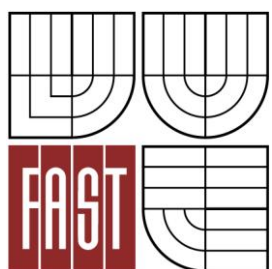




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF STRUCTURAL ECONOMICS AND MANAGEMENT

NÁKLADY VÝSTAVBY RODINNÝCH DOMŮ Z ALTERNATIVNÍCH STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ

COST OF CONSTRUCTION OF HOUSES OF ALTERNATIVE BUILDING MATERIALS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JANA LOŠÁKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MILOSLAV VÝSKALA

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607R038 Management stavebnictví
Pracoviště	Ústav stavební ekonomiky a řízení

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Jana Lošáková
Název	Náklady výstavby rodinných domů z alternativních stavebních materiálů
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Miloslav Výskala
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2013
Datum odevzdání bakalářské práce	30. 5. 2014

V Brně dne 30. 11. 2013

.....
doc. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. Chybík Josef: Přírodní stavební materiály,
2. Minke Gernot: Stavby ze slámy,
3. Langer Jiří: Lidové stavby v Evropě.

Zásady pro vypracování

Cílem práce je porovnání nákladů na výstavbu rodinných domů z přírodních (alternativních) materiálů ve srovnání s obvyklou výstavbou.

1. Definice přírodních (alternativních) stavebních materiálů,
2. Možnosti užití přírodních materiálů ve stavebnictví,
3. Kvalitativní srovnání vlastností přírodních materiálů s materiály průmyslově vyráběnými,
4. Cenové srovnání nákladů na dodávku materiálů a jejich montáž,
5. Analýza nákladů výstavby rodinných domů z alternativních stavebních materiálů v konkrétních případech.

Výstupem práce bude stanovení nákladů na jednotlivé materiály a konstrukce z alternativních materiálů a jejich srovnání s materiály klasickými.

Předepsané přílohy

.....
Ing. Miloslav Výskala
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Tato práce řeší náklady na stavbu domu z přírodních stavebních materiálů. Jsou zde definovány přírodní stavební materiály, uvedeny jejich vlastnosti a konkrétní možnosti použití jednotlivých materiálů. Ceny pořízení materiálu i jejich vlastnosti jsou porovnány s cenami pořízení a vlastnostmi materiálů průmyslově vyráběnými. Práce jako taková by měla ukázat, že není potřeba se obávat stavby z přírodních materiálů. Tyto materiály jsou srovnatelné, jak vlastnostmi, tak cenou s materiály běžně používanými.

Klíčová slova

Přírodní stavební materiál, cena pořízení, srovnání cen pořízení, charakteristika přírodních materiálů, možnosti použití přírodních materiálů, vlastnosti přírodních materiálů, sláma, hlína, ovčí vlna, konopí, dřevo, kámen.

Abstract

This bachelor`s thesis deals with cost of construction of houses from natural building materials. There are defined natural building materials. There are also introduced their properties and specific options of use of individual materials. Prices and properties of materials are compared with prices and properties of industrially produced materials. This thesis is supposed to show, that there is no need to be afraid of using natural building materials. These materials are fully comparable, either by price and its features, with materials commonly used.

Keywords

Natural buildig materials, purchase price, acquisition price comparison, characteristics of natural materials, the possibility of using natural materials, properties of natural materials straw, clay, sheep's wool, cannabis, wood, stone.

Bibliografická citace VŠKP

Jana Lošáková. *Náklady výstavby rodinných domů z alternativních stavebních materiálů*. Brno, 2014. 86 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí práce Ing. Miloslav Výskala

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26.5.2014

.....
podpis autora
Jana Lošáková

Poděkování:

Touto cestou bych chtěla poděkovat panu Ing. Miloslavu Výskalovi za veškerou jeho pomoc, za vstřícný přístup a odborné rady, které mi pomohly tuto práci zkompletovat. A dále bych ráda z celého srdce poděkovala své rodině za podporu při studiu.

OBSAH

1	ÚVOD	14
2	VYMEZENÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ	15
3	ALTERNATIVNÍ MATERIÁLY POUŽÍVANÉ VE STAVEBNICTVÍ A JEJICH VÝVOJ	17
3.1	SLÁMA	17
3.1.1	USA	17
3.1.2	Evropa a Česko	17
3.2	HLÍNA	18
3.3	KONOPI	19
3.4	OVČÍ VLNA	19
3.5	DŘEVO	19
3.6	KÁMEN	20
4	CHARAKTERISTIKA ALTERNATIVNÍCH STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ	21
4.1	SLÁMA	21
4.1.1	Sláma a životní prostředí	21
4.1.2	Technologie balíků	21
4.1.3	Škůdci	22
4.2	HLÍNA	22
4.2.1	Suroviny pro výrobu produktů z nepálené hlíny	22
4.2.2	Nedostatky nepáleného materiálu	23
4.3	KONOPI	23
4.3.1	Legislativa k pěstování konopí v ČR	23
4.3.2	Práce s konopnými deskami	24
4.4	OVČÍ VLNA	24
4.4.1	Úprava ovčí vlny	24
4.4.2	Zabudování ovčí vlny	24
4.5	DŘEVO	25
4.5.1	Zpracování dřeva	25
4.5.2	Aglomerované dřevo	25
4.5.3	Poruchy a ochrana dřeva	27
4.6	KÁMEN	27
4.6.1	Technologie těžby a opracování kamene	29
4.6.2	Recyklace	29

4.6.3	Poruchy a ochrana kamenných konstrukcí.....	29
5	PŘÍRODNÍ MATERIÁLY A JEJICH VYUŽITÍ VE STAVEBNICTVÍ.....	29
5.1	SLÁMA.....	29
5.1.1	Založení stavby	29
5.1.2	Konstrukční systém slaměných stěn	32
	Nosné balíky	32
	Nenosné balíky.....	33
	Nosné panely z lisované slámy	34
5.1.3	Lehké slaměné příčky a vnitřní stěny.....	34
	Nenosné panely - Ekopanely.....	35
5.1.4	Slaměné podlahy, stropy	35
5.1.5	Slaměné střechy	36
	Tepelná izolace plochých střech	36
	Tepelná izolace šikmých střech	36
5.1.6	Sláma jako střešní krytina	36
	Vázaná sláma	36
	Došky	36
5.1.7	Instalace v konstrukcích ze slámy.....	37
5.1.8	Sláma jako tepelná izolace masivních stěn	37
5.1.9	Omítky použitelné na slaměnou konstrukci	37
	Vápenné omítky	38
	Hliněné omítky.....	38
	Unimalt a Multibat	38
5.1.10	Shrnutí: použití slámy	39
5.2	HLÍNA	39
5.2.1	Obvodové konstrukce.....	40
	Nepálené kusové stavivo.....	40
	Hlína dusaná do bednění	40
5.2.2	Příčky	41
	Výrobky z jemné hlíny a jílu.....	41
5.2.3	Podlahy – mazaniny	41
5.2.4	Malta	41
5.2.5	Omítka.....	42

Hrubé omítky	42
Jemné omítky	42
Omazávky, mazanice	42
5.2.6 Shrnutí: použití hlíny.....	43
5.3 KONOPIÍ.....	43
5.3.1 Základy.....	43
5.3.2 Obvodové konstrukce.....	43
Stěna z konopného pazdeří.....	43
Vnější stěny s izolacemi z konopí.....	44
5.3.3 Příčky	45
Jílovo- konopné cihly.....	45
Příčky s izolacemi z konopí	45
5.3.4 Podlahy.....	45
Konopný podlahový systém.....	45
Konopné plstě a pásy	45
5.3.5 Stropy	45
Stropy s izolacemi z konopí	45
5.3.6 Střechy	46
Šikmé střechy s izolacemi z konopí	46
5.3.7 Malta	46
Lehčená malta z konopného pazdeří	46
5.3.8 Izolace	46
Těsnicí materiál roubenek	46
5.3.9 Shrnutí: použití konopí.....	47
5.4 OVČÍ VLNA.....	48
5.4.1 Obvodové konstrukce.....	48
Diffuwall	48
5.4.2 Příčky	49
5.4.3 Podlahy, stropy.....	49
5.4.4 Střechy	49
5.4.5 Shrnutí: použití ovčí vlny.....	49
5.5 DŘEVO.....	49
5.5.1 Základové konstrukce	49

5.5.2	Obvodové konstrukce.....	50
5.5.3	Obvodový plášť.....	51
5.5.4	Podlahy.....	51
5.5.5	Stropy.....	51
5.5.6	Střešní konstrukce.....	51
5.5.7	Střešní krytiny.....	52
5.5.8	Tepelné a akustické izolace.....	52
5.5.9	Shrnutí: použití dřeva.....	53
5.6	KÁMEN.....	54
5.6.1	Základy.....	54
5.6.2	Zdivo.....	54
5.6.3	Obklady.....	54
5.6.4	Podlahové krytiny.....	54
5.6.5	Střešní krytiny.....	54
5.6.6	Interiéry.....	54
5.6.7	Shrnutí: použití kamene.....	55
6	KVALITATIVNÍ SROVNÁNÍ VLASTNOSTÍ PŘÍRODNÍCH MATERIÁLŮ S MATERIÁLY PRŮMYSLOVĚ VYRÁBĚNÝMI.....	56
6.1	VLASTNOSTI SLÁMY.....	56
6.1.1	Objemová hmotnost.....	56
6.1.2	Únosnost materiálů ze slámy.....	56
6.1.3	Vlhkost materiálů ze slámy.....	57
6.1.4	Tepelná vodivost materiálů ze slámy.....	57
6.1.5	Požární odolnost materiálů ze slámy.....	58
6.1.6	Akustické vlastnosti materiálů ze slámy.....	59
6.2	VLASTNOSTI HLÍNY.....	60
6.2.1	Objemová hmotnost hliněných materiálů.....	60
6.2.2	Pevnost v tlaku hliněných materiálů.....	60
6.2.3	Vlhkost hliněných materiálů.....	61
6.2.4	Tepelná vodivost hliněných materiálů.....	62
6.2.5	Požární odolnost hliněných materiálů.....	62
6.2.6	Akustické vlastnosti hliněných materiálů.....	62
6.2.7	Difuzní odpor hliněných materiálů.....	63

6.3	VLASTNOSTI KONOPÍ.....	63
6.3.1	Objemová hmotnost konopných materiálů	63
6.3.2	Pevnost konopných materiálů v tlaku	63
6.3.3	Vlhkost konopných materiálů	64
6.3.4	Tepelná vodivost konopných materiálů	64
6.3.5	Požární odolnost konopných materiálů	64
6.3.6	Difuzní odpor konopných materiálů	64
6.4	VLASTNOSTI OVČÍ VLNY	65
6.4.1	Objemová hmotnost materiálů z ovčí vlny	65
6.4.2	Vlhkost materiálů z ovčí vlny	65
6.4.3	Tepelná vodivost materiálů z ovčí vlny	65
6.4.4	Požární odolnost materiálů z ovčí vlny	65
6.4.5	Akustické vlastnosti materiálů z ovčí vlny	65
6.5	VLASTNOSTI DŘEVA	66
6.5.1	Objemová hmotnost dřevěných materiálů.....	66
6.5.1	Pevnost dřevěných materiálů v tlaku a tahu.....	66
6.5.2	Vlhkost dřevěných materiálů	66
6.5.3	Tepelná vodivost dřevěných materiálů	67
6.5.4	Požární odolnost dřevěných materiálů	67
6.5.5	Akustické vlastnosti dřevěných materiálů.....	67
6.6	VLASTNOSTI KAMENE.....	68
6.6.1	Objemová hmotnost kamene.....	68
6.6.2	Pevnost v tlaku kamene.....	68
6.6.3	Tepelná vodivost kamene.....	68
6.6.4	Požární odolnost kamene	68
7	CENOVÉ SROVNÁNÍ MATERIÁLOVÝCH NÁKLADŮ	68
7.1	CENA SLÁMY	68
7.1.1	Obvodové konstrukce.....	69
	Sláma.....	69
	Alternativy z průmyslově vyráběných materiálů	70
7.1.2	Shrnutí: cena slaměných materiálů	71
7.2	CENA HLÍNY	72
7.3	CENA KONOPÍ.....	73

7.4	CENA OVČÍ VLNY	73
7.5	CENA DŘEVA	75
7.6	CENA KAMENE.....	76
8	SROVNÁNÍ MATERIÁLOVÝCH NÁKLADŮ NA STAVBU KONKRÉTNÍHO DOMU..	76
9	ZÁVĚR	80
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZROJŮ	82
10.1	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	82
10.2	SEZNAM TABULEK.....	85
10.3	SEZNAM OBRÁZKŮ	86

1 ÚVOD

Účelem této práce je zjištění nákladů potřebných na stavbu rodinného domu z alternativních stavebních materiálů a porovnání těchto nákladů s domy stavěnými z průmyslově vyráběných materiálů. Alternativní stavební materiály, jako například sláma, hlína, ovčí vlna nebo konopí, nejsou zcela známé pro širokou veřejnost a to i přes to, že jsou levnou, ekologickou, ale hlavně plně dostačující alternativou průmyslově vyráběným materiálům. Dalšími, i když ne zcela alternativními materiály, které se v práci objeví, budou kámen a dřevo.

V dřívějších dobách bylo běžné, že lidé stavěli své domy ze surovin, které byly dostupné v jejich okolí. Nevznikala tak nutnost převážet materiály na dlouhé trasy a zatěžovat dopravou životní prostředí. Po průmyslové revoluci se situace začala měnit a po druhé světové válce nastoupila doba chemických, na jednu stranu výhodnějších materiálů. Příkladem mohou být izolace z polystyrenu. Jejich výrobní cena je nízká, ale už se v ní nepočítá s náklady na recyklaci.

V současné době si už lidé uvědomují negativní vliv přísad v průmyslově vyráběných materiálech na zdraví obyvatel domu a na životní prostředí. Příkladem může být výskyt radonu v lehkých betonech, formaldehyd v klížených deskách a další. Roste počet lidí, kteří se vrací k myšlenkám stavitelství, které je přijatelnější pro životní prostředí a nechtějí materiály zdlouhavě dopravovat. Domy postavené z přírodních stavebních materiálů jsou prokazatelně velmi příznivé pro lidský organismus. Přírodní stavební látky mohou dokonce vyřešit alergie vzniklé bydlením v nezdravých domech. Dokážou regulovat vlhkost a mají charakteristickou, příjemně působící vůni.

Tato práce je mimo jiné věnována charakteristice jednotlivých přírodních stavebních materiálů, zabývá se jejich využitím ve stavebnictví a samozřejmě jejich vlastnostmi. Ceny pořízení jednotlivých alternativních materiálů budou porovnány s cenami pořízení materiálů průmyslově vyráběných.

Analýza všech výše uvedených skutečností by tak měla přispět k naplnění hlavního cíle této práce, a tedy odpovědět na otázku, zda jsou přírodní stavební materiály srovnatelné svými vlastnostmi a cenou průmyslově vyráběných materiálů. Zda jim dokážou konkurovat a mají na stavebním trhu budoucnost.

2 VYMEZENÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ

Podle původu se materiály dělí na přírodní a umělé.

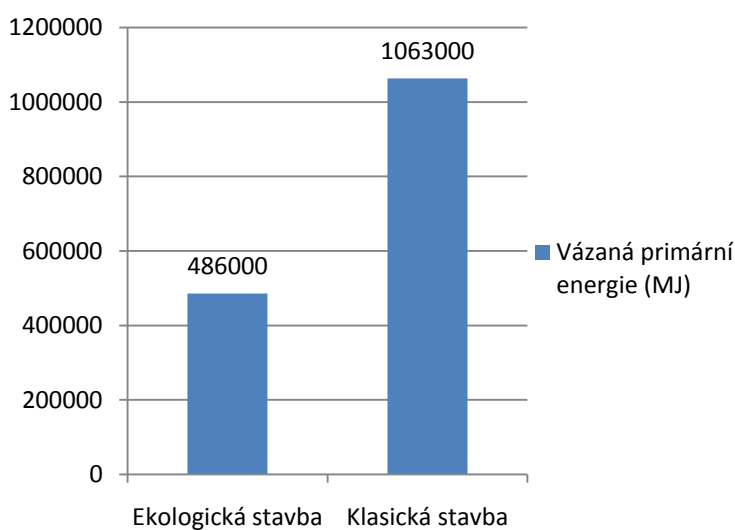
Suroviny z přírodních zdrojů mohou být organického, neorganického nebo i živočišného původu. K živočišným materiálům je přiřazována například ovčí vlna. K anorganickým materiálům patří například kámen, či hlína. Za organické je označována sláma, dřevo, konopí a další.

Mezi umělé anorganické stavební materiály patří například cihla, beton, sklo, apod. Organické umělé stavební materiály jsou například laky, polyetylen a další. Umělé stavební materiály mohou být i kombinací organických a neorganických látek. To jsou například dřevocementové desky. Rozdělení těchto materiálů je přehledně zpracováno v tabulce 1.

K výrobě přírodních stavebních materiálů se maximálně využívají obnovitelné zdroje a recyklované materiály. Tyto materiály by také měly splňovat požadavky na zdravé bydlení. Neměly by při výrobě procházet žádným umělým, přetvářecím procesem. Například vypálením, varem nebo chemickou reakcí. [1]

Některé přírodní stavební materiály se označují jako alternativní. Jejich používání na stavbách není zažito v povědomí lidí, a proto k nim mnohdy lidé přistupují s nedůvěrou. Tyto materiály jsou ovšem používány jako velmi výhodná alternativa k průmyslově vyráběným materiálům.

Požadavky na přírodní- alternativní stavební materiály jsou, aby co nejvíce využívaly místní zdroje. A také aby co nejméně zatěžovaly životní prostředí primární energií, která byla vynaložena na jejich výrobu. Musí obsahovat co nejméně svázaných emisí CO₂ a SO₂. V následujícím grafu je porovnána vázaná primární energie u stavby ekologické a stavby klasické.



Obrázek 1- Porovnání vážené primární energie u stavby ekologické a klasické [2]

Tabulka 1- Rozdělení stavebních materiálů

Rozdělení některých stavebních materiálů						
Umělé stavební materiály (průmyslově vyrobené)	Organické i neorganické	Syntetické materiály	Polyetylen			
			Polystyren			
			Polyvinylchlorid			
			Vakuová izolace			
			Transparentní izolace			
			Compacfoam			
			Minerální vlna			
	Anorganické	Keramické materiály	Sklo			
			Cement			
			Cihla			
			Beton			
Přírodní stavební materiály	Organické	Dřevo a výrobky z něj	Dýha			
			Překližka			
			Papír			
			Dřevotříská			
			Dřevěný profil			
			Dřevovláknitá deska			
			OSB deska			
		Rostlinné stavební materiály	Sláma			
			Konopí			
			Len			
		Okrajové stavební materiály	Korek			
			Bavlna			
			Juta			
	Kokos					
	Bambus					
	Rákos					
		Anorganické	Hlína a výrobky z ní			
				Minerální anorganické materiály		
						Expandovaný perlit
						Keramzit
SioPor						
Pemza						
Přírodní asfalt						
Kámen						
	Materiály živočišného původu	Ovčí vlna				
Recykláty			Drť z pěnového skla			
			Desky z tetrapaku			
			Recyklovaná džínovina			
			Recyklovaný polystyren			
			Civilizační odpady vhodné pro stavbu			

3 ALTERNATIVNÍ MATERIÁLY POUŽÍVANÉ VE STAVEBNICTVÍ A JEJICH VÝVOJ

3.1 SLÁMA

Sláma a rostlinné materiály se ke stavění používaly v různých obměnách odedávna. Šlo nejčastěji o přístřešky z dřevěných tyčí, proplétaných slámou a omítnutých blátem. Druhý způsob stavění přetrval dodnes, a to dusané zdi ze směsi volné slámy a hlíny.

3.1.1 USA

Koncem 19. Století, s vynálezem balíkovacího stroje, se začalo stavět ze slámy v Americe. Nejprve v Nebrasce, kde se obyvatelé snažili najít způsob, jak se vyrovnat s nedostatkem dřeva a špatnými vlastnostmi hlíny, ve které byl velký obsah písku, což značně ztěžovalo výrobu cihel. Původně byly slaměné stavby budovány jako dočasné, ale po nějaké době se u nich projevíly dobré izolační vlastnosti. Byly omítnuty a staly se trvalými stavbami. První budova byla postavena 1886-1887 a brzy následovaly další. Mezi lety 1890-1930 jich bylo postaveno kolem 60. Dobrým příkladem za všechny je Scott house, dostavěný v roce 1983. Dosud se na něm neobjevily žádné známky poškození. Účty za spotřebu energie jsou dnes o cca 40% nižší než v okolních domech. [2] V této době se lidem dostalo i první podpory státu. Byla vydána brožura s návodem, jak stavět stavby z nosné slámy.

Do roku 1936 byly všechny známé stavby v Americe budovány v „Nebrasca“ stylu – tj. sláma byla použita jako nosná. První dvoupodlažní dům s dřevěnou konstrukcí, ve kterém byla sláma použita jen jako výplňový izolační materiál, byl postaven v roce 1937. Bohužel, tento dům shořel v den, kdy se do něj chtěl majitel nastěhovat. Sláma nebyla příčinou požáru, a tak byla na stavbu použita znovu, jen místo dřeva se použil beton. Stavba byla hotova v roce 1938 a je dodnes funkční. V 50. letech se od staveb ze slámy upustilo kvůli rozvoji dopravy. Díky lepším možnostem přepravy umělých stavebních materiálů klesala i jejich cena.

Ke znovu objevení tradice přispěl v 70. letech Roger Welch. Rozeznal výhody slaměných domů – jejich nízkonákladovost, jednoduchost, dostatečnou izolační schopnost, a především to, že minimálně zatěžují životní prostředí. Ke zvýšení zájmu o toto stavitelství přispěla i ropná krize a hledání technologií, nezávislých na ropě.[2]

3.1.2 Evropa a Česko

Nejstarší zdokumentované slaměné stavby v Evropě pochází z Ukrajiny. Po roce 1900 byla sláma používána jako nouzový stavební materiál pro domy chudých. Domy, postavené kolem roku 1921 stojí dodnes a jejich dobrý stav dokládá kvality slámy jako stavebního materiálu.

V Česku byla tradice stavění z přírodních materiálů ovlivněna tradiční venkovskou architekturou, která se spoléhala na suroviny v místě stavby nebo jejího blízkého okolí. Byla to především hlína, dřevo a rákos. Seno i sláma se skladovaly na půdě, či v podkroví, kudy utíkalo nejvíce tepla. S přicházejícím jarem a postupným odebíráním slámy se snižovala míra i potřeba zateplení. Později slámu hojně využívali venkované jako střešní krytinu. Díky její nízké váze, mohl být na vesnických domech použit úspornější krov, a tak se nemuselo dovážet dřevo z velkých vzdáleností. Nevýhodou slaměných střeš bylo rychlé šíření požáru na okolní domky. Byl dokonce vydán příkaz, aby se mezi domy se slaměnými střešami vysázely stromy, chránící střešy před

polétavým ohněm z došků. Od roku 1833 platil na venkově úplný zákaz použití slaměných střech na novostavbách.

Sláma se používala i na výrobu cihel (vepřovic), na omítky, na zdi. Zdi byly stavěny z „válků“ tzn. smotků slámy obalené hlinou. Mohly být kladeny buď našikmo, nebo jimi byla vyplétána konstrukce z dřevěných tyčí, která pak byla omítnuta. Později bylo stavění takovýchto staveb omezeno, neboť se kladl se důraz na používání nespalných materiálů. Marie Terezie a Josef II. vydali požární zákony, které nakazovaly opatřit stavby hliněnými omazávkami a nestavět další takové stavby. Zákon zprvu nebyl dodržován, ale pomalu a jistě už vznikala tradice mohutných zděných staveb. [3]

Bohužel i kvůli těmto historickým krokům stále v Česku převažuje nedůvěra ke stavbám ze dřeva, slámy a jiných přírodních materiálů. Projektanti nemají dostatek zkušeností s takovýmito stavbami a chybí i legislativní podklady. U nás, ale i v dalších evropských zemích je stále legálně nemožné stavět pomocí amerického systému stěn z nosné slámy. [2]

3.2 HLÍNA

Historie staveb z hlíny sahá až do roku 8000 př. n. l. Ve starověkých civilizacích, například v Jerichu, se z hliněných nepálených cihel stavěly obranné zdi. Další staré památky můžeme najít v Mezopotámii či v Číně, později i v Egyptě (2700 př. n. l.).

V zemích střední Evropy můžeme najít zmínku o hliněných stavbách až v 13. -14. století. Tehdy si nemohl pálené cihly dovolit každý, a tak chudší vrstvy obyvatelstva stavěly z cihel nepálených. Kvůli protipožárním zákonům, vydaných Marií Terezií a Josefem II. se začaly stavby chránit vrstvami hliněných omazávek. Ty byly tlusté až 80 mm. Používalo se tzv. ježkování, jak je vidět na obrázku 2, aby hlína na dřevě lépe držela. V roce 1870 se změnila technologie výroby pálených cihel na levnější a už nic nestálo v cestě masivnímu rozvoji staveb z pálených, dnes klasických cihel. Později došlo i k pokusu o úplné zakázání staveb z nepálené hlíny. I přesto se ale až do 30. let 20. století stavěly na vesnicích stavby, ve kterých byly pálené cihly používány pouze na stavbu komínů a štítů. Nakonec byly nepálené cihly ze staveb téměř vytlačeny kvůli materiálům, se kterými se jednodušeji pracuje.



Obrázek 2- Ježkování [26]

Ve 20. století zůstalo pouze málo architektů, pracujících s hlinou. Například Antonio Gaudí, Le Corbusier či Frank Lloyd Wright. Nově se začínají nepálené cihly používat v hojnějším počtu až nyní, ve 21. století. [2]

3.3 KONOPÍ

Konopí je jednou z nejstarších kulturních plodin. Bylo využíváno již v roce 2737 př.n.l. v Číně, když jej císař Shen Nnung úspěšně použil na léčbu revmatismu a malárie. Egypťané i staří Řekové z něj vyráběli oblečení. Ve 3. stol. př. n. l. bylo ve Francii hromadně pěstováno pro krále Syrakuse. Ten textilie z konopí používal na plachty lodní flotily. Méně známý je i fakt, že první Guttenbergova bible byla natištěna na konopném plátně, a že Leonardo da Vinci maloval Monu Lisu na podklad z konopí. Ve stavebnictví se konopí používalo dlouhou dobu, už ve starých chatrčích z hlíny byly zabudovány konopné stonky. Ve Francii bylo konopí objeveno ve stavbě mostu z 6. století. Hrázděné stavby v Alsasku a dalších oblastech Německa a Francie obsahovaly konopné stonky. Dokonce existuje i velice podrobný návod na výrobu tvárnic z konopí z roku 1916. [4]

Koncem 19. Století se plodiny začaly z pole sklízet strojově. To je u konopí komplikované, tudíž se od jeho pěstování pomalu upustilo. Dnes se konopí pěstuje ve velkém v Kanadě a v západní Evropě jako plodina, která by mohla pomoci ve vyřešení mnoha ekologických problémů. Konopí je schopno velmi rychle vyrůst a má i další vynikající kvality, kterým se podrobněji věnuji v kapitole 4 „Charakteristika alternativních přírodních materiálů“.

3.4 OVČÍ VLNA

V chladnějších oblastech si lidé již před 10 000 lety vyráběli oblečení z ovčí vlny. Dokázali ocenit její vlastnosti, jako je odolnost a pružnost. Dodnes jsou v Asii známá místa, kde si lidé vyrábějí z plstí z ovčí vlny koberce i obydlí, které se nazývají Jurty. Plstě se nejčastěji vyrábějí z různě překřížené srsti zvířat s pomocí horké vody a tlaku. Tímto způsobem se vytvoří pevná textilie. Ovčí vlna našla široké uplatnění nejenom ve stavebnictví. V Číně byl ve vlně uchováván led i za vysokých teplot. Na pouštích nomádi nechávali vlnu přes noc venku, aby mohla nasáknout rosou a ráno si z ní vodu vyždímali. Gobelíny staré několik stovek let dokazují kvalitu a životnost materiálu. První manufaktura na zpracování vlny vznikla ve Winchesteru a byla založena Římany v 50 letech n. l. Do 80 let 20. století byla ovčí vlna využívanější než hedvábí, len nebo konopí. Dnes se na trhu dělí o místo ještě se syntetickými vlákny. [6]

V současné době je ovčí vlny nadprodukce, a tak se stále častěji a s velkou úspěšností používá jako izolace domů.

3.5 DŘEVO

Dřevo bylo odedávna ve velkém množství užívaným materiálem pro stavbu domů. Lidé znali důkladně vlastnosti materiálu a věděli, jak jej opracovávat, skladovat a povrchově upravovat. Vytvářeli stavby, které byly schopny odolávat i tuhým zimám v horách. Důkazem mohou být dřevěné kostely ve skandinávských oblastech, odolávající i po staletí extrémním klimatickým podmínkám. Nebo roubenky, které lze najít na mnoha místech i v České republice.

První pokusy o typizovanou výrobu ze dřeva byly stavby vlakových nádraží v 19. století a stavby dočasných divadel

Díky rozvoji průmyslové výroby po první světové válce vznikají lepené, lamelové a sbíjené konstrukce. Upouští se od silno- profilových trámových konstrukcí a nastupují levnější fošnové.

