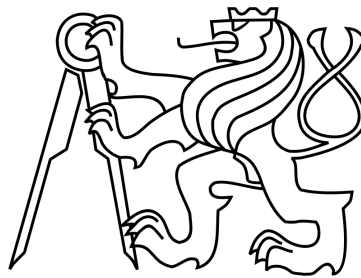


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technologie staveb



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Zhodnocení realizace hliněných omítek

Bc. Jan Redlich

2018

Ing. Michal Procházka, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze 20. května 2018

Bc. Jan Redlich

Poděkování

Rád bych poděkoval především celé své rodině a přítelkyni, kteří mi po celou dobu mého studia na vysoké škole byli trpělivou oporou a vytvářeli výborné podmínky pro studium.

Dále chci poděkovat za trpělivost, cenné rady a odborné vedení svému vedoucímu diplomové práce Ing. Michalovi Procházkovi, Ph.D. Poděkování patří také Studentské grantové soutěži za udělení grantu č. SGS17/009/OHK1/1T/11, bez kterého by tato práce nevznikla.



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Redlich</u>	Jméno: <u>Jan</u>	Osobní číslo: <u>410076</u>
Zadávací katedra: <u>K122 Katedra technologie staveb</u>		
Studijní program: <u>N3607 Stavební inženýrství - navazující</u>		
Studijní obor: <u>3607T045 Příprava, realizace a provoz staveb</u>		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Zhodnocení realizace hliněných omítek</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Clay plasters realization assessment</u>	
Pokyny pro vypracování: Podílet se na plánování a realizaci výstavby experimentálního objektu v rámci projektu SGS. Stanovit postupy měření spotřeby zdrojů při realizaci hliněných omítek na tomto objektu. Provést měření v reálných podmínkách na experimentálním objektu. Vyhodnotit data. Provést diskusi výsledků a pokusit se potvrdit či vyvrátit hypotézy. Stanovit doporučení pro praxi a pro další postup výzkumu.	
Seznam doporučené literatury: SUSKE, Petr: Hliněné domy novej generácie JONES, Barbara: Building with Straw Bales MINKE, Gernot: Building with Earth	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>Ing. Michal Procházka, Ph.D.</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>1.3.2018</u>	Termín odevzdání diplomové práce: <u>20.5.2018</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
_____	_____
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

_____	_____
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

Obsah

ÚVOD	9
1 HLÍNA VE STAVEBNICTVÍ	11
1.1. Úvod k ekologickým stavebním materiálům	11
1.2. Hlína jako stavební materiál	13
1.3. Hliněné omítky	18
1.4. Dělení hliněných omítek	19
1.4.1. Exteriérové omítky.....	19
1.5. Interiérové omítky	20
1.5.1. Výroba.....	23
1.5.2. Aplikace	26
2 NORMOVÁNÍ SPOTŘEBY PRÁCE	30
1.6. Členění pracovního procesu	32
2.2. Členění spotřeby času	34
2.3. Studium práce a měření spotřeby času	36
2.3.1. Metody studia práce	36
2.3.2. Metody zjišťování spotřeby času	37
2.4. Postup měření spotřeby času	39
2.5. Druhy časových studií	40
2.5.1. Snímek pracovního dne.....	40
2.5.2. Momentové pozorování	41
2.5.3. Snímky operace.....	42
3 CÍLE	44
4 HYPOTÉZY	45
5 METODY	46
6 PRAKTICKÁ ČÁST	47

6.1. Příprava experimentu.....	47
6.1.1. Vývoj a vliv ostatních účastníků experimentu.....	47
6.1.2. Výběr zdrojů materiálu	49
6.1.3. Přípravenost podkladu.....	50
6.1.4. Nákladové hledisko.....	51
6.1.5. Časové hledisko	52
6.1.6. Místní podmínky pracoviště.....	52
6.2. Realizace	53
6.2.1. Workshop I.....	53
6.2.2. Workshop II	58
6.2.3. Workshop III	62
6.3. Analýza získaných dat	65
6.3.1. Spotřeba času při provádění hliněných omítek	65
6.3.2. Spotřeba času při přípravě materiálu.....	71
6.4. Zhodnocení provedených prací	75
6.5. Doporučení pro další postup	77
ZÁVĚR.....	79
Příloha 1 – Vyhodnocení spotřeby času při provádění hliněného podhozu	81
Příloha 2 – Vyhodnocení spotřeby času při provádění vyrovnávací vrstvy	82
Příloha 3 – Vyhodnocení spotřeby času při provádění hrubých omítek	83
Příloha 4 – Vyhodnocení spotřeby času při provádění jemných omítek	84
Příloha 5 – Přehled nutných a celkových spotřebovaných časů	85
POUŽITÁ LITERATURA.....	86
SEZNAM OBRÁZKŮ	89
SEZNAM TABULEK	91
SEZNAM GRAFŮ	92

Anotace

Zhodnocení realizace hliněných omítek

Práce se věnuje problematice provádění hliněných omítek na experimentálním slaměném objektu. Zaměřuje se na spotřebu času v průběhu samotné realizace omítek. Rozlišuje při tom rozdílnou úroveň kvalifikace pracovníků a rozdílné použité materiály. Dále je pozornost věnována spotřebě času během procesu přípravy materiálu hliněných omítek z lokálních surovin.

Klíčová slova

hlína, hliněné omítky, spotřeba času

Abstract

Clay plasters realization assesment

The thesis deals with the realization of clay plasters on an experimental straw bale building. It focuses on time consumption during the actual rendering. It distinguishes between the different levels of qualification of workers and the different materials used. Further attention is paid to the time consumption during the process of preparation of clay plaster material from local raw materials.

Keywords

clay, clay plasters, time consumption

ÚVOD

S rostoucím povědomím o dopadech lidské činnosti na životní prostředí lze pozorovat zvyšující se snahy tyto negativní vlivy snižovat. Tato snaha v praxi často vede k hledání a vývoji nových materiálů a technologií, k jejichž výrobě či provozu je nižší spotřeba neobnovitelných zdrojů, případně vzniká méně odpadu. Další možností, jak snížit ekologickou náročnost výroby, je větší využívání přírodních materiálů s krátkou dobou obnovy či přeměna odpadů na opětovně použitelné materiály.

Stavebnictví v tomto trendu není žádnou výjimkou, což má za důsledek m. j. rostoucí využívání přírodních materiálů, jako je dřevo, sláma či hlína. Za pozornost stojí zejména jejich použití způsoby, které lze s jistou nadsázkou označit za historické. Významným pozitivem těchto jednoduchých postupů je často možnost použití materiálu v jeho přírodní podobě.

V této práci je pozornost zaměřena na hliněné omítky, jejichž použití lze dohledat již v dávné minulosti. Postupem času však byly nahrazovány omítkami vápennými, vápenocementovými či sádrovými. Jejich uplatnění se tak našlo zejména při opravách a rekonstrukcích historických budov. V poslední době však narůstá počet případů jejich aplikace i na nově postavených objektech. Zájemce o takové omítky však často naráží na nedostatek zkušených zhotovitelů, případně jej od nich odradí vyšší cena realizace. Tyto důvody poté mohou vést stavebníka k provedení hliněných omítek svépomocí. Před tím čerpá stavebník informace o vhodných materiálech a pracovních postupech z populární literatury či internetu. Často také jako zdroj informací a zkušeností slouží pracovním vzdělávacím workshopům. Na nich si zájemci mohou vyzkoušet práci s materiálem či jeho přípravou ze základních složek, které lze získat přímo ze stavebního pozemku či jeho okolí. Je však otázkou, zda zkušenosti na těchto workshopech získané vedou k významnějšímu zefektivnění vlastního výrobního procesu.

Taktéž je otázkou, co vede k malému zájmu zhotovitelů o hliněné omítky, když postupy pro jejich realizaci jsou srovnatelné s běžně používanými materiály. Je to snad vyšší pracnost při jejich provádění? Nebo je odrazuje požadavek některých investorů, aby místo průmyslově vyrobené suché směsi, kterou stačí před použitím

smíchat ve správném poměru s vodou, používali materiál namíchaný z místních zdrojů?

Právě tyto otázky se snaží následující text zodpovědět. Autor se v něm věnuje zkoumání spotřebovaného času při provádění hliněných omítek pracovníky s různou úrovní zkušeností. Zároveň podrobuje zkoumání vliv použitého materiálu na celkové množství spotřebovaného času v průběhu realizace. Zvláštní pozornost je věnována technologickým postupům přípravy materiálu z lokálních surovin a stanovení jejich časové náročnosti. Z této práce pak mohou čerpat poznatky jak stavebníci a laická veřejnost, tak i případní zhotovitelé.

1 HLÍNA VE STAVEBNICTVÍ

1.1. Úvod k ekologickým stavebním materiálům

Pojem ekostavba, někdy též přírodní stavba, není definován právní či jinou normou, jako spíše přístupem k jejich navrhování, výstavbě a provozu, který vychází z principů trvale udržitelného rozvoje. Tím je myšlen „*takový rozvoj, který současným i budoucím generacím zachovává možnost uspokojovat životní potřeby a přitom nesnižuje rozmanitost přírody a zachovává přirozené funkce ekosystémů.*“¹ Znamená to zejména přijímat postupy a řešení, které ve svém důsledku vedou především ke snížení spotřeby neobnovitelných či pomalu obnovitelných zdrojů, energií, pitné vody, ke snížení produkce nerecyklovatelných odpadů a emisí CO₂. Zároveň je cílem optimalizovat náklady během výstavby a provozu budovy při zachování požadované kvality stavby a volit materiálová a technologická řešení trvanlivá, s dlouhou životností. Nezbytným cílem je zvyšování kvality a bezpečnosti prostředí uvnitř i vně budovy, tedy např. zajištění tepelného či akustického komfortu, splnění požadavků na větrání, hygienu, požární a provozní bezpečnost aj.²

Jako vodítko lze použít tzv. analýzu životního cyklu (Life Cycle Analysis – LCA) pro jednotlivé použité materiály, stavební prvky či celou stavbu. Tato analýza hodnotí dopad použitého materiálu na životní prostředí, přičemž se mu věnuje od jeho vzniku, přes montáž, užívání až po likvidaci. Pro „zelené“ materiály platí, že:

- během svého životního cyklu nevypouštějí těkavé organické látky (VOC), či je uvolňují jen minimálně,
- mají nízké emise toxických, karcinogenních či dráždivých chemikálií,
- jsou prosty toxických materiálů, jako jsou chlor, olovo, rtuť, arsen, asbest, polyetylen, PVC, ftaláty, fenoly či formaldehyd.³

¹ §6 zákona č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů

² HÁJEK, Petr. Udržitelná výstavba budov a její uplatňování ve střední Evropě. *Časopis stavebnictví*, 2007, č. 11-12

³ SHETH, Dr. SUSTAINABLE BUILDING MATERIALS USED IN GREEN BUILDINGS. *ResearchGate* [online]. © ResearchGate [cit. 3.4.2018]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/295796118_SUSTAINABLE_BUILDING_MATERIALS_USED_IN_GREEN_BUILDINGS

Je též vhodné používat materiály rostlinného původu s dobou sklizně 10 let či méně. Takové materiály jsou označovány jako rychle obnovitelné. Jako příklad lze uvést rychle rostoucí dřeviny (smrk, borovice, bambus), slámu, odpadní bavlnu aj.

Velmi vhodné je používat i materiály recyklované, ať již svým původem stavební (cihly, betonový recyklát) či zcela odlišné (granulát z pneumatik).⁴ Recyklací se u materiálů, u kterých nelze plně získat původní suroviny či z nich znovu vyrobit tytéž výrobky, výrazně snižuje celkový dopad na životní prostředí během jejich životního cyklu.

Jelikož jsou v LCA analýze hodnoceny všechny aspekty doprovázející životní cyklus materiálu, je nutné věnovat pozornost i místu jejich vzniku a místu jejich zpracování, a to zejména s ohledem na dopravu materiálu. Pro minimalizaci negativního dopadu dopravy na životní prostředí je vhodné používat pokud možno materiály místní, nebo zvolit šetrnější způsob dopravy. Za jistých okolností tak může mít použití konvenčního materiálu menší dopad na životní prostředí než užití jeho ekologické alternativy.

Na základě výše uvedeného lze jako vhodné materiály pro ekostavby označit např.:

- místní rychle rostoucí dřevo a výrobky z něj,
- slámu,
- místní hlinu a kamenivo.

Tyto materiály patří mezi nejstarší stavební materiály vůbec. Ve východní Evropě byly při vykopávkách odkryty hliněné konstrukce staré 8000 let, část Velké čínské zdi je též tvořena hlinou.⁵ Nejstarší zachovalou dřevěnou stavbou je komplex Horyuji v Japonsku (výstavba 6. - 9. stol.).⁶ Sláma byla v afrických stepích používána již v době paleolitu (cca 1,8 milionu let př. Kr.). Jako střešní krytina byla sláma tradičně používána v severní Evropě, Rusku, v severní části východní Asie

⁴ Jak se recyklují pneumatiky. *TŘÍDENÍODPADU.CZ* [online]. © 2007 – 2018 [cit. 3.4.2018]. Dostupné z: <https://www.trideniodpadu.cz/jak-se-recykluji-pneumatiky>

⁵ ROGUE, Conrad. *House of Earth: A Complete Handbook for Earthen Construction*. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016. S. 5

⁶ Horyuji Temple. *japan-guide.com* [online]. © 1996-2018 [cit. 3.4.2018]. Dostupné z: <https://www.japan-guide.com/e/e4104.html>

a v Japonsku. V Evropě jsou slaměné doby staré 200 let a větší návrat slámy započal v Nebrasce koncem 19. století.⁷

Ačkoliv by se mohlo zdát, že se jedná o materiály z části již překonané, opak je pravdou a opět je jim věnována pozornost. Nejde přitom jen o novostavby, ale také o rekonstrukce historických budov. O hliněných stavbách např. hovoří doc. Ivana Žabičková z VUT v Brně takto: „*Hliněné domy, které zůstaly na vesnicích, tak jsou buď domy běžné, které jsou užívány, byly opravovány a mají břízkolitové omítky. Kolemjdoucí vůbec netuší, že je to hliněný dům. Ty, které zůstaly bez delších oprav anebo opravy byly prováděny citelně, tak jsou obyčejně zařazeny do památkového fondu. To jsou vzácné domy, protože vlastně v posledních sto letech, kdy se hlína nepoužívala, tak se domy místo oprav pouze bouraly. A přesto, že říkáme, že už jich nezbylo moc, pořád jsou to ještě tisíce domů.*“⁸ A právě hlíně jakožto primárnímu stavebnímu materiálu je věnován následující text.

1.2. Hlína jako stavební materiál

Pokud hovoříme o hlíně jako stavebním materiálu, je tím zpravidla myšlena směs jílu, písku a případně dalších plniv (sláma, konopí, vepřové štětiny⁹) či přísad (vápno, koňský trus, polymery). Jíl je hlavním důvodem, proč je hlína vhodným stavebním materiálem. Pokud se smísí s vodou, stává se plastickým, jeho částičky nabobtnají, roztáhnou se a lepí se k sobě navzájem a i ke svému okolí. Po vyschnutí vytvrdne a opět se smrští a může praskat. To je zčásti důvodem, proč je do směsi přidáván písek a případně sláma. Malá pevná zrnka písku dodávají celku formu a pevnost. Sláma pomáhá zvyšovat pevnost materiálu v tahu a snižovat vznik trhlin během jeho vysychání.¹⁰ Další přísady jako např. jalový tvaroh, lněnoolejná fermež či kravský hnůj¹¹ slouží především ke zvyšování odolnosti materiálu proti vodě či ke

⁷ MARKS, Leanne. Straw-Bale as a Viable, Cost Effective, and Sustainable Building Material for Use in Southeast Ohio. *Ohio University* [online]. © 2007 [cit. 3.4.2018]. Dostupné z: <http://etd.ohiolink.edu/>

⁸ *Náš venkov*, Život v hlíně. TV, ČT 2. 8. března 2017. Dostupné také z:

<http://www.ceskatelevize.cz/porady/1097944695-nas-venkov/310281381880013-zivot-v-hline/>

⁹ ŠKABRADA, Jiří. *Lidové stavby: Architektura českého venkova*. Praha: Argo, 1999. S. 85

¹⁰ ROGUE, Conrad. *House of Earth: A Complete Handbook for Earthen Construction*. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016. S. 20

¹¹ MINKE, Gernot a Friedemann MAHLKE. *Stavby ze slámy: jak pořídit z balíků slámy standardní dům*. 1. české vyd. Ostrava: HEL, 2009. S. 58

zkvalitnění finálního povrchu. Použití jednotlivých složek směsi a jejich poměry závisí zejména na tom, pro jakou konstrukci a jaký způsob výstavby je směs určena.

Výběr z historicky i aktuálně používaných technik hliněného stavitelství je uveden níže.

Nakládání stěny

Nakládání stěny, nebo tzv. lepenice, jsou nosné stěny tvořené směsí jílovité zeminy, písku a slaměné řezanky.¹² Směs byla tradičně míchána na zemi buď pomocí nohou, nebo se na plochu nahnal dobytek, který ji kopyty promísil do výsledné lepivé těstovité konzistence. Takto zpracovaná směs je přímo kladena na stěnu ve vrstvách cca 20-30 cm. Během výstavby vždy předchozí vrstva vysychá, než je na ní položena nová, vlhká vrstva. Pro udržování roviny lze vždy vrstvu seříznout pilou či mačetou.¹³ Jelikož je materiál zpracováván vlhký a bez bednění, lze takto dosáhnout i organických, zaoblených tvarů.

Jedná se o jednu z nejstarších technik hliněného stavitelství. Dodnes stojícím důkazem může být např. město Shibam v jižním Yemenu staré 500 let, kde takto vystavěné budovy mají i šest nadzemních podlaží.¹⁴ V Británii jsou zachovány převážně hospodářské budovy z 16. až 19. století.

Dusaná hlína

Dusaná hlína je technika, při které se lehce zavlhklá hliněná směs dusala do dřevěného bednění. Dusání, či též pěchování, bylo prováděno ručním dřevěným pěchem ve vrstvách cca 5-15 cm. Zvláštní pozornost bylo nutno věnovat hutnění při povrchu stěny tak, aby se zvýšila odolnost stěny vůči klimatickým vlivům.¹⁵ Jednotlivé vrstvy je před posunutím bednění nutné nechat částečně vyschnout. Kvůli tomu je především na našem území tato technika časově náročná a historicky nebyla příliš populární. I při použití mechanického dusadla je tato technika časově

¹² VAŘEKA, Josef a Václav FROLEC. *Lidová architektura*. 2. přepracované vyd. Praha: Grada Publishing, 2007. S. 144

¹³ ROGUE, Conrad. *House of Earth: A Complete Handbook for Earthen Construction*. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016. S. 20

¹⁴ Shibam. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida): Wikipedia Foundation, upraveno 15.5.2018 [cit. 17.5.2018]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Shibam>

¹⁵ Tradiční technologie. *hlina.info* [online]. [cit. 3.4.2018]. Dostupné z: <http://www.hlina.info/cs/hlinene-stavitelstvi/hlina-stavebni-material/tradicni-technologie.html>

a finančně náročná a v současnosti se využívá zřídka, zejména pro designové vnitřní stěny a příčky.

Lehčená hlína

U této techniky tvoří hlavní materiál slaměná stébla dostatečně obalená jílem a pískem tak, aby k sobě přilnula. Takto připravená směs se poté lehce dusá do bednění ve stěnách, případně jako nedusaná může být použita jako izolace střechy. Slaměná stébla v sobě a mezi sebou uzavírají velké množství vzduchu, který slouží jako tepelná izolace. Jíl je pojí k sobě a zároveň lehce zvyšuje odolnost konstrukce proti požáru a škůdcům, zejména hlodavcům. Tento materiál nelze použít pro nosné konstrukce. Pokud je použit pro stěny, je tedy nutné nejprve zhotovit nosnou, zpravidla skeletovou konstrukci. Doporučeným materiálem pro skelet je dřevo, může však být i zděný či z jiných materiálů. Doporučená tloušťka stěny je 3-10 palců (cca 7,6-25,4 cm) tak, aby stěna zajistila dostatečnou tepelnou izolaci a zároveň stihla bezpečně vyschnout bez rizika rozvoje plísní uvnitř stěny. Je tedy nutné tloušťku stěny koordinovat s klimatickými podmínkami v místě a čase realizace.¹⁶

Válková stěna

Války jsou ručně tvarované válečky ze slámy a hliněné směsi. Ještě nevyschnuté se kladly do zdi našikmo v charakteristické klasové vazbě – opus spicatum.¹⁷ Převážně hospodářské stavby z válkového zdiva jsou k vidění např. na Hanácku.

Nepálené cihly

Nepálené cihly jsou u nás známy také jako vepřovice či vepříky. V zahraničí je užíván výraz „adobe“ nejen pro ně, ale i pro stavby z nich tvořené.¹⁸ Směs je tvořena jílovitou zeminou o dostatečné vaznosti a pískem, případně s přidanou slámou, plevami či mrvou. Pro stabilizaci lze do směsi přidat také cement či vápno.¹⁹ Směs se naplní do dřevěných forem, které se posléze odstraní a jednotlivé cihly se

¹⁶ ROGUE, Conrad. *House of Earth: A Complete Handbook for Earthen Construction*. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016. S. 93

¹⁷ ŠKABRADA, Jiří. *Lidové stavby: Architektura českého venkova*. Praha: Argo, 1999. S. 85

¹⁸ Adobe. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida): Wikipedia Foundation, upraveno 9.5.2018 [cit. 17.5.2018]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Adobe>

¹⁹ ČECHOVÁ, Dagmar. Nepálené cihly – přežitek, nebo revoluce? *Časopis Dřevo&Stavby*, 2011, č. 5

nechají na slunci zcela vyschnout. Do zdi se kladou na vazbu na tenkou vrstvu hliněné malty.²⁰

Tato technika byla používána téměř celosvětově, použita byla např. při výstavbě Velké čínské zdi.²¹ Na našem území se rozšířily zejména v 18. a 19. století, kdy dostali všichni poddaní právo vyrábět si nepálené cihly pro vlastní potřebu. Na rozdíl od výše uvedených materiálů jsou nepálené cihly dostupné také průmyslově vyráběné (např. cihelna Vysoké Mýto, cihelna Hrabčuk, Heluz, Claygar). Stejně tak je dostupná i hliněná malta (ProCrea[®], Heluz, Claygar).

Hliněné podlahy

Podlahy tvořené jen udusanou hlínou jsou pravděpodobně nejstarším typem podlah vůbec. V současnosti je tento výraz používán pro vrchní, zapravenou vrstvu hlíny o tloušťce cca 2 cm, ošetřenou zpravidla konopným olejem. Tato vrstva tvoří nášlapnou, „čistou“ podlahu a může být zhotovena jak na konvenční podklad (překližka, OSB desky, betonová anhydritová deska), tak na hlinito-kamenný podklad. Pokud je hlína použita jak v podkladních vrstvách („hrubé“ podlaze), tak ve finální nášlapné vrstvě, lze celé takové souvrství označit za hliněnou podlahu.

Podkladní souvrství dle C. Roguea tvoří (odspodu):

- drenážní vrstva (štěrk frakce min. 16/32, drcené sklo) tl. 5-15 cm,
- parozábrana (plastová folie, asfaltové pásy),
- tepelná izolace (drcená pemza, perlit, vermikulit, XPS),
- udusaný štěrk s hlínou (štěrk 0/16 s jílem) tl. 10-17 cm.²²

Čisté hliněné podlahy lze aplikovat na takto připravený, nebo i konvenční podklad, pokud je dostatečně stabilní (nepruží). Směs pro čistou podlahu tvoří přesátý písek, přesátý jíl a jemně sekaná sláma neboli slaměná řezanka. Písek lze použít jako pro jádrovou omítku (viz dále) frakce 0/2, stejně tak může ve směsi být více písku než jílu. Konkrétní poměry závisí na použitém jílu a doporučuje se provést konkrétní vzorky á 1 m².²³ U vzorku je hodnoceno, zda je zpracovatelnost a kvalita

²⁰ ROGUE, Conrad. *House of Earth: A Complete Handbook for Earthen Construction*. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016. S. 22

²¹ Tamtéž.

