 % původní pevnosti použitého vápence; komplexně však nepřesahuje 0,40 MPa (VÁLEK - VAN HALEM - FRANKEOVÁ - HAUKOVÁ - PANÁČEK - TOMANOVÁ - JIROUŠEK - FRANKL 2015; LIŠOVSKÝ 2017).

Předtím však, než byla pec vůbec zažehnuta, probíhalo se značnou intenzitou odlesňování přílehlé části stavební plochy a jejího předpolí pro získání stavebního dřeva. Pro jeden až dva výpaly ve vápenici se muselo nachystat cca 510–1 020 m³ kvalitního i méně kvalitního palivového dřeva (sušiny, vývraty, pařezy a popřípadě také odřezky z tesařských prací; z rostoucích dřevin převahou asi habr; srov. RIEDL - HÉDL - MÜLLEROVÁ - SZABÓ 2017). V polosuchém stadiu se jednalo o palivo s přibližnou váhou asi 800 kg na m³, tj. cca 408–816 tun (dostupné na <http://bspolding.cz/hmotnost.html>), takže podle současných experimentálních výzkumů by k přeměně 0,5 m³ ernstbrunnského vápence na vápno bylo potřeba spálit (po korekčních přepočtech) asi m³ dřeva. To se však týká provozu menší jednonálové pece. U pecí velkých, vybavených větším množstvím tahových kanálů byla situace podstatně komplikovanější (srov. VÁLEK 2015; KOS - VÁLEK 2016). Výpal v takovémto zařízení byl limitován třemi technologickými fázemi, z nichž úspornější

⁴ Spotřebu dřeva ovlivňovalo při výpalech mnoho faktorů (chemické vlastnosti vápence, partiální tlak CO₂ v atmosféře, povětrnostní podmínky, kvalita vysušení dřeva, rytmus přikládání, rozměry topeniště, kvalita spalování, tahové vlastnosti pece, mocnost a hrubost vsázky apod.), které tak mohly buď příznivě, či naopak neblaze ovlivňovat dobu výpalu (VÁLEK 2015, 62–68)

⁵ U vzdušných vápen nabývá mokřý hydrát na objemu cca 2–2,5krát (MATAS - VÁLEK - JIROUŠEK 2012, 5; VÁLEK - JIROUŠEK - MATAS - VAN HALEM - FRANKL 2014, 70; VÁLEK 2015, 49); v souvislosti s přípravou horké malty lze však podle laboratorních pokusů počítat s nárůstem objemu v kaši až 3,6krát (VÁLEK - VAN HALEM - FRANKEOVÁ - HAUKOVÁ - PANÁČEK - TOMANOVÁ - JIROUŠEK - FRANKL 2015, 8, tab. 3).

vzhledem ke spotřebě paliva byla fáze první (vysoušecí) a třetí (vypalovací), největší spotřebu dřeva vykazovala druhá fáze (výhřev), během níž bylo nutné vsázku kompletně vytemperovat nad 900 °C. U pecí vícekanalových se doba globální kalcinace umocňovala množstvím vsázky a počty kanálů, které byly dřevem živeny individuálně. Při provozu se tak dosahovalo i teplot vyšších (běžně až 1 300 °C).

Po řadě archeologických experimentálních výpalů (KOS – VÁLEK 2016; VÁLEK 2015; KOS 2018) jsme vybavení poznatky, které nám umožňují přibližnou rekonstrukci celého výrobního postupu a procesů spojených s výrobou páleného vápna ve vrcholném středověku. Díky exaktnímu přístupu ve výzkumu vlastností vápenných technologií je pak možné dojít k jistým statistickým závěrům (tab. 3), jež lze víceméně s jistou dávkou úspěšnosti a pravděpodobnosti aplikovat prakticky na každou archeologicky lokalizovanou historickou kanalovou vápennou pec v terénu; je však třeba znát její základní morfometrické parametry, které ovlivňují následné provozní vlastnosti zařízení.