V poválečné době se ve vybombardovaném Rakousku a Německu stavějí kolonie dřevěných bytových domů. I přes řadu jejich diskutabilních vlastností posílily vztah obyvatelstva německy mluvících zemí k dřevěným konstrukcím. V českých zemích bylo použití dřeva jako stavebního materiálu úplně zakázáno, což bylo zdůvodňováno jeho poválečným nedostatkem. Jediný povolený výrobek ze dřeva byly okna a dveře, popřípadě podlahy. Opatření mělo za důsledek i degradaci tesařských řemesel. Na odborných a vysokých školách chyběla výuka dřevěných konstrukcí a nepublikovaly se žádné odborné knihy. Veřejnost došla k názoru, že dřevěné stavby mají malou životnost a špatně se udržují. V mnoha zemích však tradice přerušena nebyla a stavby ze dřeva tam vznikají stále v hojném počtu.

V dnešní době se lidé u nás konečně začínají na dřevostavby dívat jinak, vidí je jako příjemnou a ekologickou alternativu „klasického“ bydlení a čím dál tím více lidí je ochotno postavit si dům ze dřeva. Ale i přesto u nás vzniká dřevostaveb méně než 1% z celkové výstavby. V Rakousku a Německu je to 10% až 15%, v USA je podíl dřevostaveb 60% a ve Skandinávii a Kanadě je to přes 70%. [7]

Se zvyšující se poptávkou po dřevě vzniká snaha efektivněji využít jeho příznivých vlastností a vznikají dřevěné aglomeráty.

3.6 KÁMEN

Kámen je nejstarším používaným materiálem. Pazourek, nahrubo vytesaný z kamene, používali již Homo Habilis před cca 1,8 mil. lety. V pravěku se používaly menší neopracované kameny na stavbu ochranných zdí, větrolamů a pohřebních mohyl. Kladly se bez pojiva na sebe a vedle sebe. V Itálii, Skotsku a na Sardínii byly nalezeny i propracovanější stavby, tvořené z několika komor, některých i zastřešených. Dalšími památkami z pravěku jsou megalitické stavby, jako například Stonehenge.

Ve starověku vznikaly Egyptské pyramidy, Mayské a Aztécké stavby. Důležité jsou také stavby v Řecku a v Římě. Tyto budovy vznikaly tehdy novými technologiemi. Do základů byl použit lomový kámen. Opracovaný kámen se používal na zdivo a byl v něm provázán, nebo dokonce spojen kovovými skobami nebo hmoždinkami. Po této době nastal úpadek používání kamene ve stavebnictví.

Jeho návrat přišel až s nástupem křesťanství. Románská architektura používala kámen na celé stavby. Používaly se i v gotickém stylu, renesanci a baroku.

V Česku je prokázáno používání kamene v době Velké Moravy, kdy se kámen používal ve zdivu ale i na obklady a mozaiku. Na zdění se většinou používaly ploché pískovce spojené maltou.

Mezi kamenné památky stojící na území České republiky patří například bazilika sv. Jiří na Hradě (r. 920), románská část paláce pod Vladislavským sálem a mnoho pražských rotund. Kámen se hojně používal i na sochy. [8]

Dnes se kámen využívá jako konstrukční i dekorační prvek. Vzniká konglomerované kamenivo. A stále se kámen používá jako pomocný materiál do cementu, betonu a vápna.

4 CHARAKTERISTIKA ALTERNATIVNÍCH STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ

4.1 SLÁMA

Za slámu se považují suché stonky vymláceného obilí nebo přadných rostlin. Sláma je složena z celulózy, ligninu a oxidu křemičitého. Má na svém povrchu voskovitou strukturu, která odpuzuje vodu. Sláma má vysoký obsah křemičitých látek, a díky tomu velmi pomalu hnije. Ale pokud používáme starší balíky, musíme si pohlídat, jestli už není hniloba nebo plíseň přítomna. Sláma se musí skladovat na suchém podkladu. Nevhodné je skladování na vlhké zemi a na dešti. Nejlepším řešením je skladování na paletách. Sláma, kterou lze použít na stavbu, musí mít podíl vlhkosti pod 15%. Při vyšší vlhkosti už mohou vznikat plísně. Pokud je při sklizni dobré počasí, nebývá s vlhkostí problém. V balících, použitých na stavbě, by neměly být žádné „přidavné byliny“ a zbytky obilných zrn.

V ČR je průměrně 30% slámy vypěstováno jako nadprodukt, kterou už zemědělci nevyužijí. Proto se dá hojně využít i na stavební účely a není ani potřeba ji přepravovat na dlouhé vzdálenosti.

4.1.1 Sláma a životní prostředí

Při svém růstu do sebe sláma váže oxid uhličitý, který člověk produkuje ve velkém množství. Výroba slaměných balíků probíhá pouze mechanicky, a tudíž je daleko méně energeticky náročná a méně zatěžuje životní prostředí, než výroba jiných izolací. Pokud sláma shnije nebo se spálí, tak se CO₂, v ní zafixovaný, dostane zpět do ovzduší. Ve slaměné stavbě může zůstat CO₂ zafixovaný až do konce její životnosti, což mohou být i stovky let. Po dožití stavby se dá sláma jednoduše zkompostovat. Podle výzkumu J. Wihana, může být v balíku, který váží 15 kg uchováno až 33,3 kg CO₂. Stejnou vlastnost mají i výrobky ze dřeva a izolace z celulózy, ale u těchto materiálů vzniká větší množství emisí při jejich výrobě, než při zpracování slaměného balíku. Primární, tzv. „šedé“ energie vzniká při výrobě a dopravě slaměných balíků průměrně 14 MJ. m⁻³, kdežto u výroby izolace z minerálních vláken vznikne 1077 MJ. m⁻³.

4.1.2 Technologie balíků

Na výrobu slaměných balíků je nejvhodnější použít slámu z pšenice nebo jako druhou variantu slámu z žita. Sláma z ječmene a ova není tak vhodná. Rozměry balíků mohou být různé, v závislosti na balíkovacím stroji. Menší balíky mívají rozměry 32-35 x 50 x 50- 120 cm. Střední balíky mohou mít velikost 50 x 80 x 70- 240 cm a velké 70 x 120 x 100- 300 cm.

Postup při výrobě slaměných balíků je vcelku jednoduchý. Posekaná sláma se sesbírá z pole a vloží se do balíkovacího stroje. Ten ji slisuje do kvádrů nastavené velikosti a převáže provázky. Nejčastěji se používají polypropylenové. Přírodní materiály se na převázání balíků nepoužívají, neboť se povolují a může se na nich uchytit plíseň. Drát se, kvůli případnému zrezivění, také téměř nepoužívá.

Stlačení jednotlivých balíků je různé, záleží na kvalitě balíkovacího přístroje. „Stroj vtlačuje slámu v pulzech do lisovací komory. Tyto pulsy, kdy je balík stlačen, se přemění ve vrstvy slámy 10 cm silné.“ [10]. Balík se většinou skládá z několika takových deseticentimetrových vrstev. Je potřeba, aby byly balíky dobře a rovnoměrně stlačeny alespoň na 112 kg·m⁻³. Při velikosti balíku 30 x 50 x 60 cm to odpovídá zhruba 10 kg nebo i více. Pokud je balík rovnoměrně

stlačen, pak i stavba sesedá rovnoměrně. Nedostatečně stlačeným balíkem bude proudit vzduch, čímž se zhorší izolační vlastnosti.

Hotové balíky je nejlépe ukládat naplocho. Na straně balíku, která je tvořena useknutými konci stébel, lépe drží omítka.

4.1.3 Škůdci

Slaměné konstrukce nenapadají hlodavci ani hmyz. Celulóza, obsažená ve slámě je pro ně nestravitelná. Požitelná je pouze pro skot. Hrozbou je špatně vymláčená sláma nebo sláma obsahující plevel, ve které hledají myši potravu, popřípadě obydlí. Ale dobře slisované balíky, používané v obvodových konstrukcích, myším nedovolují volný pohyb. Příznivější podmínky pro myši poskytují slaměné střechy, ve kterých jsou balíky stlačeny méně. Pokud je ale konstrukce omítnuta včas, nebudou mít žádní živočišné zvenčí příležitost do slámy proniknout.

Lepší podmínky pro škůdce nastanou ve chvíli, kdy je sláma použita jen jako tepelná izolace na vnější straně obvodového pláště a není omítnuta. Stébla ze slámy se mohou stát kořisti ptáků, kteří je použijí na stavbu svých hnízd. Popřípadě mravenců a ploštic. Hrozbou neomítnutých konstrukcí jsou i mechy a lišejníky.

4.2 HLÍNA

Hlína umožňuje stavbu svépomocí. Hliněné konstrukce pomáhají vytvořit zdravé a příjemné prostředí. Dokážou také krátkodobě pohltit pachu, pokud jsou obvodové konstrukce dostatečně tlusté. Tento proces však není důkladně probádán. Nepálená hlína použitá v interiéru má schopnost optimálně regulovat vlhkost. K dalším dobrým vlastnostem hlíny patří i to, že z hlíny se uvolňují záporné ionty, které působí příjemně na osoby pobývající v domě. Hlína nezpůsobuje dráždivé reakce na kůži a je příjemná jak na pohled, tak i na dotyk. Hlína také dobře konzervuje dřevo. Využívá se k úpravě zhlaví trámů a při ochraně styčnic. Díky tomuto opatření není dřevo napadáno plísněmi, ani hmyzem.

Energie na transport hlíny je velmi malá. Většinou se vhodná hlína vyskytuje přímo na staveništi nebo v blízkém okolí. Až po vyčerpání těchto možností se dá uvažovat o dovozu hlíny nebo zvolení jiného materiálu. Pokud bude hlína použita na nosné konstrukce, je nutné, aby byly její vlastnosti prověřeny laboratorními zkouškami. Množství energie, které je potřebné na výrobu hliněné směsi nebo produktů z ní, je o mnoho menší, než například u pálených cihel.

Tradiční barva hliněných omítek je hnědá, ale za pomoci různých přísad se dá docílit velkého barevného rozpětí. Přimícháním přírodních pigmentů do bílé omítky, lze docílit téměř jakékoliv barvy. Hliněné směsi se dají koupit hotové ve specializovaných obchodech nebo si je můžeme namíchat sami.

4.2.1 Suroviny pro výrobu produktů z nepálené hlíny

Nejlepší materiálem na výrobu nepálených cihel jsou zeminy s vysokým obsahem jílové složky- pojiva, které se promísí s písčítými a prachovými zeminami v daných poměrech. Pokud se postupuje tradičním způsobem zpracování hlíny, začíná se s prací 1 až 2 roky před jejím použitím. Hlína se nakope, provlhčí a ponechá volně na hromadě. To zlepšuje její vlastnosti. Poté se přidávají ostřiva a plniva a strojově nebo ručně se vše zpracuje a vyformuje.

Jako lehčivo se používá slaměná řezanka, konopné či lněné pazdeří. Dříve se používaly vepřové štětiny nebo kozí chlupy.

Pro hliněnou omítku se k hlíně přidá 50 - 70% písku. Důležité je ale myslet na to, že v každé lokalitě má hlína jiné složení a je potřeba materiál ozkoušet. Podle stavitele Toma Rijvena se dá materiál ověřit tak, že bochánek, vytvořený z hlíny se přilepí na stěnu míchačky. Použitelnou přidržitost a konzistenci má, pokud se udrží 30 sekund.

Štěrky a drť ze starého zdiva se může přidat do dusaných konstrukcí.

4.2.2 Nedostatky nepáleného materiálu

Jako každý materiál má i nepálená hlína své zápory. Pokud je ale známe, můžeme se jich vyvarovat.

Pokud nepálené cihly příliš navlnou, rychle se rozpadnou. I po vysušení rychle klesá jejich pevnost. Omítky, nechráněné předloženou střechou, rychle ztrácejí své vlastnosti. Pokud dojde k porušení hydroizolace, dostane se voda do zdiva kapilárním vztláním. Při porušení střešní krytiny může voda zatíkat do konstrukce tudy a také ji poškozovat. Škodí také odstříkující a stojatá voda. Nejhorším obdobím pro nepálený materiál nastává v době, kdy se teplota drží kolem 0°C. Ve dne se voda vsákne do konstrukce a v noci se promění v led. Proto jsou nevhodnějším místem pro použití hlíny interiéry staveb. [2]

4.3 KONOPÍ

Konopí je levným, praktickým a hlavně plně obnovitelným stavebním materiálem. Nepoškozuje zdraví osob, které s ním pracují, ani osob které se v budovách z konopí zdržují. Výrobky z konopí jsou plně recyklovatelné a tvarově stálé. Jsou difuzně otevřené, a tím pomáhají udržovat v místnostech příznivé klima. Nenapadají je škůdci, protože neobsahují žádné bílkoviny. Nemusí být ošetřovány proti molům. Rozměry materiálu mohou být upraveny podle přesných potřeb zákazníka, popřípadě se mohou upravovat přímo na staveništi. Svými vlastnostmi může konopí skvěle konkurovat dřevu. Jeho velkou výhodou je to, že velmi rychle roste.

Hektar půdy osetý konopím poskytuje 12 tun suché suroviny, což je 2,5- 4 krát více celulózy než jeden hektar lesa. Z těchto 12 tun se dá vyrobit až 8 tun materiálu, který lze využít na stavební účely. 8 tun konopného materiálu plně postačí pro stavbu menšího rodinného domku.

Na vypěstování lesa potřebujete 10 let a více, zatímco konopí můžete při dobrých podmínkách sklízet až 2 krát do roka. Může vyrůst do 4,5 m za 120 dní. Díky svému vzrůstu zabraňuje růstu plevelů. Konopí obsahuje látky odpuzující hmyz. Není proto potřeba jej nijak chemicky ošetřovat. Z konopí lze získat koudel, pazdeří a olej ze semen.

Konopí při svém růstu váže CO₂. Na jeden kilogram konopí připadá cca 4 kg CO₂, přičemž do okolí se vrací jen 0,2 kg CO₂ na 1 kg konopí. Konopí se tímto, spolu s dalšími přírodními stavebními materiály, stává významným pomocníkem v ochraně životního prostředí. Podle knihy „Přírodní stavební materiály“ od Josefa Chybíka je výroba konopných izolací je mnohem šetrnější než například výroba pěnoplastických tepelně izolačních materiálů z ropy nebo anorganických vláken na bázi skla nebo minerálních vláken. [2]

4.3.1 Legislativa k pěstování konopí v ČR

Podle zákona č. 167/1998 Sb. lze konopí v ČR pěstovat legálně, jen je z něj zakázáno získávat konopnou pryskyřici a tetrahydrocannabinoly, s čímž souvisí zákaz pěstování odrůd, obsahující více než 0,3% látek ze skupiny tetrahydrocannabinolů. Osobám, pěstujícím konopí vzniká

ohlašovací povinnost příslušnému celnímu orgánu, pokud pěstují konopí na ploše větší než 100 m². [11]

Podle dokumentu „jednotná úmluva o omamných látkách“ se výrazem „konopí“ rozumí kvetoucí nebo plodonosný vrcholík rostliny (s výjimkou zrn a listů, které nemají vrcholíky), z něhož nebyla vyloučena pryskyřice.[12]

4.3.2 Práce s konopnými deskami

Desky z konopí se zabudovávají o 20 až 30 mm delší, než je světlá šířka/ délka mezi nosnými prvky, mezi které se budou desky vkládat. Netěsnosti mezi nosným prvkem a deskou je dobré vyplnit těsněním z konopí. Toto vyplnění je důležité, aby nedocházelo ke kondenzaci vodních par ve vzniklé dutině.

4.4 OVČÍ VLNA

Základní látka, z které se ovčí vlna skládá, je keratin. Na jejím povrchu je na tisíce překrývajících se šupinovitých buněk. Tento povrch vytváří izolační hráz, která chrání před přílišným horkem nebo zimou. Ovčí vlna je hygroskopická. Dokáže pohltit tolik vody, jako je 50% její hmotnosti (bavlna dokáže pohltit vlhkost jen do 8% své hmotnosti). Na dotek ale zůstává suchá a v okamžiku, kdy prostředí přestane být vlhké, se pohlcené vlhkosti zbaví. Toto je důvod, proč oblečení z vlny skvěle odvádí pot od pokožky a odpařuje jej do okolí.

Každá, z 1,2 miliard ovcí žijících na světě, vyprodukuje za rok 2,5- 5 kg vlny. V současnosti je ovčí vlny nadbytek, a tak se začala používat i ve stavebnictví, kde se využijí její vynikající izolační vlastnosti.[6]

Ovčí vlna nepředstavuje zátěž pro životní prostředí ani po tom, co doslouží. Lze ji použít na kompost, kde se rozloží.

4.4.1 Úprava ovčí vlny

Nejdříve se vlna pere opakovaně v teplém vodním roztoku. Tento roztok obsahuje na 1 l vody 0,5 g pracího prostředku a 1 g sody. Práním se z vlny uvolňují nečistoty a lanonin. Ideální je nechat vlnu takto zpracovat ve specializovaných podnicích, z důvodu velké pracnosti procesu.

Poté se vlna upravuje, aby bylo vlákno jemnější a poddajnější. Je napuštěna přírodním prostředkem, který ji ochraňuje před poškozením hmyzem – především moly.

Po vyprání se vlna zformuje do vlnovek, mechanicky přichycených k armovací mřížce. Tloušťka tepelné izolace se liší od výrobce, ale může mít šířku od 300 mm po 1400 mm, tloušťku 35 mm až 400 mm a délku až 10 000 mm.

4.4.2 Zabudování ovčí vlny

Při zabudování vlny není potřeba ochranných pomůcek. Vlna je na dotek příjemná a nezpůsobuje podráždění. Dělit se dá vhodným nožem nebo speciálním řezacím zařízením. Před použitím izolace je ji nutno uskladnit tak, aby do ní nepronikla vlhkost.

Před zabudováním musí být vlna zbavena nečistot a upravena tak, jak je popsáno výše. Neočistěná a nezpracovaná vlna přitahuje škůdce, zejména moly, kteří způsobují velké škody.

4.5 DŘEVO

Dřevo je přírodním materiálem, ale posouzení, zda je to materiál alternativní, je subjektivní. V některých konstrukcích je téměř nenahraditelné. I tak má jeho použití ve stavebnictví mezery a mohlo by být používáno častěji.

Ze dřeva lze postavit kompletně celý dům. Nosné prvky, úprava povrchů, vybavení. Pro tyto stavební účely se používá především kmen. Ten se skládá především z uhlíku, kyslíku a vodíku. Z molekulárního hlediska se jedná o celulózu, hemicelulózu a lignin. Barva dřeva závisí na obsaženém taninu (trisloviny), pryskyřici a barvivech uložených v buněčných stěnách dřevoviny. Ovlivňují ji také podmínky, ve kterých dřevo roste. V tropických oblastech najdeme daleko tmavší dřeviny než v mírném podnebí. Čerstvě nařezané dřevo na vzduchu a světle získává šedivé zbarvení [13] Textura dřeva se vytváří léty vrstvením vláken a buněk dřeva. Závisí na způsobu řezu dřeva a vnitřní struktuře. Podle textury se určuje dekorativní hodnota dřeva. Dřevo má charakteristickou vůni. Určují ji obsažené vonné éterické oleje, pryskyřice a tanin. Nejvýrazněji dřevo voní těsně po nařezání.

Dřevo působí velmi příjemně na lidskou psychiku a tím i na zdravotní stav.

4.5.1 Zpracování dřeva

Listnaté i jehličnaté stromy by měly být těženy v zimním období. V této době má dřevo nízký obsah pryskyřic a optimální pH. Díky těmto vlastnostem jsou dřeviny odolnější proti vzniku plísní. V létě je ve dřevě zvýšený obsah pryskyřice, která zvyšuje odolnost dřeva, použitého ve vodě nebo ve vlhkém prostředí.

Čerstvě vytěžené kmeny je vhodné skladovat ve vlhkém prostředí nebo je plavit ve vodě s nízkým obsahem kyslíku. Zabrání se tím vzniku plísní a napadení dřevokazi. Nejlepší možností je však čerstvé dřevo ihned zpracovat.

Proces sušení dřeva může probíhat uměle pod tlakem nebo přirozeně. Proces přirozeného sušení dřeva je pro vhodnější, neboť má až o 300% menší energetickou náročnost než sušení umělé. Dále se při přirozeném sušení ze dřeva vyplavují určité cukry, které ve dřevě při umělém sušení zůstávají a mohou být příčinou vzniku plísní. Při sušení se dřevo zbavuje cca 70- 90 % původní vlhkosti, a proto může být průběh sušení pro výslednou kvalitu dřeva klíčový.

Jednou použité dřevo lze využít znovu. Je však třeba kontrolovat míru kontaminace dřeva doplňkovými materiály, jako například lepidly, nátěry či konzervačními prostředky. Dřevo se dá recyklovat, biologicky rozložit nebo se z něj vyrobí energie. S možností vícenásobného použití dřeva je třeba počítat již v projekční fázi. V japonském stavebnictví jsou běžně používány demontovatelné spoje, které usnadňují recyklaci. [7]

4.5.2 Aglomerované dřevo

Dřevo se bohužel ve výstavbě se nepoužívá tak, jak by mohlo. Důvodů je hned několik. Dřevo je schopno pohlcovat vlhkost z okolí, a s tím je spojena problematická změna rozměrů. Je také nehomogenní, jeho struktura, kvalita a vlastnosti se značně liší.

Na základě znalosti těchto nevýhod dřeva vznikla snaha o vytvoření materiálů na bázi dřeva, které by vyzdvihly příznivé vlastnosti dřeva a potlačily vlastnosti negativní. Výhody nově vznikajících materiálů jsou například možnost vyrábět materiál libovolných rozměrů. Ve výrobcích je obsaženo minimální množství chemických látek. Materiály mohou být vyráběny vysoce odolné

proti biotickým činitelům a odolné proti ohni. Díky všem těmto výhodám jsou materiály schopny se snadno přizpůsobovat novým požadavkům trhu.

Pravděpodobně největší výhodou materiálů na bázi dřeva je to, že mohou být vyráběny z málo kvalitních, rychle rostoucích dřevin. A výsledný produkt bude stále vysoce kvalitní s výbornými vlastnostmi.

Velkoplošných materiálů vznikajících ze dřeva je celá řada (obrázek 3). Přehledně jsou uvedeny v tabulce:

Tabulka 2- Rozdělení materiálů na bázi dřeva [25]

MATERIÁLY NA BÁZI DŘEVA	
Spárovka	Lepená deska z masivního dřeva. Desky se skládají z jednotlivých dřevěných lamel.
Překližková deska	Deskový materiál tvořený souborem 3 a více vrstev navzájem slepených dých. Směry vláken sousedních vrstev jsou na sebe zpravidla kolmé.
Dřevotřísková deska	Deskový materiál z dřevěných částic (dřevěných třísek, hoblin, pilin, lamel apod.) nebo jiných celulósových částic (lněné a konopné pazdeří) s přídavkem lepidla vyrobený lisováním za tepla.
Deska OSB- z plochých orientovaných třísek	Vícevrstevná deska z dřevěných třísek a lepidla. Třísky mají přesně stanovený tvar a tloušťku. Ve vnějších vrstvách jsou orientovány rovnoběžně s délkou nebo šířkou desky a lamely ve vnitřní vrstvě jsou orientovány zpravidla v kolmém směru ke třískám vnější vrstvy.
Deska pojená cementem	Deskový materiál vyráběný lisováním dřevěných nebo jiných rostlinných částic pojených hydraulickým cementem, který může obsahovat různé přísady.
(Dřevo) vláknitá deska	Deskový materiál vyrobený z lignocelulósových vláken použitím ohřevu a/ nebo tlaku. Soudržnosti je dosaženo zplstnatěním vláken a jejich přirozenou lepivostí, a také syntetickou pryskyřicí přidávanou na vlákna.
MDF (Medium Density Fiberboard)	Vláknité desky se střední hustotou (často nazývány středně tvrdé vláknité desky). Vyznačují se stejnorodou strukturou slisovaných vláken v celém svém průřezu. Jsou převážně jednovrstvé, ale mohou být i vícevrstvé. Do této skupiny se obvykle zařazují desky s hustotou od 350 do 850 kg. m ⁻³ .
WPC (Wood Plastic Composite)	Kompozitní materiály vyráběné ze dřeva (dřevních vláken) a polymeru. Optimální poměr dřeva a polymeru bývá kolem 2/3 dřeva a 1/3 polymeru - nejčastěji se používá vysokotlaký polyetylen nebo polypropylen.



Obrázek 3- Materiály na bázi dřeva [27]

- zleva: spárovka, překližka, deska z orientovaných plochých třísek (OSB), dřevotřísková deska, izolační (měkká) vláknitá deska, vláknitá deska se střední hustotou (MDF), dřevo- plastová deska (WPC), sendvičový panel

4.5.3 Poruchy a ochrana dřeva

Dřevo poškozují a znehodnocují jak biologické, tak chemickofyzikální vlivy. Mezi biologické činitele patří dřevokazný hmyz, dřevokazné houby, dřevozbarvující houby a plísně. Chemickofyzikálním vlivem je teplo, zvětrávání, chemikálie, mechanické síly aj.

Nejúčinnějším způsobem k ochraně dřeva je tzv. projekčně- konstrukční ochrana. Spočívá v zamezení kontaktu konstrukce se zemní vlhkostí, minimalizování vlivu odstříkující vody, omezení působené srážkové vody, vyloučení kondenzace vody v konstrukci a zajištění dostatečného větrání budovy.

Exteriérové konstrukce ze dřeva se ochraňují chemicky. [7]

4.6 KÁMEN

Stejně tak jako dřevo bychom mohli kámen označit i jako materiál „klasický“. Od jeho používání se ale upustilo, nevyužívá se tak, jak by mohl. Proto jej řadím mezi přírodní alternativní materiály.

Kámen je trvanlivým a pevným stavebním materiálem. Je přírodní, nenahraditelnou surovinou. Je odolný proti mrazu a otěru, je barevně stálý a dekorativní. V neposlední řadě je jeho pozitivní vlastností příznivé působení na lidskou psychiku. Dá se opracovávat do různých tvarů. Způsobů opracování kamenů je mnoho. Například bosírování, špicování, rýhování, permlování, řezání broušení a leštění. Mírou opracováním vzniká mnoho druhů kamene. Například lomový kámen, kamenivo, dlažební kostky, krajníky, obrubníky, kopáky, haklíky, kvádry a klenáky, kamenné krycí desky, kamenné soklové desky a další.



Obrázek 4- Lomový kámen [28]



Obrázek 5- Kopák [29]



Obrázek 6- Klenák [30]



Obrázek 7- Haklík [31]

4.6.1 Technologie těžby a opracování kamene

Dobývání kamene se mění krajinný ráz a mizí i celé kopce. Požadavkem ekologického hodnocení budov je, aby kámen na stavbu nebyl dovážen z větší vzdálenosti než 800 km.

V současnosti se kámen těží převážně v kamenolomech. Hlubinným způsobem se na našem území těží pouze břidlice. Při těžbě bloků musí být zvolená vhodná těžební technologie. V materiálu nesmí vznikat trhliny, proto se nepoužívá při těžbě trhavin. Používá se daleko šetrnější způsob. Shora se do kamene vyvrtají otvory, do kterých se nalije kaše na bázi rozpínavého cementu. Cement po ztuhnutí zvětší svůj objem a oddělí blok kamene od stěny. Dalším způsob šetrného oddělení bloků je řezání lanovou pilou nebo vodním paprskem. Blok se pod odtržení odsune od stěny lanem nebo nafukovacím vzduchovým polštářem. Poté se jeřábem přesune na plato lomu a je odvezen k dalšímu zpracování.

Stěna kamenolomu se může odtěžovat buď v jednom řezu, nebo se vytvoří několik řezů v různých výškách. [12]

4.6.2 Recyklace

Kámen lze opakovaně použít na stavbě nebo se využije jako kamenivo.

4.6.3 Poruchy a ochrana kamenných konstrukcí

Trvanlivost staveb závisí na druhu použitého kamene a také na kvalitě provedení stavby. Na poškození kamene má vliv například špatné osazení kamene do konstrukce, chybně provedená hydroizolace, aplikace nesprávných nátěrů, působení vegetace a další. Dále na kámen působí i atmosférické vlivy jako například mráz a slané deště. Největším problémem je znečištěné ovzduší.

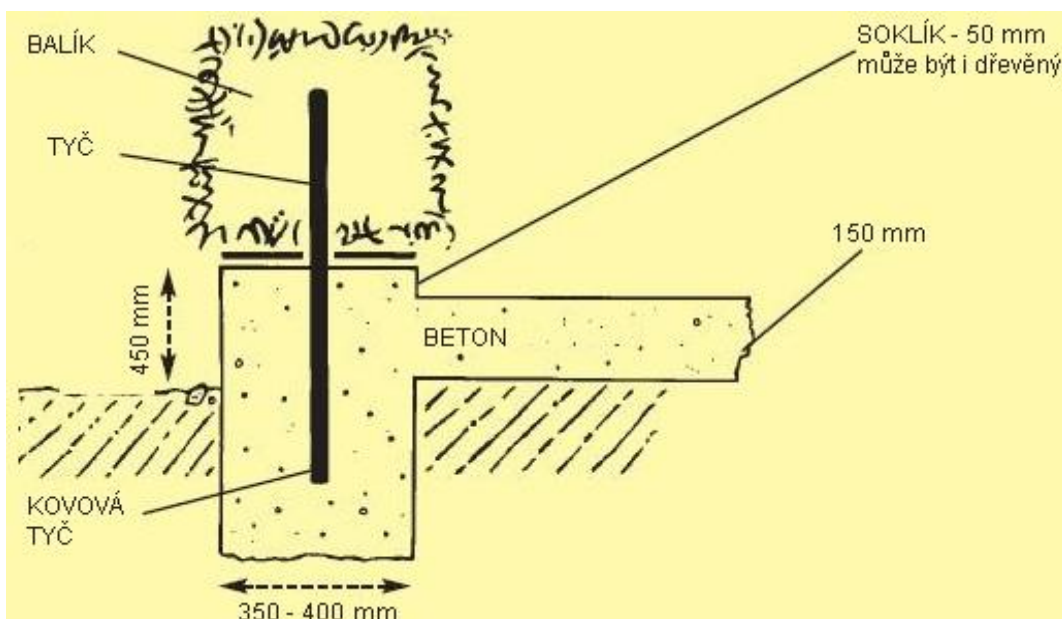
Použitím vhodné impregnace, která dovolí kamenům dýchat, je možné kameny chránit.

