VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ARCHITEKTURY

FACULTY OF ARCHITECTURE

ÚSTAV STAVITELSTVÍ

DEPARTMENT OF ENGINEERING

EKONOMICKÉ A SOCIÁLNÍ LIMITY UŽITÍ NEPÁLENÉ HLÍNY V ARCHITEKTUŘE. ROLE VZDĚLÁVÁNÍ

ECONOMIC AND SOCIAL LIMITS OF THE USE OF EARTH IN ARCHITECTURE. ROLE OF EDUCATION

TEZE DIZERTAČNÍ PRÁCE

SHORT DOCTORAL THESIS

AUTOR PRÁCE — Ing. arch. EVA NEUMAYEROVÁ

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — doc. Ing. IVANA ŽABIČKOVÁ, CSc.

SUPERVISOR

ŠKOLITEL SPECIALISTA

CO-SUPERVISOR

BRNO 2022

KLÍČOVÁ SLOVA

hlína; hliněná architektura; ekonomické a sociální limity; informovanost veřejnosti; odborné vzdělávání v architektuře; udržitelná výstavba

KEY WORDS

earth; earthen architecture; economic and social limits; public awareness; vocational education in architecture; sustainable building

OBSAH

Úvod……3
Téma práce……4
Vymezení pojmů……4
Přehled současného stavu problematiky……6
Cíle práce……8
Zvolené metody zkoumání a způsob řešení práce……9

1 ŠIRŠÍ SOUVISLOSTI UPLATNĚNÍ NEPÁLENÉ HLÍNY V ARCHITEKTUŘE A STAVEBNICTVÍ ……11
1.1 Historický vývoj užití hliněného stavebního materiálu ve společensko-hospodářském kontextu ……11
1.2 Problematika uplatnění hliněného stavebního materiálu v současných globálních souvislostech……13
1.2.1 Nepálená hlína jako symbol chudoby i rozvoje……13
1.2.2 Nepálená hlína a trvale udržitelná výstavba……14

2 LIMITY UŽITÍ HLINĚNÉHO STAVEBNÍHO MATERIÁLU V ČESKÉM PROSTŘEDÍ……14
2.1 Ekonomické aspekty……15
2.1.1 Uplatnění soudobých hliněných technologií……15
2.1.2 Role legislativy v realizačním procesu ……17
2.1.3 Situace trhu hliněných stavebních výrobků – dotazníkový průzkum……18
2.2 Sociální a kulturní aspekty……22
2.2.2 Informovanost a zájem veřejnosti – dotazníkový průzkum ……22

3 VAZBY A PŘÍSTUPY V RÁMCI STŘEDOEVROPSKÉHO PROSTORU ……26
3.1 Limity a perspektivy užití nepálené hlíny z pohledu odborníků z oblasti výzkumu a vzdělávání – dotazníkový průzkum……26

4 ZJIŠTĚNÉ LIMITY, ZÍSKANÉ POZNATKY VÝZKUMU……28

5 PODMÍNKY ROZVOJE UPLATNĚNÍ NEPÁLENÉ HLÍNY V ARCHITEKTUŘE……30
5.1 Výzkum a vývoj ve výrobních a konstrukčních procesech……30
5.2 Normativní podpora ……31
5.3 Vzdělávání v architektuře s nepálenou hlínou……32
5.3.1 Principy vzdělávání široké veřejnosti……32
5.3.2 Principy vzdělávání odborné veřejnosti……35

6 ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PRÁCE……39

7 ZÁVĚR……42

Seznam použitých zdrojů……44
Seznam grafů……47
Seznam tabulek……47
Curriculum vitae……48
Seznam vlastních prací ……48
Abstrakt……51

ÚVOD

„Na hlínu by v budoucnu mělo být pohlíženo nejen jako na materiál jednoduchých přístřešků či materiál elitní, měla by se opět stát zcela samozřejmou.“ *Martin Rauch* [1]

V úvodu této práce jsou zmíněny osobní motivace a profesní zkušenosti autorky v souvislosti se zvoleným předmětem dizertační práce: Profesní zájem o architekturu z materiálů šetrných k životnímu prostředí vedl autorku ke studiu příkladů architektury, kde byla nepálená hlína použita. Autorka sbírala praktické zkušenosti o hliněném stavebním materiálu absolvováním kurzů práce s hliněným stavebním materiálem vedených profesionály v Česku (Sdružení hliněného stavitelství, z.s.), Slovensku (oz ArTUR – Architektúra pre trvalo udržatel´ný rozvoj) a Rakousku (BASEhabitat International Summer School 2014), včetně účasti na workshopu techniky dusané hlíny Martina Raucha a aktivní praktické spolupráce na několika stavbách uplatňujících hliněný materiál. Následovalo několik dlouhodobých zahraničních pobytů v rámci profesní praxe, kde měla autorka možnost spolupracovat na projektech s aplikovaným hliněným stavebním materiálem. Jednalo se o projekční i realizační fázi projektů škol pro znevýhodněné komunity v Nepálu (projekty škol Mela, spolupráce s Meem Architecture, z.s. a DCWC Nepál) a dále o účast na realizaci objektů bydlení v sociálně vyloučených lokalitách severní Indie (Sunderpur Housing, spolupráce s rakouskou Kunstuniversität Linz). Různé přístupy v uplatnění hliněného staviva autorce umožnily seznámit se s technologickými možnostmi materiálu, zároveň poukázaly na významnost vlivu kritérií sociálně-kulturních a ekonomických v projektech uplatňujících nepálenou hlínu. To vedlo k zájmu dále se věnovat problematice uplatnění nepálené hlíny v soudobých konstrukcích v rovině teoretické a prozkoumat použití hliněného stavebního materiálu a jeho potenciál v dnešních podmínkách.

V dostupných zdrojích vědecké literatury existuje množství informací o historii tradičních hliněných staveb i technických parametrech nepálené hlíny, o to více autorku zajímalo téma doposud méně zkoumané a publikované, které postavení nepálené hlíny jako stavebního materiálu v architektuře a stavebnictví uvede do užších souvislostí společenského a hospodářského vývoje.

Téma doktorské práce bylo na Fakultě architektury VUT v Brně vypsáno doc. Ing. Ivanou Žabičkovou CSc. na jaře 2017. Autorka dizertační práce započala doktorské studium v září 2017. V rámci doktorského studia se na podzim roku 2019 zúčastnila měsíční studijní stáže na Fakultě architektury TU Wien, pod vedením Prof. Andrey Rieger-Jandl, která se ve své vědecké a pedagogické práci zabývá kulturně-srovnávacím výzkumem a sociálně-kulturním kontextem v architektuře. Výzkumy autorky ve fázi rozpracování a pojetí daného tématu byly profesorkou Rieger-Jandl podpořeny podnětnými radami, které též formovaly další směřování práce. Autorka ve své práci také zpracovávala data získaná výzkumem vedeným formou dotazníků. Reakce odborníků z oboru teorie i praxe nepálené hlíny v architektuře a stavbách i zástupců široké veřejnosti byly významným přínosem pro další postupy práce. Přínosem pro dizertační práci byla také aktivní spolupráce během doktorského studia v rámci projektu Act Eco (Erasmus+).

---

[1] RAUCH, Martin. Ricola Kräuterzentrum - Fertigbauteile aus Lehm.In: *Nextroom.at* [online]. 2013. [vid. 2020-10-03]. Dostupné z: http://www.nextroom.at/building.php?id=36500&inc=artikel&sid=37583
(překlad autorky z německého originálu; původní znění: “*Lehm soll künftig nicht nur als Baustoff für einfache Behausungen oder als elitäres Material betrachtet werden, sondern wieder selbstverständlich werden.”)*

TÉMA PRÁCE

Nepálená hlína je stavební materiál známý a používaný po staletí. Tradice hliněného stavitelství byla přerušena především nástupem průmyslově vyráběných staviv, v posledních letech ale nepálená hlína opět získává na pozornosti, a to zejména díky svým příznivým environmentálním vlastnostem. Množství stavebníků a projektantů se dnes dává cestou, která se řídí principy udržitelné výstavby. Tendence soudobého stavebnictví a architektury ve světě, ale i střední Evropě se jeví jako příznivé pro uplatnění materiálů tradičních i materiálů z obnovitelných zdrojů. Použití nepálené hlíny v moderních stavbách již nastartovalo množství experimentálních staveb po celém světě realizovaných koncem 20. století. I přes všechny tyto skutečnosti však tento materiál zatím stále není doceněn a neplní očekávaná využití. Tento stav je ovlivněn nejen technologickým vývojem, ale i společenskou a hospodářskou situací. Co limituje uplatnění stavebního materiálu, který je prakticky všude dostupný, jaké jsou jeho aktuální možnosti? Za jakých podmínek a jak může nepálená hlína obstát v konkurenci běžně užívaných stavebních materiálů?

Předmětem dizertační práce je formulace možných cest v rozvoji užití nepálené hlíny v architektuře a stavebnictví a návrh postupů a řešení, které mohou tento rozvoj podpořit. Dizertační práce vychází z poznatku, že technologická základna hliněného stavebního materiálu byla do velké míry probádána a kvalitně zpracována v dostupných zdrojích, svým obsahem se práce zaměřuje především na „měkké“ parametry nepálené hlíny jako stavebního materiálu: posuzuje limity uplatnění hlíny v ekonomickém a sociálně-kulturním kontextu.

Práce vychází ze světového historického vývoje uplatnění nepálené hlíny ve stavbách. Měřítko zkoumání je následně zúženo na soudobé limity a možnosti uplatnění nepálené hlíny v českém prostředí. Situace je porovnávána se stavem v sousedních státech střední Evropy, kde má hlína obdobné podmínky (hospodářské, geologické i klimatické). Odtud jsou také posuzovány některé příklady pro řešení zkoumaného problému.

Práce je obsahově členěna na tyto části:

- Současné uplatnění nepálené hlíny a jeho limity jsou posuzovány v souvislostech světového hospodářského a společenského vývoje. V úvodním celku jsou zkoumány historické kořeny použití nepálené hlíny v konstrukcích a vliv vývoje hliněného stavitelství na současný stav.
- Těžištěm průzkumů práce je zjištění současné pozice nepálené hlíny jako stavebního materiálu, probírané v ekonomickém, kulturním a sociálním kontextu. Jednotlivé vztahy jsou v práci analyzovány. Na základě stanovených hypotéz práce zjišťuje souvislosti problematiky uplatnění nepálené hlíny v architektuře s mírou informovanosti veřejnosti a posuzuje význam odborného vzdělání pro budoucí rozvoj oboru architektury s nepálenou hlínou.
- Získané poznatky jsou vyhodnoceny a na základě výsledků jsou formulovány podmínky dalšího vývoje a budoucího uplatnění hliněných konstrukcí. Je vytvořen návrh programu vhodných postupů, které mají být přínosem k rozvoji dalšího uplatnění hliněného stavebního materiálu.

VYMEZENÍ POJMŮ

Nepálená hlína

V této práci označuje stavební materiál. Hlína pro stavební účely je vrstva zemin pod ornicí. Složky hlíny se rozdělují podle velikosti zrn na jíly, prachy, písky, štěrky a kameny. V práci jsou rovněž použita označení hliněný stavební materiál, hliněné stavivo, stavební hlína i hlína.

Přírodní stavební materiály

Pojmem přírodní materiály se v práci rozumí stavební materiály na bázi rostlinného nebo živočišného původu, organické hmoty obvykle dále technologicky zušlechtěné pro použití ve stavebnictví. Jsou též označovány jako stavební materiály ze surovin obnovitelných zdrojů či surovin dorůstajících. Tato práce do této skupiny řadí i nepálenou hlínu a lomový kámen, materiály přírodního původu z oblasti neživé přírody. Podle Růžičky v těchto případech nejde o materiály z obnovitelných zdrojů v pravém slova smyslu, jejich zdroje jsou však široce dostupné, téměř neomezené a zpracování těchto materiálů probíhá prakticky v původním surovém stavu [2]. Nejsou-li tyto materiály stavbou znečištěny, mohou být opět navráceny do přírody.

Environmentální vlastnosti hliněného materiálu

V práci se rozumí vlastnosti hlíny příznivé pro životní prostředí. Ty prospívají i lidskému zdraví. Řadí se mezi ně absorpce vlhkosti, vysoká schopnost akumulace tepla a tím zajištění stabilního tepelně vlhkostního mikroklima, schopnost vstřebávat škodliviny z ovzduší.

Kromě primárních požadavků na ekologickou a zdravotní nezávadnost stavebních materiálů je environmentální kvalita posuzována také z hlediska snížení energetických nároků po dobu životnosti konstrukcí a materiálů. Zde jsou hodnoceny tzv. svázané parametry stavebních konstrukcí, jako například svázané emise CO_2 jako faktor globální environmentální zátěže či hmotnost konstrukcí zahrnující i náročnost dopravy [3].

Udržitelná architektura a výstavba

Mezi atributy udržitelné výstavby patří efektivita během výstavby a minimalizace negativního dopadu na životní prostředí a okolí v celé životnosti budovy, zohlednění lokálních podmínek, využívání lokálních materiálů z obnovitelných zdrojů, dlouhá životnost a flexibilita konstrukčního i dispozičního řešení. Podle Schroedra je výstavba v současném pojetí vždy spojena s hlubokým zásahem do přírodních zdrojů a procesů. Převedeme-li pojem „udržitelnost“ na výstavbu, znamená to, že spotřeba dostupných zdrojů i zátěž životního prostředí mají být s ohledem na potřeby uživatelů minimalizovány v celém životním cyklu budovy[4]. Jak uvádí Hájek: „ *Udržitelná výstavba budov reaguje na obecné požadavky udržitelného rozvoje a představuje kvalitativně nový přístup k navrhování, realizaci a provozování budov tak, aby splňovaly široké spektrum požadavků funkčních, ekonomických, environmentálních, sociálních a kulturních.*“ [5]

Ekonomické limity

Práce zkoumá omezení uplatnění nepálené hlíny v architektuře v souvislosti s hospodářskou situací a zjišťuje jeho limity z hlediska ceny, dostupnosti staviva i vlivu legislativních faktorů na realizaci staveb s použitím hliněného materiálu. Ekonomické aspekty jsou úzce provázány s aspekty sociálními a kulturními.

---

[2] RŮŽIČKA, Jan. Stavební materiály na bázi obnovitelných zdrojů surovin. *Časopis stavebnictví* [online]. 2007-06-11. [vid. 2020-10-08]. ISSN 1802-2030 Dostupné z: https://www.casopisstavebnictvi.cz/clanky-stavebni-materialy-na-bazi-obnovitelnych-zdroju-surovin.html

[3] RŮŽIČKA, Jan. Environmentálně efektivní materiály pro stavební konstrukce. In: *Izolace.cz* [online]. 2006-09-03.[vid. 2020-11-03]. Dostupné z: https://www.izolace.cz/clanky/environmentalne-efektivni-materialy-pro-stavebni-konstrukce/

[4] SCHROEDER, Horst. *Lehmbau: Mit Lehm ökologisch planen und bauen*. 3 Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2019, 593 s. ISBN 978-3-658-23120-0. S.22.

[5] HÁJEK, Petr. Udržitelná výstavba budov a její uplatňování ve střední Evropě. *Časopis stavebnictví* [online]. 2007-01-11. [cit.. 2020-10-08]. ISSN 1802-2030 Dostupné z: https://www.casopisstavebnictvi.cz/clanky-udrzitelna-vystavba-budov-a-jeji-uplatnovani-ve-stredni-evrope.html

Sociální a kulturní limity

Práce takto označuje limity užití nepálené hlíny v architektuře vycházející ze situace ve společnosti, z kulturních zvyklostí a stavebních tradic. Práce zjišťuje míru informovanosti a zájmu veřejnosti, analyzuje postoje společnosti vůči použití hlíny v architektuře a stavbách, posuzuje význam odborného vzdělávání a zjišťuje vliv těchto podmínek pro užití hlíny v architektuře a rozvoj oboru.

PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU PROBLEMATIKY

Současné know-how týkající se uplatnění hliněného stavebního materiálu vychází především ze studia historických hliněných objektů a tradičních technologických postupů zaznamenaných v literatuře. Novodobá teoretická základna se postupně buduje i na základě experimentů s materiálem a výzvou současného výzkumu je prověření možností nepálené hlíny pro použití vyhovující nárokům dnešní doby. Problematice uplatnění hlíny a zprostředkování informací o možnostech materiálu se věnuje několik světově uznávaných organizací.

V Evropě bylo množství teoretických podkladů vytvořeno například ve Francii a Německu. Výzkumná laboratoř organizace **CRAterre-ENSAG** (vznik 1979) se sídlem při Vysoké škole architektury École Nationale Supérieure d´Architecture de Grenoble působí zejména v oblastech tvorby vědecké a technologické základny hliněných konstrukcí a architektury, ochrany dědictví hliněné architektury, lidských sídel a zlepšení životních podmínek ve společnosti[6]. Výzkumníci z organizace CRAterre Hugo Houben a Hubert Guillaud vydali v roce 1989 publikaci *Earth Construction - A comprehensive guide*[7], která dokumentuje charakteristiky materiálu a jeho testování, výrobu hliněných prvků a konstrukční technologie. Přínos publikace je především v obsáhlosti informací a jejich hloubce. **The UNESCO Chair of Earthen Architecture**[8] (založená 1998) se sídlem na téže instituci v Grenoblu, je sítí institucí – univerzit, výzkumných center i neziskových organizací z celého světa. Hlavním cílem organizace v rámci mezinárodní komunity je šíření a podpora vědeckého a technického know-how hliněného stavitelství v oblastech životního prostředí, světového dědictví a lidských sídel.

Ve Francii byly vytvořeny příručky dobré praxe „*Guides de bonnes pratiques de la construction en terre crue*“ [9] (aktualizované vydání 2020), jako normativní dokumenty, které stanovují pravidla pro práci s hliněnými technologiemi.

Německý spolek hliněného stavitelství **Dachverband Lehm**[10] (vznik 1992), který se věnuje průzkumu vlastností nepálené hlíny i tvorbě vzdělávacích standardů a normových podkladů pro práci s nepálenou hlínou, zpracoval souhrn pravidel *Lehmbauregeln*[11]. Ta jsou v Německu postupně nahrazována stavebními normami pro hliněné stavby *DIN Lehmbau.* Podrobný přehled dosavadních výzkumů hliněného stavitelství podává Horst Schroeder, spoluzakladatel spolku

[6] CRAterre [online]. 2020 [cit. 2020-11-20]. Dostupné z: http://craterre.org

[7] HOUBEN, Hugo a Hubert GUILLAUD. *Earth Construction: a Comprehensive Guide.* Warwickshire: Practical Action Publishing, 1994. ISBN 978-1-85339-193-4.

[8] UNESCO Chair [online] 2020 [cit.2020-11-20]. Dostupné z: http://craterre.org/enseignement:chaire-unesco/

[9] *Guides des bonnes pratiques de la construction en terre crue* [online]. 2020 [cit..2021-09-01]. Dostupné z: http://www.areso.asso.fr/spip.php?article695

[10] Dachverband Lehm e. V.[online].2021 [cit.2019-02-20]. Dostupné z: https://www.dachverband-lehm.de/

[11] DACHVERBAND LEHM e.V. (Hrsg.). *Lehmbau Regeln: Begriffe-Baustoffe-Bauteile.* 3. přepracované vyd.. Wiesbaden: Springer Vieweg Verlag. 2009, 120 s. ISBN 978-3-8348-0189-0

Dachverband Lehm, v publikaci *Lehmbau, mit Lehm ökologisch planen und bauen*[12] (2010, aktualizované vydání 2019). Gernot Minke založil v roce 1979 *Forschungslabor für Experimentelles Bauen* - Laboratoř experimentálních staveb na univerzitě v Kasselu. V publikaci *Building with earth (2006)*[13] probírá stavění z hlíny ve světových souvislostech a dokládá příklady vlastních experimentů. Své poznatky shrnuje také v publikaci *Příručka hliněného stavitelství*[14].

Možnosti prefabrikace technologie dusané hlíny v Rakousku rozvíjí v rámci svých projektů hliněné architektury Martin Rauch a jeho firma *Lehmtonerde*[15]. Italská společnost *WASP* testuje možnosti 3D tisku s hlínou (Gaia, 3D printed house)[16]. Sociální a ekonomický kontext současného uplatnění nepálené hlíny v architektuře je v některých publikacích konkrétnější: na Fakultě architektury TU Wien byl pod vedením Andrey Rieger-Jandl realizován studentský projekt o současném uplatnění nepálené hlíny v architektuře v Rakousku. Prostřednictvím rozhovorů s aktéry hliněného stavitelství studenti zjišťovali možnosti i omezení rozvoje konstrukcí z hlíny. Rozhovory byly publikovány pod názvem *Österreichische Lehmbauerinnen im Gespräch*[17].

V **České republice** se kvalifikovanou osvětou široké veřejnosti v použití hliněného staviva a výzkumem v rámci grantových projektů zabývá **Sdružení hliněného stavitelství** (SHS z.s., vznik 2004), se sídlem na Fakultě architektury VUT v Brně. V rámci mezinárodních projektů SHS aktivně spolupracuje se sdružením trvale udržitelné architektury ArTUR na Slovensku, i dalšími organizacemi sdruženými v *Earth Build Europe*. Výzkum nových technologických možností hliněného materiálu probíhá v současné době především na vysokých školách a ve výzkumných centrech. Aktivní je především ČVUT v Praze v Univerzitním centru energeticky efektivních budov: autoři Růžička a Havlík zdokumentovali výzkum vlastností prefabrikovaných elementů z nepálené hlíny v příspěvku konference Zdravé domy 2018 s názvem *Prefabrikované konstrukce z dusané nepálené hlíny*[18]. Havlík pojednává svůj výzkum hliněných prefabrikovaných panelů v dizertační práci *Development and Experimental Verification of Mechanical-physical Properties of Pre-formed Rammed Earth Wall Panel* (2017)[19]. Nejznámější českou publikací věnující se problematice hliněného stavitelství je kniha *Hliněné stavby*[20] z roku 2002 od Ivany Žabičkové, spoluzakladatelky Sdružení hliněného stavitelství. To vydalo v roce 2009 další publikaci autorky, *Přestavby hliněných budov* [21]. Josef Chybík věnoval hliněnému stavebnímu materiálu kapitolu ve

---

[12] SCHROEDER, Horst. *Lehmbau: Mit Lehm ökologisch planen und bauen*. 3.vyd. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2019, 593 s. ISBN 978-3-658-23120-0.