Tabulka 3 – Přibližné rychlosti spalování dřeva u jednoho kanálu vícekanalové pece (sestavil autor na základě experimentu v Mokré-Horákově roku 2014 a na Staré huti u Adamova roku 2019)

Lokalita	Délka topeniště (m)	Cca rychlost spalování: výhřev (m ³ /h)	Cca rychlost spalování: výpal (m ³ /h)	Počet výpalů	Stratigrafická fáze (mikrofáze)
Klentnice – Neuhaus	3,5	1,05	0,35	1-2	1 (1.1-1.2)

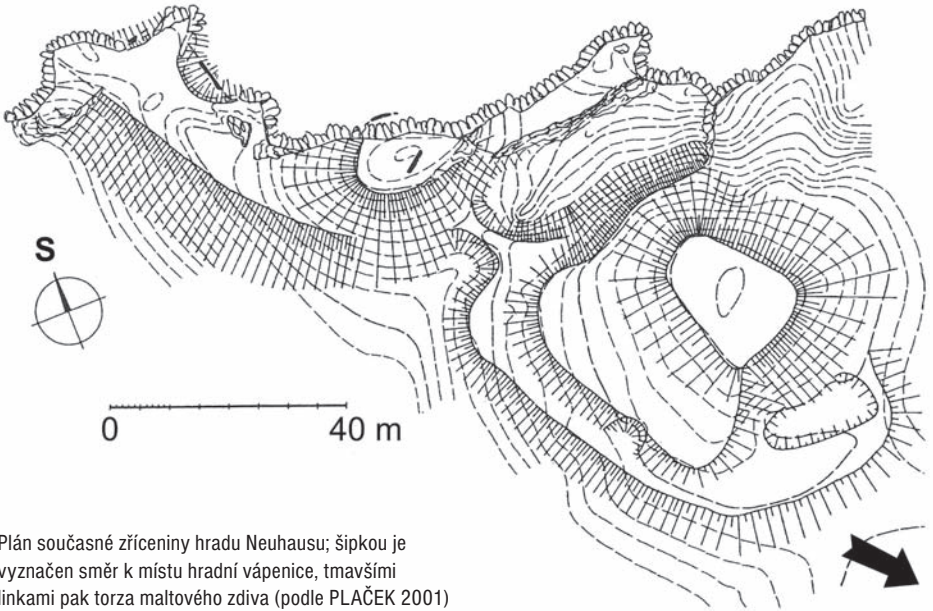
Trojkanalová pec u Neuhausu dokázala na výpal vápna z 1 m³ místního vápence spotřebovat průměrně asi 7 m³ dřeva, což je oproti jednoramenné peci výrazně více (asi 3,5krát). Zde je však nutné upozornit, že spotřeba paliva u takového zařízení je umocněna počtem kanálů a jejich vyšší teplotou, které spalují v tomto případě dřevo asi 3krát rychleji než v peci jednoramenné.

Konfrontace pece s dnešním torzem hradu

Při rekonstrukci minimálních pozůstatků zděných konstrukcí hradu vycházel autor z podkladové dokumentace M. Plačka a J. Ungera (PLAČEK 2001) a hmotové rekonstrukce založené na kresbě J. Urbana (dostupné na https://www.hrady-zriceniny.cz/s__neuhaus.htm), z níž je jasně patrné, že kompozice hradu je dynamická dvoudílná, tvořená předhradím, předsunutým hranolovým bergfitem a jedním palácem situovaným vzadu na nepřístupném skalisku. Kromě lehce opevněného předhradí (dřevo-hliněná zástavba), s hradem původně spojeného dřevěným mostem, byly všechny výše uvedené části zadního hradu bezpečně zděné na vápennou maltu a stavěné na místní vápenný kámen, který byl s velkou pravděpodobností sbírán, ale také lámán při hloubení dvou šíjových příkopů kolem předhradí. Dva jámové lomy na předhradí připouštějí další exploataci hlíny a kamene, jenž však mohl být ve středověku blízkým surovinovým zdrojem spíše pro nedalekou vápenici, fungující snad současně i jako doplňková „cihelna“.

Na tomto ryze rekonstrukčním základě lze snad připustit, že hranolová věž (1) mohla být široká cca 10 m a vysoká jen asi 12 m, neboť svými základy využívala již částečně vystupujícího skaliska. Na bázi jejího obranného významu lze pak předpokládat zvýšenou tloušťku zdi minimálně v dimenzi kolem 2 m.

