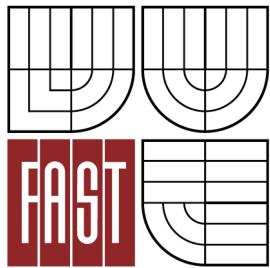




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF STRUCTURAL ECONOMICS AND MANAGEMENT

## VÝVOJ MATERIÁLŮ POUŽÍVANÝCH VE STAVEBNICTVÍ

DEVELOPMENT OF MATERIALS USED IN CONSTRUCTION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

DANEŠ PULEC

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. GABRIELA KOCOURKOVÁ

BRNO 2016



# 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** Daneš Pulec


**Název** Vývoj materiálů používaných ve stavebnictví

**Vedoucí bakalářské práce** Ing. Gabriela Kocourková

**Datum zadání bakalářské práce** 30. 11. 2015

**Datum odevzdání bakalářské práce** 27. 5. 2016

V Brně dne 30. 11. 2015

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



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

## **Podklady a literatura**

Tichá, A., Tichý, J., Vysloužil, R.: Rozpočtování a kalkulace ve výstavbě, akademické nakladatelství Cerm, Brno 2008, ISBN 978-80-7204-587-7

Marková, L.: Ceny ve stavebnictví, studijní opora VUT FAST, Brno 2006

Maceková, V.: Nauka o pozemních stavbách, studijní opora VUT FAST, Brno 2006

Zlámal, L.: Pozemní stavitelství I, studijní opora VUT FAST, Brno 2005

## **Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)**

Cílem práce je charakterizovat vývoj materiálů používaných ve stavebnictví a popsat jejich vliv na cenu a technické vlastnosti stavby.

1. Vývoj materiálů používaných ve stavebnictví
2. Tvorba cen stavebních prací v ČR
3. Analýza technických vlastností materiálů pro konkrétní zakázku
4. Kalkulace ceny konkrétní stavby pro různé druhy materiálů

Požadovaným výstupem je posouzení vlivu materiálů na cenu a technické vlastnosti konkrétní stavby s ohledem na životní prostředí.

## **Struktura bakalářské/diplomové práce**

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....*Kocourková*.....

Ing. Gabriela Kocourková  
Vedoucí bakalářské práce

### **Abstrakt**

Předmětem bakalářské práce je analyzovat tepelně technické vlastnosti a ceny skladeb zdiva u vybraného domu v porovnání s dalšími konstrukčními typy.

Teoretická část se zabývá tematikou vývoje určitých materiálů používaných ve stavebnictví od historie po současnost a dále tvorbou cen stavebních prací v ČR.

V praktické části se zaměřuji na rodinný dům v obci Knínice, který splňuje požadavky pasivního domu. Popisuji jej podrobněji z konstrukčního hlediska a jeho skladbu zdiva porovnávám s jinými skladbami a to jak z hlediska tepelného, tak z hlediska cenového.

### **Klíčová slova**

stavební materiál, cena, náklady, rozpočet, pasivní dům, technologie, konstrukce, ekonomická analýza

### **Abstract**

The subject of this bachelor thesis is to analyze thermal properties and prices of the composition of the masonry with selected house in comparison with other types of construction. Theoretical part is dealing with development of certain material used in construction from history to the present and then pricing of construction work in the Czech Republic. The practical part is focused on the family house in Knínice village that fulfils the requirements of the passive house. I describe it in more details from a construction point of view and I compare its composition of the masonry with other compositions, both in terms of heat and in terms of price.

### **Keywords**

Material of construction, price, costs, budget, the passive house, technology, construction, economic analysis

### **Bibliografická citace VŠKP**

Daneš Pulec *Vývoj materiálů používaných ve stavebnictví*. Brno, 2016. 92 s., 77 s. příl.  
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí práce Ing. Gabriela Kocourková

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26.5.2016

.....  
podpis autora  
Daneš Pulec

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval paní Ing. Gabriele Kocourkové za veškerou pomoc a za poskytnuté rady, které mi pomohly vypracovat bakalářskou práci. Dále děkuji manželům Ošlejškovým za jejich ochotu a poskytnutí potřebných informací. V neposlední řadě děkuji také své rodině a kolegům z práce za podporu při studiu.

# Obsah

1	Úvod.....	11
2	Vývoj materiálů používaných ve stavebnictví .....	12
2.1	Kámen .....	12
2.1.1	Opuka.....	13
2.1.2	Pískovec .....	13
2.1.3	Vápenec .....	14
2.1.4	Evaporit.....	14
2.1.5	Druhy výrobků z kamene.....	14
2.2	Hlína.....	19
2.2.1	Vlastnosti hlíny .....	19
2.2.2	Nepálená hlína .....	20
2.2.3	Výrobky z nepálené hlíny a technologie použití .....	20
2.2.4	Pálená hlína.....	23
2.2.5	Druhy cihel podle typu použití .....	23
2.3	Dřevo.....	25
2.3.1	Vlastnosti dřeva .....	26
2.3.2	Charakteristika druhů dřev vhodných pro stavbu .....	26
2.3.3	Dřevostavby .....	28
2.4	Sláma.....	31
2.4.1	Vlastnosti slámy.....	31
2.4.2	Slaměný balík .....	32
2.5	Ovčí vlna .....	33
2.5.1	Vlastnosti ovčí vlny .....	33
2.5.2	Zpracování ovčí vlny .....	33
2.6	Konopí.....	34
2.6.1	Vlastnosti konopí .....	34
2.6.2	Izolace.....	34
3	Tvorba cen stavebních prací.....	35
3.1	Teorie cen.....	35
3.1.1	Právní předpisy .....	35
3.1.2	Cena - Definice ceny.....	35
3.1.3	Cena stavby.....	36
3.2	Tvorba cen.....	37



3.2.1	Proces tvorby cen.....	37
3.2.2	Metody stanovení ceny .....	38
3.2.2.1	Konkurenčně a odvětvově orientovaná tvorba cen.....	38
3.2.2.2	Poptávkově orientovaná tvorba cen.....	38
3.2.2.3	Nákladově orientovaná tvorba cen .....	39
3.2.3	Poptávka.....	39
3.2.4	Nabídka .....	40
3.2.5	Tržní rovnováha.....	40
3.3	Náklady .....	41
3.3.1	Druhy nákladů.....	41
3.4	Kalkulace nákladů .....	43
3.4.1	Kalkulační postup .....	43
3.4.2	Kalkulační metody a techniky .....	43
3.4.3	Kalkulační vzorec .....	44
3.5	Rozpočet.....	47
3.5.1	Souhrnný rozpočet .....	48
3.5.1.1	Členění nákladů .....	48
3.5.2	Položkový rozpočet.....	50
3.5.2.1	Postup při výpočtu rozpočtu .....	51
3.5.2.2	Dělení nákladů .....	51
3.5.3	Slepý rozpočet.....	53
4	Identifikační údaje -RD manželů Ošlejškových.....	54
4.1	Popis RD .....	55
4.2	Konstrukce .....	56
4.3	Technologie.....	59
5	Účel posouzení .....	60
5.1	Posouzení z hlediska úspory energie.....	61
5.1.1	Pojem pasivní dům .....	61
5.1.1.1	Pasivní dům v číslech .....	61
5.1.1.2	Uživatelské parametry pasivního domu.....	61
5.2	Normativní požadavky .....	62
5.2.1	Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce .....	62
5.2.2	Součinitel prostupu tepla .....	62
5.2.3	Šíření vlhkosti v konstrukci .....	64
5.3	Technické údaje jednotlivých skladeb .....	66

5.3.1	Charakteristika posuzovaných konstrukcí .....	66
5.4	Údaje o splnění normativních požadavků .....	68
5.4.1	Součinitel prostupu tepla .....	68
5.4.2	Šíření tepla konstrukcí .....	68
5.4.3	Šíření vlhkosti konstrukcí .....	69
5.5	Ekonomická analýza stavebních materiálů .....	71
5.5.1	Cenové srovnání více druhů TI.....	71
5.5.2	Cenové srovnání konstrukčních skladeb.....	72
5.5.3	Celkové ekonomické srovnání skladeb .....	73
6	Komplexní popis konstrukčních skladeb .....	74
6.1	Skladba S1 - Minerální vlna.....	74
6.2	Skladba S2 - Multipor .....	75
6.3	Skladba S3 - EPS.....	76
6.4	Skladba S4 - EPS Greywall.....	77
6.5	Skladba S5 - tvárnice Porfix.....	78
6.6	Skladba S6 - vápenopískovcové tvárnice KM Beta .....	79
6.7	Skladba S7 - pórobetonové tvárnice Ytong.....	80
6.8	Skladba S8 - keramické tvárnice Porotherm .....	81
6.9	Skladba S9 - velkoplošný vícevrstvý panel CLT .....	82
7	Závěr.....	83
	Seznam použité literatury .....	85
	Seznam použitých zkratk a symbolů .....	88
	Seznam tabulek.....	89
	Seznam obrázků a grafů .....	90
	Přílohy .....	92

# 1 Úvod

V dnešní době se klade velký důraz na ekologii a šetrnost k životnímu prostředí. Lidé se stále častěji snaží využívat přírodní materiály, které by co nejméně zatěžovaly naši přírodu. Myšlenka ekologie a ohled na životní prostředí je nyní velkou prioritou právě i v oblasti stavebnictví. Společnost se tedy snaží využívat materiály, které budou co nejméně přírodu zatěžovat a zároveň dokáží šetřit energii a tím i naše úspory.

Domů, které se snaží splňovat právě tyto požadavky, stále přibývá. V místě mého bydliště jsem narazil také na jeden z takových domů. Jedná se o dům manželů Ošlejškových, kteří bydlí v obci Knínice. S touto rodinou jsem se setkal a snažil se o jejich domu zjistit co nejvíce, a to jak po technické stránce, tak po stránce praktické. Tento dům mě zaujal natolik, že jsem se rozhodl věnovat mu praktickou část mé bakalářské práce. Inspirací mi byly především svislé konstrukce tohoto domu.

V teoretické části se budu zabývat popisem vybraných přírodních materiálů, které se ve stavebnictví používaly již v minulosti a setkáváme se s nimi i dnes. Zaměřím se na jejich historii, vlastnosti a využití. Zajímat se budu také o tvorbu cen stavebních prací v ČR.

V praktické části pak zhodnotím skladby konstrukcí rodinného domu manželů Ošlejškových, doplněné o mnou navržené skladby. Vypracuji tak ekonomickou analýzu porovnávací jednotlivé konstrukce. Zaměřím se také na porovnání konstrukcí z hlediska jejich tepelně technických vlastností.

## 2. Materiály používané ve stavebnictví

### 2.1 Kámen

Kámen je asi nejstarší a nejdostupnější přírodní materiál používaný ve stavebnictví. Již naši dávní předkové, jeskynní lidé, zjistili, že kámen jim může poskytnout střechu nad hlavou a bezpečí. S postupným vývojem člověka se ovšem vyvíjela i jeho nápaditost ve využití a opracování kamene pro stavbu objektů. Jedny z nejstarších kamenných staveb jsou tzv. Megalitické stavby. Jedná se o osamocené, volně stojící menhiry, jednoduché jeskyně tvořící dolmeny nebo pravidelně uspořádané stojící bloky, často spojené vodorovným břevnem, kromplechy.[1]

Nejznámější takovou stavbou je bezesporu anglický Stonehenge. Dále se s kamenem jako stavebním materiálem můžeme setkat např. v Egyptě, Mexiku či v Peru. U těchto staveb jsme fascinováni dokonalým a opracováním kamene a přesnou výstavbou objektů. Významnou roli ve stavebnictví hraje kámen i v době antické, kdy z něj lidé dokázali postavit takové komplexi jakými jsou kolosea. Asi největší rozmach tohoto stavebního materiálu můžeme zaznamenat v gotice, kdy byl kámen považován za nejvhodnější a nejlepší materiál pro stavby. Lidé se kámen naučili opracovávat do nejrůznějších tvarů a postavit z něj jak hospodářská a lidová stavení tak i obdivuhodné chrámy a katedrály jako např. katedrála sv. Víta. Ovšem po tomto období upadá kámen do pozadí a nahrazuje jej cihla. V dnešní době se kámen používá spíše jen do základů domů a budov nebo jako dekorativní prvek tj. obklady, tarasy, chodníky apod.

I když už se s kamennými stavbami v dnešní době neseťkáváme tak často jako v době minulé, stále má i dnes své místo ve stavebnictví. Proto se ve světě i na území české republiky kámen stále těží a dále opracovává. Přírodní kámen se v současnosti těží převážně povrchovým způsobem, tj. v kamenolomech. Hlubinným způsobem se u nás v současnosti dobývá pouze přírodní břidlice, a to na ložisku Nové Těchanovice – Lhotka u Vítkova. Tvar a velikost konkrétního kamenolomu a způsob těžby kamene v něm je dán zejména velikostí a úložnými poměry ložiska, technickými možnostmi těžaře, bezpečnostními požadavky státní báňské správy a kvalitativními požadavky na těženou surovinu. [2]

Po vytěžení se kámen dále opracovává do požadovaného tvaru podle způsobu využití. Nejčastěji využívaný kámen ve stavebnictví je opuka, pískovec, vápenec a evaporit.

### 2.1.1 Opuka

Tato hornina bývá slabě písčita s obsahem některých křemičitanů, jílu a kalcitu. V jeho složení se můžeme setkat i s příměsí živočišných či rostlinných látek. Tento typ hornin má zpravidla poměrně úzkou distribuci jemných pórů. Z toho plyne její nasákavost kapalinami. Díky jílovitým minerálům má vysoký obsah rovnovážné vlhkosti a nadměrné sušení u ní může působit mechanické poškození. S rostoucím obsahem SiO<sub>2</sub> roste její pevnost a naopak s rostoucí pórovitostí a se zvětšujícím se obsahem CaCO<sub>3</sub> mechanická pevnost klesá. [1]

Opuka se vyznačuje malou vzlínavostí kapalin, což může být za určitých podmínek problém, např. při penetraci zpevňovacích prostředků. Barva opuky může být bělavá, našedlá nebo dokonce zlatožlutá.

Opuka byla jako stavební kámen používána již v raném středověku a to hlavně v románském slohu. Ale ve stavebnictví se s ní můžeme setkat i dnes, kdy se používá především pro stavbu zítek ale i celých budov.

### 2.1.2 Pískovec

Pískovec je zpevněná usazená hornina, která vzniká stmelením zrn, obvykle křemene, živců a horninových úlomků jako jsou např. silicity, tmelem. Tento tmel je velmi často karbonátový nebo železitý. Podstatnou část pískovce by měla tvořit zrna o velikosti 0,06 až 2 mm. Velmi časté jsou křemenné pískovce, kde podstatnou část zrn tvoří křemen. [3]

Tmel je významnou částí pískovce. Udává této hornině barvu, pórovitost a ostatní mechanické vlastnosti.

Obecně lze říci, že pískovec je měkký, tudíž snadno opracovatelný. Dochází u něj tedy často k zvětrávání a degradaci. Má malou pevnost ohybu, proto není vhodný k použití např. na překlady pro okna.

Pískovec se ve stavebnictví objevuje, stejně jako opuka, především v době románských staveb. U nás byl pískovec použit např. při výstavbě katedrály sv. Víta či Národního divadla.

### 2.1.3 Vápenec

Vznik vápenců je v převážné většině vázán na životní cykly mořské fauny vybavené vnějším (schránky, lastury), či vnitřním (kostra ryb a mořských savců) vápenatým skeletem (biomechanický původ). Přímým chemickým vysrážením  $\text{CaCO}_3$  (biochemicky) vzniklo pouze podružné množství těchto hornin.[4]

Zbarvení vápenců je velice různorodé. Můžeme u něj pozorovat čistě bílou barvu, hnědou, černou ale dokonce i růžovou či zelenou aj.

Těžbu a využití tohoto kamene u nás můžeme pozorovat už od 13. století, kdy se těžil tzv. mramor. Ten se používal především pro honosné náhrobní desky či jako dekorace. K tomuto účelu se mramor používá dodnes.

Využití vápence ve stavebnictví je ovšem značně omezeno a to díky malé odolnosti proti korozi kyselými látkami a mechanickému namáhání.

### 2.1.4 Evaporit

Z této skupiny hornin je pro stavebnictví nejvíce využitelný sádrovec. Ten vzniká srážením z vodního roztoku, hlavně při vypařování solných jezer. Co se pevnosti týče, je velice měkký a tudíž snadno opracovatelný. Nejčastěji se u sádrovce setkáváme s bílou nebo našedlou barvou.

Zahříváním na teplotu  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$  postupně ztrácí sádrovec většinu krystalické vody a vzniká štukatérská sádra. Sádrovec je mírně rozpustný ve vodě (cca  $2\text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ ) a proto jeho použití v exteriéru je omezené.[1]

I přes jeho rozpustnost ve vodě se sádrovec používal jako stavební kámen, ovšem dnes se s ním nejčastěji setkáváme jako dekorační prvek.

### 2.1.5 Druhy výrobků z kamene

Aby byl kámen co nejlépe využitelný pro dané účely, je třeba jej opracovat do požadovaného tvaru a velikosti. To, jak lze kámen opracovat, závisí na jeho složení a struktuře. Při blokové těžbě přírodního kamene v lomu vznikají kamenné bloky. Bloky mají zpravidla přibližně tvar čtyřbokého hranolu a jejich rozměry jsou dány úložnými poměry ložiska a potřebami navazující výroby. V některých případech nemusejí mít bloky pravidelný tvar, když je

například kámen získáván z volně ležících balvanů.[4]

Opracováním blokového kamene dále rozlišujeme několik typů výrobků z kamene:

### **Lomový kámen**

Jedná se o kus přírodního kamene různého tvaru a velikosti. Ve stavebnictví má tento kámen využití i jako neopracovaný a to zejména pro stavbu masivních opěrných zdí či pro zához. Opracovaný má ovšem širší využití. Setkáváme se s ním např. v zahradní architektuře, při zdění pohledových opěrných zdí a plotů, při zpevnění břehů apod. Tento druh kamene se také používá na výstavbu tzv. kyklopského zdiva.

Barva lomového kamene je většinou šedá nebo hnědá.



Obr. 2.1 - Kyklopské zdivo[5]

### **Kopáky**

Jsou to výrobky určité velikosti a tvaru přibližného rovnoběžnostěnu, vyrobené lámáním, štípáním a hrubým kamenickým opracováním. Svůj název dostaly odvozením od dřívě používané početní jednotky – kopy, na které se původně dodávaly. [2]

Dále můžeme kopáky rozdělit na neupravené, tj. s hrubými plochami, kopáky hrubé se stopami po těžebních nástrojích a čisté, kde je jejich plocha pravoúhlá a čistě špicovaná.

### **Haklíky**

Hlavní využití tohoto výrobku je pro obkladové zdivo pro podezdívky, opěrné zdi, krby apod. Pro jeho zpracování je potřeba hrubé opracování. Nejčastěji je používán haklík z žuly.

Velice oblíbené jsou dnes výstavby haklíku z nepravidelných rozměrů tzv. divočina a řádkové zdivo.



Obr. 2.2 – haklíky nepravidelných rozměrů (divočina) [2]

### **Kvádry**

Mohou být různého tvaru, velikostí a rozměrů, ale vždy jsou opracovány podle přesných výkresů. Ve stavebnictví se s nimi setkáváme jako konstrukční prvek na pozemních, železničních a vodních stavbách.

### **Obrubníky**

Jsou to dílce delší než 30 cm, užívané k lemování pozemní komunikace, vozovky, dopravní plochy, chodníku. [2]

Dále se používají ke zpevnění okrajů vozovky či chodníků a také vyrovnávají výškový rozdíl. Obrubníky jsou dvojího typu a to buď rovné, nebo obloukové.

### **Krajníky**

Tyto výrobky jsou takřka totožné s obrubníky s tou výjimkou, že krajníky se používají pro zpevnění okrajů silniční vozovky a k oddělení od krajnice ve stejné výškové úrovni.

### **Mezníky**

Slouží k vymezení lomových bodů hranice správní, vlastnické či uživatelské. Jsou ve tvaru pravidelného hranolu a jeho horní plocha je označena křížem.