[13] MINKE, Gernot. *Building with Earth, Design and Technology of a Sustainable Architecture.* 3. vyd. Basel: Birkhäuser Verlag GmbH, 2013. ISBN 978-3-0346-0822-0.

[14] MINKE, Gernot. *Příručka hliněného stavitelství: materiály – technologie – architektura.* Bratislava: Pagoda, 2009, 287 s. ISBN 978-80-969698-2-1.

[15] Lehmtonerde [online]. 2020[cit.2020-11-22]. Dostupné z : https://www.lehmtonerde.at/de/

[16] WASP, 3d printed house Gaia [online]. 2020[cit.2020-11-22] Dostupné z: https://www.3dwasp.com/en/3d-printedhouse-gaia/

[17] RIEGER-JANDL, Andrea (Hg.), Baugeschichte und Bauforschung. *Österreichische LehmbauerInnen im Gespräch,* Wien: IVA-Verlag, 2017. ISBN 978-3-900265-40-3

[18] RŮŽIČKA, Jan a Filip HAVLÍK. Prefabrikované konstrukce z dusané nepálené hlíny. In: *Zdravé domy 2018.* Brno: Sdružení hliněného stavitelství, z.s. 2018.ISBN 978-80-904593-5-9.

[19] HAVLÍK, Filip. *Development and Experimental Verification of Mechanical-physical Properties of Pre-formed* Rammed Earth Wall Panel. Praha,2017. Disertační práce ČVUT, FSv, Katedra konstrukcí pozemních staveb, školitel Jan Růžička.

[20] ŽABIČKOVÁ, Ivana. *Hliněné stavby.* Brno: Era, 2002. 174p. ISBN 80-86517-21-7.

[21] ŽABIČKOVÁ, Ivana. *Přestavby hliněných budov.* Brno: Sdružení hliněného stavitelství, 2009. 37 s. ISBN 978-80-254-3907-4.

své *publikaci Přírodní stavební materiály* z roku 2009 [22], která je věnována stavebním materiálům z obnovitelných zdrojů surovin. Jan Werner a Josef Chybík věnovali nepálené hlíně ve skriptech pozemního stavitelství pro architekty z roku 1999 kapitolu s názvem *Architektura z nepálené hlíny*[23]. Petr Suske se zabývá hliněnou architekturou, její historií a současným použitím v celosvětovém kontextu v publikaci *Hlinené domy novej generácie* [24], vydané v roce 1994.

CÍLE A ZÁMĚRY PRÁCE

Práce si klade za cíl posoudit současnou pozici nepálené hlíny jako stavebního materiálu v současné architektuře a stavebnictví ve společenském a hospodářském kontextu a zjistit limity jejího uplatnění. Na základě kritického vyhodnocení problému pak vyvodit vhodná řešení, která jsou předpokladem rozvoje dalšího uplatnění hlíny v soudobé architektuře.

Obecné cíle:

Práce má svým obsahem přinést nové pohledy na problematiku současného užití hliněného staviva a osvětlit další možnosti využití předností nepálené hlíny jako zdraví příznivého stavebního materiálu. Obecně má práce přispět k aktuálnímu tématu rozvoje použití materiálů z obnovitelných zdrojů ve stavebnictví.

Specifické cíle:

- kriticky zhodnotit současný stav uplatnění nepálené hlíny v architektuře a určit jeho limity v kontextu celospolečenském, hospodářském a kulturním
- posudit souvislosti mezi úrovní informovanosti veřejnosti o nepálené hlíně a jejím použitím ve stavbách
- identifikovat důležité podmínky dalšího rozvoje použití hliněného stavebního materiálu a navrhnout postupy, které mohou podpořit použití i konkurenceschopnost materiálu

Záměr:

Na základě výsledků průzkumů a zjištěných limitů užití hliněného stavebního materiálu vypracovat souhrnný přehled postupů a doporučení, které mohou v dalším vývoji směřovat k překonání těchto limitů a přispět k rozvoji architektury uplatňující nepálený hliněný materiál.

Hypotézy:

- Nepálená hlína jako tradičně užívaný zdravotně nezávadný stavební materiál na bázi obnovitelných zdrojů surovin má potenciál posílit svoji pozici na stavebním trhu. I přes pozitivní vlastnosti hlíny však její současné užití ve stavbách zaznamenává pomalý růst.
- Podstatnou bariérou rozvoje uplatnění hliněného materiálu je nedostatečné povědomí odborné i laické veřejnosti o přednostech materiálu.
- Důležitým předpokladem dalšího rozvoje jsou kvalitní metody zprostředkování informací o možnostech a způsobech použití hliněného materiálu v architektuře a stavebnictví.

---

[22] CHYBÍK, Josef. *Přírodní stavební materiály*. Praha: Grada Publishing, 2009, 268 s. ISBN 978-80-247-2532-1.

[23] WERNER, Jan a Josef CHYBÍK. *Pozemní stavitelství: studijní texty pro 4. semestr.* Brno: VUTIUM, 1999. 241 s. ISBN 80-214-1333-6.

[24] SUSKE, Petr. *Hlinené domy novej generácie*. Bratislava: Alfa, 1991. 160 s. ISBN 80-0500-894-5.

Práce si klade tyto výzkumné otázky:

- Z jakých historických souvislostí vychází současná pozice nepálené hlíny jako stavebního materiálu a co jsou důsledky vývoje jejího použití na uplatnění v současnosti?
- Jaké jsou aktuální možnosti nepálené hlíny v architektuře a jaké má její uplatnění limity – v kontextu ekonomickém a sociálně-kulturním?
- Jaké perspektivy má uplatnění nepálené hlíny - může nepálená hlína v budoucnu konkurovat materiálům konvenčním? Jakým způsobem a za jakých podmínek?
- Jakými vhodnými způsoby a postupy lze uplatnění nepálené hlíny ve stavbách dále rozvíjet
- Jakou roli má odborné vzdělávání v rozvoji použití nepálené hlíny?

Výstupy:

Na základě výsledků provedených průzkumů jsou výstupem práce:

- zhodnocení současné pozice nepálené hlíny jako stavebního materiálu
- formulace podmínek rozvoje a dalších možných cest v oboru architektury a stavitelství s nepálenou hlínou a návrh doporučení a postupů, které mohou sloužit jako podklady pro budoucí formy spolupráce i vzdělávání a jejich aplikaci v praxi

Cílová skupina:

- vědci a akademici z oblasti architektury, stavebnictví a sociologie
- pedagogové, lektoři a studenti vzdělávacích institucí zaměřených na architekturu a stavitelství
- odborná i široká veřejnosti se zájmem o zdravé životní prostředí a hliněný stavební materiál

ZVOLENÉ METODY ZKOUMÁNÍ A ZPŮSOB ŘEŠENÍ PRÁCE

Ke zvolenému tématu dizertační práce je přistupováno komplexně. Nepálená hlína a limity jejího uplatnění v architektuře a stavebnictví jsou posuzovány nejen z hledisek architektonických a technických, zkoumaná problematika je také zasazena do kontextu sociálně-kulturního, ekonomického a právního.

Disertační práce je zpracována metodou analýzy a syntézy. Analýzou je zkoumaná problematika rozčleněna na jednotlivé složky, získané poznatky jsou sestaveny v celek a uvedeny do souvislostí metodou syntézy. Podle Molnára a kol.[25] umožňuje **analýza** odhalovat různé stránky a vlastnosti jevů a procesů, jejich stavbu, vyčleňovat etapy, rozporné tendence apod. Umožňuje oddělit podstatné od nepodstatného. **Syntéza** spojuje poznatky získané analytickým přístupem a odhaluje nové vztahy a zákonitosti mezi zkoumanými jevy.

Výzkum je členěn následovně:

a) Analýza limitů: Průzkum historického vývoje užití nepálené hlíny ve stavbách v hospodářských, politických a společenských souvislostech a jeho vliv na současnou pozici nepálené hlíny ve stavebnictví.

Analýza ekonomických limitů – průzkum prověřuje limity soudobě užívaných technologií, výroby a distribuce, nabídky a poptávky stavebních produktů z nepálené hlíny; řešena je problematika legislativy a stavební politika v globálních hospodářskopolitických souvislostech.

[25] MOLNÁR, Zdeněk, Stanislava MILDEOVÁ, Hana ŘEZANKOVÁ, Radim BRIXÍ a Jaroslav KALINA. *Pokročilé metody vědecké práce.* 1. vyd. Praha: Profess Consulting, 2012. 170 s. ISBN 978-80-7259-064-3.

Analýza sociálních limitů – zkoumána je úroveň informovanosti odborné i laické veřejnosti o hlíněném stavebním materiálu a dostupné možnosti zprostředkování informací a vzdělávání.

b) Syntéza poznatků a zjištěný stav: Na základě výsledků analýzy je provedena syntéza získaných poznatků a určen zjištěný stav. Je prověřen soulad výchozích předpokladů hypotézy se zjištěným stavem a jsou vyhodnoceny příčiny tohoto stavu.

c) Návrh řešení: V této fázi jsou na základně zjištěného stavu formulovány důležité podmínky budoucího uplatnění a rozvoje nepálené hlíny jako stavebního materiálu a navržena doporučení vhodných postupů, které mohou přispět pozitivnímu rozvoji budoucího uplatnění nepálené hlíny. Je zpracován koncept věnující se odbornému vzdělávání s nepálenou hlínou v architektuře a tématu zajištění odpovídající informovanosti veřejnosti, prověřený v praxi na modelových příkladech.

Pro vlastní sběr dat jsou použity metody kombinující souběžně kvalitativní a kvantitativní výzkumný přístup. Tyto přístupy se vzájemně doplňují za účelem hlubšího porozumění šetřené problematiky a zodpovězení výzkumných otázek. Práce se opírá o tyto metody:

Obsahová analýza

Analýza dostupných odborných zdrojů souvisejících se zkoumaných tématem:
- studium limitů současného užití hliněného staviva a jeho historických souvislostí
- studium legislativních podkladů

Komparativní analýza

Metoda komparace umožňuje sledovat stav jevů ve vzájemných souvislostech. Pomocí komparativní analýzy je zkoumána současná situace hliněného stavitelství v Česku a porovnávána v mezinárodních souvislostech, s cílem pochopení zkoumaného tématu v širším kontextu.

Dotazníkové šetření

Metoda dotazování je významným pilířem výzkumu této práce. Účelem je získat dostatečné množství relevantních informací o současném stavu řešené problematiky, prozkoumat a posoudit společenské a ekonomické vztahy uplatnění hlíny v architektuře.

Dotazníkový průzkum je použit v několika etapách práce, kdy bylo zjišťováno:
- situace na trhu s hliněnými výrobky
- současná úroveň informovanosti veřejnosti o hliněném stavebním materiálu a jeho použití v architektuře a stavebnictví, ve srovnání s ostatními materiály z přírodních zdrojů
- stanovisko odborníků v oblasti hliněného stavitelství, architektury a odborného vzdělávání
- názor studentů architektury v závěru praktického prověření pilotního výukového programu

Případová studie

Definicí metody případové studie je podle Hendla[26] důkladné studium jednoho nebo několika málo případů. Prozkoumáním případů, jejich charakteristik, se předpokládá lepší porozumění podobným případům. Metoda je v práci použita k průzkumu relevantních případů dostupných forem vzdělávání. Ty jsou zohledněny ve fázi návrhu optimálních postupů a doporučení pro vzdělávání a posílení informovanosti o hliněném stavivu a uplatnění v architektuře a stavbách.

[26] HENDL, Jan. *Kvalitativní výzkum: základní teorie, metody a aplikace*. 3. vyd. Praha: Portál, 2012. ISBN 978-80-262-0219-6.

1 ŠIRŠÍ SOUVISLOSTI UPLATNĚNÍ NEPÁLENÉ HLÍNY V ARCHITEKTUŘE A STAVEBNICTVÍ

1.1 HISTORICKÝ VÝVOJ UŽITÍ HLINĚNÉHO MATERIÁLU VE SPOLEČENSKO-HOSPODÁŘSKÉM KONTEXTU

V této části práce je analýzou odborných zdrojů zjišťován historický vývoj použití hliněného staviva a jeho vliv na současné přístupy a použití nepálené hlíny v architektuře a stavebnictví.

Konstrukce z nepálené hlíny se nezávisle rozvíjely prakticky na všech osídlených kontinentech. Jde o jeden z nejstarších a nejrozšířenějších materiálů, člověkem využívaný více než 9000 let [27]. Od dob, kdy se lidé se pro svou obživu začali věnovat zemědělství a chovu dobytka a za tímto účelem stavěli trvalá sídla. Různé klimatické a geologické podmínky formovaly různé konstrukční typy hliněných staveb. Masívní stavby z hlíny byly používány především v místech s nedostatkem stavebního dřeva. V oblastech suchého a horkého klimatu převažovala výstavba z masívních hliněných konstrukcí, které sloužily i jako ochrana před vysokými teplotami v exteriéru[28]. V mírných klimatických podmínkách a horských oblastech s dostatkem stavebního dřeva sloužila nepálená hlína běžně jako výplňový materiál dřevěných nosných konstrukcí.

Na území dnešního **Česka** byla nepálená hlína součástí stavebních konstrukcí již od výskytu prvních Slovanských kmenů, kdy je užití hlíny dokládáno jako výplň dřevěných konstrukcí v kombinaci s proutěným výpletem. V období vrcholného středověku byla užívána jako jeden z hlavních staviv. Rozkvět hliněného stavitelství je stejně jako v Evropě datován do 17. a 18. století. Na českém území se prolínají tři typy lidové architektury, kde byla hlína jako stavební materiál uplatňována. Byl to dům **hliněný**, dům **hrázděný** a dům **roubený**. U domu hliněného bylo nejčastější užívanou technologií zdění z nepálených cihel. Používaly se také hliněné války, dále technologie monolitické, vrstvená a dusaná hlína. Objekty byly obvykle opatřeny hliněnou omítkou a zpravidla měly i hliněné podlahy. S typem hliněného domu se na českém území setkáváme nejčastěji na jižní a střední Moravě, kde jde o tzv. "Podunajský hliněný dům." Územně zasahuje tento typ hliněného domu až do oblastí dolního Rakouska, jižního Slovenska, velké částí Maďarska i přilehlých oblastí Rumunska a Ukrajiny[29], oblastí s nedostatkem lesů, tedy stavebního dřeva a také nedostatkem kamene. Hlína tedy byla výhradně užívaným materiálem a v těchto oblastech se nejvíce koncentrovaly objekty stavěné z hlíny. Hrázděný dům se vyskytoval zvláště na hranicích s Německem. Hlína zde byla využita jako výplňové zdivo ve formě nepálených cihel nebo dusané hlíny opatřené omítkou, domy měly i hliněné podlahy. V horských oblastech u domu roubeného byla hlína využita k vyplni a utěsnění spar mezi dřevěnými prvky.

Protipožární a stavební nařízení vydaná ve druhé polovině 18. století dala základ k vytvoření pozdějších stavebních řádů. Tzv. „Ohňový patent" císařovny Marie Terezie z roku 1751 přikazuje, aby kuchyně a komíny byly zděné. **Hliněné stavby odolné proti ohni** nacházely široké uplatnění a **ocenění v nízkopodlažní zástavbě** nejen **na vesnicích**, ale i **ve městech**. V roce 1833 byl vydán první stavební řád, který stanovil veškeré podmínky stavby od podání žádosti s plánem přes úřední povolení až k realizaci a kolaudaci[30].

---

[27] MINKE, pozn.14, s.13.
[28] SCHROEDER, pozn.12, s. 2.
[29] ŽABIČKOVÁ, pozn. 20, s. 7.
[30] ŽABIČKOVÁ, Ivana, Alena KARASOVÁ a Eva KABOURKOVÁ. *Hliněné stavby včera a dnes.* Sdružení hliněného stavitelství, 2009. ISBN 9788025439050. S. 16.

Volba materiálu tedy významně závisela nejen na klimatických podmínkách, ale i materiálových a ekonomických možnostech. Nepálená hlína byla jako stavební materiál významně zastoupena nejen v suchých klimatech, ale i ve střední Evropě včetně Česka, kde se běžně uplatňovala prakticky až do 19. století především v nízkopodlažní zástavbě venkovských, ale také městských staveb. **V regionech s dostatkem stavebního dřeva** a kamene se však nepálená hlína volila pouze jako **materiál doplňkový** a v městské výstavbě se kromě kamene prosazovala i trvanlivější pálená cihla, zatím však dostupná pouze majetným vrstvám.

Vývoj od poloviny 19. století

Období průmyslové revoluce a inovace ve stavebním průmyslu i strojírenství měly za následek velké změny stavební kultury. **Vynález kruhové pece** pro výrobu pálených cihel F. Hoffmannem (2. pol. 19. století) umožnil kontinuální provoz vypalování cihel, což urychlilo výrobu a snížilo cenu pálených cihel[31]. Přecházelo se dále na uhelná, později plynná a olejová paliva a postupně se rozvíjel i cementářský a ocelářský průmysl. Cílem bylo zvýšení pevností stavebních materiálů a zefektivnění produkce. V této konkurenci nepálená hlína neobstála, mimo jiné i kvůli nižším pevnostem a citlivosti na působení vlhkosti. Jako stavební materiál byla hlína upozaďována, až postupně ztratila na významu[32].

Nepálená cihla se stala **ekonomickou alternativou** opět **za světových válek**, v období nedostatku betonu a pálených cihel. Mezi architekty, kteří zařadili nepálenou hlínu do svých projektů, byli F. L. Wright v USA i Le Corbusier ve Francii ve 40. letech[33]. Po druhé světové válce se hlína jako stavební materiál používala zvláště ve válkou zničeném Německu, kdy zdevastované průmyslové výrobny nefungovaly a transport dočasně nemohl být zajištěn. Podle Schroedera[34] muselo být z dostupných materiálů včetně hlíny během krátkého času vystavěno bydlení pro miliony obyvatel bez domova. To souvislelo s nařízením sovětské vojenské správy na území bývalé NDR, kdy mělo být zřízeno 200 000 domů, z nichž minimálně 40% mělo být z přírodních a místně dostupných materiálů. V 50. letech bylo v Československu postaveno několik staveb z hlínobetonu. Použita byla místní hlína a jako stabilizátor se používalo hašené vápno a cement[35]. V dalších letech se ve střední Evropě včetně Česka hliněný materiál používal minimálně a s rozmachem industrializace vymizel i z norem a stavebních zákonů.

Od 70. let v Evropě a 90. let i v Česku postupně docházelo k **renesanci hliněného materiálu. Energetická krize**, **ekologické problémy** a **krize bydlení v rozvojovém světě** opět vzbudily zájem o energeticky nenáročné lokální technologie. **Mezinárodní konference OSN o lidských sídlech Habitat I** (Vancouver 1976) upozornila na fakt, že ze všech materiálů na světě dnes užívaných je nepálená hlína nejčastěji používaným stavivem u populace s nízkým příjmem v rozvojových zemích. Průzkumy ukázaly potenciál nepálené hlíny v řešení problému potřeb nízkonákladového bydlení pro miliony lidí. V USA i v Evropě byly investovány prostředky do technologických průzkumů a experimentů nepálené hlíny[36]. Na začátku 80. let bylo ve Francii vystavěno **experimentální sídliště *Domaine de la terre*** v obci Villefontaine, L´Isle d´Abeau. Bylo zde zkonstruováno asi 60 objektů - rodinných a bytových domů z nepálené hlíny. Ojedinělá

[31] ŽABIČKOVÁ, pozn. 20, s. 8.
[32] SCHROEDER, pozn.12, s. 18.
[33] SUSKE, pozn. 24, s. 121.
[34] SCHROEDER, pozn.12, s. 19.
[35] SUSKE, pozn.24, s. 122.
[36] HOUBEN, GUILLAUD, pozn. 7, s. ix.

realizace tohoto rozsahu v novodobých dějinách moderního hliněného stavitelství byla odrazovým můstkem pro novodobou hliněnou architekturu v Evropě [37].

1.2 PROBLEMATIKA UPLATNĚNÍ HLINĚNÉHO STAVEBNÍHO MATERIÁLU V SOUČASNÝCH GLOBÁLNÍCH SOUVISLOSTECH

Současné užití nepálené hlíny v architektuře a stavebnictví se pozvolna rozvíjí několika směry:
- významné zastoupení v rekonstrukcích a konzervaci památkově chráněných objektů
- využití pro svépomocnou a finančně dostupnou výstavbu z lokálních zdrojů
- v zemích hospodářsky vyspělého západu trend ekologicky příznivé architektury *(„ekoluxus")*
- součástí experimentálních projektů a výzkumu v řešení nových výzev stavebního odvětví
- je materiálem uplatňovaným v rámci rozvojových programů při řešení bytového nedostatku v zemích s nižší úrovní ekonomického standardu

1.2.1 NEPÁLENÁ HLÍNA JAKO SYMBOL CHUDOBY I ROZVOJE

Sociální a ekonomický status

Architektura odráží sociální a ekonomický status investora. Z hlíny byla ve starověku stavěna i sídla králů, postupně ji však nahrazovaly materiály odolnější, dražší, s vyššími pevnostními charakteristikami a z hlíny dále stavělo méně majetné obyvatelstvo. Hliněný materiál byl dlouho spojován s nedostatkem a chudobou, vracelo se k němu jako k osvědčenému a dostupnému řešení v dobách krizí. Dnešní renesance materiálu je opět jakoby symbolicky propojena s tímto termínem, ve smyslu krize současného stavu společnosti a krize klimatické.

Ekologický nadstandard

Západní společnost, která dosáhla určité hospodářské úrovně a hliněný materiál opustila pro konkurenční průmyslově vyráběné materiály, se k tomuto materiálu dnes navrací. Díky vlastnostem materiálu jako nízká emisivita, recyklovatelnost a zdravotní nezávadnost je architektura z nepálené hlíny často prezentována jako **„ekologický a luxusní materiál",** jehož kvalitní provedení vyžaduje také odpovídající investici. Oproti tomu je nepálená hlína stále populárnější u svépomocné výstavby příznivců zdravého bydlení. Použití nepálené hlíny ve stavbách nadále není samozřejmé a mezi veřejností doposud přetrvávají předsudky z minulosti.