5 PŘÍRODNÍ MATERIÁLY A JEJICH VYUŽITÍ VE STAVEBNICTVÍ

5.1 SLÁMA

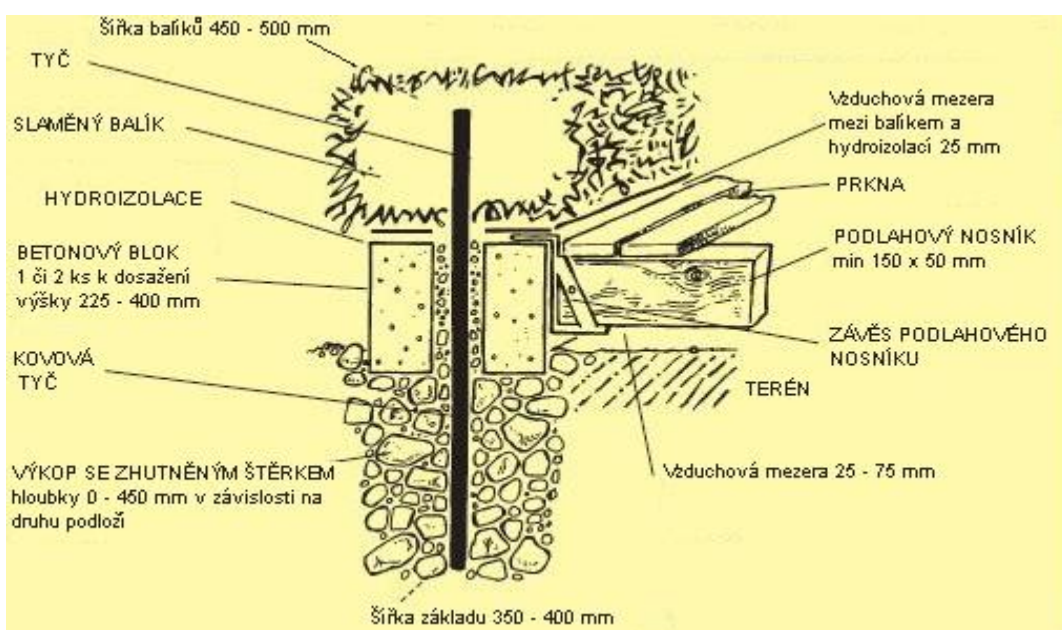
5.1.1 Založení stavby

Při zakládání slaměné stavby můžeme využít například betonové základy (obrázek 8). Na betonové tvárnice se uloží hydroizolace a dřevěný rošt, který by měl řešit problém s vlhkostí na styku slámy a betonu. Zakládání na betonovém podkladu je velmi rozšířené, avšak zatěžuje životní prostředí velkým množstvím použitého cementu, který je energeticky náročný na výrobu.



Obrázek 8- Betonový základ [32]

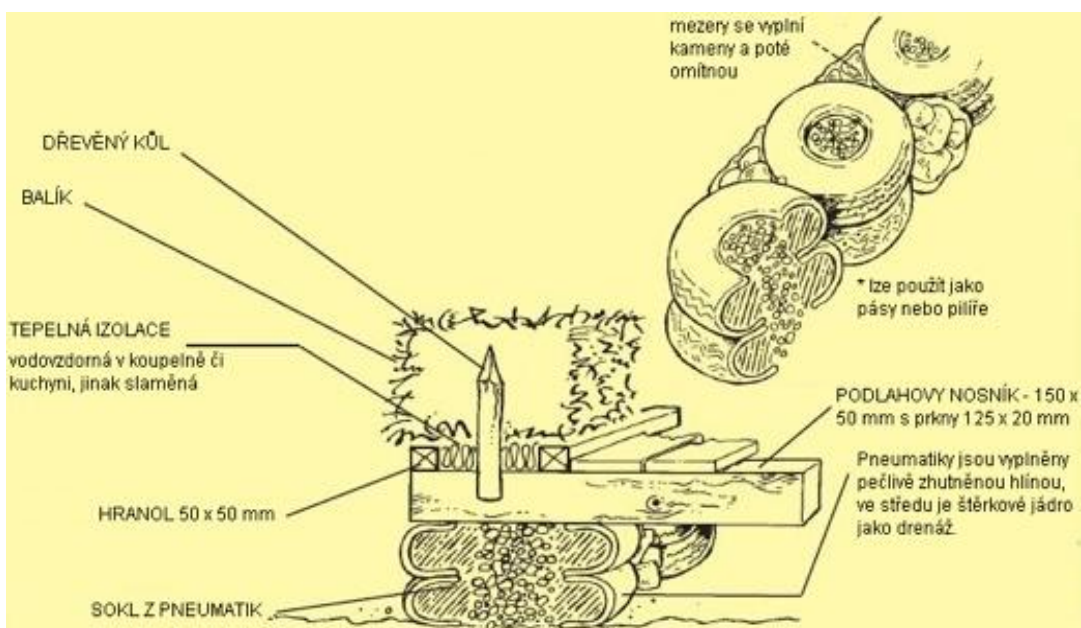
Provedení základu vyzděného z bloků je vidět na obrázku 9. Tento způsob je relativně levný a rychlý. Dá se při něm využít i recyklovaných bloků. Problém může způsobovat beton, jelikož umožňuje vztlínání vlhkosti. A nevýhodou může být i neestetický vzhled takového základu.[21]



Obrázek 9- Základ vyzděný z bloků [32]

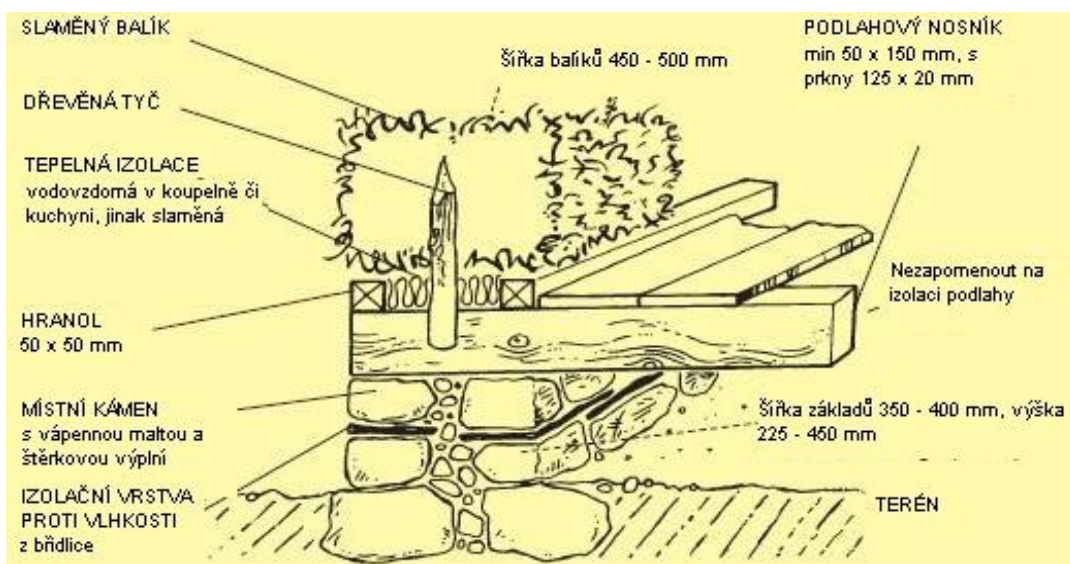
Pro založení menších, dočasných staveb se dají použít i staré, štěrkem vysypané, pneumatiky (obrázek 10). Na takovýto základ se uloží dřevěná konstrukce a na slaměné balíky pro vytvoření tepelné izolace podlahy. Jako roznášecí vrstva může být použita hliněná mazanina nebo i

desky OSB. Na roznášecí vrstvu už může přijít vrstva nášlapná. Stěnu budou tvořit balíky fixované napíchnutím na kolíky.



Obrázek 10- Zakládání na starých pneumatikách [32]

Použit se dá i kamenný základ. (obrázek 11). Takové řešení používá výhradně přírodní, recyklovatelné materiály. Kamenné základy může zhotovit snadno téměř kdokoliv i bez předchozích zkušeností a výsledek bude estetický. Nevýhodou může být delší trvání, cena kamene a pak také cena za práci s kamenem, pokud ji provádí firma. Výška podezdívky musí být alespoň 250 mm. Je-li podloží dostatečně únosné, není třeba ani provádět výkopy. Mohou být zhotoveny pouze mělké, drenážní rýhy. [19]



Obrázek 11- Kamenný základ [32]

Pro založení na svahu je vhodné použít založení na pilířích. Ty mohou být dřevěné, betonové nebo vyzděné z cihel. Tento způsob se snadno vyrovná s nerovnostmi terénu. Založení na pilířích je levné a životní prostředí zatěžuje minimálně.

Při dimenzování základů už musí být znám rozměr balíků, které budou použity. Není vhodné, aby základy předstupovaly před konstrukci ze slámy. Na těchto plochách by se mohla shromažďovat nežádoucí voda, která by mohla balíky poškodit. Naopak je lepší, když základ nebo jeho tepelně izolační vrstva ustupuje cca 50 mm za slaměnou konstrukci. [2]

5.1.2 Konstrukční systém slaměných stěn

Stěna z balíků slámy může být postavena buď jako nosná, nebo nenosná s použitím skeletové konstrukce. Popřípadě může být vytvořen i kombinovaný systém.

Nosné balíky

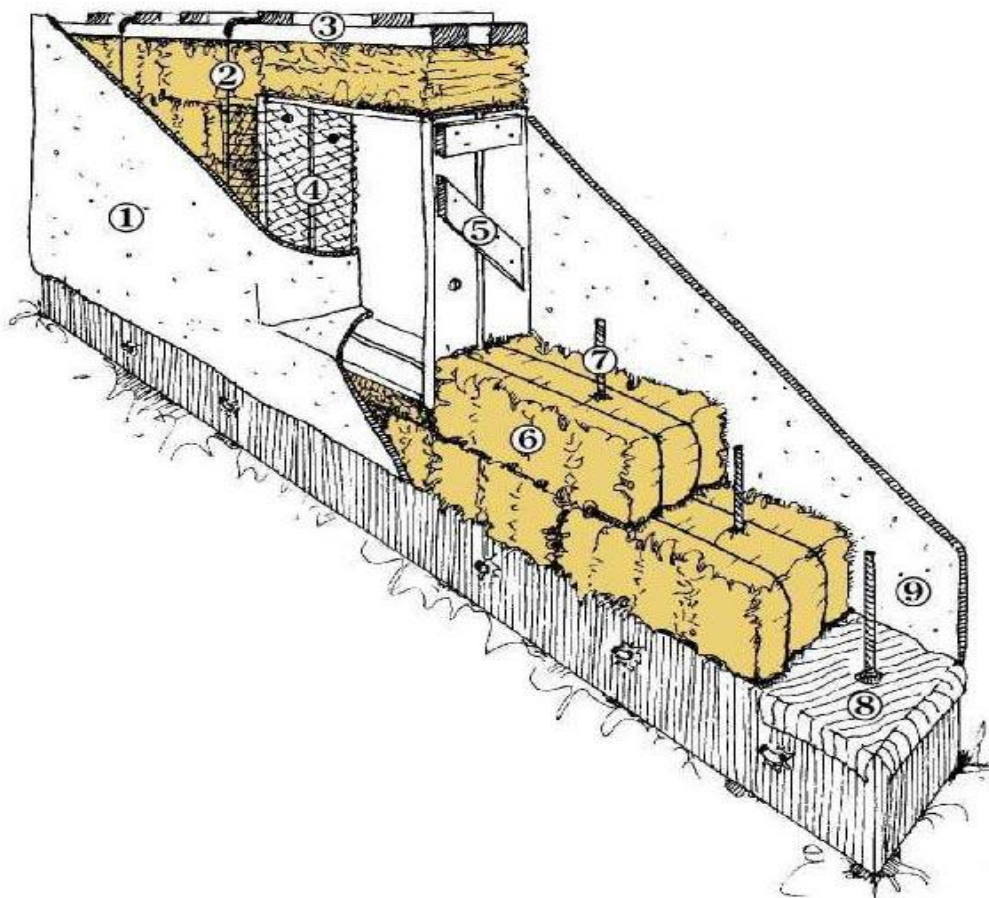
Obvykle se tvrdí, že nosné konstrukce jsou vhodnější pro méně patrové domy, kde nejsou tak velké požadavky na únosnost, ale jsou i případy, kdy je systémem nosné slámy postaven i více patrový dům, například 4 patrový hotel pocházející od švýcarského architekta Wenera Schmidta. Dají se postavit velmi rychle, a také za nízké stavební náklady. Tady je důležité, víc než u staveb vytvářených jiným způsobem, aby byly balíky dobře slisovány a aby byla stěna předpjatá.

Slaměné balíky se kladou na vazbu. Jako první se kladou nejkvalitnější balíky, protože ve spodní části stěny bude materiál nejsilněji namáhán. Po výšce stěny jsou balíky napíchány na tyče ze dřeva s hrotem (může být použit bambus, líska). V některých stavbách jsou použity ocelové tyče, ale tato volba zhoršuje izolační schopnost pláště.

Stěny se v horní části zafixují ztužujícím věncem, který musí být spojen pomocí tažných prvků se základy. Tyto upínací pásy se po dobu stavby přitahují a zajišťují tak dostatečné stlačení. Po dokončení jimi bude zajištěna stabilizace hmoty.

Pomocí dřevěných kolíků se do slaměných balíků osazují i rámy na dveře a okna. Plocha stěny musí být větší než 50% plochy otvorů.

Na obrázku 12 je vidět konstrukce stěny s použitím slámy jako nosného materiálu.



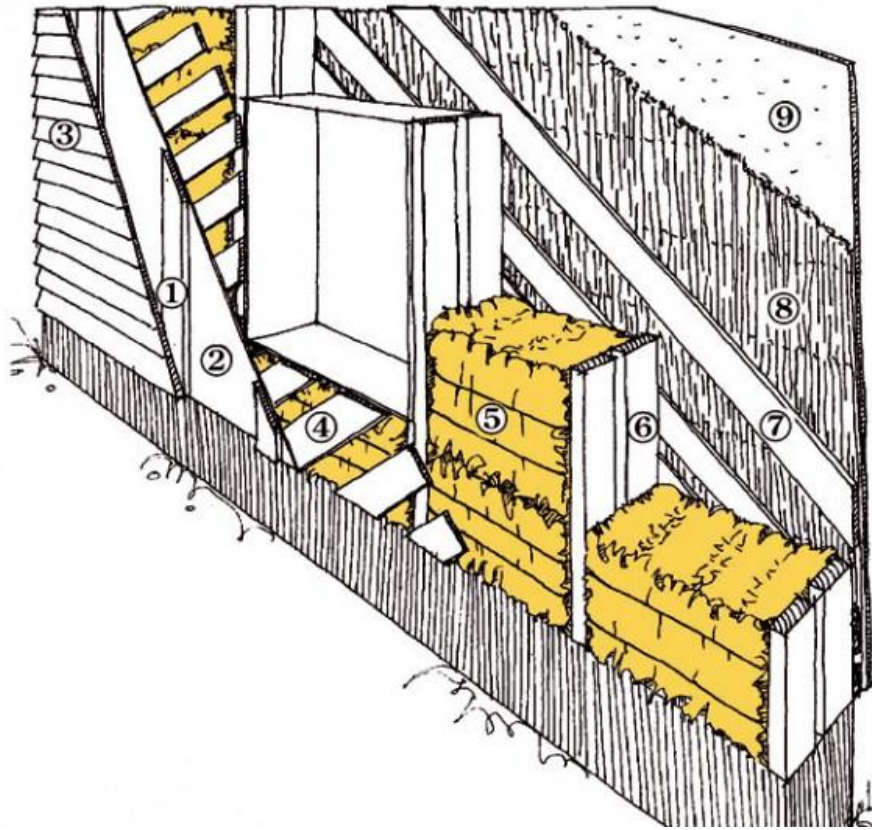
Obrázek 12- Stěna z nosné slámy [33]

1 -vnitřní jílová omítka, 2- napínací drát nebo lanko, 3- fošnový věnec, 4- rabicové pletivo, 5- prkenné okenní ostění, 6- slaměné balíky 133 kg. m⁻³, 7- táhla z armatury, 8- hydroizolace, 9- venkovní difuzně otevřená vápenná omítka

Nenosné balíky

U skeletové konstrukce je nejprve vytvořen skelet ze dřeva, železobetonu nebo oceli. Je možné vybudovat na skeletu střechu a slámu pak po dobu stavby skladovat uvnitř budovy. Vzdálenost stojin má být o cca 50 mm menší než délka balíku. Sláma je přidána jako tepelná izolace, buď mezi stojiny nebo jako průběžná plocha před/ za skeletovou konstrukci. Pokud je slaměná stěna postavena zcela před nosnou konstrukci, nebudou vznikat tepelné mosty. Stěnovou konstrukci netřeba zavětrovat, tuhost zajišťuje slaměná výplň. V exteriéru se na povrch použije hliněná omítka a z vnější strany se používá dřevěný obklad s provětrávanou mezerou.

Rámy na okna a dveře se připevňují k nosným prvkům. Mohou být vyrobeny např. z desek OSB tlustých alespoň 24 mm.



Obrázek 13- Stěna s použitím slámy jako výplňového materiálu [33]

1- latě, 2- závětrná papírová fólie, 3- venkovní obklad, 4- deskový záklop, 5- slaměné balíky 90 kg. m^{-3} , 6- nosná kostra, 7- deskový záklop větrající v protisměru, 8- rákosová rohož, 9- vnitřní omítka

Nosné panely z lisované slámy

Výroba nosných panelů probíhá za vysoké teploty a tlaku. Tyto tuhé desky jsou tvořeny ze 3 vrstev. Vnitřní a vnější vrstva mají tloušťku 40 mm a jsou silně slisovány. Mezi nimi je vrstva méně slisované slámy. Stěnové dílce mohou mít tloušťku 250 mm a střešní dílce 280 mm.

Panely nesmí být vystaveny vlivu povětrnosti. Nejlepší možností je vytvoření větrané mezery a předsazené desky. [2]

V České republice se tyto panely zatím téměř nepoužívají. Dostupné nejsou ani základní informace ohledně použití na stavbách.

5.1.3 Lehké slaměné příčky a vnitřní stěny

Na vybudování slaměných příček poslouží sloupky, ke kterým se z obou stran přiloží prkna. Do nich se ukládá sláma namočená do hliněného roztoku a průběžně se udusává. Prkna, tvořící bednění se postupně zvedají, aby vytvořily oporu přidávaným vrstvám slámy.

Většinou se vytvářejí příčky 120 mm tlusté. Tyto stěny ale vysychají přibližně 2-3 měsíce, a proto se nehodí na odvodové konstrukce. Neprůzvučnost příček je 52 dB.

Další možností lehkých příček je lehká fošnová konstrukce. U těchto se vkládají přímo slaměné balíky mezi nosné prvky. Na tyto prvky se přibíjí diagonálně dřevěné latě, přiloží se rákos

nebo juta, sloužící jako nosič omítky a na závěr se stěna omítne vápennou nebo hliněnou maltou. U této stěny postačí tloušťka 150 mm, pokud nepožadujeme žádné tepelné nebo akustické vlastnosti.

Příčku lze vybudovat i bez použití nosné konstrukce, ale zde je důležitá dostatečná objemová hmotnost slámy, a to více než $\rho = 120 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Nenosné panely - Ekopanely

Při výrobě ekopanelů se nejprve z balíků odstraní vázací popruhy a řezací zařízení je připraví na požadovanou délku 200 až 300 mm. Takto připravený materiál se v lise zahřeje na velkou teplotu, při které se zničí škůdci a choroby a stlačí se vysokým tlakem. Toto se nalepuje dvousložkovým lepidlem na recyklovanou lepenku. Vzniká tak nekončící pás panelu, se šířkou 800 nebo 1200 mm a tloušťku 60 mm. Pás se nařeže na délky podle potřeby zákazníka.

Odpady vznikající při výrobě jsou velmi malé. Zpracuje se 98% z dodaného materiálu. Dají se využít jako opláštění obvodových stěn dřevěných konstrukcí nebo půdních vestaveb, či k vybudování příček.

Ekopanely se k dřevěné nosné konstrukci připevňují vruty a jejich spáry se vyplní polyuretanovou pěnou. Začistí se, na styk desek se nanese lepidlo a do něj se zatlačí perlinka. Poté se stěna napenetruje. Na takto připravenou vrstvu se přikládá tepelně izolační materiál. Jako takové jsou vhodné vláknité materiály, které zajistí difuzní otevřenost povrchu. Na závěr se izolace přiklopí panelem i z druhé strany. Pokud chceme dosáhnout velmi dobrých tepelně izolačních vlastností, přidáme třetí ekopanel. Poté můžeme začít montovat rozvody izolací.

Při budování příček z ekopanelů, se začíná kotvením k sousední stěně stěnovými sponami. Začistění a slepení se provádí polyuretanovou pěnou. Pro spojení s druhým ekopanelem se použije znovu spona. Obě desky se sešroubují a je hotovo. I zde platí, že pokud jsou požadovány lepší vlastnosti příčky, je možné počet panelů zdvojnásobit.

Panely lze libovolně upravovat kotoučovou pilou nebo přímočarou pilou. Jen je potřeba zalepit páskou řezné hrany. Pro elektrické krabice se kotoučovou pilou vytvoří otvor a pro kabely drážky. Instalace lze vést v prostoru mezi dvěma panely. Potrubí na studenou vodu se opatří tepelnou izolací, aby se zabránilo kondenzaci vodních par.

Ekopanely bez penetrace nelze použít v nevětraných místnostech a v místech s trvalou vlhkostí.

Vývoj ekopanelů postupuje dopředu a snahou o vylepšení je například změna styku na péro a drážku nebo polodrážku.

5.1.4 Slaměné podlahy, stropy

Slaměné podlahy nesmí být v kontaktu se zeminou. Ideální je vytvořit konstrukci s větranou vzduchovou mezerou. Aby nedocházelo ke kondenzaci par, je dobré použít materiál s vysokým difuzním odporem, a to co nejbližší vnitřnímu prostoru. Skladba slaměné podlahy, uložená na dřevěných prknech může být následující: Dřevěná nosná konstrukce, dřevěný záklop – prkna 50 mm, karton, rákosová rohož 50 mm, slaměný balík 350 mm s objemovou hmotností $\rho = 110 - 120 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, karton, volně rozprostřená drť frakce 2/4 a 4/8 50 mm, hliněná mazanina 30 mm, nepálené cihly 65 mm.

Pokud vytváříme ze slámy stropní konstrukci, můžeme použít skladbu: stropní trámy, OSB deska 18 mm, butylkaučukové těsnění, balíky 350 mm, vrstva buničiny, hliněná mazanina 50 mm, dřevěná podlaha.

5.1.5 Slaměné střechy

Tepelná izolace plochých střech

Podkladní vrstvou plochých střech mohou být OSB desky s vysokým difuzním odporem. Spáry mezi deskami se zalepí vzduchotěsnou a parotěsnou páskou. Střechy se slaměnou izolací se často provádějí jako dvouplášťové, se vzduchovou mezerou. Díky tomuto opatření nevznikají pozdější komplikace, které by mohly střechu poškodit.

Na OSB desky se již kladou slaměné balíky. Je vhodné ukládat balíky velmi těsně vedle sebe a po jejich uložení přestříhnout vázací provázek. Tímto se sláma rovnoměrně rozloží na celou plochu, avšak dojde ke snížení objemové hmotnosti a zvýšení tepelné vodivosti, s čímž je nutné počítat. Tloušťka slaměné vrstvy by měla být nejméně 400 mm. U již realizovaných střech byla použita i dvojnásobná tloušťka slaměné izolace. U dvouplášťových střech je nutné zabránit přístup chladného vzduchu do konstrukce. Tomuto požadavku odpovídají méně prodyšné materiály, ale stále difuzně otevřené. Je možné slámu polévat hliněnou břečkou, která na povrchu slámy vytvoří vrstvičku bránící prostupu vzduchu. Další možností je použití kontaktních difuzních folií.

Existuje i řešení ploché střechy bez použití OSB desek a parotěsných zábran. Dřevěné prkna se potrou řídkým hliněným roztokem, rozprostře se jutová tkanina a na ni se přidá 50 až 100 mm vrstva hliněné mazaniny. Na takto upravenou plochu se pokládají rákosové rohože a až na ně se pokládají slaměné balíky. Hliněná mazanina ve skladbě střechy bude pohlcovat vodní páru unikající z prostoru pod střechou a zamezí jejímu pronikání do balíků.

Tepelná izolace šikmých střech

V České republice zatím bohužel nevzniklo mnoho šikmých střech, ale i tato varianta je možná. Například ve Švýcarsku vznikl pod vedením architekta Wenera Schmidta čtyřpatrový dům z nosné slámy se šikmou, slaměnou střechou. Podle popisu Josefa Chybíka byla konstrukce této střechy vytvořena nárožními nosníky, které vynesly dřevěné velkoplošné do kříže slepované desky KLH. Ve stycích se z vnější strany přelepily vzduchotěsnou páskou a před vrcholem byla konstrukce ukončena. Vznikl tak komolý jehlan. Příkrý střešní sklon byl v tloušťce 800 mm tepelně izolován velkorozměrovými slaměnými balíky. Na střešní krytinu byl použit štípaný šindel. [2]

5.1.6 Sláma jako střešní krytina

Vázaná sláma

Rohože, vytvářené z vázané slámy, mají tloušťku 50 mm a používaly se jako tepelná izolace stropů a stěn. Jako střešní krytina se vázaná sláma používala v krajích s nižším podílem srážek. V Česku se jako střešní krytina nepoužívala téměř vůbec

Došky

Nejkvalitnější sláma na výrobu došků je sláma žitná. Tedy pokud je dlouhá, dozralá a zdravá. Žitná sláma je tvrdší než sláma jiných obilovin, nejlépe odolává vlhkosti a po dešti snadno vysychá. Je možno použít také slámu z pšenice, ale byly zaznamenány případy, že se v pšeničné slámě usídlily myši.

Došky se připevňují ke střešním latím. Na připevnění se používají buď povřísla, což jsou svazky vytvořené z dlouhé slámy nebo vrbové proutí. Staré doškové střechy, které byly průběžně udržovány, fungují padesát i více let. Nejspíše je to tím, že v době výroby těchto střech se sláma

vysévala hustěji a byla hnojena chlévskou mrvou. Chemická hnojiva, používaná v současnosti nedovolují slámě, aby dosáhla tak dobré pevnosti a viskozity.

Došky mohou utvářet tzv. „česanou plochu“ nebo mohou být pokládány odstupňovaně. Hladká „česaná“ střecha se vytváří tak, že se sláma váže k latím silnějšími konci stébel. Tato střecha se více používá v jižních oblastech, kde je menší výskyt srážek. V chladnějších, podhorských a horských oblastech se sláma na latě upevňuje slabšími částmi stébel a vytváří odstupňovanou vrstvu. Došky upevněné tímto způsobem zajišťují delší trvanlivost střechy. Na hřeben střechy se klade buď sláma namočená do hlíny, tzv. „kalenec“ nebo šindel.

Půdní prostor musí být dobře odvětráván, aby nedocházelo ke kondenzaci vodní páry.

5.1.7 Instalace v konstrukcích ze slámy

Elektrické kabely vedoucí ve slámě musí mít dvojitě krytí. Tím se vyloučí možnost vzplanutí jejich přehřátím. Tyto kabely můžeme instalovat přímo do drážky ve slámě a překrýt omítkou.

Ovšem vedení vodovodního potrubí slámou se nedoporučuje. V případě, že by na potrubí vznikla porucha, mohla by napáchat velké škody. Rovněž na povrchu studeného potrubí kondenzuje nežádoucí voda. Pokud neexistuje jiné řešení, pak musí být alespoň průchod slámou omezen na minimum a potrubí musí být opatřeno plastovou trubkou. Spojování kovových potrubí je vyloučeno.

Pro osazování vypínačů, zásuvek, poliček a dalšího zařízení domácnosti, se používají dřevěné klíny, které se upevňují do slaměných stěn ještě před tím, než se začne omítat. Ale i tady existuje možnost klíny osadit dodatečně, ovšem za cenu větší pracnosti. Pokud jsou v konstrukci budovy použity dřevěné nosné prvky, je možné upevňovat zavěšené předměty přímo k nosné konstrukci.

Koupelny je nejlépe od slámy úplně oddělit. Buďto tím, že je umístíme v části dispozice, kde se slámou nepracujeme nebo dostatečnou hydroizolací.

5.1.8 Sláma jako tepelná izolace masivních stěn

Ke stávajícímu masivnímu obvodovému plášti je možno použít slámu jako dodatečnou tepelnou izolaci. Její vlastnosti se plně vyrovnají průmyslově vyráběným materiálům. Pokud nemáme vytvořený širší základ, může být uložení izolace u soklu problematické. V tomto případě by bylo potřeba vytvořit konzolovou vyloženou konstrukci a připevnit ji ke stěně.

Balíky musíme ke stěně ukotvit vždy. Povrchová úprava takové izolace může být buď dřevěná se větranou vzduchovou dutinou, nebo ji může tvořit vápenná, popřípadě hliněná omítka.

