

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
FILOZOFICKÁ FAKULTA
ARCHEOLOGICKÝ ÚSTAV

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

STUDIE K PROMĚNÁM ŽIVOTNÍHO STYLU VE STŘEDOVĚKU.
KACHLOVÁ KAMNA JAKO TECHNICKÉ ZAŘÍZENÍ BUDOV
VE 13. – 15. STOLETÍ.

(Survey on the Changing Life Style during the Period of the Middle Ages. Tile Stoves in the Residential Buildings in the Period from the 13th up to the 15th Century.)

Vedoucí práce: doc. PhDr. Rudolf Krajíc, CSc.

Autor práce: Tvarůžek Petr

Studijní obor: Archeologie

Ročník: 3.

2013

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci použil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 1. Května 2013

Mé poděkování patří doc. PhDr. Rudolfu Krajíci, CSc. za cenné rady v oblasti archeologie a vedení práce, Ing. Petru Volfovi za pomoc a konzultaci v oblasti vytápění a kachlových kamen, Ing. Marii Hronkové, Ph.D. za zapůjčení termo kamery a v neposlední řadě mé rodině za podporu a trpělivost během mého studia.

Anotace

Bakalářská práce přispívá k otázce proměny životního stylu ve středověku. Zabývá se technickou a stavební stránkou kachlových kamen v obytných objektech, jejich výrobou a využitím člověka k dosažení vlastní tepelné pohody. K získání poznatků práce využívá termografických snímků a měření teplot na konkrétním případě.

Annotation

This bachelor thesis is focused on the issue of a changing life style during the Middle Ages. It deals with the tile stoves within residential buildings, especially their technical parametres, their production, and also the usage by people as for their personal comfort. The methods of gaining data were based on the thermographic images and temperature measuring.

Obsah

1. Cíle bakalářské práce	9
2. Úvod.....	10
3. Tepelná pohoda člověka	12
4. Hygiena životního a obytného prostoru.....	13
5. Historie vytápění.....	16
5.1 Ohniště.....	16
5.2 Pece.....	16
5.3 Krby	17
5.4 Hypocaustum	17
6. Kachlová kamna	18
6.1 Vznik a rozšíření kachlových kamen v Evropě	18
6.2 Konstrukce kachlových kamen	19
7. Morfologie kachlů.....	20
7.1 Kachle nádobkové.....	20
7.2 Kachle komorové.....	21
7.3 Kachle stěnové.....	22
7.4 Relativní chronologie kachlů	22
8. Výroba kachlů.....	23
8.1 Hrnčířské dílny	23
8.2 Volba a příprava hlíny	25
8.3 Modelace výrobku	26
8.4 Kachlové matrice	26
8.5 Poslední fáze výroby.....	27
9. Rekonstrukce kachlových kamen	29
9.1. Příklad kresebné rekonstrukce	30
9. 1. 1. Středověká kachlová kamna v Táboře	30
9.2. Příklady stavebních rekonstrukcí.....	32
9. 2. 1. Vrcholně gotická kamna ze Sezimova Ústí	32
9. 2. 2. Pozdně gotická kachlová kamna na hradě Rabí.....	34
10. Případová studie.....	36
10. 1. Hamousův statek.....	37
10. 2. Popis objektu.....	37
10. 3. Vnitřní dispozice domu.....	38
10. 4. Hamousův statek – kachlová kamna.....	38
10. 5. Stavba kachlových kamen	39

11. Technická měření.....	40
11. 1. Použité měřicí metody	40
11. 2. Měření teplot.....	40
11. 3. Kapalinové teploměry.....	40
11. 4. Teploměry elektrické	41
11. 5. Měření teplot vzduchu	41
11. 6. Využití termokamery	41
11. 7. Technická data termokamery.....	42
12. Průběh výzkumu	43
13. Vyhodnocení naměřených údajů	45
14. Závěr	50
15. Literatura.....	52
15. 1. Seznam použité literatury	52
15. 2. Seznam doplňující literatury.....	54
16. Přílohy.....	56
16. 1. Tabulky a grafy	56
16. 2. Seznam Obrazových příloh.....	58
16. 3. Obrazové přílohy	60

1. Cíle bakalářské práce

Cílem bakalářské práce je:

1. seznámit se se základní problematikou kachlových kamen a historií vytápění.
2. zjistit, jakým přínosem jsou kachlová kamna pro společnost ve středověku.
3. vytvořit rešerši o soudobém poznání morfologie kachlů a jejich výroby.
4. pro lepší pochopení celkové problematiky kachlových kamen jako technického zařízení budov uvést vybrané příklady rekonstrukcí kachlových kamen na území České republiky.
5. na základě vlastního výzkumu a měření zjistit schopnost kachlových kamen vytápět obytný prostor na konkrétním případě.

2. Úvod

Téma historických kachlových kamen se stává v poslední době stále více žádaným a populárním. Svědčí o tom i velké množství vycházejících studií a knih o této problematice. Většina z nich se zabývá spíše plastickou výzdobou a významem motivů, které jsou na kachlích ztvárněny. Technická stránka a funkčnost samotných kamen však bývá často opomíjena. Toto téma je pro mě velice zajímavé, a tak jsem se rozhodl využít svých předešlých znalostí získaných při studiu oboru TZB a pokusil se je spojit s nynějším studiem pro bližší zkoumání právě kachlových kamen po jejich technické stránce.

Technické zařízení budov, zkráceně TZB, je specifický pojem užívaný v terminologii dnešního stavebnictví. Co termín TZB vlastně představuje? Jedná se o soubor profesí zahrnující několik oborů. Patří sem instalace, jakými jsou například vytápění, vzduchotechnika, rozvody vody, kanalizace a elektrotechnické rozvody. Všechny tyto profese mají společnou jednu věc a to, že zajišťují technickou bezpečnost a pohodlí uvnitř obytných staveb. Patří sem tedy bezesporu i kachlová kamna jako vytápěcí zařízení budov.

Název kamna se odvozuje od latinského označení *caminus*, což v českém překladu znamená ohniště (*Janotka – Linhart 1987, 111*). V odborné literatuře jsou definována různými způsoby. V počátku se tedy spokojme s jednoduchou definicí, že kachlová kamna jsou zařízení používané k lokálnímu vytápění za pomoci uzavřeného ohně, jejichž roztopení trvá poměrně dlouho, ale díky dobré akumulční vlastnosti déle udrží teplo, které vyzařuje do prostoru.

Bakalářskou práci jsem rozdělil na několik částí. V první kapitole vysvětluji pojem „tepelná pohoda člověka“. Tento termín jsem v textu několikrát využil a věřím, že jeho správné pochopení a význam je pro moji práci zcela nezbytný.

Dále se věnuji vlivu používání kachlových kamen na život středověkého člověka. Jak tento vynález do jisté míry ovlivnil úroveň životního stylu a pozvedl hygienické nároky na životní prostor obývaný lidmi. Stejně tak stručně nastiňuji historii vytápění a způsoby, které byly využívány k dosažení teplotně vhodného prostředí.

Následuje technická část, která se věnuje morfologii a možnému způsobu výroby keramických kachlů. Navíc celý souhrn poznatků, důležitý k pochopení fungování kamnového tělesa, doplňuji o výběr různých případů rekonstrukcí kachlových kamen na

území České republiky.

Do závěrečné a nejdůležitější části práce se snažím o zpracování a vyhodnocení svého výzkumu. Ten má za účel zkoumat výhřevnost a účinnost kachlových kamen na konkrétním případě. K získaným poznatkům jsem došel pomocí měření teplot. Ke shromáždění potřebných dat jsem využil lihové teploměry, dataloggery a průmyslovou termokameru, pomocí které jsem snímal kamna za provozu.

Doufám, že svým výzkumem dojde k novým poznatkům, které přispějí k budoucímu rozvoji a lepšímu poznání v této badatelské oblasti.

3. Tepelná pohoda člověka

Jak stavět domy, aby v nich bylo pro člověka zajištěno pohodlné prostředí, je otázka, kterou se zabýval již Sokrates okolo roku 400 př. n. l. I když se jedná o problém, se kterým se lidstvo potýká už po staletí, specifikován byl až v nadpise zmiňovaným termínem během průmyslové revoluce v 18. století.

Významem tohoto pojmu se zde záměrně zabývám, protože ve vytápění obytného prostoru jde o základní požadavek a klade se velký důraz na to, aby byl zajištěn.

Tepelná pohoda člověka je odborný termín pro pocit člověka při pobytu v určitém prostředí, který by měl splňovat určité požadavky. Znamená to, že musí být dosaženo takových tepelných poměrů, kdy člověku není zima ani teplo, tedy cítí se příjemně. Jde také o stav, kdy okolní prostředí odjímá tělu přebytečné teplo při zvýšené fyzické námaze nebo činnosti tak, aby nedocházelo k pocení. Nejde pouze o fyzické pohodlí, ale zároveň je ovlivněna i duševní stránka člověka. Jde o spokojenost a stav mysli, který má vliv na soustředění a činnost člověka (*Cihelka a kol. 1975, 16*).

Vliv příjemného, teplotně vhodného prostředí má významný dopad i na nervovou a duševní činnost, u níž kladně ovlivňuje celou řadu složek, jako je nálada, schopnost myšlení, celková aktivita atd. Z tohoto hlediska má tedy i nemalý vliv na rozvoj lidské kultury v nejširším slova smyslu (*Hazlbauer 1998, 11*).

Tepelná pohoda člověka, také nazývána jako tepelná neutralita, je ovlivňována několika faktory. V prvním případě jde o vnitřní prostředí a jeho podmínky, které zahrnují teplotu, vlhkost a proudění vzduchu. Dále je to osobní faktor, kam patří metabolismus člověka a oblečení. Nakonec lze zmínit doplňující faktory, které zahrnují jídlo, pití, věk a pohlaví atd.

Výše popsané podmínky jsou samozřejmě stanovené pro potřeby a náročnost dnešního člověka. Dříve, když byla lidem zima, stačilo rozdělát oheň, aby se zahřáli. Vynález a využití kachlových kamen s sebou však přineslo větší pohodlí a výrazné zlepšení životního prostředí a podmínek v obytném prostoru.

4. Hygiena životního a obytného prostoru

Období středověku je všeobecně známé velice špatnou hygienou veřejného prostoru ve městech i na venkově. Stejně často byla zanedbávána osobní hygiena a péče o vlastní tělo. Jedním z důvodů, proč tomu tak mohlo být, je asketismus.

Podle středověkých představ se mělo tělo ponižovat - cílem byla askeze. Řeholní pravidla omezovala koupel na minimum. Mytí, péče a osobní hygiena byly považovány za zženštilost. Špína byla ctností poustevníka. Křest měl doslova i v přeneseném slova smyslu umýt křesťana na vždy. Protože církve ve svém učení tělem opovrhovala, projevovala se nedostatečná hygiena mezi všemi vrstvami společnosti (Nesládková 1996, 72).

K tradičním projevům středověkého města patřil i hluk, často doprovázen agresivními pachy a zápachy. V novověkých pramenech se můžeme dočíst o svědectví, které popisuje hlavní město Českého království - Prahu, jako velmi znečištěné a páchnoucí. Anglický cestovatel Fynes Morison, který Prahu navštívil roku 1591, si tak poznamenal: *„Takže Praha se vlastně skládá ze tří měst, z nichž každé je ohrazeno, přestovšak nevyniká pevností. Pokud by puch ulic nezahnal Turky, nebo pokud by se jim nepostavili v poli, v opevnění lze skládat jen pramalou naději. Ulice jsou špinavé, je tu několik velkých náměstí, některá stavení jsou z cihel, povětšinou však ze dřeva a hlíny; postavena jsou s malým půvabem a umem, stěny jsou sroubovány z celých stromů, tak jak je svezli z lesa, přičemž zbytky kůry lze leckde spatřit z obou stran.“* (Bejblík 1997, 30). Můžeme s jistotou předpokládat, že středověká Praha nevypadala a ani nevoněla o nic lépe, než ta novověká.

Hluk ve městech měly za následek nevhodně umístěné výroby, k jejichž typickým provozovatelům patřili například kováři. V archeologických i písemných pramenech se sice setkáváme s tím, že ve středověku výroby způsobující nadměrný hluk a znečištění byly soustředěny při hradbách nebo na jedné ulici, ale zřejmě to nebylo dostatečné opatření. K úplnému oddělení obytných a průmyslových sektorů došlo až v 19. století.

Stejně závažným problémem byl komunální odpad. Kanalizace byla pouze povrchová, a tak veškeré splašky odtékaly přímo po ulicích, v lepším případě byly

odváděny mělce vyhloubenými kanálky, které byly vybudovány se sklonem směrem od domů. Ulice byly znečišťovány i různými hnojišti, blátem, odtékající močůvkou, roji much.

Od 14. století se v našich zemích začala k zlepšení situace města dláždít. Byla budována dřevěná vodovodní potrubí, veřejné i soukromé studny pitné vody, cisterny k zachycení dešťové vody (*Nesládková 1996, 72*).

Špatné hygienické návyky takovýchto rozměrů měly za následek vznik infekcí a různých nemocí. Především mor se stal pro Evropu velice závažným problémem. V odpadcích kolem lidských obydlí se dařilo především krysám, které jsou považovány za největšího přenašeče bacilů. K nákaze člověka stačilo sebemenší poranění. Ze středověku máme doložené dvě formy moru, a to dýmějovou a plicní. Předpokládá se, že mor k nám byl zavlečen z Orientu. V českých zemích se objevil poprvé roku 1351 (*Nesládková 1996, 77*).

Hygienu obytného prostoru na tom nebyla nikterak lépe. Když pomíneme šlechtický stav, pro domácnost z nižších vrstev běžný obytný prostor často představoval jednu větší místnost, kde mohlo přespávat i více lidí najednou.

Takové místnosti nebyly ani větrány. V archeologických nálezech se setkáváme v období pozdního středověku se skleněnými terčíky, které sloužily jako výplň oken, ale ve většině případů byla okna usazena napevno a nedala se otevírat. Velmi často byl celý objekt situován tak, že v zadním traktu domu byly umístěny hospodářské budovy, jako jsou například chlévy s dobyt看em, a to jistě na celkové čistotě ovzduší taky nepřidalo (*Nesládková 1996, 72*).

V místnosti bylo vždy umístěné nějaké topné těleso, které sloužilo k vytápění i přípravě pokrmů. Pro pohodlnost tepelné úpravy jídla bylo ohniště nebo pec vyzvednuty nad úroveň terénu, zhruba do výšky cca. 50 cm. U ohniště a pece, kde byl oheň umístěn přímo v místnosti, docházelo ke znečištění místnosti dalším zápachem a zdraví škodlivými spalinami. I když pece byly opatřeny odvodem spalin napojeným na komínové těleso, vždy docházelo k úniku jistého množství kouře do místnosti. Komín nemusel vždy kouř odvádět až nad střechu, někdy končil pod krovem a spaliny byly odváděny jednoduše tam. Tím samozřejmě vzrůstalo i riziko požárů (*Vinař – Kufner 2004, 56*). K důležitému vývoji a zlepšení hygienických podmínek došlo v okamžiku,

kdy pec sice stála nadále v jizbě, ale její čelist a otevřené ohniště a s nimi veškerý dýmný provoz byly přemístěny do vedlejší síně. Původní dýmná či kurná, případně černá jizba, se mění v bezdýmnou, světlou místnost nazývanou světnicí (*Skružný – Špaček 2002, 535*). Ohniště bylo udržováno z vedlejší místnosti, čímž byla hlavní jizba zbavena nečistot, které byly úzce spjaté s příkládáním. Hlavní výhodou zůstává oddělení spalin od obytného prostoru. Navíc místnost byla nadále topným tělesem vytápěna, což jistě přispělo ke vzniku čistého a dobrého mikroklima v místnosti vhodného pro pobyt člověka.

Využívání kachlových kamen nebo pece s předsunutým ohništěm do vedlejší místnosti jistě přispělo k nastolení lepších hygienických podmínek pro člověka a jeho celkové zdraví. Tímto došlo k jistému posunu v proměnách životního stylu směrem vpřed.

5. Historie vytápění

Z archeologických nálezů i z ikonografických a písemných pramenů se můžeme seznámit s různými druhy vytápění, které člověk využíval k dosažení své tepelné pohody. Už Kosmas se ve svém díle *Kosmova kronika česká* zmiňoval o středověkých otopných zařízeních. Díky archeologii však víme, z jakých materiálů byly vyrobeny a jakým způsobem konstruovány. Jedná se především o zařízení jak vnitřní, tak venkovní. Mohla být zastavěná přímo do konstrukce domů nebo stát poblíž obydlí, často opatřená nějakým přístřeškem. Nemusela sloužit nutně pouze k vytápění, ale stejně často byla využívána k přípravě pokrmů anebo k výrobě užitkových předmětů.

5.1 Ohniště

Nejjednodušším vytápěcím prvkem je obyčejné ohniště, kdy člověk obložil oheň kamenem, aby se svévolně nešířil. Ve výzkumech se s ním můžeme setkat uvnitř i vně objektu. Lze jej rozdělit dle jeho umístění. Ohniště mohla být zahlobená a v některých případech dokonce vymazána hlínou nebo vyložena kameny. Dále mohla být vyvýšena na jakémsi soklu, a to většinou v místnostech, kde byla dřevěná podlaha. Otevřené ohniště dává sice poměrně hodně světla, nevýhodou však zůstává kouř a spaliny zdržující se v místnosti.

5.2 Pece

Jde o konstrukci z hlíny nebo kamene, která tvoří nad ohništěm klenbu. Mohly být využívány různými způsoby, jako je tavba kovů, vypalování keramiky nebo příprava jídla. Podle těchto požadavků na svoji funkčnost se mohly různě lišit. První zmínky o pecích sahají až do 11. – 12. století. Jde o velmi jednoduchá zařízení, která si většina lidí vybudovala sama. Nebylo třeba řemeslníka, specialisty pro jejich výstavbu. Pece využívané k výrobě byly budovány mimo objekty, a to z toho důvodu, že při procesu tavby kovů nebo výpalu keramiky je zvýšené riziko vzniku požáru, spojené s požadavky na větší teplotu a tedy i oheň (*Langer, J. 1987, 233*). To však bylo stále menší než u otevřeného ohniště. V některých případech jedna pec nemusela sloužit pouze jedné rodině, ale například i celé vesnici zároveň.

Kosmas se o peci zmiňuje: „... když jeho otec Břetislav přestavoval hradby kolem dokola celého hradu pražského, přihodilo se...že stavěl se svými lidmi zeď u kláštera svatého Jiří. Protože nebylo nikterak možná správně ji postavit, leč by se

zbořila právě tam stojící pec té abatyše, obhodili již kolem ní provaz, a když se druzí rozpakovali to učiniti, přistoupil knězic a jako na posměch s hlasitým smíchem poručil shoditi pec okamžitě do potoka Brusnice řka: „Dnes si paní abatyše nepochutná na teplých koláčích.“(Bejblík 1977, 30). Podle úryvku lze předpokládat, že šlo o volně stojící pec sloužící celému klášteru.

U pecí se také poprvé setkáváme s akumulační vlastností. Klenba nad ohněm byla schopná akumulovat teplo a po vyhasnutí ohně je zpětně vydávat. Zda je možné tuto schopnost u pecí považovat za výhodu, je diskutabilní.

5.3 Krby

Jde o částečně uzavřené ohniště, kde odvod spalin je zajištěn komínem, není to až tak efektivní jako u kachlových kamen. Komín mohl být zděný nebo dřevěný. V případě dřevěného komína musel být vymazán hlínou nebo jinak ošetřen, aby nedocházelo k požárům. Nejstarší doložení krbu na území Čech je z 12. století, a to na hradě Přimda. Co se týče vytápění, krb je poněkud nepraktický. K vytopení místností bylo třeba velkého množství dřeva. Krb sice většinu kouře a spalin odvedl komínem mimo místnost, ale zároveň docházelo i k velkým únikům tepla, tím se snižovala jeho účinnost a schopnost tepelné výhřevnosti.

5.4 Hypocaustum

Podle písemných pramenů bylo Hypocaustum, kolem roku 90 př. n. l., vynalezeno člověkem jménem Casius Sergius Oratus. Jedná se o jeden z prvních, velmi důmyslných, vytápěcích systémů. Fungoval na tom principu, že podlaha ve vytápěné místnosti stála na sloupcích vysokých přibližně 90 cm a mezi nimi byl volný prostor, do kterého byl záměrně odveden kouř z ohniště umístěné ve vytápěcí místnosti. Tak docházelo skrze podlahu k vytápění požadované místnosti. U nás takový systém vytápění byl nalezen v římském kastelu u Mušova na jižní Moravě.

6. Kachlová kamna

6.1 Vznik a rozšíření kachlových kamen v Evropě

Kachlová kamna jsou významným dokladem civilizačního posunu v dějinách bydlení. Na základě zjištěných okolností se můžeme domnívat, že kamna vznikala v alpských zemích, především v klášterech, kde v kamenných objektech bylo zapotřebí vytápět obytné prostory jinak než otevřeným ohněm v krbu. Tato okolnost urychlila vývoj kamen již koncem prvního tisíciletí (*Janotka – Linhart 1987, 111*).

Lze předpokládat, že původně jen do vrcholového otvoru kupolovité pece byl vsazen první nádobkovitý kachel, protože naši předkové vycházeli ze zkušeností získaných při vaření v pecních otvorech (*Skružný – Špaček 2002, 537*). Takovému kachli s hrncovitým tvarem se říkalo kamnovec a prvotně sloužil k ohřátí teplé vody. Postupně do klenby hliněné pece bylo vsazeno několik keramických nádob. Oproti hliněnému plášti dokázala keramika daleko rychleji propouštět teplo do místnosti. Díky tomuto zjištění bylo do pláště postupně přidáváno více nádob a vzniklo tak samostatné vyhřívací těleso, známé jako kachlová kamna. Hlína, dříve tvořící většinu pláště pece, zde pozbyla svůj prvotní význam a její množství bylo omezeno pouze na spojování jednotlivých nádob, později kachlů.

Podle archeologických nálezů došlo ke spojení topeniště s vyhřívacím tělesem už v 11. století na území Švýcarska. Kamna jako taková jsou však doložena nejdříve až ze 13. století. Ve 13. až 15. století došlo na našem území ke spojení ohniště a pece v jeden celek. Tím byl vytvořen dvojohniskový či dvoutopenišťový dům, u kterého je ohniště předsunuto před čelist pece (*Skružný – Špaček 2002, 535*).