Materiál chudých – svépomocná výstavba

Zatímco v zemích hospodářsky rozvinutých (např. Austrálie, země Evropské Unie či Severní Amerika) lze pozorovat pozvolný návrat ke stavebním materiálům na přírodní bázi včetně nepálené hlíny, v zemích s nižší úrovní ekonomického standardu je situace opačná. Jak uvádí Minke, dle odhadů ještě dnes v hliněných obydlích žije asi jedna třetina světové populace[38], ve velké většině jde o populaci žijící v podmínkách, kdy jsou pro ně jiná staviva nedostupná. V těchto zemích s dlouholetou tradicí hliněných staveb je hlína mnohdy jediným dostupným materiálem pro chudé obyvatele. Je tedy používán jako nezbytná nutnost a nikoli jako volba.

Dopady přírodních katastrof

Také výskyt přírodních katastrof, jako jsou **zemětřesení** či **záplavy,** vyvolává v obyvatelstvu **nedůvěru vůči materiálu**. Velký podíl hliněných staveb se nachází v zemích s vysokou

[37] SCHROEDER, pozn.12, s. 296.
[38] MINKE, pozn.14, s. 13.

seismickou aktivitou, zvláště pak v rurálních oblastech méně ekonomicky rozvinutých regionů[39]. Místní obyvatelé s nedostatkem finančních prostředků stavby běžně provádějí svépomocí. Neznalost vhodných stavebních postupů zvyšujících seismickou stabilitu a nesprávně provedené konstrukce objektů mají při zemětřesení fatální následky. Při dodržení antiseismických opatření v konstrukcích a ve vhodné kombinaci s ostatními dostupnými stavebními materiály však lze nepálenou hlínu i v těchto případech použít. V oblastech s častým výskytem přírodních katastrof je důležitá prevence, poučení obyvatelstva o vhodných způsobech použití materiálu v konstrukcích.

Pro nevhodně umístěné hliněné stavby mohou být fatální také záplavy. Kvůli chybějícím a nedostatečně kontrolovaným stavebním předpisům často dochází k zástavbě nevhodných území s katastrofálními následky. Při současných klimatických změnách však dochází k záplavám i v oblastech, které nebyly řazeny mezi zátopové a byly doposud považovány za bezpečné.

V posledních desetiletích přibylo také častějších **povodní ve střední Evropě**. Povodně na Labi v letech 2002 a 2006 v Sasku a Česku zničily mnohé budovy z nepálené hlíny [40]. V Česku bylo při povodních, které zasáhly Moravu (Troubky 1997), zničeno mnoho objektů. Velká část z nich byla z nepálených cihel. Hliněné stavivo bylo u starších objektů často uplatňováno jako omítané nosné a mnohdy i základové zdivo, a to i v dnešních zátopových oblastech. Povodně měly katastrofální následky a hliněný materiál byl touto zkušeností nadále konfrontován s nedůvěrou veřejnosti.

1.2.2 NEPÁLENÁ HLÍNA A TRVALE UDRŽITELNÁ VÝSTAVBA

Pro splnění podmínek trvale udržitelné výstavby je významný výběr stavebního materiálu. Energetická náročnost úpravy a zpracování hlíny je ve srovnání s běžnými průmyslově zpracovávanými stavebními materiály velmi malá. Minke uvádí srovnání spotřeby primární energie stavebních materiálů následovně: spotřeba primární energie dusané hlíny udusané pneumatickou technickou je méně než 10% množství primární energie příčně děrovaných pálených cihel. U nepálených cihel zhotovených ručně a vysoušených na vzduchu je uvedeno 5-10kWh/m^3, tedy až 1% spotřeby primární energie ve srovnání s příčně děrovanými cihlami [41].

Z perspektivy životního cyklu staveb je nepálená hlína optimálním a plně recyklovatelným stavebním materiálem.

2 LIMITY UPLATNĚNÍ HLINĚNÉHO STAVEBNÍHO MATERIÁLU V ČESKÉM PROSTŘEDÍ

Hliněný materiál je v České republice obecně známý zejména díky tradici hliněných lidových staveb, která však byla ve 20. století přerušena. Tím utrpělo i kulturní dědictví lidové architektury, mnoho staveb bylo nedoceněno a zbouráno či poničeno necitlivou rekonstrukcí. Tato situace se postupně zlepšuje, díky zvyšujícímu se povědomí o nepálené hlíně a práci některých osvícených investorů a architektů, za spolupráce orgánů památkové péče.

[39] NEUMAYEROVÁ, Eva. Tradiční hliněné stavby a konstrukční zásady snižující rizika jejich destrukce. *TZB-info* [online]. 2018 [cit. 2021-01-02]. Dostupné z: https://stavba.tzb-info.cz/cihly-bloky-tvarnice/18251-tradicni-hlinene-stavby-a-konstrukcni-zasady-snizujici-rizika-jejich-destrukce. ISSN: 1801-4399.

[40] SCHROEDER, pozn.12, s. 483.

[41] MINKE, pozn.14, s. 58.

V současné době se hlína postupně rozšiřuje i v novostavbách mezi příznivci ekologicky šetrných staveb. Jde o nízkonákladovou výstavbu realizovanou do velké míry svépomocí. U těchto staveb hlína nejčastěji používána jako omítky. Nezastupitelnou roli má u nás hlína v kombinaci se dřevěnou konstrukcí a slaměnou izolací. Paralelním trendem je rozvíjející se uplatnění hlíny v současné architektuře, která materiál pro jeho environmentálně příznivé vlastnosti představuje jako nový luxus dnešní doby. Uplatnění hlíny se rozvíjí zvolna a v konkurenci průmyslově vyráběných staviv zůstává hlína pro většinového zákazníka na okraji zájmu.

V následující části práce zjišťuje současné podmínky a limity uplatnění nepálené hlíny v architektuře a stavebnictví v českém prostředí a posuzuje je z hledisek ekonomických a sociálně-kulturních, která jsou ve vzájemné souvislosti.

2.1 EKONOMICKÉ ASPEKTY

Při zjišťování ekonomických limitů uplatnění nepálené hlíny v české architektuře a stavebnictví jsou posuzována následující kritéria:

- dostupnost (cenová i lokální dostupnost materiálu, výrobků i práce)
- odbyt stavebních produktů z nepálené hlíny
- omezení vzniklá během procesu realizace stavebního záměru a jeho ekonomické důsledky (legislativa, proveditelnost stavebních technologií z nepálené hlíny)

2.1.1 UPLATNĚNÍ SOUDOBÝCH HLINĚNÝCH TECHNOLOGIÍ

Stavební technologie z hliněného materiálu užívané v soudobém stavitelství v Česku vychází z tradičních technik v historii běžně užívaných. Na našem území dominují historicky nejčastěji používané technologie hliněných omítek a nepálených cihel. Tyto technologie se rozvinuly a přizpůsobily nárokům soudobého stavitelství[42].

Limity uplatnění soudobých hliněných technologií:

Hliněné omítky mají ve srovnání s ostatními hliněnými technologiemi výhodu snadnější aplikace, jejich použití není v konfliktu s omítkářskou normou, jsou zajímavé svou barevností i možností dekoru. Užití technologií vrstvené i dusané hlíny je u soudobých staveb v začátcích, zatímco stavby z nepálených cihel mají tradici. Dodatečné opravy nesprávně vydusaných konstrukcí jsou obtížnější než u staveb z hliněných cihel, kde lze špatný kus nahradit. Proces výroby i konstrukce však u dusané technologie probíhá souběžně a u staveb z hliněných cihel je třeba nejprve cihly vyrobit, vysušit a poté je lze použít ke zdění. **Pracnost, delší doba schnutí** a **vyšší náklady** na realizaci těchto stavebních technologií směřuje k rozvoji hliněného stavitelství k prefabrikovaným velkoformátovým dílcům, které zefektivní proces výstavby.

Profesionální provedení realizací z nepálené hlíny má ve srovnání s běžně používanými materiály vyšší cenu. Náklady jsou spojeny s pracností a paradoxně i cenou materiálu (specializovaní řemeslníci staveb z nepálené hlíny nemají rabat z materiálu, hodinová sazba je ve srovnání s běžným zedníkem vyšší). Hliněné stavby jsou levné, jsou-li stavěny svépomocí a je-li

[42] NEUMAYEROVÁ, Eva. Soudobé technologie hliněných konstrukcí: Limity a perspektivy v Česku. In: *8th Annual Conference on Architecture and Urbanism 2019*. Vysoké učení technické v Brně,Fakulta architektury, s. 128-134. ISBN 978-80-214-5802-4. Dostupné z: doi:10.13164/phd.fa2019.15

používána lokální hlína. Vlastnosti lokální hlíny by však měly být testovány, problémem může být i kontaminace půdy. Cena materiálu prakticky všude dostupného se tedy odvíjí od způsobu a kvality provedení i použitého materiálu a směřování trhu. Přehledové srovnání soudobých stavebních technologií z nepálené hlíny v Česku je v *tabulce 1*.

Konstrukční technologie z hliněného materiálu

		dusaná hlína	hliněné cihly plné	hliněné cihly děrované	hliněné cihly lehčené	prefabrikované stěnové dílce	prefabrikované hliněné desky	hliněné omítky
technické údaje - orientační hodnoty	pevnost v tlaku [Mpa = N/mm2]	od 2,0 [1]	od 2,0 [1] až 5 [2]	až 8 [3]	od 1,0 [4]	2,3 [5]	2,3 [6]	od 1,0 [7] až 3,0 [4]
	Objemová hmotnost [kg/m^3]	1700 - 2200 [1]	1200 - 2200 [1]	1400 - 1600 [1] 1680 [3]	600 - 1200 [1]	1000 [5] 1280 [6]	1200 - 1800 [1]	600 - 1800 [1]
	součinitel tepelné vodivosti λ [W/mK]	0,7 - 1,4 [1]	0,5 - 1,4 [1]	0,6 - 0,8 [1]	0,2 - 0,5 [1]	0,2 [5] 0,47 [6]	0,35 [8] 0,33 [9]	0,17 - 0,9 [1]

parametry srovnání	potřebné speciální vybavení pro stavební proces	bednící systém, dusadla ruční, pneumatická	běžné vybavení pro zdění			běžné vybavení pro suchou výstavbu		strojní omítačka nebo ručně - zednické nářadí, hladítka
	dostupnost v ČR	hotové směsi se v ČR nevyrábí, dovoz možný; směs se vyrábí svépomocí na staveništi	ANO, výroba v ČR	ANO, výroba v ČR	ANO, dovoz do ČR	ANO, dovoz do ČR	ANO, dovoz do ČR, začátky výroby	ANO, výroba v ČR
	výhody technologie	nižší míra smrštění; unikátní estetika	lze použít i jako režné zdivo, technologie má tradici			nižší hmotnost a větší rozměry = urychlení stavebního procesu, suchá výstavba		lze aplikovat ručně i strojně, možnost dekorace
	nevýhody technologie	pracnost	zdlouhavý proces zdění s cihlami běžného formátu, vyšší pracnost při zdění, plné cihly mají vyšší váhu			nutnost dovozu		náchylné na vznik plísní při nedostatečném větrání během vysychání
	uplatnění ve stavebních konstrukcích	nosné, nenosné, výplňové zdivo, podlahy	nosné, nenosné, výplňové zdivo	nenosné, výplňové zdivo		vnitřní nenosné konstrukce	příčky, obklady, opláštění stropů, podlahy, zastávají i funkci omítky	povrchová úprava vnitřních, vnějších konstrukcí
	perspektivy technologie	rozvoj prefabrikace dusaných dílců	rozvoj užití velkoformátových dílců (sníží pracnost výstavby)			rozšíření výroby v ČR, rozvoj montovaného procesu výstavby		vývoj speciálních omítek z hlediska zdravotního i estetického (rozvoj dekorativních technik)

[1] DACHVERBAND LEHM E.V. (Hrsg.). *Lehmbau Regeln: Begriffe Baustoffe Bauteile.* 2002. 2.vyd. Braunschweig/Wiesbaden: Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH. ISBN 3528125586.

[2] Technický list Produktu: Claygar CEB 102 nestabilizovaná.[online] [cit 19-08-18] Dostupné z: http://www.claygar.cz/pdf/CEB_Claygar_CEB_102_Non-stabilized.pdf

[3] Technický list Produktu: Heluz Nature Energy, [online] [cit 19-08-18]. Dostupné z: https://www.heluz.cz/files/TL_HELUZ-NATURE-ENERGY_2015.pdf

[4] KARASOVÁ, Alena. *Rekonstrukce hliněných staveb v regionu Haná.* Brno: Vysoké učení technické, Fakulta architektury.2009.

[5] Technický list Produktu: Karphosit, [online] [cit 19-08-18].Dostupné z: http://www.lanatherm.ch/lehm-lehmbauelemente-karphosit-daten.htm

[6] Technický list Produktu: ProCrea 100HF, [online] [cit 19-08-18]. Dostupné z: https://www.konopi-izolace.cz/img/cms/technicke-listy/db_lehm_elemente_cz_0.pdf

[7] MINKE, Gernot. *Příručka hliněného stavitelství: materiály - technologie - architektura* . Bratislava: Pagoda, 2009, 287 s. ISBN 978-80-969698-2-1

[8] Technický list Produktu: Lemix (16-22mm), [online] [cit 19-08-18]. Dostupné z: http://hlinene-desky.cz/wp-content/uploads/2018/10/Lemix-kompletn%C3%AD-prospekt-2018v3.pdf

[9] Technický list Produktu: ProCrea hliněné panely, [online] [cit 19-08-18]. Dostupné z: https://www.konopi-izolace.cz/img/cms/technicke-listy/tl_hlinene_panely_procrea.pdf

Tab. 1: *Srovnání soudobých stavebních technologií z nepálené hlíny. Sestaveno autorkou* [43]

[43] Zdroj: NEUMAYEROVÁ, Eva. Soudobé technologie hliněných konstrukcí: Limity a perspektivy v Česku. Pozn. 42

2.1.2 ROLE LEGISLATIVY V REALIZAČNÍM PROCESU

Realizace architektonických děl a staveb z nepálené hlíny v ČR je do velké míry limitována absencí legislativních podkladů. Chybí normy, které by sjednotily požadované charakteristiky hliněných stavebních produktů, což omezuje rozvoj prefabrikace a velkovýroby. Zvláště chybí norma pro návrh hliněných konstrukcí, podklad pro projektanty, kteří se v současné době nemohou při návrhu konstrukcí i rekonstrukcí hliněných objektů opřít o normovou základnu.

Povolení realizace staveb s nosným zdivem z nepálené hlíny v současné době reguluje pouze prováděcí vyhláška stavebního zákona, č. 268/2009 Sb. [44], kde je zodpovědnost ponechána na autorizované osobě - statikovi, projektantovi, který musí prokázat únosnost stavby výpočtem. Součástí dokumentace stavebního objektu pro ohlášení stavby a stavebního povolení je návrh stavebně konstrukčního řešení včetně statického posouzení. To má obsahovat použité podklady – základní normy, předpisy a výpočty posouzení stability konstrukce. Pro výpočet hliněných konstrukcí však doposud neexistují specializované technické normativní podklady. Základní požadavky na bezpečnost a vlastnosti staveb, které musí navržená stavba splňovat, jsou uvedeny ve vyhlášce č. 268/2009 Sb. Vyhláška č. 268/2009 Sb., dále v §9 odkazuje na návrh a provedení stavby a stavebních prvků v souladu s normovými hodnotami z hlediska mechanické odolnosti a stability. Pro použití hlíny v nosných konstrukcích je třeba únosnost hliněných konstrukcí a další požadované charakteristiky deklarovat na základě průkazných technických zkoušek. Zodpovědný projektant pak zaručuje, že na stavbě bude konstrukce takto realizována.

Omezení legislativy se týkají i **uvedení stavebních výrobků z nepálené hlíny na trh**. Výrobce musí vypracovat **prohlášení o vlastnostech** u výrobků, na které se vztahuje harmonizovaná evropská norma, nebo je-li výrobek v souladu s technickým posouzením (ETA) vydaným na žádost výrobce[45]. Výrobci hliněných omítek uvádí v prohlášení o vlastnostech harmonizovanou normu EN 998-1[46]. Stavební prvky jako např. nepálené cihly harmonizovanou normu nemají, pokud mají být stavební výrobky uvedeny na trh Evropské unie, musí výrobce prokázat soulad výrobku s evropským technickým posouzením na základě technických zkoušek (provádí Technický a zkušební ústav stavební TZUS). Doloženým prohlášením o vlastnostech ručí za **shodu vlastností uvedeného výrobku se souborem deklarovaných vlastností**. Vypracování prohlášení o vlastnostech se v souladu s Nařízením Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 305/2011 vydává na výhradní odpovědnost výrobce[47]. Na základě těchto podkladů získá výrobek označení CE (Conformité Européenne) potvrzující shodu stavebního výrobku s vlastnostmi uvedenými v prohlášení ve vztahu k základním charakteristikám podle této harmonizované normy nebo evropského tech. posouzení. V Kapitole II Článku 5 Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 305/2011 jsou rovněž uvedeny výjimky z povinnosti vytvoření prohlášení o vlastnostech.

---

[44] Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb
Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon),

[45] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 305/2011 [online].2011 [cit. 2020-12-04]. Dostupné z : https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32011R0305

[46] EN 998-1. *Specifikace malt pro zdivo - Část 1: Malta pro vnitřní a vnější omítky,* 2016.

[47] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 305/2011 [online]. 2011 [cit. 2020-12-04]. Dostupné z : https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32011R0305

2.1.3 SITUACE TRHU HLINĚNÝCH STAVEBNÍCH VÝROBKŮ – DOTAZNÍKOVÝ PRŮZKUM

Za účelem zjištění limitů i perspektiv trhu s hliněnými stavebními výrobky a dostupnosti sortimentu hliněných výrobků pro použití v architektuře a stavebnictví v Česku byl proveden dotazníkový průzkum, který probíhal v období 11/2019 – 06/2020. K vyplnění dotazníku byli osloveni výrobci a distributoři hliněných stavebních výrobků, jejichž nabídka sortimentu byla v době průzkumu dostupná na internetu. **Na otázky odpovídali zástupci firem:**

Hliněný dům, s.r.o. [48] **-** výrobce a prodejce hliněných omítek
Picas, hliněné omítky [49] **-** výrobce a prodejce hliněných omítek
Claygar, s.r.o. [50] **-** výrobce a prodejce hliněných omítek
LB Cemix, s.r.o. [51] **-** výrobce a prodejce stavebních výrobků včetně hliněných omítek
Heluz cihlářský průmysl v.o.s. [52] **-** výrobce a prodejce cihlářských stavebních prvků včetně nepálených cihel
Izolace- konopí cz, s.r.o. [53] **-** prodejce stavebních výrobků včetně výrobků z nepálené hlíny
M-servis stavebniny s.r.o. [54] - prodejce stavebních výrobků včetně hliněných omítek

Cíl dotazníkového průzkumu:

Průzkum měl zjistit

- lokální i cenovou dostupnost sortimentu hliněných výrobků v Česku
- současnou pozici hliněného staviva na českém trhu, limity výroby i odbytu hliněných produktů
- perspektivy nepálené hlíny jako stavebního materiálu z pohledu výrobců a dodavatelů

Metodika:

Dotazníkový průzkum byl elektronickou formou zaslán zástupcům oslovených firem. Za účelem hlubšího pochopení zkoumaného tématu byl dotazník zpracován formou otevřených otázek. Odpovědi respondentů byly analyzovány a jsou shrnuty v následujícím vyhodnocení.

Okruhy otázek dotazníku:

Otázky 1-4 / Firma a sortiment
Otázky 5-6 / Dostupnost suroviny pro výrobu i dostupnost sortimentu hliněných výrobků
Otázky 7-10 / Odbyt, cena a propagace
Otázky 11-13 / Limity výroby i odbytu/ přednosti a potenciál
Otázky 14-16 / Perspektivy rozvoje firmy i použití hliněného staviva obecně

Výsledky dotazníkového průzkumu:

- **Nabídka trhu hliněných stavebních výrobků v Česku** (vyhodnocení odpovědí otázek 1-4)

Na českém trhu existují **dvě skupiny výrobců** stavebních výrobků z hliněného materiálu. Menší výrobci (Picas, Claygar, Hliněný dům), obvykle rodinné firmy zaměřené výhradně na produkty z nepálené hlíny, dále pak velkovýrobci (Cemix, Heluz), pro které je sortiment z nepálené hlíny doplňkem běžného stavebního sortimentu. Menší dodavatelské firmy pak

[48] Hliněný dům [online]. 2020 [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: https://www.hlinenydum.cz/
[49] Picas, hliněné omítky [online]. 2020 [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: https://www.picas.cz/
[50] Claygar, s.r.o [online]. 2020 [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: https://www.claygar.cz/
[51] LB Cemix, s.r.o [online]. 2017 [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: https://www.cemix.cz/produkty/hlinene-omitky
[52] Heluz cihlářský průmysl v.o.s [online]. 2020 [cit. 2019-11-30]. Dostupné z: https://www.heluz.cz/
[53] Izolace- konopí CZ, s.r.o [online]. 2020 [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: https://www.izolace-konopi.cz/katalog/2/hlinene-produkty.html
[54] M-servis, s.r.o [online]. 2020 [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: http://www.m-servis.cz/Hlinene-omitky-Viton/

zprostředkovávají sortiment hliněných produktů ze zahraničních firem, obvykle z Německa. Počátek výroby a prodeje hliněných produktů českých výrobců je uváděn od roku 2003.

Důvodem zavedení výroby a prodeje výrobků v Česku byla u malých firem především blízkost k hlíně, zdravému materiálu přírodního původu, zajímavému a jedinečnému a také reakce na poptávku. U velkovýrobců byl impulsem k zařazení produktů z nepálené hlíny do sortimentu především rostoucí „ekologický" trend ve stavebnictví v posledních dekádách a tím uspokojení této malé části trhu. Sortiment hliněných výrobků v ČR je zastoupen zvláště hliněnými omítkami.

- **Dostupnost výrobků a surovin** (vyhodnocení odpovědí otázek 5-6)

Suroviny pro hliněné omítky pochází částečně z lokálních zdrojů, některé suroviny jsou dováženy ze vzdálenějších oblastí Česka nebo sousedních států (lokální suroviny nesplňovaly kvalitativní kritéria výrobce). Hlína pro nepálené cihly firmy Heluz pochází z hliniště v lokalitě výrobny. **Lokální dostupnost hliněných výrobků** je dobrá především u velkovýrobců, kteří své produkty na základě objednávky mohou dodat do partnerských prodejen stavebnin v lokalitě zákazníka. Menší výrobci jsou i přímými prodejci, zde je výhodou osobní přístup a poradenství. Výroba hliněných omítek menších výrobců je soustředěna zvláště na Moravě. Podle preferencí zákazníka pak cenu výrobků může výrazně ovlivnit doprava materiálu.