Při dodatečné izolaci slaměnými balíky je třeba počítat s tím, že se nám prohloubí prostor ostění, a v důsledku toho můžeme mít méně denního světla. Rovněž je potřeba krýt slaměnou izolaci předloženou konstrukcí střechy.

5.1.9 Omítky použitelné na slaměnou konstrukci

Povrch slaměných stěn nesmí být parotěsně uzavřen a musí být opatřen difuzně prostupnou vrstvou. Těmto požadavkům odpovídají vápenné a hliněné omítky, spolu s vápenným nátěrem nebo jiným difuzně propustným materiálem. Zvláště hliněné nebo i vápenné omítky jsou dobrým

regulátorem vlhkosti pro interiér, pohlcují škodlivé plyny a zajišťují vhodné elektroiontové a elektromagnetické mikroklima.

Příznivou vlastností omítnutých slaměných stěn je to, že vytvářejí tepelnou pohodu. V létě se tak snadno neprohřejí a udržují ve vnitřním prostoru příjemnou teplotu. V zimě, za nižších teplot, akumulují na delší dobu teplo z otopných soustav. Tato vlastnost umožňuje výrazné snížení nákladů na vytápění.

Naprosto nevhodnými omítkami jsou omítky vápenocementové nebo cementové. Cementová omítka má výhodu v tom, že je pro vodu téměř nepropustná. Ale pokud se použije na pružné slaměné vrstvě, mohou na ní vzniknout trhlinky, kterými voda pronikne až ke slámě a může ji zničit.

Hliněné omítky jsou nejvhodnější do interiéru, ale pokud má střecha přesah alespoň 600 mm je možné ji použít i na exteriér. Ovšem vápenná omítka je trvanlivější a více se hodí do venkovního prostředí.

Vápenné omítky

Mohou být ze směsi hašeného vápna, písku a vody. Čím delší dobu zrál použité hašené vápno, tím lepší kvalitu bude omítka mít.

Nejdříve je nutné rozpojit hrudky v písku a teprve poté se smíchá s takovým množstvím vápenné kaše, aby došlo k zaplnění prostoru mezi zrny písku. Hrubá omítka má mít 1 díl vápna a 2 díly písku. Další vrstva omítky by měla obsahovat kravské nebo kozí chlupy, popřípadě vlákna ze slámy nebo kokosu. Vlákna zvyšují pevnost omítek v tahu.

Balíky ve stěně se nejprve zarovnají a odstraní se vyčnívající stěbla. Na stěnu můžeme doplnit o nosič omítky, například pletivo. Ale pokud bude mít omítka správnou konzistenci, bude na slámě dobře držet sama o sobě a nosič nebude potřeba použít. Správné vlastnosti vápenné omítky se dají zjistit tak, že po nabrání na zednickou lžici nepadne, ani když s ní otočíme.

Po nanesení první, rychle tuhnoucí, tenké vrstvy je nutné počkat jeden den, na zaschnutí. S nanášením druhé vrstvy můžeme začít, pokud se prst, kterým zatlačíme do omítky, neprotlačí. Omítka se ošetřuje rozprašovačem, který pomáhá jejímu pomalému karbonizování. Toto trvá 2- 7 dnů. V průběhu tuhnutí vznikají v omítce trhlinky, které je nutné průběžně zapravovat. Na tyto opravy nelze použít ocelová hladítka, neboť by mohly vytvořit na povrchu difuzně otevřenou vrstvu.

Na závěr se stěny nalíčí vápenným nátěrem, který zacelí trhlinky a celkově povrch zpevní.

Hliněné omítky

Hliněné omítky jsou blíže popsány v kapitole 5, která je věnována použití hlíny.

Unimalt a Multibat

Unimalt a Multibat představují moderní omítkové systémy, které jsou vhodné pro použití i na slaměnou konstrukci.

Multibat je tvořen z mletého portlandského slínku, minerálních přísad a příměsí, které nahrazují cement nebo vápno. K tomuto pojivu se přidává písek se zrny do 4 mm a voda. Je vhodný na vnější i vnitřní omítky. Má dobrou přídržnost a lehce se aplikuje. Omítky, na které byl použit Multibat nepraskají a jsou více odolné v nízkých teplotách.

Unimalt je tvořen ze semletého křemičitého slínku a dalších přísad, které zpomalují odpařování vody. Také se míchá s pískem a vodou. Má podobné vlastnosti jako Multibat, má dobrou pevnost a odolnost proti mrazu. [2]

5.1.10 Shrnutí: použití slámy

Tabulka 5.1- Shrnutí použití slaměných materiálů ve stavebnictví

POUŽITÍ	VÝROBEK	CHARAKTERISTIKA
PODLAHY	BALÍKY	Balíky uložené na dřevěných prknech, karton, volně ložená frakce kameniva, mazanina, nepálené cihly
OBVODOVÉ ZDI	BALÍKY	Nosné- rychlá konstrukce ztužená věncem
		S lehkým dřevěným skeletem- fošny a balíky
		S těžkým skeletem- nosná část- dřevo, ocel, beton. Sláma je tepelnou izolací
	LISOVANÁ SLÁMA	Obvodová konstrukce z nosných panelů
	VÁZANÁ SLÁMA	Rohože z vázané slámy- tepelná izolace stěn
OBVODOVÝ PLÁŠŤ	LISOVNÁ SLÁMA	Opláštění nosné konstrukce pomocí nenosných ekopanelů
PŘÍČKY	BALÍKY	Lehká fošnová konstrukce- svislá nosná konstrukce, mezi ní balíky
		Sloupky s prkny po obou stranách, do nich se dusá hlína
		Příčka ze slámy bez dřevěné konstrukce. Balíky $\rho \geq 120 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
	EKOPANELY	Nenosné příčky z nenosných panelů
STROPY	BALÍKY	Stropní trámy, OSB deska, butylkaučukové těsnění, balíky tl. 350 mm, buničina, roznášecí vrstva
	VÁZANÁ SLÁMA	Rohože z vázané slámy- tepelná izolace stropů
STŘEŠNÍ KONSTRUKCE	BALÍKY	Tepelná izolace plochých střech
		Tepelná izolace šikmých střech
STŘEŠNÍ KRYTINA	DOŠKY	Došky připevněné ke střešním latím
	VÁZANÁ SLÁMA	Střešní krytina v jižních oblastech
TEPELNÁ IZOLACE MASIVNÍCH ZDÍ	BALÍKY	Dodatečná tepelná izolace

5.2 HLÍNA

Nejvíce se nepálená hlína používá na výrobu cihel. Pro tyto cihly existuje spousta regionálních názvů, například vepřovice, vepřoch, trupla, kořár a další. Cihly z nepáleného materiálu měly využití především v místech, kde nehrozily povodně, a kde měli dostatek suché hlíny z podloží. Pro výrobu cihel se používala v každém kraji jiná, dostupná surovina. Směs může být stejná, jako se používá na hrubé omítky, musí ovšem obsahovat méně vody, a tím pádem být

tužší. Podle krajových zvyklostí se přidávaly příměsi, jako například sláma, prasečí štětiny, kamenná drť a další. Směs se dobře prošlapala a prohnětla a teprve poté se dusala do dřevěných forem.

Dva dny po vyjmutí cihly z formy, se výrobky přemístily do místnosti, kde se sušily. Pravidelně se obracely, aby došlo k rovnoměrnému vysušení.

Nepálené cihly se používaly jak na nosné, tak nenosné zdi. Mnohdy nebyly použity ani základy. Cihly se kladly přímo na kameny. [2]

5.2.1 Obvodové konstrukce

Nepálené kusové stavivo

V České republice je mnoho výrobců, zabývajících se výrobou cihel z nepálené hlíny. Cihly, které se vyrábějí, mohou být buďto stabilizované, s přídavkem cementu nebo cihly pouze z hlíny.

Při výrobě cihel se nejprve rozpojí hlína v drtiči a poté se proseje na potřebné frakce. Tyto frakce pásový dopravník přepraví do dávkovacího a míchacího zařízení. Přidá se i potřebné množství vody a následně se pod tlakem vylisuje konečná cihla. Následuje už jen sušení a doprava na místo stavby.

Hlína dusaná do bednění

Existuje celá řada názvů pro tuto úpravu hlíny. Uvedu jen pár, a to například pěchovanica, nabíjenica, tlučenice a další. U nás můžeme vidět příklady dusané hlíny použité při stavbě například na Hané a Slovácku.

Před samotným dusáním se hlína musí prosít a rozmělnit a nechá se lehce zavlhnout. Takováto směs se dusá po 100 až 150 mm do dřevěného bednění. Hlína se dá dusat buď ručními, nebo pneumatickými pěchy. Zvláště dobře musí být stěna udusána u povrchu, což pomůže zvýšit odolnost před klimatickými změnami. Obvodové stěny z dusané hlíny se opatřují tepelně izolační vrstvou, například konopnou.



Obrázek 15- Použití dusané hlíny [34]



Obrázek 14- Použití dusané hlíny [34]

Dříve se na dusané vrstvy používaly omítky, ale v dnešní době lidé doceňují i vizuální stránku tohoto materiálu a stěny tak nechávají v interiéru odkryté. Pro dosažení ještě většího efektu, je možno kombinovat barevné vrstvy hlíny.

5.2.2 Příčky

Příčky se vyzdívají stejným způsobem jako nosné konstrukce z nepálené hlíny. Mohou být vyrobeny z například z jemné hlíny a jílu.

Výrobky z jemné hlíny a jílu

Nejstarším přírodním materiálem je právě jemná hlína. Zpevněním jílu vzniká jílovec, ze kterého překrytím vzniká jílovitá břidlice. Z jemné hlíny se vyrábí cihly, střešní krytiny a další žáruvzdorné materiály. Tyto výrobky jsou pevné, kvalitní a odolné proti vnějším vlivům. Dokážou na sebe vázat vlhkost a po změně podmínek ji zase uvolnit jako vodní páru.

▪ Vzduchem sušené cihly

Jemná hlína se smíchá s pilinami a z této směsi se vyrábí vzduchem sušené cihly. Nejsou vhodné na stavbu odvodových nosných stěn a nemohou být vystaveny venkovnímu prostředí. Staví se z nich příčky či vyzdívky skeletu nebo hrázděných konstrukcí.

Stěny z cihel jsou většinou opatřené pérem a drážkou, pro jejich zdění se používá hliněná malta. Omítky se také používají hliněné. Pokud je potřeba dosáhnout lepších izolačních schopností, mohou se cihly obložit konopnou izolací. V případě potřeby lze cihly i zkracovat na požadovanou délku řezáním přímo na staveništi.

▪ Hliněné stavební desky

Směs na výrobu hliněných stavebních desek se skládá z jemné hlíny, jílu a pilin. Jsou vhodné na výstavbu lehkých příček, obložení dřevěných sloupkových konstrukcí nebo jako nosné prvky pro stěnové topení, pro výstavbu podkroví, popřípadě k opláštění stropů. Mají dobré tepelně akumulaci vlastnosti. K dřevěným nebo ocelovým nosným konstrukcím se připojují samořeznými vruty. A montují se bez mezer mezi jednotlivými deskami. Stejně jako cihly z jemné hlíny se mohou zkracovat řezáním a omítají se hliněnou maltou. Nesmí být použity v místnostech s trvalou vlhkostí. [2]

5.2.3 Podlahy – mazaniny

Mazaniny se tvořily ze směsi hlíny, nasekané slámy pro vylehčení a kravského lejna. Kravské lejno obsahuje vlákna, která prošla fermentací a právě fermentované části dodávají směsi větší pevnost a odolnost. Ale její odolnost nebyla tak velká, aby v ní při mechanickém namáhání nezůstávaly stopy. Také byla prašná a musela se kropit. Nejvíce dochované mazaniny můžeme vidět v hospodářských částech domů, v komorách.

Dnes už se mazaniny nepoužívají jako nášlapné vrstvy. Používají se do konstrukcí podlah, stropů nebo střešních.

5.2.4 Malta

Zdící malty jsou tvořeny z hlíny, jílu a písku a jsou rozředěny vodou. Mohou se přidávat i obilné plevy a nařezaná sláma.

V dobách první republiky se hlína mísila s plevami, mechem a nasekanou slámou a touto směsí se těsnily spáry roubených staveb. Pokud se mezery mezi kládami špatně zatěsnily, pronikal dovnitř chlad, hmyz, hlodavci. V některých místech republiky bylo zvykem opatřovat spáry bílou ličkou.

5.2.5 Omítka

Prvním krokem při aplikaci hliněných omítek je postřík řídkým roztokem jílu a vody. Tento postřík penetruje slámu a zpevňuje ji. Zkouškou, jestli postřík na slámě dobře drží, je pokus seškrábat jej nožem.

Pokračováním bude nanesení jádrové, hrubé omítky. Přirozené chování omítky způsobí její popraskání. Tyto trhliny se ale vyplní jemnou omítkou a slámou, dodávající pružnost. Fasádní vrstva může být také namíchána z fermentačního prostředku z kravského lejna. Tato je povětrnostně odolná a pevná. [2]

Z používaných průmyslově vyráběných hliněných omítek uvedu jen několik. Je to například přírodní omítka PICAS, používaná ve vnitřních prostorech, či průmyslově vyráběné omítky CLAYGAR.

Hrubé omítky

Hrubé, jádrové omítky se vyrábějí ve dvou variantách. Mohou být „hrubé“ nebo „hrubé s řezankou“, ty se jinak nazývají – organika.

Směs hrubé omítky, kterou používá stavitel Tom Rijven obsahuje: 1 díl hrubého písku, 5 dílů jemné hlíny, 6 dílů slaměné řezanky, 1 díl pilin ze smrkového dřeva a 0,3 až 0,5 litru fermentačního roztoku. Fermentace je důležitá, neboť omítka pak obsahuje potřebnou celulózu, která ji zpevní. Hrubá omítková směs se na stěny aplikuje obtížně, kvůli své tuhosti a k jejímu promíchání je potřeba silná míchačka.

Omítka se nanáší ve vrstvách tlustých cca 25 mm. Po zavadnutí vrstvy se nanáší další, přičemž celková tloušťka omítky může dosáhnout až 150 mm. Může se nanášet a roztírat holýma rukama, poté se diagonálně stáhne hliníkovou latí a tažení kovového hladítka se zarovná. Na závěr se na omítce vytvoří ozubeným hladítkem rýhy, díky kterým lépe drží jemná omítka.

Pokud není dostatečným přesahem střechy zajištěna ochrana stěny před působením vody, je téměř jisté, že se omítky budou muset často obnovovat. Obnova začíná zbavením staré stěny použitých omítek. Znovu se vyspáruje prostor mezi cihlami a jejich povrch navlhčit. Dalším krokem je už samotné nahazování omítky rukou nebo zednickou lžící. Rohy se většinou zaoblují, ale není problém vytvořit ostré rohy.

Jemné omítky

Finální úpravou stěny je nanesení jemné omítky. Před nanášením jemné omítky se musíme ujistit, že vrstva hrubé omítky je zcela suchá. Na vrstvu jemné hliněné omítky se nanáší difuzně otevřený materiál, jako například vápenné mléko. První nátěr vápenným mlékem, se nazývá pačok. Tento nátěr omítku zpevní a vyztuží. Druhá vrstva je vrstvou podkladní a teprve až třetí vrstva nátěru je finální. Jinou variantou je nátěr kaseinový, do kterého se mohou přidávat pigmenty.

Omazávky, mazanice

Nosná konstrukce domu ze dřeva se dříve často omazávala hliněnou vrstvou, silnou až 150 mm. Omazávky a mazanice byly vytvářeny z hliněnoslaměné kaše. Aby mazanina na dřevěných trámech dobře držela, zatloukaly se do dřeva kolíky, tzv. „ježky“. Jako nosiče omítky sloužily i proutěné výplety

5.2.6 Shrnutí: použití hlíny

Tabulka 3- Použití hliněných stavebních materiálů

POUŽITÍ	VÝROBEK	CHARAKTERISTIKA
PODLAHY	MAZANINY	Hlína s nasekanou slámou a kravským lejmem
OBVODOVÉ KONSTRUKCE	CIHLY Z NEPÁLENÉ HLÍNY	Nosné stabilizované cihly
	VÁLKY	Vodorovně, šikmo nebo do klasové vazby kladené války
	HLÍNA DUSANÁ DO BEDNĚNÍ	Po vrstvách dusaná hlína
MALTY NA ZDĚNÍ	HLINĚNÁ MALTA	Směs hlíny, jílu a vody
PŘÍČKY	CIHLY Z NEPÁLENÉ HLÍNY	Stabilizované/ nestabilizované cihly
	VÝROBKY Z JEMNÉ HLÍNY A JÍLU	Vzduchem sušené cihly Hliněné stavební desky
OPLÁŠTĚNÍ KONSTRUKCÍ	HLINĚNÉ STAVEBNÍ DESKY	Opláštění stropů
		Opláštění dřevěných sloupkových konstrukcí
KLENBY	NEPÁLENÉ CIHLY	Klenby z nepálených cihel
OMÍTKY	HRUBÉ OMÍTKY	Jádrové omítky pro pevnost a stabilitu. „Hrubé“ nebo „hrubé s řezankou“
	JEMNÉ OMÍTKY	Finální úprava
	OMAZÁVKY, MAZANICE	Až 150 mm tlustá vrstva

5.3 KONOPÍ

5.3.1 Základy

Společnost pěstitelů La Chanvriere de l'Aube vyvinula materiál, který může sloužit jako náhražka betonu. Vyrábí se slisováním a zvápněním drti konopných stonků. Je několikanásobně lehčí a pružnější než beton. Odolává přírodním podmínkám a je dobrým tepelným i zvukovým izolantem. Dosahuje stejné pevnosti jako beton. V Evropě se již běžně používá. K dostání je pod názvem Canabiote nebo Isochanvre.

Směs se může lít jako podlaha nebo se dá použít i na zdi. Na bednění se použijí překližky, které se odstraní za několik hodin po zatuhnutí materiálu. Směs nahrazuje cement, cihly, izolaci nebo parozábranu. Přičemž jediná úprava, kterou povrch vyžaduje, je nátěr vápnem.

5.3.2 Obvodové konstrukce

Stěna z konopného pazdeří

Konopné pazdeří s názvem je ze 75 % odpadem z procesu zpracování konopí na vlákno. Pro stavbu stěny se vytvoří materiál smícháním pazdeří a vápna. Takto připravená směs se pomocí hadice dopravuje na místo stavby stěny. Metr před vyústěním hadice se přidává ke směsi voda a směs se nastříká do bednění. Materiál do 2 hodin ztuhne do té míry, že bude možné odstranit bednění. Stěna je pevná, beze spár a k omítání se používá klasická malta.[2]

Vnější stěny s izolacemi z konopí

Konopné izolační materiály mohou být dodány ve formě rohoží, desek nebo plstí. Pokud potřebujeme materiál rozměrově upravit, dá se snadno uříznout pilou nebo i nožem. Pro rovné řezání se používají pravítka nebo latě, Odřezky se dají použít k utěsnění vzniklých spár.

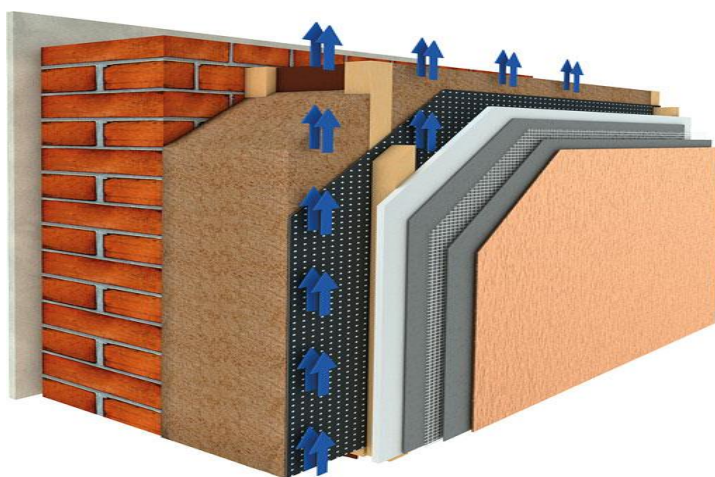
Rohože se upravují na rozměr o cca 20 mm delší, než je vzdálenost nosných prvků, mezi které se vkládají. Takto nevzniknou mezery, které by daly vzniknout tepelným mostům. Je vhodné také použít dvě nebo více vrstev konopné izolace, aby se přeložily spáry.

Jako parotěsnou zábranu je možno použít desku OSB nebo dřevovláknitou desku. Pokud použijeme dřevovláknitou desku a umístíme ji u povrchu větrané vzduchové dutiny, již nemusíme používat difuzní fólii. Dřevovláknitá deska nedovolí proniknout chladnému vzduchu do izolace a ochrání ji před vlhkostí. Skladba takové plochy může vypadat následovně: Sádrokartonová požárně odolná deska, instalační mezera s konopnou tepelnou izolací, deska OSB, konopná tepelná izolace mezi dřevěnými nosnými prvky, dřevovláknitá deska, latě tvořiví větranou vzduchovou mezeru, venkovní dřevěný obklad.

Variantou je také vnější zdivo z cihel. Skladba potom bude: sádrokartonová nebo sádrovláknitá deska, volná instalační mezera, deska OSB, konopná tepelná izolace mezi dřevěnými nosnými prvky, dřevovláknitá deska, konopná tepelná izolace mezi latěmi, difuzní folie orientovaná do vzduchové mezery, lícni zdivo.

Kontaktní způsob použití konopné tepelné izolace je také možný. V tom případě by se zdivo z vnitřní strany pouze omítlo a z venkovní strany se použije tepelná izolace z konopí mezi vodorovnými latěmi, které se připevní na zděnou konstrukci. Poté tepelná izolace z konopí mezi svislými latěmi. Vzdálenosti latí od sebe závisí od vypočítaného součinitele prostupu tepla. Dále se přiloží difuzní folie a obklad například z překládaných dřevěných prken. Mezerami mezi prkny dochází k větrání fasády.

Je možné použít konopnou izolaci i z vnitřní strany zděné konstrukce, ale v takovém případě je nutné, aby došlo k zaizolování i stropních konstrukcí. Stropy by totiž mohly být významně ochlazovány přes neizolovaná místa, která při izolaci zděné konstrukce z vnitřní strany vzniknou.



Obrázek 16- Vrstvy stěny izolované konopnou izolací, s provětrávanou vzduchovou mezerou [35]

Zleva: Vnitřní omítka, zdivo, dřevěný rošt s konopnou izolací, provětrávaná mezera, difuzně propustná pojistná hydroizolace, vnější obklad

5.3.3 Příčky

Jílovo- konopné cihly

Cihly obsahují 75% jílu a 25% konopí. Nejsou vhodné na použití do nosných stěn a jsou vhodnější do interiérů, například pro budování vnitřních příček. Používají se hlavně ke zlepšení tepelně izolačních vlastností zdiva.

Hlíno- konopná malta, vyvinutá speciálně pro tento typ cihel je tvořena z hlíny a lehčiva z konopí.

Příčky s izolacemi z konopí

Konopná izolace může být vkládána mezi sádkartonové, popřípadě sádrovláknité desky upevněné na kovových nosičích z pozinkovaného plechu nebo na dřevěných sloupcích. Podle toho, jaká je požadována vzduchová neprůzvučnost se použije počet opláštění. Jednoduché opláštění, vyhoví na vzduchovou neprůzvučnost 41 dB, dvojité opláštění dosáhne vzduchové neprůzvučnosti 52 dB a u trojitěho opláštění se hodnota zvedne až na 58 dB.

Pokud se použije dřevěných sloupků s rozměry 50/100 mm místo kovových nosičů, mohou příčky vyhovět i jako nosné konstrukce. Závisí ovšem na rozteči sloupků. Sloupky s rozměry 40/60 mm a 40/80 mm jsou nenosné. Při použití dřevěné nosné konstrukce není vzduchová neprůzvučnost tak velká, pohybuje se od 37 dB do 52 dB. [2]

5.3.4 Podlahy

Pro výrobu podlah, stropů i omítek se používají směsi konopí s vápnem a cementem. Z konopného pazdeří lze vyrobit sendvičové desky obdobné dřevěným, jen pevnější a pružnější.

Konopný podlahový systém

Pro izolační a těsnicí materiál do podlah se používá konopná drť, jejímž základem jsou na jemné kousky rozdrcené konopné stonky, smíchané s přírodním asfaltem. Tato směs se rozprostře na podkladní plochu a pečlivě se udusá. Díky asfaltu směs vytvoří konstantní desku. Na této desce se vytvoří podklad pro podlahu, například lepenka z recyklovaného papíru. Tato vrstva poté zabraňuje asfaltu pronikat do spár podlahy. Finální vrstva může být jakéhokoliv materiálu dle vlastního výběru. Může to být lisovaný materiál z drceného pazdeří, který vytvoří přírodní podlahu, ale klidně i koberec, pakety nebo přírodní linoleum.

Konopné plstě a pásy

Pro nášlapné vrstvy laminátových a parketových podlah se používají konopné plstě, které jsou schopné pohlcovat vlhkost z okolí a po změně podmínek ji znovu odpařovat. Funguje tak jako dobrá ochrana dřeva v podlahách před neustálými změnami vlhkosti.

5.3.5 Stropy

Pro výrobu podlah, stropů i omítek se používají směsi s vápnem a cementem.

Stropy s izolacemi z konopí

U stropních konstrukcí vznikají vysoké nároky jak na tepelnou izolaci, tak na zvukovou. Nejjednodušší variantou je na nosné latě podhledu 48/24 mm upevnit sádrovláknitou desku tlustou 10 mm, popřípadě dřevěnou nebo dřevovláknitou desku. Mezi trámy se vloží tepelná izolace z konopí a z horní strany se zaklopí například OSB deskou, na kterou se poté klade konstrukce libovolně zvolené podlahy.

5.3.6 Střechy

Šikmé střechy s izolacemi z konopí

Konopné izolace se používají do dvouplášťových střech. V jednoplášťových by zbytečně trpěly tíhou jednotlivých vrstev. Střechy mohou být řešeny se skrytými i viditelnými krokvy.

Viditelné krokve se z vrchní strany pobíjí bedněním, které tvoří podhled a na ně se uloží parotěsná zábrana. Přes parotěsnou zábranu se uchyťí latě, mezi které se bude ukládat konopná izolace. Zde je ale problém v tom, že v místech styku latí a krokví vznikají bodové tepelné mosty a jejich závažnost je potřeba ověřit výpočtem. Konopné izolace je vhodné použít v tloušťce 280 mm, u nichž vychází součinitel prostupu tepla $U = 0,139 \text{ W} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{K}^{-1})$, což je téměř hodnota pasivních domů. Položí se difuzně otevřená hydroizolace a spádovými latěmi se vytvoří větraná mezera. Na ně přijde krytina.

Vnitřní podhled u střech se skrytými krokvy lze vytvořit z velké škály materiálů. V případě použití sádkokartonu bude do skladby konstrukce použita konopná izolace v instalační mezeře, k předcházení vzniku tepelných mostů a přitlačná lať. Následujícími vrstvami budou parotěsná zábrana, tepelná izolace z konopí, paralaktická lať přišroubovaná k nosné latě, difuzní folie, střešní lať a krytina.

5.3.7 Malta

Lehčená malta z konopného pazdeří

Granulát vytvořený z konopného pazdeří se pod názvem Chanvribat používá pro lehčené malty a izolační vrstvy.

Malta se vyrábí z 65 l vody a 44 kg vápna. Směs se promíchá a po úplném rozpuštění se přidá 200 litrů granulátu. Jakmile ze surovin vznikne homogenní směs, vyklopí se z míchačky. Hmota se dá využít v dřevěném skeletu, hrázděných konstrukcích, v podlahách, stropěch, střeších i na omítky. Materiál je propustný pro vodní páry, a tak dovoluje dřevěné konstrukci vysychat.

5.3.8 Izolace

Tepelné izolanty z konopí jsou špatně hořlavé, difuzně propustné, výborně izolují jak zvukově, tak tepelně. Odpuzují vodu, hmyz i termity, jsou nepoživatelné pro hlodavce. A v neposlední řadě jsou lehké a trvanlivé. Jsou vhodné pro izolaci podlah, stěn i střech. Neobsahují těžké kovy ani formaldehydy, tudíž nezatěžují životní prostředí.

Použití konopné izolace je popsáno jednotlivě v předchozích kapitolách. Uvádím zde jen použití jako izolační těsnicí materiál roubenek.

Těsnicí materiál roubenek

Použitý těsnicí materiál by měl mít podobné vlastnosti, jako má dřevo. Měl by být pružný, mít podobnou tepelnou vodivost jako dřevo a musí být chopen přijímat a uvolňovat vlhkost z okolí. V současné době se používají nepřírodní hmoty, které se ke dřevu příliš nehodí, například tvrdé malty, pěnový polystyren nebo polyuretanová pěna. Konopné vlákna a konopné pazdeří splňuje požadované vlastnosti na izolaci roubených staveb.

Výplň trámu bude tvořit konopné vlákno stočené do provazců. Před aplikací výmazu mezi spárami z hliněné malty nebo ze směsi konopného pazdeří a maltoviny je potřeba narazit střídavě nahoru a dolů klínky nebo hřeby.

Po zaschnutí výmazu, což může trvat 4- 5 dnů, se provedou nátěry vápenným mlékem. První, ztužující nátěr má mít řidší konzistenci. Po jeho zaschnutí je možno aplikovat druhý nátěr, a to podkladní. Ten už může být hustší.