Nechat si vystavět kachlová kamna bylo poměrně finančně náročné, zejména kvůli potřebě zakoupení velkého množství kachlů v jeden čas. Proto si kamna mohla dovolit pouze majetná elita. K postupnému rozšíření do chudších vrstev dochází až v 15. století, kdy se kamna objevují i v měšťanských domech.

6.2 Konstrukce kachlových kamen

Těleso kachlových kamen lze, dle Zdeňka Smetánky, rozdělit na tři základní části (obr. č. 7):

1. sokl
2. soklová část
3. nástavcová část

Kachlová kamna řadíme do kategorie místního vytápění. To znamená, že topné těleso je umístěno přímo v místnosti, která je vytápěná. Od 14. století nosnou konstrukcí kamen přestala být hliněná kopule, do které se kachle symetricky zasazovaly, ale samy se staly architektonickou záležitostí (*Janoška – Linhart 1987, 111*). Jejich konstrukce tedy zůstává ve většině případů zcela samonosná. Hmotnost středověkých kachlových kamen se pohybuje přibližně okolo 300 kg. Vždy jsou situovány při stěně z toho důvodu, že příkládání neprobíhá v místnosti s kamny, ale z místnosti vedlejší. Je tím zachována čistota vytápěného prostoru.

Požadavky jsou kladeny především na vysokou účinnost. Na rozdíl od krbů, kde se ztrácí velké množství tepla odchodem spalin přímo do komínů, jsou kamna důmyslnější a z tepla jsou schopny využít víc než krby. Tento rozdíl je způsobem větší teplosměnnou plochou vnitřního prostoru kamen. Spaliny mají tedy více času předat své teplo do stěn tělesa, které je akumuluje. Teplota spalin se pohybuje okolo 900 °C. Výzdoba kachlů měla i další účel než pouze okrasný, rozšířila se tak plocha, která vedla teplo.

Velkou předností kamen je právě schopnost akumulace tepla. Středověká kamna vyžadovala dlouhou dobu zátopy, než byla schopná místnost vytopit, a to i v rámci několika dní. Keramika je špatný vodič tepla (*Dědek – Vošický 2002, 27*). Na druhou stranu jejich schopnost akumulace má za následek to, že kamna jsou schopná dlouho sálat teplo i po vyhasnutí ohně.

Kamna se stavěla z kachlů, jejichž rozměry bývaly 20 x 20 nebo 22 x 24 cm. Jen v některých případech se u nás v 15. století užívalo kachlů až 70 cm vysokých, zprvu silnostěnných, později tenkostěnných, aby rychleji propouštěly teplo (*Janoška – Linhart 1987, 112*).

7. Morfologie kachlů

V následující kapitole se pokusím uvést stručný přehled dosavadní morfologie českých kachlů, který vychází především ze studie Zdeňka Smetánky *K morfologii českých středověkých kachlů*, kde se jako jeden z prvních pokusil o vytvoření stručného přehledu a terminologie rozdělení kachlů z českých nálezů. Doposud nebylo vytvořeno ucelené názvosloví pro skupiny těchto výrobků na území České republiky, a to z důvodů malého množství archeologických nálezů. Smetánka upozorňuje, že studie poskytuje pouze základní informace potřebné pro začátek práce, při níž se později bude možno a dokonce nutno vyhnout slovnímu označování a bude třeba převést celý systém do kódu (*Smetánka 1968, 228*).

Kachle ucelené v pevnou konstrukci, tedy kamna, lze v počátku rozdělit do dvou skupin, a to kachle základní a římsové. Rozdíl je v jejich funkci a umístění na otopném tělese. Kachle základní tvoří nosný plášť a nelze bez nich kamna postavit. Blíže je lze rozdělit na kachle řádkové a rohové. Římsové kachle mohou sloužit jako podpěra, ukončení nebo čistě jako ozdobný prvek. Jejich přítomnost na konstrukci však není nutná.

Dalším a zřejmě nejdůležitějším způsobem třídění kachlů je rozdělení podle tvaru a velikosti teplosměnné plochy¹, které je přiblíženo v následujících částech práce.

7.1 Kachle nádobkové

První skupinou jsou *kachle nádobkové*. Jedná se o monolitický² výrobek, většinou s rovným dnem. Většina těchto výrobků byla vsazována do kamnového tělesa a svým tvarem nemohla plnit samonosnou funkci. Takové kachle se objevují od počátku 13. století, ale postupem času byly vytlačeny technologicky účinnějšími kachly.

Nejjednodušší z nich je *kachel hrncový* (obr. č. 1), zpravidla s kruhovým ústím. Jeho šířka bývá úměrná jeho výšce, dno je rovné stejně jako stěny, které ve výjimečných případech mohou být vypouklé.

Dalším typem jsou *kachle pohárovité* (obr. č. 2). Na rozdíl od kachlů hrncovitých, jejich výška výrazně převyšuje šířku. Z českých archeologických nálezů jsou nám známy pouze pohárovité kachle s rovným dnem a konickými stěnami.

¹ Jedná se o plochu o daných rozměrech a tloušťce, přes kterou dochází k předání tepla od tepelného zdroje k ohřívanému vzduchu. Pro každý materiál je přesně určen tzv. součinitel tepelné vodivosti, který se značí písmenem λ a udává se v $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

² Vytvořený z jednoho kusu, pevně spojený.

Třetím typem jsou *kachle baňkovité* (obr. č. 3). Jejich tělo tvoří oblá, ostře lomená baňatá hlavice zakončená v některých případech „pupkem“. Stejně tak jsou známé baňkovité kachle s vykrouženým hrdlem a u jiných nálezů není hrdlo vůbec vytvořeno. Baňkovité kachle bývají ve starší literatuře často nazývány „cibulovitými“, zejména mají-li potlačený krček. Kachle s dlouhým hrdlem bývají nazývány „kyjovitými“ kachli. Takové názvy mají výhodu jednoduchosti, ale nejsou zcela přesné. Pokud nebude morfologie kachlů zakódována, je lépe jednotlivé varianty raději popsat než povšechně nazvat (*Smetánka 1968, 235*).

Výjimečným typem této skupiny jsou *kachle nádobkové s pravoúhelníkovým ústím*. Z dosavadních nálezů je nejčastější tvar ústí čtvercový, ale je znám i obdélníkový. Smetánka blíže posuzuje tento typ dle metrických rozměrů, lze ho rozdělit na dvě velmi podobné podskupiny, a to *kachle tyglíkovité* (obr. č. 4) a *kachle miskovité*. Konstrukčně jsou oba typy stejné, hlavní rozdíl je ve velikosti dna, výšce a prolnutí stěn.

Všechny tyglíkovité kachle z českých nálezů mají rovné dno, rohy mohou být lalokovitě vytaženy. Okraj bývá často vodorovně seříznut, ostré hrany přiměřeně zaobleny a celý okraj zpravidla poněkud zatažený dovnitř. Zatahování dovnitř je vůbec častější než jiné druhy zakončení. Rozměr strany se pohybuje kolem 150 mm. (*Smetánka 1968, 238*).

Průměr dna u kachlů miskovitých je výrazně menší než u tyglíkových. Proto mohou svým tvarem připomínat misku. Dno je vždy rovné a okraje ústí bývají zaoblené dovnitř. Velmi výjimečně se setkáváme s plastickou výzdobou na dně. Jsou známé i miskovité kachle se sníženou miskou, častěji obdélníkového ústí.

7.2 Kachle komorové

Jedná se o nejčastější kachle z českého prostředí období středověku (obr. č. 6). Nejsou monolitické jako kachle nádobkové, ale skládají se ze dvou částí. První část je vyhřívací komora, která je tvořena pláštěm teplosměnné plochy s vyhřívacím otvorem vzadu. Vyhřívací otvor je nejčastěji kruhového nebo oválného tvaru. Druhá část je vyhřívací stěna, která celou komoru uzavírá. Z přední části bývá často doplněna o reliéfní výzdobu rámovanou profilovanou okrajovou lištou. Obě části jsou spojovány hliněným páskem a pojivem známým jako šlikr³.

³ Jde o substancii vytvořenou z vody a keramické hlíny. V hmcířství se využívá k retušování detailů nebo jako lepidlo.

7.3 Kachle stěnové

Stejně jako kachle komorové se skládají ze dvou částí – vyhřívací komory a vyhřívací stěny. Rozdíl je v tom, že vyhřívací komora nemá vyříznutý vyhřívací otvor v zadní části. Naopak přední stěna je prořezána architektonickými motivy, a tak plní spíše ozdobnou funkci (obr. č. 5). Tvar čelní části mívá nejčastěji podobu velkého obdélníku, výjimečně může být i čtvercový. Kachle stěnové jsou také nazývány jako *výklenkové* nebo *nikové*. Ve starší literatuře se setkáváme s označením kachle nečičkovité nebo zrcadlové.

7.4 Relativní chronologie kachlů

K sestavení chronologie by bylo možné vycházet z technické vyspělosti jednotlivých kachlů s ohledem na jejich účinnost při vytápění. Je však možné, že taková chronologie by byla mylná, neboť je možné se setkat s nálezy kachlů různého typu ze stejného období. U takových nálezů však není možné určit přežívání jednotlivých typů kachlu. Dle Smetánky studované exempláře můžeme posuzovat podle toho, do jaké míry umožňují výstavbu dokonalejšího tělesa kamen – čili méně funkčně výhodné kachle by byly patrně starší, dokonalejší mladší (*Smetánka 1968, 245*). Sestavení dokonalé chronologie kachlů českého středověku je zatím nemožné z důvodu nedostatečného množství archeologických nálezů.

8. Výroba kachlů

Již mnoho archeologů se ve svém výzkumu zabývalo výrobou kachlů. Jsou známé i pokusy o výrobu středověkého kachle a s nimi spojená technická měření zkoumající vlastnosti materiálů. V České republice se technikou a profesionální výrobou středověkých kachlů zabývá Petr Volf, který provádí stavby a rekonstrukce historických kamen.

Kamnáře jako specializovaného řemeslníka, který se soustředil pouze na výrobu kamnových kachlů, bychom ve středověku potkali zcela výjimečně. Je to pochopitelné, protože výstavba nových kamen byla finančně náročná a z počátku si je mohly dovolit pouze majetné rodiny. Poptávka nebyla natolik vysoká, aby řemeslníka uživila. Ceny běžných hrnčířských výrobků jsou nižší než ceny zdobených kachlů, ale běžné nádobí, oproti kachlům, je naprosto nezbytný výrobek s kratší životností, který musel být častěji obnovován a jeho odbyt byl stálý a méně omezený sociálním postavením konsumenta. Naproti tomu kamna jsou sice drahá, ale přece jen stálejší výrobek, který mohl vydržet i více let. (*Smetánka 1968, 544*). Zakázka k výrobě kamen byla spíše výjimečná a znamenala jednorázový vyšší přínos peněz.⁴

I když se předmět jako kachel může zdát zcela obyčejný, jeho výroba není vůbec jednoduchá a může trvat i několik týdnů. Hrnčíř jistě musel disponovat dostatečnou zkušeností, která zahrnovala už vhodnou volbu a přípravu keramické hlíny a následně její zpracování. Stejně tak výroba polotovaru a jeho následné vypálení nebylo snadnou záležitostí. Použití jednotlivých stavebních článků do základní konstrukce kamen ovlivnilo nejen jejich estetický vzhled, ale i princip jejich provozování, tj. především způsob uvolňování tepla do vytápěné místnosti (*Krajíc 2005, 195*). Z toho vyplývá, že výroba jednotlivých kachlů a jejich umístění na topném tělese musela být předem plánovaná. V následujícím textu je nastíněna hrubá podoba hrnčířských dílen i jak mohl vypadat pracovní postup při výrobě kachlů.

8.1 Hrnčířské dílny

V hrnčířských dílnách bylo při vypalování výrobků a manipulací s ohněm velké riziko vzniku požáru, a tak jako většina podobných dílen byly odsunuty do bezpečné vzdálenosti od města, většinou na předměstí nebo za městské hradby. Je jasné, že požár

⁴ Hrnčířství patřilo k chudším cechům. Přesto by mohl někdo namítnout, že cechovním mistrem mohl být jedině měšťan, který musel vlastnit měšťanský dům. I když takový dům vlastnil, neznamenalo to, že byl bohatý.

pro středověké město znamenal obrovský problém, protože většina budov byla postavena ze dřeva.

Vybavení dílny bylo velmi prosté. V její blízkosti, většinou volně stojící a na volném prostranství, byla pec na vypalování výrobků. V užívání byly ve studovaném období různě v detailu upravené jednoduché ležaté, tedy horizontální pece, v půdorysu přibližně obdélníkovité, zaklenuté valenou klenbou, někdy provedenou i z klenebních hrnců. Vedle nich byl v užívání i typ vertikální (*Smetánka 1968, 546 – 547*).

Hrnčírna musela samozřejmě mít nablízku přísun výrobního materiálu, jako je hlína, jíly a dřevo, kterým se zatápělo ve vypalovací peci. Tyto suroviny se nejčastěji skladovaly bezprostředně okolo dílny. Celá výroba byla většinou umístěna do takového prostoru, kde zdroje jako jsou jíly a dřevo byly blízko po ruce. Pokud zdroje nebylo možné získat v dané lokaci nebo postupem času došlo k jejich vyčerpání, bylo nutné je dovážet. To se samozřejmě do jisté míry projevilo na konečné ceně výrobku, a tak mohlo dojít k jeho zdražení.

V blízkosti každé dílny bychom jistě našli i tzv. střepniště. Jedná se většinou o hromadu nebo jámu po vytěžení jílu, kam byl vyhazován odpad, jako jsou vadné nebo rozbité výrobky.

Vnitřní prostory dílny byly vybaveny hrnčířskými kruhy. Z období středověku jsou nám známy dva typy. V prvním případě se jedná o jednotalířový ruční kruh, kde bylo potřeba pomocníka, který kruh dostatečně rychle roztáčel a hrnčíř mohl pohodlně modelovat polotovary. Tento typ však není s jistotou doložen. V druhé řadě je to dvoutalířový nožní kruh, který byl oproti prvnímu typu navíc vybaven druhým kruhem v úrovni nohou. K jeho obsluze již nebylo třeba pomocníka, protože hrnčíř kruh poháněl svépomocí kopáním patou do spodního kruhu. V literatuře bývá často označen jako šprušlák, neboť jeho dva talíře jsou propojeny šprušlemi. Využití tzv. šprušláku je doloženo hlavně v ikonografických pramenech. Kvalita samotného výrobku byla do jisté míry ovlivněna rychlostí otáček kruhu, čím rychleji kruh rotoval, tím dokonalejší výrobek bylo možné na kruhu vytočit (*Smetánka 1968, 548*).

Jaké další specifické nářadí hrnčíř k modelování výrobku používal lze těžko určit. Většinou se jednalo o různě přizpůsobené nástroje podle konkrétní potřeby, které nebyly ustálené. Prameny je doložen pouze hrnčířský čepel.

8.2 Volba a příprava hlíny

Na počátku každého hrnčířského produktu je prvním úkolem získání a zpracování vhodného jílu nebo hlíny. Volba vyhovujícího materiálu nebyla jednoduchou záležitostí, každá hlína nebo jíl není vhodný pro modelování. Chybná volba by mohla vést k pozdějším problémům a k špatné kvalitě finálního výrobku. Rozdíl je v chemickém a mineralogickém složení materiálů, při jehož výběru musel hrnčíř vycházet již z předešlých zkušeností.

Nakopaná hlína nebyla vhodná k okamžitému použití. Hlínu bylo třeba nechat odležet, aby se zbavila rostlinných nečistot, jako jsou kořínky, které v ní jednoduše vyhnily. Dalším nežádoucím obsahem bylo drobné kamení, které znemožňovalo vykroužení nádoby. K odstranění docházelo čištěním, dnes známým jako strouhání. Z balíku hlíny byl strunou odříznut tenký plát a nečistoty byly ručně vybrány. Tímto způsobem byl nastrouhán postupně celý balík (*Smetánka 1968, 556*).

Když byla hlína očištěna od organických nečistot a nežádoucího kamení byla možná příprava tzv. modelovacího těsta, a to přidáním daného poměru vody a ostřiva. Dříve bylo ostřivo nazývané jako „voprach“. Jako „voprachu“ se používalo nejčastěji drceného říčního písku, jak dokazuje většina kachlových střepů (*Smetánka 1968, 556*). Ostřivo slouží ke zvětšení pórovitosti, celkové soudržnosti a zabraňuje smršťování při vysychání.

Vzájemný poměr jílu, vody a ostřiva byl velmi důležitý. Čím více ostřiva bychom přidali, tím více by byl materiál pórovitý a například při vytváření čelní stěny kachle s reliéfní výzdobou by došlo k velmi nekvalitnímu otisku, jehož reliéf by byl nejasný a potrháný. Čím více bychom přidali vody, tím by byl reliéf ostřejší, ale těsto má následně tendenci se přilepit do formy, a tak při vyjmutí dochází opět k potrhání. Navíc při velkém obsahu vody v těstě je možnost popraskání polotovaru při vysychání.

Dle výzkumu Zdeňka Smetánky z roku 1995 je nejvhodnější směs o obsahu 70% jílu a 30% křemenného písku užitého jako ostřiva. Těsto s obsahem vody 25% je těžko zpracovatelné a těsto s obsahem vody více než 35% má sice dobrou plastičnost, ale je příliš mazlavé.

Stejně tak nežádoucí jsou vzduchové bubliny, které vznikají při zpracování směsi. Kdyby bubliny byly v těstě ponechány, docházelo by k destrukci výrobku při vypalování. Zahřívání vzduch, navíc v uzavřeném prostoru (v bublině), má tendenci se rozpínat. Následné prasknutí bubliny a uvolnění stlačeného vzduchu by výrobek doslova roztrhalo. Takto pouze jeden vadný kus může zničit celou várku výrobků.

8.3 Modelace výrobku

Modelace tvaru kachlů typu hrncové, pohárové a baňkové bylo nejméně obtížné vytvořit. Postup výroby je podobný jako u běžně užitkového nádobí. Při dosažení dostatečných otáček kruhu bylo možné vytahováním hrncířské hmoty směrem vzhůru kachel vytvořit a pak už jen strunou odříznout. Jednodušeji se to však napíše, než následně provede. Samozřejmě bylo zapotřebí jisté množství zkušenosti. Nádobkové kachle s pravoúhelníkovým ústím, u nichž bylo třeba kulaté hrdlo vytvarovat do čtvercového nebo obdélníkového tvaru, byly po vykroužení vsazeny do jednoduché konstrukce, která byla sbitá z dřevěných latí. Tato konstrukce měla vytvořenou řadu otvorů. Když do nich byla nádoba vsazena, tak ústí přilnutím ke konstrukci získalo požadovaný tvar čtverce nebo obdélníků. Zde se pravděpodobně nechávala i schnout, aby byl zachován tvar.

O poznání složitější bylo vytvoření kachlů komorových a stěnových. Vyhřívací komora u nich byla vytvořena podobným způsobem jako u kachlů s pravoúhelníkovým ústím. Rozdíl byl v tom, že kachle komorové jsou v zadní části doplněny o vyhřívací otvor a úchytné otvory v plášti komory. Následně byla vyhřívací komora spojena s vyhřívací stěnou, která u komorových kachlů byla většinou reliéfně zdobená a u kachlů stěnových zdobená prořezáváním. Obě části byly k sobě spojovány za pomoci tenkého pásku hlíny a někdy i šlikru. Tímto vznikl polotovar, který bylo třeba nechat vyschnout, než byl vypálen. Sušení mohlo trvat 1 – 2 týdny (*Hazlbauer – Pařík 1991, 545*).

Většina archeologů se dnes ve svém bádání zabývá spíše stylem výzdoby přední vyhřívací stěny. Výklad a motivy výzdoby cíleně opomenu, protože nejsou důležité pro moji práci. Budu se nadále věnovat spíše způsobu vytvoření výzdoby pomocí forem, jinak zvaných jako matrice.

8.4 Kachlové matrice

Přední vyhřívací stěna u kachlů komorových a stěnových je vytvořena tak, že keramické těsto je vměstnáno do předem připravené formy. Ve formě je vytvořen ozdobný reliéf nebo architektonický vzor, který byl později prořezán. Na zadní části vyhřívací stěny se často můžeme setkat s otisky prstů od hrncíře, který formu vyplňoval. Na některých výrobcích je možné si všimnout i otisku tkaniny. Ta byla použita tehdy, když keramické těsto bylo příliš mazlavé a lepilo se na ruce (*Hazlbauer – Vitanovský 1995, 544*).

Otázkou zůstává způsob výtvarného vzniku formy a technologie, z kterých byly otisky předních vyhřívacích stěn pořízeny. Jsou nám známé tři způsoby, kterými mohly matrice vzniknout.

První z postupů výroby je možný, když hrnčíř sám do keramické hlíny vymodeluje požadovaný motiv, který je vystouplý. Plastika je vysušena, vypálena a tak nám vznikne pozitivní forma. Následně je reliéf otištěn opět do keramické hlíny, čímž vznikne negativní otisk, který po vypálení může sloužit jako forma pro další výrobu kachlů. Nevýhodou takového otisku je, že oproti pozitivu je reliéf méně ostrý, popřípadě musel být poopraven. Nepředpokládá se však, že každý hrnčíř byl natolik výtvarně zručný, aby si sám takovou matici vymodeloval (*Mikšík – Hanykýř – Hazlbauer 1968, 506*).

Druhá možnost, která je více pravděpodobná, že forma byla vyrobená ze dřeva, a to místním umělcem nebo řezbářem. Richterová, která se zabývala technologií výroby pražských středověkých kachlů, vyvozuje z otisku struktury dřeva na jednom z kachlů, že byl vyroben z dřevěné formy (*Vitanovský – Hazlbauer 1995, 539*). Nechat si zhotovit takovou formu bylo jistě nákladné, a tak je jisté, že tím stoupala i cena samotného výrobku. Není ani jistá délka životnosti dřevěné matrice, která jistě trpěla používáním při mokřém výrobním procesu kachlů.

Jako poslední možnost se nabízí, že forma byla vyrobena otiskem již z hotového kachle. O takovém způsobu by bylo možné uvažovat u hrnčíře méně majetného, který neměl dost prostředků na to, aby si nechal zhotovit řezbářem vlastní formu nebo nebyl dostatečně umělecky zdatný. Už z postavených kamen proto do keramické hlíny pořídil otisk. Prokázat tento způsob výroby je však u nálezů velice obtížné a často i diskutabilní. Takový kachel má oproti originálu méně ostrou reliéfní výzdobu a je o něco menší. Menší je z toho důvodu, že při schnutí a vypalování se z keramického polotovaru odpařuje voda, a tak dochází ke smrštění výrobku asi o 10-15 %. Vzájemnou příbuznost u dvou kachlů lze lépe určit u raně renesančních kachlů, jejichž detaily jsou podrobněji vypracovány než u kachlů gotických (*Vitanovský – Hazlbauer 1995, 539*).