²² Tamtéž. S. 118

²³ Tamtéž. S. 120

dosaženého povrchu vyhovující a zda nedochází k nadměrné tvorbě trhlin při vysychání. I při ideální směsi může dojít k mírnému vzniku trhlin, ty je však možné zapravit stejnou směsí před finální povrchovou úpravou podlahy. Povrchová úprava spočívá v natírání rafinovaným lněným, konopným či obdobným olejem. Olej je doporučováno před aplikací mírně ohřát a nátěr provést ve třech až sedmi vrstvách s pauzami na alespoň částečné zaschnutí předešlé vrstvy.²⁴ Volitelně lze na podlahu aplikovat nátěr na bázi vosku, který zvyšuje výsledný lesk podlahy.

Hliněné malby

Malby na bázi hlíny tvoří prodyšnou povrchovou úpravu a lze je aplikovat jak na hliněné omítky, tak na omítky sádrové, sádrokarton či beton. Základní recepturu tvoří jemně přesátý jíl smíchaný se škrobem v poměru 1:1 a vodou do požadované konzistence. Volitelně lze přidat i další přísady, které ovlivní výslednou barvu a strukturu povrchu, např. přírodní barviva (oxidy kovů), jemný písek, přesátou slaměnou řezanku či drcené sušené byliny. Pro zvýšení trvanlivosti nátěru lze přidat i malé množství lněného oleje.²⁵ I tak jsou ale hliněné malby náchylné na otěr a nejsou bez dalších příměsí vhodné na smáčené povrchy.

Hliněné malby jsou dostupné též průmyslově vyráběné (Tierrafino).

Omazávky a omítky

Pro ochranu nosných konstrukcí a vytvoření finálního povrchu byla hlína využívána historicky po celém území ČR ve formě mazanin a omazávek. Ty byly na stropy nanášeny zpravidla v jedné vrstvě, na stěny pak ve dvou vrstvách. Spodní vrstva byla hrubší a vyrovnávala nerovnosti podkladu. Její povrch bylo nutné zdrsnit pro lepší přilnutí vrchní vrstvy omítky. Zdrsnění se provádělo do nezatvrdlého povrchu prsty, zednickými či speciálními nástroji, často v geometrických vzorech. Takto upravený vzorovaný povrch byl v některých regionech (severní Čechy) ponecháván i jako finální. Hliněná mazanina byla používána na stěnách dřevěných, hliněných, ale i zděných z lomového kamene, kterým dodávala hladší a teplejší povrch.²⁶

²⁴ ROGUE, Conrad. *House of Earth: A Complete Handbook for Earthen Construction*. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016. S. 122

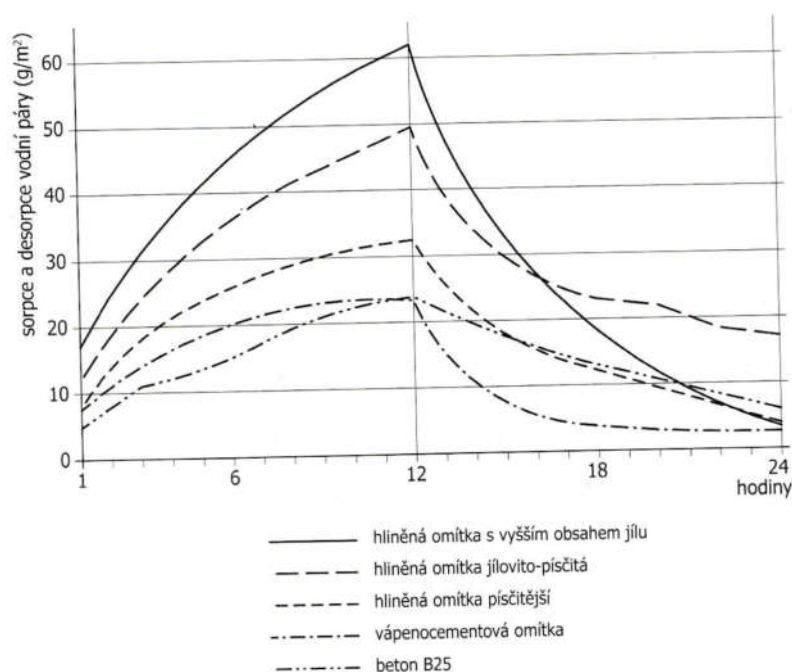
²⁵ Tamtéž. S. 128

²⁶ ŠKABRADA, Jiří. *Lidové stavby: Architektura českého venkova*. Praha: Argo, 1999. S. 85

V současnosti jsou hliněné omítky používány jak při rekonstrukcích nejen historických objektů, tak na novostavbách. Základní složky tvoří jíla a písek v poměru cca 1:1 až 1:4. Přesný poměr, případně použití dalších příměsí, záleží zejména na použité zemině, podkladu pod omítkou a typu omítky.

1.3. Hliněné omítky

Hliněné omítky jsou voleny jak ze subjektivně hodnocených parametrů (vzhled, pocitová pohoda v takto omítnuté místnosti), tak pro své fyzikální vlastnosti, které příznivě ovlivňují vnitřní prostředí. Jedna z nejdůležitějších vlastností je schopnost regulace vzdušné vlhkosti, tedy schopnost efektivně v krátkých cyklech (v řádu hodin) absorbovat množství vodních par ze vzduchu a opět je do něj uvolňovat. Za běžného provozu vzdušná vlhkost střídavě roste vlivem působení člověka a opět klesá díky jeho absenci či nečinnosti. Hliněné omítky tak pomáhají vyhlazovat průběh změn vzdušné vlhkosti a ořezávají její extrémy. Toto chování je zobrazeno na níže uvedeného grafu, na kterém jsou znázorněny sorpční a desorpční křivky 1,5 cm tlusté vrstvy různých stavebních materiálů. Při teplotě 21 °C byla relativní vlhkost vzduchu zvýšena z 50 % na 80 %. Po 12 hodinách byla opět snížena na hodnotu 50 %. Takto krátký cyklus nejlépe odpovídá rychlosti změn vlhkosti vzduchu během běžného provozu budov.



Obrázek 1: Sorpční a desorpční křivky omítek (převzato z [Márton])

Další důležitou vlastností hliněných omítek je jejich nízký faktor difuzního odporu μ , který vyjadřuje, kolikrát je materiál hůře prostupný pro vodní páry ve srovnání se vzduchem. Čím je faktor difuzního odporu μ nižší, tím lepší má materiál schopnost propouštět vodní páry. To je důležité hledisko u difuzně otevřených konstrukcí či konstrukcí náchylných na zavlhávání (např. historické hliněné stavby). Faktor difuzního odporu hliněných omítek je dle literatury cca 8-10, u omítky se slaměnou řezankou lze dosáhnout hodnot 2,5-5.

V neposlední řadě je nutné uvést schopnost hliněných omítek akumulovat teplo a chlad. To je důležité zejména u nových, nízkoenergetických či pasivních konstrukcí, u kterých je kladen velký důraz na tepelnou izolaci a tím dochází k celkovému odlehčení konstrukce. Ta se pak sice rychle vyhřeje, ale také rychle vychladne, protože jí chybí hmota (hmotnost), která by teplo přijímala a vypouštěla postupně. Takovou hmotu mohou tvořit vnitřní hliněné omítky, díky nimž je křivka průběhu změn teploty interiéru hladší a nedosahuje takových extrémů.²⁷

1.4. Dělení hliněných omítek

1.4.1. Exteriérové omítky

Exteriérové povrchy jsou obecně více namáhané působením nepříznivých vlivů v podobě klimatických jevů a biotických škůdců. Přírodní materiály těmto vlivům zpravidla odolávají hůře. Je tedy nutné počítat s tím, že budou v čase rychleji degradovat a bude nutné je průběžně obnovovat. Částečně lze životnost venkovních omítek prodloužit dodržením konstrukčních zásad:

- volit dostatečné přesahy střechy,
- provést sokl v dostatečné výšce,
- provést ochranu před ostříkující vodou (okapový chodníček),
- minimalizovat vodorovné omítnuté plochy a detaily, kde může vznikat stékání vody po omítce.

I při dodržení těchto zásad může dojít ke smáčení povrchu omítek. K samotné degradaci splavováním však dochází až ve chvíli nasycení omítek vodou tak, že

²⁷ MÁRTON, Jan a Aleš BROTÁNEK. *Stavby ze slaměných balíků. 2.*, dopl. a aktualiz. vyd. Liberec: J. Márton, 2014. S. 197

nejdou schopny dostatečně rychle dopadající vodu absorbovat. Pro zajištění dostatečné absorpční kapacity se doporučuje provádět venkovní omítky v tloušťce min. 40 mm,²⁸ nicméně i poté mohou nastat extrémní klimatické jevy, kdy bude absorpční kapacita omítky vyčerpána. Odolnost omítek proti vodě je tak nutné řešit i na materiálové úrovni. Historicky k tomu byla používána lněná fermež, kravská mrva,²⁹ kterou lze nahradit směsí kaseinu a čpavku, provedeny byly pokusy též s vodním sklem, bitumenovou emulzí apod. Po čase se však u většiny z těchto příměsí objevily problémy.³⁰ Alternativním řešením byla směs s použitím polymerů, které omítku částečně hydrofobizovaly (zabraňovaly pronikání vody do hloubky omítky) a zároveň zvyšovaly její soudržnost v mokřém stavu. „*Venkovní hliněná omítka stabilizovaná polymery představuje moderní řešení pro ekologickou výstavu z přírodních materiálů bez nutnosti vedlejších nákladů na častou údržbu. Zároveň představuje dokonalé řešení pro rekonstrukce historických budov z nepálené hlíny.*“³¹ Je však nutné podotknout, že tyto příměsí snižují difuzní odpor omítky (např. při použití polymerů z hodnoty 10 na 11 až 12). Vzhledem ke zvýšené odolnosti proti vodě mohou být též hůře recyklovatelné prostým navrácením do přírody.

V neposlední řadě lze exteriérové omítky opatřit další ochrannou vrstvou, např. nátěry z přírodních vosků, lněnou fermeží či vápennou malbou.

1.5. Interiérové omítky

Interiérové omítky nejsou zpravidla vodou namáhány. Výjimku tvoří umývací zóny koupelen a kuchyní nebo ostění oken. Pokud trváme na použití hliněných omítek i na těchto plochách, je vhodné je ošetřit stabilizací či nátěry viz výše. Na ostatních plochách jsou omítky namáhány především mechanicky – otěry, otlaky, nárazy apod. Vzhledem k nižší pevnosti hliněných omítek oproti konvenčním

²⁸ NAVRÁTIL, Michal a Ivana ŽABIČKOVÁ. Realizace fasád. In: *Sborník mezinárodní konference Zdravé domy 2010*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, 2010. S. 113

²⁹ MINKE, Gernot a Friedemann MAHLKE. *Stavby ze slámy: jak pořídit z balíků slámy standardní dům*. 1. české vyd. Ostrava: HEL, 2009. S. 55

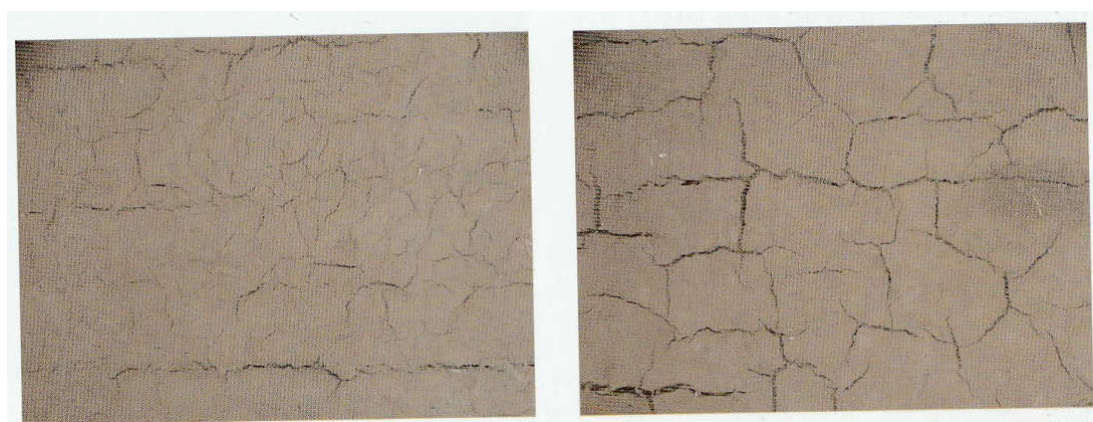
³⁰ NAVRÁTIL, Michal a Ivana ŽABIČKOVÁ. Realizace fasád. In: *Sborník mezinárodní konference Zdravé domy 2010*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, 2010. S. 115

³¹ PROCHÁZKA, Michal. Venkovní hliněné omítky – novinka na světovém trhu. In: *Sborník mezinárodní konference Zdravé domy 2010*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, 2010. S. 84

materiálům se doporučuje obzvláště exponovaná místa ochránit. Taková ochrana spočívá především v zaoblování rohů a hran, instalaci prken v oblasti jídelního stolu chránící omítku před nárazy židlí aj.

Vnitřní omítky jsou, co se základních principů realizace týče, podobné např. klasické vápenocementové omítce. Podklad by měl být dostatečně pevný, savý, zbavený nečistot a mastnoty. Takovým podkladem je dřevo či hliněné cihly. Nesavé podklady či podklady hladké, se špatnou přilnavostí, je nutné nejprve opatřit přilnavostním nátěrem (cementový špic) či pomocnou konstrukcí (rákosová rohož, jutová síťovina, tenké latě). Zpravidla se provádějí ve dvou vrstvách.

Hrubé omítky obsahují jíl a písek, případně slaměnou řezanku a/nebo konopné pazdeří, které je vylehčují a snižují tvorbu trhlin při vysychání.³² Základní orientační poměr jílu a písku je 1:2, ovšem záleží vždy na použité jílovité zemině.³³ Ze směsi o zvoleném poměru surovin je vhodné provést zkušební vzorek cca 1 m². Vhodná směs má vyhovující zpracovatelnost, přilnavost a vzorek při vysychání nepraská či praská pouze mírně. Dlouhé, spojující se trhliny jsou již nepříjemné.



Obrázek 2: Přípustná (vlevo) a nepřípustná mez (vpravo) popraskání vzorku (převzato z [Márton])

Hrubé omítky se nanášejí v tloušťce 15-25 mm tak, aby vyrovnaly nerovnosti podkladu na rovinnost cca 4 mm/2 m. Pokud jsou nerovnosti podkladu větší, než lze v rámci jedné vrstvy hrubé omítky vyrovnat, provede se nejprve vyrovnávací vrstva. Ta může mít stejné složení jako výše popsaná hrubá omítka, či obsahuje vyšší podíl

³² MINKE, Gernot a Friedemann MAHLKE. *Stavby ze slámy: jak pořídit z balíků slámy standardní dům*. 1. české vyd. Ostrava: HEL, 2009. S. 53

³³ ROGUE, Conrad. *House of Earth: A Complete Handbook for Earthen Construction*. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016. S. 111

slaměné řezanky a/nebo konopného pazdeří. V rámci hrubých omítek lze též realizovat dekorativní plastické prvky na omítce.



Obrázek 3: Příklad barevné plastické dekorace (převzato z [Jones])

Vrchní, pohledová vrstva omítek se označuje jako čistá omítka, jemná omítka nebo štuk a nanáší se v jedné nebo ve dvou vrstvách o celkové tloušťce 2 až 6 mm. Štuk obsahuje vyšší podíl jemnozrného písku než omítky hrubé, což ještě více snižuje tvorbu trhlin při vysychání a umožňuje dosáhnout hladší povrchové úpravy. Může však obsahovat také větší částice, jako je větší frakce písku, přesátá slaměná řezanka či sušené byliny. Tyto částice po finálním zahlázení povrchu vyniknou a dodávají omítce strukturovaný vzhled. I bez přidání pigmentů lze dosáhnout různých barevných odstínů omítky. Při aplikaci hliněných štuků ve více vrstvách o různých barevných odstínech je též možné provést dekorativní sgrafita.³⁴ Finální povrch lze ponechat přírodní, či ho opatřit kaseinovým, vápenným, lněnoolejným nebo hliněným nátěrem.

Vnitřní hliněné omítky lze provádět i jednovrstvé. Tato jediná vrstva je pak zpravidla tvořena hrubou omítkou, jejíž povrch je ale začištěn stejně jako u štku. Vzhledem k větší hrubosti směsi je však výsledný povrch také hrubší.

³⁴ Vyškrabáváním vrchní, nezaschnuté vrstvy, dojde k obnažení spodní vrstvy o jiné barvě.

Speciální vrstvou omítek je hliněný podhoz, neboli špric. Ten je aplikován jako první vrstva omítek u některých podkladů. Pokud je podklad tvořen ze slaměných balíků, je špric aplikován vždy. Připravuje se pak velmi řídké konzistence a obsahuje velké množství jílu. Díky velkému obsahu vody dojde k navlhnutí a změknutí přečnávajících stébel slámy. Ty lze poté ohnout a zatlačit do stěny, kam díky velkému obsahu jílu ve směsi dobře přilnou.³⁵ Tímto postupem lze povrch stěny před aplikací hrubých omítek začistit, provést jeho prvotní zarovnání a zvýšit přilnavost následujících vrstev.³⁶

1.5.1. Výroba

Výrobu hliněných omítek lze dělit dle dvou základních kritérií. Prvním kritériem je, zda výroba probíhá v průmyslových, velkoobjemových podmínkách, nebo in situ, z tzv. místních zdrojů. Druhým kritériem je zejména způsob zpracování jílové složky směsi. Rozlišujeme pak výrobu suchou cestou a výrobu mokrou cestou, přičemž oba způsoby jsou použitelné jak pro výrobu průmyslovou, tak přípravu směsi z místních zdrojů.

Průmyslová výroba

Průmyslová výroba hliněných omítek je z důvodu proměnných vlastností jednotlivých jílu náročná na dlouhodobé udržení kvality. Zpravidla probíhá suchou cestou. Natěžený jíl se vysuší, rozdrťí a přesaje. Poté je smíchán s pískem, zpravidla frakce 0/2 pro hrubé omítky a podhozy a frakce 0/1 pro hliněné štuky. Písek je vhodné mít lehce navlhlý tak, aby jej částičky jílu obalily a nedocházelo k přílišné segregaci frakcí směsi. Poté jsou do směsi zamíchány další přísady (slaměná řezanka, konopné pazdeří, drcené sušené byliny).

Pro velkoobjemovou výrobu lze použít i tzv. mokrou cestu, kdy se směs mísí, skladuje a dodává již smíchaná s vodou. Taková výroba je zejména vhodná v místech, kde se těží a zároveň pere písek, jelikož veškeré složky jsou de facto již připraveny. Jíl již smíchaný s vodou lze odčerpávat z usazovacích jímek, ve kterých cirkuluje voda pro praní písku, a pouze jej smíchat s pískem. K dostatečnému

³⁵ MINKE, Gernot a Friedemann MAHLKE. *Stavby ze slámy: jak pořídit z balíků slámy standardní dům*. 1. české vyd. Ostrava: HEL, 2009. S. 71

³⁶ Tamtéž. S. 80

promíchání pak stačí otáčení zásobníku autodomíchávače během přepravy k odběrateli.

Výroba in situ

Pro přípravu směsi pro hliněné omítky přímo na staveništi jsou často využívány místní zdroje. Historicky se hlína získávala z obecních hlinišť, úvozů či při výkopu základů. V současnosti se hlína získává z výkopů přímo na staveništi, z hlinišť cihelen, ze skládek zeminy či z pískoven, a to jak z kalových polí po praní písku, tak z vrstvy spraší, která je často mezi orníci a pískovým ložiskem. Použití hlíny přímo z výkopů na staveništi je preferováno, neboť se využije odpadní materiál a nevzniká nutnost dopravy a s ní spojený finanční a environmentální dopad. Ne vždy je ale taková zemina použitelná, zejména pokud neobsahuje dostatečný podíl jílu nebo obsahuje jíly nevhodné (především kaolinické jíly s malou vazností).³⁷ Cihelny a pískovny zpravidla poskytují kvalitní materiál, vzniká zde však nutnost jeho dopravy. Na skládkách je často dostupná široká škála zemin, je tak vhodné přesně specifikovat požadovaný typ zeminy či být přímo při nakládce přítomen a spolupracovat se strojníkem tak, aby došlo k minimalizaci rizika kontaminace materiálu jinou zeminou.

Vhodnost místního materiálu lze ověřit pomocí několika jednoduchých postupů. Pokud lze z hlíny po navlhčení vyválet válečky o průměru 3 mm, které nepraskají, je dostatečně plastická. Další možností je zhotovit navlhčený vzorek kulovitého tvaru o velikosti 1 až 2 cm a třást jím v otevřené dlani poklepem jedné ruky o druhou. Na povrch postupně vystoupí voda a povrch se stane lesklým. Čím pomaleji vystupuje voda na povrch, tím vyšší je obsah jílu a nižší obsah prachu. Přítomnost jílu lze též ověřit rozříznutím malého vzorku zeminy – jíl dodá řezu charakteristický lesk.

Historický způsob přípravy je popsán v kapitole 1.2 a v současnosti se stále ještě vyskytují případy jeho použití. Jde sice o proces technicky nenáročný, o to však pracnější a lze ho již označit za překonaný. V současnosti je k výrobě směsi používána lehká mechanizace. Pokud je to nutné, hlína je přesítována a následně

³⁷ MÁRTON, Jan a Aleš BROTÁNEK. *Stavby ze slaměných balíků. 2.*, dopl. a aktualiz. vyd. Liberec: J. Márton, 2014. S. 198

smíchána s vodou, pískem a dalšími složkami. Není vhodné používat běžné míchačky na beton, jelikož jíla má tendenci lepit se na její stěny a nedochází tak ke kvalitnímu promísení. Vhodnější jsou k tomu míchačky horizontální či talířové, které dostatečně promíchají i hustší a lepivější směsi. Pro přípravu menších dávek v plastových kbelících či kalfasech je možné použít ruční míchadla se spirálovou „pravotočivou“ metlou, která zajistí promíchání materiálu i u dna nádoby.³⁸

O přípravě materiálu na staveništi mokrou cestou hovoříme, pokud jíla či hlínu předem smícháme s vodou a necháme odležet. Během máčení nabobtnají částičky jílu a dochází přitom k rozmělnění směsi a rozpadu hrudek. Doba máčení je udávána v řádu hodin až dnů, závisí však na použitém jílu či zemině, její hrudkovitosti, možnosti směs promíchat míchadlem apod. Výhodou takto připravené směsi je zejména efektivnější proces sítování během přípravy směsi pro jemné omítky, kdy nevzniká tak velké nadsítne.³⁹ Míchání s dalšími složkami pak probíhá obdobně jako u suché cesty přípravy směsi.

Ing. Procházka pak na svých workshopech nabízí technologický předpis přípravy směsi z místních zdrojů mokrou cestou, který nevyžaduje dlouhodobé máčení jílu. Při přípravě materiálu tímto postupem je jeden pracovník schopen snadno zajistit dostatek materiálu až pro tři omítkáře. Technologický předpis sestává z následujících kroků:

- a) naložení dávky jílu do kýble,
- b) zalití zhruba polovinou potřebného množství vody a krátké promíchání dvouvrtulovým ručním míchadlem do rozpadu hrudek na maximální velikost cca 30 mm,
- c) odležení jílu a opětovné promíchání míchadlem do rozpadu hrudek na velikost do 10 mm,
- d) přelití do kalfasu přes síto o velikosti ok 1x1 mm – pouze při přípravě materiálu pro jemné omítky,
- e) smíchání s pískem (a případně slámou, polymerem či dalšími složkami) v kalfasu,

³⁸ MÁRTON, Jan a Aleš BROTÁNEK. *Stavby ze slaměných balíků*. 2., dopl. a aktualiz. vyd. Liberec: J. Márton, 2014. S. 200

³⁹ Množství materiálu, které je sítem zachyceno.