5.3.9 Shrnutí: použití konopí

Tabulka 4- Použití konopných materiálů ve stavebnictví

POUŽITÍ	VÝROBEK	CHARAKTERISTIKA
ZÁKLADY	KONOPNÝ BETON	Náhražka betonu
	KONOPNÝ BETON	Náhražka betonu
PODLAHY	KONOPI, VÁPNO A CEMENT	Směs na výrobu podlah
	KONOPNÁ DRŤ A PŘÍRODNÍ ASFALT	Rozdrcené konopné stonky obalené v přírodním asfaltu
	PAZDEŘÍ	Sendvičové desky
	PLSTĚ A PÁSKY	Izolace a pohlcování vlhkosti
	DRŤ Z KONOPNÉHO PAZDEŘÍ	Náhražka sypkých izolačních materiálů
	ROHOŽE, DESKY	Izolace
OBVODOVÉ KONSTRUKCE	PAZDEŘÍ	Konopná směs stříkaná do bednění
	KONOPNÝ BETON	Náhražka betonu
	ROHOŽE, DESKY	Tepelné izolace
	KONOPNÉ STONKY	Náhražka skelné vaty. Foukaná izolace
	IMPREGNOVANÉ KONOPNÉ PROVAZCE	Utěsnění spojovací spáry mezi oknem a ostěním
STROPY	ROHOŽE, DESKY, PLSTI	Izolace
	KONOPNÁ DRŤ	Náhražka sypkých izolačních materiálů
PŘÍČKY	JÍLOVO- KONOPNÉ CIHLY	Vnitřní zdivo.
	ROHOŽE, ROLE	Izolace příček
STŘECHA	ROHOŽE, DESKY, PLSTI	Izolace
	KONOPNÁ DRŤ	Náhražka sypkých izolačních materiálů
	KONOPNÉ STONKY	Náhražka skelné vaty. Foukaná izolace
	IMPREGNOVANÉ KONOPNÉ PROVAZCE	Utěsnění spár mezi krokvy a štítovou stěnou
OMÍTKY	KONOPNÉ SMĚSI	
MALTY	KONOPNÁ MALTA	

5.4 OVČÍ VLNA

Jakmile se vlna vypere a ošetří přísadami proti hmyzu, molům a plísním, vyrábí se z ní měkké desky nebo vlněná tkanina, která se používá pod tuhé nášlapné vrstvy podlah.

S izolacemi z ovčí vlny se dobře manipuluje. Při práci s nimi nejsou potřebné ochranné pomůcky. Jsou přirozeně pružné, po stlačení se opět roztáhnou do volného prostoru. Skvěle utěsňuje i nepravidelné dutiny. Díky nízké váze izolací postačí na práci jeden zručný pracovník.

Nejvhodnější je pro zateplování obytných domů. Často se používá pro izolaci roubených staveb nebo při obnově památkově chráněných domů. Díky svým rozměrům je ovčí vlna ideální na izolování velkých ploch. Odstříhnuté zbytky se využívají pro izolaci dutinek a škvír. Lze jí izolovat potrubí i rozvody. Izolace z ovčí vlny se nehodí na zateplování panelových domů.[16]

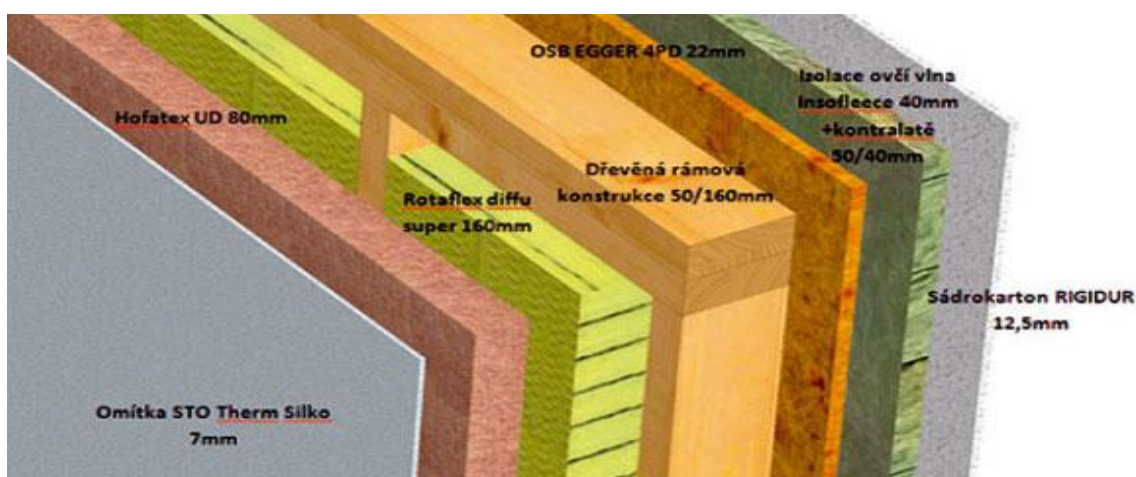
Jeden z výrobců, který se zabývá produkcí vlněných izolací je rakouská firma Isolena. Jejich výrobky jsou dováženy pouze z rakouských, německých a švýcarských hor, takže náklady na dopravu nejsou velké. Na trhu jsou dostupné izolační desky, role, volná vlna a rohože. Tyto materiály jsou vhodné pro izolaci střeš, stěn, podlah, stropu, ale i spár roubenek nebo jurt. Tyto izolace nejsou napuštěny chemikáliemi, ani vyztuženy umělými vlákny. Přes to jsou pružné a zapadají do stupně hořlavosti B2. Jsou dobrými zvukovými i tepelnými izolanty.[17]

5.4.1 Obvodové konstrukce

Na izolaci obvodových stěn se používají izolační rohože nebo role. Materiál má jednu stranu pokrytou silným filcem. Touto stranou se rohož nebo role upevňuje sponkami k podkladu. Sponky se po celém odvodu konstrukce upevňují po cca 5 až 10 cm. Takto je zajištěno, že izolace nebude sedat, a v budoucnu tak nebudou vznikat tepelné mosty.

Diffuwall

Je poměrně novou konstrukcí pro stavbu stěn a podkroví dřevostaveb. Podle zdroje Eko- pro CZ, s.r.o., je to konstrukce založená na moderních dřevovláknitých materiálech a na vysoce účinných tepelných izolacích většinou z ovčí vlny, se specifickými difúzními vlastnostmi. „Tato konstrukce je velmi účinným prostředkem proti úniku tepla, a přitom je difúzně otevřená, ale nepropouští vodu jako kapalinu. Dokáže vyrovnávat vlhkost v interiéru, zajišťovat tepelnou stabilitu a zkvalitňovat ovzduší. Systém je také požárně odolný a plně ekologický.“ [18]



Obrázek 17- Skladba systému Difuwall [36]

5.4.2 Příčky

Příčky se izolují, stejně jako obvodové konstrukce, izolačními rohožemi nebo rolemi. Postup upevňování izolací sponkami je také stejný jako u obvodových stěn.

5.4.3 Podlahy, stropy

Podlahy se dají izolovat deskami nebo rohožemi z ovčí vlny. Tyto materiály nemusí mít zpevněnou nosnou vrstvu filcu, protože je není potřeba upevňovat proti posunu.

5.4.4 Střechy

Střechy se izolují rohožemi nebo rolemi z ovčí vlny. Můžeme použít klasické materiály nebo také ty, do kterých jsou již při výrobě kladena vlákna vlny diagonálně, a je tak dosaženo větší flexibility materiálu. Celé rohože nebo role se připevňují po krajích sponkami ke konstrukci.

5.4.5 Shrnutí: použití ovčí vlny

Tabulka 5- Použití materiálů z ovčí vlny ve stavebnictví

POUŽITÍ	VÝROBEK	CHARAKTERISTIKA
IZOLACE:		
PODLAHY, STROPY	DESKY	Výplňová zvuková a tepelná izolace stropů a podhledů
	ROHOŽE	Zvuková a tepelná izolace. Nemusí mít filcovou vrstvu
	IZOLAČNÍ FILCOVÝ PÁS	Zvuková izolace. Pokládá se mezi betonové podlahy a dřevěné trámy
	VOLNÁ VLNA	Vycpávání spár a dutin
OBVODOVÉ ZDI	ROHOŽE, ROLE	Zvuková i tepelná izolace, izolační pásy pro stěny. Rohož má jednu filcovou plochu. Celá rohož se přichycuje sponkami k boku krokve
	VOLNÁ VLNA	Vycpávání spár a dutin
	OKENNÍ PROVAZCE	K utěsnění dveřních a okenních prostupů, bez zapěnění
	DIFFUWALL	Stěnový systém s ovčí vlnou
PŘÍČKY	ROHOŽE, ROLE	Zvuková i tepelná izolace, izolační pásy pro stěny. Rohož má jednu filcovou plochu. Celá rohož se přichycuje sponkami k boku krokve
STŘECHA	ROHOŽE, ROLE	Výplňová zvuková a tepelná izolace šikmých i plochých střech
	VOLNÁ VLNA	Vycpávání spár a dutin

5.5 DŘEVO

5.5.1 Základové konstrukce

Dřevo se používá především na stabilizaci svahů a pro opěrné stěny. Různé dřeviny se chovají rozdílně ve vlhkém prostředí. Některé se při stálém kontaktu se zeminou rychle znehodnocují, jiné vydrží ve vlhkém prostředí i několikánásobně déle než v normálních podmínkách. Například dub, buk nebo jilm. Základní podmínkou pro správné zabudování dřeva je

stálá vlhkost prostředí. Nejvhodnější je zabudování pod hladinu spodní vody nebo úplné zakrytí zeminou. Pokud je dřevo odkryto, musí být impregnováno.[1]

5.5.2 Obvodové konstrukce

Nosné konstrukce ze dřeva mohou být stěnové nebo skeletové. Příkladem stěnových systémů jsou roubené stavby, tvořené z prvků vodorovně kladených na sebe. Při navrhování konstrukce je třeba počítat s rozměry kmenů, které budou na stavbu použity. Je možné navrhnout místnost s maximálním rozměrem cca 4,5 m. Konstrukce má vyšší hmotnost a je poměrně náročná na dovednost stavebníků. Stěny je také nutné doplnit izolací.

Dalším druhem konstrukce může být stavba z masivních dřevěných panelů. Tato konstrukce využívá spojení dřevěných prvků do velkorozměrových desek. Nevýhodou je vyšší spotřeba dřeva a vysoká hmotnost konstrukce. Je ale možné použít dřevo nižších kvalit. Masivní panely musí být rovněž doplněny tepelnou izolací.



Obrázek 18- Masivní dřevěné panely [37]

Z maloformátových prefabrikovaných dřevěných dílců je možné stavět i svépomocí. Pokud se vyplní izolací, mohou být použity i jako obvodové.

Skeletové systémy mohou být lehké nebo těžké. Dřevo spotřebovávají hospodárně a využívají vlastností dřeva, jako je pevnost v tahu i v tlaku. Lehké dřevěné skelety využívají lehké tyčové prvky a opláštění stěn, které zajišťuje ztužení. Půdorysné řešení je flexibilní, nejsou použity náročné spoje. A neposlední výhodou je i nenáročná doprava a montáž vzhledem k malé hmotnosti prvků. Je však důležité z exteriéru nebo interiéru konstrukci doplnit o tepelnou izolaci.

Těžké dřevěné skelety používají 2 až 4 krát těžší dřevěné prvky než lehké skelety. Může být použito masivní dřevo, lepené lamelové dřevo nebo vrstvené dřevo. Vertikální vyztužení je provedeno pomocí vložené stěny, tuhých rámových styčníků nebo diagonál.



Obrázek 19- Těžký dřevěný skelet [38]

5.5.3 Obvodový plášť

Obklad z masivních dřevěných prvků může být horizontální nebo vertikální. Vertikální obklad je náročnější z hlediska vytvoření přesného detailu zakončení prvků. Umožňuje však fasádě rychlejší odvodnění. Může být proveden jako střídaný vertikální obklad, s příznanou nebo skrytou krycí lištou nebo na pero a drážku. Horizontální obklad je možné zhotovit na pero a drážku, „na peření“, s příznanou spárou nebo jako horizontální šindel.

Je vhodné vybírat materiál, který má vysoký obsah pryskyřic, např. modřín nebo tropické druhy dřevin. Mohou být použity i tepelně upravené smrkové nebo borovicové palubky. Tepelná úprava jim zajišťuje odolnost vůči plísním, houbám a vlhkosti.

Velkoplošné deskové materiály na bázi dřeva se používají s ohledem na jejich typ, formát, způsob provedení spár a povrchovou úpravu.

5.5.4 Podlahy

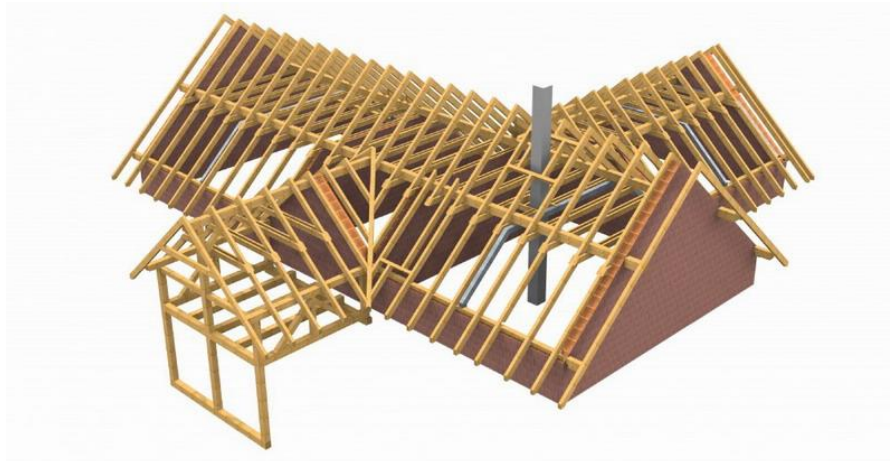
Podlahy ze dřeva bývají kvalitní a mají dlouhou životnost. Jsou příjemné pro lidskou psychiku, teplé na dotek a hygienické. Na konstrukce podlah se používají různé druhy dřevin. Většinou jsou z listnatých stromů. Například dub, buk, třešeň nebo tropické dřeviny. Avšak z ekologického hlediska by měly být preferovány tuzemské dřeviny.

5.5.5 Stropy

Stropy jsou většinou konstruovány z masivních dřevěných prvků, lepených nebo lamelových nosníků. Častěji se používá jehličnaté dřevo. U menších staveb lze použít i dřevo listnaté. Způsob provedení stropu závisí na druhu stavby. U roubených staveb jsou to většinou konstrukce trámové, u lehkých skeletů se využívají prvky z masivního dřeva. Pro větší rozpory je možné použít sbíjené příhradové vazníky.

5.5.6 Střešní konstrukce

Na konstrukce střech se používají příhradové nosníky a desky, oblouky, rámy, panelové konstrukce, skořepiny a lomenice.



Obrázek 20- Střešní konstrukce [39]

5.5.7 Střešní krytiny

Prvky střešních krytin se mohou podobat prvkům obvodového pláště. Jsou u nich ale vyžadovány lepší vlastnosti s ohledem na odolnost vůči povětrnostním vlivům.

Maloformátové prvky střešních krytin jsou například dřevěné šindele. Jsou kladeny takovým způsobem, aby odvedly srážkovou vodu. Nevýhodou je však nutnost vícenásobného krytí prvků, z čehož vyplývá větší spotřeba materiálu. Je vhodné také navrhnout střechu se strmým sklonem, aby k odvodu vody docházelo co nejrychleji. Šindele se vyrábí štípáním nebo řezáním kvalitního dřeva. Nejvhodnější dřeviny jsou např. modřín, kaštan jedlý, cedr a další.

Mezi velkoformátové prvky se řadí desky, prkna i materiály na bázi dřeva, jako například vodovzdorná překližka.

5.5.8 Tepelné a akustické izolace

Tepelné a akustické izolace se vyrábí z materiálů na bázi dřeva. Jsou to vícevrstvé tepelně izolační desky, měkké dřevovláknité desky a korkové produkty.

Vícevrstvé tepelně izolační desky mají jádro tvořeno z pěnového polystyrenu nebo minerální vlny. Krycí vrstva je ze slisované dřevité vlny spojené cementem.

Měkké dřevovláknité desky jsou pevné, mají dobré tepelně izolační vlastnosti a nízký difuzní odpor. Materiálem na jejich výrobu je smrkové, jedlové a borovicové dřevo nebo odpad ze dřevozpracujícího průmyslu. Třísky jsou promíseny s vodou a po uschnutí jsou rozřezány na desky. Desky jsou ideální pro zateplování půdních prostor, podlah a celkové zateplení budov, i stavbu obvodových konstrukcí, protože mají schopnost akumulovat teplo. Mohou být využity pro tvorbu podhledů, či opláštění příček. Jsou zcela ekologickým materiálem a bývají doplňovány dalšími přírodními materiály, které vyžadují difúzně otevřené konstrukce, jako například ovčí vlna. Dřevovláknité desky mohou být recyklovány a kompostovány.

5.5.9 Shrnutí: použití dřeva

Tabulka 6- Použití dřevěných materiálů ve stavebnictví

POUŽITÍ	VÝROBEK	CHARAKTERISTIKA	
ZÁKLADY	MASIVNÍ PRVKY	Stabilizace svahu, opěrné stěny (dub, buk, jilm,..)	
PODLAHY	MASIVNÍ PRVKY	Vzhled závisí na typu dřeviny	
	VÍCEVRSTVÉ PRVKY	Eliminují částečně negativní vlastnosti dřeva	
OBVODOVÉ KONSTRUKCE	STĚNOVÝ SYSTÉM- MASIVNÍ PRVKY	Roubené konstrukce	
	STĚNOVÝ SYSTÉM - MASIVNÍ PRVKY	Masivní dřevěné panely	
	STĚNOVÝ SYSTÉM – LEHKÉ DUTÉ PRVKY	Maloformátové prefabrikované dřevěné dílce	
	SKELETOVÝ SYSTÉM - MASIVNÍ PRVKY	Těžké dřevěné skelety	
	SKELETOVÝ SYSTÉM – LEHKÉ TYČOVÉ PRVKY	Lehké dřevěné skelety	
OBVODOVÝ PLÁŠŤ	MASIVNÍ DŘEVĚNÉ PRVKY	Vertikální obklad	Střídavý vertikální
			S krycí lištou
			Se skrytou krycí lištou
		Horizontální obklad	Pero a drážka
			Pero a drážka
			S přiznanou spárou
	„na peření“		
VELKOPLOŠNÉ DESKOVÉ MATERIÁLY NA BÁZI DŘEVA		Vodovzdorné překližky, cementotřískové desky,...	
STROPY	MASIVNÍ DŘEVĚNÉ PRVKY, LEPENÉ, LAMELOVÉ NOSNÍKY	Trámové konstrukce- viditelné, polozapuštěné trámy nebo rovný podhled nosníky, příhradové vazníky,...	
STŘEŠNÍ KONSTRUKCE	MASIVNÍ DŘEVĚNÉ PRVKY	Příhradové nosníky a desky, oblouky, rámy, panelové konstrukce, skořepiny, lomenice	
STŘEŠNÍ KRYTINA	MALOFORMÁTOVÉ PRVKY	Šindele	
	VELKOFORMÁTOVÉ PRVKY	Desky, prkna, vodovzdorná překližka	
TEPELNÉ A AKUSTICKÉ IZOLACE	VÍCETVRSTVÉ, TEPELNĚ IZOLAČNÍ PRVKY	Jádro- pěnový polystyren, minerální vlna. Krycí vrstva- piliny jehličnatého dřeva, portlandský cement.	
	MĚKKÉ DŘEVOVLÁKNITÉ DESKY	Spárovka, překližka, OSB deska, dřevotřísková deska, izolační (měkká) vláknitá deska, vláknitá deska se střední hustotou (MDF), dřevo- plastová deska (WPC), sendvičový panel	

5.6 KÁMEN

Využití kamene pro stavební účely je široké. Je vhodné na základy, zdivo, spínané nosné konstrukce, fasádní a interiérové obklady, podlahové a střešní krytiny a interiérové prvky. Díky moderním technologiím vzniká spousta podob kamene od leštěných variant až po naprosto přírodní zpracování.

5.6.1 Základy

Na základy stavby se používá lomový kámen spojený hlínou. Lomový kámen se sype do rýh, které jsou vykopány po celém půdorysu domu. Pokud je podloží dostatečně únosné, pak není potřeba ani kopat výkopy. Postačí pouze mělká drenáž. Podezdívka domu z kamene musí být alespoň 250 mm vysoká, aby uchránila konstrukci proti odstříkující vodě. Používá se místní kámen s vápennou maltou a šterkovou výplní.

5.6.2 Zdivo

Nejdůležitějším rozhodnutím při používání kamene jako zdiva je volba jeho druhu. Dále také tvar a úprava ploch. Na základě úpravy se dají kameny rozdělit do kategorií- neopracovaný kámen a tesaný kámen.

Spínané nosné konstrukce jsou sestavené z menších dílů, dodatečně spínaných předpínací výztuží. Spínané konstrukce mohou být i neobvykle štíhlé.

5.6.3 Obklady

U konstrukce fasádního obkladu je důležité brát na vědomí požadavky tepelné roztažnosti, deformace v závislosti na vlhkosti, chemické stability, mrazuvzdornosti a odolnosti proti solím.

5.6.4 Podlahové krytiny

Kameny použité na podlahové krytiny musí být protiskluzné, otěruvzdorné a odolné proti chemikáliím. Některé druhy jsou nevhodné kvůli velké poréznosti nebo velké tepelné roztažnosti. Díky dobré tepelné vodivosti lze kombinovat kamenné podlahové krytiny s podlahovým vytápěním.

5.6.5 Střešní krytiny

Nejpoužívanějším materiálem na kamenné střešní krytiny je břidlice. Dále se využívají i pískovce, vápence nebo žula. Minimální sklon břidlicové střechy je 22 °. Pokud by byl použit menší sklon střechy, musí být pod vrstvu břidlice umístěna ještě jedna vodotěsná vrstva. Břidlicové desky mají tloušťku od 4 mm do 6 mm. A připevňují se v místě bočního a výškového přesahu na dřevěné laťování nebo bednění přibíjením měděnými hřebíky a sponami.[8]

5.6.6 Interiéry

V interiérech se kámen používá na kuchyňské desky, umyvadlové koupelňové desky, barové a výdejní pulty, schodiště, parapety, krbové obložky a další.

5.6.7 Shrnutí: použití kamene

Tabulka 7- Použití kamenných materiálů ve stavebnictví

POUŽITÍ	VÝROBEK	CHARAKTERISTIKA
ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE	LOMOVÝ KÁMEN	Lomový kámen spojený hlinou.
	NEOPRACOVANÝ KÁMEN	Velké kusy horniny, osazené do nezámrzné hloubky
STĚNOVÉ KONSTRUKCE	NENOSNÉ	Haklíky
	NEOPRACOVANÝ KÁMEN	Lomový kámen
	TESANÝ KÁMEN	Kyklopské, kvádrové, řádkové, haklíkové zdivo
	SMÍŠENÉ ZDIVO	Kombinace cihelného a kamenného zdiva
	PODEZDÍVKY	Opracovaný lomový kámen haklíky
	GABIONOVÉ STĚNY	Volně skládaný lomový kámen do drátěných pozinkovaných košů
OBKLADY	OBKLADOVÉ DESKY	Exteriér i interiér. Obklad koupelen, umýváren, reprezentační místnost, fasády, sloupy a pilíře.
	OBKLAD KRBŮ	Haklíky
	PŘÍRODNÍ SKLÍDANÝ OBKLAD	Mnoho variant podle druhu kamene
PODLAHOVÉ KRYTINY, DLAŽBY	LOMOVÝ KÁMEN	Opracovaný pro dlažbu svahů, rigolů a břehů
	DLAŽEBNÍ DESKY	anglická dlažba, románská, pásová, benátská a další... mramor, žula, křemenec, břidlice,....
STŘEŠNÍ KRYTINY	Břidlice, pískovec, vápenec, žula,..	
KOMUNIKACE	OBRUBNÍKY	Lemování komunikací. Zpevnění okrajů chodníků a nástupišť
	DLAŽEBNÍ KOSTKY	Vozovky, chodníky
	KVÁDRY	Železniční stavby
	DLAŽEBNÍ DESKY	Dlažba
INTERIÉROVÉ PRVKY	OBKLADOVÉ DESKY	Obklady koupelen, umýváren, reprezentačních místností, kuchyňských a parapetní desky, obklady sloupů a pilířů.
	SOCHY	Mramor,..
STAVEBNÍ MATERIÁLY	CEMENT	Vápenec
	VÁPNO	Vápenec

6 KVALITATIVNÍ SROVNÁNÍ VLASTNOSTÍ PŘÍRODNÍCH MATERIÁLŮ S MATERIÁLY PRŮMYSLOVĚ VYRÁBĚNÝMI

6.1 VLASTNOSTI SLÁMY

6.1.1 Objemová hmotnost

Balíky by měly být kvalitně slisovány. Nejmenší objemová hmotnost balíků použitelných na stavbu by měla být $\rho = 90 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. A největší hodnota objemové hmotnosti balíků je $\rho = 210 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Balíky vhodné na nosné stěny mají objemovou hmotnost od $\rho = 120 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

6.1.2 Únosnost materiálů ze slámy

Únosnost a stabilita jsou závislé na kvalitě balíků. Z nosné slámy lze postavit stěnu o výšce 3000 mm a tloušťce 500 mm. V Česku prozatím chybí legislativní podklady pro stavbu vícepatrových budov z nosné slámy, tudíž je pro takové budovy nutné použít lehkou skeletovou konstrukci.

Tabulka 8- Srovnání pevností v tahu a tlaku slaměných a průmyslově vyráběných materiálů

SROVNÁNÍ ÚNOSNOSTI MATERIÁLŮ ZE SLÁMY A ALTERNATIV						
VÝR.	HODNOTA f, MPa		KCE	ALTERNATIVA	HODNOTA f, MPa	
	Pevnost v tlaku	Pevnost v tahu			Pevnost v tlaku	Pevnost v tahu
BALÍK $\rho = 90 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ - $\rho = 180 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$	0,150 (= 15 t/ m^2)	/	PODLAHY	Beton	0,150	/
			STROPY	Pálená cihla	2,12 - 25,93	/
				Pórobeton	4,4	/
			OBVODOVÉ STĚNY	Pálená cihla	6-15	/
				Pórobeton	2,6- 6,5	/
			PŘÍČKY	Pálená cihla	6-15	/
				Pórobeton	2,8- 4,2	/
Sádrokarton	5,0-10,0	1,0-2,5				
TEPELNÁ IZOLACE MASIVNÍCH STĚN	Polystyren	0,1 – 0,2	/			
TEPELNÁ IZOLACE STŘEŠNÍ KOSTRUKCE	Tepelně izolační vláknité materiály	/	/			
NOSNÉ PANELY $\rho = 379 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$	f= 0,160 MPa	/	OBVODOVÉ STĚNY	Pálená cihla	6-15	/
				Pórobeton	2,6- 6,5	/
			STŘEŠNÍ KOSTRUKCE	Dřevovláknité desky	0,1 – 0,2	0,7
NENOSNÉ PANELY $\rho = 600 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$	f=0,150 MPa	/	OBVODOVÉ STĚNY	Pálená cihla	6-15	/
				Pórobeton	2,6- 6,5	/
			PŘÍČKY	Pálená cihla	6-15	/
				Pórobeton	2,8- 4,2	/
				Sádrokarton	5,0-10,0	1,0-2,5

6.1.3 Vlhkost materiálů ze slámy

Voskovitý povrch slámy odpuzuje vodu, ale i přesto se musí sláma před vodou chránit. Po navlhnutí mohou vznikat plísně a následně toxiny ohrožující zdraví obyvatel domu. U mokřích slaměných balíků se zvyšuje tepelná vodivost.

Optimální vlhkost pro balíky používané na stavbu slaměných konstrukcí se pohybuje mezi $w = 8\%$ a 9% . V relativní vlhkosti vzduchu $\phi = 40\%$ až 60% , běžnou pro vnitřní prostředí, obsahuje sláma vlhkost $w = 7,5\%$ do 11% . Ochrana slámy před vodou je tedy zásadní. Vlhkost, nebezpečná pro kvalitu konstrukce je 20% , ale už i vlhkost 15% může negativně ovlivnit její vlastnosti. Balíky, které jsou vlhké už při zabudování, již nevyschnou. Prostory, ve kterých bude sláma skladována, ale i prostředí, do kterého budou balíky zabudovány, musí mít relativní vlhkost prostředí nižší než $\phi = 70\%$.

Při správném zabudování slámy se její vlhkost průběžně snižuje kapilárními silami. Ty vedou vlhkost na povrch, odkud je odpařována. Ve spodní části stěny se voda odvádí drenáží. U slaměných konstrukcí se nedoporučuje použití parotěsné zábrany. Povrchy musí zůstat difuzně otevřené. Z vnější strany konstrukce se používají materiály, které nedovolí chladnému venkovnímu vzduchu proniknout do stěny, ale zároveň umožní prostup vodním parám. Takové požadavky mohou splňovat například kontaktní difuzní folie, kombinace hliněných a vápenných omítek. Naopak použití například cementu nebo jiné špatně prodyšné nátěrové hmoty s vysokým difuzním otvorem, způsobí nenávratné poškození slaměného materiálu.[2]

6.1.4 Tepelná vodivost materiálů ze slámy

Tepelná vodivost slaměných balíků závisí na jejich vlhkosti, objemové hmotnosti, uspořádání stébel a také kvalitě slisování. Není proto jednoznačně určitelným parametrem. Uspořádání stébel je důležité vzhledem k určení směru tepelného toku. Tok může být rovnoběžný se stébly nebo kolmý na ně.

Vzduch se drží jak v jednotlivých stéblech slámy, tak ve skladbě stěny stébla. Čím lépe je sláma slisována, tím méně místa zůstane pro vzduch. Spáry mezi balíky mohou způsobit zvýšení tepelného toku. Zamezit proudění přímo v balíku můžeme docílit rozdělením slaměných balíků na menší útvary a vložením buničiny do spár mezi balíky vodorovně nebo svisle.