8.5 Poslední fáze výroby

Když byl polotovar vyroben, nechal se schnout 1 – 2 týdny. Jestli surové výrobky schnuly v uzavřené místnosti nebo venku poblíž dílny kryté přístřeškem není prokazatelné. Je však jasné, že lepší varianta by byla v uzavřené místnosti. Pokud by

schnuly venku a byly vystaveny větru, hrozí příliš rychlé vysychání, které by vedlo k popraskání polotovaru.

Jako poslední fáze přišel na řadu výpal v peci. Nejvhodnější teplota pro výpal keramiky se pohybuje mezi 700°C – 900°C. Je však jasné, že středověký hrnčič si teplotu v peci jen těžko změřil, a tak kachle ve spodní části pece mohly být přepálené a kachle v horní části nedopálené. Při výpalu střep mění své fyzikální vlastnosti, odpařuje se z něj poslední voda, stává se méně porézní a nelze ho už rozmočit ve vodě.

Jestliže byl střep po vypálení zdoben poléváním glazurou⁵, bylo za potřebí jej znovu vypálit a tentokrát při vyšší teplotě okolo 1000°C. Glazurovaný výrobek tak získal barvu a větší pevnost (Vlk 1997, 55). Po této fázi byl kachel vhodný k použití.

⁵ Je poleva v různých odstínech barev používaná na keramické výrobky, která po vypálení zesklvatí.

9. Rekonstrukce kachlových kamen

Jak jsem již v úvodu zmiňoval, v poslední době u nás dochází k rychlému rozvoji a narůstajícímu zájmu o archeologii středověku. Zájem o tuto problematiku a konkrétní životní podmínky ve středověku se setkal s pozitivním ohlasem i u široké veřejnosti. Proto se v řadě zemí Evropy klimaticky chladnějšího pásma tento zájem soustřeďuje mj. i na studium kamnových kachlů a kachlových kamen (*Kocman – Hazlbauer 2002, 499*).

S novými výzkumy přibývají i početné nálezy nových artefaktů, mezi kterými čím dál častěji nalezneme keramické kachle. Ve většině nálezů se sice jedná pouze o fragmenty, ale je možné se setkat i s většími syntetickými soubory. Je teda přirozenou snahou archeologů tyto soubory zkoumat a zjistit, zda nemohly být součástí jednoho kamnového tělesa. Pokud tomu tak je a je zjištěn větší integrální celek, nabízí se vhodná příležitost pro provedení kresebné nebo stavební rekonstrukce kachlových kamen. Jedná se o poměrně mladou badatelskou oblast, protože s provedením trojrozměrných rekonstrukcí se setkáváme až v posledních dvaceti letech. Stavebních rekonstrukcí do roku 2000 bylo na území České republiky postaveno sedm, zato kresebných rekonstrukcí historických kachlových kamen již existuje několik desítek.

Na základě bohatých zkušeností, které byly při práci realizací těchto staveb postupně získány, byly nejnověji propracovány obecně teoretické i praktické metodické rady, jak postupovat při případných dalších stavbách. Jejich cílem je, aby se nové repliky pokud možno co nejvíce podobaly středověkým vytápěcím kachlovým tělesům, a to nejen z hlediska jejich stavební pohody, ale i jejich vnitřního uspořádání, tedy optimální výhřevní funkce (*Kocman – Hazlbauer 2002, 499*).

Pro realizaci repliky historických kamen je tedy za potřebí většího uceleného nálezů kachlů. Takto nalezený soubor je nutné podrobně zkoumat, časově ho zařadit a s jistotou určit, zda všechny nalezené fragmenty jsou opravdu součástí jednoho topného tělesa. V různých výzkumech jsme se setkali s případy, kdy střepy kachlů byly v domech nalezeny pod dřevěnou podlahou společně s ostatní sutí jako základový podklad. Je pravděpodobné, že kachlová kamna v takovém objektu opravdu stála. Dřívější majitel se je z důvodu přestavby nebo modernizace rozhodl zbourat a nepotřebných střepů, které z kamen zbyly, využil výše zmíněným způsobem. V takovýchto nálezech jsme se setkali i s kachli různého druhu např. kachle komorové a nádobkové v jedné sondě. Otázkou zůstává: Jsou opravdu různé typy kachlů z jednoho

topného tělesa nebo mohly být v objektu dvoje kamna? Jsou známy i případy, kdy kachle na výstavbu kamen jsou kombinovány. Nejčastěji komorové kachle tvoří soklovou část a kachle nádobkové samotný nástavec. V tento moment by mohl být nápomocný stavebně historický průzkum, který je nutno provést v každém případě. Následná zjištění mohou odhalit dřívější polohu a umístění kamen, ale ne vždy tomu tak je z důvodu dřívějších přestaveb, a tak nálezové okolnosti pro potřebná zjištění mohou být dávno poničeny.

9.1. Příklad kresebné rekonstrukce

Nevýhodou většiny vydaných kresebných rekonstrukcí zůstává, že podobu kamen řeší pouze po stránce ikonografické podoby nalezených kachlů, vůbec pak nejsou řešeny metrické vlastnosti. Je tedy jen utvářena podoba zevního pláště. Je tak opomíjena statika a konstrukce kamen, spalinové tahy a odvod kouře. Mnoho z těchto obrazových podob by v konečném důsledku nemohlo být ani stavebně provedeno, protože jejich podoba a uspořádání by to staticky a konstrukčně nedovolila.

9. 1. 1. Středověká kachlová kamna v Táboře

Jako příklad zdařilé kresebné rekonstrukce jsem se rozhodl uvést práci a studii doc. PhDr. Rudolfa Krajíce, CSc., jež vznikla na základě záchranného archeologického výzkumu objektu v Křížkově ulici č. p. 28 z roku 1995, který proběhl v Táboře.

Zmíněný dům, který je po historické stránce velice cenný, skrýval pod odrytou podlahou v prvním nadzemním podlaží poměrně obsáhlý soubor kamnových kachlů. Velké množství z nich je dobře zachováno, takže bylo možné je vyzvednout téměř v neporušeném stavu.

Následným záchranným archeologickým výzkumem jsme získali téměř 90 celých nebo rekonstruovatelných středověkých kachlů a 81 dalších kachlových zlomků. Protože jsme kromě toho našli i značný počet původních hliněných výmazů z kamnových mezistěn, barvou natřené ozdobné lišty a mazanicové bloky z podezdívky, bylo zřejmé, že se jedná o ojedinělý archeologický nález (*Krajíc 1997, 3*).

Celý soubor je přibližně datován do 15. století a je ikonograficky velmi rozsáhlý. Už po měsíci byly všechny nálezy zpracovány, zaevidovány a patřičně zakonzervovány. Ještě téhož roku byla v tábořské staré radnici uvedená výstava s názvem „*Archeologický výzkum středověkých kachlových kamen v Táboře v roce 1995*“.

Z nalezených kachlů byl odebrán vzorek pro radiokarbonové datování. Dle vyhodnocení lze keramické výrobky datovat mezi léta 1435 až 1455. Výsledky radiokarbonového rozboru byly porovnány s dalšími datovacími metodami, jakou jsou například historické souvislosti, stavebně historický průzkum atd. Všechny datace se shodují přibližně na stejném časovém zařazení, a tak lze s jistotou prohlásit, že soubor nalezených kachlům je možné datovat do třetí čtvrtiny 15. století.

Výchozím bodem pro rekonstrukci původní podoby středověkých kamen z tábořského domu č. p. 28 je konstatování, že nalezené stavební prvky přísluší jednomu vyhřívacímu tělesu. To potvrzují výsledky přírodovědných analýz i materiál samotný (*Krajíc 1997, 133*).

Na základě získaných poznatků byla vytvořena obrazová rekonstrukce a zjištěno umístění kachlových kamen v domě. Dle stavebně historického výzkumu byla kamna umístěna v prvním patře objektu, a to v hlavní místnosti, její rozloha činí 50 m². Byly situovány v SZ rohu. Ačkoli polovina soklové plochy kamen přiléhala ke stěnám, byla zcela samonosná. Jejich výška převažovala nad šířkou, napovídá tomu i světlá výška místnosti 2,8 m.

V tomto případě soklovou část tvořily kachle komorové a nástavcovou kachle nádobkové. Nalezený soubor umožňuje několik variant podoby kamen a uspořádání kachlů na tělese. Jde jen o nepatrné odlišnosti v členění jednotlivých řad, ale základní schéma zůstává vesměs stejné. Krajíc všechna možná řešení podoby kamen podrobně uvádí ve své publikaci zabývající se tímto tématem (*Středověká kachlová kamna v Táboře - archeologický výzkum v Křížkově ulici čp. 28*).

Ve snaze rozšířit svoji bakalářskou práci o další poznatky jsem se pokusil vypočítat výhřevnost a účinnost historických kachlových kamen právě na této obrazové rekonstrukci. Tento pokus se však nezdařil.

Po konzultaci se třemi různými odborníky zabývajícími se vytápěním ve stavebnictví mi bylo řečeno, že příklad je natolik komplikovaný a ovlivněn tolika faktory, že pravdivých výsledků bez chyb jen těžko dosáhnu. Ve zjednodušeném případě by se dalo počítat s ideálními podmínkami, ale závěrečné výsledky by mohly být zkreslené a neodpovídat skutečnosti (*Bok 2002, 16*). Navíc neexistuje ani žádný podobný příklad, podle jehož řešení by se dalo postupovat. Všichni tři konzultanti se však shodli na tom, že všechna grafická řešení uvedená Krajícem jsou konstrukčně možná a realizovatelná. Pro získání odpovědi na míru účinnosti a výhřevnosti historických kachlových kamen mi bylo doporučeno, abych v takovém případě nejprve

provedl technická měření na fungujících kamnech a z naměřených dat následně vycházel pro další případy rekonstrukcí. Kdyby tak bylo učiněno, bylo by možné před samotnou stavební realizací historických kachlových kamen s větší přesností vypočítat jejich výkon, účinnost a možnost dosažení maximálních teplot vzhledem k vytápěnému prostoru.

9.2. Příklady stavebních rekonstrukcí

O rekonstrukci se lze pokusit jen za zcela výjimečných podmínek. Aby mohla být stavební rekonstrukce historických kamen dobře vyhotovena a splňovala statické i konstrukční požadavky s ohledy na historické zařazení a souvislosti, je nutné se držet několika kritérií a podrobně vypracovat plán a technické možnosti samotné realizace.

Rekonstrukce by měla vycházet z archeologických zjištění a nálezů. Pro dosažení co největší objektivnosti je nutné pracovat s hromadným nálezem většího množství kachlů. Ty jsou však zcela výjimečné, navíc musí být dobře zachovány. Je výhodou, pokud jsou kachle nalezeny zcela neponičené nebo jsou k dispozici fragmenty, které lze zpětně rekonstruovat.

Je za potřebí s jistotou vědět, zda lze nálezy časově k sobě zařadit a že byly součástí jednoho topného tělesa. Zde je zapotřebí vyhodnocení, které vychází ze stylových a technologicky výrobních parametrů kachlů. Každé stavební realizaci kamen musí samozřejmě předcházet kresebná rekonstrukce.

9. 2. 1. Vrcholně gotická kamna ze Sezimova Ústí

Dva zachovalé soubory kachlových kamen byly nalezené při dlouhodobém archeologickém výzkumu zaniklého řemeslnického předměstí středověkého Sezimova Ústí. Jedná se o nálezy dvou pozůstatků vrcholně gotických kachlových kamen. Archeologický výzkum, při němž byly získány nalezené soubory, vedl doc. PhDr. M. Richter, DrSc., který se zabýval středověkou archeologií. Oba nálezy byly objeveny nedaleko od sebe v hrnčířských usedlostech. Soubory jsou značně rozsáhlé nejen co do počtu dobře dochovaných či zcela rekonstruovatelných jedinců, ale u kachlů s prořezávanými čelními stěnami i do množství a variability použitých výzdobných prvků a u nádobkových kachlů i rozdílných metrických vlastností (*Hazlbauer – Chotěbor 1990, 362*).

Soubor kachlů s prořezávanou čelní stěnou disponuje více než sto úplnými nebo

částečně zachovalými kachli. Je na nich možné najít devět různých ikonografických prořezávaných motivů, z toho je každý typ zastoupen vícekrát. Dalšíh přibližně 150 střepů s prořezávanými prvky pochází ze stejného nálezového místa a je patrné, že dle svého utváření se jedná o fragmenty stejného typu, jako jsou ty zachovalé. Veškerý materiál byl nalezen na velmi omezeném prostoru v suterénu hrnčířského sídla. Podle nálezových okolností se soudí, že kamnářské výrobky ještě nebyly použity, ale pouze uskladněny na jednom místě. Je možné předpokládat, že byly připraveny k exportu.

Keramická hmota i ostatní zjištěné technickovýrobní znaky a metrické vlastnosti kachlů, včetně tvarů a rozměrů jejich komor, jsou natolik příbuzné, že lze s vysokou pravděpodobností předpokládat, že tento soubor byl připraven k výstavbě jediných kamen (*Hazlbauer – Chotěbor 1990, 365 - 366*).

Podle charakteru výzdoby na kachlech je bylo možné rozdělit do tří skupin podle předpokládaného umístění na kamnech.

První skupinou jsou kachle, které patřily do soklové části. Jsou pravoúhlého půdorysu s plně uzavřenou komorou skříňkového typu a disponují volně čnicím nárožním válcem. Hloubka jejich komory se pohybuje mezi 150 – 190 mm.

Druhá, a to nejpočetnější, skupina je tvořena rozměrově většími kachly než skupina první. Je zde i rozdíl v ikonografické výzdobě, motivy jsou provedeny na základě centrální kružnice, doplněny v rozích o trojlístky. U těchto kachlů je předpokládáno, že byly součástí nástavce. Všechny jsou rozměrově téměř stejné, a to 195 x 205 mm.

Třetí skupina se od předešlých ve značné míře morfologicky liší. Jde o třináct trojúhelníkových kachlů s délkami stran 250 mm. Jsou zdobeny čtyřmi trojúhelníky s prořezávanými trojlístky. Podle tvaru čelní plochy i podle poněkud odlišného nasazení komory se s největší pravděpodobností jedná o kachle korunní římsy, které uzavíraly horní část kamnového nástavce (*Hazlbauer – Chotěbor 1990, 368*).

Soubor nádobkových kachlů obsahuje přibližně 80 kachlů, z nichž nejméně 75 bylo zcela zachovaných nebo je bylo možné rekonstruovat. Všechny jsou pravoúhlého půdorysu. Kachle byly nalezeny v destrukčním závalu, opět v suterénu dřívější budovy, ale pochází od jiného hrnčíře než výše zmíněný soubor kachlů s prořezávanou přední stěnou. Kachle byly nalezeny v původní poloze, v níž byly uskladněny a to tak, že jeden byl zasunut do druhého, aby tak zabraly co nejméně prostoru. Takové uskladnění bylo zjištěno poprvé v tomto případě a podle něj lze předpokládat, že byly připraveny k prodeji.

Na podkladě podrobného morfologického a metrického rozboru zmíněných náleзовých souborů byly zpracovány detailní projekty pro stavební rekonstrukci dvou typologicky odlišných vrcholně gotických kamnových těles (*Hazlbauer – Chotěbor 1990, 370*). Projekty zahrnovaly předběžné obrazové rekonstrukce, které samozřejmě nabízely různé konstrukční varianty. V úvahu byly vzaty ty nejvíce pravděpodobné a staticky možné. K bližšímu výběru došlo ještě při výrobě replik kachlů

Na výrobě replik kachlů se podíleli dva keramici. Kachle s prořezávanou čelní stěnou vyrobil akademický sochař J. Pařík z Prahy a nádobkové kachle Ing. Petr Volf z Nového Strašecí. Protože se jednalo o vůbec první pokus o rekonstrukci historických kachlových na území České republiky, bylo zapotřebí zvládnout praktickou výrobní techniku kamnových kachlů, která byla do té doby popsána pouze teoreticky. Opakovanými experimenty bylo nakonec dosaženo vyhovujících výrobků, které byly vhodné k výstavbě kamen.

Oba dva typy úspěšně zhotovených kamen jsou datovány do let 1419 a 1420. Podle uvedených projektů byla potom oboje kamna rekonstruována jako součást nové stále expozice středověké hmotné kultury, kterou v roce 1989 instalovalo Muzeum husitského revolučního hnutí v Táboře při k tomu účelu upravené Bechyňské bráně (*Hazlbauer – Chotěbor 1990, 372*).

9. 2. 2. Pozdně gotická kachlová kamna na hradě Rabí

Počátkem července 1993 byla na hradě Rabí, okres Klatovy, otevřena trvalá expozice historických kamnářských výrobků, které byly v minulosti nalezeny přímo v dané lokalitě (*Hazlbauer – Vitanovský 1995, 415*). Stálou součástí této expozice je rekonstrukce pozdně gotických kachlových kamen, která je umístěna ve velkém sále hradního paláce. Hned po rekonstrukcích vrcholně gotických kamen ze Sezimova Ústí se jedná o třetí repliku na našem území, která byla realizována.

Aby byl projekt uskutečnitelný, opět bylo za potřebí většího kachlového souboru. Návrh byl vypracován na podkladě kachlových nálezů, které byly uloženy v depozitáři Muzea Šumavy v Sušici, jenž byl odborně a evidenčně zpracován v letech 1989 až 1990. Není zcela jasný přesný původ nálezů, je však prokazatelné, že pochází z Rabí, neboť různé fragmenty jsou vzájemně identické. Reliéfní motivy bočních ploch rohových kachlů jsou zcela totožné se šesti motivy, které se vyskytují na řádkových kachlích. Těchto šest motivů se na bočních stěnách rohových kachlů vzájemně

kombinuje, což dokazuje, že k těmto rohovým kachlům patří i všechny kachle řádkové s touto výzdobou. Rohové i řádkové kachle mají zcela totožné rozměry svých čelních vyhřívacích stěn, a to 200 x 200 mm (*Hazlbauer – Vitanovský 1905, 416*).

Celý soubor je datován do období vlády Vladislava II. Jagellonského. Tomuto určení napovídá i jeden z kachlů, který je opatřen heraldickou reliéfní výzdobou. Jde o erbovní znak cechu pražských staroměstských ševců – novinníků, který jim v roce 1477 udělil svým ediktem král Vladislav II. Jagellonský. Obdobný znak přiznal stejný panovník o něco později, tj. v roce 1482, i pražským novoměstským ševcům (*Hazlbauer – Vitanovský 1905, 417*).

Kamna jsou tvořena kombinací dvou morfologicky různých typů. Soklová část byla vytvořena z kachlů komorových s reliéfní výzdobou na vyhřívací stěně a nástavcová část z kachlů nádobkových s pravoúhelníkovým ústím. Už po předešlé zkušenosti ze Sezimova Ústí byly repliky kachlů opět vyrobeny Ing. Petrem Volfem z Nového Strašecí.

Všechny tři stavební rekonstrukce představují trojrozměrné znázornění historických středověkých kachlových kamen na našem území. Konečná podoba všech tří kamen nepředstavuje „jak kamna přesně vypadala“, pouze ukazuje, „jak mohla vypadat“, jak podotýkají tvůrci těchto rekonstrukcí. Vždy bylo možné několik konstrukčních variant, z nichž byla vybrána ta nejpravděpodobnější. I přesto, že kamna nejsou funkční, jedná se o velmi zdařilé a důsledně propracované repliky, které toto badatelské téma posunuly směrem kupředu.

10. Případová studie

Rozhodl jsem se, že svoji bakalářskou práci postavím na případové studii, která se zabývá kvalitativním výzkumem provedeným na základě měření teplot v historickém objektu. Účelem mého výzkumu bylo zjistit tepelný výkon topného tělesa, kterým jsou právě kachlová kamna.

Prvním úkolem bylo najít funkční středověká kamna nebo jejich rekonstruovanou repliku. Taková kamna, která by byla vhodná pro můj výzkum, jsem objevil na hradě Křivoklát. Jedná se o rekonstrukci středověkých kamen vyrobenou a postavenou Petrem Volfem na základě nálezů z Manského domu u Křivoklátu. Ten byl roku 1422 vypálen a jeho konstrukce se zřítily po svahu dolů. Vedle mnoha cenných nálezů byly objeveny i kachle, podle kterých bylo možno rekonstrukci realizovat. K mé smůle jsou kamna momentálně poškozena neopatrností filmařů, kteří v prostorách hradu natáčeli. Oprava takového poškození, které bylo na kamnech způsobeno, si žádá delší čas, a tak zde nebylo možné měření uskutečnit.

Po konzultaci s Petrem Volfem, který se specializuje na rekonstrukci a opravy historických kamen, mi byla nabídnuta alternativa. Další funkční replika kamen nebyla příliš daleko od hradu Křivoklát, pouze 7 km vzdálená v obci Zbečno v údolí řeky Berounky. Právě zde se nacházejí barokní kamna v prostorách historického objektu známém jako Hamousův statek.

Neshledávám problém v tom, že se jedná o kamna novověká a nikoliv středověká. Věřím, že k mému výzkumu životního stylu a tepelné pohody člověka jsou naprosto dostačující, neboť v daném typu kachlových kamen nedocházelo po technologické stránce až tak k velkému pokroku a konstrukce i výstavba se po staletí téměř nezměnila. Jde spíše o změny typu velikosti kachlů, jejich výzdoby a odlišnosti v barevném zdobení. Konečná účinnost a výhřevnost byla v důsledku vždy ovlivněna velikostí a umístěním kamen. Stejně tak záleželo na dobré zručnosti a zkušenosti daného kamnáře, proto rozdíl mezi středověkými a novověkými kamny v tomto případě považuji za zanedbatelný.

10. 1. Hamousův statek

Dle písemných památek je počátek obce Zbečno datován do 11. století. Jakákoliv zmínka o objektu Hamousův statek z této doby není však písemně doložena. Prameny se o něm zmiňují až v 16. století, a to na základě soupisu poddaných dle víry, berní ruly, zápisy v pozemkových knihách aj., ačkoliv se dle výměry jednalo o druhý největší statek (*Ebel - Škabrada 1994, 6*).