- **Odbyt** (vyhodnocení odpovědí otázek 7-10)

Odbyt hliněných výrobků uváděli dotazovaní výrobci především v Česku a na Slovensku. **Pokrytí českého trhu dostačuje současné poptávce.** Nárůst odbytu byl uváděn zvláště v prvních letech výroby, v posledních pěti letech je odbyt stabilní. Roční odbyt dotazovaných malovýrobců hliněných omítek se pohybuje v rozmezí 200 až 500 tun ročně. U dotazovaných distributorů zahraničních hliněných výrobků jde o doplňkový sortiment, odbyt výrobků uváděn kolem 1% prodeje veškerého sortimentu. Heluz uváděl srovnání prodeje nepálené cihly *Heluz Nature Energy* s běžnou pálenou příčkovkou *Heluz 11,5*, kde odbyt nepálené cihly dosahoval přibližně 1% odbytu pálené příčkovky (srovnání z roku 2017). Claygar měl v sortimentu i plné nepálené cihly, jejich výroba však byla kvůli nízké ekonomické návratnosti ukončena.

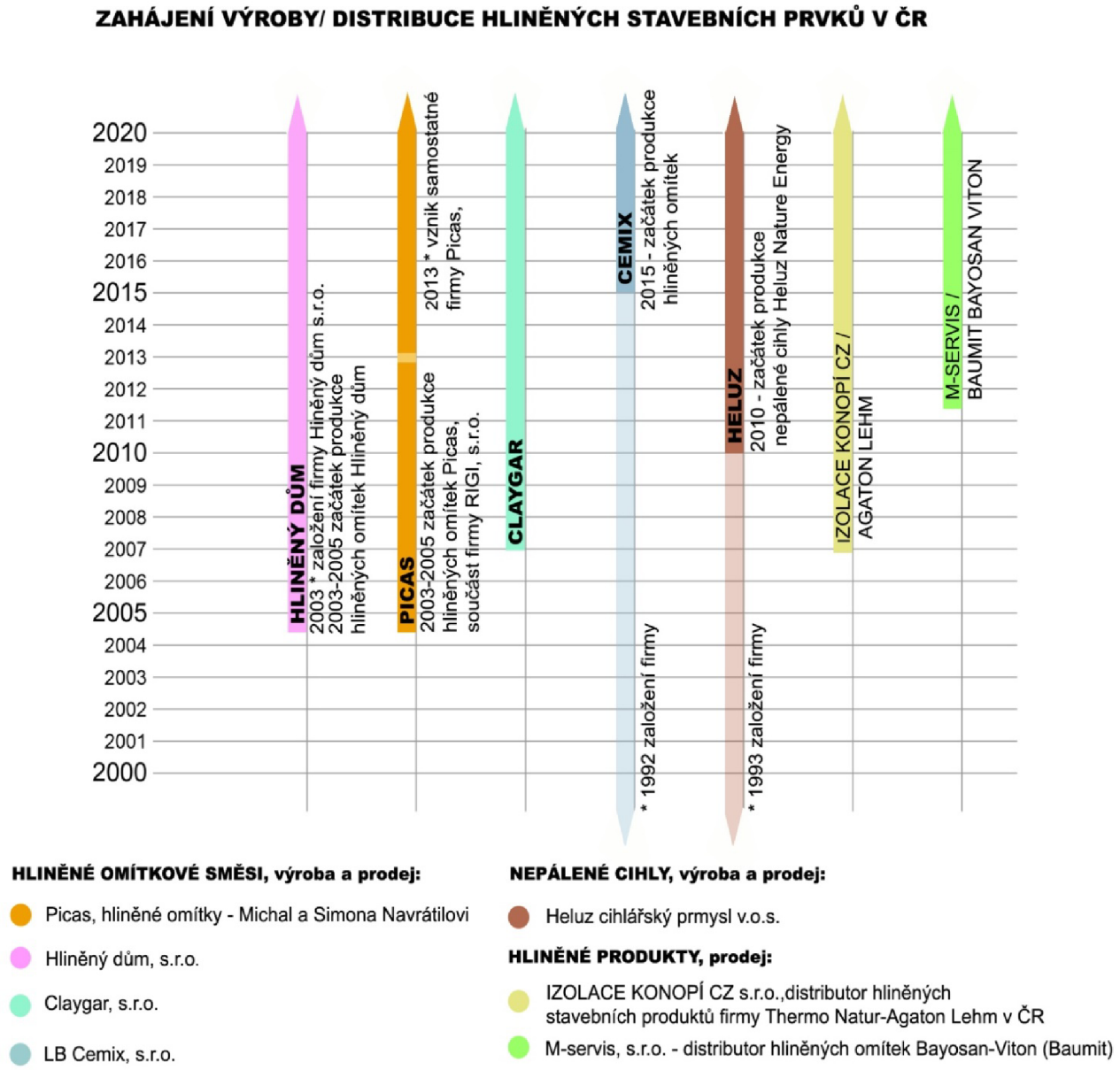
Cenová dostupnost: Cena hliněných omítek je dle průzkumu srovnatelná s kvalitními omítkami vápennými. Vůči běžným vápenocementovým omítkám mohou být ceny hliněných omítek až 2krát vyšší. Nepálená cihla *Heluz Nature Energy* je ve srovnání s obdobnými prvky z páleného materiálu firmy Heluz mírně vyšší (podle výrobce je nepálená cihla maloobrátková a není plně automatizovaná, s nepáleným materiálem se hůře manipuluje z důvodu vyšší hmotnosti). Maloobrátkový sortiment zahraničních výrobců se rovněž vyznačuje vyšší cenou.

- **Současná pozice hliněného stavebního materiálu na českém trhu a její vyhlídky z pohledu výrobců a dodavatelů** (vyhodnocení odpovědí otázek 11-16)
  - **Limity odbytu a rozvoje použití hliněného stavebního materiálu**

Uváděno bylo: **nedůvěra veřejnosti v materiál, nezájem a neznalost (6x)**, vyšší cena výrobků (3x), malý trh, omezená skupina odběratelů a poptávka (2x), některé vlastnosti materiálu (např. nižší odolnost klimatickým vlivům) (2x), nezájem projektantů a neznalost práce s hlínou (2x), nedostupnost vhodné suroviny (dobré hlíny) (1x), chybějící legislativa (1x).

  - **Výhody a potenciál nepálené hlíny, vhodné uplatnění materiálu v architektuře**

Uváděna byla tato pozitiva: přírodní původ materiálu (3x), recyklovatelnost (3x), zdravotní nezávadnost (3x), tepelná akumulace (2x), přírodní barva materiálu, unikátní estetika (2x), možnost výroby směsi i stavba svépomocí (2x), regulace vlhkosti v interiéru (1x), materiál nezatěžuje životní prostředí (1x), harmonizace těžko nahraditelná jiným materiálem (1x).



Graf 1: *Zahájení výroby a distribuce hliněných stavebních prvků na českém trhu, autor: Eva Neumayerová*

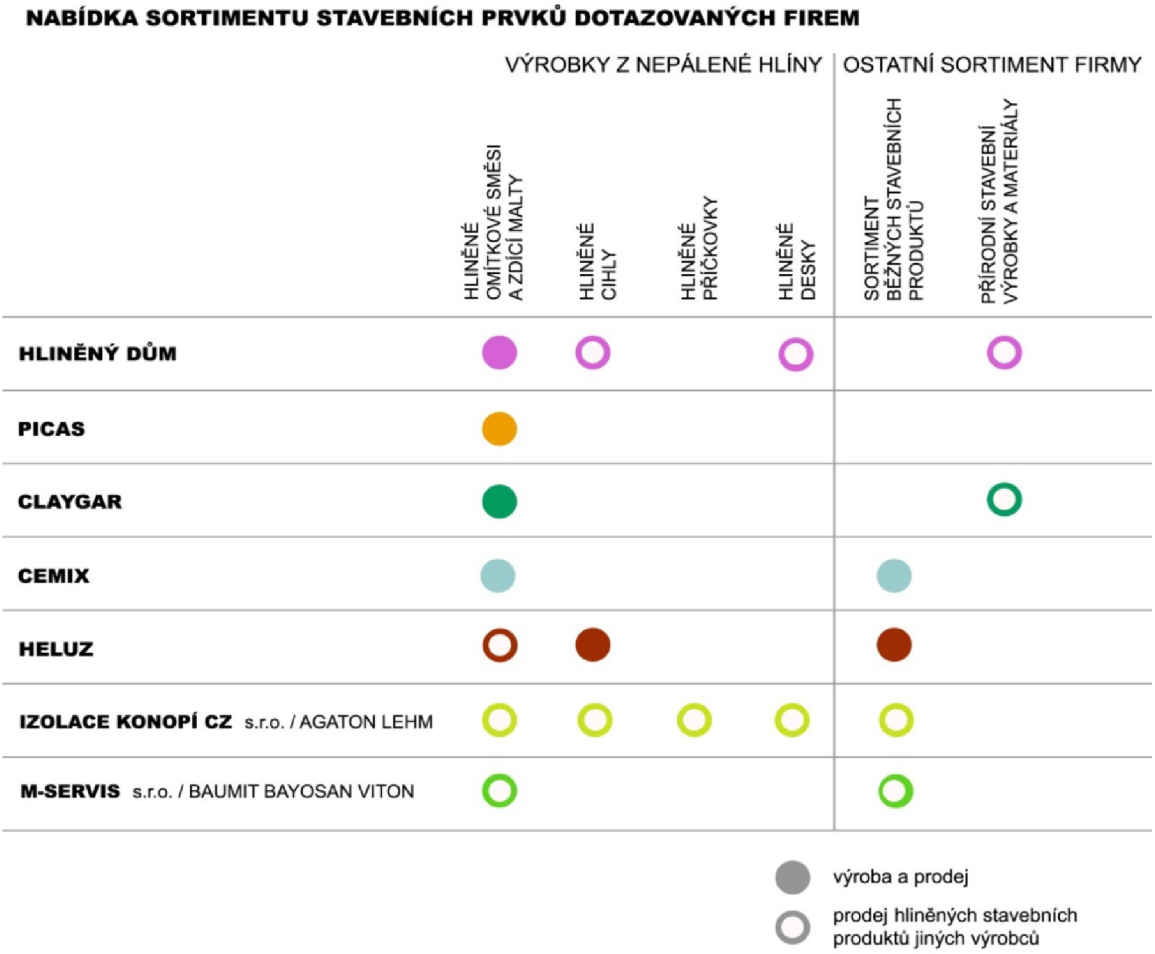
◦ **Perspektivy firmy a budoucnost použití nepálené hlíny jako stavebního materiálu**

Dotazované firmy neplánují v blízké době výrazné změny či rozšíření sortimentu, trh je ustálený. Prioritou má být stabilizace provozu. U budoucího rozvoje uplatnění hlíny v architektuře a stavbách se část firem dále přikláněla k tradičnímu zpracování, blízkému podstatě materiálu. Uváděna byla i potřeba vyšších investic v případě použití nových výrobních technologií a nutnosti vyšší údržby, kterou strojová výroba vyžaduje. Část dotazovaných naopak vnímá 3D tisk a prefabrikaci za možný směr k vyšší efektivnosti výstavby.

◦ **Doporučené postupy pro rozvoj použití materiálu v architektuře a stavbách**

Osvěta veřejnosti (2x), hlína ve výuce na odborných stavebních školách (2x), tvorba norem pro hliněné konstrukce (2x), vzdělávací kurzy pro projektanty (1x), propagace v médiích (1x), propagace produktů v prodejnách stavebnin, v návaznosti na projektanty (1x), státní podpora,

programy podpory užití nepálené hlíny (např. přizpůsobení programu *Zelená úsporám*[55]) (1x), příklady dobré architektury (1x).



Graf 2: *Sortiment stavebních výrobků dostupných v ČR (dotazované firmy), autor: Eva Neumayerová*

Shrnutí výsledků dotazníkového průzkumu:

Z dostupných hliněných výrobků mají v Česku největší nabídku i odbyt hliněné omítky, které mají i nejvyšší zastoupení u českých výrobců. **Limitem odbytu hliněných stavebních prvků je podle dotazovaných výrobců a prodejců především neznalost a nedůvěra běžného zákazníka v materiál**. S nižší poptávkou ve srovnání s konvenčními stavivy souvisí i vyšší cena hliněných výrobků. **Odběrateli** jsou zvláště **koncoví zákazníci,** často jde o **příznivce zdravého bydlení.** Nejvíce je hlína použita v **novostavbách rodinných domů**, dále pak u **rekonstrukcí.** Dle odpovědí **není na českém trhu zatím dostatečná poptávka** po hliněných stavebních produktech, **aby to vedlo k rozšiřování sortimentu**. **Pro běžného českého stavebníka v současnosti hlína není svými vlastnostmi dostatečně přesvědčivá a ekonomicky konkurenceschopná konvenčním stavivům.** Ke **zvýšení poptávky** i rozšíření dalšího použití nepálené hlíny v architektuře hraje podle dotazovaných **významnou roli osvěta veřejnosti a vzdělávání projektantů,** také pak zviditelnění hliněných výrobků v prodejnách stavebnin a kvalitní příklady současné architektury s nepálenou hlínou. Jako další významný krok k podpoře tohoto rozvoje

[55] Nová zelená úsporám [online]. 2020 [cit. 2021-01-07]. Dostupné z: https://www.novazelenausporam.cz/nabidka-dotaci/

uváděli dotazovaní **tvorbu legislativních podkladů** i **rozvoj programů státní podpory stavebníkům uplatňujících přírodní stavební materiály. Budoucnost nepálené hlíny** jako stavebního materiálu je podle dotazovaných výrobců a prodejců **nadále v malém měřítku**, jako **zajímavá alternativa** běžným stavivům, která má **potenciál zaujmout** díky své **přírodní estetice, zdravotní nezávadnosti, recyklovatelnosti**.

2.2 SOCIÁLNÍ A KULTURNÍ ASPEKTY

Použití hlíny v architektuře v Česku vychází z bohatého kulturního základu lidového stavitelství. Mnohé tradiční hliněné stavby chudého venkova byly stavěny svépomocí a nezřídka docházelo k chybám v provedení konstrukcí, obvykle díky neznalosti, nedostatečně odbornému provedení konstrukcí i ekonomickým důvodům. Naopak úspěšné realizace mnohých hliněných staveb, které doposud dobře plní svou funkci, bývají mnohdy skryty za omítkou, aniž by odkryly svůj materiálový původ. Široká část veřejnosti si nepálenou hlínu nadále spojuje s chudobou, nečistotou (bláto) a nízkou trvanlivostí, vnímá nepálenou hlínu jako druhořadé stavivo, čemuž přispívají i některé názvy hliněných tradičních technik (tzv. omazávky, lepenice, vepřovice).

Analýza zjišťuje sociální limity uplatnění nepálené hlíny zejména na základě těchto parametrů:

- míra zájmu o nepálenou hlínu jako stavební materiál i úroveň informovanosti odborné i široké veřejnosti o vhodných způsobech využití příznivých vlastností materiálu ve stavbách
- dostupnost informací o hliněném stavebním materiálu a možností vzdělávání

2.2.2 INFORMOVANOST A ZÁJEM VEŘEJNOSTI - DOTAZNÍKOVÝ PRŮZKUM

Za účelem zjištění míry zájmu a úrovně informovanosti zástupců veřejnosti o uplatnění nepálené hlíny v kontextu ostatních přírodních staviv, se kterými bývá často použita v kombinaci, byl v květnu 2018 autorkou proveden dotazníkový průzkum.

Cíl dotazníkového průzkumu:

- posoudit zájem respondentů o použití nepálené hlíny v architektuře a stavbách v kontextu ostatních přírodních materiálů, se kterými je nepálená hlína běžně kombinována
- zjistit rozdíly v informovanosti a zájmu odborné i laické veřejnosti na základě srovnání
- vyhodnotit, jaké bariéry i potenciál vnímá dotazovaná veřejnost ve vztahu k přírodním stavivům a jejich uplatnění v architektuře a stavebnictví

Metodika:

Dotazníkový průzkum byl vypracován i vyplněn respondenty elektronicky. Dotazníky byly rozeslány emailem (na fakultní emaily studentů a pedagogů, volně dostupné adresy projektantů a realizátorů ze stran odborné veřejnosti a náhodný výběr dostupných adres z řad široké veřejnosti) a distribuovány na sociálních sítích. Bylo osloveno přibližně 600 osob, dotazník vyplnila přibližně 1/3 oslovených, celkem 217 osob. Byly vytvořeny dva typy dotazníků pro dvě skupiny respondentů, laickou (širší) veřejnost a odbornou veřejnost se zaměřením na architekturu a stavebnictví. Dotazníky byly analogicky strukturované, za účelem porovnání výsledků odpovědí obou skupin. Standardizovaný dotazník se skládal z uzavřených a polouzavřených otázek, zahrnoval osm otázek určených oběma skupinám. Odpovědi byly znázorněny do grafů a vyhodnoceny. Výsledky s jednou možností odpovědi byly znázorněny do výsečových grafů, výsledky otázek s možností více odpovědí do pruhových grafů.

Okruhy otázek dotazníku:

Otázky 1-2/ Zájem o uplatnění přírodních stavebních materiálů - nepálená hlína v kontextu ostatních přírodních staviv

Otázky 3-6 / Informovanost, limity a potenciál přírodních staviv

Otázky 7-8 / Informovanost o nepálené hlíně jako stavebním materiálu

Dotazovaní respondenti:

Dotazník určený pro odbornou veřejnost zodpovědělo 120 respondentů (61 mužů, 59 žen). Více než polovina respondentů této skupiny byla ve věku 18-30let (58%), 24% respondentů bylo ve věkové skupině 31-40 let a zbylá část respondentů byla rovnoměrně ve věkových skupinách 41-50, 51-60 a nad 60let. Více než 54% respondentů byli studenti fakult stavebních a architektury. 36% byli projektanti a stavitelé, 9% vyučující fakult stavebních a architektury.

Dotazník pro laickou veřejnost zodpovědělo 97 respondentů (41 mužů, 56 žen). Necelá polovina (45%) byla ve věku 31-40 let, druhou polovinou byly ostatní věkové skupiny.

Shrnutí výsledků dotazníkového průzkumu:

V kontextu ostatních přírodních staviv byla hlína zajímavá méně než např. dřevo, konopná izolace či bambus. U skupiny odborné veřejnosti však byl projeven zájem o uplatnění hliněných omítek u více než 51% respondentů a 14% již omítky ve svém návrhu či realizaci použilo. Hliněné omítky byly pro obě skupiny zajímavější než další technologie z nepálené hlíny. Více než 40% respondentů laické veřejnosti nemělo osobní zkušenost s realizacemi s nepálenou hlínou, a to ani s historickými hliněnými stavbami. U odborné veřenosti se s hliněnými stavbami nesetkalo téměř 12% dotazovaných *(otázka 7, graf 8)*. Více jak 83% dotazovaných z laické veřejnosti neznalo žádné výrobce hliněných stavebních produktů. U skupiny odborníků se stavebním zaměřením to bylo 66% *(otázka 8, graf 9)* [56]. Celkové výsledky získané dotazníkovým průzkumem ukazují rostoucí význam přírodních staviv nejen pro odborníky se stavebním zaměřením, ale i pro širokou veřejnost: významná část dotazovaných předpokládala **rostoucí konkurenceschopnost těchto materiálů** (pozitivně odpovídalo více než 60% dotázaných z obou skupin). Informace o přírodních materiálech by se většina respondentů z obou skupin získávala především z internetu a médií.

Za nejvíce pozitivní aspekt přírodních staviv považovali respondenti laické veřejnosti **šetrnost k životnímu prostředí** (uvedlo 83% respondentů), dále pak pozitivní psychologický efekt a zdravotní nezávadnost. Negativními faktory jsou podle respondentů zejména **častá údržba**, dále vyšší náklady na stavbu, nízká trvanlivost, pracnost či nedostatek kvalifikovaných řemeslníků.

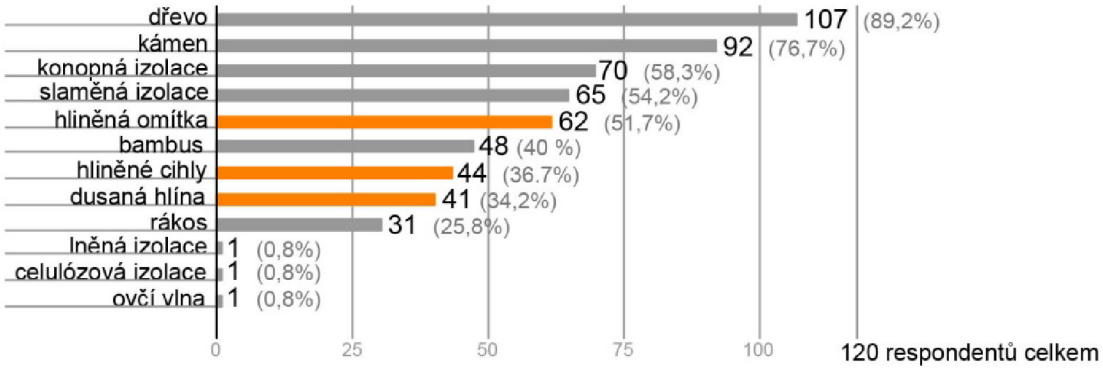
Respondenti odborné veřejnosti uváděli jako jednu z největších bariér rozvoje užití těchto materiálů **nízkou informovanost společnosti o těchto stavivech.** Dále také nezájem stavebních firem a médií (též nedostatky v legislativě, vyšší cenu, nízkou úroveň prefabrikace i pracnost použití)[57]. Většina respondentů projevila zájem o **rozšíření výuky o těchto stavivech na vysokých školách architektury a stavitelství** a **potvrdila důležitost odborného vzdělávání** k posílení povědomí o těchto stavivech.