Podle ČSN 73 0540 je pro pasivní domy požadován $U = 0,15 \text{ W} \cdot (\text{m} \cdot \text{K})^{-1}$. Tohoto parametru dosahuje sláma při $\lambda = 0,054 \text{ W} \cdot (\text{m} \cdot \text{K})^{-1}$, s tloušťkou 440 mm. A sláma s $\lambda = 0,080 \text{ W} \cdot (\text{m} \cdot \text{K})^{-1}$, s tloušťkou 650 mm. [2]

Tabulka 9- Srovnání tepelné vodivosti materiálů slaměných a průmyslově vyráběných

SROVNÁNÍ TEPELNÉ VODIVOSTI MATERIÁLŮ ZE SLÁMY A ALTERNATIV				
VÝR.	HODNOTA $\lambda, W \cdot (m.K)^{-1}$	KCE	ALTERNATIVA	HODNOTA $\lambda, W \cdot (m.K)^{-1}$
BALÍK $\rho = 90 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ - $\rho = 180 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$	$\lambda = 0,044$ až $0,080$	PODLAHY	Beton	1,230 – 1,740
		STROPY	Pórobeton	0,130
			Keramický strop	0,82
		OBVODOVÉ STĚNY	Pálená cihla	0,112 – 0,250
			Pórobeton	0,110 – 0,210
		PŘÍČKY	Pálená cihla	0,440 - 0,650
			Pórobeton	0,170
			Sádrokarton	0,21
		TEPELNÁ IZOLACE MASIVNÍCH STĚN	Polystyren	0,037 – 0,039
		STŘEŠNÍ KONSTRUKCE	Minerální vlna	0,05
Lisovaná minerální plst'	0,054 – 0,095			
Minerální kamenná vlákna	0,035 – 0,042			
NOSNÉ PANELY	$\lambda = 0,080$	OBVODOVÉ STĚNY	Pálená cihla	0,112 – 0,250
			Pórobeton	0,110 – 0,210
NENOSNÉ PANELY	$\lambda = 0,102$	STŘEŠNÍ KONSTRUKCE	Dřevovláknitá deska	0,110 – 0,180
			OBVODOVÉ STĚNY	Pálená cihla
PŘÍČKY		Pórobeton		0,110 – 0,210
		Pálená cihla	0,440 - 0,650	
		Pórobeton	0,170	
		Sádrokarton	0,21	

6.1.5 Požární odolnost materiálů ze slámy

Slaměné balíky jsou často považovány za dobře hořlavé, což ale není pravda. Dobře hoří pouze jednotlivá stébla. Na staveništi proto musí platit zákaz otevřeného ohně. Hotový, slisovaný balík neobsahuje dostatečné množství kyslíku, aby mohl dobře hořet. A když už je balík poškozený ohněm, vytvoří na povrchu krustu, která další postup ohně zpomalí nebo zastaví úplně.

Tabulka 10- Srovnání požární odolnosti materiálů slaměných a průmyslově vyráběných

SROVNÁNÍ POŽÁRNÍ ODOLNOSTI MATERIÁLŮ ZE SLÁMY A ALTERNATIV				
VÝR.	STUPEŇ HOŘLAVOSTI	KCE	ALTERNATIVA	STUPEŇ HOŘLAVOSTI
BALÍK $\rho = 90 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ - $\rho = 180 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$	B2- normálně hořlavé	STROPY	Pálená cihla	A – nehořlavé.
			Pórobeton	
		OBVODOVÉ STĚNY	Pálená cihla	A – nehořlavé.
			Pórobeton	
		PŘÍČKY	Pálená cihla	A – nehořlavé.
			Pórobeton	
TEPELNÁ IZOLACE MASIVNÍCH STĚN	Polystyren	C1- těžce hořlavé		
STŘEŠNÍ KONSTRUKCE	Tepelně izolační vláknité materiály	A1 – nehořlavé.		
NOSNÉ PANELE	B2- normálně hořlavé	OBVODOVÉ STĚNY	Pálená cihla Pórobeton	A – nehořlavé.
		STŘEŠNÍ KONSTRUKCE	Dřevovláknité desky	C1, C2, C3
NENOSNÉ PANELE	C1- těžce hořlavé.	STROP	Pálená cihla Pórobeton	A – nehořlavé.
		OBVODOVÉ STĚNY	Pálená cihla Pórobeton	A – nehořlavé.
		PŘÍČKY	Pálená cihla Pórobeton	A – nehořlavé.

6.1.6 Akustické vlastnosti materiálů ze slámy

Oboustranně omítnutá slaměná konstrukce poskytuje velmi dobrou vzduchovou neprůzvučnost. Sláma je totiž velmi pružný materiál a má schopnost pohlcovat zvuk. Vzduchová neprůzvučnost u 400 mm tlustých stěn je nejméně 50 dB.

Sláma je vynikajícím materiálem pro stavbu odhlučňujících stěn okolo dálnic a letišť.

Tabulka 11- Srovnání akustických vlastností materiálů slaměných a průmyslově vyráběných

SROVNÁNÍ AKUSTICKÝCH VLASTNOSTÍ MATERIÁLŮ ZE SLÁMY A ALTERNATIV				
VÝR.	HODNOTA Rw, dB]	KCE.	ALTERNATIVA	HODNOTA Rw, dB]
BALÍK $\rho = 90 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ $\rho = 180 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$	Rw= nejméně 50	STROPY	Pálená cihla	49 – 53
			Pórobeton	45 – 52
		OBVODOVÉ STĚNY	Pálená cihla	42 – 49
			Pórobeton	39 – 50
		PŘÍČKY tl. 120 mm Rw=52dB	Pálená cihla	37 - 43
	Pórobeton	34 – 41		
		STŘEŠNÍ KOSTRUKCE	Tepelně izolační vláknité materiály	Chybí data
NENOSNÉ PANELY	2 panely: Rw= 42 – 45	OBVODOVÉ STĚNY	Pálená cihla	42 – 49
			Pórobeton	39 – 50
	Jednoduchá příčka tl.60mm: Rw= 27 dB	PŘÍČKY	Pálená cihla	37 - 43
				34 – 41
			Pórobeton	39 – 50
		Sádkokarton, tl.12,5 mm., minerální vláknitá izolace 160 mm.	49	

6.2 VLASTNOSTI HLÍNY

6.2.1 Objemová hmotnost hliněných materiálů

Tabulka 12- Objemová hmotnosti hliněných materiálů

OBJEMOVÁ HMOTNOST HLINĚNÝCH MATERIÁLŮ	
VÝROBEK	HODNOTA ρ , $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$
HLINĚNÉ CIHLY	1200 – 2200
LEHČENÉ HLINĚNÉ CIHLY	600 – 1200
HLINĚNÉ PANELY	1200 – 1800
LEHČENÉ HLINĚNÉ PANELY	400 – 1200
HLINĚNÉ ZDÍČÍ MALTA	1200 – 1800
LEHČENÁ ZDÍČÍ MALTA	800 – 1200
HLINĚNÁ OMÍTKOVÁ SMĚS	1200 – 1800
LEHČENÁ HLINĚNÉ OMÍTKOVÁ SMĚS	600 - 1200

6.2.2 Pevnost v tlaku hliněných materiálů

Nepálené cihly mají pevnost v tlaku v rozmezí $f = 3 \text{ MPa}$ až 10 MPa . Cihly, které se používaly dříve na stavbu domů, měly pevnost nejvýše $2,5 \text{ MPa}$. Hliněné omítky dosahují pevnosti $f = 1 \text{ MPa}$ až $1,5 \text{ MPa}$. Pevnosti v tahu bývá 5 krát nižší.

Tabulka 13- Srovnání pevnosti v tlaku materiálů hliněných a průmyslově vyráběných

SROVNÁNÍ PEVNOSTI V TLAKU HLINĚNÝCH MATERIÁLŮ A ALTERNATIV				
VÝR.	HODNOTA MPa	KCE.	ALTERNATIVA	HODNOTA MPa
CIHLY Z NEPÁLENÉ HLÍNY	3-10	OBVODOVÉ STĚNY	Pálená cihla	6-15
			Pórobeton	2,6 až 6,5
		PŘÍČKY	Pálená cihla	6-15
			Pórobeton	2,8- 4,2
		Sádrokarton	5,0-10,0	
HLINĚNÉ PANELY	≥2,5	OBVODOVÉ STĚNY	Pálená cihla	6-15
			Pórobeton	2,6 až 6,5
		PŘÍČKY	Pálená cihla	6-15
			Pórobeton	2,8- 4,2
		Sádrokarton	5,0-10,0	
HLINĚNÁ MALTA	3	ZDĚNÍ	Zdicí malta	2,5 – 12,5

6.2.3 Vlhkost hliněných materiálů

Hlína dokáže vázat vlhkost ze vzduchu a znovu ji uvolňovat. Jaké množství vlhkosti hlína naváže, závisí na velikosti jejích částic. Sorpční vlastnosti mohou ovlivňovat povrchové úpravy. Disperzní barvy dokážou snižovat absorpci o 13 % za 2 dny. Lněný olej dokáže snížit absorpci dokonce o 50%.

Tabulka 14- Rozdělení vlhkosti hliněných materiálů [2]

Stupeň vlhkosti	Velmi nízká	Nízká	Zvýšená	Vysoká	Velmi vysoká
Vlhkost zdiva w, % hmotnosti	$w < 3$	$3 < w > 5$	$5 < w > 7,5$	$7,5 < w > 10$	$W > 10$

6.2.4 Tepelná vodivost hliněných materiálů

Tabulka 15- Srovnání tepelné vodivosti materiálů hliněných a průmyslově vyráběných

SROVNÁNÍ TEPELNÉ VODIVOSTI HLINĚNÝCH MATERIÁLŮ A ALTERNATIV				
VÝR.	HODNOTA λ , W·(mK) ⁻¹	KCE.	ALTERNATIVA	HODNOTA λ , W·(mK) ⁻¹
CIHLY Z NEPÁLENÉ HLÍNY	0,5- 1,4	OBVODOVÉ STĚNY	Pálená cihla	0,112 – 0,250
			Pórobeton	0,110 – 0,210
		PŘÍČKY	Pálená cihla	0,440 - 0,650
			Pórobeton	0,170
			Sádrokarton	0,21
HLINĚNÉ PANELY	0,5- 0,9	OBVODOVÉ STĚNY	Pálená cihla	0,112 – 0,250
			Pórobeton	0,110 – 0,210
		PŘÍČKY	Pálená cihla	0,440 - 0,650
			Pórobeton	0,170
			Sádrokarton	0,21
HLINĚNÁ MALTA	0,5- 0,9	ZDĚNÍ	Zdící malta	0,16 – 0,36

6.2.5 Požární odolnost hliněných materiálů

Cihlářské výrobky, vypalované při teplotách 800°C, jsou odolné proti ohni. Norma je zařazuje do kategorie A- nehořlavé. A hliněné omazávky zvyšují požární odolnost staveb

6.2.6 Akustické vlastnosti hliněných materiálů

Tabulka 16- Srovnání akustických vlastností materiálů hliněných a průmyslově vyráběných

SROVNÁNÍ AKUSTICKÝCH VLASTNOSTÍ HLINĚNÝCH MATERIÁLŮ A ALTERNATIV				
VÝR.	HODNOTA R _w , dB	KCE	ALTERNATIVA	HODNOTA R _w , dB
CIHLY Z NEPÁLENÉ HLÍNY	49 - 59	OBVODOVÉ STĚNY	Pálená cihla	49 – 53
			Pórobeton	45 – 52
		PŘÍČKY	Pálená cihla	49 – 53
			Pórobeton	45 – 52
			Sádrokarton	49

6.2.7 Difuzní odpor hliněných materiálů

Tabulka 17- Srovnání difuzního odporu materiálů hliněných a průmyslově vyráběných

SROVNÁNÍ DIFUZNÍ ODPORU HLINĚNÝCH MATERIÁLŮ A ALTERNATIV				
VÝR.	HODNOTA μ	KCE	ALTERNATIVA	HODNOTA μ
CIHLY Z NEPÁLENÉ HLÍNY	5 - 10	OBVODOVÉ STĚNY	Pálená cihla	5 - 10
			Pórobeton	5 - 25
		PŘÍČKY	Pálená cihla	5 - 10
			Pórobeton	5 - 10
		Sádrokarton	6 - 10	
HLINĚNÉ PANELY	5 - 10	OBVODOVÉ STĚNY	Pálená cihla	5 - 10
			Pórobeton	5 - 25
		PŘÍČKY	Pálená cihla	5 - 10
			Pórobeton	5 - 10
		Sádrokarton	6 - 10	
HLINĚNÁ MALTA	5 - 10	ZDĚNÍ	Zdící malta	10 - 15

6.3 VLASTNOSTI KONOPÍ

6.3.1 Objemová hmotnost konopných materiálů

Objemová hmotnost konopí se pohybuje mezi $\rho = 30 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ až $45 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

6.3.2 Pevnost konopných materiálů v tlaku

Tabulka 18- Srovnání vlastností materiálů konopných a průmyslově vyráběných

SROVNÁNÍ PEVNOSTI KONOPNÝCH MATERIÁLŮ V TLAKU A ALTERNATIV				
VÝR.	HODNOTA f , MPa	KCE	ALTERNATIVA	HODNOTA f , MPa
TEPELNĚ IZOLAČNÍ MATERIÁLY	3	STŘECHA	Tepelně izolační vláknité materiály	0,020- 0,070
KONOPNO- VÁPENITÝ IZOLAČNÍ MATERIÁL	0,1 - 0,2	PODLAHY, STROPY	Tepelně izolační vláknité materiály	0,020- 0,070
		OBVODOVÉ KONSTRUKCE	Polystyren	0,1 – 0,2
		PŘÍČKA	Tepelně izolační vláknité materiály	0,020- 0,070
			sádrokarton	5,0-10,0

6.3.3 Vlhkost konopných materiálů

Objemová vlhkost konopných materiálů může vzrůst až o 20 % aniž by přišly o izolační schopnosti. U minerálních izolací jsou to jen 2 %.

6.3.4 Tepelná vodivost konopných materiálů

Tabulka 19- Srovnání tepelné vodivosti materiálů konopných a průmyslově vyráběných

SROVNÁNÍ TEPELNÉ VODIVOSTI KONOPNÝCH MATERIÁLŮ A ALTERNATIV				
VÝR.	HODNOTA $\lambda, W \cdot (mK)^{-1}$	KCE	ALTERNATIVA	HODNOTA $\lambda, W \cdot (mK)^{-1}$
TEPELNĚ IZOLAČNÍ MATERIÁLY	0,040	PODLAHY, STROPY	Minerální vlna	0,05
			Lisovaná minerální plst'	0,054 – 0,095
			Minerální kamenná vlákna	0,035 – 0,042
		OBVODOVÉ KONSTRUKCE	Polystyren	0,034 – 0,051
		PŘÍČKY	Minerální vlna	0,05
			Lisovaná minerální plst'	0,054 – 0,095
			Minerální kamenná vlákna	0,035 – 0,042
			sádrokarton	0,21 – 0,22
		STŘECHA	Minerální vlna	0,05
			Lisovaná minerální plst'	0,054 – 0,095
			Minerální kamenná vlákna	0,035 – 0,042

6.3.5 Požární odolnost konopných materiálů

Konopné izolační materiály reakci na oheň E. Jsou normálně hořlavé- spadají do kategorie B2.

6.3.6 Difuzní odpor konopných materiálů

Tabulka 20- Srovnání difuzního faktoru materiálů konopných a průmyslově vyráběných

SROVNÁNÍ FAKTORU DIFUZNÍHO ODPORU KONOPNÝCH MATERIÁLŮ A ALTERNATIV				
VÝR.	HODNOTA μ	KCE	ALTERNATIVA	HODNOTA μ
TEPELNĚ IZOLAČNÍ MATERIÁLY	1 až 2	PODLAHY, STROPY	Tepelně izolační vláknité materiály	1,1 - 12
			OBVODOVÉ KONSTRUKCE	Polystyren
		PŘÍČKY	Tepelně izolační vláknité materiály	1,1 - 12
			Sádrokarton	6 - 10
		STŘECHA	Tepelně izolační vláknité materiály	1,1 - 12

6.4 VLASTNOSTI OVČÍ VLNY

Vlna si udržuje stálou pružnost. Lze ji použít i ve špatně přístupných dutinách.

Mezi její vynikající vlastnosti patří schopnost čistit ovzduší od škodlivin. Pokud ji připevníme co nejbližší k vnitřnímu povrchu konstrukcí, je schopna trvale absorbovat některé látky. Například formaldehyd, ředidla a ozon.

6.4.1 Objemová hmotnost materiálů z ovčí vlny

Čerstvě ostříhaná ovčí vlna má objemovou hmotnost $120 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Po vysušení její objemová hmotnost klesne na $50 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Vlna zpracovaná do rohoží má objemovou hmotnostu $12,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ až $25 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

6.4.2 Vlhkost materiálů z ovčí vlny

Ovčí vlna na sebe dokáže navázat vlhkost až do 35 % vlastní hmotnosti. Přitom voda nezhoršuje její izolační schopnosti. Nebo jen minimálně.

6.4.3 Tepelná vodivost materiálů z ovčí vlny

Tabulka 21- Srovnání tepelné vodivosti materiálů z ovčí vlny a průmyslově vyráběných

SROVNÁNÍ SOUČINITELE TEPELNÉ VODIVOSTI MATERIÁLŮ Z OVČÍ VLNY ALTERNATIV				
VÝR.	HODNOTA λ , $\text{W}\cdot(\text{mK})^{-1}$	KCE	ALTERNATIVA	HODNOTA λ , $\text{W}\cdot(\text{mK})^{-1}$
ROHOŽE Z OVČÍ VLNY	0,038 až 0,050	STROPY	Tepelně izolační vláknité materiály	0,039 – 0,095
		OBVODOVÉ KONSTRUKCE	Tepelně izolační vláknité materiály	0,039 – 0,095
		PŘÍČKY	Tepelně izolační vláknité materiály	0,039 – 0,095
			Sádkarton	0,21 – 0,22
		STŘECHA	Tepelně izolační vláknité materiály	0,039 – 0,095
OKENNÍ PROVAZEC	0,038 až 0,050	ZATĚSNĚNÍ SPÁR	Pur pěna	0,0227

6.4.4 Požární odolnost materiálů z ovčí vlny

Ovčí vlna má samozhášecí schopnost. Zápalná teplota je $\theta = 560^\circ$. Při vyšších teplotách se jen škvaří. Aby se snížila hořlavost, používá se retardér hoření „HCA ITC“. Ovčí vlna se řadí do třídy hořlavosti B2.

6.4.5 Akustické vlastnosti materiálů z ovčí vlny

3,5 mm silný izolační filc z ovčí vlny vylepšuje kročejovou neprůzvučnost o 22 dB. Na srovnání této vlastnosti ovčí vlny s průmyslovými materiály bohužel chybí informace.

6.5 VLASTNOSTI DŘEVA

Dřevo je houževnaté, což je schopnost odolávat dynamickému, rázovému namáhání. Dřevařské tabulky definují houževnatost jako hodnotu výšky, z jaké musí spadnout na hranolek o průřezu 2 x 2 m kladivo těžké 1,5 kg, aby ho přerazilo. Největší houževnatost má dřevo dubové.

Každá dřevina je i jinak pružná. Nejpružnější z našich materiálů je jasanové dřevo a ke křehčím patří například dřevo švestkové.[20]

6.5.1 Objemová hmotnost dřevěných materiálů

Hustota dřeva je dána podílem hmotnosti dřeva a jeho objemu a je přímo závislá na vlhkosti dřeva. Průměrná hustota jehličnanů je 360- 690 kg·m⁻³, listnatých dřevin 610 až 790 kg·m⁻³ a tropické dřeviny mají hustotu až 1000 kg·m⁻³. Čím je dřevo hustější, tím je pevnější a lépe se zpracovává.

6.5.1 Pevnost dřevěných materiálů v tlaku a tahu

Pevnost dřeva je závislá na druhu dřeva, vlhkosti, na růstových charakteristikách a době trvání zatížení. Pevnost dřeva v tahu je zhruba dvojnásobná než pevnost dřeva v tlaku. Únosnost dřeva se zvyšuje se snižováním vlhkosti, se snižováním teploty, snižováním úhlu mezi působením zatížení a směrem vláken a se zvyšováním hustoty dřeva.[1] Mezi nejpevnější dřeviny patří dub a akát nebo i olše, pokud je trvale umístěna pod vodou.

Tabulka 22- Srovnání pevnosti v tlaku a tahu materiálů dřevěných a průmyslově vyráběných

SROVNÁNÍ PEVNOSTI V TLAKU A TAHU DŘEVĚNÝCH MATERIÁLŮ A ALTERNATIV						
VÝR.	HODNOTA MPa		KCE	ALTERNATIVA	HODNOTA MPa	
	Pevnost v tlaku	Pevnost v tahu			Pevnost v tlaku	Pevnost v tahu
MASIVNÍ DŘEVĚNÉ PRVKY	29 až 82	68 až 165	ZÁKLADY	Beton	0,150	/
			STROPY	Pálená cihla	2,12- 25,93	/
				Pórobeton	4,4	/
			OBVODOVÉ KONSTRUKCE	Pálená cihla	6 -15	/
				Pórobeton	2,6 - 6,5	/
			PŘÍČKY	Pálená cihla	6 - 15	/
Pórobeton	2,8 - 4,2	/				
Sádrokarton	5,0 -10,0	1,0-2,5				
DŘEVO-VLÁKNITÉ DESKY	0,1 až 0,2	0,07	OBVODOVÉ KONSTRUKCE	Pálená cihla	6 -15	/
				Pórobeton	2,6 - 6,5	/
			PŘÍČKY	Pálená cihla	6 -15	/
				Pórobeton	2,8 - 4,2	/
Sádrokarton	5,0 -10,0	1,0-2,5				

6.5.2 Vlhkost dřevěných materiálů

Vlhkost je ve dřevě obsažena v buněčných stěnách (vázaná voda) a v buněčných dutinách (volná voda). Celkový obsah vlhkosti může tvořit až 70 % objemu dřeva. Při zabudovávání dřeva do konstrukce je potřeba, aby se jeho vlhkost pohybovala v rozmezí 12- 14%. Dřevo je hygroskopický materiál, váže vodu a neustále mění svůj obsah vlhkosti. Díky této vlastnosti je

schopno vytvářet příjemné mikroklima. Je však nutné brát na tuto vlastnost pohled, aby nedocházelo k přílišnému vlhnutí. Ve dřevě pak snadno vznikají plísně a zvyšuje se možnost napadení dřeva dřevokazným hmyzem. Zároveň platí, že s rostoucí vlhkostí dřeva klesá jeho pevnost a tuhost. Dřevo je anizotropní materiál a je proto možné zanedbat vlhkostní deformaci ve směru vláken. Důležitá je vlhkostní deformace ve směru kolmo na vlákna.

6.5.3 Tepelná vodivost dřevěných materiálů

Tepelná vodivost dřeva je závislá na orientaci vláken, hustotě a obsahu vlhkosti ve dřevě. Rovnoběžně s vlákny je tepelná vodivost větší než kolmo na vlákna.

Tabulka 23- Srovnání tepelné vodivosti materiálů dřevěných a průmyslově vyráběných

SROVNÁNÍ SOUČINITELE TEPELNÉ VODIVOSTI DŘEVĚNÝCH MATERIÁLŮ A ALTERNATIV				
VÝR.	HODNOTA λ , $W \cdot (mK)^{-1}$	KCE	ALTERNATIVA	HODNOTA λ , $W \cdot (mK)^{-1}$
MASIVNÍ DŘEVĚNÉ PRVKY	0,09 až 0,21	ZÁKLADY	Beton	1,230 – 1,740
		PODLAHY, STROPY	Pórobeton	0,130
			Keramický strop	0,820
		OBVODOVÉ KONSTRUKCE	Pálená cihla	0,112 – 0,250
			Pórobeton	0,110 – 0,210
		PŘÍČKY	Pálená cihla	0,440 - 0,650
			Pórobeton	0,170
			Sádrokarton	0,21
DŘEVO VLÁKNITÉ DESKY	0,038 až 0,050	OBVODOVÉ KONSTRUKCE	Pálená cihla	0,112 – 0,250
			Pórobeton	0,110 – 0,210
		PŘÍČKY	Pálená cihla	0,440 - 0,650
			Pórobeton	0,170
			Sádrokarton	0,21

6.5.4 Požární odolnost dřevěných materiálů

Jestliže jsou dřevěné konstrukce dobře navrženy, pak jsou schopné odolávat účinkům požáru i déle než 30 minut. Požární odolnost zvyšuje i dřevěné opláštění konstrukcí.

Pro srovnání uvedu nechráněné ocelové konstrukce, které se mohou zhroutit i po 15 minutách.

6.5.5 Akustické vlastnosti dřevěných materiálů

Tabulka 24- Srovnání akustických vlastností stropů z materiálů dřevěných a průmyslově vyráběných

SROVNÁNÍ AKUSTICKÝCH VLASTNOSTÍ DŘEVĚNÝCH STROPŮ A ALTERNATIV			
KONSTRUKCE	HODNOTA R_w , dB	ALTERNATIVA	HODNOTA R_w , dB
TRÁMOVÝ STROP SE ZÁKLOPEM	30 - 35	Pálená cihla	49 – 53
		Pórobeton	45 – 52
TRÁMOVÝ STROP S BETONOVOU PODLAHOU	49 – 54	Pálená cihla	49 – 53
		Pórobeton	45 – 52
TRÁMOVÝ STROP S PODLAHOU Z BETONU A DŘEVOTŘÍSKY	62	Pálená cihla	49 – 53
		Pórobeton	45 – 52

6.6 VLASTNOSTI KAMENE

6.6.1 Objemová hmotnost kamene

Hustota kamene se pohybuje v rozmezí $\rho = 2000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ až $3000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

6.6.2 Pevnost v tlaku kamene

Tabulka 25- Srovnání pevnosti v tlaku materiálů kamenných a průmyslově vyráběných

SROVNÁNÍ PEVNOSTI V TLAKU KAMENE A ALTERNATIV				
VÝR.	HODNOTA $f, \text{N}\cdot(\text{mm})^{-2}$	KCE.	ALTERNATIVA	HODNOTA $f, \text{N}\cdot(\text{mm})^{-2}$
KÁMEN	20- 400	ZÁKLADY	Beton	12 – 50
		ZDIVO	Pálená cihla	6 -15
			Pórobeton	2,6 - 6,5
		OBKLADY	Umělý kámen	45
		PODLAHOVÉ KRYTINY	Keramická dlažba	2 - 40
		STŘEŠNÍ KRYTINY	Pálené tašky	Chybí data
			Betonové tašky	Chybí data
			Plastové krytiny	Chybí data
KOMUNIKACE	Asfalt	≥ 3		

6.6.3 Tepelná vodivost kamene

Tabulka 26- Srovnání tepelné vodivosti materiálů kamenných a průmyslově vyráběných

SROVNÁNÍ SOUČiniteLE TEPELNÉ VODIVOSTI KAMENE A ALTERNATIV				
VÝR.	HODNOTA $\lambda, \text{W}\cdot(\text{mK})^{-1}$	KCE	ALTERNATIVA	HODNOTA $\lambda, \text{W}\cdot(\text{mK})^{-1}$
KÁMEN	2,2- 3,5	ZÁKLADY	Betonová konstrukce	1,230 – 1,740
		ZDIVO	Pálená cihla	0,820
			Pórobeton	0,130
		OBKLADY	Umělý kámen	Chybí data
		PODLAHOVÉ KRYTIN	Keramická dlažba	1,010
		STŘEŠNÍ KRYTINY	Pálené tašky	Chybí data
			Betonové tašky	Chybí data
			Plastové krytiny	Chybí data
KOMUNIKACE	Asfalt	0,200		

6.6.4 Požární odolnost kamene

Kámen patří do kategorie A- nehořlavé.

7 CENOVÉ SROVNÁNÍ MATERIÁLOVÝCH NÁKLADŮ

7.1 CENA SLÁMY

Cena domu, na jehož stavbu budou použity slaměné balíky se bude pohybovat v rozmezí od 1,2 do 2,4 mil. Kč. Platí to pro dům o dispozici 4+1 a rozloze 120 m^2 . Pokud je stavba prováděna svépomocí, vychází cena na $5- 10 \text{ tis}\cdot\text{m}^2$. Podle počtu najímaných řemeslníků se cena

pohybuje v rozmezí 13- 17 tis·m². Tyto ceny vycházejí z katalogu referenčních staveb na stránkách www.slamak.info. Ceny jsou včetně zemních prací, základů, dokončovacích prací a běžného vybavení. Běžná cena konvenčních staveb se pohybuje v rozmezí 20- 25 tis Kč·m².

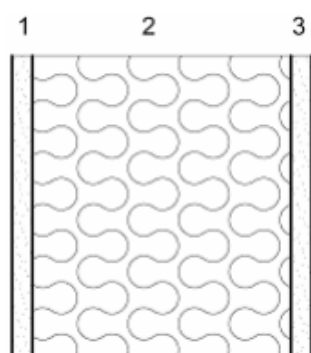
Cena slaměného balíku se pohybovala okolo 5 Kč/ kus. Ale s rostoucí popularitou balíků se cena zvedá a dnes jsou běžně dostupné za 15- 45 Kč/ kus. Výrobci balíku většinou poskytují zdarma nakládku balíků. Je potřeba zajistit si vykládku a připočítat k ceně balíku i cenu dopravy. Ta se velmi různí. Průměrná cena se pohybuje okolo 30 Kč/ km.

7.1.1 Obvodové konstrukce

Sláma

Cena instalace balíků do stěny vychází cca na 360 Kč·m².