Jako první majitel v 16. století je zmiňován Blažej Starý. Od té doby do roku 1992 se na statku vystřídalo dalších 14 majitelů. Název objektu, je odvozen od dvou majitelů. František Hamous a po něm jeho syn Dominik Hamous zde žili asi v letech 1763-1846. Dominik Hamous se stal dokonce zbečenským rychtářem, ale roku 1846 zemřel a díky nesplaceným dluhům se statek dostal do dražby.

Od 22. června roku 1992 je Hamousův statek majetkem Památkového ústavu středních Čech s územním odborným pracovištěm v Praze a spadá pod správu státního hradu Křivoklát. Kastelánem statku je Luděk Frencl, správcem je Luboš Vokoun, který má na starosti prohlídky, kulturní akce a opravy objektu.

10. 2. Popis objektu

Usedlost s popisným číslem 22 leží ve střední části obce při návsi, a to v její severní části proti kostelu. Ve směru od kostela je první v řadě usedlostí, které pokračovaly jihovýchodním směrem podél hlavní fronty návsi na poměrně úzkém zbytku levobřežní terasy Berounky pod vysokým zalesněným svahem Křižovské hory (*Ebel - Škabrada 1994, 8*).

Objekt je významný především tím, že se jedná o jednu z nejstarších dochovaných roubených staveb v České republice. Samotná zástavba má pravoúhlý tvar a je orientována JZ (obr. č. 17).

Zajímavé je i stavební řešení sedlové střechy, která nechrání zápraží na straně dvorové, ale na straně návěsní, což nebývá zvykem. Střecha je hladká a krytá šedými, diagonálně kladenými eternitovými šablonami. Na straně do dvora vystupují ze střechy dvě kvádrová tělesa komínů – jeden uprostřed u hřebene a druhý níž, nad kuchyní výměnkářské světnice (*Ebel - Škabrada 1994, 10*).

Samotná zástavba vnitřního dvora je ze tří stran obestavěna hospodářskými stavbami. Zástavbu tvoří zděný chlév s podkrovní sýpkou a v severním koutu dvora už jen zbytky pilířové stodoly.

10. 3. Vnitřní dispozice domu

Vnitřní dispozice objektu a stavební situace obytných místností je zachycena na obr. č. 8 a není třeba ji blíže popisovat, neboť není důležitá pro můj účel. Je však třeba zmínit místnost č. 3. Jedná se o černou kuchyň, její zdi se směrem nahoru sužují a vystupují až nad střechu, kde tvoří komínové těleso. Tím je celá místnost otevřená venkovnímu prostředí. V prostoru této kuchyně se nachází funkční pec, dnes využívaná především při kulturních akcích, a otvor s dvířky, kterými se přikládalo do kachlových kamen situovaných ve vedlejší místnosti.

Kachlová kamna stojí ve světnici na místě, kde byl proveden archeologický výzkum (obr. č. 8, označení prostoru č. 1), jenž odhalil dřívější přítomnost topného tělesa. Z dosavadních poznatků však nelze s jistotou říct, zda se jednalo o středověká volně stojící kamna nebo pec.

Sonda byla provedena o rozměrech 210x160 cm v severním rohu místnosti (obr. č. 9). Povrch místností dnes tvoří prkenná podlaha, na místě otopného zařízení je však osazena dlažba. Po rozebrání dlažby, ložené do slabé vrstvy šedé cementové malty z plaveného písku, se objevila destruovaná mazanice s drobným lomovým kamenem a oblázky (obr. č. 9, vrstva 2). Vrstva nasedala na vrstvu 3 stejného charakteru. Kryla hrubou, tvrdě vypálenou a rozpraskanou podlahu pece (*Gabriel 1994, 21*).

Otázkou však zůstává, jak dlouho kamna nebo pec plnily svoji funkci. Chybí zde materiál, dle kterého by bylo možno archeologicky odkrytou situaci datovat. Pouze vrstva 2 a 3 obsahovala malé soubory keramiky. Jedná se především o fragmenty rámových kachlů s geometrickou reliéfní výzdobou a hnědou glazurou. V případě souboru z vrstvy 3 navíc obsahuje zlomky nádob různého stáří od keramiky druhé poloviny 13. století rytým dekorem až po zakuřovanou keramiku s vlešťováním ze třináctého až šestnáctého století (*Gabriel 1994, 21*).

10. 4. Hamousův statek – kachlová kamna

Na základě archeologických zjištění o přítomnosti kamen nebo pece ve velké světnici Hamousova statku bylo po dlouhé úvaze rozhodnuto o výstavbě nových kachlových kamen (obr. č. 10).

Práce započala na podzim v roce 2005, kdy Petr Volf z Nového Strašecí zahájil výrobu jednotlivých kachlů (obr. č. 11). Kamna byla navržena v barokním stylu a svým designem jsou datována do roku 1810.

10. 5. Stavba kachlových kamen

Když byly vyhotoveny kachle pro výstavbu, bylo možné přistoupit k samotné realizaci kamen. Práce započala na jaře roku 2006. Na místě, kde byla pomocí archeologického výzkumu zjištěna dřívější přítomnost kamen, byl v první řadě vybudován cihlový sokl pod kachlová kamna a topeniště (obr. č. 12). Rozměry soklu jsou 1,0 x 1,0 m a na výšku 0,9 m. Bylo třeba, aby sokl důkladně vytvrdnul a cihly v jeho konstrukci se usadily.

V červnu byla zhotovená spodní, širší část kachlových kamen, tedy soklová část. Jednotlivé kachle jsou spojovány drátěnými svorkami a pro lepší soudržnost vyplněny pálenými taškami, celek je potom vymazán cihlářskou hlinou (obr. č. 13). Celá spodní část kamen je vyzděna šamotovými cihlami pro lepší akumulaci tepla a snížení rizika jejich přehřátí (obr. č. 14). Dále byl zhotoven i nástavec stejným způsobem jako soklová část, jen s tím rozdílem, že nebyl vyzděn šamotovými cihlami. Ten je pak jasně viditelný na snímcích z mého měření.

Nakonec byl vybudován ozdobný sokl zakončující nástavcovou část a po něm montáž odtahu kamen vedoucí do komína. Kamna samozřejmě vyhovují předpisům a požadavkům na požární bezpečnost v historických objektech.

Celá kamna jsou dvojpatrová (soklová a nástavcová část), kachle jsou zeleně glazovány a obsluhují se z černé kuchyně. Spáry mezi kachlemi z vnější strany byly vymazány cihlářskou hlinou nazývanou jako červenice. Provoz kamen byl zahájen na podzim roku 2006.

11. Technická měření

11. 1. Použité měřicí metody

Měření jsem provedl několika způsoby, a to pro lepší přesnost a kvalitu výsledků. Jeden ze způsobů ověření výkonu daných kachlových kamen je na základě měření teplot vzduchu v místnosti. Druhým způsobem je využití termokamery, která funguje na principu snímání infračerveného záření vyzařovaného objektem. Oba principy měření popisují v následujícím textu.

11. 2. Měření teplot

Teplota je fyzikální veličina, která určuje hodnotu tepelného stavu látek, je také ústředním pojmem termiky. V praxi ji lze pozorovat různými jevy např. změna délky, objemu, tlaku atd. Volba měřicí metody závisí na rozsahu a výši teploty, na žádané přesnosti a provozních podmínkách, na vzdálenosti přenosu na účelu měření apod. Podle toho se dělí teploměry do různých skupin (*Mauer – Pelikán – Šejnoha - Štěchovský 1983, 157*).

Pro můj účel jsem použil běžné lihové teploměry se stupnicí po 1°C, dnes používané v každé domácnosti, a teploměry elektrické, zvané datalogery, značky Minikin vyrobené firmou EMS Brno.

11. 3. Kapalinové teploměry

Kapalinové teploměry se skládají ze skleněné nádoby a uvnitř umístěné kapiláry, která je vyplněná kapalinou, jež podle teploty mění svůj objem. Nejvhodnější kapalinové teploměry jsou ty, kde je jako kapalina použita rtuť, a to pro její dobré vlastnosti. Rtuť je neprůhledná, má dobrou světelnou odrazivost a nepřilnavost ke sklu. Používá se ke měření teplot v rozsahu -30°C až +300°C. Rtuťové teploměry se dnes vyrábí zcela výjimečně kvůli škodlivosti rtuti na lidský organismus a životní prostředí.

Dnes jsou nejčastěji používanými kapalinovými teploměry alkoholové, které jsem využil i ve svém výzkumu. Jejich rozmezí, pro která jsou využívány, je od -70°C až + 110°C. Výhoda kapalinových teploměrů spočívá v jejich jednoduchosti, cenové dostupnosti a spolehlivosti. Nevýhodou zůstává, že jsou křehké a naměřené údaje nelze přenášet na dálku.

11. 4. Teploměry elektrické

Termočlánek tvoří dvě větve vodičů z různých materiálů, které jsou na jednom konci spojeny. Jedná se o tzv. měřicí spoj (ms). Je-li jeho teplota odlišná od teploty volných konců, tzv. srovnávacího spoje (ss), vzniká v článku termoelektrický proud. Určitému rozdílu teplot obou konců odpovídá jmenovitá velikost termoelektrického napětí, která je závislá na druhu (materiálu) obou vodičů (*Mauer – Pelikán – Šejnoha - Štěchovský 1983, 165*).

Dataloggery jsou více účelné, jako celek fungují na principu fotovoltaickém, solárním systému. Kromě měření teplot dokážou snímat i vlhkost vzduchu a solární záření. Ke svému fungování nepotřebují téměř žádnou obsluhu. Bez jakéhokoliv dobíjení dokážou snímat a monitorovat prostředí i po několik let se záznamy např. po minutě, jsou tedy schopné údaje ukládat v pravidelných intervalech do pevné paměti. Dataloggery však neumožňují okamžité odečtení hodnot uživatelem, ale jsou svojí konstrukcí přizpůsobeny tak, že je lze propojit s počítačem a naměřené hodnoty si stáhnout a zpracovat v programu Microsoft Excel.

11. 5. Měření teplot vzduchu

Při měření teplot vzduchu je nutno postupovat tak, aby byly co nejvíce eliminovány okolní teplotní vlivy, jako je například teplota stěn, které mohou způsobit chyby daného měření. Stejně tak nežádoucí jsou tepelné ztráty objektu, kterým lze však jen těžko zamezit a je třeba dopředu počítat s jistou odchylkou. Při měření teploty okolního vzduchu je důležité umístit teploměr tak, aby nedocházelo ke kontaktu s jiným materiálem, který by mohl způsobit další chyby v naměřených hodnotách.

11. 6. Využití termokamery

Jako druhou formu měřicí metody tepelného výkonu a fungování kamen jsem zvolil využití termokamery. Termokamera funguje na principu snímání infračerveného záření. Infračervené záření bylo objeveno kolem roku 1800, a to zcela náhodou, dvorním astronomem Jiřího III. sirem Williamem Herschelem, když hledal optický filtr, kterým by se dalo pozorovat slunce. Jedná se o elektromagnetické záření s vlnovou délkou delší než světlo, ale menší než mikrovlnné záření. Intenzita záření je přímo úměrná teplotě objektu. Kameře je umožněno teplotu snímat, vypočítat a nakonec zobrazit.

Infračervené záření lze rozdělit na jednotlivá pásma o různé vlnové délce:

- blízké (0,76 – 5 μm)
- střední (5 – 30 μm)
- dlouhé (30 – 1000 μm)

Přesné měření je však ovlivněno více faktory než pouze teplotou, jsou to emisivita objektu, odražená teplota, vzdálenost mezi objektem a kamerou, relativní vlhkost. Vyjmenované parametry je třeba před každým měřením brát na vědomí a kameru předem nastavit a kalibrovat, aby při snímání mohla s těmito vlivy počítat a určila tak co nejpřesnější hodnoty. Nejdůležitější z nich je právě emisivita. Pro případ černého tělesa je emisivita $\varepsilon = 1$.⁶ Mnou byla emisivita nastavena na hodnotu $\varepsilon = 19$, podle tabulek se jedná o emisivitu odpovídající hodnotě vhodné pro keramiku.

11. 7. Technická data termokamery

FLIR P660 je profesionální průmyslová kamera s rozlišením čipu 640 x 480, spektrálním rozsahem 7,5 – 13 μm , rozsahem měření -40°C až $+ 500^{\circ}\text{C}$, teplotní citlivostí $0,03^{\circ}\text{C}$, přesností měření 1%, vestavěnou kamerou s rozlišením 3,2 Mpx, manuálním ostřením od 0,3 m, zoomem 1 – 8x spojitý, GPS lokalizací, záznamem do vnitřní paměti.

⁶ Černé těleso je takové těleso, které dokonale pohlcuje záření všech vlnových délek, jež dopadá na jeho povrch.

12. Průběh výzkumu

Dne 12. 12. 2012 jsem navštívil obec Zbečno u Křivoklátu. Samotnému měření předcházela příprava pracoviště a instalace měřicích zařízení. Místnost, kde jsou umístěná kamna, má rozměry 7,3 x 7,6 m a výšku 2,9 m.

Pro eliminaci nežádoucích vlivů v místnosti jsem se snažil omezit pohyb dalších osob, uzavřel dveře a okna, abych co nejvíce zabránil přílišnému proudění chladnějšího vzduchu z vedlejších místností. Zamezit těmto vlivům úplně je však nemožné z důvodu špatného těsnění oken a dveří a tepelným ztrátám objektu. Jedná se o jev, který byl mojí osobou zcela neovlivnitelný.

Termokamera byla umístěna na stativu ve vzdálenosti 10 m od kachlových kamen. Dále jsem měl k dispozici čtyři datalogery a dva lihové teploměry. Datalogery jsem umístil tak, aby v každém rohu místnosti byl jeden. Lihové teploměry jsem instaloval také do rohů a to do těch, které byly kamnům nejbliže (obr. č. 15).

Otázkou zůstalo, jak nejlépe datalogery a lihové teploměry umístit, aby nebyly v kontaktu s jiným materiálem. Takový kontakt může zkreslovat naměřené hodnoty, jak jsem již dříve zmínil. V historickém objektu jako Hamousův statek bylo řešení velmi problematické. Měřicí přístroje nebylo možné zavěsit ani jiným podobným způsobem upevnit ke konstrukci objektu. Poškodil bych tak okolní zdi nebo dřevěný strop.

Problém jsem vyřešil následujícím způsobem. Z polystyrenové desky jsem vyrobil čtyři stejné sloupky, které samostatně stojí. Na jejich vrchol jsem umístil datalogery a lihové teploměry (obr. č. 18). Jejich výška byla jeden metr, tuto výšku jsem zvolil záměrně. Průměrná výška dospělého člověka je okolo 180 cm. Tepelnou pohodu člověka udává jeho tělesné pohodlí v rámci celého těla, a tak jsem uznal za vhodné, že přibližně poloviční délka sloupku, než je výška dospělého člověka, bude ideální. Jedná se o průměr prostoru, kde se člověk pohybuje. Využití polystyrenu pro stavbu nosných sloupků mi přišlo nejvhodnější pro jeho malou tepelnou vodivost a dobré izolační vlastnosti. Tepelná vodivost polystyrenu je $\lambda = 0,16 \text{ (Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}\text{)}$ (Mikulčák. a kol. 2008, 56).

Venkovní teplota vzduchu v 8 hodin ráno byla ve Zbečně -14°C , jedná se téměř o ideální stav, protože ve stavebnictví při počítání tepelných ztrát a měření teplot se venkovní teplota uvažuje -15°C , s ohledem na danou lokaci. Během dne samozřejmě teplota stoupala, ale nevyšplhala se nad 0°C . V celém objektu se týden netopilo, takže teplota ve všech místnostech před začátkem měření byla přibližně stejná, a to 8°C .

Tímto jsem se vyvaroval i nežádoucích tepelným vlivům z ostatních místností a stěn. Zároveň tato konstantní teplota pro všechny prostory poukazuje na dobré tepelně izolační vlastnosti celého objektu. Původně jsem předpokládal, že tato teplota bude ještě nižší, protože celý předešlý týden se teplota nevyšplhala nad 0°C. Tímto jsem uznal měřicí podmínky za téměř ideální.

Kachlová kamna jsem dostal k dispozici pouze na jeden den. Mohlo by být namítnuto, že takto krátký interval pro typ takového měření je nedostačující, protože plně roztopit kamna a dosáhnout ideální teploty v místnosti, která je okolo 22°C (viz. tepelná pohoda člověka), je záležitost několika dní. Stejně tak měřit postupné chladnutí kamen a pokles teploty zabere stejný čas. Pouze s jedním dnem jsem se v závěru musel spokojit, protože z technických a provozních důvodů Hamosova statku nebylo možné v objektu déle setrvat. I kdybych pokračoval v měření následující den, přes noc by docházelo ke chladnutí kamen a poklesu teploty v místnosti a to by vedlo k nepřesným údajům.

Musel jsem výzkum přizpůsobit a nastavit ho měřítkům krátkého měřicího intervalu pro tento případ, proto jsem se rozhodl měření během dne rozdělit do dvou fází. První fází bylo zatopení v kamnech a postupné přikládání při udržování přibližně stejného ohně po určitý časový interval. V tento moment jsem sledoval roztopení kamen a vzestup teplot. V druhé fázi, kdy se v kamnech topit přestalo, jsem sledoval chladnutí topného tělesa a očekával pokles teploty v místnosti.

Po vhodném rozmístění teploměrů, dataloggerů a nastavení termokamery jsem přibližně třicet minut vyčkal, aby měřicí přístroje měly čas se ustálit a přivykly na podmínky okolní prostředí.

Celé měření započalo zatopením v kamnech, a to v osm hodin ráno. V tento moment jsem odečetl první teploty a pořídil první snímky termokamerou. Stejným způsobem jsem pokračoval v rámci celého dne v pravidelných intervalech po patnácti minutách.

První fáze, kdy se v kamnech topilo smrkovými odřezky, trvala od osmi do dvanácti hodin. Výhřevnost smrku na 1 kg dokonale spáleného dřeva je 13,1 (MJ/kg). Za čtyři hodiny bylo v kamnech stopeno 1/5 m³, přibližně tedy 80 kilogramů smrkového dřeva. Druhá fáze, kdy se přestalo v kamnech topit a oheň postupně vyhasínal, trvala od dvanácti do pěti hodin. V tomto čase jsem nadále pokračoval v odečítání hodnot a snažil se zachytit postupné chladnutí kamen a případný pokles teplot. V pět hodin bylo nutné objekt opustit, a tak jsem musel svůj výzkum ukončit.

13. Vyhodnocení naměřených údajů

V následném vyhodnocení postupuji tak, že výsledky z lihových teploměrů a dataloggerů vzájemně porovnávám. Současně si všímám vzrůstu a poklesů teplot v průběhu topení a chladnutí, které jsem odečetl z měřicích zařízení. Data odečtená z teploměru lze stejně tak přiřadit ke snímkům pořízených termokamerou.

Hodnoty z teploměrů a dataloggerů jsem zpracoval do tabulky (tabulka č. 1), z které budu po celé vyhodnocování měření vycházet. Tabulka je uspořádána tak, že hodnoty T1 a T2 jsou označením pro teploměry. Dataloggery jsou označeny symboly D1, D2, D3 a D4. Přesné rozmístění měřicích přístrojů pro lepší pochopení je zakresleno v obrázku č. 15. V tabulce hodnoty sloupků označené jako T1 a D1, stejně tak T2 a D2, mají stejnou barvu. Stejně barevné označení je z toho důvodu, že T1 – D1 a T2 – D2 měly při měření v místnosti totožnou pozici, učinil jsem tak pro přehlednost pozdějšího porovnání výsledných hodnot. Označení sloupku symbolem RT označuje průměrnou teplotu naměřenou teploměry a sloupek označený jako RD je průměrná teplota naměřená dataloggery.

Termokamera snímá povrchovou teplotu topného tělesa. Snímky, které jsem s ní pořídil, podléhají barevnému spektru v závislosti na intenzitě infračerveného záření. Při pohledu na tyto fotografie je možné si všimnout při pravé straně, barevného pásku. Ten udává rozmezí barevného spektra pro daný obraz. Číslo, které je nad a pod lištou, označuje teplotu v °C, v kterých kamera momentálně pracuje, tuto hodnotu si určuje automaticky sama. Jde o teplotní maxima a minima. Chladné barvy označují teplotu nižší a teplé barvy vyšší.

Snímek termokamery, označený v obrazových přílohách jako obr. č. 19, byl pořízen jako první těsně před zatopením v kamnech. Obraz je celý modrý a výrazné jsou na něm pouze reliéfy objektů. Je to z toho důvodu, že všechny objekty v místnosti i stavební konstrukce v tento moment měly stejnou povrchovou teplotu (podle průměrné teploty vzduchu 8°C), proto kamera nezaznamenala žádný teplotní rozdíl.

Při porovnávání prvních odečtených teplot ze všech zařízení si při detailní důslednosti můžeme povšimnout, že všechny teploty nejsou až tak shodné. U lihových teploměrů není možnost příliš podrobného odečtení hodnot, protože se jedná o teploměry se stupnicí po 1°C, navíc vždy může dojít k chybě při čtení vlivem selhání lidského faktoru. Naopak dataloggery jsou daleko přesnější a údaje shromažďují samy. Oba přístroje označené T1, T2 ukazují teplotu 8°C, ale D1, D3 (7,9°C) se s D2, D4

(7,7°C) v informacích mírně rozcházejí Tento rozdíl je pravděpodobně způsoben tím, že datalogger D2, D4 stojí při stěně, která je ochlazována venkovními prostředím.

První hodinu po zátopu teplota v místnosti stoupá pomalým až nepatným tempem. Vypovídají o tom i údaje v tabulce. Je to způsobeno tím, že kamna byla nenahřátá. Aby mohla předávat teplo do okolního vzduchu, musí se nejprve naakumulovat dostatečným množstvím tepla. Na termokamerovém snímku č. 20, který je pořízen přesně v devět hodin, je možné vidět první náznaky tepelného záření v nástavci a kouřovodu. Je jasné, že reakce u nástavce je rychlejší, protože kachle jsou z vnitřní strany vyplněny pouze mazanicí, ale soklová část je navíc zpevněna šamotovými cihlami. Dá se tedy očekávat, že akumulace bude trvat déle.