---

[56] NEUMAYEROVÁ, Eva. Building with earth in the Czech Republic, Survey on the level of awareness of professional and lay public on earth and other natural building materials. In: *Architecture and sustainable development 18*: *Sborník konference Architektura a udržitelný rozvoj, 5.-6.10. 2018.* Praha: České vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2019. s. 98-110. ISBN 978-80-01-06699-7. Dostupné z: http://www.aur-konference.cz/web_files/soubory/AUR18.pdf

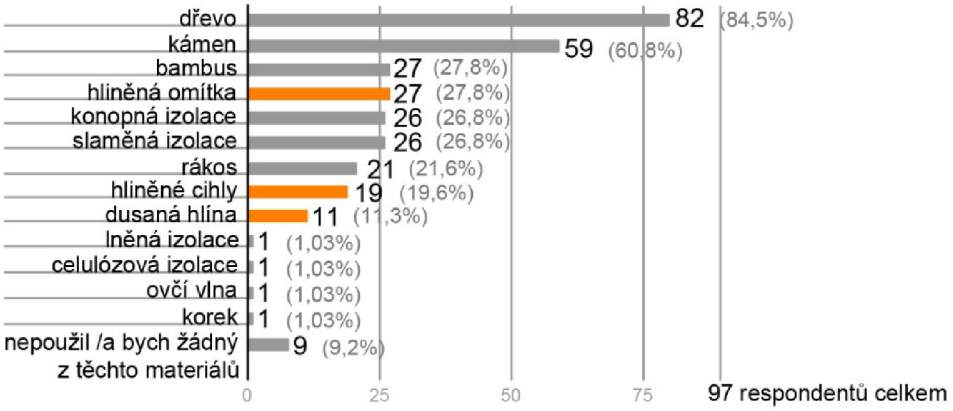
[57] NEUMAYEROVÁ, pozn. 56.

Otázka 1: Odborná veřejnost:
Zajímalo by Vás použití některého z následujících přírodních materiálů ve Vašem projektu, realizaci?
(bylo možné označit více odpovědí)



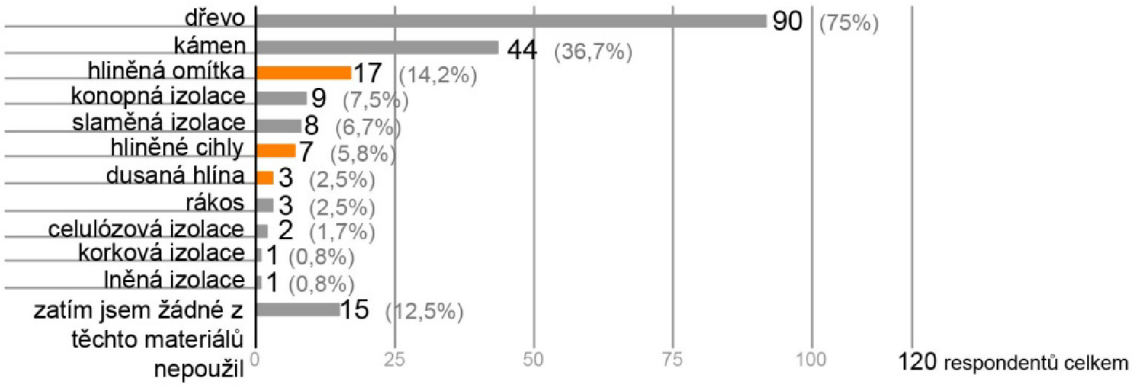
Graf 3: *Vyhodnocení otázky č. 1 - Odborná veřejnost, autor: Eva Neumayerová*

Otázka 1: Laická veřejnost:
Zajímalo by Vás použití některého z následujících přírodních materiálů při stavbě či rekonstrukci Vašeho domu, bytu?
(bylo možné označit více odpovědí)



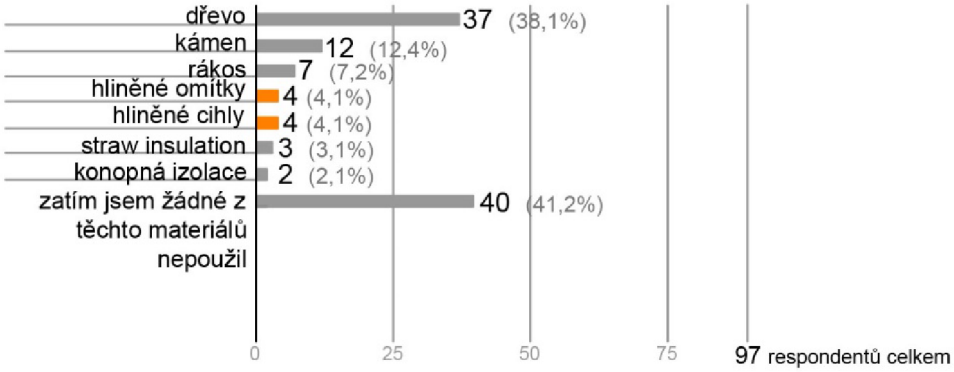
Graf 4: *Vyhodnocení otázky č. 1- Laická veřejnost, autor: Eva Neumayerová*

Otázka 2: Odborná veřejnost:
Která přírodní staviva jste již uplatnili ve svém návrhu, realizaci?
(odpověď slovně nebo ve větách)



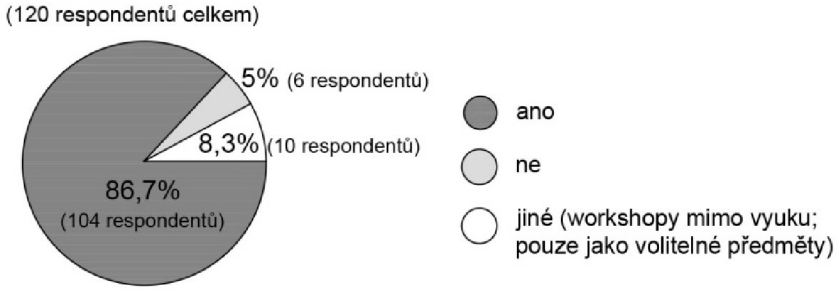
Graf 5: *Vyhodnocení otázky č. 2 - Odborná veřejnost, autor: Eva Neumayerová*

Otázka 2: Laická veřejnost :
Která přírodní staviva jste již uplatnili na stavbě/ rekonstrukci svého bytu či domu?
(odpověď slovně nebo ve větách)



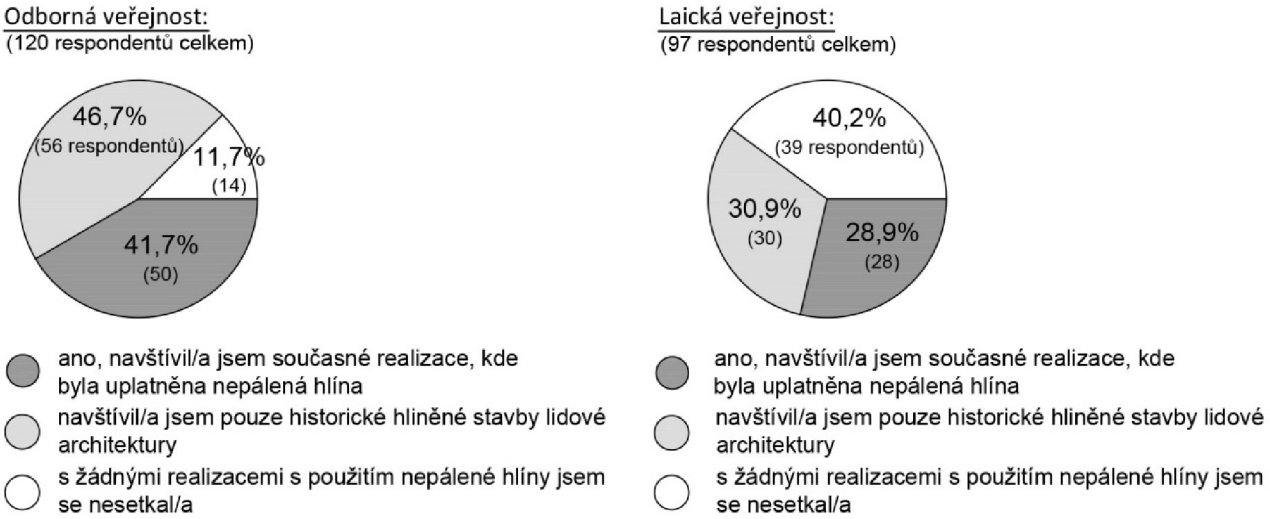
Graf 6: *Vyhodnocení otázky č. 2 - Laická veřejnost, autor: Eva Neumayerová*

Otázka 6: Odborná veřejnost:
Uvítali byste ve studijních osnovách fakult stavebních a fakult architektury více prostoru pro výuku zaměřenou na staviva z přírodních stavebních materiálů (přednášky, workshopy, zásady v návrhu konstrukcí)? *(možné byly odpovědi: ano, ne, jiné-slovně)*

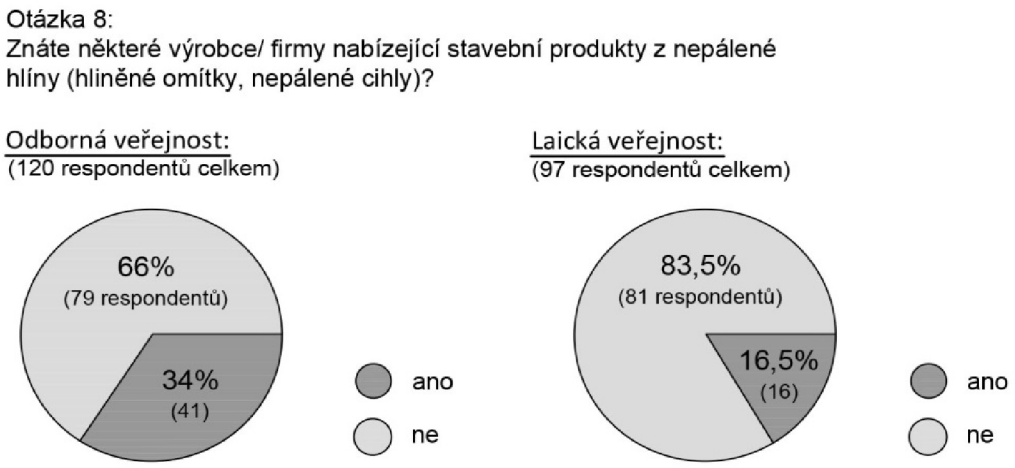


Graf 7: *Vyhodnocení otázky č. 6 – Odborná veřejnost, autor: Eva Neumayerová*

Otázka 7:
Navštívili jste osobně některé současné realizace, kde byly použity produkty z nepálené hlíny (například hliněné omítky, cihly)?



Graf 8: *Vyhodnocení otázky č. 7, autor: Eva Neumayerová*



Graf 9: *Vyhodnocení otázky č. 8, autor: Eva Neumayerová*

3 VAZBY A PŘÍSTUPY V RÁMCI STŘEDOEVROPSKÉHO PROSTORU

Uplatnění nepálené hlíny v architektuře v Česku a rozvoj oboru jsou ovlivňovány paralelním vývojem v sousedních státech střední Evropy. Hliněný stavební materiál zde má pro využití v architektuře obdobné výchozí podmínky, historické kořeny.

3.1 LIMITY A PERSPEKTIVY UŽITÍ NEPÁLENÉ HLÍNY Z POHLEDU ODBORNÍKŮ Z OBLASTI VÝZKUMU A VZDĚLÁVÁNÍ – DOTAZNÍKOVÝ PRŮZKUM

V rámci posuzování ekonomických i sociálních limitů uplatnění nepálené hlíny v architektuře v českém prostředí byla zkoumána i související situace hliněného stavitelství ve středoevropském prostoru. Formou dotazníku byli osloveni vybraní odborníci z oblasti vzdělávání a výzkumu v architektuře s nepálenou hlínou z Česka a sousedních států střední Evropy - Slovenska, Rakouska a Polska. Zjišťován byl pohled těchto odborníků na vývoj současné situace v hliněném stavitelství a architektuře, vnímané bariéry i perspektivy dalšího rozvoje oboru.

Odpovědi na tři otázky, které byly položené osloveným odborníkům, jsou součástí následujícího vyhodnocení. Dotazování proběhlo v období 11/2019-06/2020, otázky byly zaslány i zodpovězeny formou emailu. Pro dotazování byly zvoleny volné otevřené otázky, s cílem věrného zachycení pohledu respondenta.

Na otázky odpovídali:

Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. phil. Andrea Rieger-Jandl / Rakousko

Spoluzakladatelka rakouského sdružení pro hliněnou architekturu Netzwerk Lehm, profesorka na Fakultě architektury Technické Univerzity ve Vídni, kde zavedla seminář Lehmbau věnovaný architektuře z nepálené hlíny.

PhDr. Martin Novotný, Ph.D. / Česko

Národní ústav lidové kultury, zaměření vědeckovýzkumné činnosti na tradiční venkovské stavitelství včetně lidové architektury z nepálené hlíny

Ing. arch. Zuzana Kierulfová / Slovensko
Předsedkyně Sdružení Trvale udržitelné architektury ArTUR, zakladatelka arch. atelieru Createrra s.r.o.
Dr.inz.arch. Jerzy Górski / Polsko
Fakulta architektury Technické univerzity ve Varšavě, spoluautor experimentálního projektu a realizace objektu z nepálené hlíny, sloužícího výzkumným účelům v Ekologickém parku Paslek v Polsku (2012)

Vyhodnocení odpovědí na položené otázky:

Otázka 1/ Má podle Vás nepálená hlína v moderních stavbách ve středoevropském prostoru význam? Jaké jsou podle Vás perspektivy hliněného stavebního materiálu?

Oslovení odborníci uváděli perspektivy použití nepálené hlíny ve střední Evropě zejména v kombinaci nepálené hlíny s dřevěnými konstrukcemi a přírodními izolačními materiály a také v prefabrikaci, která může snížit cenu a zvýšit odbyt produktů.

„Pro plošné rozšíření hliněného materiálu je důležité investovat do prefabrikace“… „V Rakousku vidím velký potenciál v kombinaci dřeva, přírodních izolačních materiálů a hlíny jako akumulačního prvku“…„Jaký potenciál bude mít hlína závisí na tom, zda budou v budoucnu podporovány stavební materiály s nízkou bilancí CO_2.“ (Andrea Rieger-Jandl)

Otázka 2/ Co považujete za největší bariéry dalšího rozšíření užití hliněného stavebního materiálu pro současnou výstavbu?

Jako významné bariéry rozšíření uplatnění hliněného staviva byly popisovány zvláště:
- společností vnímaný vnější obraz nepálené hlíny jako druhořadého materiálu chudých a materiálu netrvanlivého
- dosavadní vyšší cena profesionální realizace
- nedostatek odborného vzdělávání s hlínou.

Jako bariéry byly také uváděny absence norem i podpora státu.

„Asi cena. Pokud vyjde hliněná stavba na stejné finance jako stavba z moderních materiálů, stavitele to odradí.“ … “Obecně mám za to, že si lidé pod pojmem hliněná stavba představují "plácání" v hlíně, což odráží i konkrétní podobu stavby (jako objekt alternativního bydlení).“ (Martin Novotný)

Otázka 3/ Jaké kroky by mohly posílit rozvoj soudobého užití hliněného stavebního materiálu?

Podle odpovědí oslovených odborníků mohou k rozvoji soudobého použití hliněného staviva přispět především:
- osvěta na úrovni investorů a posílení odborného vzdělávání
- výzkum v oblasti prefabrikace
- tvorba a úprava technických stavebních norem
- podpora stavebních materiálů s nízkou bilancí CO_2 ve stavebním sektoru

„Měl by to být přirozený proces. Obecně zvyšovat povědomí o těchto technologiích, především mezi budoucími investory. Ukázat dobré příklady realizací. Zvýší-li se poptávka investorů, přibudou i specializované firmy a mohou být upraveny technické stavební normy.“ (Jerzy Górski)

4 ZJIŠTĚNÉ LIMITY, ZÍSKANÉ POZNATKY VÝZKUMU

Z výsledků provedených průzkumů byly zjištěny tyto výrazné **limity užití nepálené hlíny v soudobé architektuře**:

a) Image nepálené hlíny jako druhořadého staviva

Postoj společnosti vůči hliněnému stavebnímu materiálu je hluboce zakořeněn v historii. Poté, co byl materiál nahrazován dražším stavivem s vyšší odolností a pevnostními charakteristikami, bylo užití lokální hlíny upozaděno a využíváno chudším obyvatelstvem pro svépomocnou výstavbu. Materiály použité ve stavbách odkazovaly na ekonomický a sociální status stavebníků a hlína byla pro své nižší pevnosti a citlivost na vodu považována za **druhořadý materiál „chudých“. Tohoto image se hliněný materiál dodnes zcela nezbavil a je jednou z největších překážek jeho používání v současnosti**. Nesprávné použití materiálu u svépomocné výstavby tradičních hliněných konstrukcí či nevhodné umístění objektu (problémy s vlhkostí, záplavy) v historii a chybné postupy při opravách starých hliněných objektů v současnosti jsou a byly běžně způsobeny neznalostí vhodného způsobu použití materiálu a nezájmem stavebníků a projektantů o odpovídající rekonstrukci. Následky těchto nevhodných stavebních i udržovacích postupů vyvolávají nadále nedůvěru v kvalitu nepálené hlíny jako stavebního materiálu.

Současná svépomocná výstavba s nepálenou hlínou má v Česku své příznivce a materiál zde díky svým specifikům nachází optimální využití. Dotazovaní zástupci firem s hliněnými výrobky uváděli odbyt výrobků především u **příznivců zdravého bydlení**, pro menší typy staveb jako **rodinné domy** a rekonstrukce tradičních hliněných staveb. Již méně se pak jedná o větší zakázky staveb občanského využití, které jsou svou funkcí obvykle také propojeny s ekologií, přírodou.

Naopak pro běžné zákazníky není hlína dostatečně ekonomicky zajímavá a její vlastnosti nepovažují za přesvědčivé. Hliněný materiál si nadále spojují s obyčejností a „plácáním z hlíny“ u alternativních staveb „přírodních stavitelů“. **Nedůvěra veřejnosti v hliněný materiál, nezájem a neznalost** byly výrobci hliněných stavebních výrobků v dotazníkovém průzkumu této práce nejčastěji zmiňované bariéry rozvoje uplatnění hliněného stavebního materiálu.

Podle průzkumů této práce, kde byla porovnávána informovanost v kontextu ostatních staviv z přírodních obnovitelných zdrojů, se však hlína postupně začíná dostávat do povědomí veřejnosti.

V českém prostředí zatím vzniklo pouze **málo kvalitních příkladů současné architektury s hlínou**, což souvisí s nízkým počtem zainteresovaných stavebníků i kvalifikovaných projektantů.

b) Omezené možnosti odborného vzdělávání

Nízké povědomí o přednostech a vhodných způsobech využití pro současnou architekturu a stavebnictví souvisí s nižší úrovní vzdělanosti a omezenými možností odborného vzdělávání s hliněným stavebním materiálem. Chybí dostatečná teoretická i praktická základna pro výuku.

Na středních odborných školách pro budoucí řemeslníky a projektanty je hliněné stavivo zařazeno pouze okrajově. Obdobná situace je i na vysokých školách se zaměřením na architekturu a stavebnictví. S tím se pojí nedostatek odborníků z praxe (řemeslníků, prováděcích firem, stavbyvedoucích), kteří by byli proškolení ve zpracování materiálu a provádění hliněných konstrukcí a měli adekvátní praktické znalosti, jak materiál používat. Dále také nedostatek projektantů se znalostí optimálního návrhu, který nechá vyniknout přednostem hlíny. **Projektantům chybí zkušenosti** s nepálenou hlínou, tím i klesá **zájem s materiálem pracovat**.

c) Vyšší cena a pracnost

Současně užívané technologie z nepálené hlíny, jako jsou technologie dusané i zděné, vychází ze stavebních technologií tradičních. Jejich kvalitní profesionální provádění je pracné, časové náročné a tím zvyšuje i cenu realizace stavby. Vyšší náklady způsobuje i nutnost transportu nepálené hlíny a hliněných prvků na místo stavby, není-li používána vhodná lokální hlína. Cena realizace se odvíjí od způsobu a kvality provedení i původu a kvality použitého materiálu. Dnes používané konstrukční technologie jsou tedy levnější pouze u staveb realizovaných svépomocí z lokální hlíny, pro masové rozšíření však nejsou cenově konkurenceschopné.

Cenu hliněných stavebních produktů formuje i poptávka ze strany stavebníků, která je v současnosti mnohonásobně nižší ve srovnání s konvenčními stavebními produkty. Hliněné stavivo není ekonomicky zajímavou alternativou a specifika materiálu nejsou pro běžného zákazníka atraktivní.

V provedených průzkumech této práce dotazujících výrobce hliněných stavebních produktů a odborníky výzkumu a vzdělávání je vyšší cena hliněných výrobků i provádění hliněných stavebních technologií ve srovnání s běžně dostupnými technologiemi uváděna jako významná bariéra rozvoje použití nepálené hlíny v architektuře.

V Česku došlo v posledním desetiletí k rozvoji i určité stabilizaci trhu s hliněnými omítkami. Převážně se jedná o malý trh, který oslovuje specifickou skupinu odběratelů. Hliněné omítky jsou z dostupných možností hliněných technologií nejrozšířenější, mají v českém prostředí cenově i místně dostupný sortiment lokálních výrobců a realizují se snadněji než ostatní hliněné technologie. Respondenti provedeného dotazníku této práce zkoumajícího informovanost veřejnosti o přírodních stavivech projevili rovněž největší zájem z dostupných hliněných technologií o hliněné omítky. Ostatní hliněné technologie nejsou dosud široké veřejnosti známé ani používané. Současný trh s hliněnými stavebními výrobky je podle odpovědí dotazovaných firem ustálený a přizpůsobený současné poptávce menší skupiny odběratelů.

d) Legislativní omezení a absence zájmu ze strany státu

Problematika legislativy u staveb z nepálené hlíny je aktuálním tématem v rámci celé Evropy. Z okolních států s tvorbou normových podkladů v posledních letech výrazně pokročili Francie či Německo. V Česku v současné době chybí normy, které by sjednotily požadavky na vlastnosti hliněných produktů ve výrobě i návrh konstrukcí z hliněného materiálu. Tato situace ztěžuje schvalovací procesy stavby i práci autorizovaných osob, statiků, inženýrů a architektů.

Proces realizace nosných konstrukcí z hlíny je tak ztížený, únosnost konstrukcí musí autorizovaná osoba (statik) prokázat výpočtem, pro který však neexistují technické normativní podklady. Autorizovaná osoba odpovídá za provedení konstrukce v souladu s výpočtem. Jde o zdlouhavý a finančně náročný proces. Realizace nosných konstrukcí z nepálené hlíny jsou v Česku minimální.

Hliněný materiál nemá lobby, také státní programy nejsou v současnosti zaměřeny na podporu nízkoemisních staviv včetně hlíny.