Nosná slaměná stěna



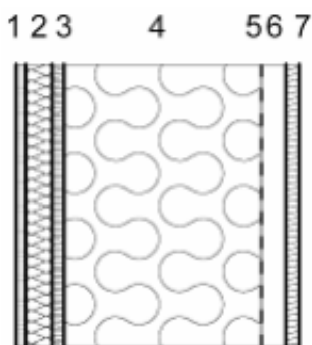
1. Vnitřní hliněná omítka 40 mm
2. Slaměný balík položený naplocho 500 mm
3. Vnější hliněná omítka s vápenným líčkem 40 mm

$$U= 0,15 \text{ W} \cdot (\text{m}^2\text{K}^{-1})$$

Pokud se na hliněnou omítku použije materiál z vlastních zdrojů, pak vyjde cena na 230 Kč·m². Jestliže se použije kupovaná hliněná omítka, vyšplhá se cena na 645 Kč·m².

Obrázek 21- Skladba nosné slaměné stěny [40]

Dřevěný skelet vyplněný slaměnými balíky



1. Sádrokarton 15 mm
2. Instalační mezera s dřevovláknitou izolací 40 mm
3. OSB deska 18 mm
4. Slaměný balík položený na výšku 300 mm
5. Závětrná fólie
6. Odvětrávaná mezera
7. Dřevěný obklad

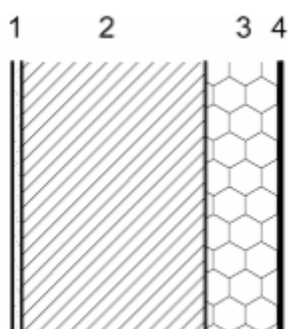
$$U= 0,14 \text{ W} \cdot (\text{m}^2\text{K}^{-1})$$

Cena této konstrukce je cca 850 Kč·m².

Obrázek 22- Skladba stěny dřevěného skeletu s výplní ze slaměných balíků [40]

Alternativy z průmyslově vyráběných materiálů

Keramické tvarovky se zateplením z polystyrenu



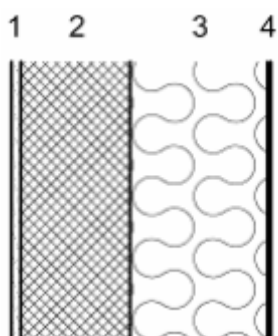
1. vnitřní vápenocementová omítka 15 mm
2. keramická tvarovka typu Therm 300 mm
3. Polystyren EPS 120 mm
4. Vnější tenkovrstvá vápenocementové omítka 5 mm

$$U = 0,15 \text{ W} \cdot (\text{m}^2 \text{K}^{-1})$$

Cena této konstrukce je cca 1460 Kč·m².

Obrázek 23- Skladba stěny s keramickými tvarovkami a zateplením [40]

Vápenopískové zdivo s kontaktním zateplením z minerální vlny



1. vnitřní vápenocementová omítka 15 mm
2. vápenopísková cihla 175 mm
3. minerální vlna 220 mm
4. vnější tenkovrstvá vápenocementová omítka 5mm

$$U = 0,155 \text{ W} \cdot (\text{m}^2 \text{K}^{-1})$$

Cena konstrukce cca 1390 Kč·m².

Obrázek 24. Skladba stěny z vápenopískového zdiva se zateplením [40]

7.1.2 Shrnutí: cena slaměných materiálů

Tabulka 27- Porovnání ceny pořízení materiálů slaměných a průmyslově vyráběných

SLAMĚNÉ MATERIÁLY A PRŮMYSLOVĚ VYRÁBĚNÉ ALTERNATIVY				
POUŽITÍ	PŘÍRODNÍ MAT.	CENA Kč·m ⁻²	ALTERNATIVA	CENA Kč·m ⁻²
OBVODOVÉ KCE.	Balíky	100- 250	Pálená cihla	1045- 2690 [51]
			Pórobeton	1072- 2021 [60]
PŘÍČKY	Balíky	100- 250	Pálená cihla	304- 985 [51]
			Pórobeton	351- 636 [60]
	Lisovaná sláma	245- 340 [68]	Pálená cihla	304- 985 [51]
			Pórobeton	351- 636 [60]
			Sádrokarton	245- 720 [63]
PODLAHY, STROPY	Balíky	100- 250	Keramické	884- 1597 [51]
			Pórobeton – nosníky, vložky	855- 1709 [60]
			Pórobeton – stropní dílce	1936- 2263 [60]
STŘEŠNÍ KCE.	Balíky	90- 250	Minerální izolace	64- 1096 [50]
STŘEŠNÍ KRYTINA	Došky	1500 [54]	Střešní tašky	318- 1896 [45]
TEPELNÁ IZOLACE MASIVNÍCH ZDÍ	Balíky	90- 250	Polystyren	89- 980 [50]

Cena balíků je vypočtena z cen, za které jsou balíky běžně dostupné. A to od 15 do 45 Kč/kus. Na střešní konstrukce a kontaktní tepelnou izolaci mohou být použity méně kvalitní balík, což snižuje i jejich možnou cenu pořízení. Cena panelů z lisované slámy se pohybuje, pro panely tl. 38 mm, od 245 do 280 Kč·m⁻². A pro panely tl. 58 mm je cena v rozmezí od 300 do 340 Kč·m⁻².

Sortiment pálených cihel je široký a vzhledem k tomu je uvedeno i velké rozpětí cen. Klasické cihly Porotherm, Porotherm Profi a Porotherm Profi Dryfix pro obvodové zdivo se vyrábí od šířky 36,5 cm do 50 cm. Jejich cena se pohybuje od 1045 Kč·m⁻² do 1679 Kč·m⁻². Relativní novinkou jsou cihly plněné minerální izolací, od šířky 30 do 50 cm a ceny 1645 – 2691 Kč·m⁻². Zdivo pro příčky je dostupné od šířky 8 mm do 30 mm, při ceně 304 až 985 Kč·m⁻². Cena keramických stropů je závislá na jejich rozpětí. Rozpětí nosníků může být 175 cm až 825 cm, při ceně 884 do 1597 Kč·m⁻².

Cena pórobetonových tvárnic pro obvodové zdivo závisí na tloušťce zvoleného zdiva (300-500 mm). A pohybuje se od 1072 do 2021 Kč·m⁻². Cena příčkových je, při tloušťce tvárnice 75 mm, 351 Kč·m⁻². A zvedá se postupně až do 636 Kč·m⁻², (tl. 150 mm). Cena stropních dílců je závislá na výšce stopního dílce.

Minerální izolace je vyráběna v tloušťce 50 až 280 mm. A od této tloušťky se odvíjí i cena. Cena střešních tašek závisí na vybraném typu, povrchové úpravě a vzhledu. Cena fasádního polystyrenu je 89 Kč·m⁻² (tl. 30 mm), 593 Kč·m⁻² (tl. 200 mm) nebo až 980 Kč·m⁻² (tl. 300 mm). Ceny se různí i v závislosti na vlastnostech izolace.

7.2 CENA HLÍNY

Tabulka 28- Porovnání ceny pořízení materiálů hliněných a průmyslově vyráběných

HLINĚNÉ MATERIÁLY A PRŮMYSLOVĚ VYRÁBĚNÉ ALTERNATIVY				
POUŽITÍ	VÝROBEK	CENA Kč·m ⁻²	ALTERNATIVA	CENA Kč. m ⁻²
OBVODOVÉ ZDI	Cihly z nepálené hlíny	296- 500 [61]	Pálená cihla	1045- 2690 [51]
			Pórobeton	1072- 2021 [60]
PŘÍČKY	Hlína dusaná do bednění	140 [Kros]	Pálená cihla	304- 985 [51]
			Pórobeton	351- 636 [60]
	Cihly z nepálené hlíny	296- 500 [61]	Pálená cihla	304- 985 [51]
			Pórobeton	351- 636 [60]
			Sádrokarton	245- 720 [63]
	Hliněné panely	629- 1075 [69]	Pálená cihla	304- 985 [51]
Pórobeton			351- 636 [60]	
MALTY	Hliněná	138 [61]	Zdící malty	54- 150 [62]
OMÍTKY	Omítky	69- 700 [61]	Omítky	70- 230 [Kros]

Cihly z nepálené hlíny mohou být stabilizované, nestabilizované, jednostranné nebo oboustranné a nejdražší varianta může být zdobena kameny. Cena konstrukce z dusané hlíny je vypočítána jako cena zeminy a bednění konstrukce. Vychází na 1147 Kč·m⁻³. Příčky z dusané hlíny bývají tloušťky 120 mm. Hliněné panely mohou mít tl. 16 mm až 50 mm. A Cena hliněných omítek je závislá na složení a barvě konkrétní omítky.

Rozpětí cen u páleného zdiva a pórobetonu je způsobeno rozdílnými tloušťkami jednotlivých stavebních prvků. Konkrétně jsou rozměry cihel, a na nich závislé ceny pořízení, rozepsány v kapitole 7.1 cena slámy.

7.3 CENA KONOPI

Tabulka 29- Porovnání ceny pořízení materiálů konopných a průmyslově vyráběných

KONOPNÉ MATERIÁLY A PRŮMYSLOVĚ VYRÁBĚNÉ ALTERNATIVY				
POUŽITÍ	VÝROBEK	CENA	ALTERNATIV A	CENA
OBV.ZDI	Konopná drť	4206 Kč·m ⁻³ [58]	Liapor	1518- 2002 Kč·m ⁻³ [55]
	Desky, rohože, role	75- 1000 Kč·m ⁻² [58]	Polystyren	25- 1000 Kč·m ⁻² [56]
	Plstě a pásy	91- 400 Kč·m ⁻² [58]	Mínerální izolace	68- 1380 Kč·m ⁻² [56]
PŘÍČKY	Jílovo konopné cihly	200- 300 Kč·m ⁻² [58]	Mínerální izolace	60- 505 Kč·m ⁻² [56]
	Desky, rohože, role	75- 1000 Kč·m ⁻² [58]	Sádrokarton	88 Kč·m ⁻² [Kros]
STŘECHA	Desky, rohože, role	75- 1000 Kč·m ⁻² [58]	Mínerální izolace	64- 1096 Kč·m ⁻² [56]
	Konopná drť	4206 Kč·m ⁻³ [58]	Liapor	1518- 2002 Kč·m ⁻³ [55]
	Konopné provazce	13- 79 Kč·m ⁻¹ [59]	PE těsnicí provazec	4-70 Kč·m ⁻¹
OMÍTKY	Konopné směsi	93- 132 Kč·m ⁻² [61]	Omítky	29- 72 Kč·m ⁻² [64]
MALTY	Konopná malta	79 Kč·m ⁻² [61]	Zdicí malty	54- 150 Kč·m ⁻² [62]

Cena konopných rohoží, desek a rolí je v rozmezí od 75 do 1000 Kč·m⁻². Závisí na tloušťce izolace, která se dodává v tloušťkách od 30 do 220 mm. Konopné plstě a pásy se dodávají v tloušťkách od 3 do 10 mm. Konopné provazce za 13 Kč·m⁻¹ mají průměr 10 mm, nejdražší provazce 25 mm. Konopné omítky lze pořídit kolem 100 Kč·m⁻² při nátěru tl. 10 mm.

Cena tepelně izolačního keramického kameniva Liapor je závislá na měrné tepelné vodivosti a sypné hmotnosti. Nejlevnější varianta má $\lambda = 0,09$ a sypnou hmotnost $275 \pm 15\%$ kg·m⁻³. Sypná hmotnost u nejdražší varianty je $575 \pm 15\%$ kg·m⁻³. Cena polystyrenu je 25 Kč·m⁻² při tl. 10 mm a 1000 Kč·m⁻² při tl. 300 mm. Cena jádrových omítek Weber se pohybuje od 29 do 72 Kč·m⁻² a štukových omítek od 11 do 15 Kč·m⁻².

7.4 CENA OVČÍ VLNY

Cena izolace z ovčí vlny se pohybuje v rozmezí 100 Kč·m⁻² až 3000 Kč·m⁻². Záleží hlavně na tloušťce izolace. Čím větší tloušťka izolace, tím větší cena. K běžně používaným izolacím je ale nutné pořídit parotěsnou zábranu, která k izolacím z ovčí vlny není zapotřebí a dokonce se ani nedoporučuje. Parotěsná zábrana vyjde na 60 Kč·m⁻².

Tabulka 30- Porovnání ceny pořízení materiálů z ovčí vlny a průmyslově vyráběných

MATERIÁLY Z OVČÍ VLNY A PRŮMYSLOVĚ VYRÁBĚNÉ ALTERNATIVY				
POUŽITÍ	VÝROBEK	CENA [74]	ALTERNATIVA	CENA
PODLAHY, STROPY	Desky	117- 725 Kč·m ⁻²	Minerální izolace	68- 1065 Kč·m ⁻² [56]
	Rohože	151- 2530 Kč·m ⁻²	Minerální izolace	68- 1065 Kč·m ⁻² [56]
	Izolační filcový pás	37- 213 Kč·m ⁻²	Minerální izolace	68- 1065 Kč·m ⁻² [56]
	Volná vlna	285 Kč·m ⁻³	Liapor	1518- 2002 Kč·m ⁻³ [55]
OBVODOV É ZDI	Rohože, role	151- 2530 Kč·m ⁻²	Minerální izolace	68- 1380 Kč·m ⁻² [56]
	Volná vlna	285 Kč·m ⁻³	Liapor	1518- 2002 Kč·m ⁻³ [55]
	Okenní provazce	12 Kč·m ⁻¹	PE těsnicí provazec	4 - 7 Kč·m ⁻¹ [70]
	Desky	117- 725 Kč·m ⁻²	Minerální izolace	68- 1380 Kč·m ⁻² [56]
	Rohože	151- 2530 Kč·m ⁻²	Minerální izolace	68- 1380 Kč·m ⁻² [56]
	Izolační filcový pás	37- 213 Kč·m ⁻²	Minerální izolace	68- 1380 Kč·m ⁻² [56]
	Volná vlna	285 Kč·m ⁻³	Liapor	1518- 2002 Kč·m ⁻³ [55]
PŘÍČKY	Rohože, role	151- 2530 Kč·m ⁻²	Minerální izolace	60- 505 Kč·m ⁻² [56]
STŘECHA	Rohože, role	151- 2530 Kč·m ⁻²	Minerální izolace	64- 1096 Kč·m ⁻² [56]
	Volná vlna	285 Kč·m ⁻³	Liapor	1518- 2002 Kč·m ⁻³ [55]

Ceny izolací z ovčí vlny byly poptány od firmy Isolena. Cena závisí na tloušťce izolace. Čím tlustší rohož/ deska, tím větší cena.

Pro zateplení stropů umělými materiály se používá například minerální izolace. Nejlevnějšími jsou izolační desky tl. 40 mm, za 68 Kč·m⁻². Nejdražší variantou jsou izolační desky tl. 200 mm za 1065 Kč·m⁻². Nejlevněji lze zateplit obvodová konstrukce minerální izolací tl. 40 mm za 68 Kč·m⁻². Nejdražší možností jsou fasádní desky tl. 300 mm za 1380 Kč·m⁻². Pro izolování příček jsou používány minerální izolace od tl. 40 mm po 160 mm.

Cena tepelně izolačního keramického kameniva Liapor je závislá měrné tepelné vodivosti a sypané hmotnosti. Nejlevnější varianta má $\lambda = 0,09$ a sypanou hmotnost $275 \pm 15\%$ kg·m⁻³. Sypaná hmotnost u nejdražší varianty je $575 \pm 15\%$ kg·m⁻³.

7.5 CENA DŘEVA

Tabulka 31- Porovnání ceny pořízení materiálů dřevěných a průmyslově vyráběných

DŘEVĚNÉ MATERIÁLY A PRŮMYSLOVĚ VYRÁBĚNÉ ALTERNATIVY				
POUŽITÍ	VÝROBEK	CENA	ALTERNATIVA	CENA Kč·m ⁻²
PODLAHY	Masivní prvky	500- 3000 Kč·m ⁻² [56]	Laminátové	150- 780 [53]
	Vícevrstvé prvky	500- 1600 Kč·m ⁻² [56]		
OBVODOVÉ KCE	Roubené konstrukce	6980- 23000 Kč·m ⁻² [52]	Pálená cihla	1045- 2690 [51]
	Stěnový systém- Masivní panely	889- 1811 Kč·m ⁻² [71]	Pórobeton	1072- 2021 [60]
			Pálená cihla	1045- 2690 [51]
	Stěnový systém- lehké prvky	4500- 6500 Kč·m ⁻³ [52]	Pórobeton	1072- 2021 [60]
			Pálená cihla	1045- 2690 [51]
	Skeletový systém- masivní skelety	4500- 6500 Kč·m ⁻³ [52]	Pórobeton	1072- 2021 [60]
Pálená cihla			1045- 2690 [51]	
Skeletový systém- lehké skelety	4500- 6500 Kč·m ⁻³ [52]	Pórobeton	1072- 2021 [60]	
		Pálená cihla	1045- 2690 [51]	
STROPY	Trámové stropy	4500- 6500 Kč·m ⁻³ [52]	Pálená cihla	884- 1597 [51]
			Pórobeton – nosníky, vložky	855- 1709 [60]
			Pórobeton – stropní dílce	1936- 2263 [60]
STŘEŠNÍ KCE	Masivní prvky	681- 859 Kč·m ⁻² [52]		
STŘEŠNÍ KRYTINA	Dřevěné šindele	1500 Kč·m ⁻² [44]	Asfaltový šindel	160- 190 [Kros]

Ceny dřevěných konstrukcí jsou průměrnými cenami, za které lze sehnat dřevo.

Ceny pálených cihel a dílců z pórobetonu závisí na šířce jednotlivých prvků. Nejdražší varianta cihel Porotherm je plněna minerální vatou.

7.6 CENA KAMENE

Tabulka 32- Porovnání ceny pořízení materiálů kamenných a průmyslově vyráběných

KAMENNÉ MATERIÁLY A PRŮMYSLOVĚ VYRÁBĚNÉ ALTERNATIVY				
POUŽITÍ	VÝROBEK	CENA	ALTERNATIVA	CENA
ZÁKLADOVÉ KCE	Lomový kámen	100- 7500 Kč·m ⁻³ [Kros]	Beton	2000- 2335Kč·m ⁻³ [42]
ZDIVO	Haklíky	1200- 1900 Kč·m ⁻² [Kros]	Pálená cihla	1045- 2690Kč·m ⁻² [51]
			Pórobeton	1072- 2021Kč·m ⁻² [60]
	Lomový kámen	100- 7500 Kč·m ⁻³ [Kros]	Pálená cihla	1045- 2690Kč·m ⁻² [51]
			Pórobeton	1072- 2021Kč·m ⁻² [60]
OBKLADY	Obkladové desky	1230- 2330 Kč·m ⁻² [Kros]	Umělý kámen	400- 1000 Kč·m ⁻² [66]
PODLAHOVÉ KRYTINY, DLAŽBY	Dlažební desky	280- 3000 Kč·m ⁻² [Kros]	Keramická dlažba	147- 1500 Kč·m ⁻² [67]
STŘEŠNÍ KRYTINY	Břidlice	640- 707 Kč·m ⁻² [65]	Pálená taška	318- 1000 Kč·m ⁻² [45]

Nejlevnější varianta lomového kamene je netříděná žula, odval za 40 Kč·t⁻¹. Nejdražší variantou je záhozový pískovec- 3000 Kč·t⁻¹. Haklík hrubý, z pískovce je k dostání za 1200 Kč·m⁻². Za 1900 Kč·m⁻² se dá pořídit haklík řezaný. Cena obkladových desek závisí na materiálu a způsobu úpravy. Nejlevnější variantou je deska z tryskané žuly tl. 3 cm. Nejdražší je deska z žuly liberecké. Cena dlažebních desek se pohybuje od 280 Kč·m⁻² výš, záleží na úpravě kamene. Nejlevnější je deska mramorová, řezaná, tl. 2 cm, šířky 10 cm. Kolem 3000 Kč·m⁻² jsou už k dostání mramorové desky leštěné, formátované. Cena břidlicové střešní krytiny je porovnávána při sklonu střechy 45° a více. Rozměry břidlice jsou od 15 x 18 cm do 22 x 27 cm.

Cena betonu C16/20 je 2000 Kč·m⁻³, cena betonu C20/25 je 2200 Kč·m⁻³, cena betonu C30/35 je 2335 Kč·m⁻³. Cena umělého kamene je vypočítána pro tloušťku kamene 100 mm. Cena závisí na typu materiálu. Cena pálených tašek se liší podle vybraného typu krytiny, povrchové úpravy a vzhledu.

8 SROVNÁNÍ MATERIÁLOVÝCH NÁKLADŮ NA STAVBU KONKRÉTNÍHO DOMU

V této kapitole je porovnávána cena domu z vybraných přírodních stavebních materiálů a domu z materiálů průmyslově vyráběných. Ceny uvedené v tabulce jsou vždy průměrnými cenami materiálů dostupných na trhu. Pro cenové srovnání je použita cena pořízení materiálů. Další náklady spojené s pořízením nejsou uvažovány. Cena pořízení přírodních materiálů nižší, ale jednotlivé konstrukce mohou být více pracné.

Dům, který je zde řešen, má rozlohu 120 m². Je to jednopodlažní dům, bez podsklepení. Má plochou, dvouplášťovou střechu, s větranou mezerou. Stojí na kraji obydleného území, včetně veškeré občanské vybavenosti.

První varianta domu je budována výhradně z přírodních materiálů. Jednotlivé skladby konstrukcí, které se zde objevují, jsou skladbami, které se objevily již v kapitole 5 při rozboru možných použití přírodních stavebních materiálů. Druhá varianta je dům z klasických stavebních materiálů používaných běžně projektanty i stavebníky. Hlavním používaným materiálem jsou pálené cihly.

Tabulka 33- Celkové porovnání materiálových nákladů na stavbu základů domu

POROVNÁNÍ MATERIÁLOVÝCH NÁKLADŮ NA KONSTRUKCI ZÁKLADŮ: PŘÍRODNÍCH MATERIÁLY VS. PRŮMYSLOVĚ VYRÁBĚNÉ ALTERNATIVY			
PŘÍRODNÍ MATERIÁL	CENA Kč·m ⁻²	UMĚLÝ MATERIÁL	CENA Kč·m ⁻²
Lomový kámen	250 [Kros]	Beton	478 [Kros]
Štěrková výplň	5 [Kros]	Drenážní podsyp	11 [Kros]
Vápenná malta	371 [Kros]	Geotextilie	29 [48]
/	/	Kari síť	88 [43]
CELKEM	626 Kč·m⁻²		606 Kč·m⁻²

Skladba základové konstrukce z přírodních materiálů je shodná se skladbou základové konstrukce na obrázku 11, v kapitole 5. Lomový kámen použitý na základovou konstrukci domu, z přírodních materiálů je neupravená, netříděná žula a rula třídy I za 190 Kč·t⁻¹. Na štěrkovou výplň je použita štěrkodrt', tl. 50 mm, 100 Kč·m⁻³. Vápenná malta stojí 371 75 Kč·m⁻², při tl. 20 mm.

Beton použitý na základovou konstrukci je beton C16/20, tl. 200 mm. Na drenážní podsyp je použita štěrkodrt' do tl. 110 mm, 100 Kč·m⁻³. Geotextilie 600 g·m⁻². Kari síť je použita 6 mm, s oky 100 x 100 mm.

Z tohoto porovnání vychází cena základů pro obě konstrukce podobně. Není zde ovšem počítáno s pracnostmi. Práce s kamenem, jeho osazování a vyrovnávání je pracnější než vylití základové desky.

Tabulka 34- Celkové porovnání materiálových nákladů na konstrukci podlahy

POROVNÁNÍ MATERIÁLOVÝCH NÁKLADŮ NA KONSTRUKCI PODLAHY: PŘÍRODNÍCH MATERIÁLY VS. PRŮMYSLOVĚ VYRÁBĚNÉ ALTERNATIVY			
PŘÍRODNÍ MATERIÁL	CENA Kč·m ⁻²	UMĚLÝ MATERIÁL	CENA Kč·m ⁻²
Podlahový nosník	1375 [52]	Separční fólie	4
Prkna	275 [52]	Hydroizolace	209 [Kros]
Karton	3	PE fólie	4
Rákosová rohož	85	Tepelná izolace	247 [56]
Slaměný balík	175	Separční fólie	4
Karton	3	Betonová mazanina	400 [Kros]
Kamenná drť	75 [Kros]	Disperzní lepidlo	100
Hliněná mazanina	168 [Kros]	/	/
Nepálené cihly	500 [61]	Laminátová podlaha	465 [53]
CELKEM	2659 Kč·m⁻²		1433 Kč·m⁻²

Skladba podlahové konstrukce z přírodních materiálů, je shodná se skladbou uvedenou v kapitole 5, ve výpisu možného použití slaměných balíků. Nosník, použitý na podlahy má rozpětí 3- 4 m, tl. 250 mm. Cena nosníků se pohybuje od 5200 do 5800 Kč·m⁻³. V tabulce je počítáno s průměrnou cenou. Cena prken při rozpětí 3- 6 m se pohybuje od 4200 – 5800 Kč·m⁻³. V tabulce je uvedena průměrná cena pro prkna tl. 50 mm. Cena hliněné mazaniny vychází na 5600 Kč·m⁻³. V tabulce je uvedena cena pro mazaninu tl. 30 mm. Cihla Claygar je cihlou základní.

Hydroizolace je tl. 2 mm, šířky 1300 mm. Betonová mazanina je z betonu prostého C16/20 s tl. 150 mm, cena 2660 Kč·m⁻³. Tepelnou izolací je minerální izolace tl. 30 mm. Cena laminátové podlahy se pohybuje mezi 150 a 780 Kč·m⁻². V tabulce je uveden průměr těchto cen.

Podlahové konstrukce z přírodních materiálů jsou dražší než z průmyslově vyráběných alternativ. Cenu velmi ovlivňuje množství použitého dřeva, a také hliněná mazanina. Nejlepším řešením je využití hlíny z vlastního pozemku.

Tabulka 35- Celkové porovnání materiálových nákladů na stavbu obvodových konstrukcí

POROVNÁNÍ MATERIÁLOVÝCH NÁKLADŮ NA OBVODOVÉ KONSTRUKCE: PŘÍRODNÍCH MATERIÁLY VS. PRŮMYŠLOVĚ VYRÁBĚNÉ ALTERNATIVY			
PŘÍRODNÍ MATERIÁL	CENA Kč·m⁻²	UMĚLÝ MATERIÁL	CENA Kč·m⁻²
Lehká skeletová kce.	1100 [52]	Pálená cihla	1256 [51]
Balíky	175	Zdíci malta	59 [62]
/	/	Tepelná izolace	214 [56]
CELKEM	1275 Kč·m⁻²		1529 Kč·m⁻²

Cena skeletové konstrukce je průměrnou cenou, za kterou lze koupit řezivo, při šířce fošen 200 mm. Cena balíků je vypočtená z cen zemědělců a prodejců balíků.

Cihly jsou Porotherm 44 profi. Zdíci malta je značky Cemix, s pevností v tlaku 5 MPa. Kontaktní tepelná izolace je z pěnového polystyrenu, tl. 100 mm.

Cena pořízení materiálu na obvodové konstrukce vychází výhodněji s použitím lehké skeletové konstrukce a slaměných balíků. Navíc tloušťka balíků zajistí příjemné teploty interiéru v létě, i v zimě. V létě se rychle neprohřeje a v zimě ochrání před chladem.

Tabulka 36- Celkové porovnání materiálových nákladů na stavbu příček

POROVNÁNÍ MATERIÁLOVÝCH NÁKLADŮ NA KONSTRUKCI PŘÍČEK: PŘÍRODNÍCH MATERIÁLY VS. PRŮMYŠLOVĚ VYRÁBĚNÉ ALTERNATIVY			
PŘÍRODNÍ MATERIÁL	CENA Kč·m⁻²	UMĚLÝ MATERIÁL	CENA Kč·m⁻²
Lehká fošnová kce.	560 [52]	Pálená cihla	732 [51]
Balíky	175	Sádrokarton	88 [63]
/	/	Zdíci malta	59 [62]
CELKEM	735 Kč·m⁻²		879 Kč·m⁻²

. Cena fošen délky 3- 6 m se pohybuje od 5200 do 6000 Kč·m⁻³. Cena uvedená v tabulce je průměrnou cenou, za kterou lze řezivo koupit, při tl. 100mm. Cena balíků je vypočtená z cen zemědělců a prodejců balíků.

Cihly na zdění příček jsou Porotherm 30, P10. Sádrokartonová deska Rigips, tl. 15 mm je za cenu 88 Kč·m⁻². Zdicí malta je značky Cemix, s pevností v tlaku 5 MPa.

Při této skladbě konstrukce vychází levněji příčky z přírodních materiálů, vzhledem k tomu, že na tuto konstrukci není potřeba víc, než balíky a dřevo.

Tabulka 37- Celkové porovnání materiálových nákladů na konstrukci stropu

POROVNÁNÍ MATERIÁLOVÝCH NÁKLADŮ NA KONSTRUKCI STROPU: PŘÍRODNÍCH MATERIÁLY VS. PRŮMYSLOVĚ VYRÁBĚNÉ ALTERNATIVY			
PŘÍRODNÍ MATERIÁL	CENA Kč·m ⁻²	UMĚLÝ MATERIÁL	CENA Kč·m ⁻²
Stropní trámy	825 [52]	Keramický strop	1177 [51]
OSB deska 18 mm	173 [46]	Kročejová izolace	75 [Kros]
Izolační rohože z ovčí vlny	520 [17]	Betonová mazanina	355 [42]
OSB deska 18 mm	173 [46]	/	/
Kročejová izolace	125 [17]	/	/
CELKEM	1816 Kč·m⁻²		1607 Kč·m⁻²

Stropní trámy jsou dřevěné, tl. 150 mm. Izolační rohože i kročejová izolace je z ovčí vlny a ceny jsou dodány z ceníku firmy Isolena.