Na stejném snímku si lze povšimnout bílého místa v nástavci. Jedná se o kroupku, která má dolní část vybudovanou do malé misky. Když se do misky nalije voda, tak postupným zahřátím kamen dochází k odpařování vody. Tak je docíleno zvlhčování vzduchu v místnosti. Na této replice se však jedná o atrapu, která není funkční. Miska ve spodní části není vybudována a celá tato část je vyplněná silnou vrstvou mazanice, proto na termografických snímcích jde vidět, že se vyhřívá velmi pomalu a z celého kamnového tělesa jako poslední. Naproti tomu stěna kroupky ze zadní části vymazána téměř není, a tak reaguje na zátop velice rychle. Od prvního snímku, kde je patrné tepelné vyzařování, dosahují teploty kolem 100°C. Ta neklesá po celou dobu topení. Vlastnosti a naměřené hodnoty kroupky je spíše nutné považovat za anomálii a nepřikládat jí větší důležitost.

Jak napovídají snímky (obr. č. 19 - 28), v první fázi topení, tedy od 8:00 do 12:00, probíhá akumulace tepla velmi rychle, i když na teplotě vzduchu to z počátku zátopu není znát. V první hodině je akumulace tepla nejvyšší, protože kamna jsou studená a dychtivě uchovávají teplo ze spalin. Rychle ochlazené spaliny odcházejí do komína a tepelné ztráty jsou tak nejvyšší. Postupem času, jak se keramika zahřívá, množství akumulovaného tepla klesá a neochlazené spaliny tak odcházejí tahem pryč, tím stoupá i tepelná ztráta a klesá účinnost. Postupem času kamna dospějí do stavu, kdy spalinám budou schopny odebrat pouze tolik tepla, kolik ho budou stěny kamen schopny předat do okolního prostoru, zbytek zůstane ve spalinách. Podle Luboše Vokouna (správce budovy), který má bohaté zkušenosti s provozem kamen v Hamousově statku, po dosažení výše zmíněného stavu není třeba v kamnech udržovat stejně velký oheň, ale jen malý plamen nebo už jen sálající ohniště s uhlíky.

Na snímku č. 24, který je pořízen v deset hodin, termokamera detailně zachytila

i vnitřní žebrování kachlů, lze si tak povšimnout na levé straně nástavce.

Bílá barva na termosnímčích poukazuje na povrchovou teplotu kamen okolo 100°C. Luboš Vokoun tvrdí, že tato teplota je příliš vysoká a kamna byla přetopena. Kdybychom pokračovali příkládáním v kamnech stejným tempem, takto vysoká teplota by mohla kamna dokonce poškodit, což by se nejprve projevilo na spárách mezi kachli. Je tedy nutná regulace a snížení plamene. Ideální povrchová teplota tělesa by se během zátopu měla pohybovat okolo 80°C.

Již v 10:30 (obr. č. 25) lze na fotografii vidět, že se dostatečně akumuluje i soklová část kamen a začíná předávat teplo okolnímu vzduchu. Do konce první fáze měření (12:00) se soklová část s nástavcem nestíhají tepelně vyrovnat (obr. č. 28). Ve dvanáct hodin se přestává v kamnech topit a oheň se nechává postupně uhasínat. Teprve v 12:30 se obě části kamen teplotně vyrovnávají a průměrná povrchová teplota se pohybuje mezi 80 – 90°C. Z 8°C se teplota do 12:00 stihla vyšplhat na 12°C. Zde se v průměrné teplotě lihové teploměry (RT = 12,4°C) a dataloggerů (RD = 11,2°C) rozcházejí. Předpokládám, že je to způsobeno nedostatkem měřicích zařízení, protože jsem měl k dispozici pouze dva lihové teploměry, které byly umístěny blíže tepelnému zdroji. Za sníženou průměrnou teplotu u dataloggerů mohou přístroje označené D3 a D4, protože byly v části místnosti, kam se teplo dostalo pomaleji. Údaje z dataloggerů tedy lze považovat za přesnější i pro větší počet měřicích zařízení z kterých lze vycházet. Když však v tabulce porovnáme ve 12:00 sloupce T1 s D1 a T2 s D2, zjistíme, že teploty se téměř shodují.

V druhé fázi měření od 12:00 do 17:00 lze na snímcích obr. č 28 - 38 sledovat postupné chladnutí a snižování povrchové teploty kamen. Zatímco z počátku byl rychleji vyhřátý nástavec a soklová část jen pomalu reagovala na zátop, díky vyzdění vnitřní části šamotovými cihlami, při chladnutí šlo o přesný opak. Nástavec chladl velmi rychle a na konci měření se dostal téměř na pokojovou teplotu. Soklová část, která obsahuje větší množství hmoty, která může akumulovat teplo, si výhřevnost držela až do konce. V pět hodin odpoledne se povrchová teplo soklové části stále pohybovala okolo 40°C.

Na všech termosnímčích si lze povšimnout rohových úseků ve všech částech kamen. Za celou dobu zátopu jen velmi pomalu nebo vůbec neakumulovaly teplo. Tento jev odhalený termokamerou lze vysvětlit tak, že rohy při stavbě kamen byly stejně jako miskovitá část kroupky vymazány příliš velkým množstvím mazanice, která při takové tloušťce neměla příležitost se prohřát a naopak mohla fungovat jako izolace.

V druhé fázi, když povrchová teplota kamen postupně klesala podle lihových teploměrů a dataloggerů mezi 12:00 a 13:30, teplota vzduchu stále rostla a průměrná hodnota se ustálila na 12,5°C. Tato teplota až do konce měření (17:00) klesla jen v rámci desetinných míst, což je zanedbatelné. Zde se projevila důležitá vlastnost kamen, kterou je dobrá akumulace tepla. I když kamna pomalu chladnou, jsou schopná udržet stálou teplotu v místnosti. Lze přepokládat, že i po skončení měření teplota v místnosti dlouhou dobu neklesá.

Pro lepší představu pro pohyb teplot v místnosti přikládám graf č. 1 a č. 2. Na grafu č. 1 je zakreslený průběh teplot naměřený dataloggerem. V první hodině a půl jde na grafu vidět jen nepatrný růst, jak jsem zmiňoval, jedná se o moment, kdy se kamna sama vyhřívají. V další části je viditelný prudký vzestup teplot, který pokračuje i po skončení zátoku ve dvanáct hodin. Následně lze vidět, že teplota po zbytek dne zůstává stejná. Na grafu č. 2 je navíc k dataloggerům modrou barvou zakreslen průběh teplot naměřený lihovými teploměry pro vzájemné porovnání.

Nad roztopenými kamny, která na rozdíl od krbů vystupovala do prostoru místnosti, ohřátý vzduch stoupal do výše, šířil se podle stropu do chladnějších míst, kde u protilehlé stěny mírně ochlazen klesal k podlaze a vracel se zpět do prostoru kamen. Tím docházelo k postupnému promíchávání různě teplých vrstev vzduchu tak, že po určité době byla v místnosti skoro stejná teplota (*Hazlbauer 1995, 3*).

Na základě tohoto zjištění jsem záměrně rozmístil měřicí přístroje do rohů místnosti a předpokládal, že teploty vlivem proudění vzduchu budou vyrovnány. Mé konečné zjištění je však jiné. Správně jsem předpokládal, že přístroje T1 a D1 budou vykazovat největší teplotu, protože jsou umístěny v bezprostřední blízkosti kamen, ale ostatní teploměry nereagovaly tak, jak jsem se domníval ve své hypotéze. Teplota sice na všech přístrojích stoupala, ale nerovnoměrně. Přístroje, které byly nejbliž, vykazovaly rychlejší reakci na změnu teploty než ty, které byly kamnovému tělesu vzdálenější (D1 naměřil nejmenší tepelné hodnoty). Z toho vyvozují, že v místnosti při měření nedocházelo k patřičné cirkulaci vzduchu, ale teplo se šířilo rovnoměrně směrem od kamen ve všech vrstvách téměř stejně, jak jsem naznačil na obrázku č. 16.

Proč tomu tak je? Proudění vzduchu je ovlivněno mnoha faktory. Je možné, že doba průběhu měření nebyla dostatečně dlouhá a úměrná výkonu kamen, aby cirkulace mohla vůbec nastat. Další možností, která měla však nepatrný vliv, je dobré uzavření místnosti při měření a izolační vlastnosti roubené stavby. Je také možné, že předpokládaný průběh proudění vůbec u historických kachlových kamen citovaným

způsobem neprobíhá, což by mohlo být způsobeno umístěním kamen. Vyvrátit předpokládaný průběh cirkulace vzduchu v místnosti si však nedovoluji, protože mé měření není přizpůsobené k přesnému zjištění této problematiky, pouze konstatuji mnou zjištěné okolnosti. Přikláním se k tomu, že v této oblasti je zapotřebí dalšího výzkumu, který by měření prováděl v delším časovém intervalu.

Předpokládám, že kdyby bylo v kamnech i nadále topeno při konstantním stoupaní teploty vycházející z hodnot, které jsem naměřil, bylo by možné dosáhnout pokojové teploty 22°C (tepelná pohoda člověka) v rámci 1-2 dní. Je třeba brát v úvahu, že výkon kamen postupem času klesá, jak jsem výše zmiňoval.

14. Závěr

V problematice historických kachlových kamen se dnes většina archeologů věnuje spíše badatelské oblasti uměleckého ztvárnění plastické výzdoby a její interpretace. Často je však opomíjena stránka technologická a konstrukční. K tomuto tématu existuje prozatím jen malá část studií a příspěvků, která by ho posunula dál. Přitom se dle mého názoru jedná o základní poznatky objasňující otázky životního stylu ve středověku, kterým by mělo být věnováno více pozornosti. Lidská civilizace by se nerozvíjela po technologické, kulturní a umělecké stránce, kdyby k tomu neměla zajištěné optimální podmínky. Tyto podmínky jsou samozřejmě ovlivněny mnoha faktory, ale bezpochyby k nim patří i kachlová kamna, která zajišťovala tepelnou pohodu člověka.

V první polovině bakalářské práce se věnuji hygienické stránce a přínosu kachlových kamen k vylepšení životních podmínek. Důležitým prvkem kamen není pouze schopnost vytápět místnost, ale přispěly hlavně tím, že kouř a zdraví škodlivé spaliny byly odděleny od obytných prostor.

Věnuji se také základnímu členění kachlových kamen, kde vycházím ze studií Zdeňka Smetánky, jehož práce nebyla doposud překonána a mnoho archeologů z ní vychází dodnes. V práci je vypracován stručný přehled o morfologii českých středověkých kachlů.

Dále teoretickou část práce doplňuji o možné způsoby výroby kamnových kachlů ve středověku. Na základě pokusů o výrobu kachlů, které proběhly v dnešní době, je jasné, že se jedná o poměrně složitý proces, který vyžaduje značné množství zkušeností. Důkazem toho jsou rekonstrukce kachlových kamen na území České republiky, kde se sami autoři při pokusech o výrobu replik nalezených kachlů a následném vystavění kamnových těles potýkají s mnoha technickými problémy. K dosažení požadovaného výrobku, který by vyhovoval pro stavbu kamen, bylo nutné několik opakujících se pokusů. Jejich zkušenosti tak přispěly k ucelené představě o výrobním procesu kachlových kamen ve středověku.

Druhá polovina bakalářské práce přináší zpracování výzkumu, který je založený na měření teplot topného tělesa za provozu na konkrétním případě. K tomu jsem měl na jeden den k dispozici repliku kachlových kamen v prostorách Hamousova statku ve Zbečně. Kachle potřebné pro danou rekonstrukci byly vyhotoveny a její následná realizace byla provedena Ing. Petrem Volfem v roce 2006. Kamna jsou svým vzhledem a konstrukcí datována do roku 1810. Momentálně se jedná o jediná historická kachlová

kamna, která jsou na našem území funkční a časově jsou nejbližší mnou zkoumanému období.

Kamna jsem snímal během provozu profesionální průmyslovou kamerou, pomocí které jsem na pořízených termosnímcích zjistil chování kamnového tělesa a změnu povrchových teplot v jednotlivých fázích topení. Tato fakta jsou teploměry jen velmi těžko zjistitelná.

Na základě dat, která jsem odečetl z teploměrů, jež byly umístěny po místnosti, jsem byl schopen určit schopnost kamen vytápět daný prostor v určitém čase. Současně s tímto výzkumem se objevují nové otázky, pro jejichž zodpovězení je zapotřebí dalšího a podrobnějšího výzkumu v této oblasti. Jedná se například o cirkulaci vzduchu v místnosti vytápěné historickými kachlovými kamny, ke které v mém případě nedocházelo, naproti všeobecně přijímaným teoriím o proudění vzduchu.

Bakalářská práce je do jisté míry limitována momentálním stavem výzkumu. Na území České republiky podobných měření proběhlo jen velmi málo a prozatím nebyla publikována. Do budoucna by bylo vhodné provést další podobná měření na jiných kamnových tělesech, která by při vzájemném porovnání vedla k lepšímu a přesnějšímu popsání této problematiky.

15. Literatura

15. 1. Seznam použité literatury

Bejblík, A. (ed.) 1977: Fynes Moryson – John Taylor, Cesta do Čech, Praha.

Bok, M. 2002: Vzorový výpočet tepelných ztrát budov, České Budějovice. (diplomová práce)

Cihelka, J. a kol. 1975: Vytápění a větrání, SNTL Praha.

Dědek, M. – Vošický, F. 2002: Stavební materiály pro 1. Ročník SPŠ stavebních. Praha.

Ebel, M. – Škabrada, J. 1994: Stavebně historický průzkum domu čp. 22 ve Zbečně (tzv. Hamousův statek), Průzkumy památek I/94, 5 – 22.

Gabriel, F. 1994: Středověká pec ve Zbečně čp. 22, Průzkumy památek I/94, 21 – 22.

Hazlbauer, Z. 1995: Historické kamnové kachle z Rabštejna nad Střelou, Vlastivědná knihovnička SPS 2, Praha, 1 – 34.

Hazlbauer, Z., 1998: Krása středověkých kamen. Odraz náboženských idejí v českém uměleckém řemesle. Praha.

Hazlbauer, Z. – Chotěbor, P. 1990: Stavební rekonstrukce dvou vrcholně gotických kamen ze Sezimova Ústí. AH 15/90, s. 361 -383.

Hazlbauer, Z. – Kocman, F. 2002: Stavební rekonstrukce gotických kachlových kamen na hradě Lipnici n. Sázavou, okr. Havlíčkův Brod. AH 27/02, s. 499 – 519.

Hazlbauer, Z. – Pařík, V. 1991: Technologie výroby gotických kachlů s prořezávanou čelní stěnou. AH 16/91, s. 293 – 304.

Hazlbauer, Z. – Vitanovský, M. 1995: Příspěvek k výrobě pozdně gotických kachlových matric – otázky výtvarné formy a technologie. AH 20/95, s. 539 – 550.

Hazlbauer, Z. – Vitanovský, M. 1995: Příspěvek k výrobě pozdně gotických kachlových matric – otázky výtvarné formy a technologie. AH 20/95, s. 539 – 550.

Hazlbauer, Z. – Vitanovský, M. 1994: Stavební rekonstrukce pozdně gotických kachlových kamen na hradě Rabí, okr. Klatovy. AH 19/94, s. 415 – 429.

Hrdina, K. – Bláhová, M. 1972: Kosmova kronika česká. Praha.

Janoška, M. – Linhart, K. 1987: Řemesla našich předků, Praha.

Krajíc, R.: Středověká kachlová kamna v Táboře (archeologický výzkum v Křižkově ulici čp. 28), Písek 1997.

Krajíc, R. 2005: Středověké kamnářství. Výzdobné motivy na gotických kachlích z Táborska, Tábor.

Langer, J. 1987: Příspěvek k typologii topenišť. AH 12/87, 233 – 243.

Mauer, K. – Pelikán, B. – Šejnoha, J. – Štěchovský, J.: Laboratorní cvičení – technických zařízení budov pro 3. a 4. ročník SPŠ stavebních, Praha 1983.

Mikulčák, J. a kol. 2008: Matematické, fyzikální a chemické tabulky pro střední školy. Praha.

Mikšík, M – Hanykýř, V. – Hazlbauer, Z. 1968: Studie podmínek výroby reliéfních ploch pozdně středověkých kachlů. AH 11/86, 505 – 513.

Nesládková, L. 1996: Významový slovník k vybraným oblastem středověkých dějin kultury v českých zemích. Ostrava.

Skrůžný, L. – Špaček, J. 2002: Vývoj kachlových kamen ve svědectví ikonografického materiálu a národopisných paralel. AH 27, 535 – 553.

Smetánka, Z. 1968: K morfologii českých středověkých kachlů. PA LX, 228 – 262.

Smetánka, Z. 1968: Technologie výroby českých kachlů od počátku 14. století do počátku 16. století. PA LIX, 543 -578.

Vinař, J. – Kufner, V. 2004: Historické krovy, konstrukce a statika. Praha.

Vlk, V. 1997: Kachlová kamna. Praha.

15. 2. Seznam doplňují literatury

Blážíček, O. J. – Kropáček, J. 1991: Slovník pojmů z dějin umění. Praha.

Burke, P. 2005: Lidová kultura v raně novověké Evropě, Praha.

Drda, M. 1978: Archeologický výzkum Tábora 1974 – 1977. Tábor 11/1. Tábor.

Drda, M. – Krajíc, R. 1983: K metodice třídění středověké keramiky na Táborsku, *ArchaeologiaHistorica* 8, 175-187

Durdík, T. 1995: Encyklopedie českých hradů. Praha.

Durdík, T. 1988 b: Výzkum manského domu na Křivoklátě. *AH* 13/88, 285 – 295.

Fajt, J. (ed.) 1995: Gotika v západních Čechách (1230-1530), Praha.

Glosová, M. – Hazlbauer, Z. – Volf, P. 1998: Stavební rekonstrukce pozdně gotických kachlových kamen z hradu Lichnice. *AH* 23/98, s. 457 – 470.

Halík, J. 1948: O starých plzeňských kamnářích. Plzeň.

Hazlbauer, Z. 1993 b: Gotické prořezávané kachle z hradu Rábí, okr. Klatovy. *AH* 18/93, 377 – 390.

Hazlbauer, Z. – Heidenreich, J. 2001: Stavební rekonstrukce pozdně gotických kachlových kamen v muzeu Mohelnice, okr. Šumperk. *AH* 26/01, s. 387 – 402.

Hazlbauer, Z. – Špaček, J. 1986: Poznámky k výrobě renesančních kachlů s přihlédnutím k nálezům ve středním Polabí. *ČNM CLV*, řada histor., 146 – 166.

Jokl, M. V. 1993: Teorie vnitřního prostředí budov, ČVUT Praha.

Klápště, J. 2005: Proměna českých zemí ve středověku. Praha.

Kodera, P. 1997: Prostory a prostorovost měšťanských domů v raně novověkých v jižních Čechách a v Praze, České Budějovice. (diplomová práce)

Krajíc, R. 2008: Středověké cihlářství. Sezimovo Ústí – archeologie středověkého

poddanského města 4. Tábor.

Menclová, D. 1972: České hrady. Praha.

Morávek, V. 1955: Kamnářství. Praha.

Nekuda, V. – Reichertová, K. 1968: Středověká keramika v Čechách a na Moravě. Brno

Pavlík, Č. – Vítanovský, Michal 2002: Encyklopedie kachlů v Čechách, na Moravě a ve Slezsku. Ikonografický atlas reliéfů na kachlích gotiky a renesance. Praha.

Petráň, J. 1985: Dějiny hmotné kultury I/2. Kultura každodenního života od 13. do 15. století. Praha.

Petráň, J. 1997: Dějiny hmotné kultury II/1. Kultura každodenního života od 16. do 18. století, Praha.

Richter, M. 1978: Středověká keramika ze Sezimova Ústí. České Budějovice.

Richterová, J. 1982: Středověké kachle. Praha.

Skružný, L. 1974: Příspěvek k vývoji hrnčířských cechů a hrnčířských pracovních nástrojů, Český lid 61, 155 – 175.

Smetánka, J. – Gabriel, F. 1988: Středověké kachle z hradu Helfenburku, AH 13, 545 – 560.

Spunar, P. 1985: Kultura českého středověku. Praha.

Šolle, M. 1981: Kouřím v průběhu věků. Praha.

Vařeka, P. 2004: Archeologie středověkého domu I., Plzeň.

Vařeka, J. – Frolec, V. 1983: Lidová architektura, Praha.

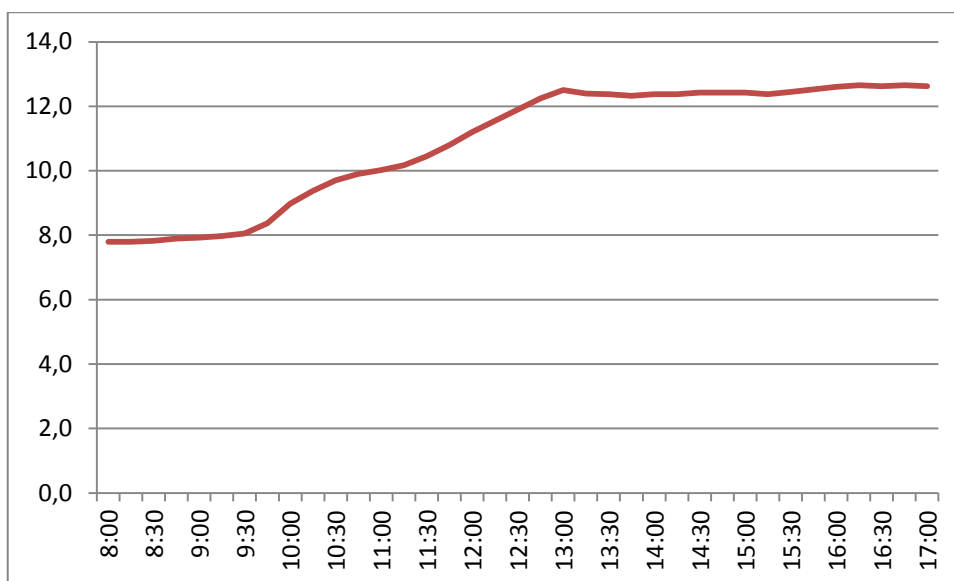
Velímský, T. 1995: Archeologie a problematika středověkého městského domu a parcely, AH 20, 71-80.