Obr. 2.3.- Mezník [6]

### **Dlažební kostky**

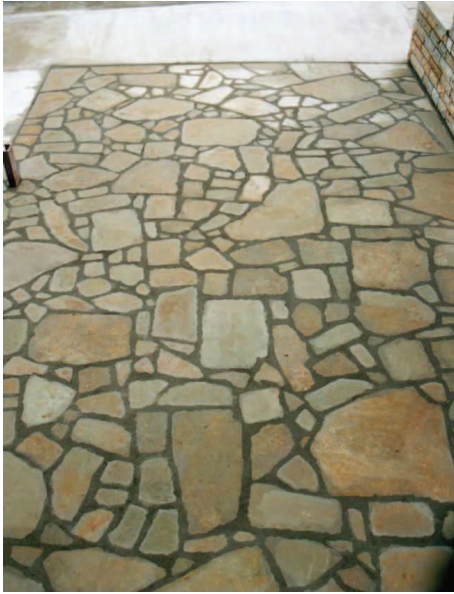
Mají tvar kvádrů, krychle nebo lichoběžníků. Bývají zpravidla menších rozměrů. Podle typu opracování mohou být použity na chodníky, vjezdy i na silně zatížené úseky.

### **Obkladové a dlažební desky**

Velikost i tvar těchto výrobků bývá různorodý a vždy záleží na způsobu a možnosti opracování. Obkladové desky jsou určeny na fasády, koupelny, kuchyňské a parapetní desky aj. Dlažební desky jsou využity pro dláždění vnějších i vnitřních prostor. Můžeme se s nimi setkat na nádvoří, náměstí, na pěších komunikacích apod.

### **Řemínkový obklad**

Většinou se jedná o úlomky z opracování větších kamenných desek. Obklady mohou mít tvar hranolů nebo tvar nepravidelný. Z těchto obkladů se můžeme setkat s dlažbou anglickou, románskou nebo pásovou.



Obr. 2.4. – Anglická dlažba [7]



Obr. 2.5. – Románská dlažba [8]

### **Krytina**

Pro výrobu krytinových desek je důležité použít tence vrstvené horniny, které jsou snadno štípatelné na tenké desky, nepodléhají povětrnostním vlivům a mají patřičnou pevnost, tzn. fylity, břidlice. Krytinové desky mohou mít různý tvar i velikost.

## 2.2 Hlína

Díky snadné dostupnosti a velice dobré tvárnosti je hlína oblíbeným stavebním materiálem v minulosti i dnes. Tento materiál se používal především na výstavbu obydlí, hospodářských staveb či sklepů. Lidé se hlínu, jako stavební materiál, naučili postupem času lépe opracovávat a zdokonalovali tak její využití. Na počátku byly tedy výrobky z hlíny pro stavbu neupraveny, později se lidé naučili hotové výrobky, tzn. cihly, sušit na slunci, čímž dosáhli lepší pevnosti. Objevují se i první pálené cihly. Ty jsou ovšem poměrně nedostupné kvůli vysoké pořizovací ceně. Běžným stavebním materiálem se pálená cihla stává až přibližně v 18. století. Od 19. století je pálená cihla takřka nejpoblárnějším dostupným stavebním materiálem a to zejména díky výstavbě kruhové pece ve Vídni jistým F. Hoffmannem.

Již v období před naším letopočtem byla hlína použita jako stavební materiál a to i pro výstavbu celého městského celku- Jericho. Déle se s hliněnými stavbami setkáváme v Mezopotámii, Egyptě i Římě. Dokonce i část Velké čínské zdi je vybudována z dusané hlíny. U nás, stejně jako v západní Evropě je užití hlíny jako stavebního materiálu zmiňováno ve 13. až 14. století. Zvláště ve střední a jižní části Moravy se vyskytují mohutná ložiska sprašových hlín. [9].

Od roku 1751 je dokonce povinností, aby každé obydlí mělo zděnou kuchyň a komín. Jedná se o tzv. Ohňový patent vydán Marií Terezií, který dal základ k vytvoření stavebních řádů. To má za následek potlačení doposud hojného používání nepálené cihly. Od této chvíle je totiž používána jen zřídka na hospodářské stavby.

V současnosti, kdy je kladen důraz na ekologii, se hlína a nepálené hliněné cihly opět vrací a to zejména na výstavbu nízkoenergetických domů. Při jejich realizaci se používá jak nepálená hlína, tak kombinace nepálené hlíny se slámou, dřevem a dalšími přírodními materiály. [9]

### 2.2.1 Vlastnosti hlíny

U hlíny se setkáváme s celou řadou pozitivních ale i negativních vlastností. Vždy ovšem záleží na daném výrobku z hlíny. Primárně můžeme hlínu rozdělit na pálenou a nepálenou. Obě tyto skupiny mají rozdílné vlastnosti i schopnosti.

## 2.2.2 Nepálená hlína

U nepálené hlíny jako stavebního materiálu je z ekologického hlediska především ceněna její recyklovatelnost. Můžeme jí tedy používat opakovaně nebo jí vrátit zpět do přírody. Pro stavbu můžeme většinou použít hlínu, která se vyskytuje přímo na staveništi. Jen u hlíny, která má být použita na nosné konstrukce, je nutné provést laboratorní testy. Z hlediska stavebního je důležité, že dokáže regulovat vlhkost. Hlína, která získá vlhkost z vodních par produkovaných při koupání, vaření a dalších činnostech nebo z pobytu osob, je samotná zajistit regulaci. Tím udržuje mikroklima s optimální vlhkostí. [9]

Dokáže také akumulovat teplo v interiéru budov. Je také vhodná pro konzervaci dřeva, jelikož má vlastnost uchovat dřevo suché a nenapadené hmyzem ani plísněmi. Hlína má dokonce schopnost odstiňovat vysokofrekvenční záření.

Nepálená hlína je vhodná k použití především do interiéru. Její použití i na exteriér může být problém a to především kvůli snížené odolnosti proti vodě. Pevnost, trvanlivost, a tepelně izolační schopnost nepálených cihel jsou ovlivňovány vlhkostí. Jestliže zvlhnou nebo se rozmočí, rychle podléhají zkáze a rozpadají se. [9]

Také zdivo má z nepálených cihel nižší pevnost než z cihel pálených. Ta se dá ovšem zvýšit přidáním disperzního polymerního pojiva.

## 2.2.3 Výrobky z nepálené hlíny a technologie použití

### Nepálená cihla

Můžeme se setkat i s názvem jako je vepřák či vepřovice. V Čechách se tato cihla používala hojně v 19. a 20. století a to na výstavbu obvodových i vnitřních nosných i nenosných stěn nebo pro stavbu příček. Tyto cihly mají tvar pravidelného kvádrů, ale jelikož se vyráběly ručně, a to dusáním do dřevěných forem, často se liší svoji tloušťkou. Po udusání hlíny do formy se forma odstraní a cihla je připravena k vysychání. Po cca 3 týdnech sušení se cihla může použít.

### Války

Tvořily se také ručně, ovšem k hlíně se přidávala ještě sláma. Na rozdíl od nepálené cihly se války vyschnout nenechávaly. Naopak bylo pro ně žádoucí být navlhčené, aby k sobě

jednotlivé kusy lépe přilnuly. Zdi z válků mají charakteristickou stavbu. Setkat se s nimi můžeme především u starých stodol.



Obr. 2.6 – Zeď postavena z válků [10]

### **Hlína dusaná do bednění**

Tato stavební technologie je u nás poměrně málo rozšířená. Jak již název napovídá, hlína, která byla lehce zvlhlá, se dusala do posuvného dřevěného bednění. Dusání se provádělo ručním pýchem, zvláštní pozornost se věnovala hutnění při površích stěny, aby se zvětšila odolnost stěny vůči klimatickým vlivům. [10]

### **Lepenice**

Jde o směs hlíny se slámou, která je prošlapaná nohama či dobyt看em. Tato směs se na sebe vrství vidlemi a vzniká tak masivní zeď. Každá taková vrstva se nechá asi 2 týdny vyschnout a poté se její povrch oseká rýčem.

### **Hloubené konstrukce**

Při této technologii se využívá daného terénu v prostoru, kdy se do hlíny hloubí obytné či úložné prostory různé velikosti.



Obr. 2.7 – Hloubená konstrukce [11]

### **Hlinoslaměné konstrukce v kombinaci se dřevem**

Pro výrobu hliněných povalů, které vzniknou omotáním dřevěných tyčí hlinoslaměnou směsí, se smíchala jemná jílovitá kaše se stébly slámy, rákosu či trávy. [10]

Hotové povaly se použily na výstavbu stropů nad chlévy.

### **Omazávky a mazanice**

U této technologie se setkáváme se dvěma způsoby. Jako první způsob se omazal proutěný výplet dřevěné kostry domu hlinoslaměnou kaší a druhým způsobem bylo takovou kaší omazávat roubenou stavbu. Tato technologie sloužila jako ochrana proti požáru.

### **Mazaniny**

Je to směs vlhké hlíny a látek jako je řezanka, plevy aj. Tato směs se nanáší na povrch ve vrstvách a pečlivě se udusává. Rozlišujeme mazaninu půdní obyčejnou, půdní s izolační vložkou a maltovou.

### **Malty a omítky**

Hliněná malta je směs vody a hlíny, ovšem pro přípravu takové omítky musíme použít vhodnou hlínu. To znamená, že musí být především dostatečně mastná a po zaschnutí nesmí popraskat. V případě popraskání se do směsi může přidat písek. Hliněné malty se používaly především pro stavby z nepálených cihel či kamene.

S hliněnými omítkami se setkáváme poměrně běžně. Omítky se prováděly v několika

vrstvách. První vrstva byla hliněná s přidáním plevami, druhá vrstva byla obohacena o vápno a na povrchu byla vrstva s vápennou ličkou.

#### **2.2.4 Pálená hlína**

Ve stavebnictví se jedná především o pálené cihly. Díky svým vlastnostem, cenové dostupnosti a dlouhé životnosti patří v dnešní době jednoznačně k nepoužívanějšímu stavebnímu materiálu.

Jedna z nejdůležitějších vlastností cihly je její tepelná izolace. Má totiž nejen speciálně tvarované děrování, ale navíc obsahuje velké množství drobných pórů vyplněných vzduchem, který je v takovém případě nejlepším tepelným izolantem. Dřívější „tepelné mosty“ v místě svislých maltových spár řeší systém zazubení (pero + drážka), kdy se styčná (svislá) spára maltou vůbec nevyplňuje. [12]

Další důležitou vlastností pálené cihly je pevnost. Použitím pálené cihly na stavbu máme zaručenou únosnost a stabilitu materiálu, dlouhou trvanlivost a rozměrovou stálost. Silným konkurentem v pevnosti je sice kámen, ale ten nemá tak dobré tepelně izolační vlastnosti. Také, stejně jako cihla z nepálené hlíny, dobře akumuluje teplo v interiéru, čímž zajišťuje pohodu a dobré mikroklima v místnosti. Vlhkost je také faktor, který nás při výběru stavebního materiálu zajímá. Cihlové zdivo, díky svým difuzním schopnostem, zabraňuje vzniku plísní v místnostech a také poruch vlivem kondenzace vodních par uvnitř konstrukce.[12]

Jako jedna z nejpodstatnějších vlastností je nehořlavost. Pálená cihla tedy objektu zaručuje vyšší odolnost proti požáru. Z ekologického hlediska je cihla nezávadná. „Díky příznivému chemickému složení cihelného střepu jsou pálené cihelné výrobky po skončení své životnosti ekologicky neškodné a recyklovatelné. [13]

#### **2.2.5 Druhy cihel podle typu použití**

Pálené cihly můžeme rozdělit podle různých aspektů- velikosti, materiálu apod. Podle typu použití můžeme cihly dělit na:

### **Cihly pro obvodové zdivo**

Tloušťka těchto cihel se pohybuje v rozmezí od 250 až 500mm. Právě obvodové zdivo má zaručovat optimální mikroklima a správnou akumulaci tepla. Musí mít dostatečnou únosnost zejména při výstavbě vícepodlažních budov.

### **Cihly pro vnitřní zdivo**

Sem můžeme zařadit cihly pro výstavbu příček, tzv. příčkovky. Jsou to cihly plné nebo dutinové. Rozměrově se pohybují mezi 50-150 mm. „Příčky z tohoto materiálu **zatěžují strop**. Výhodou ovšem je jejich dobrá **tepelná a zvuková izolace** a možnost **zavěšování těžších předmětů** či kusů nábytku. [14]

Také sem řadíme cihly pro výstavbu zvukově-izolačního zdiva. Používají se především v místech s vyššími nároky na zvukový útlum. Zajišťují pohlcení a odraz zvuku.



## 2.3 Dřevo

Stejně jako hlína a kámen je dřevo snadno dostupným a vysoce ekologickým materiálem. Dokonce můžeme říci, že je pro nás dřevo, nejen z hlediska stavebního, nepostradatelným materiálem. I díky vhodným vlastnostem pro výstavbu obydlí se dřevo používalo jako stavební materiál už v dávné minulosti. Můžeme se setkat s názorem, že dřevo pro výstavbu bylo používáno již v pravěku. Z tohoto období však stavby nejsou zachovány. Z dochovaných nálezů však s jistotou víme, že dřevo se používalo už při prvním osídlování našeho území a to pro stavbu chýší, jednoduchých domů či zástěn. Z pozdějšího období se dochovaly i složitější stavby. Jednalo se především o celodřevěné domy s oddělenými stěnami a střechou, dřevěné kapličky, stodoly aj.

Tyto dřevěné stavby byly zejména na českém a moravském venkově a to do poloviny 19. století. Poté je nahradily nepálené a pálené cihly a dřevo se používalo spíše jako konstrukční prvek, např. pro střešní konstrukce. V horských oblastech se ovšem dřevěné stavby nevytratily. Tam lidé trendu cihlových staveb nepodlehli a dřevo pro stavbu obydlí používali dále. Bylo pro ně stále dobře dostupné a díky svým vlastnostem jedním z nejvhodnějších materiálů do proměnlivých, chladných horských podmínek.

V dnešní době se dřevo opět dostává do popředí a žádané jsou především srubové stavby. Stále se s nimi setkáváme spíše v horských oblastech. Také postoj k dřevostavbám se postupem času rapidně změnil. Zatímco dříve bylo dřevo stavebním materiálem pro chudé a nemajetné, dnes je tomu přesně naopak. Kvůli vysoké pořizovací ceně si mohou dřevostavbu dovolit spíše majetnější lidé.



Obr. 2.8 – Srubová stavba [15]

### 2.3.1 Vlastnosti dřeva

Především jde o materiál, který je přírodní a plně obnovitelný. Je lehký a lze jej snadno opracovat. Ostatní vlastnosti dřeva jsou poměrně individuální a záleží na určitém druhu dřeviny. Obecně ale posuzujeme barevnost dřeva. K dispozici máme světlé i tmavé odstíny dřevin. Čím je dřevo tmavší, tím obsahuje větší množství pryskyřic a tříslovin, které činí dřevo odolnější vůči hnilobě. Obecně platí, že čím je dřevo tmavší, tím je odolnější. [13].

Další důležitou vlastností dřeva je tvrdost. O dřevě můžeme říci, že je buď měkké, polotvrdé, tvrdé nebo velmi tvrdé. K těm nejměkčím patří např. topolové dřevo a naopak nejtvrdějším pak dřevo habrové. Z hlediska pevnosti dřeva je nejvhodnější dřevo dubové nebo akátové.

Nejvíce nás však u dřeva zajímá jeho odolnost vůči požáru. Ačkoliv je dřevo materiál hořlavý, jeho chování při požáru lze poměrně dobře odhadnout – při správné protipožární ochraně tak obvykle lze zabránit větším následkům než u jiných staveb. Protipožární ochrana má nejčastěji podobu speciálních nátěrů a protipožárních obkladových materiálů. Nezbytností je samozřejmě i správně zpracovaná statika domu. [16]

Co se týká akustiky, má dřevo výborné vlastnosti. Má totiž vynikající schopnost odrazet a pohlcovat zvuk. Ovšem jeho tepelně izolační vlastnosti jsou obzvláště v porovnání se stavbou z cihel podstatně slabší. Proto je důležité zvolit vhodný otopný systém.

Životnost dřevostavby se uvádí 80-100 let. S tím ovšem souvisí řádné ošetření dřeva proti houbám, plísním a dřevokaznému hmyzu. Nejnebezpečnější pro dřevo u nás jsou dřevokazné houby. Ty způsobují hnilobu, dřevo ztrácí svoji pevnost a rozpadá se. Nejobávanější dřevokaznou houbou je dřevomorka domácí, která dokáže prorůst i zdívkou a postupně může být houbou napadeno dřevo v celém objektu. [13]

Dřevomorku je složité zničit. Je nutné vyměnit napadené dřevo a opravit i okolí napadeného dřeva. Nově se můžeme setkat s likvidací dřevomorky pomocí mikrovlnného záření. Také styk s vlhkostí snižuje dřevu její životnost. Vlhkost je totiž nejčastější příčinou napadení dřevomorky.

### 2.3.2 Charakteristika druhů dřev vhodných pro stavbu

Nejčastěji se pro dřevostavbu na našem území používají jehličnany a to hlavně díky jeho dostupnosti a snadnému opracování. Ze dřevin z dovozu se také můžeme u dřevostaveb

setkat s cedrem. Z listnatých stromů, které ovšem nejsou používány v takové míře jako jehličnany, má své využití dub a buk. Používáme také exotické dřeviny. Ty nejsou sice náročné na údržbu a mají delší životnost než zdejší jehličnany, ale je tu značný cenový rozdíl.

Pro stavbu ale nemůžeme použít jakékoliv dřevo. Dřevo by mělo pocházet z kontrolované těžby, certifikát FSC doloží, že část prostředků získaných z prodeje je odváděna na znovu zalesnění vykácených porostů. [17]

### **Smrk**

Jeho dřevo má bílou až nahnědlou barvu s výraznými letokruhy. Je měkké ale odolné, pevné, pružné lehké a snadno se opracovává. Ve vhodném, suchém prostředí je velmi trvanlivé. Často ale bývá napadeno červotočem.

### **Borovice**

Dřevo borovice je oproti smrku měkčí a křehčí. Barva je bílá, někdy až okrová. Hůře přijímá mořidla a nátěry a dřevo často trpí roněním pryskyřice.

### **Modřín**

Modřín má dřevo polotvrdé, pevné a trvanlivé. Barvu má žlutohnědou až červenohnědou ovšem po napuštění na vzduchu tmavne. Charakteristickým znakem pro modřínové dřevo je jeho textura. Jeho dřevo je totiž zdobeno drobnými, zarostlými suký. Dobře přijímá nátěry a napouštění.

### **Dub**

Barva dubu je většinou světle hnědá. Základními vlastnostmi dubového dřeva jsou tvrdost, pevnost, houževnatost a trvanlivost. Z našich dřev nejdéle vzdoruje nejen povětrnostním podmínkám, ale i střídání vlhka a sucha. Dobře se lepí i moří. [17]

### **Buk**

Má tvrdé, pevné ale málo pružné dřevo se světle hnědou až narůžovělou barvou. Nemá dlouhou trvanlivost, ale dobře se s ním pracuje.

### **Topol**

Jeho dřevo není příliš pevné. Je měkké a řídké. Má vysokou savost, takže se snadno moří.

### **Teak**

Dřevo je nažloutlé barvy s typickým tmavým žilkováním a barevnými pruhy. Obsahuje přírodní oleje, proto je poměrně dosti trvanlivé i bez chemického ošetření. Díky proudění vzduchu získává postupem času stříbrnou patinu.

### **Bangkirai**

Vyniká červenohnědou barvou se světlým žíháním. Při nedostatečném ošetření jeho barva černá. Je stejně odolná jako teak

### **Iroko**

Barva tohoto dřeva se v průběhu let mění. Z počátku je jeho barva žlutooranžová a v průběhu stárnutí se mění na tmavohnědou. Jeho tvrdost lze srovnat s dubem, je středně těžké, málo sesychá, a tudíž i málo pracuje. Je velmi trvanlivé, pružné a ohebné, odolné vůči plísním, hnilobě i vodě. Díky vysokému obsahu olejů má nízkou nasákavost a hedvábně hladký povrch. [17]

### **Meranti**

Toto dřevo má tmavě červenou barvu. Je snadno opracovatelné s dlouhou trvanlivostí. Je třeba jej ale ošetřit vhodným olejem.