- f) odležení,
- g) finální krátké promíchání směsi před nanášením.

Fáze odležení je ideální směřovat vždy do časů, kdy probíhá nanášení směsi, nakládání materiálu či jiné činnosti, takže pracovník přípravy může plně a produktivně tyto časy využít. Výhodou tohoto postupu jsou relativně malé požadavky na vybavení, kdy pro každou četvu jsou potřeba dva kalfasy a tři kýbly pro zajištění plynulého přísunu materiálu. Konkrétní časy míchání a odležení závisí na použité jílovité zemině, zejména na poměru jílu k ostatním složkám zeminy a na velikosti hrudek. Hrudky větší velikosti pěsti doporučuje před prvním rozmícháním rozbít lopatou.

1.5.2. Aplikace

Možnosti aplikace a zpracování hliněných omítek závisí zejména na podkladu, hustotě směsi, dané vrstvě omítky a typu povrchové úpravy. Při použití průmyslově vyráběné směsi je vždy nutné věnovat pozornost příslušnému technickému listu či návodu na zpracování, neboť i pro prakticky shodné materiály (např. hliněný podhoz/přilnavostní nátěr) lze mezi jednotlivými výrobci nalézt rozdílné informace.

V následujícím textu je uveden přehled vhodných podkladů, charakteristik a možnosti nanášení materiálu pro základní druhy hliněných omítek. Jako podklad pro zpracování byly použity technické podklady výrobců působících na českém trhu (Picas, Claygar, Baumit).

Hliněný podhoz

<u>Podklad:</u>	nepálené cihly, OSB a dřevovláknité desky (opatřené rákosovou rohoží), cihlové zdivo, slaměné balíky a panely
<u>Charakteristika:</u>	řídká až středně hustá směs bez větších zrn či vláken
<u>Možnost nanášení:</u>	ručně, strojně

Při ruční aplikaci lze podhoz nanášet dle konzistence zednickou lžící, fankou či lopatou. Pro strojní aplikaci lze použít standardní strojní omítačky, alternativně je možné použít „svépomocně zkonstruované stříkačky na maltu.“⁴⁰



Obrázek 4: Ukázky práce se svépomocně zhotovenou stříkačkou na maltu (převzato z [Minke])

Podhoz aplikujte tak, aby pokryl celý povrch podkladu. Není vhodné jej uhlazovat, pro srovnání povrchu je možné použít dřevěná hladítka či hladítka se zubem. Při aplikaci na slaměný podklad je možné po zavadnutí zatlačit přečnívající stébla slámy do okolního povrchu. Před nanášením další vrstvy nechte podhoz vyschnout.

Vyrovnávací vrstva

<u>Podklad:</u>	nepálené cihly, hliněný podhoz, slaměný balík
<u>Charakteristika:</u>	středně hustá až hustá směs se středním až velkým obsahem vláken (slaměná řezanka)
<u>Možnost nanášení:</u>	ručně, strojně

⁴⁰ MINKE, Gernot a Friedemann MAHLKE. *Stavby ze slámy: jak pořídit z balíků slámy standardní dům*. 1. české vyd. Ostrava: HEL, 2009. S. 79

Při provádění vyrovnávací vrstvy ze směsi pro hrubé omítky ji lze nanášet ručně (dlaní, zednickou lžící) i strojně standardními omítačkami. Při použití obzvláště vylehčené směsi s velkým obsahem slámy je možná pouze ruční aplikace. Povrch této vrstvy je vhodné pro větší přilnavost vrstvy následující zdrsnit, např. zářezy zednickou lžící do ještě nevyschlého materiálu. Před nanášením dalších vrstev nechte vyschnout.

Hrubá omítka

<u>Podklad:</u>	hliněný podhoz, vyrovnávací vrstva, hladké či nesavé podklady (SDK, kamenné zdivo, beton, broušené a vápenopískové zdivo) s rákosovou rohoží, ošetřené cementovým špricem či stavebním lepidlem
<u>Charakteristika:</u>	středně hustá směs, případně s obsahem vláken
<u>Možnost nanášení:</u>	ručně, strojně

Na svislé stěny lze hrubé omítky aplikovat ručně nahazováním dlaní či zednickou lžící, nebo též strojně standardní omítačkou. Při aplikaci tenčí vrstvy na šikminách a stropech je vhodnější materiál nanášet natahováním pomocí hladítka. Dle požadované kvality a rovinnosti finálního povrchu je možné při práci používat omítníky či nikoliv. Pro omezení vzniku trhlin je vhodné problematická místa, jako jsou místa přechodů materiálů, hrany, rohy, okolí rohů otvorů apod., vyztužit jutovou či skelnou tkaninou s oky 6,5 x 6,5 mm. Zahlazování provádějte dřevěným hladítkem. Před aplikací dalších vrstev nechte vyschnout.

Hrubé omítky lze též provést v pohledové, finální kvalitě. Hlazení povrchu pak provádějte po jeho zavadnutí (není vidět lesk vody) nejprve plastovým hladítkem, poté pomocí hladítka s houbou či s měkkou gumou. Použití kovových hladítek na pohledovém povrchu může vést ke vzniku viditelných šmouh. Zcela vyschlý povrch je vhodné zlehka omést.

Jemná omítka

<u>Podklad:</u>	hliněné, vápenné či vápenocementové jádrové omítky, případně další povrchy ošetřené stavebním lepidlem, přilnavostním nátěrem či špricem
-----------------	--

Charakteristika: jemná středně hustá směs, případně s malým obsahem krátkých vláken

Možnosti nanášení: ručně

Směs nanášejte velkým plastovým či ocelovým hladítkem na navlhčený podklad. Po zavadnutí lze hladit plastovým hladítkem, případně filcovat pomocí molitanového hladítka (preferován je rubben – tvrdý, hladký molitan bez pórů). Molitanové hladítko nesmí být mokré, avšak pouze zvlhčené, čímž je omezeno vyplavování jemných částic z omítky. Alternativně lze použít ruční hubku či hladítko s mořskou houbou, které zachytává volná povrchová zrnka písku a omítka tak tolik nepráší. Po úplném vyschnutí je doporučeno povrch omítek omést jemnými tahy koštětem.

2 NORMOVÁNÍ SPOTŘEBY PRÁCE

Organizaci a normování práce začala být věnována pozornost během průmyslové revoluce. Zpočátku byly řešeny otázky ergonomie a uspořádání pracoviště s ohledem na zvyšování efektivity produkce na výrobních linkách, později byly více řešeny aspekty ovlivňující spotřebu času pracovníků ve výrobě. Na našem území zažilo normování práce velký rozvoj a uplatnění v období vlády komunistů, kdy o nich Stalin hovořil takto: „*Bez technických norem není možné plánované hospodářství. Technických norem je zapotřebí kromě toho také proto, abychom zaostalejší masy nabádali k dostižení pokročilejších. Technické normy – to je velká řídicí síla, která ve výrobě organizuje široké masy dělníků kolem předních příslušníků dělnické třídy.*“⁴¹ V té době se ustálilo základní názvosloví, metodiky měření a tvorby norem, které jsou navzdory nezpochybnitelné ideové proměně společnosti doposud používány.

Stručně lze říci, že „*cílem normování spotřeby práce je zajišťovat efektivnost výroby a soustavně zvyšovat produktivitu.*“⁴² Základním měřítkem míry využití strojů a pracovníků ve výrobním procesu je čas.⁴³ Pracnost produktu je pak čas nutný ke zhotovení určitého výrobku či provedení určité činnosti. Čím je množství spotřebovaného času větší, tím je větší i pracnost. Na pracnost produktu má vliv zejména technické řešení výrobku, používané vybavení, organizace pracoviště a výrobního procesu. Tyto vlivy by měly být řešeny tak, aby činnosti prováděné při výrobě byly pokud možno nezbytně nutné a prováděné účelně. Důležitým podkladem pro řízení výrobního procesu jsou pak normy pracnosti vyjadřující spotřebu času na jednotku produkce v normohodinách [Nh]. Normohodiny udávají optimální množství spotřebovaného času nutného ke zhotovení daného výrobku či provedení dané činnosti za splnění ideálních podmínek. Faktory negativně ovlivňující pracnost jsou pak zejména:

- nevhodná konstrukce výrobku,
- nevyhovující standardizace výrobku,

⁴¹ BAŠINSKIJ, Sergej V. *Technické normování práce ve stavebnictví*. 1 české vyd. Praha: Průmyslové vydavatelství, 1950. S. 11

⁴² SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta et al. *Kalkulace a nabídky 1*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. S. 29

⁴³ Tamtéž. S. 10

- používání nevhodných nástrojů a výrobních postupů,
- zbytečná manipulace,
- nedostatečná organizace pracovníků a strojů,
- nedodržování pracovní doby,
- nedbalosti a nepřesnosti při práci.⁴⁴

Normování a organizace práce slouží zejména ke „*zdokonalování věcného a časového průběhu pracovního procesu v návaznosti na celý výrobní proces.*“⁴⁵ Data takto získaná pak slouží především jako podklad při plánování a kontrole výroby, nákladů a cen, zpracování odměňovacího systému pracovníků a zvyšování efektivity produkce skrze sledování a zdokonalování pracovních postupů.⁴⁶ Tím je ovlivňován pracovní proces a je zvyšována jeho produktivita.

Pro normování a organizaci práce se osvědčil jednoduchý metodický postup, který se skládá z pěti kroků.

- 1) Identifikace řešeného problému a stanovení cílů, kterých má být dosaženo (urychlení výroby, zjednodušení pracovního procesu).
- 2) Popis a kritické posouzení současného stavu, tedy především určení materiálových, technických, personálních vstupů a výstupů, u kterých je analyticky hodnocena jejich účelnost, hospodárnost. Je též hodnoceno využití pracovníků a možnosti zjednodušení a zefektivnění pracovních postupů.
- 3) Návrh řešení zahrnuje variantní návrh řešení zdokonaleného uspořádání pracovního systému, výběr optimálního řešení a zpracování plánu jeho realizace.
- 4) Nejobtížnějším krokem je pak samotná realizace návrhu, tedy zavedení přijatých změn a opatření do praxe. Je důležité s probíhajícími změnami nejprve podrobně seznámit pracovníky.
- 5) Po určitém časovém odstupu probíhá zjišťování výsledků zavedených změn. Ty mohou mít formu změny kvality či množství výrobků, zdokonalení pracovního postupu nebo změny spotřeby času. Změny

⁴⁴ SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta et al. *Kalkulace a nabídky 1*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. S. 12-13

⁴⁵ LHOTSKÝ, Oldřich. *Organizace a normování práce v podniku*. Praha: ASPI, 2005. S. 14

⁴⁶ Tamtéž.

mohou ale také ovlivnit pracovní podmínky, pracovní prostředí nebo množství fyzické a psychické náročnosti práce.⁴⁷

1.6. Členění pracovního procesu

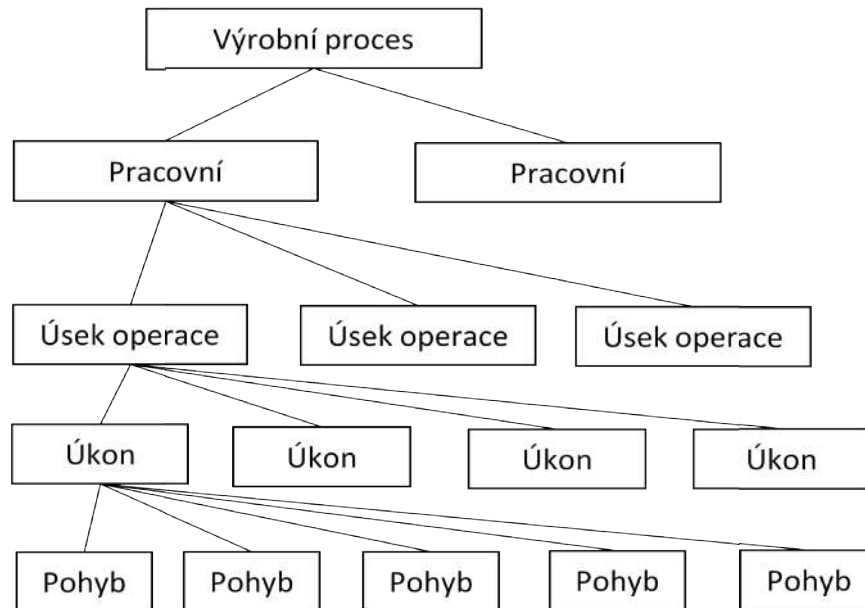
Pro potřeby rozboru výrobních procesů rozlišujeme dvě základní složky, technologickou a pracovní. V technologickém procesu dochází ke změně předmětu chemickým, tepelným, mechanickým aj. působením. Pracovním procesem je pak myšlen soubor činností, kterými se lidé podílejí na změně pracovních předmětů v produkty. Pracovní proces je tvořen pracovními operacemi, tedy ohraničenými, časově souvislými činnostmi vykonávanými jedním pracovníkem či pracovní četou na jednom pracovišti. Pracovní operace jsou děleny na základní (příprava malty) a složité (příprava malty + transport zdiva a malty na pracoviště + zhotovení lešení a pracovní podlahy + zdění). Pro základní pracovní operace jsou stanoveny normy času, výkonu a množství, pro složité pracovní operace se pak stanovují agregované normy.

Pracovní operace lze dále členit na úseky operace, úkony a pohyby. Úsek je samostatně vykonatelná část operace, například umístění výrobku či zásah pracovním nástrojem.⁴⁸ Úkon je soubor pohybů při umístování výrobku, jeho části, nebo při zásahu pracovním nástrojem. Pohyb je pak základní, nedělitelnou jednotkou pracovní operace, která bez souvislosti s dalšími pohyby nedává žádný pracovní účinek.⁴⁹

⁴⁷ CHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta et al. *Kalkulace a nabídky 1*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. S. 11-12

⁴⁸ Tamtéž. S. 15

⁴⁹ LHOTSKÝ, Oldřich. *Organizace a normování práce v podniku*. Praha: ASPI, 2005. S. 38



Obrázek 5: Členění výrobních procesů (zpracováno dle [Schneiderová])

Podrobnost členění pracovního procesu a tedy i tvořených norem musí odpovídat cílům a potřebám rozboru, opakovatelnosti procesů a délce operačního cyklu. Pro hromadné a velkosériové procesy je vhodné použít podrobné členění, pro kusové a malosériové procesy je naopak na místě členění hrubší, avšak jednoznačné, objektivně a jednoduše stanovené.⁵⁰

Rozbor pracovní operace by měl být prováděn u těch pracovníků, kteří ve stejných podmínkách dosahují optimálních výsledků a kvality při dodržování předpisů o bezpečnosti a hygieně při práci. Tito pracovníci by měli pracovní operace provádět tou nejvýhodnější z dostupných pracovních metod. Dále by měly být zajištěny nejvýhodnější technické a organizační podmínky.⁵¹ Cílem rozboru je pak rozlišení činností nezbytných ke zhotovení výrobku a činností neúčelných a zbytečných. U nezbytných činností se poté hledají cesty, jak je vykonávat nejúčelněji, zatímco u zbytečných a neúčelných činností jsou hledána opatření, jak je odstranit.⁵²

⁵⁰ Bez organizace a normování práce nelze podnikat. *Práce a mzda*, 1998, roč. 46, č. 10. S. 39

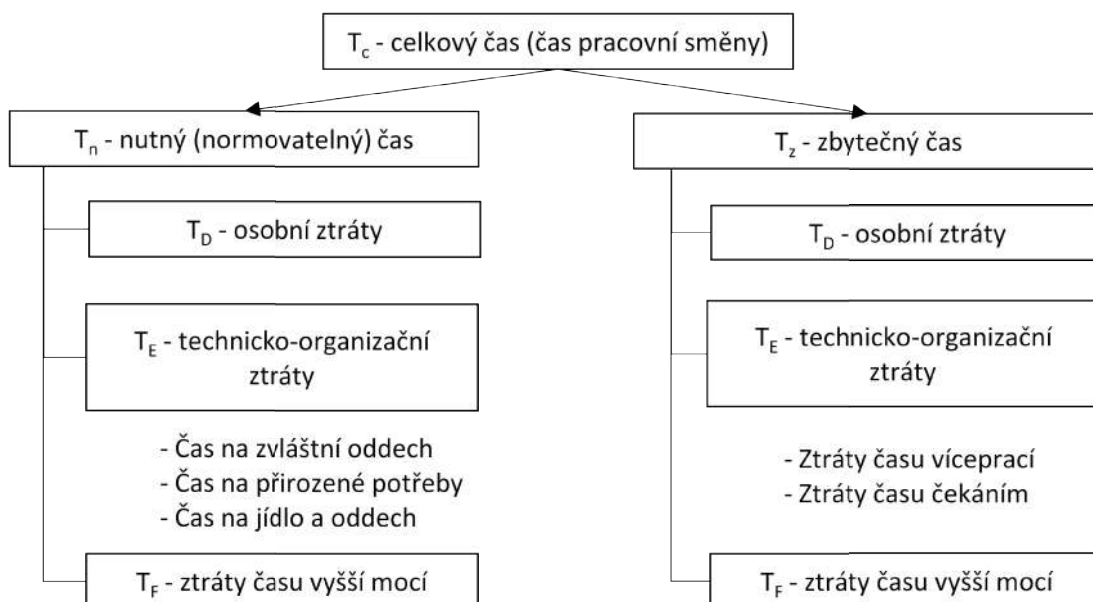
⁵¹ SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta et al. *Kalkulace a nabídky 1*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. S. 16

⁵² LHOTSKÝ, Oldřich. *Organizace a normování práce v podniku*. Praha: ASPI, 2005., S. 39

2.2. Členění spotřeby času

„Veškeré činnosti i nečinnosti ve výrobním procesu jsou spojeny se spotřebou času.“⁵³ Pro třídění spotřeby času je obecně používáno níže uvedené dělení. Je nutno podotknout, že toto dělení je pouze doporučené a je potřeba jej měnit a rozvíjet dle specifických podmínek a potřeb zkoumaných činností a procesů.

V základu se zpravidla jednotlivé druhy spotřeby času dělí na spotřebu času pracovníka a spotřebu času stroje, alternativně též na spotřebu času předmětu práce.⁵⁴ Vždy se však spotřeba času během celkové doby směny rozlišuje na nutný (normovatelný) čas a zbytečný čas (také někdy označován jako ztráty času či nenormovatelný čas).



Obrázek 6: Třídění spotřeby času (zpracováno dle [Schneiderová])

Nutný čas je součtem „spotřeby času nezbytně potřebného pro účelný, účinný a hospodárny průběh technologických a pracovních procesů a činností nezbytných k plnění pracovního úkolu.“⁵⁵ Nutný čas obsahuje časy práce, kdy pracovník vykonává pracovní úkony, a časy přestávek. Časem práce jsou myšleny nejen časy manuálních úkonů (transport materiálu, omítání, měření rovinnosti), ale též časy úkonů duševních (seznámení se s výkresem, technologickým postupem, nutný

⁵³ SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta et al. *Kalkulace a nabídky 1*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. S. 16

⁵⁴ HORNÝ, J., LHOTSKÝ, O. Rozbor a členění spotřeby času. *Práce a mzda*, 1998, roč. 46, č. 7. S. 35

⁵⁵ SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta et al. *Kalkulace a nabídky 1*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. S. 17

rozhovor s mistrem, zraková kontrola kvality), časy aktivního pozorování, kontroly a regulace (přímý dohled na chod výrobního zařízení a průběh technologického procesu), čas evidence (záznam ve stavebním deníku) a časy pochůzek (přechody mezi pracovišti).⁵⁶ Časy přestávek dělíme na časy obecně nutných přestávek a časy podmíněčně nutných přestávek. Obecně nutné přestávky jsou časy přerušování práce, ke kterým dochází obecně u všech pracovníků a vyplývají zejména z fyziologických a hygienických potřeb. Patří sem přestávky na zvláštní oddech (po namáhavé práci či k omezení nežádoucích vlivů pracovního prostředí, pokud k tomu nestačí zákonná přestávka), přestávky na přirozené potřeby (vyměšování, pití, osobní hygiena) a přestávky na jídlo a oddech (dle platné úpravy zákoníkem práce). Podmíněčně nutnými přestávkami jsou pak myšleny opakující se nezbytné doby nečinnosti pracovníka, které vyplývají z použité techniky, technologie a organizace práce. Nejedná se o prostoje ani technickoorganizační ztráty.⁵⁷

Zbytečný čas souhrnně označuje ztráty času, tedy časy nepotřebné pro účelný průběh pracovního procesu v rámci celé směny.⁵⁸ *Ztráty tvoří důležitou část rezerv využití pracovního času a je třeba usilovat o jejich odstranění.*⁵⁹ Rozlišujeme zde ztráty času osobní, technickoorganizační, ztráty víceprací, čekáním či zaviněné vyšší mocí. Osobní ztráty času zavinil pracovník a vznikají porušením pracovní disciplíny, zbytečnými rozhovory, opravami nekvalitní práce apod. Technickoorganizační ztráty nezpůsobil pracovník, ale jsou zaviněny nedostatečným technickým a organizačním zajištěním pracoviště. Jsou to zejména časy čekání na odstranění poruch či časy víceprací na výrobku. Ztráty času víceprací jsou časy oprav výrobku nikoliv ze zavinění pracovníka, ale z důvodu špatné jakosti materiálu, nevhodného výrobního postupu, chybným strojem či nástrojem apod. Ztráty času čekáním jsou zaviněné nedostatečnou či chybnou přípravou práce a výroby, nebo nedostatečnou údržbou pracoviště. Jsou to časy čekání na materiál, práci, nástroje a přípravky, na dopravu apod. Ztráty času vyšší mocí nelze předvídat či ovlivnit. Jsou zpravidla způsobená počasím, zásahem správního orgánu (např. nařízený archeologický průzkum) apod.⁶⁰

⁵⁶ SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta et al. *Kalkulace a nabídky 1*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. S. 17-18

⁵⁷ LHOTSKÝ, Oldřich. *Organizace a normování práce v podniku*. Praha: ASPI, 2005. S. 48

⁵⁸ HORNÝ, J., LHOTSKÝ, O. Rozbor a členění spotřeby času. *Práce a mzda*, 1998, roč. 46, č. 7. S. 38

⁵⁹ LHOTSKÝ, Oldřich. *Organizace a normování práce v podniku*. Praha: ASPI, 2005. S. 48

⁶⁰ Tamtéž. S. 49

Dle opakovatelnosti jednotlivých operací lze nutný čas dělit na jednotkový čas, dávkový čas a směnový čas. Jednotkový čas je souhrn práce a přestávek, které jsou vztaženy na jednotku produkce nebo výkonu (m, m², ks, ...) a opakuje se při každé jednotce výkonu, např. zdění, omítání, přenášení, řezání. Dávkový čas je čas práce a přestávek, který se vztahuje k dávce produkce a opakuje se při každé výrobní sérii či dávce, např. převzetí pracoviště, převzetí pracovních nástrojů, montáž lešení, předání nástrojů a pracoviště. Směnový čas je souhrn doby práce a přestávek, které se váží na stanovenou pracovní směnu. Jeho spotřeba roste v závislosti na počtu odpracovaných směn, nikoliv na množství výrobků či dávek. Tyto časy se opakují pravidelně každou směnu a trvají přibližně stejně dlouho. Patří sem např. cesta na pracoviště, příprava náradí a nástrojů na začátku směny, úklid během směny a na jejím konci, zápis do deníku, cesta z pracoviště.