16. Přílohy

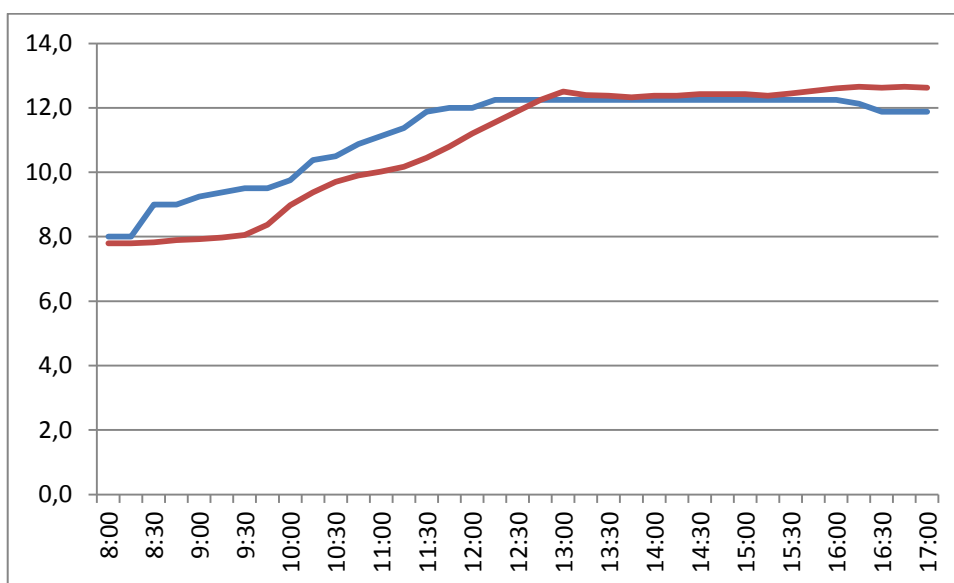
16. 1. Tabulky a grafy

ČAS	T1 °C	T2 °C	D1 °C	D2 °C	D3 °C	D4 °C	RT °C	RD °C
8:00	8,0	8,0	7,9	7,7	7,9	7,7	8,0	7,8
8:15	8,0	8,0	7,9	7,7	7,9	7,7	8,0	7,8
8:30	9,0	9,0	8,0	7,7	7,9	7,7	9,0	7,8
8:45	9,0	9,0	8,1	7,9	7,9	7,7	9,0	7,9
9:00	9,5	9,0	8,1	8,0	7,9	7,7	9,3	7,9
9:15	9,8	9,0	8,2	8,0	8,0	7,7	9,4	8,0
9:30	10,0	9,0	8,2	8,0	8,1	7,9	9,5	8,1
9:45	10,0	9,0	8,8	8,1	8,6	8,0	9,5	8,4
10:00	10,0	9,5	9,3	9,2	9,0	8,4	9,8	9,0
10:15	10,8	10,0	9,8	9,6	9,3	8,8	10,4	9,4
10:30	11,0	10,0	10,3	9,9	9,5	9,1	10,5	9,7
10:45	11,8	10,0	10,6	10,1	9,6	9,3	10,9	9,9
11:00	12,0	10,3	11,0	10,0	9,6	9,5	11,1	10,0
11:15	12,5	10,3	11,7	9,8	9,7	9,5	11,4	10,2
11:30	12,8	11,0	12,3	10,0	10,0	9,5	11,9	10,5
11:45	13,0	11,0	12,9	10,2	10,3	9,8	12,0	10,8
12:00	13,0	11,0	13,4	10,7	10,6	10,1	12,0	11,2
12:15	13,0	11,5	13,8	11,1	10,9	10,4	12,3	11,6
12:30	13,0	11,5	14,3	11,5	11,1	10,7	12,3	11,9
12:45	13,0	11,5	14,7	11,9	11,4	11,0	12,3	12,3
13:00	13,0	11,5	14,7	12,4	11,6	11,3	12,3	12,5
13:15	13,0	11,5	14,7	12,0	11,5	11,4	12,3	12,4
13:30	13,0	11,5	14,6	11,9	11,6	11,4	12,3	12,4
13:45	13,0	11,5	14,5	11,8	11,6	11,4	12,3	12,3
14:00	13,0	11,5	14,6	11,8	11,7	11,4	12,3	12,4
14:15	13,0	11,5	14,5	11,8	11,8	11,4	12,3	12,4
14:30	13,0	11,5	14,5	11,9	11,8	11,5	12,3	12,4
14:45	13,0	11,5	14,4	11,9	11,8	11,6	12,3	12,4
15:00	13,0	11,5	14,3	12,0	11,8	11,6	12,3	12,4
15:15	13,0	11,5	14,2	11,9	11,8	11,6	12,3	12,4
15:30	13,0	11,5	14,1	12,2	11,9	11,6	12,3	12,5
15:45	13,0	11,5	14,2	12,3	12,0	11,6	12,3	12,5
16:00	13,0	11,5	14,2	12,4	12,1	11,7	12,3	12,6
16:15	12,8	11,5	14,1	12,5	12,1	11,9	12,1	12,7
16:30	12,8	11,0	14,0	12,5	12,1	11,9	11,9	12,6
16:45	12,8	11,0	14,0	12,5	12,1	12,0	11,9	12,7
17:00	12,8	11,0	13,9	12,5	12,1	12,0	11,9	12,6

Tabulka 1. – Přehled naměřených hodnot z lihových teploměrů a dataloggerů (T1, T2 – lihové teploměry. D1, D2, D3, D4 – datalogger. RT, RD – průměrné teploty).



Graf 1. – Průběh teplot během podle dataloggerů.



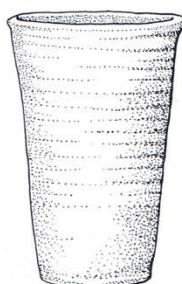
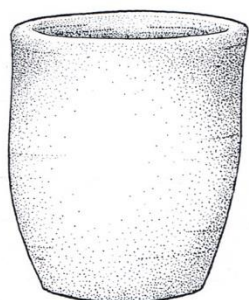
Graf 2. – Průběh teplot během dne podle dataloggerů v porovnání s lihovými teploměry (modrá křivka).

16. 2. Seznam Obrazových příloh

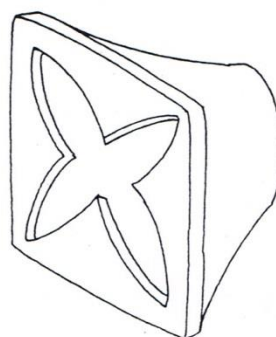
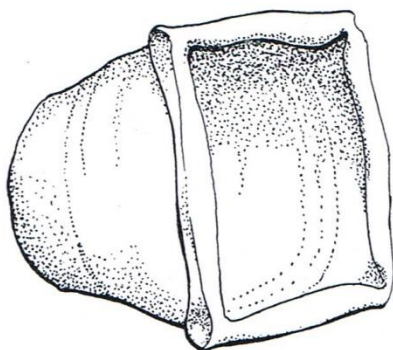
- Obr. 1.** - Hrcový kachel (*Smetánka 1969, 240, obr. 8*).
- Obr. 2.** - Pohárovitý kachel (*Smetánka 1969, 241, obr. 9*).
- Obr. 3.** - Baňkovitý kachel (*Smetánka 1969, 243, obr. 11*).
- Obr. 4.** - Kachel s pravouhelníkovým ústím (*Smetánka 1969, 244, obr. 12*).
- Obr. 5.** - Kachel stěnový s prořezávanou čelní stěnou (*Smetánka 1969, 251, obr. 20*).
- Obr. 6.** - Kachel komorový – schéma (*Smetánka 1969, 246, obr. 14*).
- Obr. 7.** - Schéma členění středověkých kamen a terminologie kachlů podle jejich umístění v tělese (*Smetánka 1969, 230*).
- Obr. 8.** - Vnitřní dispozice domu (*Ebel - Škabrada 1994, 16, obr. 12*).
- Obr. 9.** - Situace archeologického výzkumu (*Ebel – Škabrada 1994, 21, obr. 2*).
- Obr. 10.** - Historická kachlová kamna (Hamousův statek).
- Obr. 11.** - Kachle pro výrobu kamen v Hamousově statku (*soukromý archiv L. Vokouna*).
- Obr. 12.** - Výstavba soklu pod kachlovými kamny (*soukromý archiv L. Vokouna*).
- Obr. 13.** - Výstavba soklové části kachlových kamen (*soukromý archiv L. Vokouna*).
- Obr. 14.** - Zpevnění kachlových kamen šamotovými cihlami (*soukromý archiv L. Vokouna*).
- Obr. 15.** - Rozmístění měřících přístrojů v místnosti.
- Obr. 16.** - Zobrazení šíření tepla směrem od kamen.
- Obr. 17.** - Pohled na Hamousův statek.
- Obr. 18.** - Způsob umístění teploměrů a dataloggerů.
- Obr. 19.** - Termo-snímek (8:00).
- Obr. 20.** - Termo-snímek (9:00).
- Obr. 21.** - Termo-snímek (9:15).
- Obr. 22.** - Termo-snímek (9:30).
- Obr. 23.** - Termo-snímek (9:45).
- Obr. 24.** - Termo-snímek (10:00).
- Obr. 25.** - Termo-snímek (10:30).
- Obr. 26.** - Termo-snímek (11:00).
- Obr. 27.** - Termo-snímek (11:30).

- Obr. 28.** - Termo-snímek (12:00).
Obr. 29. - Termo-snímek (12:30).
Obr. 30. - Termo-snímek (13:00).
Obr. 31. - Termo-snímek (13:30).
Obr. 32. - Termo-snímek (14:00).
Obr. 33. - Termo-snímek (14:30).
Obr. 34. - Termo-snímek (15:00).
Obr. 35. - Termo-snímek (15:30).
Obr. 36. - Termo-snímek (16:00).
Obr. 37. - Termo-snímek (16:30).
Obr. 38. - Termo-snímek (17:00).

16. 3. Obrazové přílohy

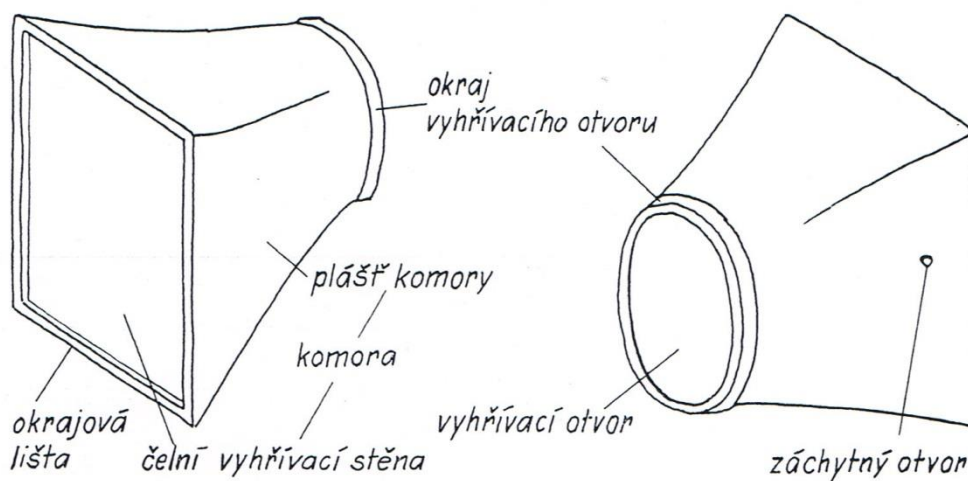


Obr. 1. - Hrncový kachel. **Obr. 2.** - Pohárovitý kachel. **Obr. 3.** - Baňkovitý kachel.

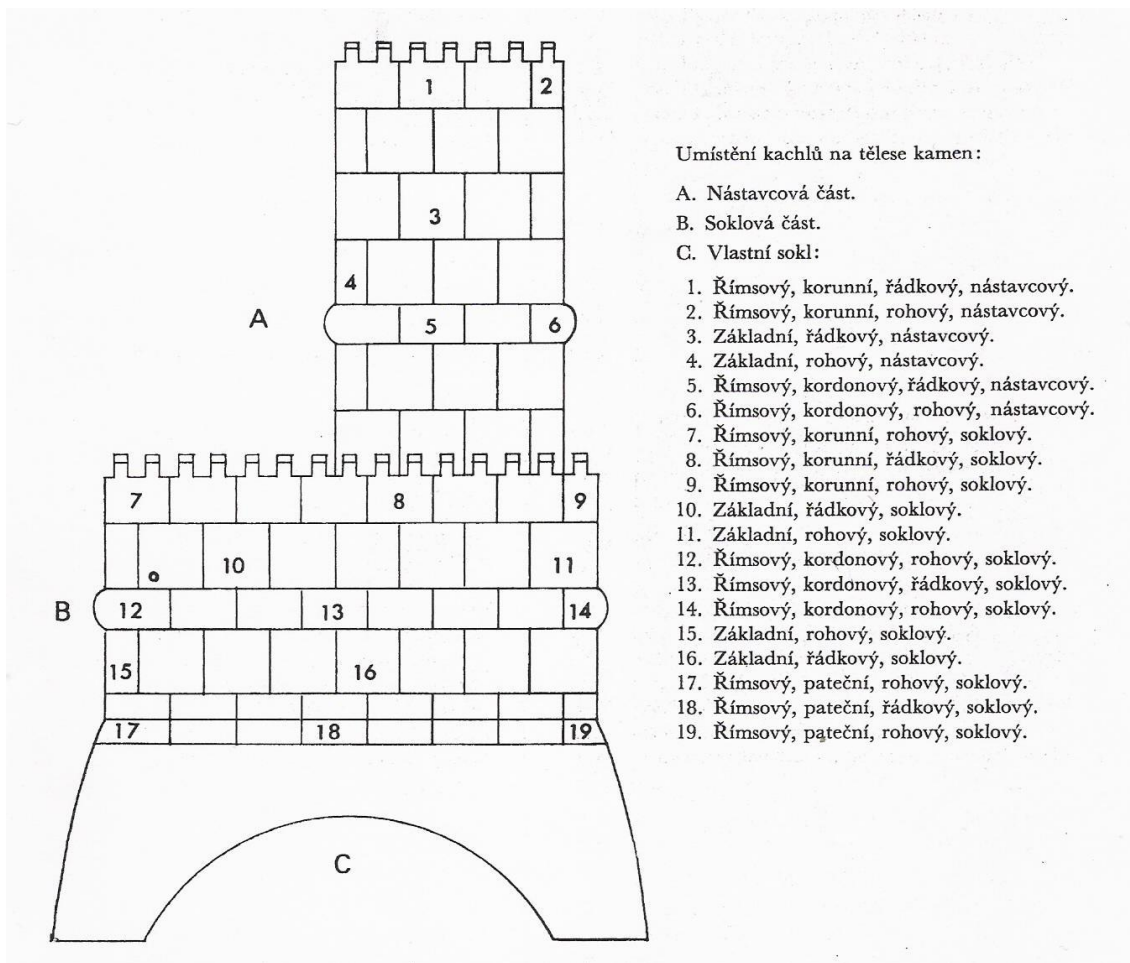


Obr. 4. - Kachel s pravoúhelníkovým ústím.
(tyglíkovité)

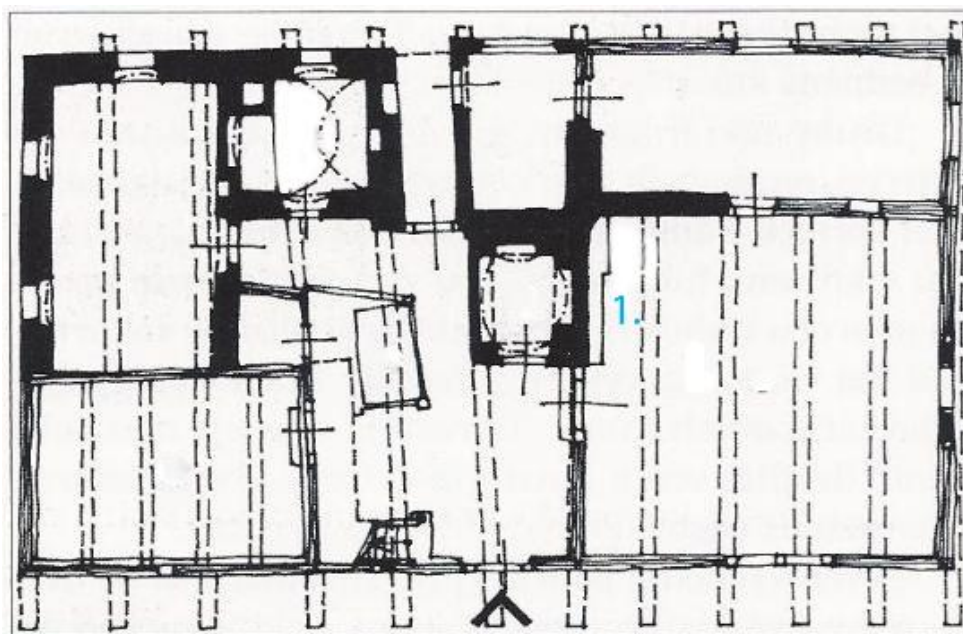
Obr. 5. - Kachel stěnový
s prořezávanou čelní stěnou.



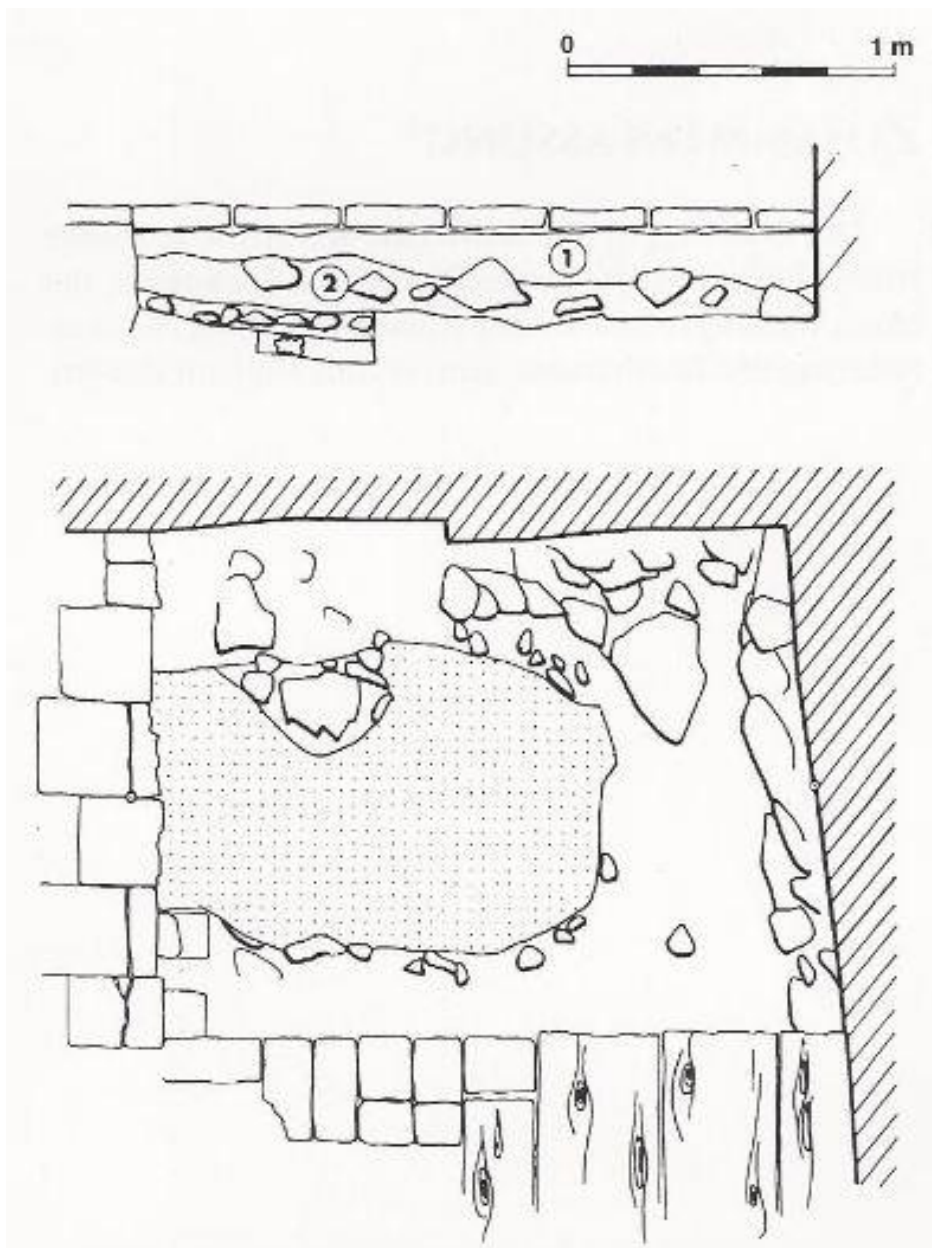
Obr. 6. - Kachel komorový – schéma.



Obr. 7 – Schéma členění středověkých kamen a terminologie kachlů podle jejich umístění v tělese.



Obr. 8 – Vnitřní dispozice domu (Hamoušův statek).



Obr. 9. – Situace archeologického výzkumu (Hamousův statek)



Obr. 10. – Historická kachlová kamna (Hamousův statek).



Obr. 11 – Kachle pro výrobu kamen v Hamousově statku



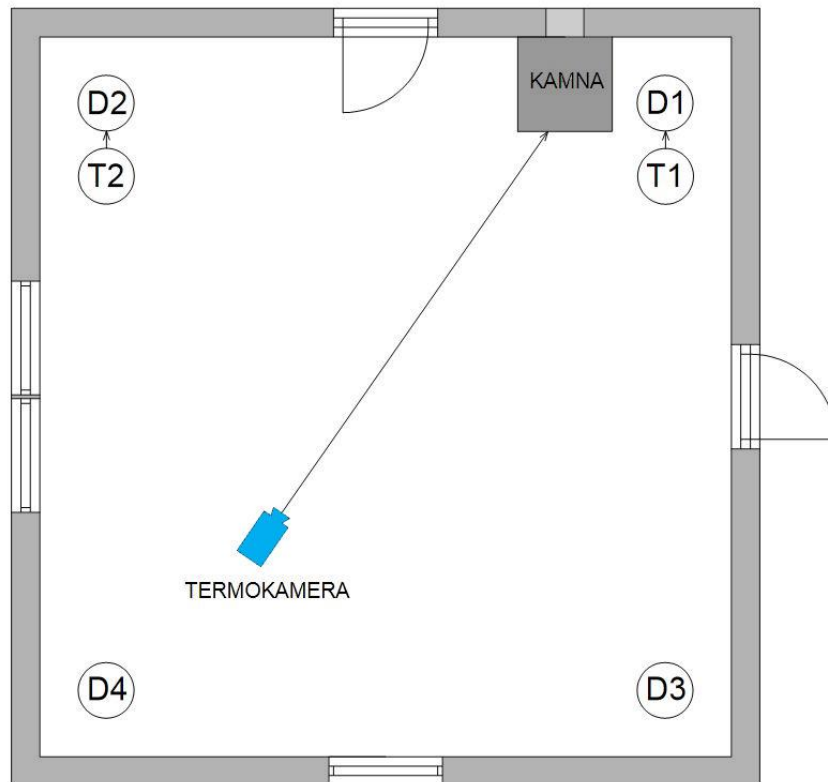
Obr. 12. - Výstavba soklu pod kachlovými kamny.