### **Bambus**

Svémi vlastnostmi se podobá dubu. Je tvrdý a pevný a má typickou nažloutlou barvu.

### **Tatajuba**

Je světle žluté až tmavě kaštanové barvy. Má dobrou odolnost vůči hmyzu a hnilobě, ale je méně stabilní.

## **2.3.3 Dřevostavby**

Rozeznáváme pět typů dřevostaveb:

### **Montované z panelů z masivu**

Jedná se o nejnovější technologii používaných u dřevostaveb. Panely masivního dřeva jsou již předpřipravené z výroby. Z těchto panelů jsou poté budovány masivní bloky, které vytvářejí nosné konstrukce stěn a stropů. Masivní stavba je vlastně charakteristická tím, že nosné stěny jsou zhotoveny z řeziva masivního průřezu. Tyto stěny pak vzájemným skládáním, vrstvením a lepením mohou vytvářet různé tvary objektu. Výsledkem je, že celá stěna, popř. strop, je tvořena jen masivním dřevem. [16]

Dále je také z bezpečnostních důvodů na takovou stavbu přidána vnější izolační vrstva. Montované dřevostavby se vyznačují svojí vysokou pevností a moderním vzhledem. Stěny z masivu mají také schopnost vyrovnávat rozdíly teplot a mají poměrně slušnou vzduchotěsnost. Musíme ovšem počítat s vcelku vysokou pořizovací cenou a těžší manipulací s tímto materiálem.



Obr. 2.9 - Dřevostavba z montovaného masivu [18]

### **Rámové konstrukce z fošen a hranolů**

Tento typ výstavby má u nás nejdelší tradici a je nejvíce rozšířená. Nosná konstrukce této stavby obsahuje dřevěné tyčové kostry a pláště stabilizující kostru usazenou do obdélníkového rámu. Plášť zároveň přenáší vodorovné zatížení, zatímco kostra přenáší zatížení svislé.

Konstrukce domu se staví z nařezaných fošen nebo hranolů, hřebíků a plechových spojek. Do této kostry se vloží izolační materiál a poté se obkládají stěny.

Stavba postavena tímto způsobem je takřka k nerozeznání od stavby zděné. Je rychlá a lehká.

### **Skeletový systém z trámů**

Domy postaveny tímto způsobem mají mohutnou nosnou konstrukci z dřevěných tyčových prvků. Nosnou funkci nesou bodově zasazené sloupy a stěny, které jsou nenosé, plní už jen výplňovou a ochranou funkci. Díky tomu nám tato konstrukce umožňuje použít rozsáhlé skleněné plochy a při vytváření půdorysu domu máme poměrně velkou volnost. Ovšem finančně je tato stavba náročnější než stavba z montovaného masivu.

### **Roubenky a sruby**

Srub je stavba postavena z vodorovných masivních trámů či klád. Jsou typické především pro severské země. Nejznámějšími typy srubů jsou kanadský srub a finský dům. U nás se z dřevostaveb nejčastěji objevují roubenky. Zvláště v horských oblastech mají určitou tradici.



Obr. 2.10 - Roubená stavba [19]

### **Montované ze sendvičových panelů**

Vnější povrch těchto panelů je z ocelového, pozinkovaného nebo lakovaného plechu. Vnitřní povrch panelů může být alternativně z několika druhů materiálu: lakovaný plech, Alu folie s výztuhou, sklolaminátová folie, zvukově-izolační vrstva, anebo bitumenová lepenka. Podle druhu povrchu se panely mohou použít v různém prostředí, mimořádně i v zemědělství a v agresivním prostředí pro chov zvířat. [16]

## 2.4 Sláma

Ačkoliv se může zdát, že sláma je čistě zemědělský produkt, lze jej použít i ve stavebnictví jako izolant nebo dokonce přímo jako materiál pro stavbu domu. Je to vlastně zbytek po sklizni obilí a nejčastěji se používá jako podestýlka pro hospodářská zvířata. Ovšem i domy ze slámy mají svoji historii.

Nejprve se sláma používala na doškové střechy. K využití slámy tímto způsobem je zapotřebí kosit obilí ručně s čímž se v dnešní době už neseťkáváme. Až s vynálezem strojů na balení slámy se poprvé setkáváme se slámou jako s materiálem pro stavbu. Za jejich použití bylo totiž možné balík se slámou dobře stlačit do hranatého tvaru.

Nejstarší zdokumentované stavby ze slámy pocházejí z Ukrajiny a Nebrasky. Byla to původně jen provizorní stavení, která měla sloužit do doby, než se do kraje dovezlo dřevo a kámen. Provizoria však poskytla pevná, trvanlivá a útulná bydlení, která dobře odolávala účinkům nízkých teplot v zimě a letním vedrům. [9]

Díky dochovaným slaměným stavbám, které mají i více jak sto let víme, že se jedná o materiál, který dokáže být vysoce trvanlivý.

Od poloviny 20. století se sláma přestala používat, a byla nahrazena cementem. Znovu se s ní setkáváme až v dnešní době. Ke zhotovení staveb ze slámy se používá takřka stejná technika jako v minulosti, jen jsou nyní k dispozici elektrická zařízení pro zjednodušení práce. Ze slámy můžeme stavět stodoly, sklady i vícepodlažní budovy. Ovšem nejběžnější je použití tohoto materiálu u jedno až dvojpodlažního domu.

### 2.4.1 Vlastnosti slámy

Sláma se i ve stavebnictví může použít neupravená, bez přidání jiných produktů. Je tedy stoprocentně přírodní a dům z ní postavený je zcela recyklovatelný a můžeme jej poté použít například do kompostu. Je zdravotně nezávadná a neobsahuje pyly.

Nosnost slaměné stavby bývá variabilní. Záleží totiž na kvalitě balíku. Obecně se ale udává, že stěnu, která nese zatížení střechy, můžeme postavit s výškou 3m a tloušťkou 50cm. Důležité je také počítat se sedáním slámy. Tento proces trvá 4 až 8 týdnů, kdy se průběžně sláma stlačuje tažnými lany. Sláma se však musí chránit před vlhkostí ve všech svých stádiích procesu. V případě zasažení tohoto materiálu vodou dochází k vývoji plísní a ke zvýšení tepelné vodivosti. Vhodné je tedy použít vápenné nebo hliněné omítky z důvodu

dobré absorpce vlhkosti.

Nejvíce znepokojující je pro zákazníka, který má zájem o slaměnou stavbu, bezesporu požární odolnost stavby. Opět je v tomto případě důležitá kvalita slisování balíku. Při dobrém slisování je pro oheň velice obtížné proniknout do hmoty.

Sláma dále dokáže být dobrým tepelným izolantem. Ve svých stéblech má totiž uzavřený vzduch. Díky její elasticitě a schopnosti pohlcovat zvuk je sláma velice dobrý zvukový izolant. Zejména při oboustranně omítnutých zdech sláma vykazuje velice dobré izolační vlastnosti.

## **2.4.2 Slaměný balík**

Kvalitní slaměný balík je základ pro dobře fungující stavbu. Je důležitý dobrý materiál ale i technika použití při stlačování.

Cesta slaměného balíku začíná na poli, kde se vymlátí obilí a tím se oddělí zrna od klasů. Nejlepším materiálem pro stavbu je sláma z pšenice nebo žita, ale použít se dá takřka ze všech obilovin. Balíky jsou potom vytvořeny z vrstev slámy svázaných polypropylenovým motouzem nebo provazem z konopí. Takto stlačený balík už můžeme použít na stavbu. Nemusí se totiž ničím mořit ani impregnovat.

Rozměr balíků je pak dán příslušným lisovacím strojem. Proto se pohybují v rozmezí od 300/500/600 mm s váhou 8-10kg do 400/600/1500 mm s váhou 43-54kg a dokonce až s rozměry 700/800/2000mm s hmotností 235kg. Nejtěžší balíky jsou s rozměry 1200/800/3000mm a váží 600kg. [20]

Kvalitní balíky nesmí obsahovat klasy se zrny a také nesmí zůstat na poli kvůli vlhkosti dlouho. Skladovat se musí na paletách a ve větraných prostorech.



## 2.5 Ovčí vlna

Použití ovčí vlny ve stavebnictví je poměrně novodobí trend. Dříve se používala spíše jen k výrobě oděvů. Ovšem jako první náznak použití vlny jako izolantu můžeme považovat nástěnné gobelíny. Ty byly vyrobeny právě z ovčí vlny. Byly to „koberce“ zavěšené na stěně, které sloužily k lepšímu udržení tepla v místnosti. Dnes už ale vlnu dáváme přímo do konstrukce stavby.

### 2.5.1 Vlastnosti ovčí vlny

Výhodou tohoto materiálu je, že při jeho získávání nesnižuje stav žádného přírodního zdroje. Je také recyklovatelný a lze jej zkompostovat. Vyznačuje se dobrými tepelně izolačními vlastnostmi a dokáže stabilizovat vlhkostní klima interiéru. „Když se venku otepluje, vlna se začíná ohřívat a následně se z ní uvolňuje vlhkost. V důsledku toho se teplo spotřebuje na výpary (výparné teplo); stěna se začne ochlazovat, čímž se zmenšují tepelné toky dovnitř budovy. Naopak když v zimním období teplota klesne, vlna se výrazně ochladí a zvýší sorpci vlhkosti. Uplatní se přitom specifická schopnost ovčí vlny pohlcovat ve velké míře vlhkost. [21]

Ovčí vlna má také jedinečnou schopnost vázat na sebe škodlivé látky z ovzduší v interiéru. Jedná se především o formaldehydy obsažené např. v kobercích, dále aldehydy obsažené v lepidlech a cigaretovém kouři, a ozon produkovaný laserovými tiskárnami apod. Dokáže pohlcovat také různé nepříjemné pachy a výpary. Výhodou je také pružnost ovčí vlny. Můžeme jí tedy použít jako výplňovou izolaci v obtížně přístupných místech.

Ovčí vlna je materiál nehořlaví a má samozhášecí schopnost.

### 2.5.2 Zpracování ovčí vlny

Po ostříhání ovce je nutné vlnu nejdříve vyprat a zbavit jí nečistot. Pere se opakovaně při teplotě 40°C v pracím prášku a sodě. Tímto praním se separuje lanolín a jiné nečistoty. Poté se vlna ošetřuje látkami proti hmyzu. Nakonec se vlna zformuje.

Nejčastěji je zpracována do měkkých izolačních desek. Ty se vyrábějí tak, že se vlákna kladou rovnoběžně s rovinou desky. Dále se vyrábí rohože s kolmým vláknem.

## **2.6 Konopí**

Konopí je rostlina, která je stále známá spíše jako produkt k výrobě léčiv nebo oděvů. Bylo tomu tak i v historii. Ovšem už i v těchto dobách lidé postupně objevovali fakt, že konopí je vhodné i jako stavební materiál. Potvrzují to historické nálezy, kde byla potvrzena přítomnost konopných stonků v hliněných chatřích. Bylo tedy pravděpodobně použito jako pojivo.

Dnes se konopí při realizaci staveb používá jako izolant, těsnící materiál, ale i jako konstrukční prvek.

### **2.6.1 Vlastnosti konopí**

Tento materiál má skutečně spoustu vhodných vlastností k využití pro stavebnictví. Materiál vyrobený z konopí výborně zvukově i tepelně izoluje, propouští vodní páry, špatně hoří, je nepoživatelný pro hlodavce, hmyz a termity, odpuzuje vodu, je lehký a trvanlivý. [9]

Pěstování a ani zpracování této rostliny nijak nezatěžuje životní prostředí a navíc je lze snadno a rychle vypěstovat.

### **2.6.2 Izolace**

Konopná vlákna, která jsou ošetřena ohnivzdornou látkou, se mohou vkládat mezi stěny nebo se mohou použít ve formě izolačních rohoží. Tento materiál nedráždí plíce ani pokožku

## **3. TVORBA CEN STAVEBNÍCH PRACÍ V ČR**

### **3.1 Teorie cen**

#### **3.1.1 Právní předpisy**

Ceny ve stavebnictví upravuje:

- Zákon o cenách 526/1990 Sb. + 135/1994 Sb. A k němu prováděcí vyhláška 580/1990 Sb., kterou se provádí zákon o cenách.
- Zákon o oceňování majetku 151/1997 Sb., Vyhláška o oceňování nemovitostí 456/2008 Sb.

Dále související předpisy:

- Obchodní zákoník,
- Zákon o veřejných zakázkách
- Zákon na ochranu hospodářské soutěže[28]

#### **3.1.2 Cena – Definice ceny**

Cena je vyjádření hodnoty zboží nebo služeb v peněžních či jiných jednotkách. Mění se v čase podle momentální nabídky a poptávky a v závislosti na jejich očekávaném vývoji.[28]

Cena - peněžní částka se sjednává mezi kupujícím a prodávajícím při prodeji nebo nákupu, nebo se vytváří pro ocenění zboží či majetku.

Cena je základní kategorií tržní ekonomiky. V tržní ekonomice jsou vyžadovány ceny, odrážející se na trhu výrobních činitelů a finančním trhu, tj. cenou pracovní síly je mzda, cenou úvěru je úrok atd. Všechny trhy se vzájemně ovlivňují a jsou na sobě závislé. Dobré fungování trhu vyžaduje zcela určité postavení všech subjektů trhu. Každý subjekt se musí přizpůsobovat množství nabídky nebo poptávky a podmínky trhu nemůže měnit. [28]

Cenu můžeme posuzovat ze dvou hledisek- ekonomického a marketingového. Pohlížíme-li na ni ekonomicky, máme snahu cenu maximalizovat a dosáhnout tak růstu zisku. Marketingové hledisko chápe cenu jako nástroj marketingové podpory. Pro správnou funkci ceny jako marketingového nástroje je důležité tržní prostředí s volnou tvorbou cen.

Cena takto může plnit několik funkcí- vyrovnávat nabídku a poptávku, vytvářet tlak na efektivnost hospodaření, podporovat rozvoj firmy.

### **3.1.3 Cena stavby**

Cena stavby je hodnota stavby vyjádřená v peněžními prostředky. V případě, že jde o cenu stavby, kterou lze stanovit v různých obdobích životního cyklu stavby, mluvíme o ceně **pořizovací**, to je cena stavby v době pořízení anebo o ceně **reprodukční**, to je cena, za kterou by byla stavba pořízená v době, kdy se o ní účtuje nebo kdy se zjišťuje.

Cenu stavby ovlivňuje stavební trh a jeho účastníci. Účastníci stavebního trhu je **investor, dodavatel a projektant.**

## 3.2 Tvorba cen

### 3.2.1 Proces tvorby cen

Cenu ovlivňuje situace na trhu. Aktuální stav trhu zjišťuje marketing, který trh tvoří a pracuje s ním. Využívá systém nástrojů podle N.H.Bordensna tzv. **marketingový mix**, který pracuje s principem čtyři P.

- Price (cena)
- Product (výrobek)
- Place (místo)
- Promotion (podněcování)

Cena jako jediná přináší zisk.

Na výsledné ceně se významně podílí nástroje cenové politiky podniku.

- cenové srážky, množstevní, sezónní, podle balení
- cenové přírážky za okamžité dodávky, speciální služby, individuální modifikace
- dopravní náklady, úhradu za dopravní náklady dle dohody hradí kupující nebo prodávající
- diferenciacce cen podle oblastí, segmentace trhu, cílové skupiny
- záruky při změně cen, výrobce může poskytnout obchodníkovi náhradu při poklesu cen za neprodejné zásoby

Pohled na finální cenu je odlišný z pohledu ekonoma, účetního a marketingového poradce. Ekonom usiluje o to, aby cena vyhovovala jak prodávajícímu tak kupujícímu a zároveň byla uspokojena poptávka. Naproti tomu účetní se zajímá jen o přežití a prosperity trhu, chce produkty prodat za hodnotu nákladů výroby plus zisku, a neřeší trh. Marketingový specialista hledá dialog, mezi nabízenou a poptávanou cenou. Z těchto parametrů získá cenu správnou. [28].

Jedna z nejdůležitějších věcí každého podniku je určení správné ceny. Cena jednotlivých položek je ovlivněna hned několika faktory a to především stanoveným cílem podniku a náklady na výrobu. Dále se odvíjí také od kupní síly spotřebitele, ekonomické situaci a legislativního usměrňování.

## 3.2.2 Metody stanovení ceny

Rozlišujeme 3 základní metody pro stanovení výše cen: konkurenčně a odvětvově orientovaná, poptávkově orientovaná a nákladově orientovaná cena.

### 3.2.2.1 Konkurenčně a odvětvově orientovaná tvorba cen

Při této tvorbě cen přebíráme ceny od konkurence a snažíme se jí přiblížit. Cena, je buď konkurenční tzn. cena je stanovena s ohledem na cenu konkurence a díky tomu lépe odoláváme tlaku konkurence, nebo cena běžná tržní, která vychází z průměrných nákladů konkurentů na stejný či podobný druh zboží.

### 3.2.2.2 Poptávkově orientovaná tvorba cen

Tato cena je protikladem nákladové tvorbě cen. Odvíjí se od aktuálního stavu na trhu a zároveň musí brát v potaz i poptávku. Klade důraz na to, jak zákazník vnímá výslednou cenu. Je také závislá na podnikovém marketingu. Nákladový a poptávkový způsob nelze použít odděleně.

Rozpočet pro investora se zpravidla zpracovává jako cena stavebního objektu orientační předběžná (poptávková) a to včetně vedlejších nákladů. Tato cena vstupuje do souhrnného rozpočtu a ovlivňuje další náklady investora. [30]

## Typy Cen

Na základě poptávkové ceny můžou vzniknout následující typy cen:

- Smetánková cena- pro zboží, které je trhem považováno za jedinečné a kvalitní a zákazník ho koupí i za vysokou pořizovací cenu.
- Pronikavá cena – určeno pro co nejvíce zákazníků za co nejnižší cenu, která se později zvyšuje. Snaží se odradit konkurenci a přilákat zákazníky.
- Segmentační cena – uplatňuje se v určitých segmentech trhu
- Cena obrátového tahouna – Cena zboží je mnohdy přechodně i pod cenou za cílem zaujmout co nejvíce zákazníků i na ostatní sortiment prodejce
- Cena určovaná politikou sklizně – Cena, na jejichž zvýšení by nemělo mít vliv ani zavedení nové technologie. Účelem je návratnost všech vložených investic. [29]

### 3.2.2.3 Nákladově orientovaná tvorba cen

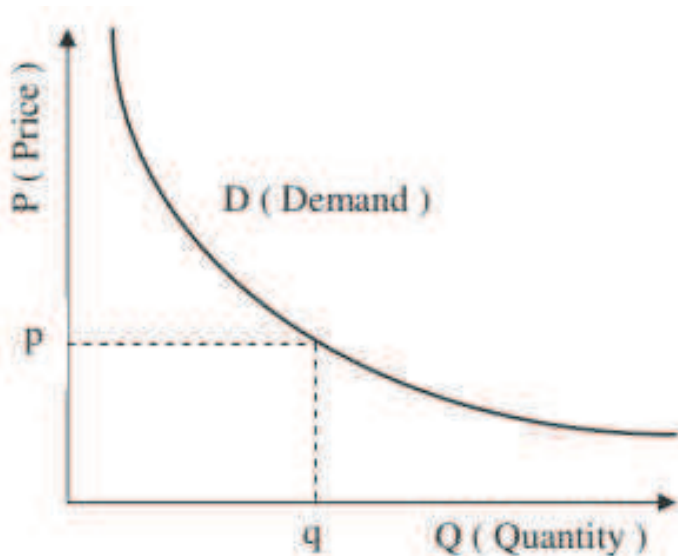
V tržní ekonomice se neseťkáme s přímou závislostí mezi cenou a náklady. Výjimkou, je situace, když se stanovuje spodní hranice ceny a nákladová tvorba cen ve veřejné ekonomice. Pro stanovení nákladově orientované ceny můžeme použít metodu cílové ceny, která probíhá v pěti etapách:

- rozhodnutí o zisku (vypočítává se na základě rentability kapitálu vloženého do výrobku)
- rozhodnutí o úrovni využití kapacit
- výpočet výrobních nákladů se standardním využitím kapacit
- stanovení cílové míry zisku
- stanovení cílové ceny [29]

Díky těmto pěti krokům získáme výsledek, který poptávku ovšem nebere v potaz, proto musí být cena prověřena trhem. Jestliže zboží vyráběné standardním vytížením na trhu neuspěje, nebude se vyrábět. Je tak ovšem možné nalézt způsob pro snížení nákladů, aby byla dodržena cílová výše zisku. Pokud zboží na trhu uspěje-trh zboží přijme, může začít jeho výroba.