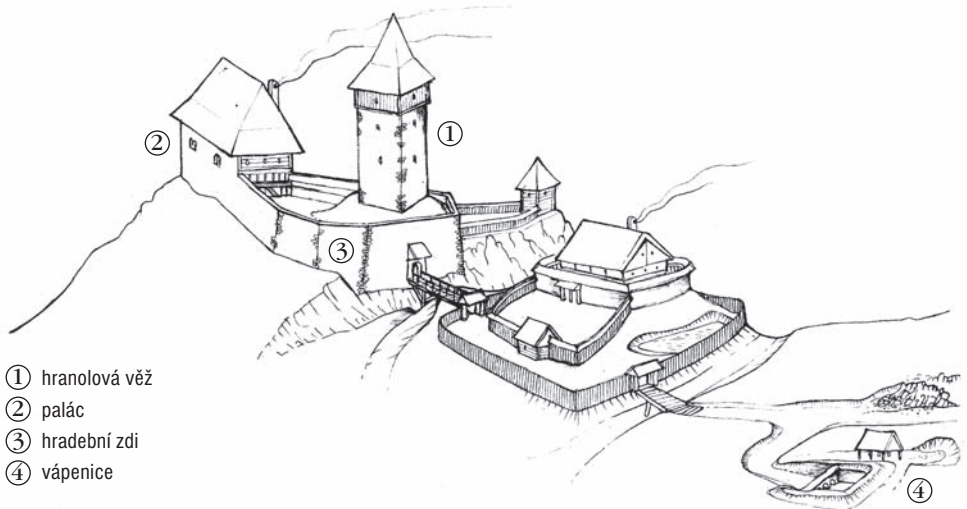
Patrový (snad dvouprostorový) palác (2) mohl mít přibližné rozměry 6 × 23 m, při tloušťce zdi asi 1,5 m a výšce – dle kresbě rekonstrukce – kolem 7 m.



Plán současné zříceniny hradu Neuhausu; šipkou je vyznačen směr k místu hradní vápenice, tmavšími linkami pak torza maltového zdiva (podle PLAČEK 2001)

Tato jednoduchá konstrukční dispozice byla svázána ještě zděnou 1,5 m silnou a 6 m vysokou hradbou (3) obklopující nádvoří, která mohla mít v přístupové části eventuálně ještě lokálně zesílenou štítovou zeď na cca 2 m. Přibližné sumární výpočty těchto známých základních zděných konstrukcí pak přinášejí tyto následující orientační hodnoty:

- (1) - hranolová věž: cca 768 m³ kamenného zdiva
- (2) - dvouprostorový podlažní palác: cca 636 m³ kamenného zdiva
- (3) - hradební zeď/štíťová zeď: cca 1 710/1 824–1 938 m³ kamenného zdiva



- ① hranolová věž
- ② palác
- ③ hradební zdi
- ④ vápenice

Krešbná rekonstrukce hradu Neuhausu s umístěním vápenice u předhradí (kresba autor)

Výsledkem je zjištění, že hrad Neuhaus mohl ve své původní hrubé stavbě obsahovat zcela hypoteticky celkem asi 3 114–3 342 m³ kamenného zdiva, pojeného písčitou vápennou maltou v poměru 1 : 2 (malta : kámen). Za těchto podmínek lze předpokládat, že vápno z hradní vápenice bylo připravováno nejspíše v poměru maltovin 1 : 4 (vápno : písek), což je asi nejběžnější praktika stavby moravských i evropských hradů 13.–14. století (BITTERLI 1991; UNGER 1999; STRÁNSKÝ – BÚCHAL – USTOHAL 2001). Obvykle se však také dovíme, že na přípravu 1 m³ vápenné malty platí objemové dávkování 1 : 3 (0,357 m³ vápenné kaše a 1,07 m³ písku o objemové hmotnosti cca 1 400 kg/m³: VÁLEK – VAN HALEM – FRANKEOVÁ – HAUKOVÁ – PANÁČEK – TOMANOVÁ – JIROUŠEK – FRANKL 2015). Novější laboratorní zkoušky upřednostňují přípravu horké malty ze základu (1 m³ malty), na který je potřeba 0,123 m³ páleného vápna při teplotě 1 050 °C (cca 1 : 8 vápno vůči písku), z čehož po vyhašení vzejde cca 3,6krát více hydrátu se zhruba 6–10 obj. % nedopalu (tzv. technologických částic: VÁLEK – VAN HALEM – FRANKEOVÁ – HAUKOVÁ – PANÁČEK – TOMANOVÁ – JIROUŠEK – FRANKL 2015); novější výzkum však prosazuje spíše poměr 1 : 6 páleného vápna vůči písku (VÁLEK 2015). Dospíváme tedy k závěru, že horká malta mohla být nejčastěji připravována ve výsledném poměru hydrátu s technologickými částicemi vůči písku 1 : 2, což je v souladu s představou o tom, že malty románsko-gotického období byly většinou obohacovány nekvalitním vápnem, jehož množství bylo proto v poměrech maltovin nutné zvyšovat; tento jev však bylo možné eliminovat např. ručním výběrem kvalitnějšího výpalku, což mohlo vzhledem k pokročilejšímu stáří pozdně středověké klenčícké pece proběhnout (LIŠOVSKÝ 2017).