2.3. Studium práce a měření spotřeby času

2.3.1. Metody studia práce

Při studiu práce se zjišťuje, co je nutné, co je zbytečné, co je možné zlepšit, jaká je náplň a sled jednotlivých činností, jaké jsou používány materiály, stroje a nástroje, jaký je směr a četnost manipulačních činností, jaké jsou pracovní pohyby pracovníků a pracovních prostředků apod. Využívají se při něm metody:

- písemná analýza pro prvotní seznámení se zkoumanou činností,
- dotazovací technika pro navržení zdokonalené metody práce,
- postupové diagramy a grafy pro grafické znázornění navazujících dílčích činností,
- nitřové grafy pro sledování směru a četnosti přesunů po pracovišti,
- pohybové a prostorové studie jako podklad pro účelné uspořádání pracoviště.⁶¹

⁶¹ SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta et al. *Kalkulace a nabídky 1*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. S. 20

2.3.2. Metody zjišťování spotřeby času

„*Studium stavebních procesů měřením času je jednou z hlavních etap technicko-normovací práce. Jeho cílem je stanovit povahu a délku pracovních časů, určit vliv faktorů na velikost těchto časů a posléze zjistit ztrátové časy a jejich příčiny.*“⁶² Základní metody zjišťování spotřeby času jsou metody přímého měření. Ty jsou však velmi pracné pro pracovníky provádějící měření a nepříjemné pro pracovníky pozorované. Byly používány zejména historicky v době prvotních norem, v současnosti jsou využívány především při zavádění nových výrobků, dosud neprováděných operací či úkonů. Častěji jsou však používány počítačové databáze, které uchovávají kvalitní oborové údaje, celostátní normativy a systémy normativů pohybů.⁶³ Na základě těchto dat lze stanovit i normy pro výrobky, operace a postupy, které jsou sice nové, avšak podobné či obdobné výrobkům, operacím a postupům již normovaným.

Měření spotřeby času obsahuje:

- zjištění náplně pracovní činnosti, doby trvání, technických a organizačních podmínek,
- měření skutečné doby trvání nutných přestávek v práci,
- měření doby trvání podmíněčně nutných přestávek v práci,
- měření doby zbytečných činností a ztrát a hledání jejich příčin,
- rozbor naměřených časů, posouzení jejich věrohodnosti, stanovení průměrných hodnot,
- zjištění míst s vysokou spotřebou času a hledání možností jejího snížení,
- stanovení optimální spotřeby času pro nejvýhodnější a reálné technické a organizační podmínky, návrh normy pro určitou pracovní činnost a její složky a podmínek pro její vykonávání.⁶⁴

Pro měření spotřeby času lze použít hodinek, stopek, registračních přístrojů, filmových kamer, magnetofonů apod. Výběr měřicího přístroje je závislý na požadované přesnosti měření, délce trvání měřené operace a rozlišovací schopnosti

⁶² BAŠINSKIJ, Sergej V. *Technické normování práce ve stavebnictví*. 1 české vyd. Praha: Průmyslové vydavatelství, 1950. S. 32

⁶³ LHOTSKÝ, Oldřich. *Organizace a normování práce v podniku*. Praha: ASPI, 2005. S. 61

⁶⁴ SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta et al. *Kalkulace a nabídky 1*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. S. 20

přístroje. Pro přesnost v řádu minut či desítek sekund a dlouhé operace, jejichž trvání je v řádu hodin, lze využít hodinky. Pro záznam velmi rychlých opakujících se operací, které by šlo stopkami měřit jen obtížně, je vhodné použít videokameru.⁶⁵

Jelikož je čas vynaložený na vykonávání určité činnosti proměnný, velikost spotřebovaného času osciluje kolem určité střední hodnoty. Pro stanovení naprosto přesné střední hodnoty by bylo nutné změřit všechny časy, které pracovník či pracovníci spotřebovali při opakovaném vykonávání měřené činnosti. Pro potřeby praxe je však praktičtější a účelnější vycházet z počtu pravděpodobnosti a pravděpodobný (průměrný) čas se tak zjišťuje z výběrového souboru časů s přijatelnou výběrovou odchylkou.⁶⁶

Časové řady jsou soubory jednotlivých časových hodnot získané opakovaným měřením spotřeby času určité činnosti. Jednotlivé naměřené časy jsou tzv. náměry. Z řady náměrů je stanoven průměrný čas. Hodnověrnost časové řady vyjadřuje velikost odchylky jejího průměru od skutečně existujícího průměru. Ovlivňuje ji počet členů v časové řadě a kolísavost časové řady způsobená nestejností pracovního výkonu, odchylkami technických a organizačních podmínek či chybami. Kolísavost časové řady vyjadřuje směrodatná odchylka, v praxi je používán jednodušší ukazatel koeficient rozpětí k_R :

$$k_R = \frac{t_{max}}{t_{min}}$$

t_{max} je největší hodnota časové řady, t_{min} je nejmenší hodnota časové řady.

Čím je koeficient k_R menší, tím je pravděpodobnější, že se průměrná hodnota časové řady náměrů přibližuje skutečné střední hodnotě. Pro hromadné provozy je jeho hodnota 1,2 až 1,5, v sériové výrobě 1,5 až 2,5, v kusové a ruční výrobě může být 3 a více. Pro zajištění hodnověrného měření jsou zpracovány tabulky doporučených počtů náměrů velikostí k_R pro určité činnosti.⁶⁷

⁶⁵ LHOTSKÝ, Oldřich. *Organizace a normování práce v podniku*. Praha: ASPI, 2005. S. 62-63

⁶⁶ SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta et al. *Kalkulace a nabídky 1*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. S. 20

⁶⁷ Tamtéž. S. 20-21

Tabulka 1: Potřebný počet měření v závislosti na koeficientu rozptylu a požadované přesnosti aritmetického průměru všech měření

Koeficient rozptylu řady K_r	Počet měření, nutný pro zajištění přesnosti aritmetického průměru v %				
	kolem 20	kolem 15	kolem 10	kolem 7	kolem 5
1,5	5	5	5	6	9
2	5	5	7	11	16
2,5	5	6	10	15	23
3	6	8	12	18	30
4	7	10	15	25	39
5	8	11	19	31	47
6	9	13	21	34	55
8	11	15	26	42	70
10	12	17	31	49	85

Převzato z [Bašinskij]

2.4. Postup měření spotřeby času

Obecný návod platný pro všechny běžně užívané metody měření času sestává z následujících kroků:

- 1) vymezení cíle zkoumání a měření času,
- 2) určení a vymezení vhodného objektu,
- 3) zabezpečení spolupráce pracovníků a jejich seznámení s průběhem a požadavky pozorování a měření,
- 4) zjištění základních identifikačních údajů a vyplnění krycího listu,
- 5) zvolení metody zjišťování spotřeby práce a času dle požadované přesnosti měření,
- 6) rozčlenění sledované pracovní činnosti na dílčí složky a jejich popis,
- 7) určení doby pozorování a měření, harmonogram prací,
- 8) příprava vhodných pozorovacích listů a formulářů,
- 9) vlastní sledování, pozorování a zaznamenávání průběhu vybrané pracovní činnosti,
- 10) záznam časových údajů vždy v mezním bodě sledovaných činností,
- 11) zaznamenání zjištěných časových údajů pro dílčí složky pracovní činnosti a přestávky včetně jejich stručného popisu,
- 12) kontrola úplnosti a přesnosti záznamu,
- 13) výpočet jednotlivých časů z řady postupných časů,

- 14) kontrola spolehlivosti měření času, eventuálně očištění časové řady od extrémních (náhodných, chybových) hodnot,
- 15) výpočet střední hodnoty časových řad.

2.5. Druhy časových studií

Mezi základní a nejčastěji používané typy časových studií patří snímek pracovního dne (jednotlivce, čety, hromadný, vlastní), momentové pozorování a snímky operací (snímek průběhu práce a chronometráž).

2.5.1. Snímek pracovního dne

Snímek pracovního dne je metoda, při které se přímo a nepřetržitě pozorují, měří a zaznamenávají skutečné spotřeby času během celé pracovní směny či pracovního dne. Je při tom zjišťována skutečná spotřeba času pracovníka a/nebo výrobního zařízení.⁶⁸ Pokud je zaznamenávána pouze část pracovního dne, hovoříme o snímku práce.

Cílem je stanovení druhu a velikosti spotřebovaného času ve směně, tedy druh a velikosti přestávek, velikost ztrát a jejich příčiny, podíly jednotlivých druhů časů na celkovém času směny.⁶⁹

Snímek pracovního dne jednotlivce je věnován pouze jednomu pracovníkovi či stroji.

Snímek pracovního dne čety se zaměřuje na pracovní skupinu, která vykonává práci danou společným pracovním příkazem. Je při něm zaznamenávána velikost a druh spotřebovaného času pro každého jednotlivce a činnost, kterou vykonává více členů čety současně.

Hromadný snímek pracovního dne se zaměřuje na větší počet pracovníků (až třicet), přičemž každý pracovník se věnuje samostatně určitému pracovnímu úkolu. V praxi lze tento typ snímku nahradit metodou výběrového (momentového) pozorování.

⁶⁸ HORNÝ, J., LHOTSKÝ, O. Metody zjišťování spotřeby času. *Práce a mzda*, 1998, roč. 46, č. 11. S. 26

⁶⁹ SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta et al. *Kalkulace a nabídky 1*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. S. 22

Vlastní snímek pracovního dne shrnuje údaje o velikosti a příčinách ztrát, které si však zaznamenává sám pracovník.⁷⁰

Z jednotlivých naměřených časů jsou sestaveny součty časů stejného druhu. Z těch je následně sestavena bilance skutečné spotřeby času vyjadřující skutečný stav zjištěný měřením. Tento stav ale není žádoucí, neboť obsahuje i zbytečné časy. Je proto dále sestavena bilance normované spotřeby času, do které jsou zahrnuty pouze časy nezbytné pro splnění pracovního úkolu a časy obecně nutných přestávek. Pro obzvláště namáhavé práce či práce ve ztížených podmínkách je do této bilance možno zahrnout i přestávky nad rámec zákonných přestávek.⁷¹

Tabulka 2: Příklad bilance skutečného a předepsaného (normovaného) času

Druh času (symbol)	Skutečný čas		Normovaný čas	
	min.	%	min.	%
Čas jednotkové práce T_{A1}	304	63,3	345	72
Čas dávkové práce T_{1B}	56	11,7	60	12,5
Čas směnové práce T_{C1}	22	4,6	30	6,5
Čas práce T_1	382	79,6	435	91
Čas na osobní potřeby T_{202}	15	3,1	15	3
Čas na svačinu T_{203}	32	6,7	30	6
Čas obecně nutných přestávek T_2	47	9,8	45	9
Čas podmíněčně nutných přestávek T_3	-	-	-	-
Čas osobních ztrát T_D	28	5,8	-	-
Čas technických a organizačních ztrát T_E	23	4,8	-	-
Čas ztrát celkem T_Z	51	10,6	-	-
Čas směny T	480	100	480	100

Převzato z [Lhotský, 2005]

2.5.2. Momentové pozorování

Touto metodou je zjišťován pouze podíl vybraných činností a ztrát na celkovém čase směny. Výsledkem jsou podíly jednotlivých činností na celkovém čase směny odvozené dle četnosti jejich výskytu. Její hlavní výhodou je, že

⁷⁰ HORNÝ, J., LHOTSKÝ, O. Metody zjišťování spotřeby času. *Práce a mzda*, 1998, roč. 46, č. 11. S. 26-27

⁷¹ LHOTSKÝ, Oldřich. *Organizace a normování práce v podniku*. Praha: ASPI, 2005. S. 68

pozorovatel není trvale na jednom pracovišti, ale sleduje souběžně více pracovišť či pracovníků.⁷²

Nejprve je určen počet a druh pozorovaných činností. Následně se určí pozorovací stanoviště, trasy a časy pochůzek mezi jednotlivými pracovišti. Poté se vypočte počet potřebných náhodných pozorování v závislosti na požadované přesnosti. Je poté možné vypočítat také přesnosti výsledků pozorování ostatních druhů spotřeby času a stanovit počet pozorování a rozmezí přesnosti pro jednotlivá pracoviště (např. pomocí tabulek). V neposlední řadě je třeba učit dobu (počet směn) pozorování dle výše vypočtených počtů pozorování a přesnosti. Poté je možné provést pozorování v náhodně volených okamžicích. Jednotlivé druhy spotřeby času a jejich četnost jsou opět zaznamenávány do předem připravených formulářů. Na závěr probíhá vyhodnocení výsledků pozorování, tedy výpočet podílu jednotlivých sledovaných složek času.⁷³

2.5.3. Snímky operace

Pomocí této přímé metody lze měřit skutečné spotřeby času u opakujících se pracovních operací či jejich částí. Takto získané údaje lze použít jako podklad přímého stanovení norem času operace a tvorbu normativů. Stejně tak je lze použít jako podklady při navrhování vylepšených pracovních postupů, organizace práce a pro analýzu možností, jak snížit spotřebu času operace. V praxi se používají níže uvedené formy chronometráže.⁷⁴

Plynulou chronometráž lze použít u operací s pravidelným a předem známým sledem úkonů. Jednotlivé úkony se vepíší do formuláře tak, jak po sobě cyklicky následují. Poté se ke každému úkonu připisují časy trvání úkonu, nejčastěji metodou postupných časů,⁷⁵ vždy v mezních bodech úkonu. Případné přerušení pravidelného cyklu je spolu s jeho příčinou zanesena na formulář zvlášť, doba trvání přerušení se

⁷² SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta et al. *Kalkulace a nabídky 1*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. S. 26

⁷³ LHOTSKÝ, Oldřich. *Organizace a normování práce v podniku*. Praha: ASPI, 2005. S. 69-71

⁷⁴ SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta et al. *Kalkulace a nabídky 1*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. S. 28

⁷⁵ Čas začátku měření a prvního úkonu je např. $t_0=08:00$. U jednotlivých úkonů se pak zaznamenává čas ukončení úkonu t_i . Z rozdílu času t_0 a t_i jsou následně vypočteny jednotlivé doby trvání úkonů.

z jednotkových časů vyloučí. Tato metoda je zpravidla používána pro pozorování sériové a hromadné výroby.⁷⁶

Výběrová chronometráž je vhodná zejména pro měření určité vybrané části operace, např. pokud se změnil pracovní postup či se operace doposud neprováděla. Spotřeba času se pak měří pouze při výskytu dané operace v jejích mezních bodech.⁷⁷

Snímek pracovní operace (nebo též snímková chronometráž) je vhodná ke sledování pracovní operace s nepravidelným cyklem, při níž není proto možno předvídat průběh pracovní činnosti.⁷⁸ V pracovních cyklech se sice vyskytují shodné operace, jejich pořadí a doba trvání jsou však proměnné. Při samotném měření se zaznamenávají doby trvání a popis jednotlivých činností. Snímková chronometráž je vhodná zejména v kusové a malosériové výrobě jako prostředek pro nalezení nejvhodnějšího pracovního postupu.⁷⁹

Samotné měření lze provádět pomocí specializovaných aplikací⁸⁰ či zaznamenávat do formulářů. Již v polovině 20. století byly pro jednotlivé druhy časových studií zpracovány standardizované formuláře, které je možno s úpravami použít i dnes. Alternativně lze dle potřeby měření, jeho záznam a vyhodnocení zjednodušit, formulář je pak možné nahradit jeho zjednodušenou formou, tabulkou či linkovaným papírem.⁸¹

⁷⁶ HORNÝ, J., LHOTSKÝ, O. Metody zjišťování spotřeby času. *Práce a mzda*, 1998, roč. 46, č. 11. S. 30

⁷⁷ SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta et al. *Kalkulace a nabídky 1*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. S. 28

⁷⁸ HORNÝ, J., LHOTSKÝ, O. Metody zjišťování spotřeby času. *Práce a mzda*, 1998, roč. 46, č. 11. S. 31

⁷⁹ SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta et al. *Kalkulace a nabídky 1*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. S. 28

⁸⁰ Analýza a normování práce je pro velkou část českých firem stále aktuálnějším tématem. *API - Akademie produktivity a inovací* [online]. © 2005-2017 [cit. 24.4.2018]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/>

⁸¹ BAŠINSKIJ, Sergej V. *Technické normování práce ve stavebnictví*. 1 české vyd. Praha: Průmyslové vydavatelství, 1950. S. 32-63

3 CÍLE

Pro zpracování této práce byly stanoveny následující cíle:

- I. Technologicky a organizačně řídit realizaci hliněných omítek na experimentálním objektu Slamák, vybudovaném v rámci grantu Fakulty stavební ČVUT v Praze č. SGS17/009/OHK1/1T/11.
- II. Stanovit spotřebu času při realizaci hliněných omítek na experimentálním objektu Slamák, a to s rozlišením vrstvy, materiálu a rozdílné kvalifikace pracovníků.
- III. Stanovit technologické postupy přípravy materiálu z místní směsi pro jednotlivé vrstvy hliněných omítek a jejich časovou náročnost.

4 HYPOTÉZY

- A. Prvním předpokladem je, že po krátké pracovní činnosti a následném zaškolení nezkušených pracovníků dojde ke zvýšení jejich pracovní výkonnosti.
- B. Druhým předpokladem pak je, že bude stále znatelný rozdíl v pracovní výkonnosti zaškoleného pracovníka a profesionálního omítkáře.

5 METODY

Pracovní proces realizace hliněných omítek bude zaznamenáván do formulářů a na videokamery s řízeným časováním snímků (časosběr). Jednotlivé činnosti budou vyhodnoceny metodou snímku práce (viz kapitola 2.5.1. Snímek pracovního dne). Časový rozbor cyklu přípravy materiálu z místních zdrojů bude proveden metodou snímku operace (viz kapitola 2.5.3. Snímky operace).

6 PRAKTICKÁ ČÁST

Aplikační část práce byla prováděna během výstavby experimentálního objektu Slamák v rámci grantu Fakulty stavební ČVUT v Praze č. SGS17/009/OHK1/1T/11 s názvem *Technologické, ekonomické a konstrukční zhodnocení realizace environmentálně šetrného objektu na bázi slámy a experimentální zjišťování jeho požárních charakteristik*. Experiment probíhal za spolupráce členů katedry technologie staveb, katedry konstrukcí pozemních staveb a katedry ocelových a dřevěných konstrukcí na pozemku Univerzitního centra energeticky efektivních budov ČVUT v Praze (UCEEB) v Buštěhradu u Kladna.

6.1. Příprava experimentu

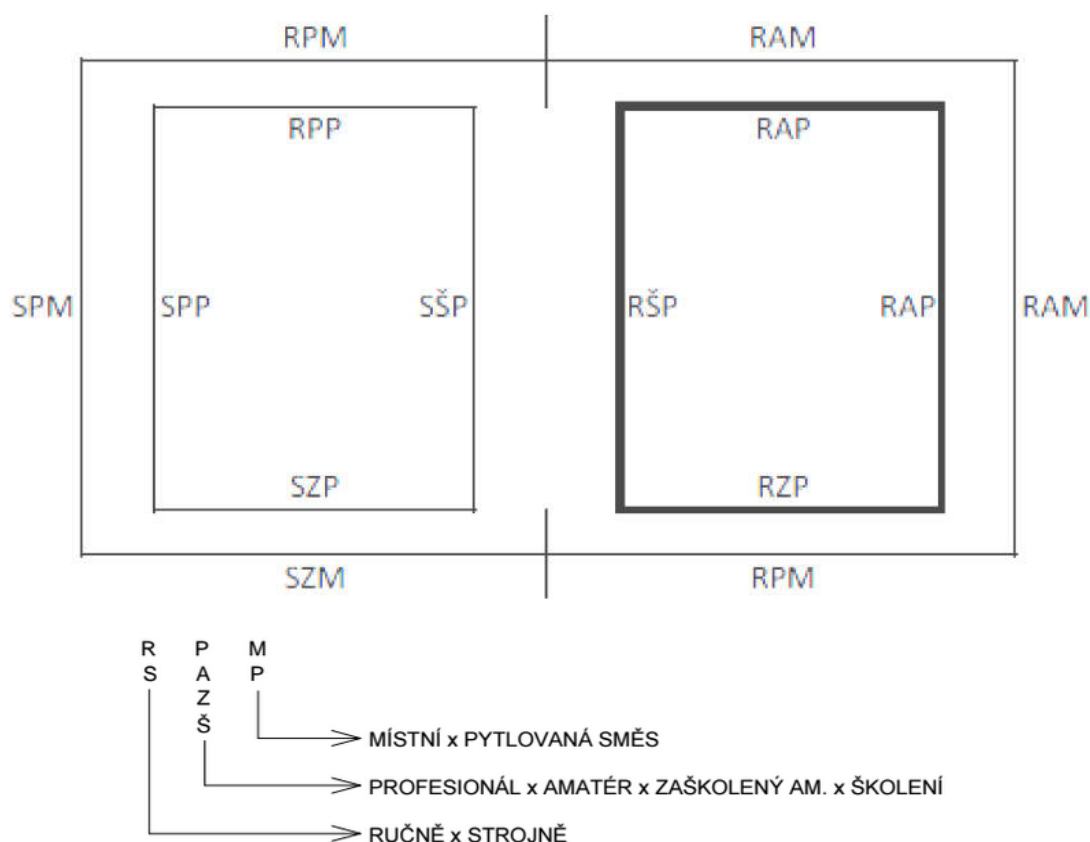
Na projektu SGS bylo prováděno devět různých experimentů. Ty se věnovaly problematice výstavby objektu, jeho života i likvidace velkoformátovou požární zkouškou. Z těchto dílčích experimentů vzešla řada vlivů, které měly dopad na experiment v této práci řešený. Část vlivů také vznikla ze samotného faktu, že výstavba probíhala v rámci grantu SGS. Pro uvedení do kontextu je jim věnována tato kapitola.

6.1.1. Vývoj a vliv ostatních účastníků experimentu

Prvotní koncept řešené části experimentu byl většího rozsahu, než jak byl experiment nakonec realizován. Zkoumání mělo být zaměřeno na různě kvalifikované pracovníky, odlišné materiály a způsoby provádění vnitřních a vnějších hliněných omítek na slaměných stěnách, o standardních tloušťkách a skladbách.