Keramický strop je z nabídky firmy Wienerberger. Cena stropních nosníků a vložek se pohybuje, pro rozpětí nosníků od 475 do 625 cm, od 1066 do 1287 Kč·m⁻². Izolační deska pro kročejový útlum je tl. 40 mm. Betonová mazanina C16/20 do tl.120 mm stojí 2960 Kč·m⁻³. Nášlapná vrstva může zvolená jakákoliv u obou variant

Stropní konstrukce z přírodních materiálů je dražší než konstrukce z materiálů průmyslově vyrobených. Ale rozdíl mezi cenami pořízení není až tak velký. Stropní konstrukce s izolačními rohožemi a kročejovými pásy z ovčí vlny, odhluční konstrukci a bude poskytovat větší komfort.

Tabulka 38- Celkové porovnání materiálových nákladů na stavbu střešní konstrukce

POROVNÁNÍ MATERIÁLOVÝCH NÁKLADŮ NA STŘEŠNÍ KONSTRUKCI: PŘÍRODNÍCH MATERIÁLY VS. PRŮMYSLOVĚ VYRÁBĚNÉ ALTERNATIVY			
PŘÍRODNÍ MATERIÁL	CENA Kč·m ⁻²	UMĚLÝ MATERIÁL	CENA Kč·m ⁻²
Dřevěná střešní konstrukce	550 [52]	Dřevěná střešní konstrukce	550 [52]
OSB deska 18 mm	173 [46]	SDK deska	469 [Kros]
Vzduchotěsná a parotěsná páska	167 [47]	Parozábrana	20 [49]
Balíky	175	Tepelná izolace	237 [50]
Difuzní fólie	13 [Kros]	Hydroizolace	54 [50]
OSB deska	173 [46]	Lat'ování	370 [52]
CELKEM:	1251 Kč·m⁻²		1400 Kč·m⁻²

Cena dřevěné střešní konstrukce je 550 Kč·m⁻², při tloušťce krovu 100 mm. OSB deska má tloušťku 18 mm, její rozměry jsou 2500 x 625 mm, je upravena na pero a drážku. Vzduchotěsná a parotěsná páska 60 mm x 25 m je za cenu 250 Kč/ 25 m. Cena balíků je průměrná cena, vypočtená

z cen zemědělců a prodejců balíků. Cena difuzní folie Gutafol 110 je podle programu KROS plus 13 Kč·m⁻².

Cena SDK desky, při tl. 12 mm a TI 100 mm dvouvrstvé je 469 kg·m⁻². Parotěsná zábrana je s reflexní hliníkovou vrstvou. Tepelná izolace je ze skelného vlákna, tl. 180 mm, $\lambda = 0,039 \text{ W} \cdot (\text{m} \cdot \text{K})^{-1}$.

Cena střešní konstrukce z přírodních stavebních materiálů je levnější než střešní konstrukce z umělých materiálů. Skladba obou konstrukcí je podobná. Tudíž nemůže být skladba z umělých materiálů zvýhodněna menší pracností.

Tabulka 39- Celkové porovnání materiálových nákladů na střešní krytinu

POROVNÁNÍ MATERIÁLOVÝCH NÁKLADŮ NA STŘEŠNÍ KRYTINU: PŘÍRODNÍCH MATERIÁLŮ VS. PRŮMYŠLOVĚ VYRÁBĚNÉ ALTERNATIVY			
PŘÍRODNÍ MATERIÁL	CENA Kč·m ⁻²	UMĚLÝ MATERIÁL	CENA Kč·m ⁻²
Šindel	560 [44]	Střešní tašky	701 [45]

Cena šindele je 560 Kč·m⁻² při jednoduchém položení šindelů. Dvojitě položení šindelů zvedne cenu na 890 Kč·m⁻².

Střešní tašky jsou keramické, od firmy Bramac, vzor Opál, vhodný vzhledem pro venkovské stavby. Cena se pohybuje od 431 Kč·m⁻² do 943,6 Kč·m⁻². Cena uvedená v tabulce je průměr vypočítaný z cen uvedených na webových stránkách firmy.

Samozřejmě lze vybrat i levnější variantu střešních keramických tašek. Cena se může pohybovat okolo 300 Kč·m⁻². Ale zde byla vybrána taková varianta krytiny, která alespoň lehce vzhledem připomíná šindel. Při výběru jiných, levnějších tašek, by byla umělá střešní krytina výhodnější.

9 ZÁVĚR

Současné stavebnictví ve velkém množství zatěžuje životní prostředí. Přitom každý umělý materiál, jehož výroba vyžaduje obrovské množství primární energie, má svou přírodní alternativu.

V této práci jsou uvedeny přírodní materiály, které se v současnosti již začaly používat, a jejich obliba stoupá. Přesto je ještě mnoho dalších materiálů, na které už nezbyl prostor. U slámy, hlíny, konopí, ovčí vlny, kamene a dřeva je v této práci načrtnuta historie jejich vývoje a používání na stavbách i jinde. Jsou popsány jejich vlastnosti a široké možnosti využití. Dále jsou jejich vlastnosti porovnány s vlastnostmi průmyslových alternativ. A na závěr jsou ceny pořízení přírodních materiálů srovnány v konkrétních případech použití na stavbách, s cenami pořízení umělých materiálů. Byla zde použita opravdu jen cena pořízení materiálů, není uvažováno s cenou dopravy a montáže. Tímto byl naplněn cíl bakalářské práce, a to porovnat náklady na výstavbu rodinných domů z přírodních materiálů s obvyklou výstavbou.

Jak je vidět v tabulkách v kapitole 7 a 8, jsou ceny alternativních materiálů srovnatelné s cenami materiálů běžně používaných, mnohdy i nižší. Ale i pokud se stane, že je cena pořízení přírodního materiálu vyšší, než by byla cena průmyslové alternativy, je jisté, že s přírodními materiály nebude dům pouze místem na přežívání. Přírodní materiály vytvářejí v domech optimální mikroklima. Jsou difuzně propustné a udržují v interiéru správnou vlhkost. Jsou příjemné na pohled

i na dotek a působí tak pozitivně na lidskou psychiku. Navíc se jejich charakteristické vlastnosti dají poměřovat s materiály průmyslově vyráběnými bez obav, že by neuspěly. Mají vynikající tepelné i zvukové izolační vlastnosti. Jsou odolné proti ohni a se správnou povrchovou úpravou i proti vodě. Jsou trvanlivou, estetickou, zdravou a bezpečnou variantou bydlení s jistou budoucností. Jsou obnovitelné, snad kromě kamene. Po skončení doby jejich životnosti, což může být mnoho přes 100 let, jsou recyklovatelné nebo přirozeně rozložitelné. Během svého růstu rostlinné materiály absorbují a zadržují CO₂, který člověk ve velkém produkuje. Oxid zůstane v materiálech zabudován až do doby jejich recyklace.

Ale i přes všechny jejich výhody, alternativní materiály stále čekají na dobu, kdy budou využívány ve velkém množství. Je to způsobeno hlavně nedůvěrou veřejnosti, nedostatkem ucelených informací a legislativních podkladů.

Existuje mnoho knih o přírodním stavitelství a ekologických materiálech. Spoustu informací lze nalézt i na webových stránkách. Ale i přes to, že informací je dost, stále chybí příručky, které by tyto informace zpracovaly do ucelených částí, s konkrétními postupy staveb jednotlivých konstrukcí. Možná i proto mají lidé představu neproveditelnosti staveb z těchto materiálů. A v neposlední řadě chybí legislativa ke stavbám z přírodních materiálů a mnohé stavební úřady nechtějí ani přírodní stavby povolovat.

Historické události ve světě, například téměř úplný zákaz používání dřeva v poválečném Česku, měl za následek úpadek tesařských řemesel. A také prohloubení nedůvěry lidí v trvanlivost materiálu. S používáním slámy ve stavbách se ustalo, když Marie Terezie a Josef II. vydali protipožární zákony. Tyto a další opatření měly za následek přerušení tradic používání přírodních materiálů na stavby rodinných domů, ke kterým se teď lidé pomalu vrací a znovu je poznávají.

Naštěstí, i přes tyto komplikace se dnes objevuje stále více lidí, kteří se k myšlence ekologického stavitelství vrací. Uvědomují si všechna pozitiva alternativních stavebních materiálů a jejich příznivý vliv na člověka. Používáním přírodních materiálů na stavby je možné omezit, i když ne úplně odbourat, negativní vlivy stavebnictví na životní prostředí.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZROJŮ

10.1 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] SCHLEGER, Eduard, František ŠIMEK a Karel SRDEČNÝ. *Zdraví a krása: přírodní materiály a zdravé stavby*. Vyd. 1. V Praze: České vysoké učení technické, 2008, 130 s. ISBN 978-80-01-04012-6.
- [2] CHYBÍK, Josef, František ŠIMEK a Karel SRDEČNÝ. *Přírodní stavební materiály: jak pořídit z balíků slámy standardní dům*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2009, 268 s. ISBN 978-80-247-2532-1.
- [3] MÁRTON, Jan, František ŠIMEK a Karel SRDEČNÝ. *Stavby ze slaměných balíků: slaměné izolace v nízkoenergetických a pasivních domech, návrh staveb šetrných k životnímu prostředí, hliněné omítky, ozeleněné střechy*. 1. vyd. Liberec: J. Márton, 2010, 204 s. ISBN 978-80-254-6610-0.
- [4] KONOPA, OBČANSKÉ SDRUŽENÍ. *Využití konopí v současném stavebnictví*. [online]. 2014 [cit. 2014-05-02]. Dostupné z: <http://www.konopa.cz/stavebnictvi/vyuziti-konopi-v-soucasnem-stavebnictvi.html>
- [5] IGNIS. *Ovčí vlna*. [online]. [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: <http://www.ignis.cz/products/detail/7>
- [6] BESKYDSKÉ OVCE. *Vlna a její vlastnosti*. [online]. [cit. 2014-04-05]. Dostupné z: <http://www.beskydskeovce.cz/?p=vlna-a-vyroby-z-vlny>
- [7] HOLIDAY- PACIFIC HOMES- BOHEMIA. *Zajímavosti z historie dřevostaveb*. [online]. 2011 [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: <http://www.holidaypacific.cz/historie-drevostaveb-u-nas>
- [8] STAVEBNICTVÍ 3000. *Přírodní kámen v architektuře a stavebnictví*. [online]. 12.5.2014 [cit. 2014-05-14]. Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/prirodni-kamen-architektura/>
- [9] MINKE, Gernot a Friedemann MAHLKE. *Stavby ze slámy: jak pořídit z balíků slámy standardní dům*. 1. české vyd. Ostrava: HEL, 2009, 143 s. ISBN 978-80-86167-31-2.
- [10] PFEIFEROVÁ, Magda, František ŠIMEK a Karel SRDEČNÝ. *Slaměný dům: jak pořídit z balíků slámy standardní dům*. 1. české vyd. České Budějovice: Rosa, 2001, 77 s. ISBN 80-238-6834-9.
- [11] MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY. *Zákon č. 167/ 1988 Sb*. [online]. 27.9.2001 [cit. 2014- 04- 12]. Dostupné z: http://www.mzcr.cz/dokumenty/zakon-c-sb_1965_1051_3.html
- [12] MINISTERSTVO VNITRA ČESKÉ REPUBLIKY. *Jednotná úmluva o omamných látkách*. [online]. [cit 2014- 04- 12]. Dostupné z: www.mvcr.cz/soubor/jednotna-umluva-o-omamnych-latkach-pdf.aspx
- [13] CENTRUM DŘEVĚNÝCH PODLAH. *Charakteristika dřeva, technické a fyzikální vlastnosti*. [online]. 2011 [cit. 2014-04-26]. Dostupné z: <http://www.cdp-praha.cz/content/20-charakteristika-dreva-technicke-a-fyzikalni-vlastnosti>
- [14] BÖHM, Martin, Jan REISNER a Jan BOMBA. *Materiály na bázi dřeva*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2012. ISBN 978-80-213-2251-6.
- [15] WIKIPEDIE. *Stavební kámen*. [online]. 17.10.2013 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Stavebn%C3%AD_k%C3%A1men
- [16] NAZELENO. *Ovčí vlna jako izolace*. [online]. 23.4.2010 [cit. 2014-02-20]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/ovci-vlna-jako-izolace-zeleny-vymysl-nebo-uzitecne-reseni.aspx>
- [17] ISOLENA. *Izolace z ovčí vlny*. [online]. 23.4.2014 [cit. 2014- 04- 28]. Dostupné z: <http://www.isolena.cz/produkty>
- [18] EKO- PRO CZ, s.r.o.. *Diffuwall- difúzně otevřený systém*. [online]. 2008- 2014 [cit. 2014-03-16]. Dostupné z: <http://www.eko-pro.cz/diffuwall.php>
- [19] BYDLENÍ.CZ. *Domy ze slám- zdravé a levné bydlení*. [online]. [cit 2014- 04- 15]. Dostupné z: <http://www.bydleni.cz/clanek/Domy-ze-slamy-4-cast>
- [20] MEZI STROMY. *Vlastnosti dřeva*. [online]. 2007 [cit. 2014-05-10]. Dostupné z: <http://www.mezistromy.cz/cz/vyuziti-dreva/vlastnosti-dreva>
- [21] KONOPA, OBČANSKÉ SDRUŽENÍ. *Konopí ve stavebnictví*. [online]. 2014 [cit. 2014-05-02]. Dostupné z: <http://www.konopa.cz/stavebnictvi/konopi-ve-stavebnictvi.html>
- [22] ZELENÉ ZPRÁVY. *Tradiční stavební materiály – díl 2 : dřevo*. [online]. 23.4.2012 [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: <http://www.zelenezpravy.cz/tradicni-stavebni-materialy-dil-2-drevo/>

- [23] PŘÍRODNÍ IZOLACE. *Konopná izolace*. [online]. 2014 [cit. 2014- 02- 15]. Dostupné z: <http://www.prirodni-izolace.cz/produkty/konopi/>
- [24] SCHLEGER, Eduard, František ŠIMEK a Karel SRDEČNÝ. *Zdravé domy: přírodní materiály a zdravé stavby*. Vyd. 1. Editor Josef Chybík, Miloslav Meixner. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2012, 200 s. ISBN 978-80-7204-826-7.
- [25] DŘEVĚNÉ MATERIÁLY. *Materiály na bázi dřeva*. [online]. 2014 [cit. 2014 -04-19]. Dostupné z: <http://drevene-materialy.fld.czu.cz/uvod/>
- [26] AUTOR NEUVEDEN. *Tzb Info*. [online]. 2.7.2007 [cit. 2014 – 04- 13]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/4215-prirodni-materialy-obnovitelne-zdroje-surovin-i>
- [27] AUTOR NEUVEDEN. *Dřevěné materiály*. [online]. 2014 [cit. 2014- 04- 19]. Dostupné z: <http://drevene-materialy.fld.czu.cz/uvod/>
- [28] AUTOR NEUVEDEN. *Abc service*. [online]. 2014 [cit. 2014- 05-20]. Dostupné z: <http://www.abcservice.cz/sortiment/kameny-pro-zahradu/-vapenec-lomovy/>
- [29] AUTOR NEUVEDEN. *Top trend kámen*. [online]. [cit. 2014- 05- 20]. Dostupné z: <http://www.toptrendkamen.cz/zbozi/3370/Kopak-hruby-lamany.htm>
- [30] AUTOR NEUVEDEN. *Klenák*. [online]. 27.3.2013 [cit. 2014- 05- 20]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Klen%C3%A1k>
- [31] AUTOR NEUVEDEN. *Abc service* [online]. [cit. 2014- 05- 20]. Dostupné z: <http://www.abcservice.cz/sortiment/obklady-umely-kamen/>
- [32] BYDLENÍ.CZ. *Domy ze slámy- zdravé a levné bydlení 4*. [online]. [cit. 2014- 50- 20]. Dostupné z: <http://www.bydleni.cz/clanek/Domy-ze-slamy-4-cast>
- [33] AUTOR NEUVEDEN. *Zelená architektura* [online]. [cit. 2014-05-15]. Dostupné z: <http://www.zelenarchitektura.sk/2012/07/preco-nie-dom-zo-slamy-nehori-a-je-bez-mysi/>
- [34] NAVRÁTIL, Michal. *Dusaná hlína*. [online]. [cit. 2014- 05- 20]. Dostupné z: <http://www.picas.cz/dusana-hlina/>
- [35] ŠVÁB, Václav. *I-receptář.cz*. [online]. 13.1.2014 [cit. 2014- 05- 21]. Dostupné z: <http://www.ireceptar.cz/domov-a-bydleni/stavba-a-rekonstrukce/tipy-pro-zatepleni-domu-izolace-zdiva-strech-podlah-stropu/>
- [36] AUTOR NEUVEDEN. *Abs- portal*. [online]. 27.7.2009 [cit. 2014- 05- 21]. Dostupné z: <http://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/drevostavby/drevostavby-sdifuzne-otvorenymi-konstrukcemi>
- [37] AUTOR NEUVEDEN. *Novatop- systém*. [online]. 13.9.2013 [cit. 2014- 05-21]. Dostupné z: <http://www.novatop-system.cz/masivni-drevene-panely-drevo-ve-sve-ryzi-podobe>
- [38] AUTOR NEUVEDEN. *Přírodní dům*. [online]. 28.4.2014 [cit. 2014- 05- 22]. Dostupné z : <http://www.prirodni-dum.cz/?gallerytag=dreveny-skelet>
- [39] AUTOR NEUVEDEN. *IQ konstrukt*. [online]. [cit. 2014- 05- 22]. Dostupné z: <http://www.iqkonstrukt.cz/old/>
- [40] MARTIN NĚMEČEK. *Co vše dokáže slaměný balík*. VUT Fast Brno. 2009
- [41] KVK. *Kvk vápenná zdící a spárovací malta*. [online]. [cit. 2014- 05- 23]. Dostupné z: http://www.kvk.cz/stavebni-materialy/kvk-renovacni-vapenna-zdici-a-sparovaci-malta_14/
- [42] BETONÁRKA MUKAŘOV. *Cena betonu*. [online]. [cit. 2014- 05- 23]. Dostupné z: <http://betonmuk.cz/cen%C3%ADk/cena-betonu.html>
- [43] KARI SÍTĚ- ROXORY. *Kari sítě- ceník*. [online]. [cit. 2014- 05- 23]. Dostupné z: <http://www.kari-site-roxory.cz/hutni-material/eshop/2-1-Kari-site>
- [44] ŠINDELE. *Šindelová krytina*. [online]. [cit. 2014- 05- 23]. Dostupné z: <http://www.sindel-stresni.cz/sindele-cz/4-DREVENY-SINDEL/11-Cenik>
- [45] BRAMAC. *Keramické tašky*. [online]. [cit. 2014- 05- 23]. Dostupné z: <http://www.bramac.cz/produkty/keramicke-tasky/granat-11>
- [46] CHYTRÉ STAVĚNÍ. *OSB desky*. [online]. [cit. 2014- 05- 24]. Dostupné z: <http://www.chytrestaveni.cz/cz/e-shop/417781/c23463-osb-desky/osb-deska-kronospan-18-mm-4pd.html>
- [47] STAVBA- STŘECHA. *Lepicí pásy*. [online]. [cit.2014- 05- 24]. Dostupné z: http://www.stavba-strecha.cz/zbozi/flex-tape-vzduchotesna-lepici-paska-s-extremni-lepivosti-60-mm-x-25-mm/#.U4YmOvI_uik

- [48] LITHOPLAST. *Geotextilie- cenik.* [online].[cit.2014-05-24]. Dostupné z: <http://www.lithoplast.cz/cenik/geotextilie-cenik/>
- [49] STŘECHY SHOP. *Střešní folie.* [online].[cit. 2014-05-24]. Dostupné z: http://www.strechy-shop.cz/cenik.php?kategorie_id=gc
- [50] ISOVER. *Katalog a ceník izolací ISOVER.*[online].[cit.2014-05-24]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/katalog>
- [51] WIENERBERGER. *Ceník výrobků a služeb.* [online].[cit.2014-05-23]. Dostupné z: <http://www.wienerberger.cz/novinky/cen%C3%ADk-v%C3%BDrobn%C5%AF-a-slu%C5%BEeb.html>
- [52] PILA HARTMAN. *Stavební řezivo: hranoly, fošny, latě, prkna.* [online].[cit.2014-05-24]. Dostupné z: <http://www.pilahartman.cz/cz/sortiment/stavebni-rezivo>
- [53] PLOVOUCÍ PODLAHY. *Ceník plovoucích lamnatových a dřevěných podlah.* [online]. [cit.2014-05-24]. Dostupné z: <http://www.plovouci-podlaha.net/cenik-podlah.html>
- [54] KRYTINY- STŘECHY. *Doškové střechy slámové.*[online].[cit. 2014-05-24]. Dostupné z: <http://www.krytiny-strechy.cz/katalog/krytiny-z-prirodnich-materialu/?purl=657538-doskove-strechy-slamove>
- [55] IZOLACE- INFO. *Tepelně izolační keramické kamenivo, Liapor.* [online].[cit.2014-05-24]. Dostupné z: <http://www.izolace-info.cz/katalog/foukana-a-sypka-izolace/mineralni-granulaty/lias/?purl=741458-tepelne-izolacni-keramicke-kamenivo-liapor>
- [56] IBC FLOORING. *Dvouvrstvé podlahy.*[online].[cit.2014-05-24]. Dostupné z: <http://www.parketypodlahy.cz/>
- [57] NAGARA. *Siopor maloobchodní ceník.* [online].[cit.2014-05-25]. Dostupné z: <http://www.nagara.cz/cen%C3%ADk.html>
- [58] PŘÍRODNÍ IZOLACE. *Konopná izolace.*[online].[cit.2014-05-25]. Dostupné z: <http://www.prirodni-izolace.cz/produkty/konopi/>
- [59] LANA- PROVAZY. *Těsnící provazec srubu, konopí.* [online].[cit.2014-05-25]. Dostupné z: <http://www.lana-provazy.cz/cs/zatepleni-srubu/71-tesnici-provazec.html>
- [60] YTONG. *Ceník Ytong.* [online].[cit.2014-05-25]. Dostupné z: <http://www.ytong.cz/cs/content/cenik-ytong.php>
- [61] CLAYGAR. *Ceník.*[online].[cit.2014-05-25]. Dostupné z: <http://www.claygar.cz/cz/cenik>
- [62] CEMIX. *Produkty značky Cemix.* [online].[cit.2014-05-24]. Dostupné z: <http://www.cemix.cz/produkty/kategorie>
- [63] RIGIPS. *Ceník Rigips 2014.* [online].[cit.2014-05-25]. Dostupné z: <http://www.rigips.cz/ceniky/>
- [64] WEBER. *Ceník.* [online].[cit.2014-05-25]. Dostupné z: <http://www.weber-terranova.cz/informace/cenik.html>
- [65] BŘIDLICOVÝ DŮL LHOTKA. *Břidlice.* [online].[cit. 2014-05-25]. Dostupné z: <http://www.bridlicovyduhlotka.cz/p1.html>
- [66] CETECHO. *Ceník umělého kamene.* [online].[cit. 2014-05-25]. Dostupné z: <http://www.cetecho.cz/cenik-umely-kamen>
- [67] RAKO. *Katalog, ceníky, letáky.* [online]. [cit. 2014-05-25]. Dostupné z: <http://www.rako.cz/ke-stazeni/katalogy-cenik.html>
- [68] EKOPANELY. *Ke stažení.* [online]. [cit. 2014- 05-25]. Dostupné z: <http://www.ekopanely.cz/ke-stazeni.html>
- [69] KONOPI- IZOLACE. *ProCrea hliněné panely.* [online]. [cit. 2014-05-25]. Dostupné z: <http://www.konopi-izolace.cz/katalog/hlinene-produkty/procrear-hlinene-panely>
- [70] CERESIT. *Produkty.* [online]. [cit. 2014-05-25]. Dostupné z: <http://www.ceresit.cz/produkty/>
- [71] NOVATOP. *Ceník* [online]. [cit. 2014-05-25]. Dostupné z: <http://www.novatop-system.cz/?s=cen%C3%ADk>

10.2 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1- Rozdělení stavebních materiálů.....	16
Tabulka 2- Rozdělení materiálů na bázi dřeva [25]	26
Tabulka 3- Použití hliněných stavebních materiálů	43
Tabulka 4- Použití konopných materiálů ve stavebnictví	47
Tabulka 5- Použití materiálů z ovčí vlny ve stavebnictví	49
Tabulka 6- Použití dřevěných materiálů ve stavebnictví	53
Tabulka 7- Použití kamenných materiálů ve stavebnictví.....	55
Tabulka 8- Srovnání pevnosti v tahu a tlaku slaměných a průmyslově vyráběných materiálů	56
Tabulka 9- Srovnání tepelné vodivosti materiálů slaměných a průmyslově vyráběných	58
Tabulka 10- Srovnání požární odolnosti materiálů slaměných a průmyslově vyráběných.....	59
Tabulka 11- Srovnání akustických vlastností materiálů slaměných a průmyslově vyráběných	60
Tabulka 12- Objemová hmotnosti hliněných materiálů	60
Tabulka 13- Srovnání pevnosti v tlaku materiálů hliněných a průmyslově vyráběných	61
Tabulka 14- Rozdělení vlhkosti hliněných materiálů [2].....	61
Tabulka 15- Srovnání tepelné vodivosti materiálů hliněných a průmyslově vyráběných.....	62
Tabulka 16- Srovnání akustických vlastností materiálů hliněných a průmyslově vyráběných.....	62
Tabulka 17- Srovnání difuzního odporu materiálů hliněných a průmyslově vyráběných	63
Tabulka 18- Srovnání vlastností materiálů konopných a průmyslově vyráběných.....	63
Tabulka 19- Srovnání tepelné vodivosti materiálů konopných a průmyslově vyráběných.....	64
Tabulka 20- Srovnání difuzního faktoru materiálů konopných a průmyslově vyráběných	64
Tabulka 21- Srovnání tepelné vodivosti materiálů z ovčí vlny a průmyslově vyráběných.....	65
Tabulka 22- Srovnání pevnosti v tlaku a tahu materiálů dřevěných a průmyslově vyráběných.....	66
Tabulka 23- Srovnání tepelné vodivosti materiálů dřevěných a průmyslově vyráběných.....	67
Tabulka 24- Srovnání akustických vlastností stropů z materiálů dřevěných a průmyslově vyráběných.....	67
Tabulka 25- Srovnání pevnosti v tlaku materiálů kamenných a průmyslově vyráběných.....	68
Tabulka 26- Srovnání tepelné vodivosti materiálů kamenných a průmyslově vyráběných.....	68
Tabulka 27- Porovnání ceny pořízení materiálů slaměných a průmyslově vyráběných	71
Tabulka 28- Porovnání ceny pořízení materiálů hliněných a průmyslově vyráběných	72
Tabulka 29- Porovnání ceny pořízení materiálů konopných a průmyslově vyráběných	73
Tabulka 30- Porovnání ceny pořízení materiálů z ovčí vlny a průmyslově vyráběných	74
Tabulka 31- Porovnání ceny pořízení materiálů dřevěných a průmyslově vyráběných	75
Tabulka 32- Porovnání ceny pořízení materiálů kamenných a průmyslově vyráběných.....	76
Tabulka 33- Celkové porovnání materiálových nákladů na stavbu základů domu.....	77
Tabulka 34- Celkové porovnání materiálových nákladů na konstrukci podlahy	77
Tabulka 35- Celkové porovnání materiálových nákladů na stavbu obvodových konstrukcí.....	78
Tabulka 36- Celkové porovnání materiálových nákladů na stavbu příček	78
Tabulka 37- Celkové porovnání materiálových nákladů na konstrukci stropu.....	79
Tabulka 38- Celkové porovnání materiálových nákladů na stavbu střešní konstrukce	79
Tabulka 39- Celkové porovnání materiálových nákladů na střešní krytinu.....	80

10.3 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1- Porovnání vážené primární energie u stavby ekologické a klasické [2].....	15
Obrázek 2- Ježkování [26]	18
Obrázek 3- Materiály na bázi dřeva [27]	27
Obrázek 5- Kopák [29]	28
Obrázek 6- Klenák [30].....	28
Obrázek 7- Haklík [31]	28
Obrázek 4- Lomový kámen [28]	28
Obrázek 8- Betonový základ [32]	30
Obrázek 9- Základ vyzděný z bloků [32].....	30
Obrázek 10- Zakládání na starých pneumatikách [32].....	31
Obrázek 11- Kamenný základ [32]	31
Obrázek 12- Stěna z nosné slámy [33].....	33
Obrázek 13- Stěna s použitím slámy jako výplňového materiálu [33]	34
Obrázek 14- Použití dusané hlíny [34].....	40
Obrázek 15- Použití dusané hlíny [34].....	40
Obrázek 16- Vrstvy stěny izolované konopnou izolací, s provětrávanou vzduchovou mezerou [35]	44
Obrázek 17- Skladba systému Difuwall [36]	48
Obrázek 18- Masivní dřevěné panely [37].....	50
Obrázek 19- Těžký dřevěný skelet [38]	51
Obrázek 20- Střešní konstrukce [39].....	52
Obrázek 21- Skladba nosné slaměné stěny [40].....	69
Obrázek 22- Skladba stěny dřevěného skeletu s výplní ze slaměných balíků [40].....	69
Obrázek 23- Skladba stěny s keramickými tvarovkami a zateplením [40]	70
Obrázek 24. Skladba stěny z vápenopískového zdiva se zateplením [40]	70