Pakliže víme, že z jednoho výpalku klenčícké pece mohlo v daném poměru maltovin (1 : 2) vzejít asi 1 924 m³ zdiva (tab. 2), mohla pak pec pálit vápno pro hrad těchto dimenzí maximálně dvakrát, přičemž z těchto výpalů mohlo vzejít bezpečně i vápno pro omítané interiéry. Z prvního výpalu (mikrofáze 1.1) mohlo být provedeno základní půdorysné rozvržení celého hradu, z druhého (mikrofáze 1.2) pak následovalo dozření objektů s interiéry. Zbývá otázka, kde a kdy byly páleny cihly a dlaždice použité podle archeologických nálezů jako stavební doplňky hradu (UNGER 1985). Pokud nedošlo k výpalu cihel při druhém výpalu ve snaze vypálit je společně ve vsázce s vápencem (cihel bylo užito i ve zdivu věže), což je nejpravděpodobnější, nezbyvá než připustit jejich obtížný dovoz z polní cihelny pracující v jihozápadním předpolí hradu Děvičky či odněkud z okolí města Mikulova, kde se však první cihelná architektura uplatňuje nejdříve až od 15. století, hlavně pak v první polovině 16. století (KOS 2016b; SVOBODA 2013).

Ovšem při aplikovaném poměru maltovin 1 : 4, což byla zdící technologie pokročilejšího rázu, související se zvýšenou kvalitou výpalku a hydrátu, by vzešlo z jediného výpalu klenčícké pece až 3 207 m³ zdiva. Jelikož se jedná jen o velmi hrubý propočít, kdy lze předpokládat významnou chybu např. ve využití různých objemů cihel a stavebního kamene, nelze vyloučit, že hrad Neuhaus mohl být vystavěn kompletně již z pouhého jediného výpalu, nanejvýš dvou výpalů studované vápenné pece.

Závěr

Hrad Neuhaus, nebo také Nový hrad, byl podle svého názvu nejmladším hradem Pavlovských vrchů. Nechal jej zbudovat moravský markrabě Jan Jindřich, jenž byl ve svém úřadu od počátku roku 1350. Léta výstavby hradu jsou proto spojována buď s polovinou 14. století, kdy k němu mohla patřit podhradní ves Purkmanice, uváděna historicky roku 1351 (HOSÁK 1967), nebo až s roky 1368–1375, kdy je Neuhaus zmiňován jako hrad zeměpanský (RICHTER – KRSEK – STEHLÍK – ZEMEK 1971; UNGER 1985). Vzhledem k tomu, že hrad mohl být díky své malé rozloze a kapacitě hradní vápenice vystavěn jako hrubá stavba již během jednoho až dvou let, nelze skutečně vyloučit, že mohl vzniknout již po roce 1350, čemuž by ostatně napovídala i ojedinělý nález zlomku keramické nádoby s obsahem tuhy i typ použité polní vápenné pece mající paralely v moravských hradním

a klášterním prostředím ještě na konci 13. a počátku 14. století; další práce (tesařské a pokrývačské) se pak mohly odehrávat do doby konečného zobytnění hradu ještě několik následujících let (UNGER 1985; Kanice – objekt A, pec II: MERTA 1977; Brno – Minoritská 1: PROCHÁZKA 2011). Více ke stavebnímu vývoji by snad mohl říci jen odborný rozbor zbytků malt, který nebyl dosud proveden.

Za místo dočasné osady členů markraběcí huti lze pravděpodobně označit služebnou ves Purkmanice nebo předhradí budovaného hradu, kam se soustředila dřevěná obytná zástavba, doplněná později v 15. století o palác purkrabího (roku 1411 tu byl liechtensteinským purkrabím Oldřich Schütz: RICHTER – KRSEK – STEHLÍK – ZEMEK 1971; UNGER 1985). Druhé možnosti by napovídalo také blízké uskupení několika zahloubených objektů – hliníku, kamenolomu a vápenice – tvořících dohromady celý exploatačně-výrobní areál.