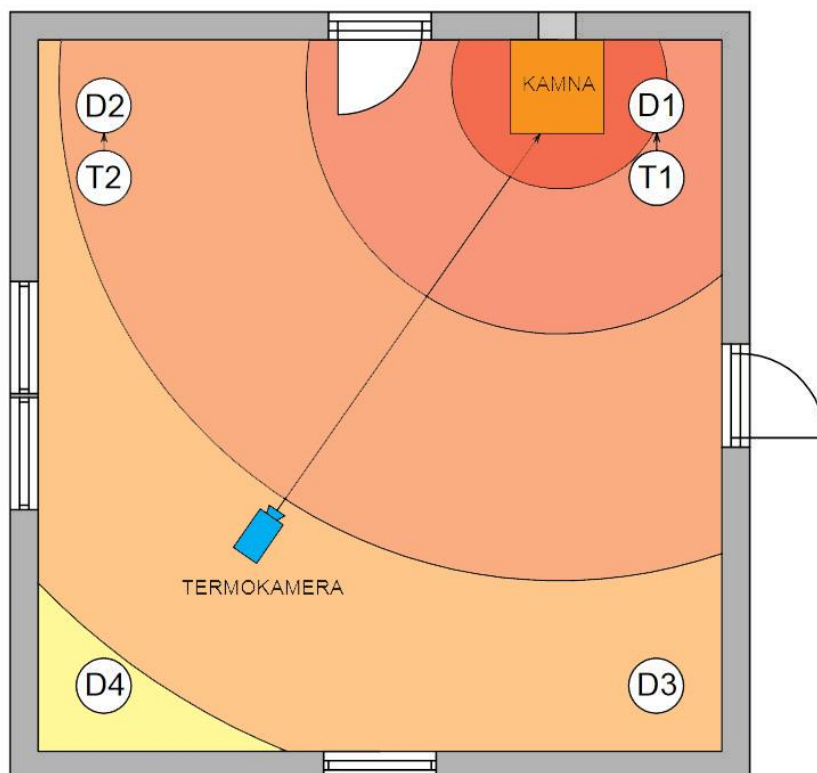
Obr. 13. – Výstavba soklové části kachlových kamen.



Obr. 14. – Zpevnění kachlových kamen šamotovými cihlami.



Obr. 15. – Rozmístění měřicích přístrojů v místnosti.



Obr. 16. – Zobrazení šíření tepla směrem od kamen.



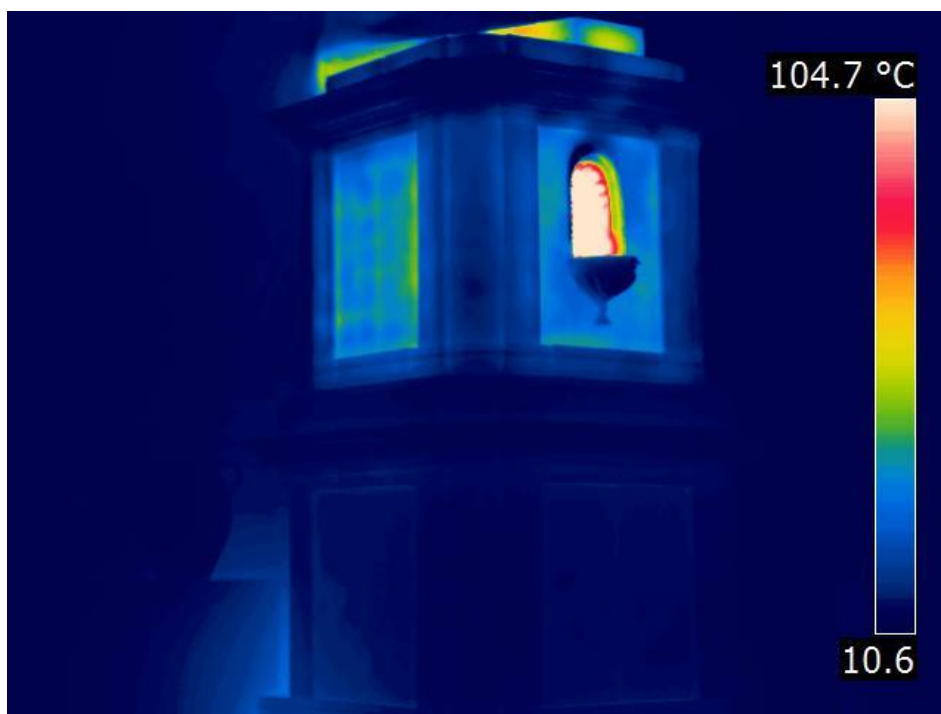
Obr. 17. – Pohled na Hamousův statek.



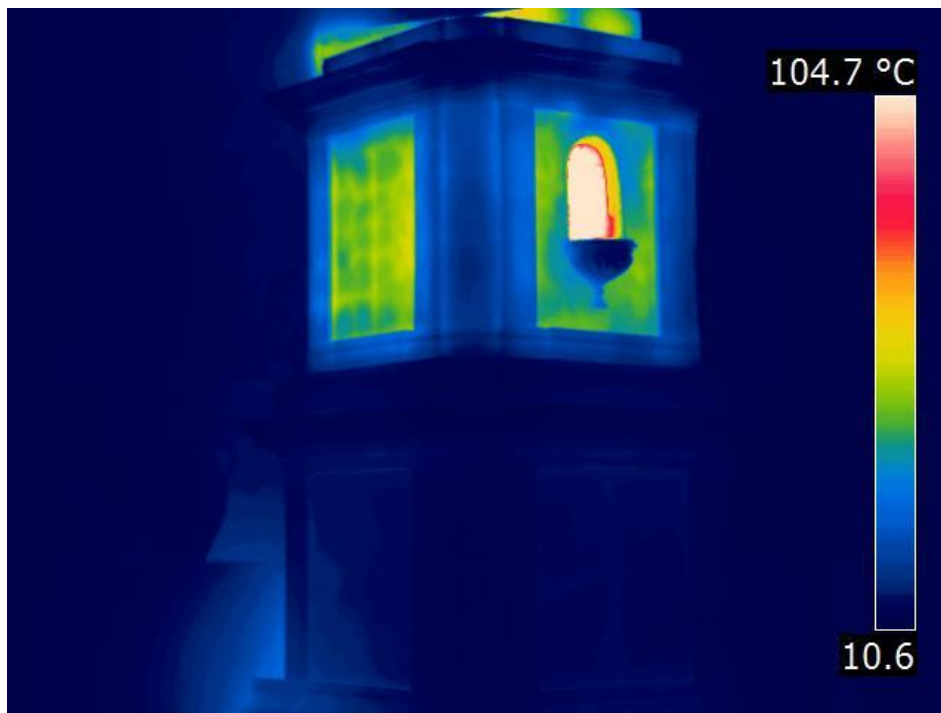
Obr. 18. – Způsob umístění teploměrů a dataloggerů.



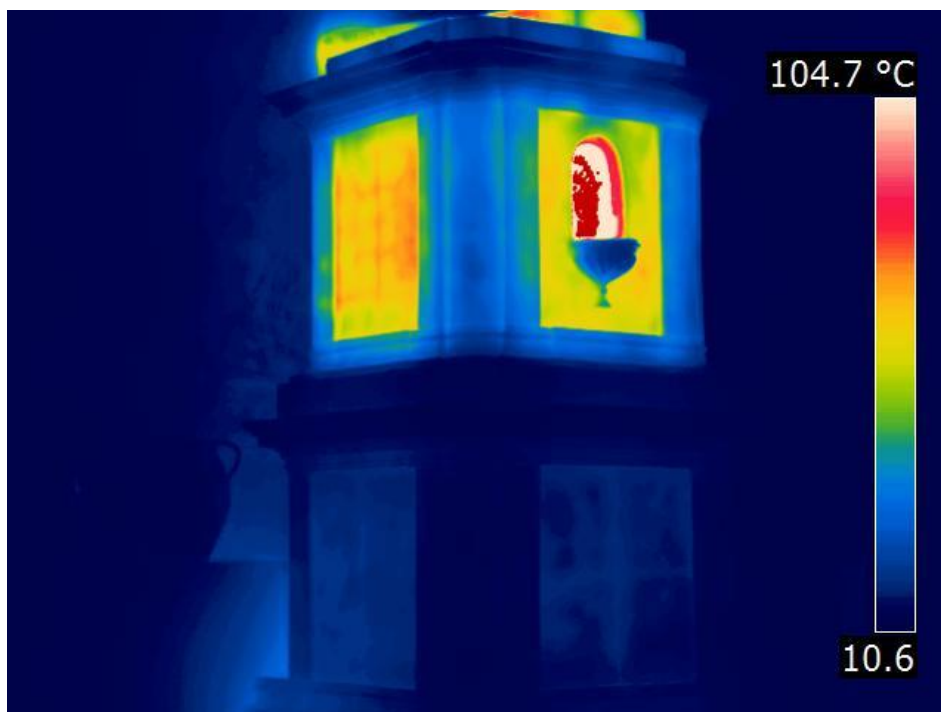
Obr. 19. – Termo-snímek (8:00).



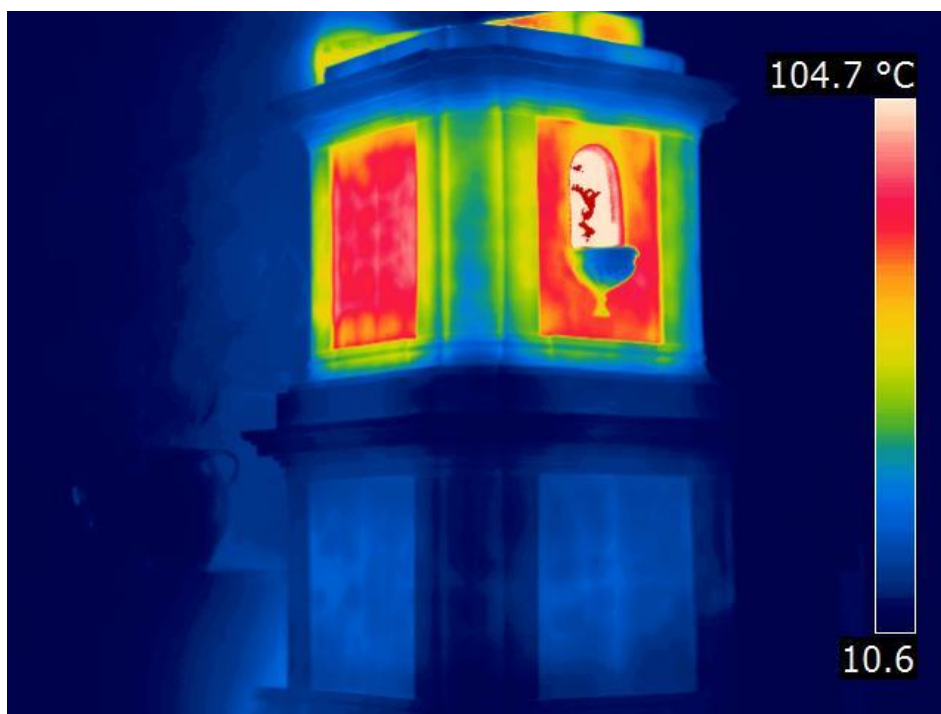
Obr. 20. – Termo-snímek (9:00).



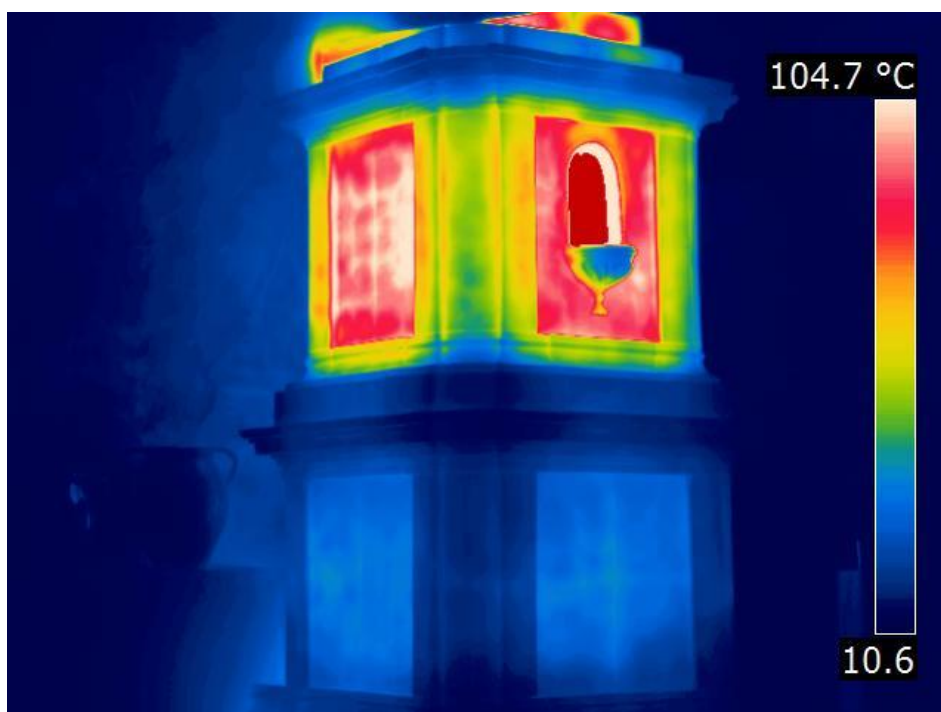
Obr. 21. – Termo-snímek (9:15).



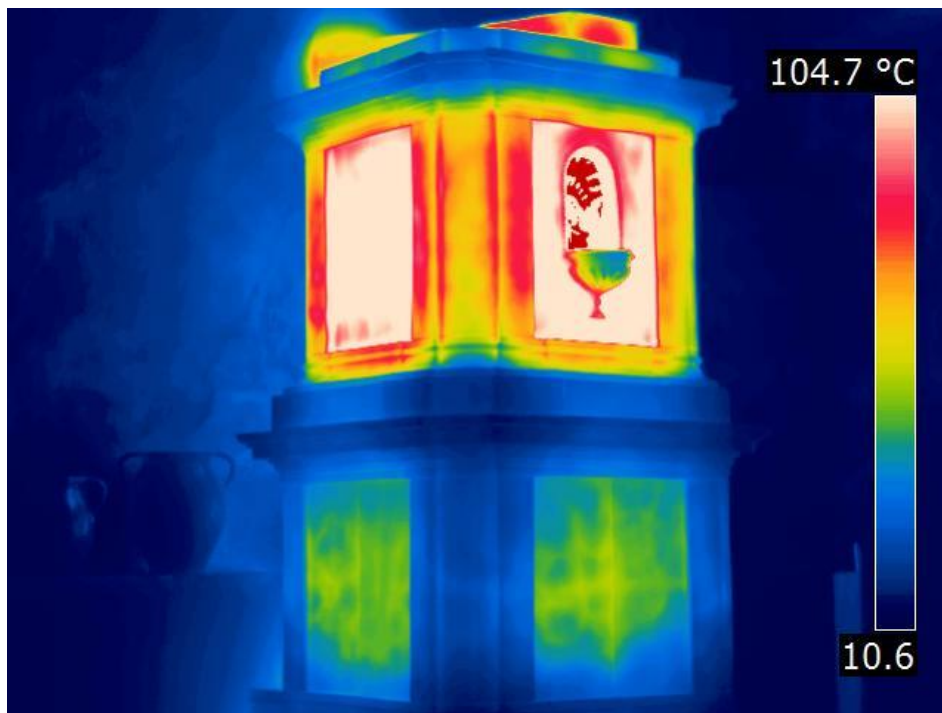
Obr. 22. – Termo-snímek (9:30).



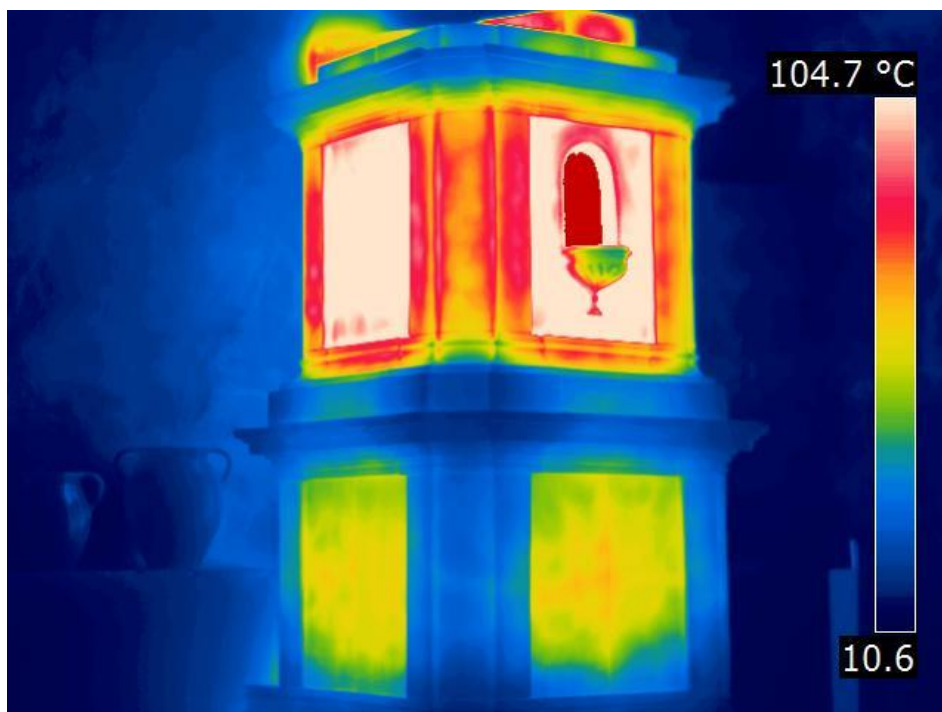
Obr. 23. – Termo-snímek (9:45).



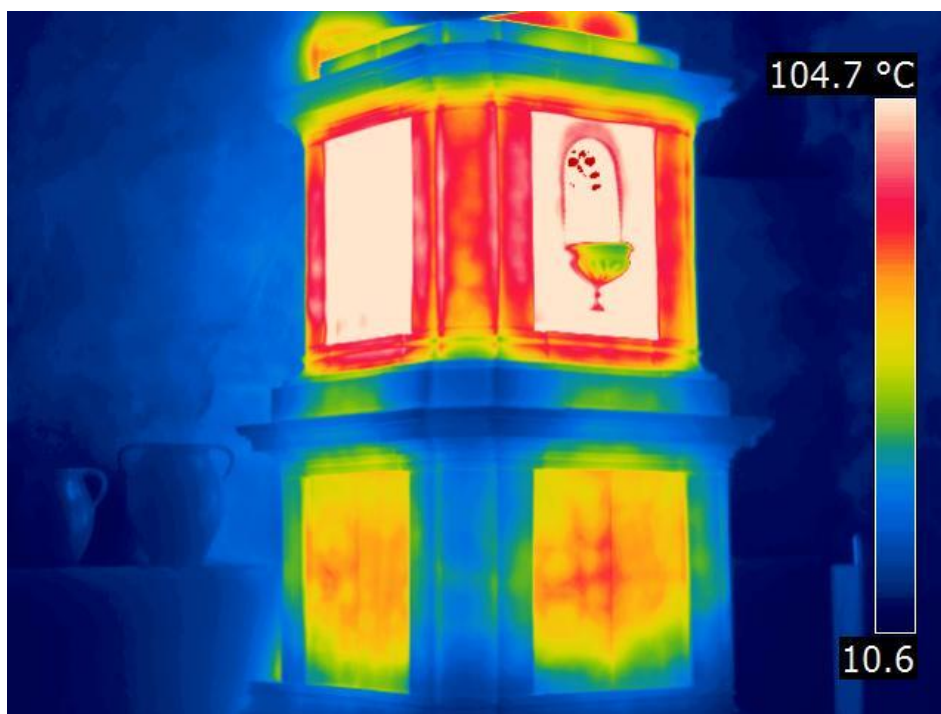
Obr. 24. – Termo-snímek (10:00).



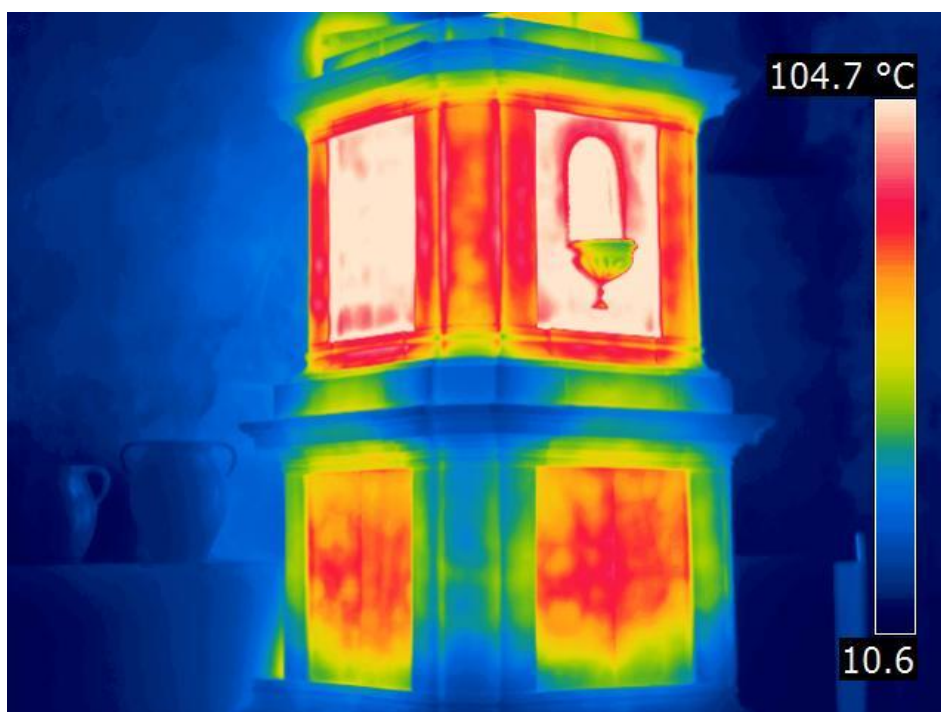
Obr. 25. – Termo-snímek (10:30).