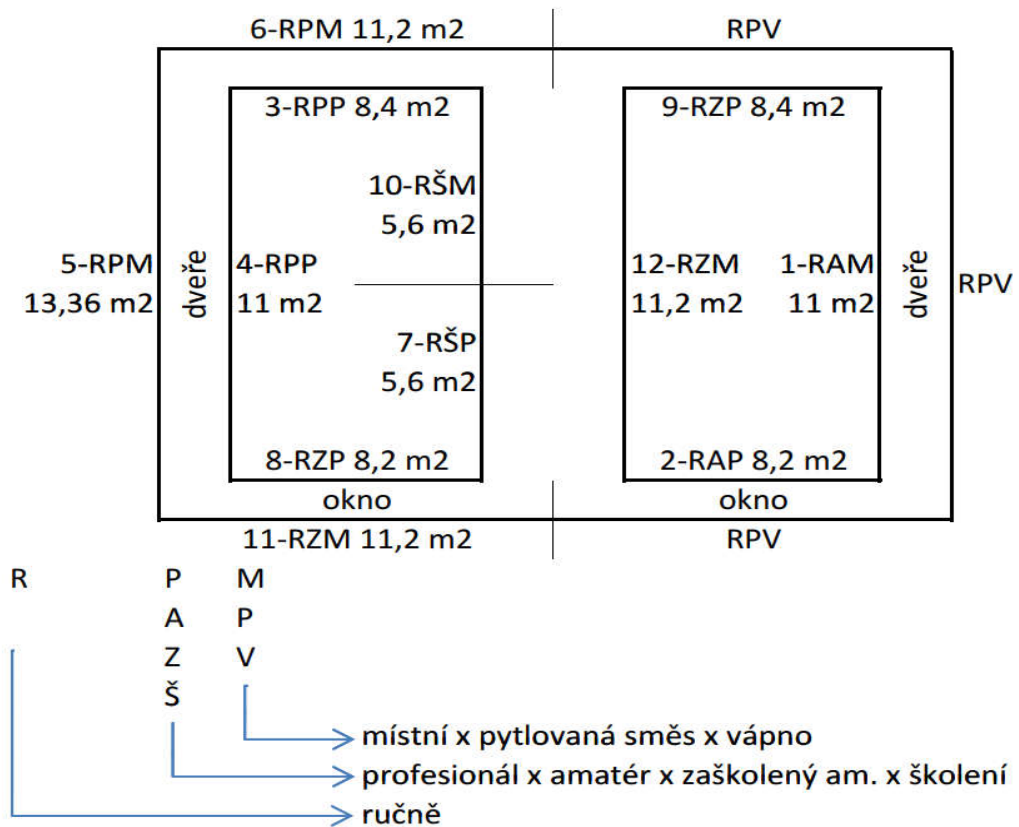
Pracovník amatér simuloval svépomocného zhotovitele se znalostmi v rozsahu dostupném z populární literatury či internetu. Zaučený pracovník pak byl ten pracovník, který si projde školením v rozsahu školicího workshopu. Má tedy lepší teoretické znalosti o materiálu, znalosti v oblasti přípravy směsi a vlastní realizace hliněných omítek, zároveň má již vlastní zkušenost s takovou prací. Pracovník profesionál je pak omítkář, který se věnuje komerční realizaci hliněných omítek. Takto odlišně kvalifikovaní pracovníci měli provádět skladby hliněných

omítek ze suché pytlované směsi a z místní směsi, vždy ve variantě ruční i strojní aplikace.



Obrázek 7: Uvažované schéma realizace hliněných omítek (archiv autora)

Z důvodu nedostatečného rozpočtu a zjednodušení procesu výstavby bylo upuštěno od strojní varianty aplikace omítek. Na základě požadavků dalších účastníků experimentu došlo též k úpravě rozsahu a skladeb omítek. Vnější hliněné omítky tak byly prováděny pouze na západní polovině objektu, na východní polovině objektu byly vnější omítky vápenné. Pro zachování dostatečného počtu ploch s omítkami z místních zdrojů byly provedeny omítky z místních zdrojů také na části vnitřních stěn. Pro požární část experimentu bylo nutné provést vnitřní omítky v každé místnosti odlišné. To mělo za důsledek doplnění vrstvy hrubé omítky v západní místnosti o rabicové pletivo. Výsledné skladby a schéma realizace jsou uvedeny níže.



Obrázek 8: Upravené schéma realizace omítek (archiv autora)

Tabulka 3: Projektované skladby hliněných omítek

Upravené skladby hliněných omítek			
Vnitřní omítky		Vnější omítky	
Přilnavostní nátěr/špric	2 mm	Špric	2 mm
Vyrovnávací vrstva	15 mm	Vyrovnávací vrstva	15 mm
Hrubá omítka	20 mm	Hrubá omítka	20 mm
Jemná omítka	3 mm	Jemná omítka	3 mm
Celkem	40 mm	Celkem	40 mm

Archiv autora

6.1.2. Výběr zdrojů materiálu

Staveniště experimentálního objektu se nacházelo na území tvořeném různými typy navážek, zejména stavebních odpadů. Nevyskytoval se tam použitelný materiál (jíl, jílovitá zemina), bylo tedy nutné alokovat jeho zdroj jinde.

Při hledání zdroje místní směsi byla pozornost zaměřena především na odpadní zeminu ze stavebních výkopů. Po průzkumu nejbližšího okolí (cca 10 km)

nebyla nalezena staveniště, která by nabízela dostatek kvalitního materiálu. Pozornost tak byla rozšířena na blízké cihelny, pískovny a vzdálenější staveniště a skládky zeminy. Nakonec byl výběr potenciálních zdrojů zúžen na následující tři.

Zdroj č. 1: Staveniště administrativní budovy v blízkosti stanice metra Nádraží Veleslavín.

Zdroj č. 2: Zaniklá cihelna v obci Zájezd.

Zdroj č. 3: Pískovna v Libčicích nad Vltavou.

Staveniště na Veleslavíně nabízelo velmi kvalitní hnědý jíl a bylo možné navzdory větší vzdálenosti sjednat finančně nenákladnou dopravu do Buštěhradu. Do doby schválení udělení grantu tam však stavební práce pokročily, materiál již nebylo možné získat přímo a nebyl ani dostupný na skládkách zeminy, kam byl odvážen.

Cihelna Zájezd nabízela cihlářskou hlínu s podílem jílu a spraší. Její hlavní výhodou byla vzdálenost od staveniště pouze 4 km. Nevýhodou pak bylo zejména to, že její provoz byl již ukončen a nedisponovala vlastní mechanizací. Nakládku a dopravu by tedy bylo nutné sjednat zvlášť, což by znamenalo nepřijatelnou zátěž grantového rozpočtu.

Poslední možnost byla pískovna v Libčicích nad Vltavou. Mezi vrstvou ornice a písku se tam nachází směs jílu a spraší v mocnosti cca 2-4 m. Ačkoliv byla od staveniště vzdálena 21 km, disponovala mechanizací k nakládce a dopravě na staveniště. Po uvážení byla hlína získána z tohoto zdroje.

Zdroje písku do místní směsi poté byly dva – frakce 0-4, použitá v podhozu, vyrovnávací vrstvě a hrubých omítkách, byla odebrána z pískovny v Libčicích nad Vltavou, frakce 0-1 do štku pak pocházela z pískovny Zálezlice.

Suchá směs v pytlích a baleních typu big-bag byla na základě úspěšné předchozí spolupráce s výrobcem použita značky Picas.

6.1.3. Přípravenost podkladu

U slaměných stěn by před započítáním omítnutí mělo dojít k jejich přípravě. Ta spočívá především ve srovnání stěn (zatlukání vyčnívajících balíků do stěny pomocí dřevěné palice) a ve vyplnění případných mezer mezi jednotlivými balíky či

balíky a ostatními konstrukcemi smotky slámy. Doporučuje se též seříznout obzvláště přečnívající stébla pomocí motorové pily, nůžek na živý plot apod.

Srovnání stěn a vyplňování dutin bylo provedeno již během výstavby objektu, a to nejprve při samotném skládání balíků do stěn a poté ve fázi předepínání stěn. Bylo tak činěno především pro zajištění stability objektu při požární zkoušce, nikoliv tak, aby byla dosažena standardní rovinnost stěn.⁸² Nadstandardně byly též stěny staženy ocelovými páskami ve vodorovném směru, což narušovalo slaměný povrch a snižovalo lokálně přídržnost omítky ke stěně. Seříznutí povrchu balíků bylo v malém rozsahu provedeno před započítáním omítání.

Před realizací vrstvy hrubých omítek byly dřevěné povrchy jako ostění oken a dveří opatřeny perlinkou kotvenou do stavebního lepidla. V západní místnosti bylo též na stěny ukotveno rabicové pletivo.

6.1.4. Nákladové hledisko

Během experimentu bylo uvažováno pouze s rozpočtem grantu. Z důvodu minimalizace nákladů tak prováděli výstavbu objektu sami účastníci experimentu. Výjimkou byli profesionální omítkáři a účastníci workshopů. Workshopy vzdělávaly účastníky především prakticky vlastní prací, teoretickým výkladem již méně. Byly tedy cíleny primárně na studenty ČVUT, s minimálním vstupním poplatkem, který kryl pouze občerstvení během workshopů.⁸³

Pracovní nářadí a vybavení bylo zpravidla zapůjčeno od účastníků experimentu či ze zdrojů UCEEB, nové bylo pořizováno v minimálním množství. Lze konstatovat, že zajištění některých nástrojů a vybavení nebylo z důvodu nutných úspor v dostatečném množství.

⁸² Je však třeba mít na paměti, že někteří majitelé slaměných objektů si jich cení také pro jejich oblost a organické tvary.

⁸³ Organizace, propagace a finanční politika workshopů nebyla v kompetenci autora této práce.

6.1.5. Časové hledisko

Jelikož stavební práce prováděli především studenti, probíhaly z drtivé většiny pouze o víkendech. Omítky pak byly realizovány primárně během sobotních workshopů a případně dokončovány v následujících dnech.

Celková doba realizace hliněných omítek byla minimalizována tak, aby byl zajištěn dostatečný čas pro navazující fyzikální měření. Vzhledem k přítomnosti měřicí techniky již během technologických pauz mezi jednotlivými vrstvami byly velmi omezeny možnosti přirozeného větrání. K urychlení vysychání omítek tak byly použity vysoušeče a větráky.

6.1.6. Místní podmínky pracoviště

Jak již bylo uvedeno dříve, výstavba objektu probíhala na pozemku UCEEB v Buštěhradu. Staveniště však bylo umístěno mimo oplocenou část pozemku, na které byly uskladněny big-bagy se suchou směsí omítek, sklad náradí a zdroj vody. Nezbytné přesuny těchto zdrojů na pracoviště tak byly zbytečně prodlužovány.

6.2. Realizace

6.2.1. Workshop I

První workshop proběhl v sobotu 8. dubna 2017. Během něj byl kompletně proveden hliněný špric a část vyrovnávací vrstvy omítek. Zbývající povrchy byly vyrovnány v průběhu neděle 9. a středy 12. dubna již bez spolupráce osob přihlášených na workshop.



SLAMÁK
HLINĚNÉ OMÍTKY

PRAKTICKÝ WORKSHOP PRO STUDENTY

8. 4. 2017 | začátek 8:30
konec 17:00

Místo konání: UCEEB

Kapacita workshopu je 8 studentů!
Cena workshopu je 350 Kč.

Závazné přihlášky a bližší informace:
Jakub.divis@fsv.cvut.cz

PROGRAM:

- praktický seminář pod profesionálním vedením Patrika Majringera (www.konopny-beton.cz)
- nácvik nanášení hliněné omítky na slaměnou konstrukci
- tematické přednášky (sláma, nepálená hlína, přírodní tepelné izolace)
- exkurze po laboratořích UCEEB

UCEEB)  FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE

Obrázek 9: Náborový leták na 1. workshop (převzato z [Fakulta stavební])

Na začátku workshopu byli účastníci seznámeni se základními technikami slaměného stavitelství, zejména s technikou dělení slaměných balíků. Byli též seznámeni s konceptem experimentu, tedy s konstrukcí objektu, jednotlivými detaily vyplývajícími z požadavků dílčích experimentů a měření a s účelem probíhajícího workshopu. Byli tedy vyrozuměni s tím, že jejich pracovní činnost bude zaznamenávána a dále zkoumána, že mají dodržovat předepsaný pracovní postup, složení materiálu a čet, případně všechny změny ve výše uvedeném neprodleně hlásit

určeným osobám. Na závěr úvodní části workshopu jim byl vysvětlen pracovní postup a složení materiálu. Poté byli rozděleni do pracovních čet a započali vlastní pracovní činnost.

Technologický postup přípravy směsi z místních zdrojů vychází z technologického předpisu dle Ing. Procházky (viz kapitola 1.3.2). Pro přípravu hliněného špricu pak byl upraven následovně:

- a) naložení jílu do dvou plastových stavebních kýblů o objemu 12 l,
- b) zalití každého kýblu jílu polovinou kýble vody a krátké rozmíchání dvouvrtulovým míchadlem,
- c) odležení jílu po dobu nakládání písku,
- d) naložení dvou kýblů písku frakce 0/4 do plastového kalfasu,
- e) krátké promíchání jílu s vodou dvouvrtulovým míchadlem,
- f) přelití jílové kaše k písku,
- g) promíchání jílové kaše s pískem, přidání vody dle potřeby.

Hliněný podhoz ze suché směsi *Picas přilnavostní nátěr* byl připravován dle pokynů výrobce. Do kalfasu s cca třemi kýbli vody byl z pytle nasypán materiál, promíchán a případně naředěn do požadované konzistence.



Obrázek 10: Příprava materiálu z místních zdrojů četou AMATER



Obrázek 11: Nanášení hliněného podhozu četou PROFÍ

Takto připravená směs pak byla nanášena zednickou lžící či fankou na slaměné stěny objektu. Během školení byla účastníkům workshopu předvedena aplikace pomocí hliníkové lopaty. Tato metoda byla rychlejší než nanášení lžící či fankou, docházelo při ní však k výraznému odšťikování materiálu a takto pracující omítkář vyžadoval větší pracovní prostor. Vzhledem k malým plochám stěn, které byly postupně omítány, tak nemohlo na jedné stěně pracovat více pracovníků zároveň. V zájmu maximálního využití pracovníků při současném zachování organizace práce, důležité pro správný průběh měření, bylo nanášení špricu lopatou použito pouze okrajově na spodních částech stěn.



Obrázek 12: Jihovýchodní pohled na objekt před začátkem omítání



Obrázek 13: Západní stěna objektu po provedení hliněného podhozu



Obrázek 14: Jižní stěna objektu po provedení hliněného podhozu

K dostatečnému zavaznutí podhozu došlo během obědové pauzy prodloužené o krátkou přednášku o dalších technikách hliněného stavitelství. V odpolední části bylo tedy postoupeno k provádění vyrovnávací vrstvy omítek.

Technologický postup přípravy materiálu z místních zdrojů pak byl stanoven následovně:

- a) naložení 10-12 lopat jílu do přípravného kalfasu,
- b) zalití jílu cca 1/2 kýble vody a krátké rozmíchání dvouvrtulovým míchadlem,
- c) odležení jílu,
- d) naložení dvou kýblů písku 0-4 a přidání písku k jílové kaši,
- e) rozmíchání písku s jílovou kaší dvouvrtulovým míchadlem,
- f) naložení 2/3 kýblu slámy a 16 fanek směsi do pracovního kalfasu střídavě ve vrstvách,
- g) rozmíchání směsi se slámou dvouvrtulovým míchadlem.

K dostatečnému odležení jílu dle kroku c) opět zpravidla postačil čas nutný k naložení písku. Z takto připravené dávky jílu a písku v přípravném kalfasu bylo možné připravit dva pracovní kalfasy, z nichž pracovníci směs nanášeli.

Materiál ze suché směsi *Picas ECONOM – hrubá* pak byl připravován dle pokynů výrobce. Z big bagů na oploceném pozemku UCEEB byla suchá směs dovážena v kolečku (10-12 lopat na kolečko) a přesypána do kalfasu s cca jedním

kýblem vody, promíchána míchadlem a případně naředěna do požadované konzistence. Promísení se slámou probíhalo totožně jako u směsi z místních zdrojů.

Sláma použitá do směsi byla získána z rozmělněných zbylých balíků či spadaná během výstavby objektu. Nebyla dále sekána či jinak krácena. Delší stébla umožňovala větší objem slámy a snížení množství vody ve směsi. Bylo též díky tomu možné aplikovat materiál v jedné vrstvě o větší tloušťce, pokud to bylo lokálně nutné, a to bez zvýšení rizika nadměrného vzniku trhlin během vysychání. Nevýhodou však byla zhoršená zpracovatelnost a obtížnější míchání materiálu. Směs bylo obtížné nabrat na zednickou lžici, byla tedy nabírána a nanášena dlaní. Ještě čerstvý povrch byl dle potřeby zarovnan dřevěným či plastovým hladítkem, nebyl však pro zachování dostatečné přídržnosti další vrstvy hlazen. Dle potřeby byl naopak lokálně zdrsňen mělkými zářezy hranou zednické lžice.

Vzhledem k počátečním nerovnostem vnějších stran obvodových stěn objektu by bylo krajně neekonomické pokoušet se dosáhnout typicky vyžadované rovinnosti 2 mm/2 m. Při provádění vyrovnávací vrstvy tak byla pozornost věnována zejména lokálním nerovnostem, jako byly spáry mezi jednotlivými balíky, ostěními otvorů či prohlubně způsobené odlišnou šířkou balíků. Výsledná rovinnost byla cca 5 mm/m s respektováním organických křivek obvodových stěn objektu.



Obrázek 15: Západní stěna objektu po provedení vyrovnávací vrstvy

6.2.2. Workshop II

Druhý workshop se konal v sobotu 20. května 2017. Díky většímu počtu dobrovolníků přihlášených na workshop a prodloužení práce až do pozdního večera se během něj podařilo provést hrubé omítky v celém rozsahu.

Obrázek 16: Náborový leták na 2. workshop (převzato z [Fakulta stavební])

Jelikož došlo k obměně dobrovolníků oproti prvnímu workshopu, proběhlo nejprve opětovné představení experimentu a objektu Slamák. Účastníci byli taktéž obeznámeni s tím, že jejich pracovní činnost bude zaznamenávána a dále zkoumána. Je proto důležité, aby dodržovali předepsaný pracovní postup a rozdělení do čet a případné změny bezodkladně hlásili. Poté byli seznámeni s technologickými postupy přípravy směsi a rozdělení do čet.

Technologický postup přípravy materiálu z místních zdrojů opět vycházel z technologického předpisu dle Ing. Procházky, a sice v následující podobě:

- a) naložení jílu do kýblu (12 fanek),

- b) zalití vodou a krátké promíchání dvouvrtulovým míchadlem,
- c) odležení jílu,
- d) naložení písku 0/4 do kalfasu (28 fanek),
- e) naložení polymeru do kalfasu (1/2 fanky) – pouze pro venkovní omítky,
- f) naložení slámy do kalfasu (4 fanky),
- g) opětovné promíchání jílu s vodou,
- h) zalití materiálu v kalfasu jílovou kaší,
- i) promíchání směsi dvouvrtulovým míchadlem, případně s přidáním vody do požadované konzistence.

Po prvních dávkách materiálu došlo k ustálení rytmu přípravy tak, že odležení jílu trvalo prakticky po dobu zpracování předchozí dávky materiálu, tedy cca 20 až 30 minut. Sláma do směsi byla opět použita přímo z rozebraných balíků. Díky separaci obzvláště dlouhých či tuhých stébel a menšímu množství slámy ve směsi nezpůsobovala takto nekrácená sláma výrazné problémy během přípravy či zpracování materiálu.

Příprava materiálu ze suché směsi *Picas ECONOM – hrubá s řezankou* probíhala dle pokynů výrobce. Z big bagů uskladněných v oplocené části pozemku UCEEB byla převážena v kolečkách (10-12 lopat), přesypána do kalfasu s jedním kýblem vody a důkladně promíchána ručním míchadlem. Po krátkém odležení byla opětovně promíchána a připravena k nanášení.



Obrázek 17: Příprava materiálu z pytlované směsi četou ZASKOLENI



Obrázek 18: Osazování omítníků na ST 5, stržení povrchu latí na ST 6

Samotné nanášení probíhalo obdobně jako u klasické jádrové vápenocementové omítky. Nejprve byly osazeny a vyrovnány dřevěné omítníky. Obdobně jako u vyrovnávací vrstvy nebylo cílem absolutně vyrovnat povrch stěn, ale spíše vyhladit lokální nerovnosti s respektováním organických křivek objektu. Po usazení omítníků byl nahazován prostor mezi nimi a následně stažen hliníkovou latí. Dle potřeby byl do kaveren doplněn materiál a opět stažen latí. Po zavadnutí, když povrch ztratil mokrý lesk a nelepil, následovalo točení hladítkem s rubbenem. Během této fáze bylo provedeno finální zarovnání a zahlazení povrchu jádrové omítky. Takto upravený povrch byl po vyschnutí připraven pro provedení hliněných štuků.



Obrázek 19: Severní stěna objektu s dokončenou hrubou hliněnou omítkou

6.2.3. Workshop III

Poslední workshop, během něž byly kompletně provedeny hliněné štuky, proběhl v sobotu 3. června 2017. Vzhledem k probíhajícímu zkouškovému období byla nižší účast dobrovolníků. Řady pracovníků tak byly doplněny studenty podílejícími se na výstavbě experimentálního objektu Slamák.

Obrázek 20: Náborový leták na 3. workshop (převzato z [Fakulta stavební])

Pracovníci byli seznámeni s tím, že jejich práce bude zaznamenávána a podrobena dalšímu zkoumání. Zároveň byli poučeni o nutnosti dodržovat předepsaný technologický postup a rozdělení do pracovních čtí.

Technologický postup přípravy materiálu z místních zdrojů opět vycházel z technologického předpisu dle Ing. Procházky, a sice v následující úpravě:

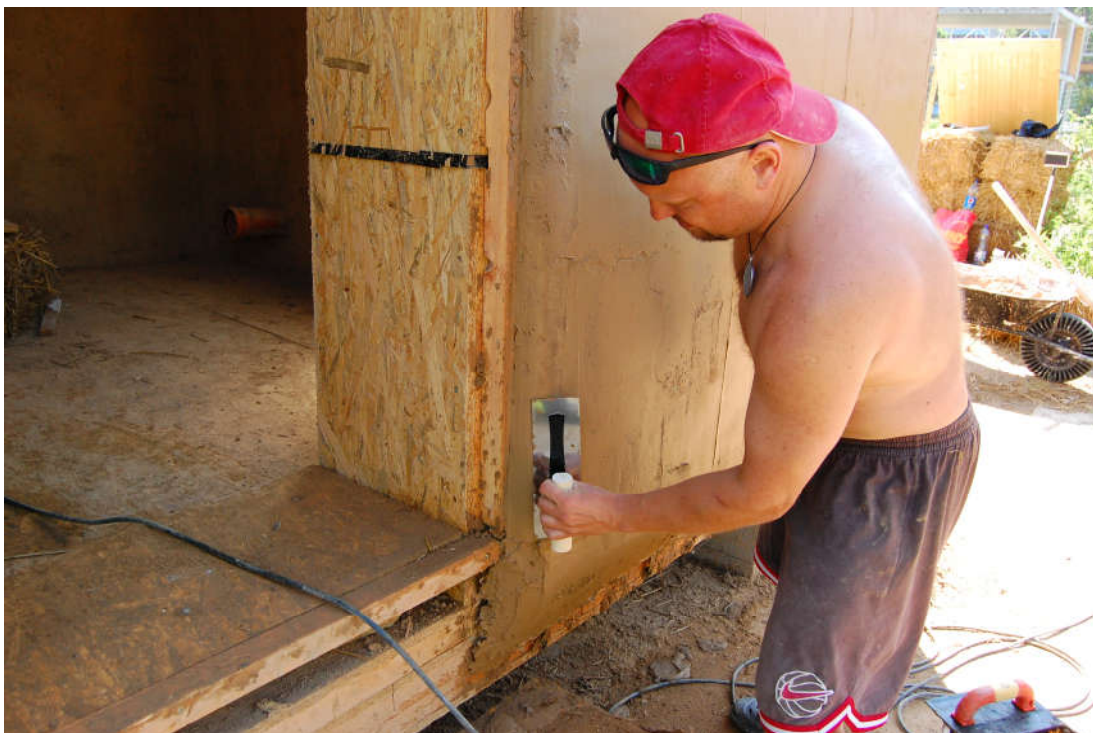
- naložení jílu do kýblu (10 fanek),
- zalití jílu 1/2 kýblem vody a krátké promíchání dvouvrstulovým míchadlem,

- c) odležení jílu s vodou,
- d) naložení písku 0/1 do kalfasu (18 fanek),
- e) přidání polymeru (3/4 fanky) k písku – pouze pro venkovní omítky,
- f) opětovné promíchání jílu s vodou dvouvrtulovým míchadlem,
- g) přelití jílové kaše k písku přes síto s oky 2x2 mm, nadsítné (hrudky, max. 1 fanka) přidáno do další dávky jílu k rozmáčení či vyhozeno,
- h) důkladné promíchání směsi v kalfasu ručním míchadlem.