Díky malé rozloze hradu, vápenné peci u předhradí a s ohledem na jeho nedlouhou existenci (cca 43–70 let – zanikl ve dvacátých letech 15. století za husitských válek stejně jako podhradní ves) náleží zřícenina hradu Neuhausu k našim ojedinělým čistým hradním dispozicím, dokumentujícím jediný souvislý, nanejvýš mikroetapový stavební vývoj vrcholně gotického hradu bergfritového typu na Moravě. Škoda jen, že původní masa hradního zdiva byla z větší části rozebrána již v minulosti a nedochovala se pro studium kastelologie v poněkud lepším stavu.

Literatura

- BITTERLI, T. 1991: Zur Mörrtelherstellung beim Burgenbau [online], Nachrichten des Schweizerischen Burgenvereins, roč. 64, č. 2, s. 10–15 [cit. 5. srpna 2019]. Dostupné na <http://download.burgenverein-untervaz.ch/downloads/dorfgeschichte/1991-Zur%20M%C3%B6rrtelherstellung%20beim%20Burgenbau.pdf>
- HOSÁK, L. 1967: Středověká kolonizace Dyjskosvrateckého úvalu, Praha.
- KOS, P. 2015: Výzkum vrcholně středověkých vápenických pecí v jižní části Moravského krasu se zřetelem na oblast u Mokrě, Archeologia technica, roč. 26, s. 27–68.
- KOS, P. 2016a: Horní Věstonice (okr. Břeclav), Přehled výzkumů, roč. 57, č. 2, s. 277.
- KOS, P. 2016b: Pavlov (k. ú. Pavlov u Dolních Věstonic, okr. Břeclav), Přehled výzkumů, roč. 57, č. 2, s. 307.
- KOS, P. 2018: Experimentální výpal vápna v areálu Staré huti u Adamova v květnu 2017, Archeologia technica, roč. 29, s. 76–77.
- KOS, P. – VÁLEK, J. 2016: Experimentální výpal vápna v šestikanálové vápenné peci z období vrcholného středověku v Mokrě, Archeologia technica, roč. 27, s. 22–39.
- LIŠOVSKÝ, M. 2017: Vývoj a vlastnosti historické zdicí malty [online], Brno (bakalářská práce uložena v Ústavu technologie stavebních hmot a dílců Fakulty stavební VUT v Brně) [cit. 10. září 2019]. Dostupné na https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=155047
- MATAS, T. – VÁLEK, J. – JIROUŠEK, J. 2012: Experimentální výzkum tradičních vápenných pojiv [online], Konference Zkoušení a jakost ve stavebnictví, 2.–3. října 2012, FAST VUT v Brně (ed. V. Heřmánková – O. Anton), Brno, s. 1–9 [cit. 12. května 2017]. Dostupné na www.calcarius.cz/technologie/experimentalni-vyzkum-tradicnich-pojiv.pdf
- MERTA, J. 1977: Středověké vápenické pece při Obřanském hradě, Archaeologia historica, roč. 2, s. 239–346.
- MERTA, J. 1980: Výzkumy vápenických pecí, Zkoumání výrobních objektů a technologií archeologickými metodami, roč. 1, s. 30–55.
- MICHOINOVÁ, D. 2014: Příprava vápenných malt v péči o stavební památky, Praha (2. vydání).
- MÜLLER, R. 1976: Die Ungarischen Kalkbrennöfen, Zeitschrift für Archäologie des Mittelalters, roč. 4, s. 69–82.
- PLAČEK, M. 2001: Ilustrovaná encyklopedie moravských hradů, hrádků a tvrzí, Praha.