### 3.2.3 Poptávka

Poptávka je poměr ceny (P) a požadovaného množství (Q). Definujeme jí jako řadu cen, které odpovídá řada množství jakéhokoliv zboží, které jsou kupující ochotni na trhu koupit za určitou cenu. Tento stav znázorňuje křivka poptávky.



Obr. 3.1 - Poptávková křivka [28]

### 3.2.4 Nabídka

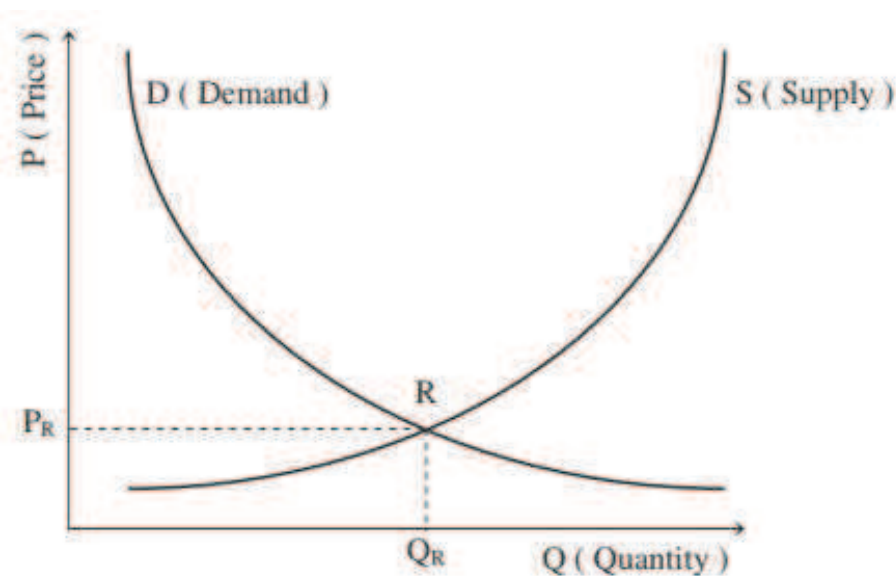
Nabídka je určité množství zboží dodávané na trh za časovou jednotku a za předem daných podmínek (např. cenová úroveň zboží, charakter technologie apod.)

Rozpočet se pro dodavatele zpracovává zpravidla jako nabídková cena stavebního objektu a to rovněž včetně vedlejších nákladů. [30]

Závislost nabízeného zboží na ceně slouží křivka nabídky.

### 3.2.5 Tržní rovnováha

Tržní rovnováha nastává tehdy, když se křivka nabídky a poptávky zkříží a vytvoří tak bod rovnováhy tj. rovnovážné množství a rovnovážná cena.



Obr. 3.2 - Střet nabídky s poptávkou [28]



## 3.3 Náklady

Náklady jsou ekonomická kategorie, vznikající v rámci realizace či obchodu vyvolané ze strany nabídky nebo poptávky. Celý proces je situován tak, aby při maximálním ekonomickém prospěchu byly vynaloženy co nejmenší náklady. [29]

Charakteristika nákladů z hlediska:

- Investora

Pro investora jsou náklady stavebního díla vloženou investicí. Náklad vyjadřuje celkovou hodnotu stavby v peněžních jednotkách. Tato zahrnuje i dosažení ekonomického efektu vložených finančních prostředků. Náklady zahrnují všechny náklady životního cyklu stavby.

- Zhotovitele

Zhotovitel sleduje vynaložené náklady na stavební výrobu z hlediska podnikových nákladů. Součástí těchto nákladů jsou náklady stavební zakázky. [31]

### 3.3.1 Druhy nákladů

Náklady můžeme dělit dle různých hledisek:

#### Ekonomické hledisko:

- **náklady celkové** (TC - total cost) - všechny náklady, které byly či budou vynaloženy. Jedná se o celkovou spotřebu a strukturu prostředků. Vykazují nelineární průběh a odráží vývoj hospodárnosti a také nákladů.

- **náklady průměrné** (AC - average cost) – celkové vynaložení nákladů na jednotku produkce (Q). Charakter průměrných nákladů je také nelineární.

$$AC = TC/Q$$

- **náklady mezní** (MC – margine cost) – dodatečné náklady na jednotku rozšíření objemu produkce

$$MC=TC/Q$$

#### Hospodářské hledisko:

- náklady výkonů – jsou prokazatelné. Jde např. o výrobní režii nebo přímý materiál.
- náklady období – jsou neprokazatelné. Pojí se s určitým obdobím např. správní režie, odbytová režie

### **Druhové členění nákladů**

- materiálové náklady – náklady spotřebované na výrobu. Patří sem např.: pomocný materiál, spotřeba energie, paliv, pohonných hmot, náklady na dopravu
- náklady na nakupované výrobky - opravy a údržby
- odpisové - zahrnují opotřebení hmotného a nehmotného majetku (software, stroje)
- finanční náklady – úroky z úvěrů, poplatky státu, pokuty, pojistné, manka
- mzdové a ostatní náklady - vynaložené na mzdy a odměny

### **Náklady dle formulování a řízení výroby:**

- variabilní: náklady se mění v závislosti na objemu produkce.
- fixní: náklady se nemění v závislosti na objemu produkce.

### **Kalkulační třídění nákladů:**

- náklady přímé (jednicové) – náklady dané produkce - výrobku. Zjišťují se na kalkulační jednici (např. m<sup>2</sup>, kus). Přímou souvisí s objemem produkce výrobku.
- náklady nepřímé (režijní) – nelze je stanovit přímo na kalkulační jednici. Stanovujeme pomocí přírážky k rozvrhové základně. Jde tedy o objem nákladů pro více druhů výrobků či služeb. Jsou to náklady například jako odpisy, správní režii, reklamu.[28]

## 3.4 Kalkulace nákladů

Pomocí kalkulace stanovíme náklady na určité stavební dílo pomocí výpočtu. Kalkulujeme náklady přímé i nepřímé. Kalkulace nákladů se stanoví před realizací, tak i po dokončení stavebního díla, jak ze strany investora, tak i dodavatele.

### Kalkulační jednice

Představuje jednotku produkce, k němuž se kalkulace vztahuje. Jejím předmětem jsou objekty a části objektů, stavební práce, konstrukce, časová jednotka práce a stroje. Při sestavení kalkulace se řídíme určitým řádem - kalkulačním postupem.

#### 3.4.1 Kalkulační postup

V první řadě by měla stavební firma vypracovat pro objednavatele **předběžnou kalkulaci** formou nabídkového rozpočtu a to ještě před získáním zakázky. Předběžná kalkulace nám pomáhá určit předpokládané náklady na výrobu. Jestliže stavební firma danou zakázku získá, následuje vypracování **operativní kalkulace**. Kalkulace odpovídá aktuálním podmínkám - vychází z norem platných v době sestavování kalkulace. Operativní normy jsou spolu s rozpočtem nákladů základním kritériem pro řízení hospodárnosti podniku.

Pro zjištění skutečných nákladů na realizaci stavby se vypočítává **výsledná kalkulace**, která se zjišťuje až po skončení výstavby-dokončení výroby. Tato kalkulace ukazuje skutečně vynaložené náklady. Výsledná kalkulace slouží i pro kontrolu předchozí kalkulace. [28]

#### 3.4.2 Kalkulační metody

- **Zakázková** - jedná se o metodu, která se využívá při kusové nebo malosériové výrobě
- **Postupná** - neboli stupňovitá využívá se ve výrobě, jejichž dodávky na sebe navazují
  - Metoda polotovarová (betonové směsi)
  - Metoda sdružené kalkulace (vznik hlavních a vedlejších výrobků současně)

- **Normová** - využívá se v hromadné či velkosériové výrobě. V normové metodě je nutností mít dobrou normativní základnu.

## **Kalkulační techniky**

### **Kalkulace přímých nákladů**

- **Kalkulace prostým dělením** se používá při kalkulaci přímých nákladů popřípadě nepřímých nákladů, jestliže vyrábíme pouze jeden produkt. Náklady na kalkulační jednici budou pro všechny výrobky stejné.

### **Kalkulace přímých nákladů**

- **Kalkulace dělením pomocí poměrových (ekvivalenčních) čísel.** Tato technika se používá především ve výroбах, v nichž vzniká více druhů určitého výrobku. Rozdíly v nákladech nejsou způsobeny zvláštnostmi technologie, ale jinými příčinami, jako například ve velikosti, jakosti, hmotnosti. Tato technika spočívá v tom, že se vybere jeden výrobek jako představitel a jeho ekvivalenční číslo položíme rovno jedné. Určíme poměr k ostatním výrobkům a vytvoříme rozvrhovou základnu.
- **Kalkulace přírážková** - používá se v případě, že neznáme objem produkce jednotlivých výrobků na určité období. V průběhu roku mohou být do výrobního programu zařazeny i jiné výrobky a jejich množství. Vznikají zde tedy náklady, které jsou společné více výrobkům a je nutné je rozpočítat na jednotlivé výrobky. V tomto případě mluvíme o režijních přírážkách.

### **3.4.3 Kalkulační vzorec**

Kalkulační vzorec slouží ke stanovení nákladů na objekt, stavby nebo části stavby.

Kalkulace se skládá z kalkulačních položek, které se uspořádávají do kalkulačního vzorce.

Kalkulační vzorec není vázaný (celostátně platný) a účetní jednotka (firma) si ho může přizpůsobit svým potřebám:

Kalkulačního vzorec – obvyklá struktura ve stavebnictví:

1. přímý materiál
2. přímé mzdy
3. ostatní přímé náklady
  - Náklady na provoz stavebních strojů
  - Ostatní náklady
  - Sociální a zdravotní pojištění
4. výrobní (provozní) režie

**vlastní náklady výroby**

5. správní režie

**vlastní náklady výkonu**

6. zisk (ztráta)

**výsledná cena**

- **Přímý materiál (H)** – Je základní mat, který přechází do hodnoty výrobku a který lze přímo zjistit na kalkulační jednici.  
Normativní podklad: Normy spotřeby materiálu.  
Oceňovací podklad: Cena pořízení (CP) z katalogů významných obchodních společností
- **Přímé mzdy (M)**- jsou mzdy, které lze přímo zjistit na kalkulační jednici (mzdy dělníků za odpracovaný čas). Nepatří sem mzdy technických a manažerských profesí.  
Normativní podklad: výkonové normy  
Oceňovací podklad: sazby mzdových tarifů.
- **Ostatní přímé náklady (OPN)**- jsou všechny ostatní náklady, které lze také přímo zjistit na kalkulační jednici.
  - o Provoz stavebních strojů (S)  
Normativní podklad: normy času strojů  
Oceňovací podklad: Sazby strojhodin (v daných sazbách je zahrnuta: pořizovací cena vozidla -odpisy, spotřeba pohonných hmot, pneumatik,
  - o Sociální a zdravotní pojištění (SZP) – procentuální sazba

- Ostatní (O) – doprava, poplatky, náklady na licence.
- **Výrobní režie (RV)**- jsou společné náklady, které vznikají ve výrobní sféře (odpisy, spotřeba energie)
- **Správní režie (RS)** - zahrnujeme sem společné náklady, které vznikají ve správě podniku jako celku (telefony, poštovné, výpočetní technika, mzdy vedoucích zaměstnanců)
- **Zisk** - společnost si jej stanovuje sama.

Tabulka 1. Kalkulační vzorec [autor]

Cena stavební práce - kalkulační vzorec								
Přímé náklady				Nepřímé náklady				
Materiál	Zpracovací náklady						Zisk	
	Mzdy	Stroje	Ostatní přímé náklady			Režie		
			Provoz strojů	S a Z pojištění	Ostatní	Výrobní		Správní
Náklady vztahující se na kalkulační jednici.				Náklady vztahující se na rozvrhovou základnu				

## **3.5 Rozpočet**

Rozpočet je důležitým ukazatelem ceny stavby. Je nepostradatelný při tvorbě nabídkové ceny stavebního díla a jeho tvorba je ovlivněna technickými normami, zákony, projektovou dokumentací a oceňovacími podklady pro stanovení jednotkové ceny.

Stavební rozpočet může být velmi rozsáhlý a složitý, proto je vhodné jej zpracovat a spravovat prostřednictvím moderního rozpočtového programu.

### **3.5.1 Souhrnný rozpočet**

Účelem souhrnného rozpočtu je stanovit celkovou cenu stavebního díla včetně jeho vybavení. Jde o postup ocenění jednotlivých nákladů v určitých fázích stavby, které vzniknou v souvislosti s přípravou stavebního díla, realizací a předáním do užívání.

#### **Jednotlivé fáze souhrnného rozpočtu:**

##### **I. Iniciování projektu**

##### **II. Definování projektu**

- Náklady na studie potřeb a možností a investiční záměr

##### **III. Plánování projektu**

- Náklady na varianty architektonického řešení
- Náklady na dokumentaci a řízení o územním rozhodnutí
- Náklady na dokumentaci a řízení o stavebním povolení

##### **IV. Provádění projektu**

- Náklady na přípravu provádění
- Náklady na provádění
- Náklady na předání, vyúčtování, kolaudační řízení

##### **V. Provozování**

- Náklady vzniklé po realizaci až po likvidaci projektu
- Energie, plyn, vodné, stočné

##### **VI. Likvidace**

- Náklady spojené s likvidací, jako např. odvoz sutí

## **Postup při výpočtu nákladů v souhrnném rozpočtu**

- Vždy se začíná od největších nákladů:
  - Stavebních objektů
  - Provozních souborů
  - Další odvozených nákladů
- Výpočet nákladů se odvíjí od podrobnosti technické a cenové dokumentace.

### **3.5.1.1 Souhrnný rozpočet – členění nákladů**

Náklady jsou rozděleny do jednotlivých částí - hlav. Celkem se sestává z XI částí. Postup ocenění je zvolen podle charakteru kapitoly. Náplň a forma souhrnného rozpočtu se vyvíjí podle podmínek vznikajících na stavebním trhu. V současné praxi se používá členění celkových nákladů stavby v souhrnném rozpočtu následujícím způsobem:

#### **Hlava I - Projektové dokumentace**

##### **a) Projektové práce**

- činnost projektanta stavby
- autorský dozor
- projekty demolic, demontáží
- změny a doplňky vyžádané odběratelem
- další smluvené práce v rámci projektové dokumentace
- modely pro projektové práce

##### **b) Průzkumné práce**

- geologický průzkum a dokumentace
- geodetické a kartografické práce jako podklady pro projektovou dokumentaci

#### **Hlava II - Provozní soubory**

Dodávka a montáž strojů, zařízení, dopravu, náradí a inventáře zpravidla spojeného funkčně se stavebním objektem.



### **Hlava III - Stavební objekty**

Pořízení a dodávka stavebních objektů včetně dodávky veškerých materiálů a prací.

Ke kalkulaci je nejčastěji využíván položkový rozpočet.

### **Hlava IV - Stroje a zařízení nevyžadující montáž na stavbě**

Stroje a zařízení, které nejsou součástí provozních souborů ani stavebních objektů, nevyžadují montáž.

### **Hlava V - Umělecká díla**

Umělecká díla, jestliže jsou nedílnou součástí stavby – sochy, fresky, sgrafita.

### **Hlava VI - Vedlejší náklady spojené s umístěním stavby**

- Náklady na zařízení staveniště v případě území se ztíženými výrobními podmínkami
- náklady související s vlivem extrémních klimatických podmínek
- mimořádně ztížené dopravní podmínky
- náklady vznikající z titulu prací na chráněných památkových objektech

### **Hlava VII - Práce nestavebních organizací**

- patenty a licence pro výstavby
- vybudování vytyčovací geodetické sítě
- vysazování trvalých porostů, sadů, vinic, chmelnic

### **Hlava VIII - Rezerva**

Rezervy na neplánované a navýšené výdaje. Stanovují se procentní přírůžkou a jejich výše je ovlivněna povahou stavebních prací.

### **Hlava IX - Ostatní náklady**

- platby za odnětí půdy zemědělské výrobě
- nájemné za pozemky pro zařízení staveniště
- nákup pozemků pro vlastní výstavbu stavebních objektů, apod.

### **Hlava X - Vyvolané náklady**

- příspěvky jiným investorům

- náklady na výkup hmotného investičního majetku určeného k likvidaci
- náklady na nepoužité alternativy projektů
- konzervační, udržovací práce při zastavení stavby

### **Hlava XI Provozní náklady na přípravu a realizaci stavby**

- organizační a přípravná činnost investora
- příprava staveniště
- stavební dozor investora
- převzetí stavby
- příprava zahájení provozu
- kompletační činnost dodavatele
- konzultace při zpracování projektu stavby
- vybudování zařízení staveniště
- zajišťování provozu a údržby zařízení staveniště
- koordinace prací jednotlivých subdodavatelů
- zpracování dokumentace skutečného provedení stavby
- účast na kolaudaci a předání stavby do užívání. [28]

### **3.5.2 Položkový rozpočet**

Položkový rozpočet se většinou vyhotoví ve fázi projektu. Slouží jako podklad pro nabídkovou cenu a to v případě, že ji sestavuje zhotovitel. Na druhé straně může sloužit jako podklad pro poptávkovou cenu v případě investora stavby. Na základě tohoto dokumentu je stavba prováděna a fakturována. Struktura položkového rozpočtu není určena žádným právním předpisem a vychází tedy ze stavební praxe. Každá položka v rozpočtu obsahuje číslo položky - číselný kód, název položky, měrnou jednotku, množství a jednotkovou cenu.

Položkový rozpočet vychází z **výkazu výměr** stavby oceněných pomocí ceníků stavebních prací a dodávek. Výkaz výměr je fyzikálním vyjádřením jednotlivých stavebních a montážních prací na projektovaném stavebním díle. Ceníky stavebních prací a dodávek

obsahují směrné (orientační) ceny, které jsou obvyklé ve stavební praxi. Zároveň mohou existovat individuální firemní ceníky.

Výkaz výměr nám umožňuje ocenit jednotlivé konstrukční prvky v rozpočtu.

### **3.5.2.1 Postup při výpočtu položkového rozpočtu**

- V první řadě je zapotřebí rozdělit stavební objekt na jednotlivé konstrukční prvky
- Změřit prvky a sestavit výkaz výměr
- Přiřadit jim jednotkové ceny
- Vypočítat ceny prvků pomocí výkazu
- Sestavit rozpočet stavebního objektu jako oceněný výkaz výměr
- Vypočítat základní rozpočtové náklady (ZRN) jako přehledný součet cen všech prvků
- Dopočítat náklady spojené s umístěním stavby a stanovit vedlejší rozpočtové náklady (VRN)
- Vypočítat **cenu stavebního objektu  $CSO = ZRN + VRN$**

### **3.5.2.2 Dělení nákladů položkového rozpočtu**

Položkový rozpočet se většinou dělí na základní náklady, vedlejší náklady.

#### **Základní náklady**

Jednotlivé skupiny obsahují konstrukční prvky, které jsou složeny z jednotlivých položek. Základní náklady třídíme pomocí třídníků stavebních konstrukcí a prací (TSKP) a to následovně:

- **Hlavní stavební výroba (HSV):**
  - Zemní práce
  - Základy
  - Svislé konstrukce
  - Vodorovné konstrukce
  - Komunikace
  - Úpravy povrchů
  - Potrubí
  - Dokončovací práce (lešení, přesun hmot)

- **Přidružená stavební výroba (PSV)** zahrnuje například:
  - Izolace (proti vodě, tepelné, chemické)
  - Akustická opatření
  - Zdravotní techniku
  - Ústřední topení a další

- **Montážní práce**

Stavební rozpočet stavby je soupis položek. Jednotlivé položky rozpočtu tvoří konstrukční prvky.