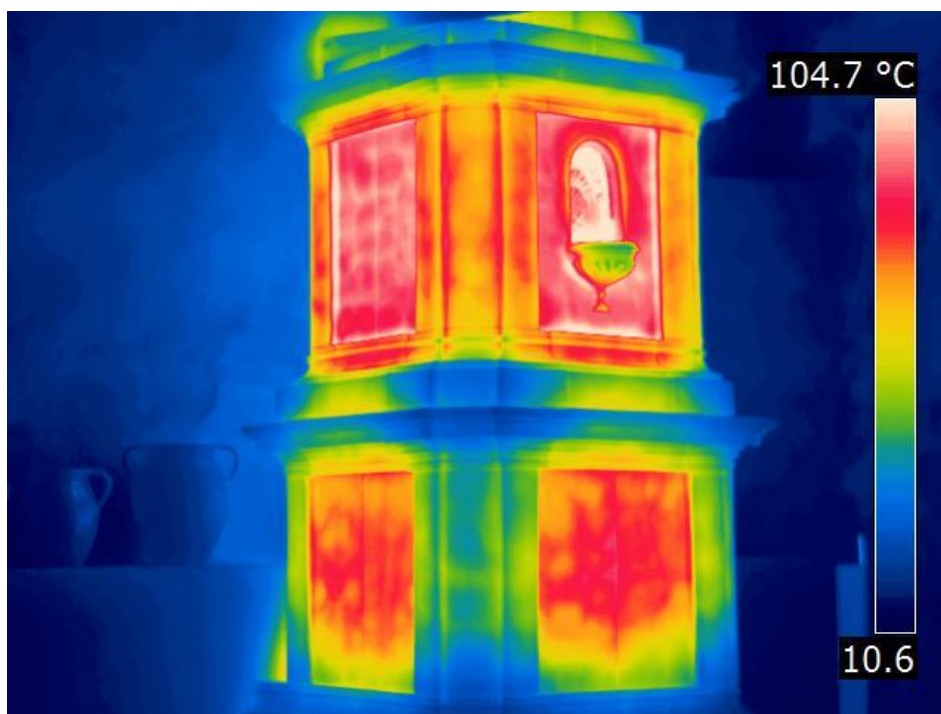
Obr. 26. – Termo-snímek (11:00).



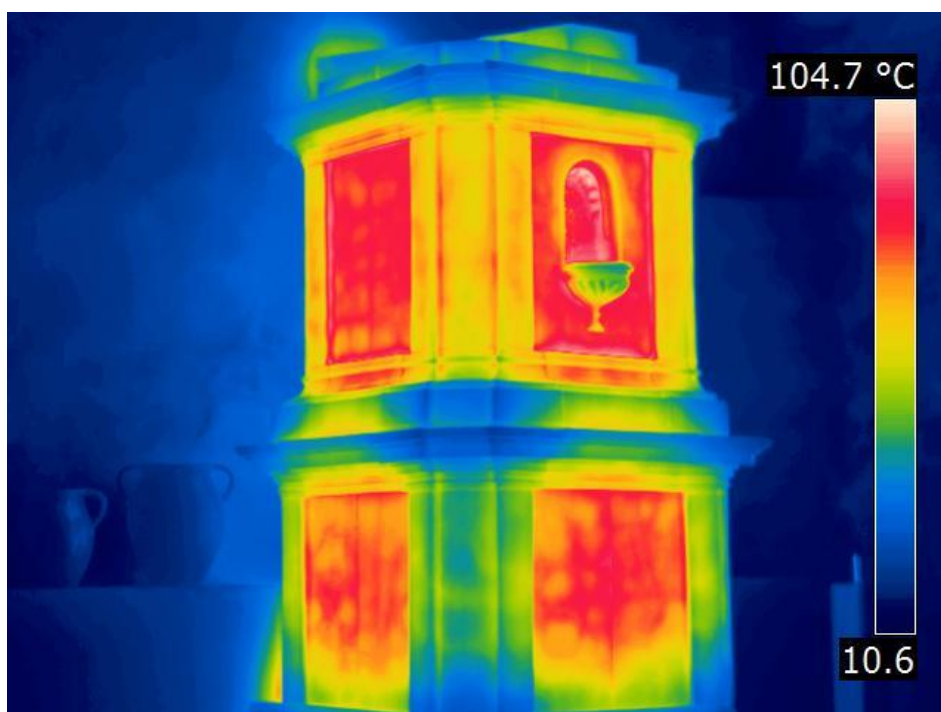
Obr. 27. – Termo-snímek (11:30).



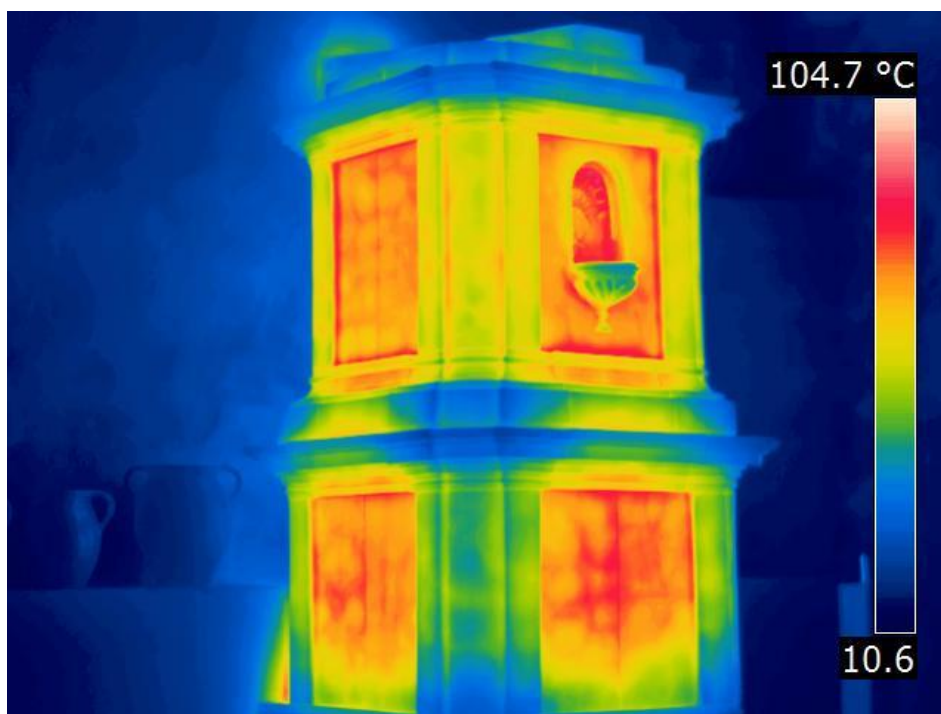
Obr. 28. – Termo-snímek (12:00).



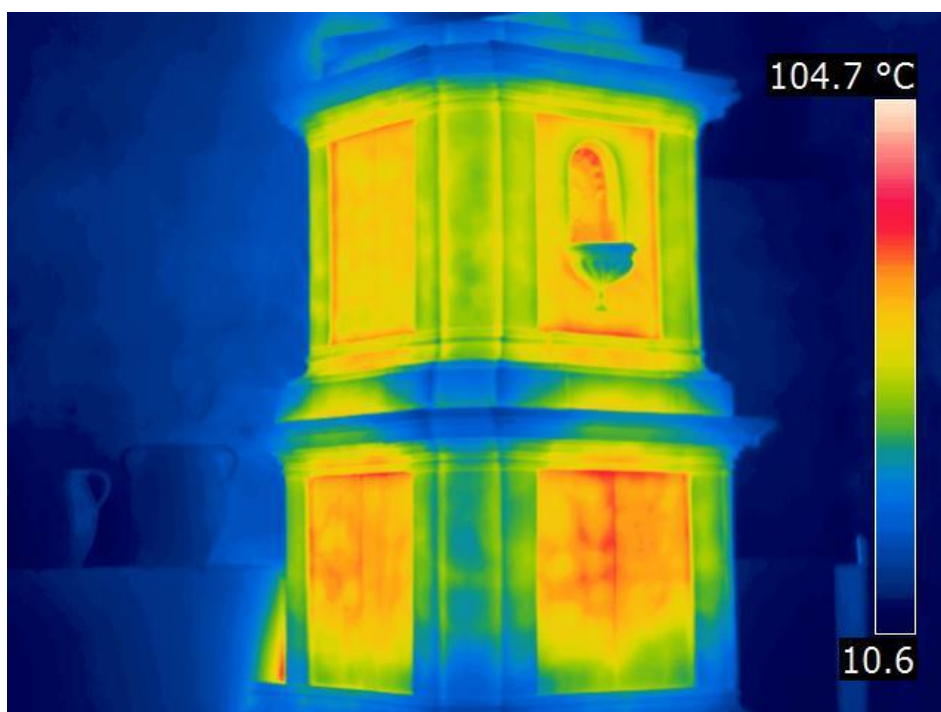
Obr. 29. – Termo-snímek (12:30).



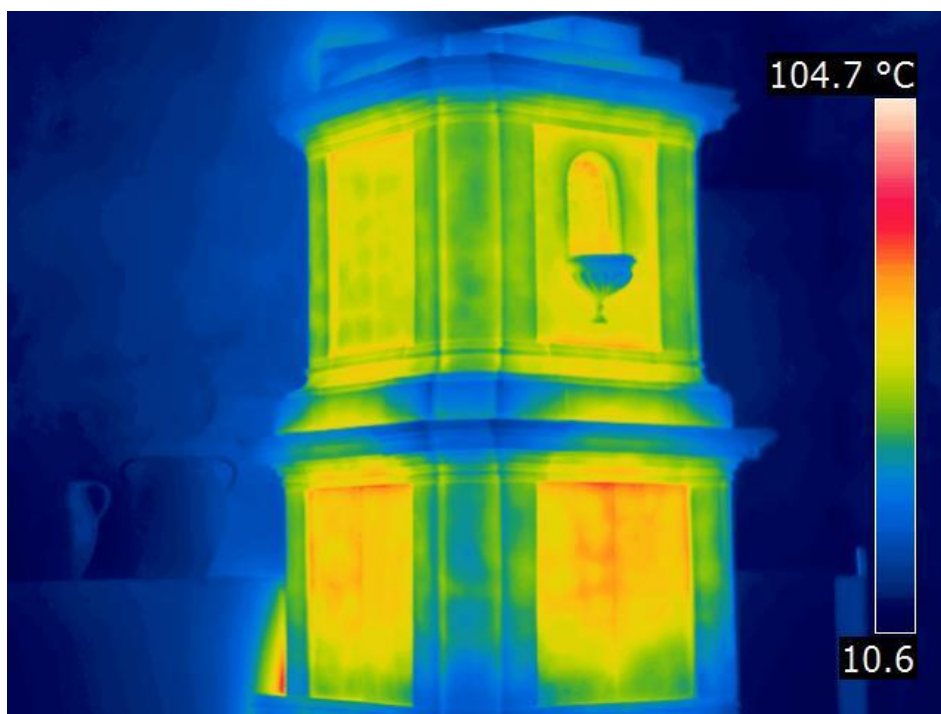
Obr. 30. – Termo-snímek (13:00).



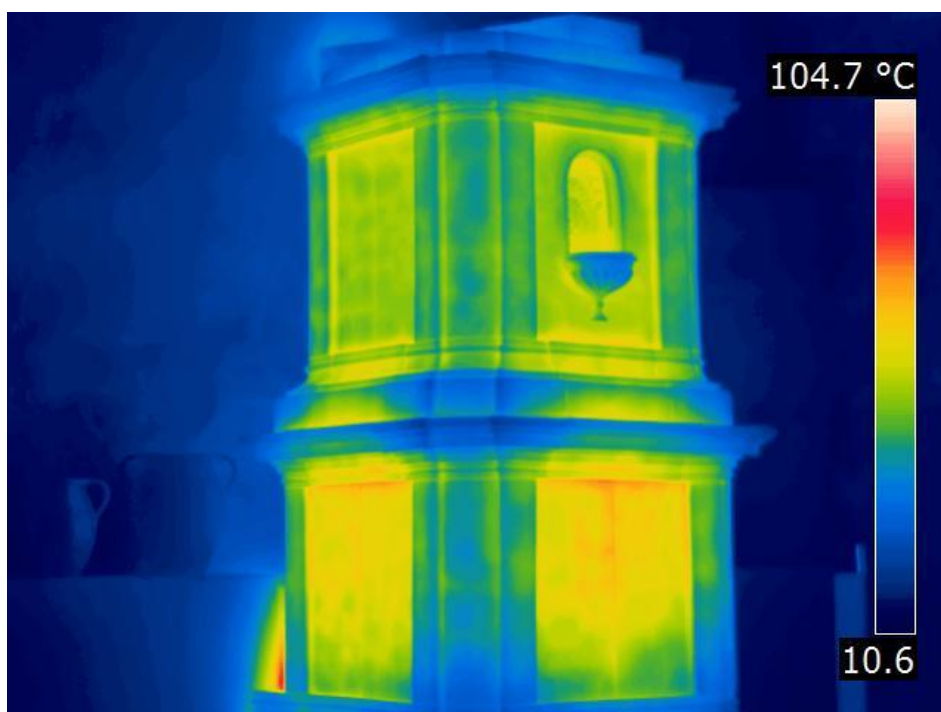
Obr. 31. – Termo-snímek (13:30).



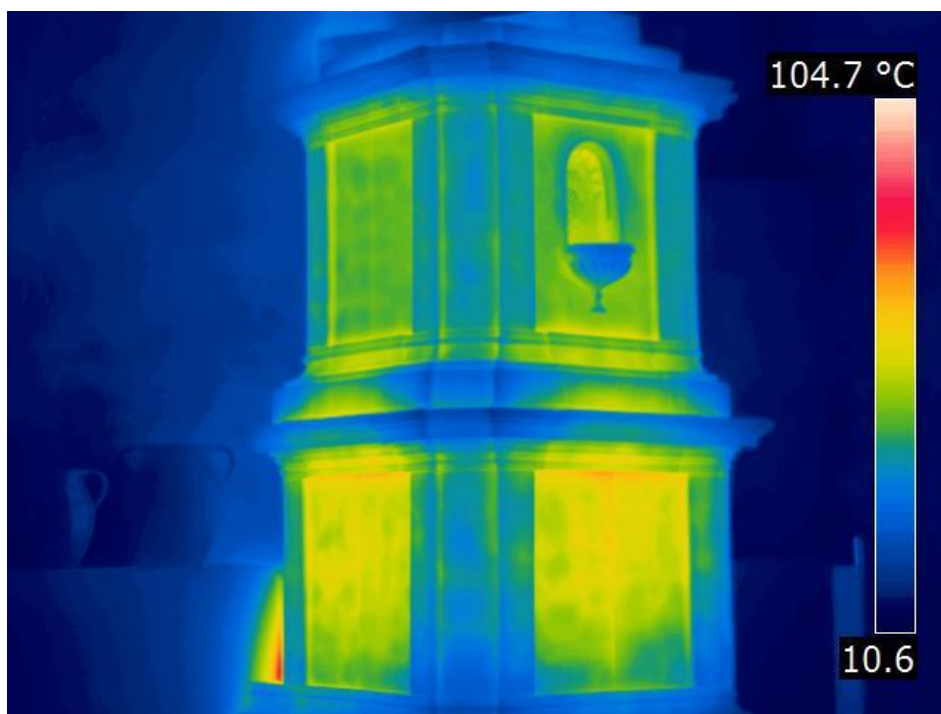
Obr. 32. – Termo-snímek (14:00).



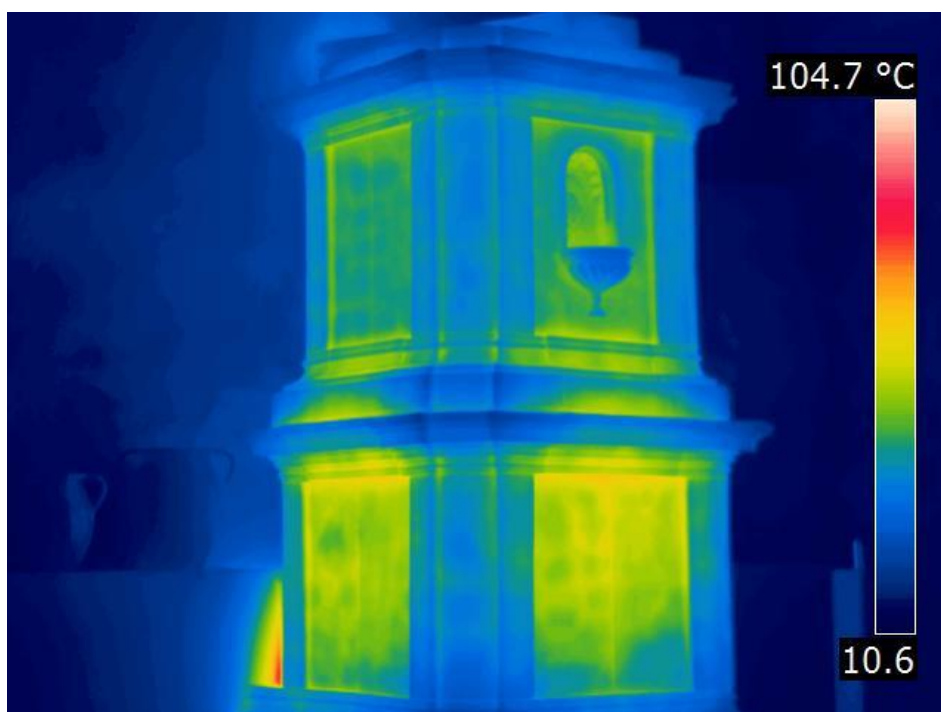
Obr. 33. – Termo-snímek (14:30).



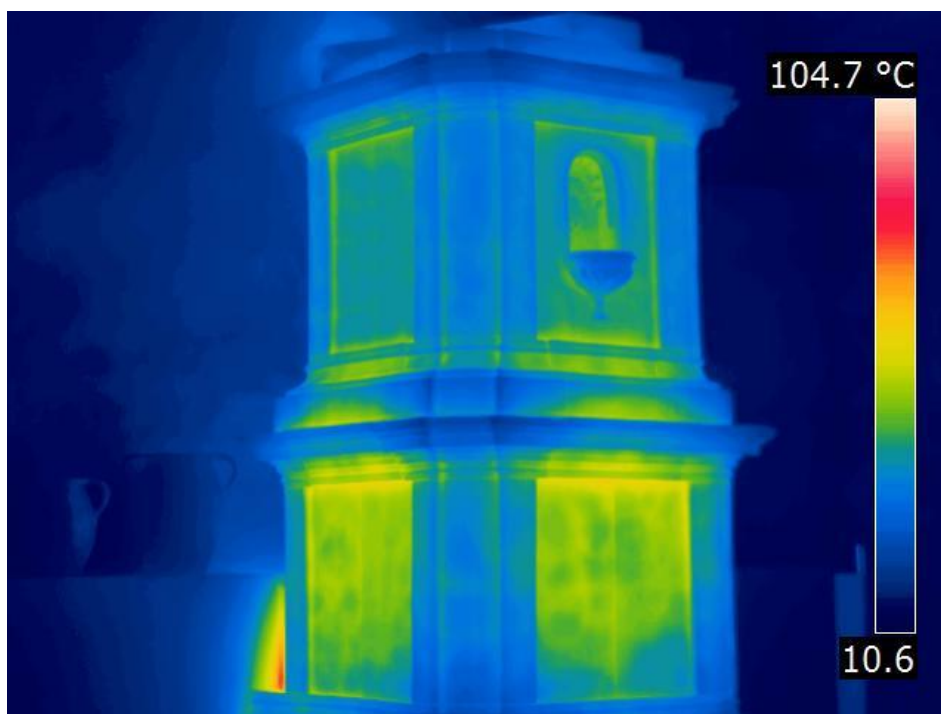
Obr. 34. – Termo-snímek (15:00).



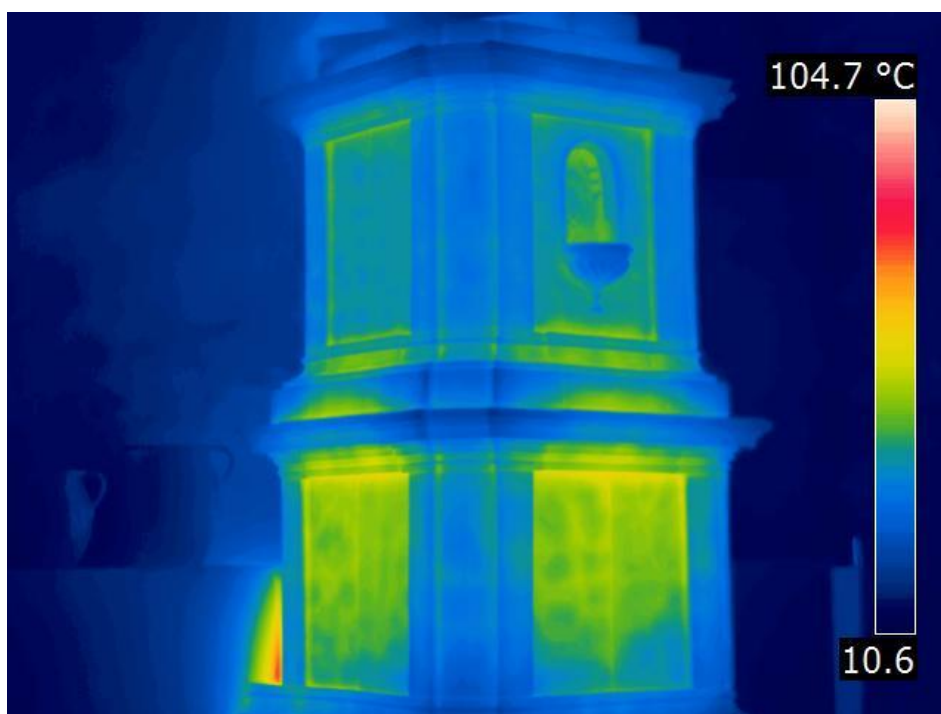
Obr. 35. – Termo-snímek (15:30).



Obr. 36. – Termo-snímek (16:00).



Obr. 37. – Termo-snímek (16:30).



Obr. 38. – Termo-snímek (17:00).