Zjištěné limity ztěžují realizační procesy hliněných staveb i další vývoj architektury s hliněným materiálem. Jakým způsobem se hlína v budoucnu prosadí mezi současnými konvenčními stavivy, závisí bezesporu na mnoha okolnostech. Překonání uvedených bariér je však výchozím krokem dalšího rozvoje uplatnění nepálené hlíny v architektuře a stavebnictví.

5 PODMÍNKY ROZVOJE UPLATNĚNÍ NEPÁLENÉ HLÍNY V ARCHITEKTUŘE

Na základě výsledků průzkumů jsou v této části práce formulovány podmínky rozvoje hlíny v architektuře a navrženy postupy, které mohou konkurenceschopnost hliněného staviva posílit. Má-li hlína jako stavivo překročit uvedené limity a posílit svoji pozici na trhu a v architektuře, je důležité rozvíjet aktivní činnost zvláště v těchto vzájemně úzce propojených oblastech:

- **Výzkum efektivních výrobních a konstrukčních procesů**
- **Tvorba normativních podkladů pro hliněné stavební konstrukce**
- **Osvěta veřejnosti, rozvoj a podpora odborného vzdělávání**

5.1 VÝZKUM A VÝVOJ VE VÝROBNÍCH A KONSTRUKČNÍCH PROCESECH

Předpokladem dalšího vývoje architektury s hliněným materiálem je adaptace hliněných konstrukčních technologií podmínkám a potřebám současného stavebnictví, zvýšení ekonomičnosti, snížení faktoru času a pracnosti.

Prefabrikace hliněných dílců

Prefabrikace stavebních výrobků i stěnových dílců má zefektivnit a standardizovat realizační procesy stavby, ušetřit dobu vysoušení hliněných konstrukcí i sezónnost výstavby.

◦ *Velkoformátové prefabrikáty z dusané hlíny*

Jsou alternativním řešením tradičním dusaným konstrukcím, které ve středoevropských podmínkách vyžadují sezónní výstavbu. Umožňují použití i ve vícepodlažních konstrukcích. Manipulace s velkoformátovými dílci je prováděna pomocí jeřábů.

◦ *Kombinované stěnové prefabrikáty*

Využití nepálené hlíny ve spojení s dalšími stavivy z přírodních zdrojů ve formě stěnových prefabrikátů je jednou z dalších možností současného i budoucího využití hlíny v konstrukcích. Například ve formě omítek v kombinaci s dřevěnou konstrukcí a slaměnou izolací může velmi dobře uplatnit své přednosti, jako je regulace vnitřního mikroklimatu v části prefabrikátu směřované do interiéru. Výhodami jsou variabilita, demontovatelnost i recyklovatelnost.

◦ *Maloformátové prefabrikáty z lehčené hlíny*

Prefabrikáty z lehčené hlíny jako stavební desky a dutinové stěnové dílce pro suchou výstavbu předstěn a příček se mohou v českém prostředí lépe rozšířit, budou li zde certifikovány prvky místních výrobců, tak lze snížit cenu a omezit náklady na dovoz zahraničních produktů.

◦ *Prefabrikované hliněné směsi*

V českém prostředí jsou dostupné omítkové směsi určené pro ruční a strojní omítání či směsi pro hliněnou maltu. Dalším rozšířením nabídky hotových směsí pro hliněné konstrukce se může dále rozvíjet i uplatnění hlíny – např. směsi pro dusané konstrukce, hliněné terazzo či hotové směsi z lehčené hlíny určené pro izolační účely (např. směsi s dřevní hmotou či expandovanou hlínou).

Nepálená hlína jako materiál v technologii 3D tisku

Některé přístupy současné architektury nevychází z tradičního zpracování hlíny, ale využívají moderní technologie a vnáší nové impulsy do stavebního odvětví. Technologie 3D tisku prověřuje možnosti zefektivnění výstavby s hlínou s využitím digitalizace a parametrického designu.

Použití hlíny v architektuře má před sebou zajímavou etapu rozvoje. Výzkum a vývoj technologických postupů by mohl významně posunout použití hlíny u staveb většího měřítka i snížit cenu hliněného staviva ve srovnání s konvenčními materiály. Předávání know-how v rámci spolupráce výzkumníků, firem i projektantů jsou pro pokračování těchto pionýrských projektů klíčové. Zavedení nových technologických postupů vyžaduje vysoké počáteční investice. Rozvoj technologií a finanční dostupnost produktů mohou být posíleny, budou-li státem podporována staviva s nízkou bilancí CO_2 a kalkulace založené na životním cyklu materiálů a budov.

Vývoj efektivních technologií staveb s nepálenou hlínou úzce souvisí s rozvojem legislativy.

5.2 NORMATIVNÍ PODPORA

Má-li být stavební hlína v budoucnu považována za běžnou alternativu ostatním stavivům, neobejde se bez norem a pravidel pro výrobu, návrh a realizaci staveb s hlínou. Normy pomohou výrobcům, projektantům i realizačním firmám snížit rizika a přispět k zařazení hlíny mezi běžný materiál používaný i u staveb většího měřítka a staveb veřejných. Vytvoření těchto podkladů předpokládá usnadnění komunikace mezi projektanty a úřady, zpracovateli i zadavateli zakázek a umožní nastavení jednotných parametrů pro výrobce.

◦ *Normy výrobkové a zkušební pro hliněné stavební směsi a stavební prvky*

Zavedení těchto norem by mělo podpořit výrobce a rozvoj velkovýroby a prefabrikace hliněných stavebních prvků, usnadnit certifikaci hliněných stavebních směsí a prvků.
Soubor norem by měl obsahovat:
- stanovení jednotných požadavků pro kvalitu hliněných směsí a stavebních prvků nosných i nenosných konstrukcí vyrobených v mechanizované výrobě (požadavky na soudržnost, pevnost v tlaku a ohybu, objemovou hmotnost, otěruvzdornost, požární odolnost, tepelnětechnické vlastnosti, u výrobků také rozměry a formát)
- nastavení parametrů pro zkušební metody hliněných směsí a stavebních prvků

◦ *Normy pro navrhování a provádění hliněných konstrukcí*

Na základě experimentálního šetření je třeba vypracovat teorii chování hliněných konstrukcí pod zatížením, a to jak pro zděné konstrukce (hliněné zdicí prvky na hliněnou maltu), tak i konstrukce monolitické (dusaná hlína, vrstvená hlína) a navrhnout výpočetní postupy únosnosti.
Normy sloužící jako podklad projektantům a realizačním firmám by měly dále obsahovat:
- požadované parametry hliněných směsí a prvků pro nosné a nenosné konstrukce
- požadavky a podmínky návrhu i zhotovování nosných i nenosných hliněných konstrukcí
- nastavení parametrů pro zkušební metody hliněných konstrukcí

◦ *Pravidla a doporučení*

Postoje některých malovýrobců a realizátorů staveb s hliněným materiálem jsou vůči normám pro tento materiál dvojznačné, panují obavy z vyšších nákladů i nutnosti optimalizace směsí podmínkám norem. Pro budoucí uplatnění tohoto specifického materiálu je důležité ponechat v procesu standardizace prostor pro experiment a inovaci, ale i tradiční metody zpracování materiálu a zhotovení hliněných stavebních výrobků i konstrukcí z hlíny z místa stavby. Zde je na místě uplatnění regulativů formou doporučujících pravidel a zásad pro zhotovování hliněných staveb, které by uváděly orientační hodnoty a realizační technologie pro stavby malého měřítka z lokální hlíny i rekonstrukce tradičních hliněných staveb, realizované pod odborným dohledem.

Předpisy a normy by měly usnadnit rozvoj prefabrikace a velkovýroby hliněných směsí, prvků a konstrukcí, ale zároveň by nadále měly umožnit hlíně zůstat materiálem drobného měřítka, materiálem svépomocným, používaným z lokálních zdrojů a tradičními způsoby.

5.3 VZDĚLÁVÁNÍ V ARCHITEKTUŘE S NEPÁLENOU HLÍNOU

Nízká úroveň informovanosti veřejnosti a nedůvěra v materiál byla v průzkumech této práce dotazovanými výrobci i odbornou veřejností uváděna nejčastěji jako bariéra rozvoje uplatnění hlíny v architektuře a stavebnictví. Hlína jako soudobé stavivo není pro veřejnost neznámým pojmem, povědomí o vlastnostech a možnostech použití materiálu v architektuře je ale zatím stále nízké. Průzkumy práce potvrzují, že **dostatečná informovanost veřejnosti je základním kamenem budoucího pozitivního vývoje architektury s nepálenou hlínou** a posílení pozice materiálu na stavebním trhu. Zajištění kvalitního odborného vzdělávání s hliněným materiálem hraje klíčovou roli v procesu rozvoje.

Vzhledem k významu oblasti odborného vzdělávání pro další vývoj uplatnění hlíny v architektuře se práce ve své další části této problematice věnuje hlouběji. Na základě informací zjištěných průzkumy je zpracován **návrh postupů a doporučení** pro výukové programy a uvedeny možné způsoby, jak k hlíně v architektuře přistupovat a veřejnosti vhodně zpřístupnit.

Provedené průzkumy poukázaly na význam osvěty v celém průřezu společnosti – pro budoucí stavebníky i profesionály zapojené do procesu realizace stavby. Návrh je rozčleněn dle zaměření:

- **Široká veřejnost**
- **Odborná veřejnost**

Z výsledků průzkumu je vyvozeno několik základních **principů**, na nichž jsou navržené postupy založeny:

- **Jasné osvětlení předností hliněného materiálu pro použití v architektuře**
- **Vazby na lokální historickou tradici**
- **Zprostředkování kvalitních příkladů současné architektury**
- **Osobní zkušenost s materiálem**

Navržené postupy a doporučení sestávají z těchto součástí:

- **Předpokládaný přínos a výsledky** (jakých výsledků lze dosáhnout)
- **Obsah programu vzdělávacích postupů** (jaké informace zprostředkovat)
- **Popis zvolených metod a způsobů výuky** (jakým způsobem informace předat)

5.3.1 PRINCIPY VZDĚLÁVÁNÍ ŠIROKÉ VEŘEJNOSTI

Popularizaci hlíny a vzdělávání široké veřejnosti lze rozvíjet v několika rovinách:

- přiblížení hlíny veřejnosti a zajištění kvalitních informací potenciálním stavebníkům
- vzdělávání veřejnosti v péči o kulturní dědictví
- vzdělávání dětí a mládeže

ZPŘÍSTUPNĚNÍ INFORMACÍ VEŘEJNOSTI - POTENCIÁLNÍ STAVEBNÍCI

- **Předpokládaný přínos vzdělávacích postupů:**

Popularizace materiálu – zpřístupnění hlíny veřejnosti jako materiálu současného. Znalosti mají stavebníkům usnadnit volbu materiálového řešení a kombinací materiálů u stavebního záměru.

- **Obsah programů pro veřejnost:**

V dotazníkových průzkumech práce respondenti vyzdvihli několik předností hlíny, zvláště přírodní původ, recyklovatelnost a zdravotní nezávadnost. Na přednostech hlíny lze zakládat další postupy v posílení informovanosti - programy by měly obsahovat základní údaje o materiálu, přednosti i zásady pro práci s hlínou a užívání staveb. Příkladem je následující přehled:

POZITIVNÍ VLASTNOSTI NEPÁLENÉ HLÍNY JAKO STAVIVA
- tradice v českém regionu, nadčasovost, estetika materiálu, přírodní původ,
- tvárnost a možnost ruční aplikace, snadná opravitelnost, recyklovatelnost, zdravotní nezávadnost
- regulace vlhkosti a udržení příznivého mikroklimatu, tepelná akumulace
- je uváděn pozitivní psychologický efekt, pocit harmonie

VHODNÉ UPLATNĚNÍ HLINĚNÉHO STAVIVA
- tam, kde nepřichází do styku s vodou a povětrnostními vlivy, nejlépe v interiérech, kde funguje jako regulátor vnitřního mikroklimatu

TECHNOLOGICKÉ MOŽNOSTI UPLATNĚNÍ MATERIÁLU
- uplatnění hlíny v nosných i nenosných konstrukcích, v povrchových úpravách,
- široké spektrum hliněných stavebních výrobků na trhu
- rozvoj nových způsobů hliněných konstrukcí, např. 3D tisk, prefabrikace
- kombinovatelnost s dalšími stavivy z obnovitelných zdrojů i s konvenčními stavivy
- artové a dekorativní techniky - zpracování povrchu omítek i zdiva

ZÁSADY PŘI POUŽITÍ HLÍNY, SPECIFIKA MATERIÁLU
- lokální hlínu v místě stavby lze použít za určitých podmínek - nutné posouzení složení pro stavební účely, alespoň na základě tzv. polních testů provedených zkušeným hlínařem
- smršťování hlíny při vysychání lze zabránit optimalizací složek směsi - přidání ostřiv, vláken
- nízká odolnost vůči působení vody a vlhkosti – chránit konstrukce před vodou a vzlínající vlhkostí
- dostatečné větrání při vysychání konstrukcí – zamezení tvorby plísní
- hlína má nižší otěruvzdornost – možné zamezit vhodnou úpravou povrchu
- omezené použití hlíny v nosných konstrukcích - zatím nejsou technické normy pro hlínu v Česku

- **Způsoby předávání informací veřejnosti:**
  - **Základní obeznámení s materiálem**

Dotazovaní zástupci výrobců hliněných stavebních výrobků v průzkumech práce poukazovali na význam kvalitních příkladů architektury s hlínou i propagace v prodejnách stavebnin.
    - *Prezentace příkladů úspěšných realizací dobré architektury* skrze média i výstavy, exkurze
    - *Propagace materiálu v prodejnách stavebnin* včetně poradenství
  - **Širší zapojení veřejnosti do problematiky použití hliněného staviva**
    - *Digitální média a teoretický základ*

Širší teoretický základ mohou nabídnout **internetové programy a kurzy**. Pomocí prezentací, online manuálů a videí lze zajistit základní přehled a zprostředkovat další kontakty.

◦ *Praktické kurzy*

Hlubší poznání hlíny díky praktické zkušenosti. Teoretický základ lze rozvíjet praktickým poznáním - účastí na **realizacích** staveb, na **školeních výrobců** i **kurzech práce s hlínou**.

◦ *Participativní projekty*

Hlína je v těchto projektech vhodná díky dobré zpracovatelnosti, tvárnosti i zdravotní nezávadnosti. S materiálem lze pracovat s ručním nářadím bez potřeby náročných technologií. Projekty jsou určené obyvatelům obcí, členům komunitních spolků, zájemcům z řad veřejnosti. Zapojení do týmového realizačního procesu s možností seznámit se s hlínou praktickou formou, přispět svou prací společnému originálnímu dílu a zhodnotit i využívat společný výsledek.

VZDĚLÁVÁNÍ VEŘEJNOSTI V PÉČI O KULTURNÍ DĚDICTVÍ

- **Předpokládaný přínos**

  - pochopení spojitostí současných technologických přístupů a řešení vycházejících z historické tradice na základě poznání dochovaných staveb lidové stavební kultury s nepálenou hlínou
  - prohloubení znalostí majitelům objektů z nepálené hlíny a investorům plánovaných rekonstrukcí - udržování tradic lokální stavební kultury

- **Způsoby předávání informací a obsah vzdělávacích programů**

  ◦ *Praktické kurzy péče o hliněné stavby* - tradiční historické způsoby výstavby z lokální hlíny a doporučená péče o dochované hliněné stavby

  ◦ *Propojení s regionálním turismem* - exkurze za dochovanými tradičními hliněnými stavbami, aktivní zapojení do programů pro veřejnost, ukázky způsobů tradičního stavění

VZDĚLÁVÁNÍ DĚTÍ A MLÁDEŽE

Člověk je s architekturou a materiály použitými ve stavbách konfrontován od dětského věku. Dětem je hlína známá z her v přírodě, intuitivní tvorby a osobní zkušenost pro ně může být přínosem v mnoha aspektech. Kromě práce s keramickou hlínou v rámci zájmových aktivit není zapojení hlíny do vzdělávacích programů dětí a mládeže v Česku běžné a zatím bylo součástí ojedinělých programů. Hlína pro svou tvárnost i přírodní původ nabízí širokou škálu možností.

- **Předpokládaný přínos výuky s hlínou pro děti a mládež**

Především praktická zkušenost s hlínou a širší rozhled o možnostech použití i kombinace s dalšími stavivy ze zdrojů dostupných v přírodě. Přínosem mohou být i doplňující dovednosti: **manuální zručnost**, **rozvoj smyslového vnímání** (vizuální i haptické poznání), **posílení koncentrace**, **spolupráce** (společná tvorba), **kreativita** (skrze hlínu projevit vlastní kreativitu).

- **Obsah programů**

Doporučené tématické okruhy:
- hlína a její výskyt v přírodě
- stavění z přírodních materiálů (kombinace hlíny a lokálních materiálů, tvorba miniatur objektů)
- zpracování hliněné směsi pro stavbu (vyzkoušení tvárnosti hlíny, zjištění složení)
- tvorba hliněného prvku (například společná ruční výroba cihly, reliéfu)

- tvorba hliněného prostoru (např. společné stavění stěn z nepálených cihel či vrstvením hlíny)
Související části výuky:
- rozvíjení vztahu ke kultuře a historickému dědictví prohlídkou historických hliněných objektů (možnosti zapojení do tradičních forem výroby hliněných stavebních prvků)
- vysvětlení souvislostí použití hlíny ve stavbách se zodpovědným přístupem k životnímu prostředí (propojení s environmentální výchovou)

- **Způsoby předávání informací**

Hlína má jako přírodě blízký stavební materiál potenciál rozvíjet naše smyslové vnímání, kreativní i intuitivní tvorbu. Hlínu lze dětem představit interaktivní a zábavnou formou, jako materiál známý, tvárný a dostupný. S pomocí hlíny lze dětem praktickým způsobem ukázat, jak mohou spoluvytvářet společné prostředí k životu. Do programů je možné zapojit děti a mládež různého věku. Praktická výuka s hlínou může být součástí e**nvironmentální**, **výtvarné výchovy**, výuky **historie** i volnočasových aktivit. Základní seznámení dětí s hlínou ve stavbách je možné návštěvou objektů historických i současných. Zde mohou lépe poznat vlastnosti jako je barva, tvar či struktura povrchu. Díky možnostem ručního zpracování lze hlínu zařadit do praktické výuky.

5.3.2 PRINCIPY VZDĚLÁVÁNÍ ODBORNÉ VEŘEJNOSTI

Nedostatek výukových programů s hlínou na středních i vysokých školách se stavebním zaměřením je významným limitem rozvoje uplatnění materiálu ve stavbách. Posílení vzdělávání na odborných institucích je logickým krokem vedoucím ke zvýšení povědomí o možnostech hlíny, důležitých zvláště u těchto profesí: **projektantů, řemeslných oborů, zástupců stavebních úřadů, zástupců orgánů památkové péče.** Vzdělávání by mělo být cíleno na hlubší porozumění materiálu. Odborná výuka s hlínou by měla být zařazena do osnov již v době studia. Dále je důležité sdružovat profesionály, kteří budou **udržovat a rozvíjet síť vědomostí získaných výzkumem a praxí,** která též může tvořit **zázemí** pro **pedagogy i lektory odborných kurzů.**

ŠKOLENÍ ODBORNÝCH PROFESÍ

Pro praktikující profesionály jsou vhodné teoretické semináře případně dále doplněné prohlubujícími praktickými kurzy. Školení projektantů je vhodné zaměřit na informativní základ soudobého použití hlíny ve stavbách, týkajících se několika okruhů:
- složení hliněného materiáu, stavebně fyzikální a statické požadavky
- problematika norem a regulativů
- možnosti použití hlíny v současné výstavbě, konstrukční technologie z hliněného materiálu
- hlína v materiálových kombinacích (např. dřevostavby)
- hlína v rekonstrukcích a opravách stávajících objektů (izolační funkce lehčené hlíny apod.)

VZDĚLÁVÁNÍ STUDENTŮ ŘEMESLNÝCH OBORŮ

Rozvoj úspěšných realizací s hliněným materiálem souvisí s kvalitním provedením a adekvátním řemeslným zvládnutí detailů stavby. V tomto směru je důležité zapojit nepálenou hlínu do programů studia řemeslných profesí odborných učilišť a tím zvýšit dostupnost kvalifikovaných profesionálů zkušených a připravených na práci s hliněným materiálem.

- **Předpokládaný přínos**

S nepálenou hlínou v budoucí praxi se mohou setkat zvláště studenti zednických a omítkářských profesí. Vzdělávací programy by měly zpřístupnit hlínu jako běžné stavivo, zajistit znalost zhotovování hliněných konstrukcí, a tím i pokračování tohoto stavebního oboru.

- **Způsoby předávání informací a obsah vzdělávacích programů**

Program by měl zahrnovat podklady pro realizaci nových staveb, ale i opravy a rekonstrukce. Výuka řemeslníků zaměřená především na praktické zvládnutí realizace by měla obsahovat:
- zvládnutí přípravy optimální hliněné směsi pro konkrétní účely
- zhotovování hliněných omítek, zděných a monolitických konstrukcí (svislé, vodorovné)
- opravy hliněných konstrukcí

Teoretická součást programu:
- vlastnosti hliněného materiálu a jeho kombinace s ostatními stavivy
- minulost a budoucnost použití nepálené hlíny ve stavbách
- znalost předpisů a dokumentace
- ekonomika (zvládnutí výpočtů spotřeb materiálu i nacenění řemeslných prací)

Součástí praktické výuky by měla být spolupráce s realizačními i výrobními firmami (zapojení do pracovních procesů) a možnost spolupráce učňů na realizacích hliněných staveb. Výuka by také měla zájemcům umožnit prohloubení studia spojené s přípravou na kvalifikační učňovské zkoušky *Zhotovitele hliněných staveb*, např. v rámci volitelných předmětů.

VZDĚLÁVÁNÍ STUDENTŮ OBORŮ ARCHITEKTURY A STAVITELSTVÍ

Vzdělávání studentů oborů architektury a stavitelství je v práci věnováno více prostoru vzhledem k významu těchto profesí. Vedle nezbytnosti správného řemeslného provedení a rozvoje řemeslných oborů, jsou zvláště architekti těmi, kdo volí materiálové řešení stavby a doporučují vhodné postupy investorovi, formují prostředí, ve kterém žijeme. Právě během studia by měli mít také možnost pracovat s hlínou a skrze vlastní zkušenost nacházet limity zvolených řešení.