Tyto položky zahrnují především:

**Práce** (montážní, stavební) prováděné pro zhotovení konstrukčního prvku (lepení, osazení).

**Dopravní náklady** (mimostaveništní, vnitrostaveništní)

**Specifikace** (obsahuje materiál, jehož dodávka není obsažena v ceně stavební práce)

**Jiné položky** (např.: poplatky za odpad)

## Vedlejší náklady

Vedlejší náklady vznikají z konkrétních podmínek výstavby a právě z toho důvodu se od ostatních staveb liší. Často se jedná o náklady nejisté, u kterých nemůžeme předem vědět, zda se vyskytnou. V položkové kalkulaci cen se o ně zvyšují jejich jednotkové náklady. Důvodem, proč se neuvádí samostatně je jejich nemožnost přesného stanovení skutečné výše. Při pevné a celkové ceně bývají rizikem dodavatele. Vznikají ze stavební činnosti a nejčastěji je rozdělujeme na:

- zařízení staveniště (je základní položkou vedlejších nákladů. Stavební výroba se přesouvá vždy na místo výstavby a proto je nutno zajistit vybavení staveniště)
- provozní vlivy
- umístění stavby, územní vlivy (ztížené podmínky)
- dopravní náklady (záleží na dopravních podmínkách)

Tyto náklady musejí být do celkové ceny rovněž zahrnuté. Vedlejší náklady se můžeme vypočítat pomocí procentních přírážek k základním nákladům. Zhotovitel stanovuje výši nákladů tak, aby mu pokryly předpokládané náklady, spojené se stavebním dílem. [28]

V nejjednodušší formě se přírážkové náklady vyčíslují (odhadují) v pomocném výkazu VRN, často konstantní procentní sazbou. O jejich součet se pak poměrně (procentně) zvýší ceny všech položek, tzv. rozpouští se do položek. Při sofistikovanějších

postupech se navyšují ceny vybraných položek, případně podle jejich druhů, často podle souvislosti s těmito VRN. Takovou typickou přírůžkou je např. doprava a přesun (po staveništi) materiálů a zařízení, která se připočítává k cenám právě materiálů a zařízení, ne k položkám prací - montážím. [32]

### **3.5.3 Slepý neboli poptávkový rozpočet**

Ve stavebnictví se často setkáváme také s tzv. slepými rozpočty. Tyto rozpočty se hlavně využívají pro poptávky ve výběrových řízeních na dodavatele nebo subdodavatele stavby.

Můžeme říci, že se jedná o výsledné rozpočty s tím rozdílem, že obsahují stejné položky, údaje, ale není u nich doplněna cena respektive cena nulová. Každý účastník neboli uchazeč ve výběrovém řízení si cenu doplní sám. V rámci slepého rozpočtu je většinou dán i výpočtový vzorec, takže uchazeči o stavební zakázku doplní pouze své ceny. V tomto případě za celou správnost odpovídá zadavatel soutěže. Na straně druhé nám daný případ umožní snadnější porovnání všech nabídek, jejich kontrolu, vyhodnocení a následný výběr nejlepší nabídky výběrového řízení. [32]

## 4 Identifikační údaje RD

Název stavby:	Dům manželů Ošlejškových – rodinný dům
Místo stavby:	Knínice
Okres:	Blansko
Katastrální území:	Knínice u Boskovic
Parcelní číslo:	413
Vlastník parcely:	SJM Mgr. Petr Ošlejšek a Mgr. Daniela Ošlejšková
Charakter stavby:	Novostavba rodinného domu
Účel stavby:	Rodinný dům
Stavební úřad:	Boskovice
Investor/Stavebník:	Manželé Ošlejškovi



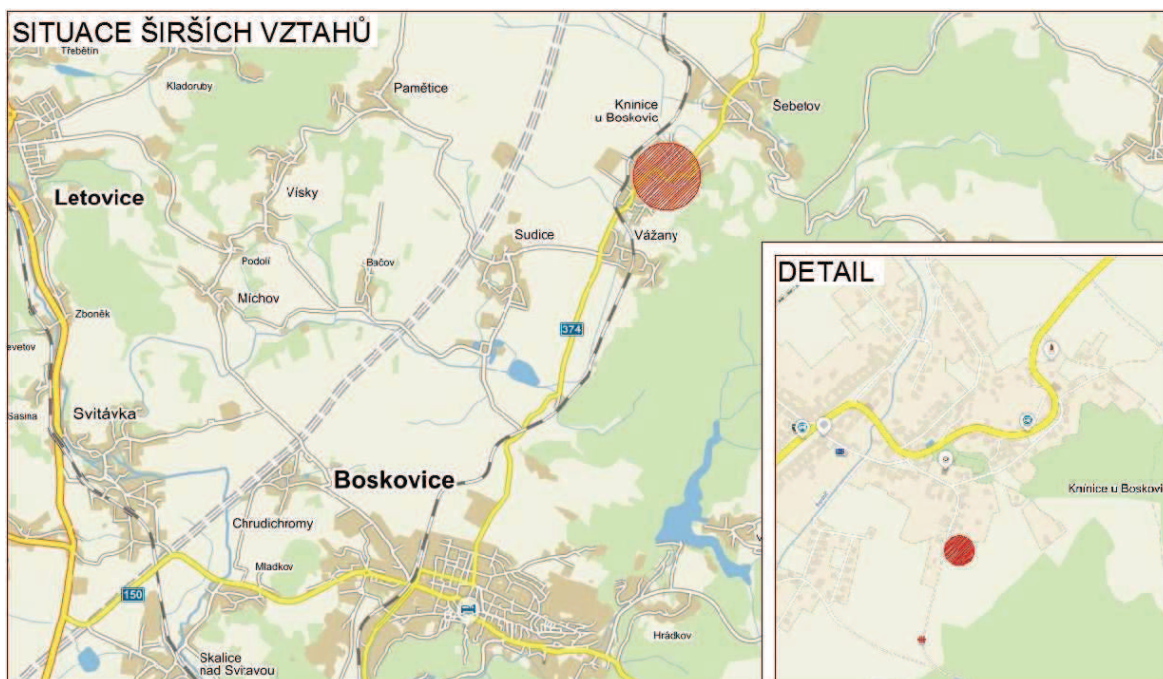
Obr. 4.1 – RD Knínice [autor]

## 4.1 Popis rodinného domu

Rodinný dům, který jsem si vybral pro inspiraci a jako podklad k vypracování mé praktické části, se nachází v obci Knínice. Tato obec leží v nadmořské výšce 377 m. n. m. Dům se nachází na okraji obce, kde je terén mírně svažité na západ. Stavba uzavírá areál z jižní strany a s objektem stodoly vytváří polouzavřený vnitřní dvůr. Dům je orientován na jih a je otevřen do volné krajiny. Majitelem domu je pan Ošlejšek, který dům obývá s manželkou a pěti dětmi. RD je samostatně stojící a bez podsklepení. Objekt je jednopodlažní s pultovou střechou, která je řešena jako zelená střecha s extenzivní zelení.

Dům je postaven tak, aby maximálně využíval sluneční energii, obnovitelné materiály a zdroje energie s minimálním negativním dopadem na životní prostředí. Stávající dům nahradil původní stavbu, přičemž snaha majitele byla, aby materiál z demolice původního domu byl v co největší míře použit na výstavbu současného domu. Pro efektivní využití sluneční energie je většina oken orientována na jižní stranu domu.

### Náhledová mapa



Obr. 4.2 – Situace širších vztahů [autor]

## 4.2 Konstrukce domu

Nejprve se provedly výkopy pro základy a pro zemní kolektor určený pro řízené větrání. Základové pasy jsou z prostého betonu prokládaného kamenem.

Pro obvodové zdivo byly použity plné cihly tloušťky 300 mm. Tyto cihly stavebník použil z původního domu. Dále bylo obvodové zdivo doplněno tvárnici Porfix tloušťky 300 mm.

Na objektu jsou navrženy dva typy tepelné izolace. Cihla plná pálená je zateplená minerální vlnou Rockwool Fasrock s  $\lambda_D = 0,039$  [W/m\*K] v tloušťce 300 mm. Tvárnice Porfix jsou zatepleny expandovaným polystyrénem Isover EPS 100F s  $\lambda_D = 0,037$  [W/m\*K] v tloušťce 200 mm. Zděné části jsou opatřeny modrou hladkou omítkou.



Obr. 4.3 – Výstavba RD – severní strana [majitel]





Obr. 4.4 – Výstavba RD – jižní strana [majitel]

Střecha je tvořena příhradovým sbíjeným dřevěným vazníkem. Pro zaizolování je použita minerální vlna o tloušťce 400 mm.



Obr. 4.5 – Realizace střechy - Extenzivní zelená střecha [majitel]

V podlaze je použita akumulční hmota, která je oddělena izolací od okolních konstrukcí pomocí polystyrénu tloušťky 200 mm. Dalším zdrojem tepla jsou teplovzdušné kolektory, z kterých je vháněn teplý vzduch do akumulční vrstvy podlahy pomocí kanálků vytvořených z desek Hurdis



Obr. 4.6 – Tepelná izolace podlahy polystyrénem 4 x 50 mm [majitel]

Pevné příčky jsou pro zvýšení akumulace tepla provedeny z plných cihel. Posuvné příčky jsou sádkartonové a posuvná část se skládá z opláštěného dřevěného rámu s vloženou izolací z polystyrenu.

Okna z jižní strany jsou pevně zasklená do dřevěných izolovaných rámu. Jako sklo je použito tepelněizolační sklo s fólií HEAT MIRROR o  $k=0,7$ . Tyto okna jsou chráněna před ostrým letním sluncem přesahem střechy a také clonicími závěsy z vnitřní strany. Ostatní okna jsou dřevěná, otvíratelná.

Co se týče vodoinstalace, je proveden dvojí rozvod vody pro užitkovou vodu a pro pitnou vodu. Užitková voda je napojena na stávající studnu a na rozvod je napojeno splachování WC a koupelna. Pitná voda z veřejné přípojky je převedena do kuchyně. Odpad z WC, koupelny a kuchyně je sveden přes sedimentační nádrž do kořenové čistírny. Sedimentační nádrž je současně řešena jako jímka na vyvážení. Dešťová voda je částečně zachytávána do nádrže na zavlažování.

## 4.3 Technologie

Na domě jsou použity **tři aktivní systémy**:

- Teplovzdušný kolektor v jižní fasádě
- Ohřev teplé užitkové vody pomocí slunečních vakuových kolektorů
- Větrací rekuperační jednotka.

Teplovzdušný kolektor je umístěn uprostřed jižní fasády. Absorpční část je provedena z černě natřeného vlnitého plechu upevněného na zdivu, plech je překryt průhledným komůrkovým polykarbonátem. Teplý vzduch je nuceně dopravován do akumulární podlahy, která s časovým posunem předává teplo domu. Ovládání ventilátoru je pomocí tepelného čidla. Kolektor je pomocí klapek vyvětrán v letních měsících do venkovního prostoru.

Ohřev teplé užitkové vody je proveden pomocí slunečních kolektorů, které jsou umístěny uprostřed zelené střechy. K dotápění jsou využívána krbová kamna s teplovodním výměníkem. Pomocí krbových kamen se teplá voda dopravuje do akumulární nádrže, kde dojde k předání pomocí spirály. Tento způsob je tedy řešen průtočně. Koupelna je řešena jako samostatná místnost, takže je zde přidán teplovodní radiátor.



Obr .4.7 - Umístění teplovzdušného kolektoru [majitel]

Dům je větráný větrací jednotkou firmy ATREA s rekuperací tepla. Vstupní vzduch je veden přes zemní registr, který rovnoměrnou teplotou podloží vyrovnává výkyvy teplot (v zimním období vzduch předehřívá a v letním období vzduch ochlazuje). Větrací jednotka je umístěna v místnosti strojovny s napojením na zemní registr z betonové roury průměru 500mm položené ve výkopu kanalizace. Je použit křížový výměník, ve kterém dochází k předání tepla.

## 5 Účel posouzení

Účelem posouzení je na základě požadavků vyhlášky č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích stavby ve znění vyhlášky č. 20/2012 ověřit zda daný objekt a jeho konstrukce splňuje:

- tepelně technické požadavky,

a to tak, aby byl zajištěn bezpečný a hygienicky nezávadný stav konstrukcí a zajištěna správná funkce objektu.

Dále provedeme:

- cenové srovnání jednotlivých konstrukcí

## 5.1 Posouzení z hlediska úspory energie a ochrany tepla

### 5.1.1 Pojem pasivní dům

Pasivní dům (z německého Passivhaus, v Česku používán i termín energeticky pasivní dům, česká zkratka PD) je stavba, která splňuje dobrovolná, ale přísná kritéria energetických úspor při provozu domu. Koncepce pasivního domu není architektonický styl nebo stavební systém, ale dílčí kapitola při navrhování a projektování novostaveb nebo rekonstrukcí.

Méně přísná kritéria úspor energií na provoz, která předcházela standardu pasivního domu, platí pro nízkoenergetický dům. Technologiemi zdokonalenou variantou pasivního domu je energeticky nulový dům, který své energetické potřeby plně saturuje z místních zdrojů. [33]

Definice pasivního domu je jednoznačná. Jde o dům, který splňuje několik základních předpokladů ohledně potřeb energie.

#### 5.1.1.1 Pasivní dům v číslech

$< 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

- maximální roční měrná potřeba tepla na vytápění pasivního domu (dle PHPP)

$< 0,6 \text{ h}^{-1}$

- celková průvzdušnost  $n_{50}$  měřena testem neprůvzdušnosti (parametr těsnosti stavby), tj. maximální výměna vzduchu netěsnostmi

$< 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

- maximální roční celková měrná potřeba tepla primární energie pasivního domu (vytápění, teplá voda, pomocná energie, domácí spotřebiče, osvětlení)

#### 5.1.1.2 Uživatelské parametry pasivního domu

- Komfortní teploty v zimě i v létě
- Vysoká hygiena vnitřního vzduchu-stálý přívod čerstvého vzduchu
- Vyšší komfort života
- Extrémně nízké náklady na vytápění
- Bez teplotních rozdílů a průvanu

## 5.2 Normativní požadavky

Normativní požadavky byly určeny na základě normy ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky.

### 5.2.1 Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce

Stavební konstrukce a styky konstrukcí s konstrukcemi v prostorech s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu  $\varphi_i \leq 60 \%$  musí v zimním období za normových podmínek vykazovat v každém místě takovou vnitřní povrchovou teplotu, aby odpovídající teplotní faktor vnitřního povrchu splňoval podmínku:

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$$

kde

$f_{Rsi,N}$  je požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu, stanovená ze vztahu:

$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$$

kde

$f_{Rsi,cr}$  je kritický teplotní faktor vnitřního povrchu, při kterém by vzduch s návrhovou relativní vlhkostí  $\varphi_i$  dosáhl u vnitřního povrchu kritické vnitřní povrchové vlhkosti  $\varphi_{si,cr}$ .

Při návrhu stavebních konstrukcí je splnění požadavku na nejnižší povrchovou teplotu prevencí rizika růstu plísní.

### 5.2.2 Součinitel prostupu tepla

Konstrukce vytápěných budov musí mít dle ČSN 73 0540-2:2011+Z1:2012 v prostorech s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu  $\varphi_i \leq 60 \%$  součinitel prostupu tepla takový, aby splňoval podmínku:

$$U \leq U_N$$

kde

$U_N$  je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ]

Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla se stanoví:

pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v intervalu 18 °C až 22 °C včetně a pro všechny návrhové venkovní teploty dle tabulky 3. Za budovy s převažující návrhovou vnitřní

teplotou v intervalu 18 °C až 22 °C včetně se považují všechny budovy obytné, občanské s převážně dlouhodobým pobytem lidí (např. budovy školské, administrativní, ubytovací, veřejně správní, stravovací, většina zdravotnických) a jiné budovy, pokud převažující návrhová vnitřní teplota je v uvedeném intervalu

**Tabulka 2:** Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla  $U_N$  pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou 18 °C až 22 °C dle ČSN 73 0540-2:2011 [34]

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla $W \cdot m^{-2}K^{-1}$		
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
<b>Stěna vnější</b>	<b>0,30</b>	<b>těžká: 0,25</b> <b>lehká: 0,20</b>	<b>0,18 až 0,12</b>
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Podlaha a stěna částečně vytáp. prostoru přilehlá k zemině	0,85	0,60	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami	1,05	0,70	0,5
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,05	0,70	
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,30	0,90	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,2	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,7	1,80	

Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,5	1,2	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,4	1,1	0,9
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,7	1,2	0,9
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru	3,5	2,3	1,7
Výplň otvoru vedoucí z temp. prostoru do venkovního prostředí	3,5	2,3	1,7
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	2,6	1,7	1,4

### 5.2.3 Šíření vlhkosti v konstrukci

#### Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce

Pro stavební konstrukci, u které by zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce  $M_{c,v}$  kg/(m<sup>3</sup>.a) mohla ohrozit její požadovanou funkci, nesmí dojít ke kondenzaci vodní páry uvnitř konstrukce, tedy:

$$M_c = 0$$

Pro stavební konstrukci, u které kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce neohrozí její požadovanou funkci, se požaduje omezení ročního množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce  $M_c$ , v kg/(m<sup>3</sup>.a) tak, aby splňovalo podmínku:

$$M_c \leq M_{c,N}$$

Pro jednopláš'ovou střechu, konstrukci se zabudovanými dřevěnými prvky, konstrukci s vnějším tepelněizolačním systémem nebo vnějším obkladem, popř. jinou obvodovou konstrukci s difuzně málo propustnými vnějšími povrchovými vrstvami, je nižší z hodnot:

$$M_{c,N} = 0,10 \text{ kg/(m}^3 \cdot \text{a)}$$

nebo 3 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry, je-li jeho objemová hmotnost vyšší než 100 kg/m<sup>3</sup>; pro materiál s objemovou hmotností  $\rho \leq 100$  kg/m<sup>3</sup> se použije 6 % jeho plošné hmotnosti;

Pro ostatní stavební konstrukce je nižší z hodnot:

$$M_{c,N} = 0,50 \text{ kg/(m}^3 \cdot \text{a)}$$

nebo 5 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry, je-li jeho objemová hmotnost vyšší než 100 kg/m<sup>3</sup>; pro materiál s objemovou hmotností  $\rho \leq 100$  kg/m<sup>3</sup> se použije 10 % jeho plošné hmotnosti.



## **Roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce**

Ve stavební konstrukce s připuštěnou omezenou kondenzací vodní páry uvnitř konstrukce nesmí v roční bilanci kondenzace a vypařování vodní páry zůstat žádné zkondenzované množství vodní páry, které by trvale zvyšovalo vlhkost konstrukce. Roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce  $M_c$ , v  $\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})$  tedy musí být nižší než roční množství trvale vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce  $M_{ev}$ , v  $\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})$ .