Během přípravy prvních dávek materiálu bylo odležení jílu dle bodu c) zkráceno na dobu nakládky písku do kalfasu. Po ustálení rytmu přípravy a zpracování materiálu byl jíl máčen po dobu zpracování předchozí dávky materiálu, tedy cca 30 minut.

Postup přípravy materiálu ze suché směsi *Picas ECONOM – Jemná* respektoval pokyny výrobce. Z big bagů uskladněných v oplocené části pozemku UCEEB byl do centra přípravy materiálu dovážen kolečkem (10-12 lopat na kolečko). Poté byl přesypán do kalfasu s cca 3/4 kýblu vody a důkladně promíchán míchadlem, s případným přidáním vody či suché směsi do dosažení požadované konzistence. Po krátkém odležení po dobu 3-5 minut byl opět promíchán míchadlem.

Aplikace jemných hliněných omítek je velmi podobná provádění klasických vápenocementových štuků. Materiál byl tedy na podklad nanášen nerezovým hladítkem a bezprostředně po nanesení byl povrch týmž hladítkem zarovnán. Při opracování zaoblených detailů bylo dle potřeby použito hladítko s molitanem. Po zavadnutí povrchu byla provedena finální úprava povrchu filcováním plastovým hladítkem s rubbenem. Filcování povrchu bylo dle potřeby po navlhčení povrchu vodou opakováno až do dosažení požadované pohledové kvality povrchu. Volná povrchová zrna písku byla odstraněna na ještě vlhké stěně pomocí navlhčeného hladítka s mořskou houbou, případně po úplném vyschnutí omítek ometením koštětem s dlouhým vlasem.



Obrázek 21: Úprava detailu u ostění dveří nerezovým hladítkem, četa PROFI



Obrázek 22: Úprava detailu u ostění dveří hladítkem

6.3. Analýza získaných dat

6.3.1. Spotřeba času při provádění hliněných omítek

Během workshopů byl pracovní proces zaznamenáván na časosběry s frekvencí záznamu 1 snímek/s a do formulářů. Papírový záznam obsahoval následující údaje:

- složení čety,
- kvalifikace pracovníků (amatér/zaškolený amatér/profesionál),
- prováděná stěna,
- typ, složení a spotřeba materiálu,
- začátek a konec práce na dané stěně včetně případných přestávek.

Z těchto údajů byly poté sestaveny snímky práce jednotlivých pracovníků vztažené ke konkrétní stěně a prováděné vrstvě omítek. V nich byl celkově spotřebovaný čas rozdělen na časy dílčí dle vykonávaných činností. U dílčích časů byl zároveň stanoven typ času, tedy zda se jednalo o čas užitečný, čas přestávek či čas ztrát.

Tabulka 4: Snímek práce – vyrovnávací vrstva

W1 - vyrovnávací vrstva, ST 12, četa ZAŠKOLENÍ										
JH					JR					
Popis činnosti	Ti	Trvání činnosti [h:min]			Popis činnosti	Ti	Trvání činnosti [h:min]			
		Od	Do	min			Od	Do	min	
nakládání jílu do kalfasu	t101	9:47	9:48	1,5	čeká na lopatu	t3	9:47	9:48	1,5	
rozsmíchání jílu	t101	9:48	9:49	1,5	nakládání pisku - 2 kýble	t101	9:48	9:49	1,5	
míchání jílu a pisku - 2 kýble	t101	9:49	9:51	2,2	hledá další kalfas	t105	9:49	9:51	2,2	
organizační pochůzka	tz3	9:51	9:54	3,0	nakládání jílu do kalfasu	t101	9:51	9:53	2,3	
míchání směsi se slámou	t101	9:54	9:56	2,0	rozsmíchání jílu	t101	9:53	9:57	4,0	
čeká	t3	9:56	9:57	1,3	nakládání směsi a slámy do kalfasu	t101	9:57	9:58	1,5	
přesun materiálu - 1 kalfas	t102	9:57	9:58	1,0	organizační pochůzka	tz3	9:58	10:01	3,8	
nanáší rukou	t103	9:58	10:06	8,7	rozhovor s kolegy	tz2	10:01	10:02	1,3	
organizační pochůzka	tz3	10:06	10:09	3,7	míchání směsi se slámou	t101	10:02	10:03	1,3	
čeká	t3	10:09	10:11	2,0	přesun materiálu - 1 kalfas	t102	10:03	10:03	0,7	
přesun materiálu - 1 kalfas	t102	10:11	10:12	1,0	nanáší rukou	t103	10:03	10:11	8,8	
nanáší rukou	t103	10:12	10:34	22,0	omytí rukou	t201	10:11	10:12	1,0	
osobní oddych - svačina	t202	10:34	10:39	5,5	organizační pochůzka	tz3	10:12	10:14	2,0	
míchání směsi se slámou	t101	10:39	10:41	2,5	nakládání směsi a slámy do kalfasu	t101	10:14	10:15	1,3	
přesun materiálu - 1 kalfas	t102	10:41	10:42	1,0	míchání směsi se slámou	t101	10:15	10:16	1,5	
nanáší rukou	t103	10:42	10:57	15,7	přesun materiálu - 1 kalfas	t102	10:16	10:17	1,0	
míchání jílu a pisku - 2 kýble	t101	10:57	11:00	3,0	nakládání směsi a slámy do kalfasu	t101	10:17	10:18	1,8	
nakládání směsi a slámy do kalfasu	t101	11:00	11:01	1,2	míchání směsi se slámou	t101	10:18	10:19	1,7	
míchání směsi se slámou	t101	11:01	11:01	0,8	přesun materiálu - 1 kalfas	t102	10:19	10:20	1,3	
nakládání směsi a slámy do kalfasu	t101	11:01	11:02	1,2	nanáší rukou	t103	10:20	10:30	10,5	
čeká na míchadlo	tz1	11:02	11:03	1,2	omytí rukou	t201	10:30	10:31	1,0	
míchání směsi se slámou	t101	11:03	11:04	1,8	organizační rozhovor	tz3	10:31	10:34	3,7	
přesun materiálu - 1 kalfas	t102	11:04	11:05	1,2	nakládání směsi a slámy do kalfasu	t101	10:34	10:36	2,0	
nanáší rukou	t103	11:05	11:10	5,5	osobní oddych - svačina	t202	10:36	10:41	5,7	
odnáší prázdný kalfas	t105	11:10	11:11	1,0	organizační pochůzka	tz3	10:41	10:43	2,3	
nakládání směsi a slámy do kalfasu	t101	11:11	11:12	1,5	přesun materiálu - 1 kalfas	t102	10:43	10:44	1,0	
míchání směsi se slámou	t101	11:12	11:12	0,7	hovor s kolegy	tz2	10:44	10:50	6,0	
nakládání směsi a slámy do kalfasu	t101	11:12	11:14	2,3	nakládání směsi a slámy do kalfasu	t101	10:50	10:53	3,0	

Archiv autora

Vyhodnocení spotřeby času bylo provedeno na samostatném formuláři, do kterého byly přeneseny sumy jednotlivých dílčích časů pracovníků. Časy T_{1i} zahrnovaly časy činností produktivních. Byly to časy přípravy materiálu a jeho

přesunů na pracoviště, časy nanášení materiálu na stěny, úpravy povrchu hladítkem apod. Časy T_{2i} byly vyhrazeny pro časy obecně nutných přestávek, tedy pauzy na osobní potřebu a pauzy na svačinu. Do časů T_{3i} byly zahrnuty časy podmíněčně nutných přestávek, zejména doby čekání během přípravy první dávky materiálu a časy zavadnutí povrchu. Součtem časů T_1 , T_2 a T_3 byl stanoven čas T_N , tedy čas nutný ke zhotovení daného množství produkce. Ztráty času jsou zahrnuty v časech TZ_i , s rozdělením na ztráty času čekáním, osobní ztráty a ztráty zaviněné vedením stavby. Celkový čas tedy sestával ze součtu času T_N a času TZ . Vydělením celkového času a času T_N plochou dané stěny byly poté pro každou četu, stěnu a vrstvu omítek stanoveny dvě hodnoty spotřeby času na 1 m^2 – čas celkem spotřebovaný a čas nezbytně nutný.

Tabulka 5: Vyhodnocení spotřeby času – vyrovnávací vrstva

ZHOTOVENO PRODUKCE		11,2 m ²	Workshop 1		Datum: 09.04.2017	
SPOTŘEBOVANÝ ČAS NA 1 m ²		0,51 Nh	Typ čety ZASK		Stěna(y): ST 12	
Z TOHO NEZBYTNĚ NUTNÝCH		0,41 Nh	POPIS PROCESU: Realizace vyrovnávací vrstvy z místní směsi dvěma pracovníky.			
POPIS ÚKONŮ			Celková spotřeba času dle pracovníků			
			JH	JR		
t101	Příprava a materiálu		41	43		84
t102	Přesun materiálu		5	15		21
t103	Nanášení materiálu		75	68		143
t104	Zarovnání povrchu		1	0		1
t105	Ostatní		7	2		10
T1	CELKEM ČAS PRÁCE		129	129		258
t201	Čas na osobní potřebu		0	2		2
t202	Čas na svačinu		6	7		13
T2	CELKEM ČAS OBECNĚ NUTNÝCH PŘESTÁVEK		6	9		15
T3	CELKEM ČAS PODMÍNEČNĚ NUTNÝCH PŘESTÁVEK		3	2		5
TN	CELKEM NUTNÝ ČAS		138	139		277
tz1	Ztráty čekáním		2	4		6
tz2	Osobní ztráty		17	15		31
tz3	Ztráty zaviněné vedením stavby		7	22		29
TZ	CELKEM ZTRÁTY		26	41		66

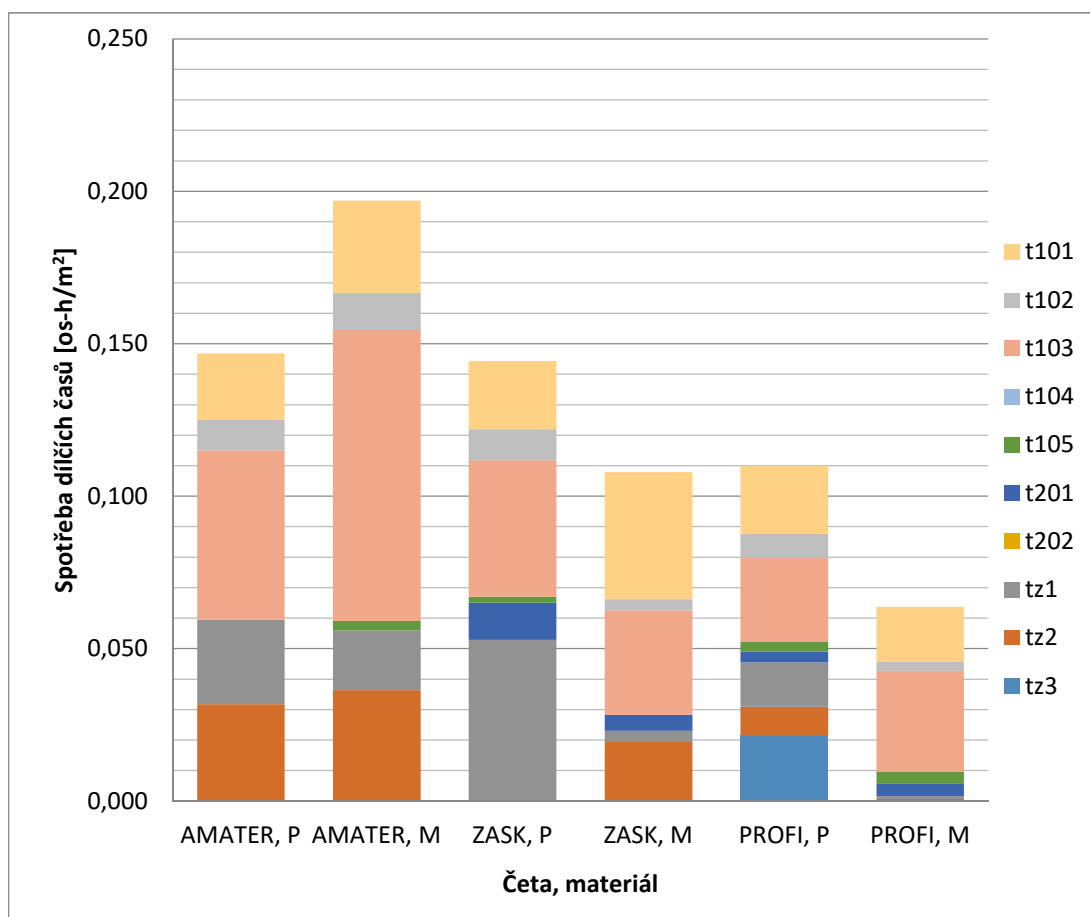
Archiv autora

Je nutné podotknout, že vzhledem k tomu, že měření spotřeby času během realizace omítek bylo děleno dle jednotlivých stěn, vrstev a materiálů, nejsou v čase T_2 zahrnuty hlavní přestávky na oběd. Taktéž v čase T_N nejsou zahrnuty časy přípravně zakončovacích prací (časy přinesení, resp. umytí a uklizení náradí a vybavení, úprava plachty na střeše objektu aj.). Tyto práce nesouvisely pouze s realizací hliněných omítek, ale též omítek vápenných. Zároveň nebyla spotřeba času stanovena pro stěny, na kterých probíhalo školení pracovníků – amatérů.

V následujícím kroku byly sečteny jednotlivé dílčí spotřebované časy pro jednotlivé stěny a vyhotoveny přehledy spotřeby času již pouze s rozlišením vrstvy, kvalifikace pracovníků a použitého materiálu.

Je třeba mít na paměti, že každá četa pracovala s jedním materiálem na jedné až dvou stěnách. Počet měření spotřeby času tak byl vždy 1 či 2. Takový počet měření není dostatečný pro stanovení spotřeby času s přijatelnou velikostí chyb, jelikož přesnost vypočtených hodnot roste se zvětšující se datovou základnou. Z takto malého počtu měření je zároveň velmi obtížné až nemožné stanovit velikost chyby měření.

Hliněný podhoz

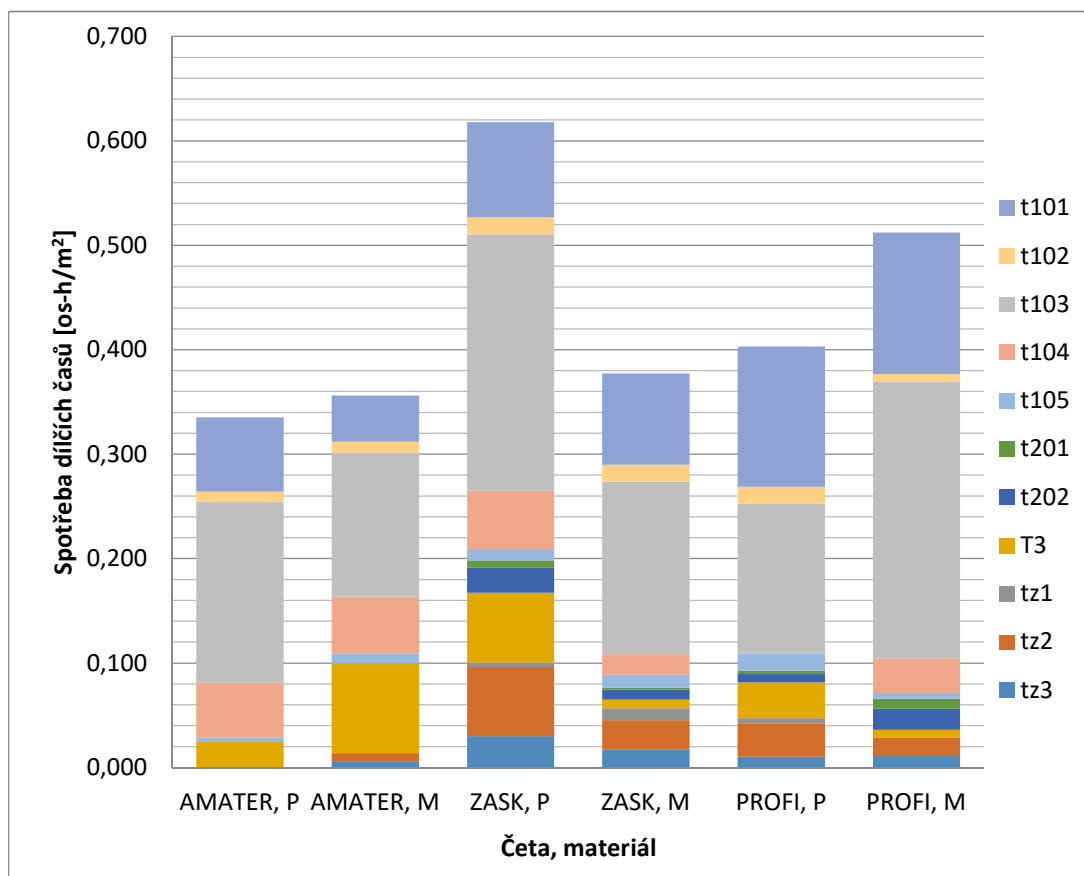


Graf 1: Spotřebovaný čas dle čet a materiálu – hliněný podhoz

Z Grafu 1 a hodnot uvedených v Příloze 1 lze soudit, že příprava materiálu z místních zdrojů je časově mírně náročnější oproti přípravě materiálu ze suché směsi. Taktéž je znatelný rozdíl produktivity mezi jednotlivými kategoriemi pracovníků, kdy po zaškolení amatérů došlo k urychlení pracovního tempa o 10 %

při použití materiálu ze suché směsi, resp. o 46 % při použití materiálu z místních zdrojů. Pracovní tempo zaškolených pracovníků však stále nedosahovalo rychlosti profesionálního omítkáře. Rozdíl však činil pouze 23 %, resp. 25 % nutného času.

Vyrovnávací vrstva



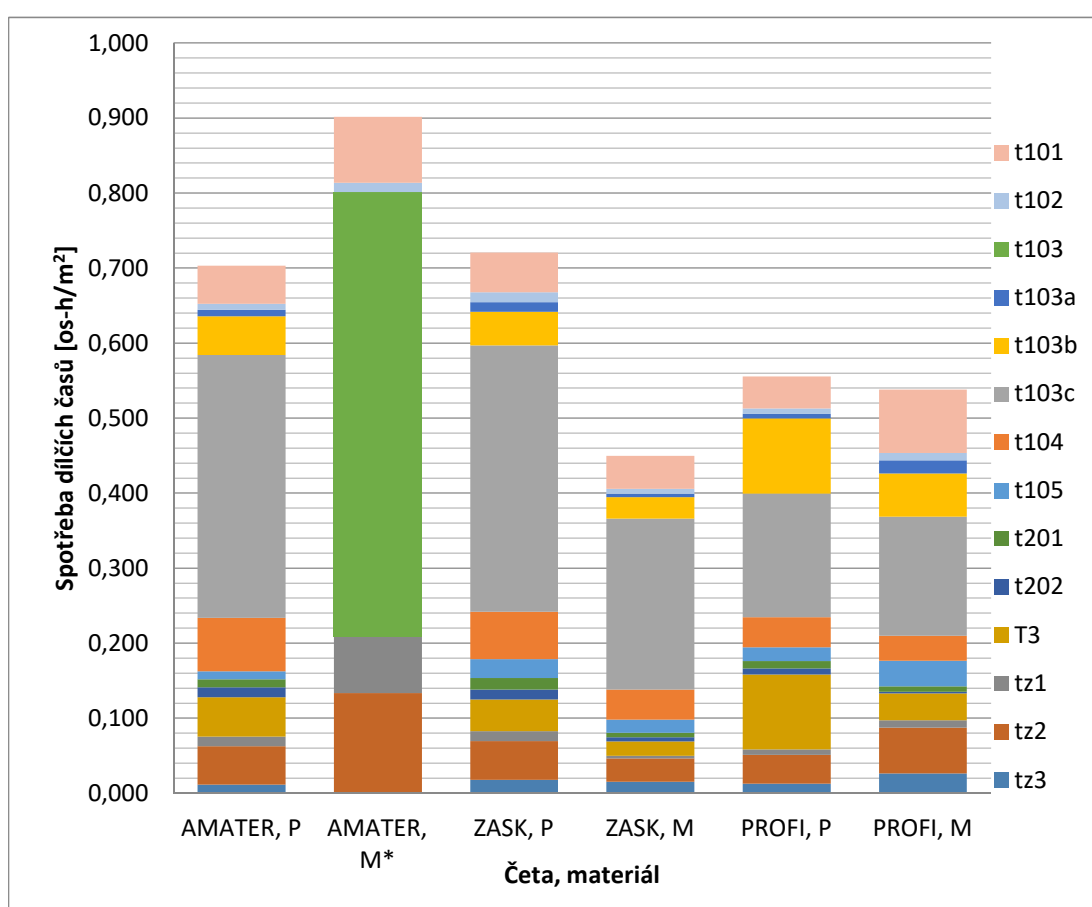
Graf 2: Spotřebovaný čas dle četa a materiálu – vyrovnávací vrstva

Z přehledu spotřebovaných časů během realizace vyrovnávací vrstvy hliněných omítek lze opět vyvodit, že příprava materiálu z místních zdrojů je mírně časově náročnější, než příprava materiálu ze suché směsi. Paradoxem je nárůst spotřeby času při přípravě materiálu po zaškolení pracovníků o 28 % u pytlovaného materiálu a 100 % u materiálu z místních zdrojů. Tento nárůst lze přisoudit důkladnějšímu, a tedy i delšímu, míchání směsi. Dalším možným důvodem je navýšení množství slámy v materiálu, který si opět vyžádal delší dobu míchání směsi.

Je vhodné upozornit na fakt, že při provádění vyrovnávací vrstvy z místních zdrojů měla četa PROFI nejvyšší spotřebu času T1. To mohlo být zaviněno několika faktory. Prvním faktorem byla pravděpodobně nerovnost stěn 5 a 6, která byla oproti

stěnám uvnitř objektu větší. Druhým faktorem pak mohl být fakt, že provádění vyrovnávací vrstvy z tohoto materiálu bylo i pro profesionálního omítkáře novou zkušeností, jelikož se prakticky jedná o specifikum slaměných staveb. Materiál nešel nabírat a nahazovat lžící, pracovní tempo bylo např. oproti jádrovým omítkám pomalé, práce byla celkově náročnější. To bohužel vedlo k tomu, že jeden člen čtyři PROFI po dokončení vyrovnávací vrstvy ukončil spolupráci na experimentu a pro další vrstvy byl nahrazen.