- **Předpokládaný přínos vzdělávacích programů**

Zájem českých studentů a absolventů oborů architektury a stavitelství o hlínu roste, zatím ji však ve svých projektech uplatňuje malá část z nich. To je do velké míry způsobeno nedostatkem kvalitních informací i praxe. Studenti by měli být obeznámeni s použitím hlíny tak, aby ji byli schopni správně uplatnit v novostavbách i rekonstrukcích hliněných staveb.

- **Způsoby předávání informací a obsah vzdělávacích programů**

Projektanti navrhující stavby z nepálené hlíny by měli mít alespoň základní praktickou znalost práce s materiálem. Osvojení praktických zásad je předpokladem správného návrhu a úspěšné realizace. Na důležitost praktické zkušenosti budoucích projektantů v práci s hlínou poukazují i odborníci, zkušenosti popisuje například Martin Rauch, realizátor hliněných staveb:*„Po mnoha letech, kdy se zabývám stavěním z hlíny a spolupracuji s mnoha projektanty a architekty, jsem si uvědomil, že největší překážkou v hliněném stavění je nedostatek důvěry v tento materiál. Důvěru nelze načíst, ale získat pouze prostřednictvím přímých praktických zkušeností během provádění konkrétních realizací“* [58].

[58] RAUCH, Martin. Haus Rauch z dusané hlíny. In: *Intro 9*. Hradec Králové: Vega. 2019, ISSN 2570-7744

V rámci vzdělávání projektantů je žádoucí doplnit teorii o část praxe a obě části vhodně spojit.

A/ TEORETICKÁ ČÁST

Vzdělávací programy věnované studentům oborů architektury a stavitelství mají zprostředkovat kvalitní informace o přednostech hlíny v architektuře a zásad vhodného uplatnění. Doporučení části teoretického základu je členěno na základní okruhy, které lze dále rozvíjet dle potřeb výuky:

- **Složení hliněné směsi**
- **Užití hliněného staviva v historii**
- **Přednosti hliněného materiálu pro soudobé užití v architektuře**
  - *Přírodní estetika materiálu - barva, struktura povrchu, dekor*
  - *Různorodost hliněných technologií*
  - *Architektonický prostor a tvar* - variabilita architektonického ztvárnění,různé geometrie
  - *Tvárnost materiálu* - ruční zpracování i kreativní experiment
  - *Příjemné mikroklima interiéru* – udržení optimální vlhkosti, tepelná a zvuková akumulace
  - *Příznivé vlastnosti ve vztahu k životnímu prostředí, využitelné v architektuře* - recyklovatelnost, kombinovatelnost s dalšími materiály z obnovitelných zdrojů, nízké množství zabudované energie při výrobě hliněných prvků
- **Kombinace nepálené hlíny s ostatními stavivy**
- **Uplatnění hliněných technologií z nepálené hlíny v konstrukcích**
- **Principy návrhu**
  - Zohlednění technických limitů materiálu v návrhu
  - Posouzení návrhu z pohledu udržitelnosti i stavební biologie
  - Příklady skladeb konstrukcí s hliněným materiálem
- **Legislativní rámec a normy**
- **Ekonomika stavby**
- **Příklady realizací**
- **Doporučené zdroje informací**
- **Návrh hliněného stavebního prvku nebo části stavby**

B/ PRAKTICKÁ ČÁST

Projektování konstrukcí z nepálené hlíny předpokládá dobrou znalost materiálu. Zapojení budoucích projektantů do realizačních procesů staveb s nepálenou hlínou a vlastní praktická zkušenost s materiálem má studentům pomoci hlouběji proniknout do problematiky použití nepálené hlíny v architektuře, posílit důvěru ve vlastnosti materiálu, motivovat ke kreativní tvorbě i rozvíjet manuální zručnost. Doporučení pro praktickou část vyuky vytvořená na základě provedených analýz jsou rozčleněna do následujících okruhů:

- **Praktické zkoušky složení materiálu -** zkoušení složení a kvality hliněné směsi (tzv. polní testy), příprava a optimalizace směsi pro konkrétní použití jednotlivých stavebních technologií.
- **Hliněné technologie v praxi -** použití připravené směsi v konktrétních technologiích, zkouška tvorby hliněných stavebních prvků, například cihel, vzorků dusané a vrstvené hlíny.
- **Propojení návrhu a realizace –** realizace vlastních návrhů studentů rozpracovaných v teoretické části, rozsah zvolit dle kapacity výuky.

C/ ZPŮSOBY IMPLEMENTACE DO VÝUKY

Volba optimálního způsobu výuky pro konkrétní vzdělávací účely souvisí s časovými, prostorovými a finančními možnostmi vzdělávací instituce. Navržené způsoby vzdělávání s hlínou se liší náplní i délkou a mohou být uplatněny jednorázově nebo kombinované v pravidelné výuce.

- **Exkurze**

Seznámení studentů s nepálenou hlínou – exkurze za realizacemi soudobé architektury i historických památek z nepálené hlíny, exkurze do výrobny hliněných stavebních produktů.

- **Studie realizovaných objektů z nepálené hlíny**

Studium a dokumentace realizovaných hliněných objektů umožní hlubší pochopení vazeb mezi jednotlivými konstrukčními prvky i zasazení objektu do okolní krajiny. Studiem tradičních hliněných objektů a konstrukčních technik lze lépe poznat stavebně-kulturní dědictví a pochopit vazby mezi historickou i současnou architekturou.

- **Workshop**

Workshopy s nepálenou hlínou by měly studentům nabídnout základní praktickou zkušenost s materiálem. U workshopů je stěžejní rozvržení časových úseků pro jednotlivé činnosti. Cílem je osvojení zásad samotného stavebního procesu (tvorba zkušebních vzorků), případně také společně vytvořená realizace hliněného stavebního prvku (dočasného i trvalého charakteru).

- **Projekt Design-build**

Umožňuje realizaci vlastního návrhu, je vhodný pro projekty většího měřítka řešené v delším časovém období (i několika studijních semestrů). Studenti jsou konfrontováni s prostředím reálné stavby z pozice projektanta i řemeslníka. Prověří přímo na stavbě správnost navržených detailů a naučí se rozhodovat o způsobech řešení během stavebního procesu. Projekty design-build vyžadují mnoho času i investic, připravují však studenty na komplexnost jejich budoucí profese. Rozvíjí kreativitu, týmového ducha, zapojují studenty do koordinace stavby, řešení rozpočtů, předpokládají vysokou míru zodpovědnosti i motivace.

PROVĚŘENÍ VÝUKOVÉHO KONCEPTU V PRAXI: WORKSHOP HLINĚNÝ PROSTOR

Navržená doporučení zpracovaná v předchozí části práce uplatnila autorka v programu workshopu Hliněný prostor na FA VUT v Brně 25.-27.9. 2020. Cílem autorky bylo v rámci workshopu prověřit výukový koncept a získat zpětnou vazbu studentů o úspěšnosti zvolených postupů. Workshop organizovala a lektorovala autorka v rámci fakultních rozvojových projektů, pod vedením Ivany Žabičkové, ve spolupráci s Lenkou Bažík, Ondřejem Netíkem Zdeňkem Vejpustkem. Třídenního workshopu se zúčastnilo 10 studentů z různých ročníků fakulty. Program workshopu obsahoval základy teorie i praxe použití nepálené hlíny v architektuře.

Zpětná vazba studentů – prověření výukového konceptu: Autorka vypracovala dotazník s deseti otevřenými otázkami, z nichž část měla být vyplněna před a část po workshopu. Před zahájením byly dotazníkem zjišťovány předchozí zkušenosti studentů s výukou a realizacemi z hlíny i jejich očekávání. Po ukončení workshopu studenti hodnotili náplň i přínos programu.

Z odpovědí vyplývá: studenti se s hlínou zatím setkali okrajově, zvláště na přednáškách stavebních materiálů na FA. K workshopu je přivedl zájem o praktické zkušenosti s hlínou.

Jako přínos workshopu bylo studenty hodnoceno především: vlastní praktickou zkušenost s hlíněným materiálem, možnost si hlínu "ohmatat", přítomnost externích lektorů z praxe a možnost s nimi konzultovat, práce v týmu, realizace architektonického prvku na základě vlastních návrhů.

Pro možné budoucí využití výukového programu bylo doporučeno: zhuštění obsahu praktické části, zkoušky více hliněných technik, větší provázání teorie s praxí a prezentace teorie paralelně s dílčími praktickými úkony, rozšíření části teorie o více příkladů z praxe a detaily řešení.

Studenti doporučili zařadit vzdělávání s hlínou do výukových osnov fakult architektury formou workshopu či volitelného předmětu (s teorií a hlavně praxí). Workshop přispěl k posílení povědomí o hlíně i motivaci studentů se s hliněným materiálem dále vzdělávat. Studenti získali nové řemeslné dovednosti i odvahu k experimentu s hlínou[59]. Příklad workshopu poukazuje na **význam praktické výuky** na fakultách architektury i zvyšující se zájem studentů o práci s hlínou.

6 ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PRÁCE

Dizertační práce zachycuje situaci v oblasti hliněné architektury, zejména v kontextu ekonomickém a sociálně-kulturním. Výsledky průzkumů autorky, které byly založeny na participaci odborné i široké veřejnosti z Česka i střední Evropy, poskytly aktuální poznatky z oblasti vzdělávání a výzkumu, poukázaly na situaci na stavebním trhu. Práce tak svým pojetím přináší vhled do problematiky použití hlíny v architektuře a stavebnictví. Nejvýznamnější poznatky práce jsou uvedeny v následujícím shrnutí formou ověření výchozích hypotéz, naplnění cílů a shrnutí odpovědí na výzkumné otázky práce.

Práce vycházela z těchto hypotéz:

- Nepálená hlína jako tradičně užívaný zdravotně nezávadný stavební materiál na bázi obnovitelných zdrojů surovin má potenciál posílit svoji pozici na stavebním trhu.

- I přes pozitivní vlastnosti hlíny však její současné užití ve stavbách zaznamenává pomalý růst.

- Podstatnou bariérou rozvoje uplatnění hliněného materiálu je nedostatečné povědomí odborné i laické veřejnosti o přednostech materiálu.

- Důležitým předpokladem dalšího rozvoje jsou kvalitní metody zprostředkování informací o možnostech a způsobech použití hliněného materiálu v architektuře a stavebnictví.

Výsledky průzkumů pozvrzují hypotézy. Současný světový vývoj v mnoha odvětvích včetně architektury a stavebnictví hledá nová řešení otázek problémů klimatu. Široká i odborná veřejnost se začíná více zajímat o vlastnosti staviv s ohledem na životní prostředí i jejich původ. Nepálená hlína je z hlediska životního cyklu staveb vhodným stavebním materiálem.

V Česku podle průzkumů výroby a distribuce hliněných stavebních produktů není v současné době dostatečná poptávka po hliněných produktech, aby to vedlo k rozšiřování sortimentu. Běžní

[59] NEUMAYEROVÁ, Eva a Lenka BAŽÍK. Earthen Space – Workshop at the Faculty of Architecture, Brno University of Technology. In: *10th ACAU 2021: Proceedings of 10th International PhD Students Conference* [online]. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, 2021, s. 128–135 [cit. 2021-12-19]. ISBN 978-80-214-6003-4. Dostupné z: doi:10.13164/phd.fa2021.14

čeští stavebníci neocení specifické vlastnosti materiálu. Skupina odběratelů je omezená, materiál zajímá zvláště příznivce zdravého bydlení. Nedůvěra, nezájem a neznalost odborné i laické veřejnosti významně limitují rozšíření použití hliněného staviva. Nejvíce se prosazují hliněné omítky, další technologie z hliněného materiálu nejsou pro veřejnost tak známé a zajímavé.

Posílení informovanosti veřejnosti o vhodných způsobech použití materiálu a jeho přednostech je významnou podmínkou dalšího rozvoje uplatnění hlíny ve stavitelství a architektuře a možnou cestou k překročení limitů jejího uplatnění.

Definované cíle byly rozpracovány do výzkumných otázek. Naplnění cílů práce je shrnuto v odpovědích na výzkumné otázky:

- Z jakých historických souvislostí vychází současná pozice nepálené hlíny jako stavebního materiálu a co jsou důsledky vývoje jejího použití na uplatnění v současnosti?

Hlína byla v historii celosvětově používána pro velkolepá sídla i skromné příbytky. V průběhu dějin ji však nahrazovaly odolnější, ale i dražší materiály s vyššími pevnostmi a s nepálenou hlínou dále stavělo chudé obyvatelstvo. Použití hlíny u svépomocné výstavby bylo často spojeno s nesprávným provedením konstrukcí a vedlo k poruchám a destrukcím staveb. Materiál se však v historii mnohokrát osvědčil jako levná a dostupná alternativa a řešení v dobách krizí.

Současná pozice hlíny jako staviva je významně ovlivněna historickými souvislostmi vývoje stavitelství. Image hlíny jako levného materiálu, všude dostupného a používaného chudým obyvatelstvem, přetrvala do dnešních dob a limituje rozvoj uplatnění nepálené hlíny v architektuře a stavitelství. V Česku i střední Evropě dnes hlína není materiálem běžně užívaným a neznalost a nedůvěra v nepálenou hlínu jako stavivo přetrvává. Stavební technologie z hliněného materiálu, které vychází z tradičních postupů využívaných v historii, jsou také svými postupy pracné a časově náročné, což se často projeví i na ceně realizace stavby.

Hlína si však díky svým kvalitám postupně opět získává své příznivce mezi odbornou i širokou veřejností. A stejně jako se v historii stala mnohokrát osvědčeným stavivem v dobách nedostatku, tak i dnes se řadí mezi jednu z materiálových možností při řešení otázek budoucnosti stavební kultury a problémů klimatu, a to právě díky svým environmentálním vlastnostem.

- Jaké jsou aktuální možnosti nepálené hlíny v architektuře a jaké má její uplatnění limity v kontextu ekonomickém a sociálně-kulturním?

V přístupu ke stavbám s nepálenou hlínou se v českém prostředí doposud rozvíjí dva paralelní trendy. Na jedné straně nízkonákladové stavby z přírodních materiálů obvykle stavěné svépomocí z lokálních hlín, na druhé straně profesionální a nákladné realizace využívající hlín vybrané kvality i vyšší ceny, která zaujme přírodní estetikou i kvalitně řešenými detaily. V architektuře se nepálená hlína objevuje především ve formě omítek a nenosných stěn, používané pro svou estetickou kvalitu i funkci jako regulátor vnitřního mikroklimatu.

Aktuální rozvoj nepálené hlíny v architektuře je limitován zvláště těmito faktory:

- image nepálené hlíny, která je mnohými stále považována za „materiál chudých“, nezájem a neznalost veřejnosti
- legislativní omezení realizace konstrukcí z nepálené hlíny
- omezené možnosti dostupného vzdělávání široké i odborné veřejnosti
- pracnost stavebních technologií vycházejících z tradičních technologických postupů a tím i vyšší cena ve srovnání se současnými masově používanými stavebními technologiemi

(zjištěné limity vyplývající z provedených průzkumů práce jsou podrobně probrány v kapitole 4)

- Jaké perspektivy má uplatnění nepálené hlíny - může nepálená hlína v budoucnu konkurovat materiálům konvenčním? Jakým způsobem a za jakých podmínek?

Do jaké míry bude nepálená hlína v budoucnu konkurovat konvenčním stavivům, závisí na mnoha faktorech. Současné globální strategie udržitelného rozvoje mohou výrazně ovlivnit i stavební sektor. Budou-li podporovány nízkoemisní stavební materiály, je budoucnost příznivá i pro rozvoj použití nepálené hlíny v architektuře a stavebnictví. Rozvoj použití nepálené hlíny je současně podmíněn výzkumem, vzděláváním i normotvornými procesy.

Jako materiál, jehož tradice vychází z ručního zpracování a použití, nabízí hlína i pro dnešní stavění možnosti kreativního originálního ztvárnění a osobní zkušenost, zvláště pak ve stavbách malého měřítka. Spolu s rozvojem soudobých technologií a jejich zapojením do výrobních i konstrukčních procesů se může v budoucnu lépe prosadit i u stavebních záměrů větších měřítek.

V konkurenci ostatních stavebních materiálů může nepálená hlína obstát pro svou jedinečnou přírodní estetiku, recyklovatelnost i schopnost regulace vnitřního prostředí v interiéru, jako zajímavá alternativa konvenčním stavivům.

- Jakými postupy lze uplatnění nepálené hlíny ve stavbách dále rozvíjet?

Na základě formulovaných podmínek rozvoje použití nepálené hlíny ve stavbách, jsou v práci dále vypracovány postupy a doporučení, které mohou další vývoj podpořit. Vyzdvižena je důležitost aktivní činnosti v několika oblastech:

- rozvoj výzkumu efektivních výrobních a konstrukčních procesů, podpora uplatnění nízkoemisních stavebních materiálů (*zpracováno v kapitole 5.1*)
- tvorba a úprava normativních podkladů pro návrh a realizaci hliněných konstrukcí (*zpracováno v kapitole 5.2*)
- posílení osvěty veřejnosti a odborného vzdělávání s hliněným materiálem (*zpracováno v kapitole 5.3)*

- Jakou roli má odborné vzdělávání v rozvoji použití nepálené hlíny?

Podle provedených průzkumů práce je nízká informovanost veřejnosti o použtí hlíny i dalších stavebních materiálů z obnovitelných zdrojů významnou bariérou jejich uplatnění ve stavbách (*úroveň infomovanosti o uplatnění nepálené hlíny v kontextu ostatních přírodních staviv, se kterými bývá často použita v kombinaci, byla zjišťována v kapitole 2.2.2 této práce)*.

Výsledky práce potvrzují, že zajištění kvalitního vzdělávání odborníků a posílení informovanosti široké veřejnosti je v procesu rozvoje použití nepálené hlíny v architektuře klíčové. Může iniciovat další související procesy, jako jsou legislativní změny, rozvoj výzkumu i výroby.

Na základě zjištěných výsledků byly v práci formulovány postupy, jak hliněný materiál vhodně zprostředkovat stavebníkům i profesionálům, kteří se podílí na návrhu i realizačním procesu staveb. Tyto postupy jsou založeny na několika základních principech, které by měly být v rámci vzdělávacích procesů předány:

- jasné osvětlení předností i limitů použití nepálené hlíny ve stavbách
- vazby na lokální historickou tradici – pochopení minulých řešení inspirací pro řešení budoucí
- osobní praktická zkušenost s materiálem – vnímání hlíny smysly – haptika, vůně, barvy, textura
- prezentace kvalitních příkladů realizací s nepálenou hlínou

7 ZÁVĚR

Dizertační práce zkoumala limity uplatnění nepálené hlíny v architektuře a stavebnictví v kontextu ekonomickém, sociálním a kulturním. Zaměřila se zejména na prostředí Česka, situaci posuzovala i v souvisejících podmínkách střední Evropy.

Výsledky práce naplnily předpokládané cíle. Byla vyhodnocena současná pozice nepálené hlíny jako stavebního materiálu v architektuře a vyvozeny faktory limitující její současné užití. Práce upozornila na souvislosti mezi informovaností veřejnosti a použitím hliněného materiálu ve stavbách. Podle výsledků vyhodnocených průzkumů definovala pilíře dalších procesů rozvoje užití hlíny v architektuře a stavebnictví. Ty se zakládají na výzkumu, úpravě legislativy a především pak na podpoře kvalitního vzdělávání a spolupráce ve stavitelství a architektuře s nepálnou hlínou.

Výstup práce zahrnuje zpracovaný návrh postupů, které mohou přispět k překročení zjištěných limitů. Významná část byla věnována oblasti vzdělávání a jeho roli v dalším rozvoji použití hliněného materiálu. Dle zjištěných výsledků je vzdělávání a dostatečná informovanost odborné i široké veřejnosti zásadní podmínkou a možným hybatelem dalších procesů vedoucích k rozvoji oboru, všeobecné akceptanci hliněného staviva veřejností a posílení konkurenceschopnosti materiálu.

Předložený návrh doporučení a postupů se pak zvláště věnuje vzdělávacím programům pro širokou i odbornou veřejnost, jejich obsahu i způsobům, jak nepálenou hlínu blíže zpřístupnit a popularizovat toto stavební odvětví. Vytvoření manuálu těchto postupů by bylo nad kapacitu této práce, vypracované výstupy a doporučení však mohou být součástí podkladů pro další výzkum. U navržených vzdělávacích postupů byl kladen důraz na vyzdvižení předností hliněného materiálu v architektuře, zprostředkování hlíny jako média vhodného pro kreativní experiment, vlastní praktickou zkušenost s materiálem a haptické poznání. Takto může být hlína zprostředkována jako materiál ideální nejen pro stavbu svépomocí, ale vhodně využitelný i v běžné výstavbě.

Dizertační práce může sloužit jako podklad pro tvorbu programů zaměřených na vzdělávání s nepálenou hlínou i jako ucelený zdroj informací týkající se problematiky použití nepálené hlíny v architektuře a stavebnictví v současných souvislostech ekonomických i sociálních. Je určena pro odborníky v oblasti architektury i vzdělávání – výzkumníky, pedagogy i studenty, ale i širokou veřejnost s hlubším zájmem o rozvoj udržitelné výstavby a uplatnění nepálené hlíny v architektuře.

SUMMARY

This dissertation examined the limits of the use of earth in architecture and construction in the economic, social and cultural context, focusing mainly on the territory of the Czech Republic and comparing the situation in the related conditions of Central Europe.

The results of this work met the defined goals. The current status of earth as a building material in architecture was evaluated and factors limiting its current use were described. The work refered to the links between public awareness and the use of earth in construction. According to the results of the evaluated surveys, the principles and possibilities of further development of earth use in architecture were defined. These are built on research, legislation and especially on the quality education and cooperation in architecture using earth.

The work output includes a proposal of methods that can contribute to exceeding the identified limits. A significant part was focused on education and its role in further development of earth in building. According to the results of the research, education and adequate awareness of professional and general public is an essential condition and possible driving force for other processes leading to the development of the field of earthen architecture, general acceptance of earth as a building material and strengthening the competitiveness of the material.

The presented proposal of recommendations focuses in particular on educational programs for the general and professional public, their content and ways to make earth more accessible and popular in the construction sector. Creating a manual of these recommendations and procedures would exceed the capacity of this work, but proposed outputs and recommendations can be a basis for further research. In the proposal, emphasis was placed on highlighting the advantages of earth in architecture, presentation of earth as a medium suitable for creative experiment, practical experience with the material and on haptic knowledge. In this way, earth can be presented as a material which is suitable not only for self-construction, but usable in conventional buildings as well.