## 5.3 Technické údaje jednotlivých skladeb stěn z hlediska úspory energie a ochrany tepla

### 5.3.1 Charakteristika posuzovaných konstrukcí

Výpis základních prvků potřebných k posouzení

**Tabulka 3 - S1\_Cihla plná CP + minerální vlna [autor]**

číslo vrstvy	Název	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]
1	KM Beta omítka	0,0080	0,4300
2	Cihla plná pálená	0,3000	0,6000
3	Rockwool Fasrock	0,3000	0,0390
4	Cemix minerální omítka	0,0070	0,5400

**Tabulka 4 - S2\_Cihla plná CP + multipor [autor]**

číslo vrstvy	Název	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]
1	KM Beta omítka	0,0080	0,4300
2	Cihla plná pálená	0,3000	0,6000
3	Multipor tepelněizolační deska	0,3000	0,0420
4	Cemix minerální omítka	0,0070	0,5400

**Tabulka 5 - S3\_Cihla plná CP + EPS [autor]**

číslo vrstvy	Název	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]
1	KM Beta omítka	0,0080	0,4300
2	Cihla plná pálená	0,3000	0,6000
3	Isover EPS 100F	0,3000	0,0370
4	Cemix minerální omítka	0,0070	0,5400

**Tabulka 6 - S4\_Cihla plná CP + EPS Greywall [autor]**

číslo vrstvy	Název	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]
1	KM Beta omítka	0,0080	0,4300
2	Cihla plná pálená	0,3000	0,6000
3	Isover Greywall	0,3000	0,0320
4	Cemix minerální omítka	0,0070	0,5400

**Tabulka 7 - S5\_Tvárnice Porfix + EPS [autor]**

číslo vrstvy	Název	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]
1	KM Beta omítka	0,0080	0,4300
2	Tvárnice Porfix	0,3000	0,1100
3	Isover EPS 100F	0,2000	0,0370
4	Cemix minerální omítka	0,0070	0,5400

**Tabulka 8 - S6\_Vápenopískové tvárnice + EPS [autor]**

číslo vrstvy	Název	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]
1	KM Beta omítka	0,0090	0,4300
2	KM Beta Sendwix 5DF-LP	0,3000	0,8200
3	Isover EPS 100F	0,2000	0,0370
4	Cemix minerální omítka	0,0070	0,5400

**Tabulka 9 - S7\_Pórobetonové tvárnice + EPS [autor]**

číslo vrstvy	Název	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]
1	KM Beta omítka	0,0090	0,4300
2	Ytong P6-650	0,3000	0,1790
3	Isover EPS 100F	0,2000	0,0370
4	Cemix minerální omítka	0,0070	0,5400

**Tabulka 10 - S8\_Keramické tvárnice + EPS [autor]**

číslo vrstvy	Název	d [m]	$\lambda$ [W/(m.K)]
1	KM Beta omítka	0,0090	0,4300
2	Porotherm 30 Profi	0,3000	0,1750
3	Isover EPS 100F	0,2000	0,0370
4	Cemix minerální omítka	0,0070	0,5400

Podrobný popis skladeb konstrukcí – viz. příloha č.2 A - I

## 5.4 Údaje o splnění normativních požadavků

### 5.4.1 Součinitel prostupu tepla

Tabulka 11 – Posouzení konstrukčních skladeb na součinitel prostupu tepla [autor]

Skladba	Vypočtená hodnota $U$ [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Požadovaná hodnota $U_{N,20}$ [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$ [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Doporučené hodnoty pro pasivní domy $U_{pas,20}$ [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Posouzení
S1_ Cihla plná CP + minerální vlna	0,140	0,30	0,25	0,18 až 0,12	vyhovuje
S2_ Cihla plná CP + multipor	0,150	0,30	0,25	0,18 až 0,12	vyhovuje
S3_ Cihla plná CP + EPS	0,130	0,30	0,25	0,18 až 0,12	vyhovuje
S4_ Cihla plná CP + EPS Greywall	0,120	0,30	0,25	0,18 až 0,12	vyhovuje
S5_ Tvárnice Porfix + EPS	0,140	0,30	0,25	0,18 až 0,12	vyhovuje
S6_ Vápenopískové tvárnice + EPS	0,190	0,30	0,25	0,18 až 0,12	vyhovuje
S7_ Pórobetonové tvárnice + EPS	0,160	0,30	0,25	0,18 až 0,12	vyhovuje
S8_ Keramické tvárnice + EPS	0,160	0,30	0,25	0,18 až 0,12	vyhovuje
S9_ Velkoplošný vícevrstvý panel typu CLT	0,130	0,30	0,25	0,18 až 0,12	vyhovuje

Jednotlivé protokoly jsou součástí přílohy č.1 A - I

### 5.4.2 Šíření tepla konstrukcí a obálkou

Návrhové podmínky:

- návrhová venkovní teplota  $T_e$ : -15 °C
- návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 20 °C
- návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $R_{He}$ : 84 %
- návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $R_{Hi}$ : 55 %

**Tabulka 12** – Posouzení konstrukčních skladeb na teplotní faktor [autor]

Teplotní faktor				
Skladba	Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$ [°C]	Vypočtená průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ [-]	Požadovaná hodnota $f_{Rsi,N}$ [-]	Posouzení
S1	19,38	0,966	0,747	vyhovuje
S2	19,31	0,964	0,747	vyhovuje
S3	19,43	0,967	0,747	vyhovuje
S4	19,55	0,971	0,747	vyhovuje
S5	19,37	0,966	0,747	vyhovuje
S6	18,97	0,954	0,747	vyhovuje
S7	19,23	0,961	0,747	vyhovuje
S8	19,23	0,962	0,747	vyhovuje
S9	19,48	0,968	0,747	vyhovuje

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80 % (kritérium vyloučení vzniku plísní).

### 5.4.3 Šíření vlhkosti konstrukcí

**Tabulka 13** – Posouzení na zkondenzované množství vodní páry v konstrukci [autor]

Skladba	Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a}$ [kg/(m <sup>2</sup> .a)]	Přípustné množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce $M_{c,N}$ [kg/(m <sup>2</sup> .a)]	Posouzení
S1	0,0232	0,100	vyhovuje
S2	0,0128	0,100	vyhovuje
S3	0,0023	0,100	vyhovuje
S4	0,0025	0,100	vyhovuje
S5	0,0118	0,100	vyhovuje
S6	0,0013	0,100	vyhovuje
S7	0,0074	0,100	vyhovuje
S8	0,0071	0,100	vyhovuje
S9	nedochází ke kondenzaci		vyhovuje

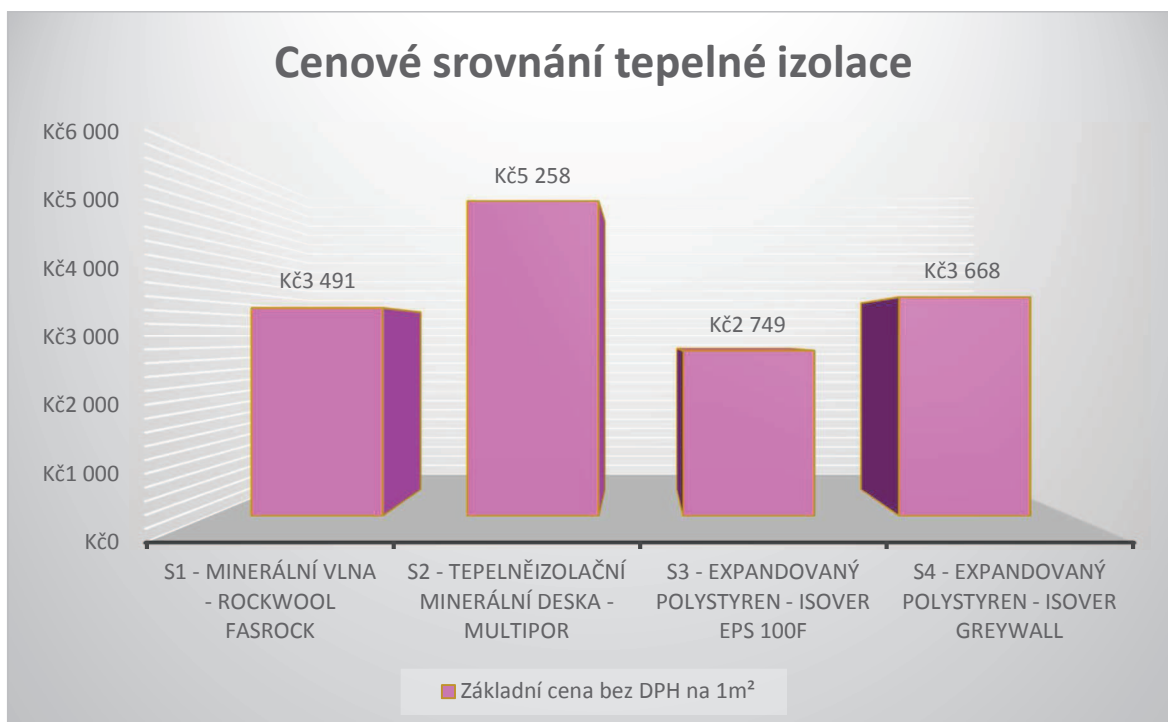
**Tabulka 14** – Posouzení celoroční bilance zkondenzované a odpařitelné vodní páry [autor]

Skladba	Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a}$ [kg/(m <sup>2</sup> .a)]	Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{c,N}$ [kg/(m <sup>2</sup> .a)]	Posouzení
S1	0,0232	0,100	vyhovuje
S2	0,0128	0,100	vyhovuje
S3	0,0023	0,100	vyhovuje
S4	0,0025	0,100	vyhovuje
S5	0,0118	0,100	vyhovuje
S6	0,0013	0,100	vyhovuje
S7	0,0074	0,100	vyhovuje
S8	0,0071	0,100	vyhovuje
S9	nedochází ke kondenzaci		vyhovuje

Jednotlivé protokoly jsou součástí přílohy č.1 A-I

## 5.5 Ekonomická analýza stavebních materiálů

### 5.5.1 Cenové srovnání více druhů TI

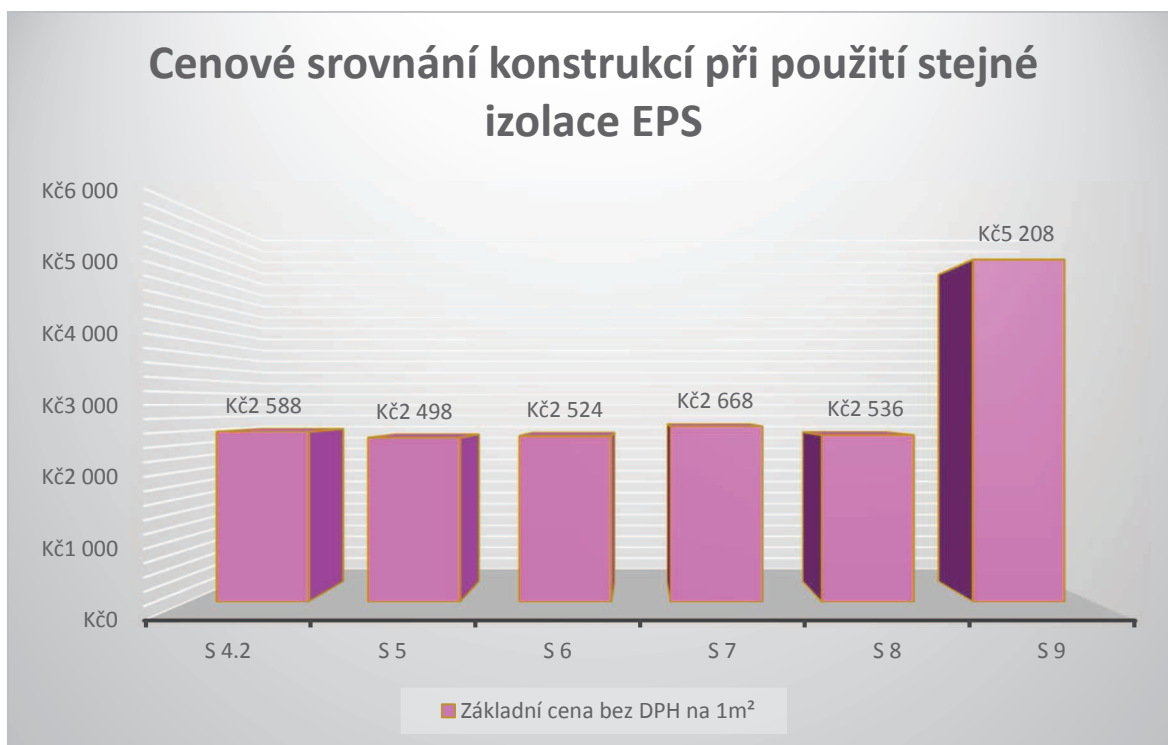


Obr. 5.1 Graf - konstrukční skladby z CP s rozdílnou tepelnou izolací [autor]

Jednotlivé oceněné skladby S1 – S4 jsou součástí přílohy č.3 A-D

V grafu můžeme pozorovat cenový rozdíl u jednotlivých tepelně izolačních materiálů. Všechny uvedené skladby S1 – S4 tvoří zdivo z cihly plné CP 290 x 140 x 65 mm, o celkové tloušťce 300 mm. Základní skladbou pro porovnání je skladba S1, tato skladba je realizována na již zmíněném RD manželů Ošlejškových. Chtěl jsem porovnat danou skladbu s běžnou TI, jako je EPS, dále s TI, která je na stavebním trhu o něco dražší, což je EPS Greywall a v poslední řadě s izolací, kterou jsem si velmi oblíbil a to s minerální deskou Multipor. Pro lepší srovnání mají všechny tepelné izolace tloušťku také 300 mm. Výsledné ceny jednotlivých skladeb jsou uvedeny bez DPH za 1m<sup>2</sup> včetně práce.

## 5.5.2 Cenové srovnání různých konstrukčních skladeb



Obr. 5.2 – Graf – Ceny odlišných konstrukčních skladeb za použití stejné TI [autor]

Jednotlivé oceněné skladby S 4.2 – S 9 jsou součástí přílohy č.3 E - J

S 4.2 - Cihla plná CITHERM

S5 - Tvárnice PORFIX P2 - 440

S 6 - Vápenopísková tvárnice KM BETA SENDWIX 5DF LP

S 7 - Tvárnice z pórobetonu YTONG P6-650

S 8 - Zdivo z keramických tvárnic POROTHERM 30 Profi

S 9 - Velkoplošný vícevrstvý panel typu CLT

V grafu můžeme pozorovat cenový rozdíl jednotlivých konstrukčních skladeb, ale za použití stejné TI EPS – Isover EPS 100F o tloušťce 200 mm. Základní skladbou pro porovnání je skladba S5, která je realizována na již zmíněném RD manželů Ošlejškových. Mým záměrem bylo porovnat danou skladbu s ostatními nejběžnějšími stavebními materiály. Pro lepší srovnání mají všechny skladby stejnou tloušťku zdiva tj. 300 mm. Výjimku je skladba S9, která do této kategorie nepatří, ale chtěl jsem pro zajímavost uvést její cenu ve srovnání s klasickým zdivem. Tato skladba představuje dřevostavbu, která se často realizuje v rámci výstavby pasivních domů. Výsledné ceny jednotlivých skladeb jsou uvedeny bez DPH za 1m<sup>2</sup> včetně práce.



### 5.5.3 Celkové ekonomické srovnání všech použitých skladeb

Tabulka 15 – Cenové srovnání všech skladeb včetně DPH [autor]

<b>Položkový rozpočet stavby</b>	
Stavba: <b>1</b>	<b>Dům manželů Ošlejškových</b>

#### Rekapitulace jednotlivých skladeb

Číslo	Název	Základ pro základní DPH	DPH celkem	Cena celkem
1	S1	3 491	733	4 224
2	S2	5 258	1 104	6 362
3	S3	2 749	577	3 327
4	S4	3 668	770	4 438
5	S4.2	2 588	544	3 132
6	S5	2 498	525	3 023
7	S6	2 524	530	3 054
8	S7	2 668	560	3 229
9	S8	2 536	533	3 069
10	S9	5 208	1 094	6 302

Jednotlivé oceněné skladby S 1 – S 9 jsou součástí přílohy č.3 A-J

## 6 Komplexní popis jednotlivých konstrukčních skladeb, které byly posuzovány v praktické části.

### 6.1 S1 – Cihla plná CP + minerální vlna

Obr. 6.1 – skladba S1 [autor]

Č.	NÁZEV VRSTVY	SPECIFIKACE VRSTVY	ZPŮSOB ZABUDOVÁNÍ	TL.[mm]	OBCHODNÍ NÁZEV
1	POVRCHOVÁ	JEDNOVRSTVÁ OMÍTKA	-	8	KM BETA – JM 303
		CEMENTOVÝ POSTŘÍK	-	-	KM BETA OM 201
2	NOSNÁ	ZDIVO Z CIHLY PLNÉ CP, 290x140x65mm f = 15 MPa, $\lambda_D = 0,60$ [W/(m*K)] TRÍDA REAKCE NA OHĚN A1, R'w = 44 dB	VYZDĚNO NA VÁPENOCEMENTOVOU MALTU	300	CITHERM CIHLA PLNÁ CP
3	TEPELNĚIZOLAČNÍ	LEPÍČÍ HMOTA, ZRNITOST 0,6mm $\lambda_D = 0,80$ [W/(m*K)]	BODOVĚ LEPENO, MECHANICKY KOTVENO V MÍSTĚ TERČŮ LEPIDLA, 6ks/m <sup>2</sup>	-	KM BETA – LM 710
		MINERÁLNÍ VLNA S PODÉLNÝMI VLÁKNY, $\lambda_D = 0,039$ [W/(m*K)]		300	ROCKWOOL FASROCK
4	POHLEDOVÁ	LEPÍČÍ HMOTA, ZRNITOST 0,6mm $\lambda_D = 0,80$ [W/(m*K)]	-	3	KM BETA – LM 710
		SKLOVLÁKNITÁ TKANINA			VERTEX R 131
		PENETRAČNÍ NÁTĚR POD ŠLECHTĚNÉ OMÍTKY + ŠLECHTĚNÁ STRUKTURÁLNÍ OMÍTKA		4	CEMIX ŠLECHTĚNÁ MINERÁLNÍ OMÍTKA 058

CELKOVÁ TL. 615 mm

Tento izolant je vyroben z vláken minerálního původu tj. čediče, gabra nebo doleritu. Využívá se pro tepelnou a akustickou izolaci a pro zvýšenou požární ochranu stavebních konstrukcí. Velkou předností této izolace je nízký difúzní odpor. Izolace je tedy pro vodní páry propustná a zajišťuje tak lepší vzdušnost domu.

Při styku s vodou ovšem minerální vlna ztrácí veškeré tepelně technické vlastnosti, proto není vhodná k použití do vlhkých prostor. Mezi výhody minerální vlny patří dobré zvukově izolační vlastnosti, odolnost vůči hmyzu a hlodavcům a nehořlavost. Nevýhodou je ovšem vysoká nasákavost, vyšší pořizovací cena a vyšší hmotnost. [22]

Obr. 6.2 – Minerální vlna  
Rockwool fasrock [27]



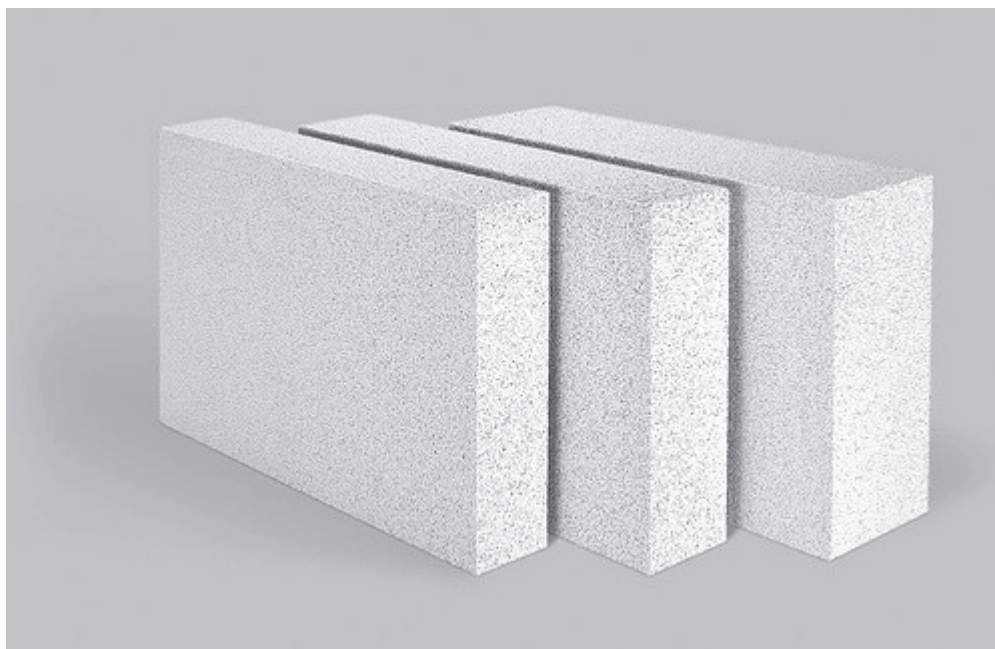
## 6.2 S2 – Cihla plná CP + multipor

Obr. 6.3 – skladba S2 [autor]