- PROCHÁZKA, R. 2011: Archeologické doklady výroby z 12.–13./14. století v jihovýchodní části Brna ve vztahu k vývoji zástavby, in: Forum urbes medii aevi VI. Surovinová základna a její využití ve středověkém městě (ed. Z. Měřínský), Brno, s. 212–251.
- RIEDL, V. – HÉDL, R. – MÜLLEROVÁ, J. – SZABÓ, P. 2017: Historie a současnost pálavských lesů, RegioM. Sborník Regionálního muzea v Mikulově, roč. 2016, s. 53–64.
- RICHTER, V. – KRSEK, I. – STEHLÍK, M. – ZEMEK, M. 1971: Mikulov, Brno.
- STRÁNSKÝ, K. – BUCHAL, A. – USTOHAL, V. 2001: Malty středověkých staveb na Moravě, Archeologia technica, roč. 12, s. 68–78.
- SVOBODA, M. 2013: Mikulov za posledních Lichtenštejnů (do roku 1560) – Mikulov a jeho držitelé na počátku 16. století, in: Mikulov (ed. M. Svoboda, M.), Praha, s. 78–90.
- SVOBODA, L. – BAŽANTOVÁ, Z. – MYŠKA, M. – NOVÁK, J. – TOBOLKA, Z. VÁVRA, R. – VIMMROVÁ, A. – VÝBORNÝ, J. 2013: Stavební hmoty [online], Praha (3. vydání [cit. 1. května 2019]). Dostupné na <http://people.fsv.cvut.cz/~svobodald/sh/SH3v1.pdf>
- ŠVEC, J. 2009: Modifikace suchých omítkových směsí vápencovými odkaly [online], Brno (bakalářská práce uložena v Ústavu chemie materiálu Fakulty chemické VUT v Brně) [cit. 12. dubna 2019]. Dostupné na https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=14398
- UNGER, J. 1985: Hrady na Pavlovských vrších (archeologické nálezy), Mikulov.
- UNGER, J. 1999: Život na lelekovickém hradě ve 14. století (Antropologická sociokulturní studie), Brno.
- VÁLEK, J. 2015: Vápenné technologie historických staveb, Praha.
- VÁLEK, J. – JIROUŠEK, J. – MATAS, T. – VAN HALEM, E. – FRANKL, J. 2014: Základní aspekty tradiční výroby vápna – výběr surovin a výpal, Svorník, roč. 12, s. 67–76.
- VÁLEK, J. – VAN HALEM, E. – FRANKEOVÁ, D. – HAUKOVÁ, P. – PANÁČEK, M. – TOMANOVÁ, O. – JIROUŠEK, J. – FRANKL, J. 2015: Funkční vzorek. Horká vápenná malta [online], Telč – Praha [cit. 11. srpna 2019]. Dostupné na http://www.itam.cas.cz/publikace-a-vysledky/Ostatni_vysledky.html

Petr Kos

Medieval Lime Kiln near the Ruins of the Neuhaus Castle in Pavlovské vrchy

In 2014 the remains of a medieval lime kiln (KOS 2016a) were identified during the surface prospecting in the forecourt of Neuhaus Castle (cadastral district Klentnice, Břeclav district). These were apparently related to the construction of the nearby castle. The lime kiln can be dated to the beginnings of the construction of the castle, which took place according to historical records in the second half of the 14th century (UNGER 1985; PLAČEK 2001). Current experimental research of medieval lime technologies proves (VÁLEK - JIROUŠEK - MATAS - VAN HALEM - FRANKL 2014; VÁLEK 2015; KOS - VÁLEK 2016) that the rough construction of the castle could have taken place in just one year, possibly two years, from just one, (max. two) kiln firings with a technological break. We can infer that from calculations associated with the volumes of raw material ($73 \text{ m}^3 \text{ CaCO}_3$), quicklime ($61 \text{ m}^3 \text{ CaO}$), slaked lime ($214 \text{ m}^3 \text{ Ca(OH)}_2$), estimated fuel consumption (510 m^3 of wood) and the time required for a single kiln burn (7.4 days). It is a Müller type 3 kiln, most likely equipped with three draft channels (MÜLLER 1976; MERTA 1980; subtype 3b: KOS 2015). In confrontation with the well-known building rules of castle builders in the European context (BITTERLI 1991; UNGER 1999; STRÁNSKÝ - BUCHAL - USTOHAL 2001), based on the parameters of the Klentnice kiln two-stage lime production can be inferred, from which up to $3,847 \text{ m}^3$ of stone masonry built with lime mortar in the 1 : 2 ratio of slaked lime to sand. However, the possibility of a one-time firing of lime with the formation of $3,207 \text{ m}^3$ of masonry with the 1 : 4 ratio of lime to sand is also accepted, which could be taken into account in relation to the importance of the building of an aristocratic nature. An approximate "control" calculation of the estimated mass of Neuhaus Castle, carried out on the basis of the plan of J. Unger and M. Plaček by J. Urban and more recently also by the author (PLAČEK 2001; source https://www.hrady-zrceniny.cz/s__neuhaus.htm) has shown that the rough construction of the castle could contain approximately $3,342 \text{ m}^3$ of stone masonry.