Hrubé omítky



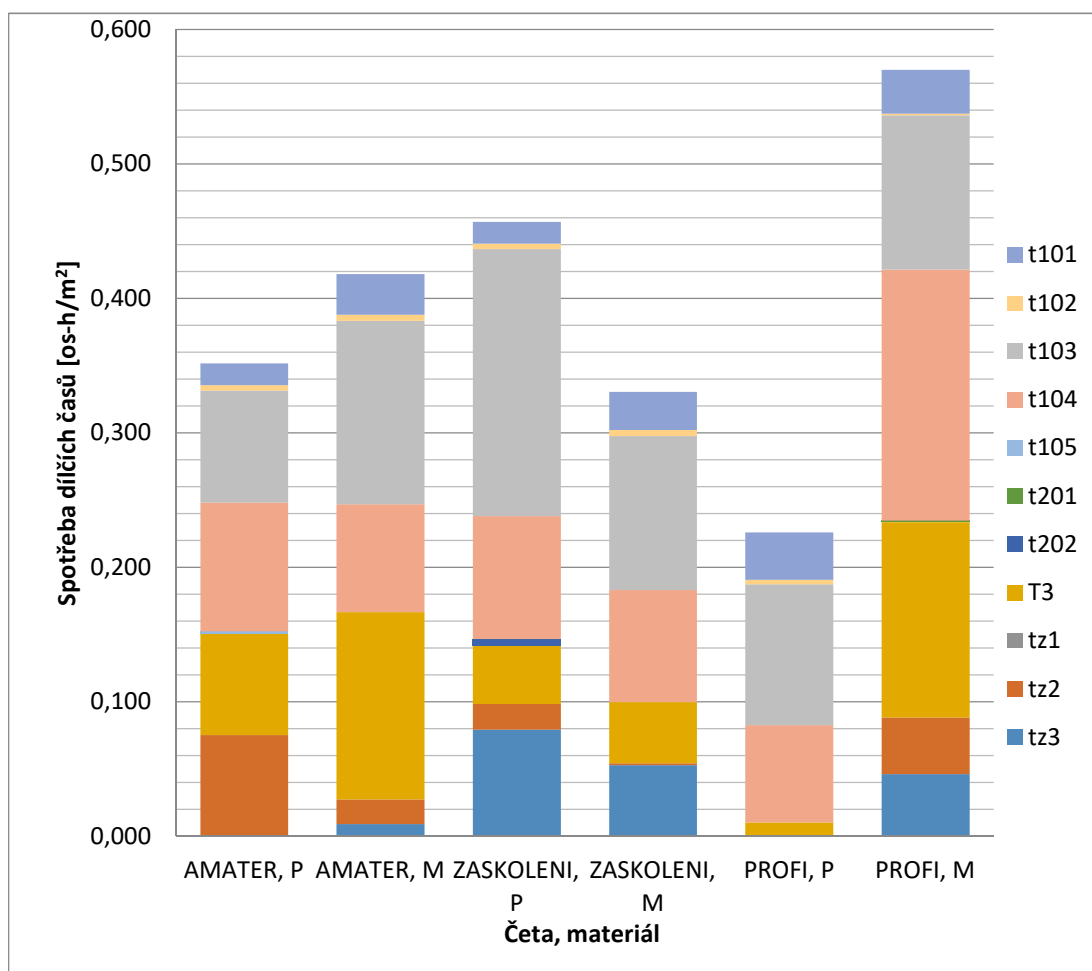
Graf 3: Spotřebovaný čas dle čety a materiálu – hrubé omítky

Během provádění hrubých omítek došlo k selhání jedné z kamer, která zaznamenávala práci čety AMATER. Při sestavení snímku práce této čety tak bylo vycházeno z údajů o začátku a konci práce na stěně 11 a ze záznamu z druhé kamery. Dle tohoto záznamu bylo možné stanovit doby nečinnosti jednotlivých pracovníků čety, případně spotřeby času nutného k přípravě materiálu. Čas t103 je pak uvažován jako rozdíl celkového času práce a prokazatelných časů nečinností či jiných činností. Je tedy nutné jej brát s mírnou rezervou.

U ostatních čet byl pak čas t103 podrobněji členěn na čas nutný pro navlhčení podkladu vodou (t103a), nahození a vyrovnání omítníků (t103b) a čas samotného nanášení materiálu (t103c). Lze tak vyčíst, že četa PROFI oproti ostatním četám věnovala zhruba dvojnásobně více času řádnému usazení omítníků. Čas nanášení materiálu spotřebovaný četou PROFI byl alespoň o 54 % kratší při práci s materiálem ze suché směsi a o 30 % kratší při použití materiálu z místních zdrojů. Při zarovnávaní povrchu pak četa PROFI spotřebovala alespoň o 43 %, resp. 16 % méně času. Opakujícím se jevem pak je vyšší časová náročnost přípravy materiálu z místních zdrojů oproti přípravě materiálu ze suché směsi.

Velikost spotřebovaného času při provádění hrubých hliněných omítek četou PROFI byla 0,5, resp. 0,44 os-h/m².

Jemné omítky



Graf 4: Spotřebovaný čas dle čet a materiálu – jemné omítky

Při pohledu na výše uvedený graf spotřeb je na první pohled zarážející velikost spotřebovaného času četou PROFI při práci s materiálem z místních zdrojů. Toto bylo zaviněno především velkou spotřebou času na zavadnutí materiálu a následné filcování. Podklad byl nadbytečně vlhčen, stěny byly zastíněny a materiál s obsahem polymeru pracoval s vlhkostí odlišně, než materiál bez polymeru. Udržení vlhkosti povrchu ideální pro filcování tak bylo pro pracovníky navyklé na materiál bez polymeru náročnější. Na zvlněných vnějších stěnách bylo zároveň obtížnější dosáhnout požadované pohledové kvality povrchu, než na vnitřních rovných stěnách.

Po zaškolení pracovníků vzrostla spotřeba nutného času o 30 % při práci s materiálem ze suché směsi. U materiálu z místních zdrojů se naopak spotřeba nutného času o 30 % snížila. Toto lze vysvětlit pouze tím, že po zaškolení pracovali pracovníci nejprve na stěnách s omítkami ze suché směsi, kterým věnovali zvýšenou péči. Snížení spotřeby času při práci s materiálem z místních zdrojů lze pak odůvodnit zvýšením manuální zručnosti pracovníků, nebo snížením kvality prováděných prací.

Velikost nutného času spotřebovaného četou PROFI byla 0,23, resp. 0,48 os-h/m².

Pro omítky vápenocementové štukové dvouvrstvé je udávána spotřeba času 0,47 Nh.⁸⁴ Součet nutných časů čtyř PROFI pro provedení hrubých a jemných hliněných omítek je 0,73 Nh při použití suché směsi a 0,92 Nh. Spotřebovaný nutný čas tak byl oproti běžně prováděným vápenocementovým štukovým omítkám o 55 %, resp. o 96 % větší.

6.3.2. Spotřeba času při přípravě materiálu

Technologické postupy přípravy směsi z místních zdrojů uvedené v kapitole 6.2. Realizace nebyly stanoveny s předepsanými dobami trvání jednotlivých činností. Vychází totiž z technologického předpisu dle Ing. Procházky, ve kterém jsou míchání a odležení materiálu dané kvalitativními požadavky, tedy např. „míchání jílu s vodou, dokud nedojde k rozmělnění hrudek na max. velikost cca 20 mm“. Konkrétní doba míchání tak závisí m. j. na použitém jílu, jeho hrudkovitosti,

⁸⁴ Jako reference byla použita položka č. 612321141 *Vápenocementová omítka štuková dvouvrstvá vnitřních stěn nanášená ručně* z databáze softwaru KROS.

rychlosti otáček míchadla aj. Obdobně nelze předem stanovit časovou náročnost nakládek jednotlivých složek směsi, neboť tyto se vždy odvíjejí od prostorového uspořádání pracoviště či od počtu a typu používaných nádob. Pro používané technologické postupy přípravy směsi tak byly jednotlivé doby trvání stanoveny až zpětně na základě dat z časosběrných záznamů.

Jelikož lze proces přípravy materiálu označit za cyklickou činnost, byl podroben zkoumání a vyhodnocení metodou výběrové chronometrace. Časy trvání jednotlivých operací byly zvlášť pro každý cyklus zapsány do formuláře. Časy chybné či ovlivněné nepředpokládanými faktory byly přeškrtnuty a vyloučeny, s odůvodněním vyloučení uvedeným v poznámce. Z takto očištěných časů byl následně vypočten zlepšený průměr doby trvání každé operace. Průměrná doba trvání cyklu přípravy materiálu pak vznikla součtem těchto zlepšených průměrů.

Hliněný podhoz

Celková průměrná spotřeba času při přípravě materiálu pro hliněný podhoz činila 366 vteřin, tedy cca 6 minut. Průměrná doba pro dostatečné rozmíchání jílu s vodou činila 1,25 minuty. Odležení jílu probíhalo během doby zpracování předchozí dávky materiálu, minimálně však po dobu nakládky písku, tedy cca 1,5 minuty. Řádné promíchání jílové kaše s pískem pak v průměru trvalo 2 minuty.

Tabulka 6: Rozbor spotřeby času při přípravě materiálu – hliněný podhoz

NÁZEV JEDNOTKY (cyklu)				Datum:	ST12	Vrstva:	Četa:																
1 kalfas				08.04.2017	ST12	podhoz	ZASK	POPIS PROCESU Příprava materiálu pro provádění hliněného podhozu (špricu) z místních zdrojů - naložení jílu do kyblů, zaliti vodou, promíchání dvouvrstulovým míchadlem, odležení a opětovné promíchání směsi s pískem v kalfasu. 1 kalfas = 2 kyble jílu + 2 kyble písku + 1 kybl vody.															
Přesnost záznamu času				10 s	Spotřeba pracovního času na jednotlivé cykly v čl.-vteřinách															Propočet			Poznámka
č.	Popis úkonů	Spotřeba čas [s]	Poměr k celk. čas [s]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Součet	Počet cyklů průběhů	Počet průběhů		
				1	Naložení jílu do kyblů	520	9,6	70	90	60	90	80	70	60									520
2	Zaliti jílu vodou a rozmíchání	610	11,2	100	80	110	70	90	80	80									610	7	87,1		
3	Naložení písku	620	11,4	90	70	70	80	120	90	100									620	7	88,6		
4	Rozmíchání jílové kaše s pískem	810	14,9	130	100	120	150	80	110	120									810	7	116		
CELKEM CYKLUKÝCH ČASŮ		2560	47,2	390	340	360	390	370	350	360											366		
7	Rozbití hrudek jílu lopatou	90	1,7	60					30										90				
8	Jde pro vodu	130	2,4	50		40			40		60								130				
CELKEM NUTNÝ ČAS		2780	51,3																0				
9	Čeká na míchadlo	80	1,5				80																
CELKEM ZTRÁTY		80	1,5																				
ÚHRNEM		5420	100,0																				

Archiv autora

Vyrovnávací vrstva

Průměrná doba trvání cyklu přípravy materiálu pro vyrovnávací vrstvu činila 874 vteřin, tedy cca 14,5 min. Celkový čas pro dostatečné rozmíchání jílu s vodou byl v průměru 1,5 min. Odležení jílu s vodou probíhalo během doby zpracování předchozí dávky materiálu, nejméně však po dobu nakládky písku do přípravného

kalfasu, tedy alespoň 1,5 minuty. Časově náročné byly zejména operace č. 6 a 7 - nakládání materiálu a slámy do kalfasu a následné promíchání směsi se slámou. Tyto činnosti trvaly v průměru 4 a téměř 4,5 minuty.

Tabulka 7: Rozbor spotřeby času při přípravě materiálu – vyrovnávací vrstva

NÁZEV JEDNOTKY (cyklu)				Datum: 09.04.2017		Stěna: ST12		Vrstva: vyrovnávací		Četa: Zaškolení (JH+JR)														
1 přípravný kalfas (=2 pracovní kalfasy)				POPIS PROCESU Příprava materiálu pro provádění vyrovnávací vrstvy hliněných omítek z místních zdrojů, rozměření jílu a smíchání s pískem v přípravném kalfasu, smíchání směsi se slámenou řezankou v pracovním kalfasu dvouvrstevovým míchadlem. Z jednoho přípravného kalfasu lze připravit dva pracovní kalfasy materiálu.																				
Přesnost záznamu času				10 s		Spotřeba pracovního času na jednotlivé cykly v čl.-vteřinách															Propočet			Poznámka
č.	Popis úkonů	Spotřeba čas	Průměr čas [s]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Součet časů	Průměr časů	Průměr průměr			
1	Naložení jílu do přípravného kalfasu	270	3,1	90	440	40	90	90											270	4	67,5	a) rozbíjel hrudky lopatou		
2	Zaliti jílu vodou a rozmíchání	460	5,2	90	60	70	90	150											460	5	92			
3	Naložení písku	400	4,5	90	70	70	40	130											400	5	80			
4	Přidání písku do přípravného kalfasu	80	0,9	10	10	20	10	30											80	5	1,6			
5	Rozmíchání jílové kaše s pískem	600	6,8	120	90	160	110	120											600	5	120			
6	Nakládání směsi a slámy do prac. Kalfasu	1190	13,5	160	230	320	230	290											1190	5	238			
7	Rozmíchání směsi se slámou	1300	14,8	290	250	260	220	290											1300	5	260			
CELKEM CYKLUKÝCH ČASŮ		4300	48,9	850	710	940	750	1050														874		
8	Jde pro vodu	130	1,5	50		40		40											130					
CELKEM NUTNÝ ČAS		4430	50,3																0					
9	Čeká namíchadlo	70	0,8			70																		
CELKEM ZTRÁTY		70	0,8																					
ÚHRNEM		8800	100,0																					

Archiv autora

Hrubé omítky

Cyklus přípravy materiálu pro hrubé omítky trval v průměru 576 vteřin, tedy cca 9,6 min. Průměrná doba nutná pro dostatečné rozmíchání jílu s vodou byla 1,5 min. Odležení jílu probíhalo po dobu zpracování předchozí dávky materiálu, nejméně však po dobu naložení písku a slámy do kalfasu (operace č. 4 a 5), tedy po dobu cca 3,25 min. Na základě zkušeností s přípravou materiálu pro předcházející vrstvy hliněných omítek však lze tuto dobu zkrátit až na 1,25 min. Díky lehké úpravě technologického postupu a sníženému množství slámy ve směsi došlo oproti cyklu přípravy materiálu pro vyrovnávací vrstvu ke zkrácení doby nakládky jednotlivých složek do kalfasu (operace č. 5) o 80 % na průměrnou hodnotu 0,8 min. Finální promíchání směsi pak bylo v průměru zkráceno o 40 % na 2,5 min.

Odměření, naložení a zamíchání dávky polymeru do směsi pak prodloužilo cyklus přípravy průměrně o 88 vteřin, tedy cca 1,5 minuty.

Tabulka 8: Rozbor spotřeby času při přípravě materiálu – hrubé omítky

NÁZEV JEDNOTKY (cyklu)				Datum:	Stěna:	Vrstva:	Četa:															
1 kařas				POPIS PROCESU Příprava materiálu pro provádění hrubých hliněných omítek z místních zdrojů, rozmáčení jílu v kýblu, smíchání jílové kaše s pískem a slámenou řezankou (popř. polymerem) v kařasu dvouvrtulovým michadlem. 1 kařas = 1 kýbl (12 fanek) jílu + 2 kýble (28 fanek) pisku + 1/3 kýblu (4 fanky) slámy (+ 0,5 fanky polymeru).																		
Přesnost záznamu času				10 s																		
č.	Popis úkonů	Spotřeba čas. [s]	Poměr kařik. čas. [%]	Spotřeba pracovního času na jednotlivé cykly v č.-vteřinách															Propočet			Poznámka
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Součet	Počet cyklů	Zlepšný průměr	
1	Naložení jílu v kýblu [1 kýbl]	1160	6,5	90	60	50	70	80	110	180	60	60	70	50	40	90	90	60	1160	15	77,3	
2	Zaliti jílu vodou/napuštění vody	510	2,8	40	20	30	30	40	40	30	60	30	20	40	40	30	40	20	510	15	34	
3	Rozmíchání jílu svodou	1700	9,5	130	120	110	100	140	160	70	120	70	80	90	210	110	60	130	1700	15	113	
4	Naložení pisku do kařasu [2 kýble]	2190	12,2	120	260	200	240	250	160	130	90	90	140	100	120	110	70	110	2190	15	146	
5	Nakládání slámy a jílové kaše k pisku	730	4,1	80	60	70	60	60	50	30	40	30	30	50	40	50	30	730	15	48,7		
6	Rozmíchání směsi se slámou	2350	13,1	160	150	60	160	180	120	60	280	170	150	120	250	160	120	210	2350	15	157	
CELKEM CYKLICKÝCH ČASŮ		8640	48,1	620	670	520	660	750	640	500	650	450	490	450	710	540	430	560			576	
7	Přidání polymeru do směsi	320	1,8	40					60	40					50	50	40	40				
8	Rozmíchání polymeru	300	1,7	90					100		80					30						
9	Rozbití hrudek jílu lopatou	20	0,1												20							
CELKEM NUTNÝ ČAS		9280	51,7																			
10	Če ká na michadlo	40	0,2												40							
11	Če ká na prázdny kařas	120	0,7													120						
CELKEM ZTRÁTY		40	0,2																			
ÚHRNEM		17960	100,0																			

Archiv autora

Jemné omítky

Cyklus přípravy materiálu pro provádění jemných omítek v průměru trval 536 s, tedy cca 9 min. Průměrný čas nutný pro dostatečné promíchání jílu s vodou byl 1,75 min. Odležení jílu s vodou probíhalo po dobu zpracování předchozí dávky materiálu, nejméně však po dobu nakládky pisku, která činila v průměru 2 min. Zkrácení doby odležení pod tuto hodnotu nelze doporučit z důvodu možného prodloužení doby míchání jílu s vodou či zvýšení nadsítného. Pro finální promíchání materiálu pak v průměru postačovalo 2,2 min.

Jelikož byl polymer do směsi přidán a zamíchán společně s jílovou kaší, prodloužilo jeho použití cyklus přípravy materiálu již jen o dobu odměření dávky polymeru. Ta průměrně trvala cca 0,9 min.

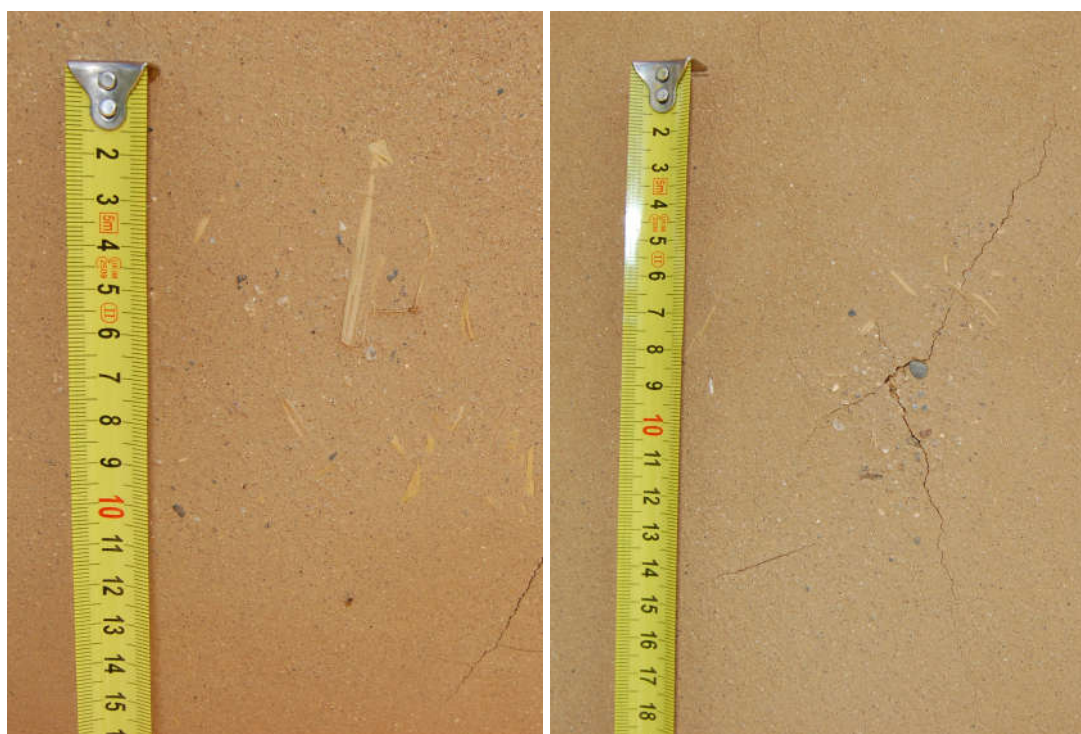
Tabulka 9: Rozbor spotřeby času při přípravě materiálu – jemné omítky

NÁZEV JEDNOTKY (cyklu)				Datum:	Stěna:	Vrstva:	Četa:															
1 kařas				POPIS PROCESU Příprava materiálu pro provádění jemných omítek z místních zdrojů, rozmáčení jílu a rozmíchání v kýblu, přeliti do kařasu přes síto o velikosti ok 2x2 mm, smíchání s pískem. 1 kařas = 9 fanek (1 kýbl) jílu + 18 fanek (2 kýbly) pisku + 1/2 kýblu vody. Alternativně pro venkovní omítky přidání polymeru.																		
Přesnost záznamu času				10 s																		
č.	Popis úkonů	Spotřeba čas. [s]	Poměr kařik. čas. [%]	Spotřeba pracovního času na jednotlivé cykly v č.-vteřinách															Propočet			Poznámka
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Součet	Počet cyklů	Zlepšný průměr	
1	Naložení jílu do kýble	450	5,7	60	70	60	60	70	80	90									450	7	64,3	
2	Napuštění vody k jílu	330	4,2	60	40	50	40	60	40	40									330	7	47,1	
3	Rozmíchání jílu svodou	750	9,5	90	120	110	110	130	110	80									750	7	107	
4	Naložení pisku	870	11,1	120	130	110	130	120	140	120									870	7	124	
5	Přeliti jílové kaše přes síto	430	5,5	50	60	60	60	50	90	70	50								430	7	61,4	
6	Rozmíchání jílové kaše s pískem	920	11,7	150	130	130	140	110	140	120									920	7	131	
CELKEM CYKLICKÝCH ČASŮ		3750	47,6	530	550	520	530	530	580	580	460										536	
7	naložení polymeru	210	2,7	50	50		60		50										210			
8	vybrání nečistot ze směsi	30	0,4	20				10											30			
9	rozbití hrudek jílu	130	1,7	50					80										130			
CELKEM NUTNÝ ČAS		4120	52,4																			
10	Če ká na michadlo	0	0,0																			
CELKEM ZTRÁTY		0	0,0																			
ÚHRNEM		7870	100,0																			

Archiv autora

6.4. Zhodnocení provedených prací

V souvislé ploše omítek byla kvalita finálního povrchu srovnatelná u všech tří skupin pracovníků. Na celém objektu se však vyskytovaly lokální vady. Jednalo se především o trhlinky v povrchu a o hrubé částice nižších vrstev omítek, vystupující na povrch jemných omítek. Zatímco viditelná větší zrna písku či stébla slámy by mohla být zejména na slaměném objektu akceptovatelná, o trhlinách to již říci nelze. Důvodem vzniku trhlin viditelných na finálním povrchu byly pravděpodobně poruchy v předchozích vrstvách omítek, které nebyly dostatečně zapraveny. Těmito poruchami jsou myšleny především trhliny způsobené smršťováním materiálu během vysychání, případně trhliny zaviněné nejednotným podkladem, zejména velkým množstvím kovových pásek a odřezků z OSB desek, použitých při předepínání slaměných stěn objektu.



Obrázek 23: Viditelná zrna písku a stébla slámy



Obrázek 24: Trhliny v povrchu jemných omítek

Znatelný rozdíl v kvalitě prací různě zkušených pracovníků byl viditelný u opracování detailů. Tento rozdíl kvality lze nejlépe pozorovat při pohledu na ostění oken. Zatímco četa AMATER řešila jednotlivé hrany odlišně a s nedůsledným zarovnáním, zaškolení pracovníci již provedli ostění jednotně a líbivěji. Výrazné rozdíly v kvalitě lze také najít u ostění dveří v provedení čet AMATER a PROFI.



Obrázek 25: Vnitřní ostění oken provedené četou AMATER (vlevo) a ZASKOLENI (vpravo)



Obrázek 26: Detail svislého ostění dveří v provedení četou AMATER (vlevo) a četou PROFÍ (vpravo)

6.5. Doporučení pro další postup

Pro zpřesnění velikosti celkových a nutných časů potřebných pro provedení skladby hliněných omítek na slaměném objektu nelze než doporučit především provádět další měření při co nejpodobnějších realizacích. Tato měření je vhodné provádět na běžných stavbách, preferenčně během pracovní činnosti profesionálních omítkářů. Je možné použít metodiku užitou v této práci.

Pracovní proces realizace hliněných omítek na experimentálním objektu Slamák byl nepříznivě ovlivněn řadou faktorů a chyb, jejichž eliminací by došlo k urychlení pracovní činnosti či ke snížení spotřeby materiálu. Na základě zkušenosti z tohoto projektu lze tak uvést následující praktická doporučení.