Č.	NÁZEV VRSTVY	SPECIFIKACE VRSTVY	ZPŮSOB ZABUDOVÁNÍ	TL.[mm]	OBCHODNÍ NÁZEV
1	POVRCHOVÁ	JEDNOVRSTVÁ OMÍTKA	–	8	KM BETA – JM 303
		CEMENTOVÝ POSTŘÍK	–	–	KM BETA OM 201
2	NOSNÁ	ZDIVO Z CIHLY PLNÉ CP, 290x140x65mm f = 15 MPa, $\lambda_D = 0,60$ [W/(m*K)] TŘÍDA REAKCE NA OHEŇ A1, R'w = 44 dB	VYZDĚNO NA VÁPENOCEMENTOVOU MALTU	300	CITHERM CIHLA PLNÁ CP
3	TEPELNĚIZOLAČNÍ	LEHKÁ MALTA MULTIPOR, $\lambda_D = 0,18$ [W/(m*K)]	LEPENÉ PLOCHY DESEK SE MALTUJÍ CELOPLOŠNĚ, STYČNÉ SPÁRY DESEK SE NEMALTUJÍ	–	LEHKÁ MINERÁLNÍ MALTA MULTIPOR
		MINERÁLNÍ, BEZVLÁKNITÁ TEPELNĚIZOLAČNÍ DESKA, $\lambda_D = 0,045$ [W/(m*K)]		300	MULTIPOR TEPELNĚIZOLAČNÍ DESKA
4	POHLEDOVÁ	LEPÍCI HMOTA, ZRNITOST 0,6mm $\lambda_D = 0,80$ [W/(m*K)]	–	3	KM BETA – LM 710
		SKLOVLÁKNITÁ TKANINA			VERTEX R 131
		PENETRAČNÍ NÁTĚR POD ŠLECHTĚNÉ OMÍTKY + ŠLECHTĚNÁ STRUKTURÁLNÍ OMÍTKA		4	CEMIX ŠLECHTĚNÁ MINERÁLNÍ OMÍTKA 058

CELKOVÁ TL. 615 mm

Jedná se o minerální, nehořlavou, bezvláknitou tepelně izolační desku používanou k vnější i vnitřní izolaci. Vzniká spojením písku, cementu, vápna, vody a hliníku. Tyto suroviny se poté promíchají s prostředkem na výrobu pórů, které vytvoří požadované vzduchové kapsy. Deska je lehce opracovatelná, má vynikající paropropustnost a je tvarově stálá. Nevýhodou je ovšem vysoká pořizovací cena.[23]



Obr. 6.4 – Multipor tepelně izolační deska [27]

### 6.3 S3 – Cihla plná CP + EPS

Obr. 6.5 – skladba S3 [autor]

Č.	NÁZEV VRSTVY	SPECIFIKACE VRSTVY	ZPŮSOB ZABUDOVÁNÍ	TL.[mm]	OBCHODNÍ NÁZEV
1	POVRCHOVÁ	JEDNOVRSTVÁ OMÍTKA	–	8	KM BETA – JM 303
		CEMENTOVÝ POSTŘÍK	–	–	KM BETA OM 201
2	NOSNÁ	ZDIVO Z CIHLY PLNÉ CP, 290x140x65mm f = 15 MPa, $\lambda_D = 0,60$ [W/(m*K)] TŘÍDA REAKCE NA OHEŇ A1, R'w = 44 dB	VYZDĚNO NA VÁPENOCEMENTOVOU MALTU	300	CITHERM CIHLA PLNÁ CP
3	TEPELNĚIZOLAČNÍ	LEPICÍ A STĚRKOVÁ HMOTA NA BÁZI CEMENTU, ZRNITOST 1,0mm $\lambda_D = 0,83$ [W/(m*K)]	NANAŠET PO CELÉM OBVODĚ TI DESKY A NA 3 MÍSTA UVNITŘ JEJÍ PLOCHY	–	BAUMIT DUOCONTACT
		EXPANDOVANÝ POLYSTYREN, $\lambda_D = 0,037$ [W/(m*K)]	KOTVIT TALÍŘOVOU HMOŽDINKOU $\phi$ 8mm, $\phi$ HLAVY 6mm, DÍRY PRO OSAZENÍ KOTEV VRTAT BEZ PŘÍKLEPU, KLADE SE V JEDNÉ VRSTVĚ, KOTVENÍ min. 9ks/m <sup>2</sup>	300	ISOVER EPS 100F
4	POHLEDOVÁ	LEPICÍ HMOTA, ZRNITOST 0,6mm $\lambda_D = 0,80$ [W/(m*K)]	–	3	KM BETA – LM 710
		SKLOVLÁKNITÁ TKANINA			VERTEX R 131
		PENETRAČNÍ NÁTĚR POD ŠLECHTĚNÉ OMÍTKY + ŠLECHTĚNÁ STRUKTURÁLNÍ OMÍTKA		4	CEMIX ŠLECHTĚNÁ MINERÁLNÍ OMÍTKA 058

CELKOVÁ TL. 615 mm

V dnešní době je to nejběžnější izolant a to zejména díky své nízké pořizovací ceně. Rozlišujeme dva způsoby výroby - vypěňování do forem nebo řezání z vypěněných kvádrů. Jeho struktura je tvořena uzavřenými buňkami, které obsahují vzduch. Díky nízké hmotnosti a svému složení se s ním lehce pracuje. Je ovšem citlivý na teplotu, proto se nedoporučuje jej používat na zateplení tmavých fasád orientovaných ke slunci. Polystyren je také citlivý na vlhkost, může u něj dojít k objemovým změnám a je málo odolný v tlaku. Velkou nevýhodou je také hořlavost materiálu. [22]



Obr. 6.6 – Expandovaný polystyren EPS Isover EPS 100F[24]

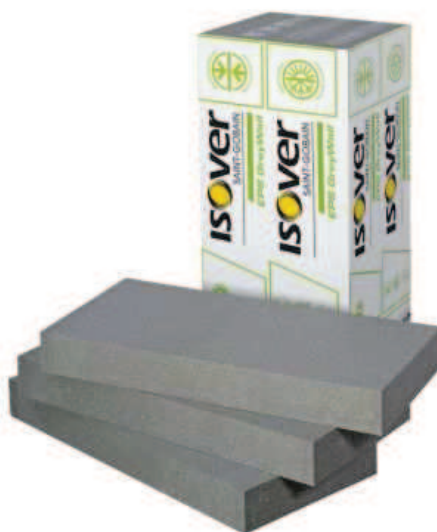
## 6.4 S4 – Cihla plná CP + EPS Greywall

Obr. 6.7 – skladba S4 [autor]

Č.	NÁZEV VRSTVY	SPECIFIKACE VRSTVY	ZPŮSOB ZABUDOVÁNÍ	TL <sub>i</sub> [mm]	OBCHODNÍ NÁZEV
1	POVRCHOVÁ	JEDNOVRSTVÁ OMÍTKA	–	8	KM BETA – JM 303
		CEMENTOVÝ POSTŘÍK	–	–	KM BETA OM 201
2	NOSNÁ	ZDIVO Z CIHLY PLNÉ CP, 290x140x65mm f = 15 MPa, $\lambda_0 = 0,60$ [W/(m*K)] TŘÍDA REAKCE NA OHEŇ A1, R'w = 44 dB	VYZDĚNO NA VÁPENOCEMENTOVOU MALTU	300	CITHERM CIHLA PLNÁ CP
3	TEPELNĚIZOLAČNÍ	LEPÍČÍ HMOTA, ZRNITOST 0,6mm $\lambda_0 = 0,80$ [W/(m*K)]	BODOVĚ LEPENO, MECHANICKY KOTVENO V MÍSTĚ TERČŮ LEPIDLA, 6ks/m <sup>2</sup>	–	KM BETA – LM 710
		EXPANDOVANÝ POLYSTYREN $\lambda_0 = 0,033$ [W/(m*K)]		300	ISOVER GREYWALL
4	POHLEDOVÁ	LEPÍČÍ HMOTA, ZRNITOST 0,6mm $\lambda_0 = 0,80$ [W/(m*K)]	–	3	KM BETA – LM 710
		SKLOVLÁKNITÁ TKANINA			VERTEX R 131
		PENETRAČNÍ NÁTĚR POD ŠLECHTĚNÉ OMÍTKY + ŠLECHTĚNÁ STRUKTURÁLNÍ OMÍTKA		4	CEMIX ŠLECHTĚNÁ MINERÁLNÍ OMÍTKA 058

CELKOVÁ TL. 615 mm

Polystyren s označením greywall se řadí ke grafitovým izolantům. Na rozdíl od běžného polystyrenu používaného k izolaci má zvýšený izolační účinek až o 20% a to díky již zmiňovaným grafitovým přísadám, které společně s buňkami izolantu dokáží lépe odrážet teplo zpět ke zdroji. Tento izolant je určen především pro zateplení fasád pasivních a nízkoenergetických domů. Často se také EPS Greywall používá pro zateplení stávajících staveb v rámci programu Zelená úsporám. [24]



Obr. 6.8 – EPS greywall [24]

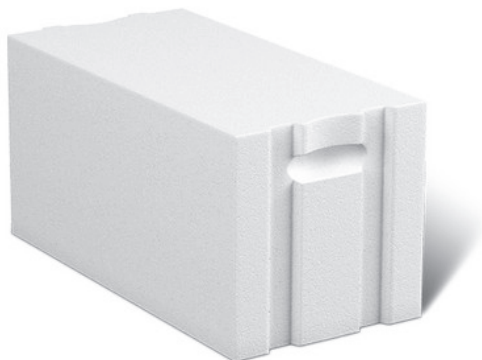
## 6.5 S5 – tvárnice Porfix + EPS

Obr. 6.9 – skladba S5 [autor]

Č.	NÁZEV VRSTVY	SPECIFIKACE VRSTVY	ZPŮSOB ZABUDOVÁNÍ	TL.[mm]	OBCHODNÍ NÁZEV
1	POVRCHOVÁ	JEDNOVRSTVÁ OMÍTKA	–	8	KM BETA – JM 303
		CEMENTOVÝ POSTŘÍK	–	–	KM BETA OM 201
2	NOSNÁ	TVÁRNICE PORFIX PDK, 500x250x300mm f = 2 MPa, $\lambda_D = 0,11$ [W/(m*K)] TŘÍDA REAKCE NA OHEŇ A1	VYZDĚNO NA ZDÍCI MALTY PORFIX	300	TVÁRNICE PORFIX P2-440
3	LEPICÍ	LEPICÍ A STĚRKOVÁ HMOTA NA BÁZI CEMENTU, ZRNITOST 1,0mm $\lambda_D = 0,83$ [W/(m*K)]	NANAŠET PO CELÉM OBVODĚ TI DESKY A NA 3 MÍSTA UVNITŘ JEJÍ PLOCHY	–	BAUMIT DUOCONTACT
4	TEPELNĚIZOLAČNÍ	EXPANDOVANÝ POLYSTYREN, $\lambda_D = 0,037$ [W/(m*K)]	KOTVIT TALÍŘOVOU HMOŽDINKOU $\phi$ 8mm, $\phi$ HLAVY 6mm, DÍRY PRO OSAZENÍ KOTEV VRTAT BEZ PŘÍKLEPU, KLADE SE V JEDNÉ VRSTVĚ, KOTVENÍ min. 9ks/m <sup>2</sup>	200	ISOVER EPS 100F
5	POHLEDOVÁ	LEPICÍ HMOTA, ZRNITOST 0,6mm $\lambda_D = 0,80$ [W/(m*K)]	–	3	KM BETA – LM 710
		SKLOVLÁKNITÁ TKANINA			VERTEX R 131
		PENETRAČNÍ NÁTĚR POD ŠLECHTĚNÉ OMÍTKY + ŠLECHTĚNÁ STRUKTURÁLNÍ OMÍTKA		4	CEMIX ŠLECHTĚNÁ MINERÁLNÍ OMÍTKA 058

CELKOVÁ TL. 515 mm

Jsou vyrobeny z křemičitého písku. Používají se hlavně na zdění obvodových stěn a do železobetonových konstrukcí jako výplň. Má vynikající tepleně-izolační vlastnosti, proto při použití tvárnic není potřeba dodatečná izolace. Porfix má ovšem vyšší nasákavost, menší statickou pevnost a horší utlumení zvuku. [25]



Obr. 6.10 - Tvárnice PORFIX p2-440 [27]

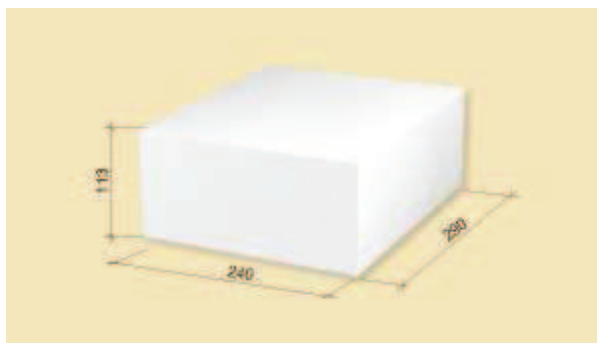
## 6.6 S6 – Vápenopísková tvárnice + EPS

Obr. 6.11 – skladba S6 [autor]

Č.	NÁZEV VRSTVY	SPECIFIKACE VRSTVY	ZPŮSOB ZABUDOVÁNÍ	TL.[mm]	OBCHODNÍ NÁZEV
1	POVRCHOVÁ	JEDNOVRSTVÁ OMÍTKA VNITŘNÍ	–	8	KM BETA JM 303
		PODKLADNÍ SPOJOVACÍ MŮSTEK	–	1	KM BETA OM 209
2	NOSNÁ	VÁPENOPÍSKOVÁ PŘESNÁ TVÁRNICE 123x240x290mm $f = 25\text{MPa}$ , $\lambda_d = 0,820$ [W/(m*K)] TŘÍDA REAKCE NA OHEŇ A1, $R'_{w} = 53$ dB	NA TENKOVRSŤVOU ZDÍCI MALTU – LEPIDLO SX-ZM 921	300	KM BETA SENDWIX 5DF-LP
3	LEPÍCÍ	LEPÍCÍ A STĚRKOVÁ HMOTA NA BÁZI CEMENTU, ZRNITOST 1,0mm $\lambda_d = 0,83$ [W/(m*K)]	NANAŠET PO CELÉM OBVODĚ TI DESKY A NA 3 MÍSTA UVNITŘ JEJÍ PLOCHY	–	BAUMIT DUOCONTACT
4	TEPELNĚIZOLAČNÍ	EXPANDOVANÝ POLYSTYREN, $\lambda_0 = 0,037$ [W/(m*K)]	KOTVIT TALÍŘOVOU HMOŽDINKOU $\varnothing$ 8mm, $\varnothing$ HLAVY 6mm, DÍRY PRO OSAZENÍ KOTEV VRTAT BEZ PŘIKLEPU, KLADE SE V JEDNÉ VRSTVĚ, KOTVENÍ min. $9\text{ks/m}^2$	200	ISOVER EPS 100F
6	POHLEDOVÁ	LEPÍCÍ HMOTA, ZRNITOST 0,6mm $\lambda_0 = 0,80$ [W/(m*K)]		3	KM BETA – LM 710
		SKLOVLÁKNITÁ TKANINA			VERTEX R 131
		PENETRAČNÍ NÁTĚR POD ŠLECHTĚNÉ OMÍTKY + ŠLECHTĚNÁ STRUKTURÁLNÍ OMÍTKA		4	CEMIX ŠLECHTĚNÁ MINERÁLNÍ OMÍTKA 058

CELKOVÁ TL. 516 mm

Vápenopískové bloky jsou nejčastěji používaná masivní konstrukce pro výstavbu pasivních domů. Vyrábějí se z vápna, písku a vody. Používají se pro obvodové i vnitřní zdivo. Jedná se o vysoce pevný materiál umožňující subtilní nosné stěny. Na běžný rodinný dům tl. 175 mm pro obvodové zdivo. Díky vysoké objemové hmotnosti (tj. 1800 až 2000 kg/m<sup>3</sup>) mají tyto bloky schopnost vysoké akumulace tepla. Vápenopískové tvárnice mají rovněž skvělé akustické vlastnosti. Přesné tvárnice umožňují tenkovrstvé zdění a vysokou rovinnost povrchů. Lze tedy využít tenkovrstvé omítky, což vede ke značné úspoře na materiálu a na práci. Vápenopískové tvárnice jsou však horším izolantem. Nevýhodou je velká váha bloků a kvůli tvrdosti i horší opracovatelnost. [25]



Obr. 6.12 - Vápenopísková tvárnice KM Beta SENDWIX 5DF-P [27]

## 6.7 S7 – Pórobetonové tvárnice YTONG + EPS

Obr. 6.13 – skladba S7 [autor]

Č.	NÁZEV VRSTVY	SPECIFIKACE VRSTVY	ZPŮSOB ZABUDOVÁNÍ	TL.[mm]	OBCHODNÍ NÁZEV
1	POVRCHOVÁ	JEDNOVRSTVÁ OMITKA VNITŘNÍ	–	8	KM BETA JM 303
		PODKLADNÍ SPOJOVACÍ MŮSTEK	–	1	KM BETA OM 209
2	NOSNÁ	TVÁRNICE Z AUTOKLÁVOVÉHO PÓROBETONU KATEGORIE I, 300X249X499mm $f = 6,5\text{MPa}$ , $\lambda_D = 0,179 \text{ [W/(m}^*\text{K)]}$ TŘÍDA REAKCE NA OHEŇ A1, $R'w = 48 \text{ dB}$	SPOJENÍ TVÁRNICE NA P+D NA SUCHÝ, ROVNÝ, PEVNÝ PODKLAD, NA TENKÉ MALTOVÉ LOŽE TL. 3mm	300	YTONG P6–650
3	LEPÍČÍ	LEPÍČÍ A STĚRČOVÁ HMOTA NA BÁZI CEMENTU, ZRNITOST 1,0mm $\lambda_D = 0,83 \text{ [W/(m}^*\text{K)]}$	NANAŠET PO CELÉM OBVODĚ TI DESKY A NA 3 MÍSTA UVNITŘ JEJÍ PLOCHY	–	BAUMIT DUOCONTACT
4	TEPELNĚIZOLAČNÍ	EXPANDOVANÝ POLYSTYREN, $\lambda_D = 0,037 \text{ [W/(m}^*\text{K)]}$	KOTVIT TALÍŘOVOU HMOŽDINKOU $\varnothing 8\text{mm}$ , $\varnothing$ HLAVY 6mm, DÍRY PRO OSAZENÍ KOTEV VRTAT BEZ PŘÍKLEPU, KLADE SE V JEDNÉ VRSTVĚ, KOTVENÍ min. $9\text{ks/m}^2$	200	ISOVER EPS 100F
6	POHLEDOVÁ	LEPÍČÍ HMOTA, ZRNITOST 0,6mm $\lambda_D = 0,80 \text{ [W/(m}^*\text{K)]}$		3	KM BETA – LM 710
		SKLOVLÁKNITÁ TKANINA			VERTEX R 131
		PENETRAČNÍ NATĚR POD ŠLECHTĚNÉ OMITKY + ŠLECHTĚNÁ STRUKTURÁLNÍ OMITKA		4	CEMIX ŠLECHTĚNÁ MINERÁLNÍ OMITKA 058

CELKOVÁ TL. 516 mm

Jsou vyrobeny z písku, vápna, cementu a vody. Směs z těchto surovin se kypří plynatvornými látkami, které zajišťují dobrou izolační schopnost tvárnice. U pórobetonových tvárnice odpadá nutnost oddělení tepelných mostů v patě zdiva. Používají se pro výstavbu obvodového a výplňového zdiva. Využívají systém pero-drážka. Zajišťují vysokou požární odolnost. Pórobetonové tvárnice dosahují součinitele tepelné vodivosti až na hranici  $0,064 \text{ W/(m}^*\text{K)}$  u nejnižší objemové hmotnosti. V praxi je nutné dbát na technologickou kázeň a zabránit promočení zdiva. Tyto tvárnice mají horší akustické vlastnosti. [26]



Obr. 6.14 – pórobetonové tvárnice YTONG [27]



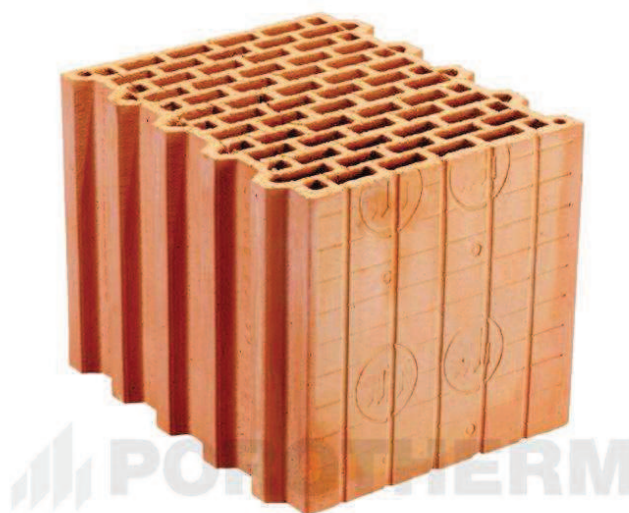
## 6.8 S8 – keramické tvárnice Porotherm + EPS