The outcome of this dissertation can be used as a basis for designing programs focused on education with earth and as a comprehensive source of information on the use of earth in architecture and construction in the current economic and social context. The work is intended for professionals in the field of architecture and education - researchers, teachers and students, as well as the general public having a deeper interest in the development of sustainable construction and the use of earth in architecture.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

ActEco [online]. 2021 [cit. 2021-05-14]. Dostupné z: https://acteco.eu/

ArTUR [online]. 2021 [cit.2021-01-30]. Dostupné z: https://ozartur.sk/

Claygar, s.r.o [online]. 2020 [cit. 2021-01-17]. Dostupné z: https://www.claygar.cz/

CRAterre [online]. 2020 [cit. 2020-11-20]. Dostupné z: http://craterre.org

DACHVERBAND LEHM e.V. (Hrsg.). *Lehmbau Regeln: Begriffe-Baustoffe-Bauteile.* 3. přepracované vyd. Wiesbaden: Springer Vieweg Verlag. 2009, 120 s. ISBN 978-3-8348-0189-0.

DIN 18942-1:2018-12. *Lehmbaustoffe – Teil 1: Begriffe.* Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.). Beuth-Verlag, Berlin, 2018.

DIN 18942-100:2018-12. *Lehmbaustoffe – Teil 100: Konformitätsnachweis*. Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.). Beuth-Verlag, Berlin, 2018.

DIN 18945:2018-12. *Lehmsteine – Anforderungen und Prüfverfahren.* Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.). Beuth-Verlag, Berlin, 2018.

DIN 18946:2018-12. *Lehmmauermörtel – Anforderungen und Prüfverfahren.* Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.). Beuth-Verlag, Berlin, 2018.

DIN 18947:2018-12. *Lehmputzmörtel – Anforderungen und Prüfverfahren.* Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.). Beuth-Verlag, Berlin, 2018.

DIN 18948:2018-12. *Lehmplatten – Anforderungen und Prüfverfahren.* Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.). Beuth-Verlag, Berlin, 2018.

ECVET Earth building [online]. 2019 [cit.2021-01-30]. Dostupné z: https://ecvetearth.hypotheses.org/

EN 998-1. *Specifikace malt pro zdivo - Část 1: Malta pro vnitřní a vnější omítky*, 2016.

Guides des bonnes pratiques de la construction en terre crue [online]. 2020 [cit.2021-09-01]. Dostupné z: http://www.areso.asso.fr/spip.php?article695

HÁJEK, Petr. Udržitelná výstavba budov a její uplatňování ve střední Evropě. *Časopis stavebnictví* [online]. 2007-01-11. [cit. 2020-10-08]. ISSN 1802-2030 Dostupné z: https://www.casopisstavebnictvi.cz/clanky-udrzitelna-vystavba-budov-a-jeji-uplatnovani-ve-stredni-evrope.html

HAVLÍK, Filip. *Development and Experimental Verification of Mechanical-physical Properties of Pre-formed* Rammed Earth Wall Panel. Praha,2017. Disertační práce ČVUT, FSv, Katedra konstrukcí pozemních staveb, školitel Jan Růžička.

Heluz cihlářský průmysl v.o.s [online]. 2020 [cit. 2019-11-30]. Dostupné z: https://www.heluz.cz/

HENDL, Jan. *Kvalitativní výzkum: základní teorie, metody a aplikace.* 3. vyd. Praha: Portál, 2012. ISBN 978-80-262-0219-6.

Hliněný dům [online]. 2020 [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: https://www.hlinenydum.cz/

HOUBEN, Hugo a Hubert GUILLAUD. *Earth Construction: a comprehensive guide.* Rugby: Practical Action Publishing, 1994, reprint 2014. ISBN 978-1-85339-193-4.

CHYBÍK, Josef. *Přírodní stavební materiály*. Praha: Grada Publishing, 2009, 268 s. ISBN 978-80-247-2532-1.

Izolace- konopí CZ, s.r.o [online]. 2020 [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: https://www.izolace-konopi.cz/katalog/2/hlinene-produkty.html

LB Cemix, s.r.o [online]. 2017 [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: https://www.cemix.cz/produkty/hlinene-omitky

Lehmtonerde [online]. 2020 [cit.2020-11-22]. Dostupné z : https://www.lehmtonerde.at/de/

MINKE, Gernot. *Building with Earth, Design and Technology of a Sustainable Architecture.* 3. vyd. Basel: Birkhäuser Verlag GmbH. 2013. ISBN 978-3-0346-0822-0.

MINKE, Gernot. Příručka hliněného stavitelství: materiály - technologie - architektura. Bratislava: Pagoda, 2009, 287 s. ISBN 978-80-969698-2-1.

MOLNÁR, Zdeněk, Stanislava MILDEOVÁ, Hana ŘEZANKOVÁ, Radim BRIXÍ a Jaroslav KALINA. *Pokročilé metody vědecké práce.* 1. vyd. Praha: Profess Consulting. 2012. 170 s. ISBN 978-80-7259-064-3.

M-servis, s.r.o [online]. 2020 [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: http://www.m-servis.cz/Hlinene-omitky-Viton/

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 305/2011 [online] 2011 [cit. 2020-12-04]. Dostupné z : https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32011R0305

NEUMAYEROVÁ, Eva. Tradiční hliněné stavby a konstrukční zásady snižující rizika jejich destrukce. *TZB-info* [online]. 2018 [cit. 2021-01-02]. Dostupné z: https://stavba.tzb-info.cz/cihly-bloky-tvarnice/18251-tradicni-hlinene-stavby-a-konstrukcni-zasady-snizujici-rizika-jejich-destrukce. ISSN: 1801-4399.

NEUMAYEROVÁ, Eva. Building with earth in the Czech Republic, Survey on the level of awareness of professional and lay public on earth and other natural building materials. In: *Architecture and sustainable development 18*: *Sborník konference Architektura a udržitelný rozvoj, 5.-6.10. 2018.* Praha: České vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2019. s. 98-110. ISBN 978-80-01-06699-7. Dostupné z: http://www.aur-konference.cz/web_files/soubory/AUR18.pdf

NEUMAYEROVÁ, Eva. Soudobé technologie hliněných konstrukcí: Limity a perspektivy v Česku. In: *8th Annual Conference on Architecture and Urbanism 2019.* Vysoké učení technické v Brně,Fakulta architektury, s. 128-134. ISBN 978-80-214-5802-4. Dostupné z: doi:10.13164/phd.fa2019.15

NEUMAYEROVÁ, Eva a Lenka BAŽÍK. Earthen Space – Workshop at the Faculty of Architecture, Brno University of Technology. In: *10th ACAU 2021: Proceedings of 10th International PhD Students Conference* [online]. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, 2021, s. 128–135 [cit. 2021-12-19]. ISBN 978-80-214-6003-4. Dostupné z: doi:10.13164/phd.fa2021.14

Nová zelená úsporám [online]. 2020 [cit. 2021-01-07]. Dostupné z: https://www.novazelenausporam.cz/nabidka-dotaci/

Picas, hliněné omítky [online]. 2020 [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: https://www.picas.cz/

RAUCH, Martin. Haus Rauch z dusané hlíny. In: *Intro 9*. Hradec Králové: Vega. 2019, ISSN 2570-7744

RAUCH, Martin. Ricola Kräuterzentrum - Fertigbauteile aus Lehm. In: *Nextroom.at* [online]. 2013. [cit. 2020-10-03]. Dostupné z: http://www.nextroom.at/building.php?id=36500&inc=artikel&sid=37583

RIEGER-JANDL, Andrea (Hg.), Baugeschichte und Bauforschung. *Österreichische LehmbauerInnen im Gespräch,* Wien: IVA-Verlag, 2017. ISBN: 978-3-900265-40-3

RŮŽIČKA, Jan. Environmentálně efektivní materiály pro stavební konstrukce. In: *Izolace.cz* [online]. 2006-09-03 [vid. 2020-11-03]. Dostupné z: https://www.izolace.cz/clanky/environmentalne-efektivni-materialy-pro-stavebni-konstrukce/

RŮŽIČKA, Jan. Stavební materiály na bázi obnovitelných zdrojů surovin. *Časopis stavebnictví* [online].2007-06-11[vid. 2020-10-08]. ISSN 1802-2030 Dostupné z: https://www.casopisstavebnictvi.cz/clanky-stavebni-materialy-na-bazi-obnovitelnych-zdroju-surovin.html

RŮŽIČKA, Jan a Filip HAVLÍK. Prefabrikované konstrukce z dusané nepálené hlíny. In: *Zdravé domy 2018.* Brno: Sdružení hliněného stavitelství, z.s. 2018. ISBN 978-80-904593-5-9.

SCHROEDER, Horst. *Lehmbau: Mit Lehm ökologisch planen und bauen*. 3. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2019, 593 s. ISBN 978-3-658-23120-0.

SUSKE, Petr. *Hlinené domy novej generácie.* Bratislava: Alfa, 1991, 160 s. ISBN 80-0500-894-5.

UNESCO Chair [online]. 2020 [cit. 2020-11-20]. Dostupné z: http://craterre.org/enseignement:chaire-unesco/;

Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby

Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb

WASP, 3d printed house Gaia [online]. 2020 [cit.2020-11-22]. Dostupné z: https://www.3dwasp.com/en/3d-printedhouse-gaia/

WERNER, Jan a Josef CHYBÍK. *Pozemní stavitelství: studijní texty pro 4. semestr.* Brno: VUTIUM, 1999. 241 s. ISBN 80-214-1333-6.

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)

ŽABIČKOVÁ, Ivana. *Hliněné stavby.* Brno: Era, 2002. 174p. ISBN 80-86517-21-7.

ŽABIČKOVÁ, Ivana. *Přestavby hliněných budov.* Brno: Sdružení hliněného stavitelství, 2009. 37 s. ISBN 978-80-254-3907-4.

ŽABIČKOVÁ, Ivana, Alena KARASOVÁ a Eva KABOURKOVÁ. *Hliněné stavby včera a dnes.* Sdružení hliněného stavitelství, 2009. ISBN 9788025439050.

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Zahájení výroby a distribuce hliněných stavebních prvků na českém trhu, autor: Eva Neumayerová……..……..….20
Graf 2: Sortiment stavebních výrobků dostupných v ČR (dotazované firmy), autor: Eva Neumayerová……..……..….21
Graf 3: Vyhodnocení otázky č. 1 - Odborná veřejnost (Informovanost a zájem veřejnosti – dotazníkový průzkum), autor: Eva Neumayerová……..……...24
Graf 4: Vyhodnocení otázky č. 1- Laická veřejnost (Informovanost a zájem veřejnosti – dotazníkový průzkum), autor: Eva Neumayerová …….....24
Graf 5: Vyhodnocení otázky č. 2 - Odborná veřejnost (Informovanost a zájem veřejnosti – dotazníkový průzkum), autor: Eva Neumayerová …….....24
Graf 6: Vyhodnocení otázky č. 2 - Laická veřejnost (Informovanost a zájem veřejnosti – dotazníkový průzkum), autor: Eva Neumayerová ……..25
Graf 7: Vyhodnocení otázky č.6- Odborná veřejnost (Informovanost a zájem veřejnosti – dotazníkový průzkum), autor: Eva Neumayerová…….....25
Graf 8: Vyhodnocení otázky č. 7 (Informovanost a zájem veřejnosti – dotazníkový průzkum), autor: Eva Neumayerová ….....25
Graf 9: Vyhodnocení otázky č. 8 (Informovanost a zájem veřejnosti – dotazníkový průzkum), autor: Eva Neumayerová …….....26

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Srovnání soudobých stavebních technologií z nepálené hlíny. Sestaveno autorkou. Zdroj: NEUMAYEROVÁ, Eva. Soudobé technologie hliněných konstrukcí: Limity a perspektivy v Česku. In: *8th Annual Conference on Architecture and Urbanism 2019* [online]. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, s. 128-134 [cit. 2020-12-04]. ISBN 978-80-214-5802-4. Dostupné z: doi:10.13164/phd.fa2019.15……..……....16

CURRICULUM VITAE

Ing.arch. Eva Neumayerová

Vzdělání:

2001-2008	Fakulta architektury VUT Brno
09/2006-08/2007	Universidade Lusiada de Lisboa (PT), Fakulta architektury a multimedií (Socrates/Erasmus)
2017-22	Fakulta architektury VUT Brno, doktorský studijní program, Ústav stavitelství, vedoucí disertační práce: doc. Ing. Ivana Žabičková, CSc.

Profesní zkušenosti:

2005-2008	Praxe v architektonických ateliérech v Brně a Grazu (AT)
2008-2014/2016-	Spolupráce s architektonickými ateliéry ve Vídni (AT), veškeré fáze projektové dokumentace - soutěžní projekty, studie, stavební povolení, prováděcí dokumentace
10/2014 – 05/2015	Koordinátorka stavby školy v Nepálu/ Kavre district- Mahadevtar, konstrukce ze stavebních materiálů ze surovin z obnovitelných zdrojů – - bambus, dusaná hlína, konstrukce odolná vůči zemětřesení, projekt Meemarchitecture z.s. /www.meemarchitecture.org / ve spolupráci s Namasté Nepál z.s.(CZ/Nep)
09-12/2015	Koordinátorka stavebních treninků seismicky odolných staveb v oblastech postižených zemětřesením v Nepálu 2015, ve spolupráci s Namasté Nepál z.s.
02-05/2016	Spolupráce se studiem Basehabitat Kunstuniversität Linz (AT) na stavebním procesu v Indii, Bihar- Domy pro obyvatele postižené leprou, užití přírodních stavebních materiálů – bambus, cihly z nepálené hlíny
10/2019 – 11/2019	Zahraniční studijní stáž v rámci doktorského studia: Fakulta architektury Technische Universität Wien, Rakousko – pod odborným vedením Univ.Prof. DI Dr.phil. Andrea Rieger-Jandl (Department for the History of Architecture and Building Research)

SEZNAM VLASTNÍCH PRACÍ

PUBLIKACE

NEUMAYEROVÁ, Eva. Spolupráce architektů na sociálních projektech v jižní Asii. In: *Co je to udržitelná architektura?* Praha: Ústav navrhování II Fakulty architektury ČVUT v Praze, 2018. s. 45-52. ISBN: 978-80-01-06534-1.

NEUMAYEROVÁ, Eva. Tradiční hliněné stavby a konstrukční zásady snižující rizika jejich destrukce. *TZB-info* [online]. 2018 [cit. 2021-01-02]. Dostupné z: https://stavba.tzb-info.cz/cihly-bloky-tvarnice/18251-tradicni-hlinene-stavby-a-konstrukcni-zasady-snizujici-rizika-jejich-destrukce. ISSN: 1801-4399.

NEUMAYEROVÁ, Eva. Building with earth in the Czech Republic, Survey on the level of awareness of professional and lay public on earth and other natural building materials. In: *Architecture and sustainable development 18*: *Sborník konference Architektura a udržitelný rozvoj, 5.-6.10. 2018.* Praha: České vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2019. s. 98-110. ISBN 978-80-01-06699-7. Dostupné z: http://www.aur-konference.cz/web_files/soubory/AUR18.pdf

NEUMAYEROVÁ, Eva. Soudobé technologie hliněných konstrukcí: Limity a perspektivy v Česku. In: *8th Annual Conference on Architecture and Urbanism 2019.* Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, s. 128-134. ISBN 978-80-214-5802-4. Dostupné z: doi:10.13164/phd.fa2019.15

NEUMAYEROVÁ, Eva. Problematika odborného vzdělávání v hliněném stavitelství – Příklad použití hliněných omítek v interiéru v rámci studentského workshopu. *In: Zdravé domy 2020: Sborník konference*. Brno: Sdružení hliněného stavitelství z.s., 2021. ISBN 978-80-904593-7-3

NEUMAYEROVÁ, Eva a Lenka BAŽÍK. Earthen Space – Workshop at the Faculty of Architecture, Brno University of Technology. In: *10th ACAU 2021: Proceedings of 10th International PhD Students Conference* [online]. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, 2021, s. 128–135 [cit. 2021-12-19]. ISBN 978-80-214-6003-4. Dostupné z: doi:10.13164/phd.fa2021.14

PŘÍSPĚVKY NA KONFERENCI

ZDRAVÉ DOMY 2018. FA VUT Brno, 04.05.2018
Název konferenčního příspěvku/ prezentace: *Tradiční hliněné stavby a jejich nízká odolnost vůči otřesům, konstrukční zásady snižující rizika destrukce staveb.*

ARCHITEKTURA A UDRŽITELNÝ ROZVOJ 2018. FSv ČVUT Praha, 05.10.2018
Název konferenčního příspěvku/ prezentace: *Building with earth in the Czech Republic, Survey on the level of awareness of professional and lay public on earth and other natural building materials*

CO JE TO UDRŽITELNÁ ARCHITEKTURA? FA ČVUT Praha. 11.12.2018
Název konferenčního příspěvku/ prezentace: *Spolupráce architektů na sociálních projektech v jižní Asii.*

8th ANNUAL CONFERENCE ON ARCHITECTURE AND URBANISM 2019. FA VUT Brno, 13.11.2019.
Název konferenčního příspěvku/ prezentace: *Soudobé technologie hliněných konstrukcí: Limity a perspektivy v Česku.*

ZDRAVÉ DOMY 2020. FA VUT Brno, 18.09.2020.
Název konferenčního příspěvku/ prezentace: *Problematika odborného vzdělávání v hliněném stavitelství – Příklad použití hliněných omítek v interiéru v rámci studentského workshopu.*

ZDRAVÉ DOMY 2021. FA STU Bratislava/ online, 01.10.2021.
- Spoluautorka příspěvku, společně s: Vejpustek, Zdenek.
Název konferenčního příspěvku/ prezentace: *Hliněné stavby – Výzkum a výuka na FA VUT v Brně.*

10th ANNUAL CONFERENCE ON ARCHITECTURE AND URBANISM 2021. FA VUT Brno, 10. 11. 2021.
- Spoluautorka příspěvku, společně s: Bažík, Lenka
Název konferenčního příspěvku/ prezentace: *Earthen Space – Workshop at the Faculty of Architecture, Brno University of Technology.*

VÝSTAVY

Výstava konferenčních posterů - 8th Annual Conference on Architecture and Urbanism 2019. FA VUT Brno, Galerie MINI, 4.-15.11.2019. Výstava s kritickým katalogem.

VÝSTAVY / organizace

VÝTVARNÉ A TECHNICKÉ EXPERIMENTY S PŘÍRODNÍMI BARVAMI.
Výstava bez kritického katalogu. 2019 / Spoluorganizátorka

WORKSHOPY / organizace

DEKORACE V HLINĚNÉ OMÍTCE. Studentský workshop. 2018. / Spoluautorka

STEPPE OVEN. Studentský workshop. 2018. / Spoluautorka

HLINĚNÝ PROSTOR. Studentský workshop. 2020. / Organizátorka, spoluautorka

GRANTOVÉ PROJEKTY

DOWN TO EARTH - Earthen Architecture in Danube Region. Interreg Danube Transnational Programme (DTP). 2018. – Podání grantu / Spoluřešitelka projektu

UNIKÁTNÍ HLINĚNÉ STAVBY A TECHNOLOGIE POUŽÍVAJÍCÍ KUSOVÉ STAVIVO A ZPŮSOBY JEJICH ZÁCHRANY. 2019. - Podání grantu / Spoluřešitelka projektu

HLÍNA PRO LIDI. Ekologické a ekonomicky příznivé komunitní stavby z nepálené hlíny. Projekt specifického výzkumu, FA VUT. / Spoluřešitelka projektu 2021/22

OSTATNÍ TVŮRČÍ/ VĚDECKO-VÝZKUMNÁ ČINNOST

ACT ECO. Eco building online learning platform / Spolupráce na projektu 2020/21

Spoluorganizace konference *ZDRAVÉ DOMY 2018* (04.-05.05.2018) / Editorka sborníku konference

ABSTRAKT

Nepálená hlína, stavební materiál známý po staletí a hojně využívaný v tradičním stavitelství, byl během společenského a hospodářského vývoje postupně nahrazován průmyslově vyráběnými materiály se stabilnějšími mechanickými vlastnostmi. Tradice jeho užití ve stavbách v mnoha zemích na dlouhou dobu prakticky vymizela. V posledních desetiletích se použití nepálené hlíny jako stavebního materiálu opět navrací do povědomí stavebníků a projektantů, zvláště díky rostoucímu zájmu společnosti o zdravé bydlení a kvalitu prostředí k životu. I přes své mnohé přednosti však nepálená hlína nadále nepatří mezi staviva běžně užívaná.

Jaká je tedy pozice hliněného stavebního materiálu v současné výstavbě a má potenciál být v budoucnu více než materiálem alternativním, materiálem experimentu? Co limituje rozvoj uplatnění nepálené hlíny v konstrukcích?

Práce zkoumá limity užití nepálené hlíny v architektuře v kontextu sociálním, ekonomickém a kulturním. Analyzuje různé přístupy a způsoby použití nepálené hlíny v architektuře, zjišťuje míru informovanosti veřejnosti a dostupnost odborného vzdělávání, zkoumá situaci na stavebním trhu i legislativní omezení při realizačním procesu. Na základně poznatků získaných průzkumem formuluje důležité podmínky a možné cesty dalšího rozvoje uplatnění nepálené hlíny ve výstavbě.

Svým obsahem má práce přispět k aktuálnímu tématu rozvoje architektury využívající materiálů tradičních a materiálů z obnovitelných zdrojů.

ABSTRACT

Earth as a building material was known for centuries and widely used in traditional construction. But during the social and economic development, it was gradually replaced by industrially produced materials with more stable mechanical properties. In many countries, the tradition of using earth in buildings had practically disappeared for a long time. In recent decades, the awareness of earth as a building material has increased, especially due to the growing interest of society in healthy living and the quality of the living environment. Despite its many advantages, earth is still not a commonly used building material.

What is the position of earth in current construction and does earth have the potential for the future to be more than an alternative and experimental material? What is limiting the development of the use of earth in constructions?

This work examines the limits of the use of earth in architecture in the social, economic and cultural context. It analyzes various approaches and ways of using earth in architecture, determines the level of public awareness and the availability of vocational education and examines the situation of the construction market and legislative restrictions in the implementation process. Based on the findings of the survey, this work defines important conditions and possible ways of further development of the use of earth in construction.

The content of this thesis is to contribute to the current topic of the development of architecture using traditional materials and materials from renewable resources.