Především je nutné postupovat pečlivě již během stavění slaměných stěn a jejich následných úprav. Vyrovnání podkladu ještě před omítáním vede ke snížení spotřeby času a materiálu během provádění omítek. Obdobné doporučení platí i pro jednotlivé vrstvy omítek – rovný povrch jedné vrstvy omítek zřetelně usnadňuje provádění vrstvy následující. Čím „hlubší“ vrstva omítky, tím je snazší povrch

vyrovnat. Je též jednodušší provést případné opravy, zejména větších trhlin, které by se mohly přenášet i do pozdějších vrstev.

Zvýšenou pozornost též vhodné věnovat všem detailům (ostění otvorů, přechody mezi různými materiály a konstrukcemi, prostupy stěnami), a to pokud možno již během projekční fáze výstavby.

Je zároveň žádoucí organizovat pracoviště tak, aby bylo kompaktní a přehledné. Během prací na objektu Slamák byl zbytečně prodlužován čas přípravy materiálu pro omítky tím, že bylo nutné přepravovat jednotlivé složky směsi na zvýšenou vzdálenost.

V neposlední řadě je nutné zajistit dostatečné množství kvalitního pracovního nářadí a vybavení. Zejména plastové kýble a kalfasy, ve kterých se připravuje materiál, bývají náchylné na proděravění, kterým se stávají nepoužitelnými. Je-li třeba naložit dva kýble písku, je výhodnější tak učinit během jedné cesty se dvěma kýbly najednou, než podniknout cesty dvě pouze s jedním kýblem. Současně je vhodné zajistit dostatek základního nářadí, jako je zednická lžíce, fanka, hladítka, hliníková lať na stržení materiálu aj. Pokud se o toto základní nářadí musí pracovníci dělit, vzniká významné množství drobných prostožů a ztrát času.

ZÁVĚR

Prvním cílem této práce bylo technologické a organizační řízení realizace hliněných omítek na experimentálním objektu Slamák, vybudovaném v rámci grantu Fakulty stavební ČVUT v Praze č. SGS17/009/OHK1/1T/11. V kapitole 6.1. *Příprava experimentu*, je popsána přípravná fáze těchto prací, zejména faktory ovlivňující výběr jednotlivých materiálů, konkrétní skladby a rozsah hliněných omítek na experimentálním objektu a další. Kapitola 6.2. *Realizace* se věnuje průběhu realizace hliněných omítek na experimentálním objektu. Autor s potěšením konstatuje, že hliněné omítky na experimentálním objektu Slamák byly úspěšně provedeny určenou technologií a v celém plánovaném rozsahu.

Druhým cílem práce pak bylo stanovení spotřeby času při realizaci hliněných omítek na experimentálním objektu Slamák, a to s rozlišením vrstvy, materiálu a rozdílné kvalifikace pracovníků. V kapitole 6.3.1. *Spotřeba času při provádění hliněných omítek* je popsán postup sběru a vyhodnocení dat z průběhu pracovní činnosti metodou snímku práce. Jsou zde též uvedeny výsledné velikosti spotřebovaných dílčích časů. Komplexní přehled velikostí dílčích a celkových spotřebovaných časů je pro přehlednost uveden v přílohách této práce.

Posledním cílem práce bylo stanovení technologických postupů přípravy materiálu z místní směsi pro jednotlivé vrstvy hliněných omítek a jejich časovou náročnost. Jednotlivé technologické postupy vycházely z technologického předpisu dle Ing. Procházky. Tento technologický předpis byl vždy upraven dle prováděné vrstvy omítek, počtu pracovníků a jejich rozdělení do pracovních čet. V neposlední řadě bylo přitom zohledněno množství a typ použitelného pracovního nářadí a vybavení. Jednotlivé technologické postupy jsou uvedeny vždy u popisu realizace každé z vrstev v kapitole 6.2. *Realizace*. Jejich celková průměrná doba trvání a průměrné doby trvání klíčových činností byly stanoveny metodou výběrové chronometráže v kapitole 6.3.2. *Spotřeba času při přípravě materiálu*. Pro přípravu materiálu pro hliněný podhoz bylo v průměru zapotřebí 6 minut, příprava materiálu pro vyrovnávací vrstvu si pak průměrně vyžádala 14,5 minuty. Během přípravy materiálu pro hrubé a jemné hliněné omítky bylo v průměru zapotřebí 9,6, resp. 9 minut.

Na základě výše uvedených skutečností lze považovat všechny stanovené cíle za splněné.

V neposlední řadě byly pro tuto práci stanoveny dvě hypotézy, které předpokládaly určitý dopad změny úrovně kvalifikace pracovníků na jejich pracovní výkonnost. Tyto dva předpoklady lze shrnout tak, že po krátké době práce a následném zaškolení pracovníků dojde ke snížení množství spotřebovaného času při provádění hliněných omítek, přičemž tento objem času bude stále větší, než objem času spotřebovaný profesionálním omítkářem. Velikosti nutných a celkových spotřebovaných časů jsou uvedeny v Příloze 5. Během realizace hliněného podhozu lze pozorovat nepřímou úměrnost mezi množstvím spotřebovaného času a úrovní kvalifikace pracovníků. V průběhu realizace následujících vrstev se však tento jev již nevyskytuje. Toto může být zaviněno mnoha faktory, například rozdílnou důsledností při provádění kvalitního díla nebo čistě rozdíly v osobních kvalitách či talentu jednotlivých pracovníků. Předložené hypotézy tak nelze na základě zde provedeného výzkumu jednoznačně potvrdit ani vyvrátit.

Příloha 1 – Vyhodnocení spotřeby času při provádění hliněného podhozu

VYHODNOCENÍ SPOTŘEBY ČASU PŘI PROVÁDĚNÍ HLINĚNÉHO PODHOZU												
ti	AMATER, P ST 9 8,4 m ²		AMATER, M ST 1 11 m ²		ZASK, P ST 8 8,2 m ²		ZASK, M ST 11 + ST 12 22,4 m ²		PROFI, P ST 3 + ST 4 19,4 m ²		PROFI, M ST 5 + ST 6 24,56 m ²	
	ti [min]	os- h/m ²	ti [min]	os- h/m ²	ti [min]	os- h/m ²	ti [min]	os- h/m ²	ti [min]	os- h/m ²	ti [min]	os- h/m ²
t101	11	0,022	20	0,030	11	0,022	56	0,042	26	0,022	26	0,018
t102	5	0,010	8	0,012	5	0,010	5	0,004	9	0,008	4	0,003
t103	28	0,056	63	0,095	22	0,045	46	0,034	32	0,027	48	0,033
t104	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
t105	0	0,000	2	0,003	1	0,002	0	0,000	4	0,003	6	0,004
T1	44	0,087	93	0,141	39	0,079	110	0,082	71	0,061	84	0,057
t201	0	0,000	0	0,000	6	0,012	7	0,005	4	0,003	6	0,004
t202	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
T2	0	0,000	0	0,000	6	0,012	7	0,005	4	0,003	6	0,004
T3	19	0,038	30	0,045	10	0,020	20	0,015	25	0,021	32	0,022
TN	63	0,125	123	0,186	55	0,112	134	0,100	100	0,086	122	0,083
tz1	14	0,028	13	0,020	26	0,053	5	0,004	17	0,015	14	0,010
tz2	16	0,032	24	0,036	0	0,000	26	0,019	11	0,009	2	0,001
tz3	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	25	0,021	0	0,000
TZ	30	0,060	37	0,056	26	0,053	31	0,023	53	0,046	16	0,011
TC	93	0,185	160	0,242	81	0,165	165	0,123	153	0,131	138	0,094

Příloha 2 – Vyhodnocení spotřeby času při provádění vyrovnávací vrstvy

VYHODNOCENÍ SPOTŘEBY ČASU PŘI PROVÁDĚNÍ VYROVNÁVACÍ VRSTVY												
ti	AMATER, P ST 2 8,2 m ²		AMATER, M ST 1 11 m ²		ZASK, P ST 7+8+9 22,2 m ²		ZASK, M ST 10+11+12 28 m ²		PROFI, P ST 3+4 19,4 m ²		PROFI, M ST 5+6 24,56 m ²	
	[min]	os- h/m ²	[min]	os- h/m ²	[min]	os- h/m ²	[min]	os- h/m ²	[min]	os- h/m ²	[min]	os- h/m ²
t101	35	0,071	29	0,044	121	0,091	147	0,088	156	0,134	200	0,136
t102	5	0,010	7	0,011	22	0,017	27	0,016	19	0,016	11	0,007
t103	85	0,173	91	0,138	327	0,245	278	0,165	167	0,143	390	0,265
t104	26	0,053	36	0,055	74	0,056	33	0,020	0	0,000	49	0,033
t105	2	0,004	6	0,009	15	0,011	21	0,013	19	0,016	8	0,005
T1	153	0,311	181	0,274	559	0,42	506	0,301	361	0,310	658	0,447
t201	0	0,000	0	0,000	9	0,007	3	0,002	4	0,003	14	0,010
t202	0	0,000	0	0,000	32	0,024	16	0,010	9	0,008	30	0,020
T2	0	0,000	0	0,000	41	0,031	19	0,011	13	0,011	44	0,030
T3	12	0,024	57	0,086	89	0,067	14	0,008	40	0,034	11	0,007
TN	165	0,335	238	0,361	689	0,517	538	0,320	414	0,356	713	0,484
tz1	0	0,000	0	0,000	6	0,005	19	0,011	6	0,005	0	0,000
tz2	0	0,000	5	0,008	88	0,066	47	0,028	37	0,032	26	0,018
tz3	0	0,000	4	0,006	40	0,030	29	0,017	12	0,010	16	0,011
TZ	0	0,000	9	0,014	134	0,101	95	0,057	55	0,047	42	0,029
TC	165	0,335	247	0,374	823	0,618	633	0,377	469	0,403	755	0,512

**Příloha 3 – Vyhodnocení spotřeby času při provádění
hrubých omítek**

VYHODNOCENÍ SPOTŘEBY ČASU PŘI PROVÁDĚNÍ HRUBÝCH OMÍTEK												
ti	AMATER, P ST 2 8,2 m ²		AMATER, M ST 1 11 m ²		ZASK, P ST 8+9 16,6 m ²		ZASK, M ST 11+12 22,4 m ²		PROFI, P ST 3+4 19,4 m ²		PROFI, M ST 5+6 24,56 m ²	
	ti [min]	os- h/m ²	ti [min]	os- h/m ²	ti [min]	os- h/m ²	ti [min]	os- h/m ²	ti [min]	os- h/m ²	ti [min]	os- h/m ²
t101	25	0,051	58	0,088	53	0,053	59	0,044	50	0,043	125	0,085
t102	4	0,008	8	0,012	13	0,013	9	0,007	8	0,007	14	0,010
t103	0	0,000	391	0,592	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
t103a	4	0,008	0	0,000	13	0,013	6	0,004	7	0,006	26	0,018
t103b	26	0,052	0	0,000	45	0,045	38	0,029	116	0,100	85	0,058
t103c	172	0,350	0	0,000	354	0,355	307	0,228	192	0,165	234	0,159
t104	35	0,071	0	0,000	63	0,063	53	0,040	47	0,040	49	0,033
t105	5	0,011	0	0,000	25	0,025	24	0,018	21	0,018	50	0,034
T1	271	0,551	457	0,692	562	0,567	498	0,369	442	0,379	580	0,394
t201	5	0,010	0	0,000	15	0,015	8	0,006	11	0,010	11	0,007
t202	7	0,013	0	0,000	13	0,013	7	0,005	10	0,008	3	0,002
T2	12	0,024	0	0,000	28	0,029	15	0,011	21	0,018	14	0,010
T3	26	0,052	0	0,000	42	0,042	26	0,019	116	0,100	53	0,036
TN	309	0,628	457	0,692	636	0,638	537	0,400	579	0,497	647	0,439
tz1	6	0,013	50	0,076	13	0,013	5	0,004	8	0,007	14	0,010
tz2	25	0,052	88	0,133	51	0,052	42	0,031	44	0,038	90	0,060
tz3	6	0,011	0	0,000	18	0,018	20	0,015	15	0,013	39	0,026
TZ	37	0,076	138	0,209	82	0,083	67	0,050	68	0,058	143	0,097
TC	346	0,703	595	0,902	718	0,721	604	0,450	647	0,556	790	0,536

Příloha 4 – Vyhodnocení spotřeby času při provádění jemných omítek

VYHODNOCENÍ SPOTŘEBY ČASU PŘI PROVÁDĚNÍ JEMNÝCH OMÍTEK												
ti	AMATER, P ST 2 8,2 m ²		AMATER, M ST 1 11 m ²		ZASK, P ST 8+9 16,6 m ²		ZASK, M ST 11+12 22,4 m ²		PROFI, P ST 3+4 19,4 m ²		PROFI, M ST 5+6 24,56 m ²	
	ti [min]	os- h/m ²	ti [min]	os- h/m ²	ti [min]	os- h/m ²	ti [min]	os- h/m ²	ti [min]	os- h/m ²	ti [min]	os- h/m ²
	t101	8	0,016	20	0,030	16	0,016	38	0,028	41	0,035	48
t102	2	0,004	3	0,005	4	0,004	6	0,004	4	0,003	2	0,001
t103	41	0,083	90	0,136	198	0,199	154	0,115	122	0,105	169	0,115
t104	47	0,096	53	0,080	91	0,091	112	0,083	84	0,072	275	0,187
t105	1	0,002	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
T1	99	0,201	166	0,252	309	0,310	310	0,231	251	0,216	494	0,335
t201	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	2	0,001
t202	0	0,000	0	0,000	5	0,005	0	0,000	0	0,000	0	0,000
T2	0	0,000	0	0,000	5	0,005	0	0,000	0	0,000	2	0,001
t301	29	0,059	39	0,059	21	0,021	21	0,016	12	0,010	177	0,120
T3	37	0,075	92	0,139	43	0,043	61	0,045	12	0,010	214	0,145
TN	136	0,276	258	0,391	357	0,358	371	0,276	263	0,226	710	0,482
tz1	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
tz2	37	0,075	12	0,018	19	0,019	2	0,001	0	0,000	62	0,042
tz3	0	0,000	6	0,009	79	0,079	71	0,053	0	0,000	68	0,046
TZ	37	0,075	18	0,027	98	0,098	73	0,054	0	0,000	130	0,088
TC	173	0,352	276	0,418	455	0,457	444	0,330	263	0,226	920	0,624

Příloha 5 – Přehled nutných a celkových spotřebovaných časů

Přehled nutných a celkových spotřebovaných časů							
Vrstva	Typ směsi	AMATER		ZASKOLENY		PROFI	
		T _N [Nh]	T _C [os-h/m2]	T _N [Nh]	T _C [os-h/m2]	T _N [Nh]	T _C [os-h/m2]
Podhoz	P	0,125	0,185	0,112	0,165	0,086	0,131
	M	0,186	0,242	0,100	0,123	0,083	0,094
Vyrovnávací vrstva	P	0,335	0,335	0,517	0,618	0,356	0,484
	M	0,361	0,374	0,320	0,377	0,403	0,512
Hrubé omítky	P	0,628	0,703	0,638	0,721	0,497	0,556
	M	0,692	0,902	0,400	0,450	0,439	0,536
Jemné omítky	P	0,276	0,352	0,358	0,457	0,226	0,226
	M	0,391	0,418	0,276	0,330	0,482	0,570
Celkem	P	1,364	1,575	1,625	1,961	1,165	1,397
	M	1,630	1,936	1,096	1,280	1,407	1,712

POUŽITÁ LITERATURA

Knižní díla

- BAŠINSKIJ, Sergej V. *Technické normování práce ve stavebnictví*. 1 české vyd. Praha: Průmyslové vydavatelství, 1950.
- JONES, Barbara. *Building with straw bales: a practical manual for self-builders and architects*. First publish. Cambridge: Green Books, 2015. ISBN 0857842285.
- LHOTSKÝ, Oldřich. *Organizace a normování práce v podniku*. Praha: ASPI, 2005. ISBN 8073570955.
- MÁRTON, Jan a Aleš BROTÁNEK. *Stavby ze slaměných balíků: slaměné izolace v nízkoenergetických a pasivních domech, návrh staveb šetrných k životnímu prostředí, hliněné omítky, ozeleněné střechy*. 2., dopl. a aktualiz. vyd. Liberec: J. Márton, 2014. ISBN 9788026057130.
- MINKE, Gernot a Friedemann MAHLKE. *Stavby ze slámy: jak pořídit z balíků slámy standardní dům*. 1. české vyd. Ostrava: HEL, 2009. ISBN 8086167313.
- ROGUE, Conrad. *House of Earth: A Complete Handbook for Earthen Construction*. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016. ISBN 1530642816.
- SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta et al. *Kalkulace a nabídky 1*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. ISBN 8001035328.
- ŠKABRADA, Jiří. *Lidové stavby: Architektura českého venkova*. Praha: Argo, 1999. ISBN 8072030825.
- VAŘEKA, Josef a Václav FROLEC. *Lidová architektura*. 2. přepracované vyd. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 8024768844.

Články z odborných periodik či sborníků

- ČECHOVÁ, Dagmar. Nepálené cihly – přežitek, nebo revoluce? *Časopis Dřevo&Stavby*, 2011, č. 5
- HÁJEK, Petr. Udržitelná výstavba budov a její uplatňování ve střední Evropě. *Časopis stavebnictví*, 2007, č. 11-12

- HORNÝ, J., LHOTSKÝ, O. Rozbor a členění spotřeby času. *Práce a mzda*, 1998, roč. 46, č. 7.
- HORNÝ, J., LHOTSKÝ, O. Metody zjišťování spotřeby času. *Práce a mzda*, 1998, roč. 46, č. 11.
- Bez organizace a normování práce nelze podnikat. *Práce a mzda*, 1998, roč. 46, č. 10.
- NAVRÁTIL, Michal a Ivana ŽABIČKOVÁ. Realizace fasád. In: *Sborník mezinárodní konference Zdravé domy 2010*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, 2010. ISBN: 9788090459304.
- PROCHÁZKA, Michal. Venkovní hliněné omítky – novinka na světovém trhu. In: *Sborník mezinárodní konference Zdravé domy 2010*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, 2010. ISBN: 9788090459304.

Právní předpisy

- §6 zákona č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů

Elektronické dokumenty

- MARKS, Leanne. Straw-Bale as a Viable, Cost Effective, and Sustainable Building Material for Use in Southeast Ohio. *Ohio University* [online]. © 2007 [cit. 3.4.2018]. Dostupné z: <http://etd.ohiolink.edu/>
- SHETH, Dr. SUSTAINABLE BUILDING MATERIALS USED IN GREEN BUILDINGS. *ResearchGate* [online]. © ResearchGate [cit. 3.4.2018]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/295796118_SUSTAINABLE_BUILDING_MATERIALS_USED_IN_GREEN_BUILDINGS

Online

- Analýza a normování práce je pro velkou část českých firem stále aktuálnějším tématem. *API – Akademie produktivity a inovací* [online]. © 2005-2017 [cit. 24.4.2018]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/>

- Fakulta stavební ČVUT v Praze. *Facebook* [online]. [cit. 27.5.2017].
Dostupné z: <https://www.facebook.com/fsv.cvut.cz>
- Horyuji Temple. *japan-guide.com* [online]. © 1996-2018 [cit. 3.4.2018].
Dostupné z: <https://www.japan-guide.com/e/e4104.html>
- Jak se recyklují pneumatiky. *TŘÍDENÍODPADU.CZ* [online]. © 2007 – 2018 [cit. 3.4.2018]. Dostupné z: <https://www.trideniodpadu.cz/jak-se-recykluji-pneumatiky>
- *Náš venkov*, Život v hlíně. TV, ČT 2. 8. března 2017. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/porady/1097944695-nas-venkov/310281381880013-zivot-v-hline/>
- Tradiční technologie. *hlina.info* [online]. [cit. 3.4.2018]. Dostupné z: <http://www.hlina.info/cs/hlinene-stavitelstvi/hlina-stavebni-material/tradicni-technologie.html>
- Adobe. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida): Wikipedia Foundation, upraveno 9.5.2018 [cit. 17.5.2018]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Adobe>
- Shibam. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida): Wikipedia Foundation, upraveno 15.5.2018 [cit. 17.5.2018]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Shibam>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Sorpční a desorpční křivky omítek (převzato z [Márton])	18
Obrázek 2: Přípustná (vlevo) a nepřípustná mez (vpravo) popraskání vzorku (převzato z [Márton])	21
Obrázek 3: Příklad barevné plastické dekorace (převzato z [Jones])	22
Obrázek 4: Ukázky práce se svépomocně zhotovenou stříkačkou na maltu (převzato z [Minke]).....	27
Obrázek 5: Členění výrobních procesů (zpracováno dle [Schneiderová]).....	33
Obrázek 6: Třídění spotřeby času (zpracováno dle [Schneiderová]).....	34
Obrázek 7: Uvažované schéma realizace hliněných omítek (archiv autora)	48
Obrázek 8: Upravené schéma realizace omítek (archiv autora).....	49
Obrázek 9: Náborový leták na 1. workshop (převzato z [Fakulta stavební]).....	53
Obrázek 10: Příprava materiálu z místních zdrojů četou AMATER	54
Obrázek 11: Nanášení hliněného podhozu četou PROFI.....	54
Obrázek 12: Jihovýchodní pohled na objekt před začátkem omítání	55
Obrázek 13: Západní stěna objektu po provedení hliněného podhozu	55
Obrázek 14: Jižní stěna objektu po provedení hliněného podhozu.....	56
Obrázek 15: Západní stěna objektu po provedení vyrovnávací vrstvy	57
Obrázek 16: Náborový leták na 2. workshop (převzato z [Fakulta stavební]).....	58
Obrázek 17: Příprava materiálu z pytlované směsi četou ZASKOLENI.....	60
Obrázek 18: Osazování omítníků na ST 5, stržení povrchu latí na ST 6.....	60
Obrázek 19: Severní stěna objektu s dokončenou hrubou hliněnou omítkou.....	61
Obrázek 20: Náborový leták na 3. workshop (převzato z [Fakulta stavební]).....	62
Obrázek 21: Úprava detailu u ostění dveří nerezovým hladítkem, četa PROFI	64
Obrázek 22: Úprava detailu u ostění dveří hladítkem.....	64
Obrázek 23: Viditelná zrna písku a stébla slámy	75

Obrázek 24: Trhliny v povrchu jemných omítek	76
Obrázek 25: Vnitřní ostění oken provedené četou AMATER (vlevo) a ZASKOLENI (vpravo).....	76
Obrázek 26: Detail svislého ostění dveří v provedení četou AMATER (vlevo) a četou PROFI (vpravo).....	77

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Potřebný počet měření v závislosti na koeficientu rozptylu a požadované přesnosti aritmetického průměru všech měření.....	39
Tabulka 2: Příklad bilance skutečného a předepsaného (normovaného) času.....	41
Tabulka 3: Projektované skladby hliněných omítek	49
Tabulka 4: Snímek práce – vyrovnávací vrstva	65
Tabulka 5: Vyhodnocení spotřeby času – vyrovnávací vrstva.....	66
Tabulka 6: Rozbor spotřeby času při přípravě materiálu – hliněný podhoz	72
Tabulka 7: Rozbor spotřeby času při přípravě materiálu – vyrovnávací vrstva	73
Tabulka 8: Rozbor spotřeby času při přípravě materiálu – hrubé omítky.....	74
Tabulka 9: Rozbor spotřeby času při přípravě materiálu – jemné omítky.....	74

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Spotřebovaný čas dle čet a materiálu – hliněný podhoz.....	67
Graf 2: Spotřebovaný čas dle čet a materiálu – vyrovnávací vrstva	68
Graf 3: Spotřebovaný čas dle čet a materiálu – hrubé omítky	69
Graf 4: Spotřebovaný čas dle čet a materiálu – jemné omítky	70