Obr. 6.15 – skladba S8 [autor]

Č.	NÁZEV VRSTVY	SPECIFIKACE VRSTVY	ZPŮSOB ZABUDOVÁNÍ	TL.[mm]	OBCHODNÍ NÁZEV
1	POVRCHOVÁ	JEDNOVRSTVÁ OMÍTKA VNITŘNÍ	–	8	KM BETA JM 303
		PODKLADNÍ SPOJOVACÍ MŮSTEK	–	1	KM BETA OM 209
2	NOSNÁ	ZDIVO Z KERAMICKÝCH TVÁRNIC, 247X300X249mm f = 5,15MPa, $\lambda_d = 0,175$ [W/(m*K)] TRÍDA REAKCE NA OHEŇ A1, R'w = 48 dB	VYZDĚNO NA MALTU PRO TENKÉ SPÁRY	300	POROTHERM 30 Profi
3	TEPELNĚIZOLAČNÍ	LEPICÍ A STĚRČOVÁ HMOTA NA BÁZI CEMENTU, ZRNITOST 1,0mm $\lambda_d = 0,83$ [W/(m*K)]	NANAŠET PO CELÉM OBVODĚ TI DESKY A NA 3 MÍSTA UVNITŘ JEJÍ PLOCHY	–	BAUMIT DUOCONTACT
		EXPANDOVANÝ POLYSTYREN, $\lambda_0 = 0,037$ [W/(m*K)]	KOTVIT TALÍŘOVOU HMOŽDINKOU $\varnothing$ 8mm, $\varnothing$ HLAVY 6mm, DÍRY PRO OSAZENÍ KOTEV VRTAT BEZ PŘÍKLEPU, KLADE SE V JEDNĚ VRSTVĚ, KOTVENÍ min. 9ks/m <sup>2</sup>	200	ISOVER EPS 100F
6	POHLEDOVÁ	LEPICÍ HMOTA, ZRNITOST 0,6mm $\lambda_0 = 0,80$ [W/(m*K)]		3	KM BETA – LM 710
		SKLOVLÁKNITÁ TIKANINA			VERTEX R 131
		PENETRAČNÍ NÁTĚR POD ŠLECHTĚNÉ OMÍTKY + ŠLECHTĚNÁ STRUKTURÁLNÍ OMÍTKA		4	CEMIX ŠLECHTĚNÁ MINERÁLNÍ OMÍTKA 058

CELKOVÁ TL. 516 mm

Vyrábějí se klasicky pálením z hlíny a používají se k horizontálnímu i vertikálnímu zdění. Tvárnice je charakteristická dutinovým zpracováním, které slouží ke zvýšení tepelné izolace a zároveň zajišťují jejich nízkou hmotnost a tedy lehčí manipulovatelnost. Stejně jako pórobetonové tvárnice mají systém pero-drážka. Jsou velmi dobrým tepelným izolantem, mají vysokou pevnost v tlaku a protipožární odolnos. [26]



Obr. 6.16 - Keramické tvárnice porotherm 30 profi [27]

## 6.9 S9 – velkoplošný vícevrstvý panel typu CLT + EPS

Obr. 6.17 – skladba S9 [autor]

Č.	NÁZEV VRSTVY	SPECIFIKACE VRSTVY	ZPŮSOB ZABUDOVÁNÍ	TL.[mm]	OBCHODNÍ NÁZEV
1	POVRCHOVÁ	POVRCHOVÁ ÚPRAVA – MALBA PRIMALEX PLUS	–	–	PRIMALEX PLUS
		JEDNOVRSTVÁ LEHČENÁ SÁDROVÁ STROJOVĚ ZPRACOVATELNÁ OMÍTKA S HLÁZENÝM POVRCHEM	–	12	BAUMIT RATIO GLATT L
		SKLOTEXILNÍ SÍŤ ODOLNÁ VŮČI ALKÁLII, OKA CCA 8x8 mm	–	–	BAUMIT ARMOVACÍ SÍŤ PRO OMÍTKY
	KAPILÁRNÍ ROHOŽE	SÁLAVÉ STĚNOVÉ TOPENÍ/CHLAZENÍ, MATERIÁL POLYPROPYLEN, ROZVODNÉ POTRUBÍ DN 20, SPOJOVÁNÍ POLYFÚZNÍM SVÁŘENÍM	JEDNOTLIVÉ ROHOŽE SPOJOVÁNY POMOCÍ SPOJOVACÍCH NÁTRUBKŮ S OTVORY PRO VRUTY, KTERÝMI SE KOTVÍ KE STĚNĚ	3,5	KAPILÁRNÍ ROHOŽE INFRACLIMA
2	PENETRAČNÍ	PENETRAČNÍ VRSTVA	–	–	PRIMALEX UNIVERZÁLNÍ PENETRACE
3	PROTIPOŽÁRNÍ	PROTIPOŽÁRNÍ SÁDROVLÁKNITÁ DESKA, TŘÍDA REAKCE NA OHEŇ A1	KOTVENO SPONAMI	12,5	FERMACELL Firepanel A1
4	NOSNÁ	DŘEVĚNÝ INSTALAČNÍ ROŠT – MODŘINOVÉ LATĚ 40x40 mm, RASTR LATÍ 625 mm (DLE STĚNOVÝCH NOSNÍKŮ STEICO wall)	KOTVENO VRUTY	40	DŘEVO HŽV
	TEPELNĚIZOLAČNÍ	VÝPLŇOVÁ TEPELNÁ A AKUSTICKÁ IZOLACE, ROZMĚROVÁ STABILITA, $\lambda_b = 0,038$ [W/(m*K)], 1220x575 mm	VLOŽENÍ IZOLACE MEZI KONSTRUKČNÍ PRVKY, ZE STRANY SE STLAČÍ A POSTUPNĚ VSUNĚ DO OTVORU	40	STEICO flex
5	NOSNÁ	VELKOPLOŠNÝ VÍCEVRSTVÝ PANEĽ TYPU CLT ZE SMRKOVĚHO DŘEVA, TVOŘÍ VZDUCHOTĚSNOU ROVINU	KOTVENO ÚHELNIKOVOU SPOJKOU DO ŽB DESKY	84	NOVATOP SOLID
6	NOSNÁ	DŘEVĚNÝ INSTALAČNÍ ROŠT Z I–NOSNÍKŮ, RASTR I NOSNÍKŮ 625 mm, PÁSNIČKY Z JEHLIČNATÉHO ŘEZIVA 60x45 mm, STOUJINA Z TVRDÝCH DŘEVOVLÁKNITÝCH DESEK, DODATEČNĚ IZOLOVÁN MĚKKOU DŘEVOVLÁKNITOU DESKOU, TVAROVÁ STÁLOST	KOTVENO VRUTY	300	STEICO wall SW 60
	TEPELNĚIZOLAČNÍ	VÝPLŇOVÁ TEPELNÁ A AKUSTICKÁ IZOLACE, ROZMĚROVÁ STABILITA, $\lambda_b = 0,038$ [W/(m*K)], 1220x575 mm	VLOŽENÍ IZOLACE MEZI KONSTRUKČNÍ PRVKY, ZE STRANY SE STLAČÍ A POSTUPNĚ VSUNĚ DO OTVORU	300	STEICO flex
7	TEPELNĚIZOLAČNÍ	DŘEVOVLÁKNITÁ IZOLAČNÍ DESKA P+D, DIFUZNĚ OTEVŘENÁ, $\lambda_b = 0,048$ [W/(m*K)], 2625x1205 mm	KOTVENO SPONAMI	40	STEICO protect
8	NOSNÁ	DŘEVĚNÝ INSTALAČNÍ ROŠT – MODŘINOVÉ LATĚ 50x35 mm, RASTR LATÍ 625 mm (DLE STĚNOVÝCH NOSNÍKŮ STEICO wall)	KOTVENO VRUTY	35	DŘEVO HŽV
	VĚTRANÁ VZDUCHOVÁ MEZERA	–	–	35	–
9	POHLEDOVÁ	FASÁDNÍ OBKLAD – PALUBKA MÁ KRÁTKÉ PERO A DŘÁŽKU, ZKOSENÉ HRANY, DŘEVO CHEMICKY OŠETŘENO OLEJEM NA DŘEVO TEKNOS	KOTVENO HŘEBIKY	19	SIBIŘSKÉ DŘEVO s.r.o. KLASIK, OBKLAD DŘEVĚNÝ, PALUBKY VENKOVNÍ

CELKOVÁ TL. 546 mm

Jedná se o panely z masivního dřeva. Tyto panely jsou prefabrikované, což vede k rychlé a přesné montáži. Pomocí panelů typu CLT jsme schopni dosáhnout malé tloušťky nosné konstrukce (tj. 70-120 mm). Již při těchto malých tloušťkách jsou splněny potřebné statické parametry. Tepelná izolace může být rovněž přímo lepena ve formě ETICS nebo je vkládána do roštu z dřevěných I-nosníků nebo jejich variací (dřevěných I-nosníků bylo využito ve skladbě S9).

## 7 Závěr

Hlavním cílem mé bakalářské práce bylo porovnat různé stavební materiály z hlediska jejich vlastností a z hlediska finančního a tepelně technického. Při zpracovávání práce jsem čerpal z již realizovaného rodinného domu v Knínicích, jehož majiteli jsou manželé Ošlejškovi. Tento dům byl realizován v letech 2000 až 2003 a snahou stavebníka bylo dostat tento dům do pasivního standardu. Díky technologiím a konstrukčnímu řešení lze dům považovat za pasivní. Dále jsem pomocí programu Teplo 2011 ověřil, zda použité skladby splňují požadavky dle současných norem. Zároveň jsem navrhnul další skladby, ve kterých jsem použil moderní materiály dnešní doby. Vzhledem k tomu, že v dnešní době je cena „až na prvním místě“, využil jsem také software Buildpower k cenovému porovnání použitých skladeb.

Při návrhu jednotlivých skladeb jsem vycházel ze dvou použitých v již zmíněném rodinném domě. Jedna z výchozích byla skladba S1 – Cihla plná + minerální vlna. Pro S1 – S4 byla tedy výchozím prvkem plná cihla, kterou jsem vždy doplnil jiným typem tepelné izolace. V S2 jsem použil tepelnou izolaci Multipor. U skladby S3 jsem aplikoval jednu z nejpoužívanějších tepelných izolací a to EPS 100F a pro skladbu S4 jsem zvolil EPS Greywall. Druhou stěžejní skladbou byla skladba S5 – Tvárnice Porfix + EPS. Tuto jsem pak porovnával se skladbami S6 – S8, kde jsem zachoval tepelnou izolaci, tedy EPS, ale měnil jsem pouze konstrukční systém. Vápenopísková tvárnice KM Beta byla použita ve skladbě S6. Pro skladbu S7 jsem zvolil pórobetonové tvárnice Ytong a ve skladbě S8 jsem použil tradiční keramické tvárnice Porotherm. Zcela odlišná je skladba S9. Jde o konstrukční systém, který je u pasivních domů také velmi často využíván. Jedná se o kombinaci velkoplošných vrstvených panelů typu CLT a dřevovláknité tepelné izolace Steico.

V dalším kroku jsem všechny navržené skladby posuzoval v programu Teplo 2011. Výstupem z tohoto programu bylo základní komplexní tepelně technické posouzení stavebních konstrukcí. U jednotlivých skladeb jsme posuzovali součinitel prostupu tepla  $U$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]. Lze konstatovat, že všechny skladby splňují normativní požadavky, a to i přesto, že jsme uvažovali s doporučenými hodnotami pro pasivní domy. Nejpříznivější hodnoty součinitele prostupu tepla dosáhla mezi skladbami S1 – S4 skladba S4 – Cihla plná + EPS Greywall. Pro tuto skladbu vyšla hodnota  $U = 0,120$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]. Naopak nejhorší

hodnoty dosáhla skladba S2 – Cihla plná + multipor, a to  $U = 0,150$  [W/(m<sup>2</sup>\*K)]. Mezi skladbami S5 – S8 dopadla nejlépe skladba S5 – Tvárnice Porfix + EPS s hodnotou  $U = 0,140$  [W/(m<sup>2</sup>\*K)]. Nejhorší hodnotu měla skladba S6 – Vápenopísková tvárnice + EPS, kde  $U = 0,190$  [W/(m<sup>2</sup>\*K)]. Další posuzovanou hodnotou bylo šíření vlhkosti v konstrukci, kdy všechny hodnocené skladby vyhověly. A v neposlední řadě bylo posouzení požadavku na teplotní faktor, kde opět všechny skladby vyhověly.

Další částí práce bylo cenové srovnání mnou zvolených konstrukcí. Jedná se o cenu stavebního materiálu včetně práce, a to na m<sup>2</sup>. U skladeb S1 – S4, kde se měnil pouze typ zateplení, vyšla nejvýhodněji tepelná izolace Isover EPS 100F. Naopak nejméně výhodná je izolace Multipor. U izolace Isover EPS 100F je cena za m<sup>2</sup> 2 749,- Kč. Multipor pak vychází na 5 258,- Kč. U skladeb, kdy byl měněn konstrukční systém, byla cena srovnatelná. Nejlépe však vyšla skladba S5, což je zdivo z tvárnic Porfix, jehož cena vychází na 2 498,- Kč. Nejdražší cena za m<sup>2</sup> byla u skladby S7, tedy tvárnice z pórobetonu Ytong.

Mezi skladbami S1 – S4 se po vyhodnocení jeví jako nejvhodnější tepelná izolace EPS. A to nejen z důvodu tradice tohoto materiálu, ale také z hlediska tepelně technického a finančního. Já bych však i přesto volil Multipor, který v mém srovnání nedopadl nejlépe, avšak jeho výhody shledávám v jeho vlastnostech. U skladeb S5 – S8 jsem vyhodnotil nejlépe tvárnice Porfix, které sice nemají tak bohatou tradici jako například Porotherm, avšak výsledky jeho tepelně technických vlastností a jeho cena mluví v jeho prospěch. V případě stavby pasivního rodinného domu bych se přiklonil ke stavbě dřevostavby, jejíž cena nás sice nejvíce zatíží, ovšem volbou tohoto konstrukčního systému jsme schopni dosáhnout větších úspor.

## Seznam použité literatury

- [1] KOTLÍK, Petr. *Stavební materiály historických objektů: Materiály, koroze, sanace*. 1. vyd. Praha, 1999. ISBN 80-708-0347-9.
- [2] *Těžba přírodního kamene* [online]. 2015 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://geologie.vsb.cz/>
- [3] *Pískovec* [online]. 2015 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.piedra.cz/o-kameni/piskovec>
- [4] *Těžba kamene* [online]. 2008 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://departments.fsv.cvut.cz/k135/cms/>
- [5] *Kamenické stavební práce* [online]. 2014 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://kamenictvizasova.jex.cz/kamenicke-stavebni-prace>
- [6] *K nejzápadnějšímu bodu České republiky* [online]. 2014 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://empepa.net/2009/10/16/k-nejzapadnejsimu-bodu-ceske-republiky/>
- [7] *Dlažby* [online]. 2016 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.tekam.cz/produkty/dlazby/>
- [8] *Přírodní kámen* [online]. 2010 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.slatenaturel.cz/?sid=1>
- [9] CHYBÍK, Josef. *Přírodní stavební materiály*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2009, 268 s. ISBN 978-80-247-2532-1.
- [10] *Tradiční technologie* [online]. 2014 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.hlina.info/cs/hlinene-stavitelstvi/hlina-stavebni-material/tradicni-technologie.html>
- [11] *Hloubené konstrukce* [online]. 2015 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://zahrada.bydleniprokazdeho.cz/zahrada/Zahradni-vinny-sklep-na-miru.php>
- [12] *Cihlářský svaz Čech a Moravy* [online]. 2016 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.cscm.cz>
- [13] SVOBODA, Luboš. *Stavební hmoty*. 2. přeprac. a dopl. vyd. Bratislava: Jaga, 2007, 400 s. ISBN 978-80-8076-057-1.
- [14] *Stavební materiály* [online]. 2009 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://istavitel.cz>

- [15] *Můj dům* [online]. 2010 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://mujdum.dumabyt.cz/rodinne-domy/>
- [16] *Dřevostavby- mýty a pověry* [online]. 2009 [cit. 2015-04-23]. Dostupné z: <http://www.efel-drevostavby.cz/drevostavby-myty-a-povery/> 57
- [17] *Dřevo stavební materiál 21. století* [online]. 2011 [cit. 2015-04-23]. Dostupné z: <http://drevostavebniportal-popularizace.msdk.cz/zajimavosti-ze-sveta-dreva/drevo-stavebni-material-21-stoleti/>
- [18] *Stavební materiály a výrobky* [online]. 2015 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.bydleni.cz/clanek/Jaka-okna-patri-do-drevostavby>
- [19] *Stavme* [online]. 2010 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.stavme.eu/roubenka.php>
- [20] *Vlastnosti slaměných balíků* [online]. 2015 [cit. 2015-04-23]. Dostupné z: <http://www.veronica.cz/?id=173>
- [21] KRŇANSKÝ, Jan. Tepelná izolace z ovčí vlny. *ASB-portal.cz* [online]. 2014 [cit. 2015-04-23]. Dostupné z: <http://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/materialy-a-vyrobky/tepelne-izolace/tepelna-izolace-zovci-vlny>
- [22] *Základní přehled tepelně izolačních materiálů.* [online]. 2009 [cit. 2011-07-23]. Dostupné z: [http://istavitel.cz/clanek/izolace/tepelne-izolace/zakladni-prehled-tepelne-izolacnich-materialu\\_80](http://istavitel.cz/clanek/izolace/tepelne-izolace/zakladni-prehled-tepelne-izolacnich-materialu_80).
- [23] *Multipor* [online]. 2016 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.ytong.cz/ytong-multipor.php>
- [24] *EPS greywall* [online]. 2016 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/isover-eps-greywall>
- [25] *Materiály, izolace* [online]. 2012 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://nasdomek.cz/materialy/>
- [26] *Keramické tvárnice nebo pórobeton* [online]. 2013 [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.ceskestavby.cz/clanky/keramicke-tvarnice-nebo-porobeton-19536.html>
- [27] *Fasády* [online]. 2016 [cit. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.stavbaonline.cz/>
- [28] MARKOVÁ, L.: *Ceny ve stavebnictví: Průvodce studiem předmětu.* 2010.
- [29] TICHÁ, Alena, Bohumil PUCHÝŘ a Leonora MARKOVÁ. *Ceny ve stavebnictví I: rozpočtování a kalkulace.* 2. vyd. Brno: URS, 1999.

- [30] ÚRS PRAHA, a.s.: *Rozpočtování a oceňování stavebních prací*. Praha: Zemské právo 5, Praha 10, 2009. ISBN 978-80-7369-239-1.
- [31] MARKOVÁ, Leonora. *Základy ekonomiky stavebnictví*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2009. ISBN 978-80-7204-623-2.
- [32] *Rozpočet stavby* [online]. 2016 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Rozpo%C4%8Det\\_stavby](https://cs.wikipedia.org/wiki/Rozpo%C4%8Det_stavby)
- [33] *Pasivní dům* [online]. 2016 [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Pasivn%C3%AD\\_d%C5%AFm](https://cs.wikipedia.org/wiki/Pasivn%C3%AD_d%C5%AFm)
- [34] *Tabulky a výpočty* [online]. 2016 [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/136-normove-hodnoty-soucinitele-prostupu-tepla-un-20-jednotlivych-konstrukci-dle-csn-73-0540-2-2011-tepelna-ochrana-budov-cast-2-pozadavky>

## Seznam použitých zkratk a symbolů

CP	Cena pořízení
CP	Cihla plná
CSO	Cena stavebního objektu
DPH	Daň z přidané hodnoty
ESP	Expandovaný polystyren
ETICS	external thermal insulation composite systém – vnější kontaktní zateplovací systém
H	Přímý materiál
HVS	Hlavní stavební výroba
Kč	Koruna česká
M	Přímé mzdy
OPN	Ostatní přímé náklady
PD	Pasivní dům
PHPP	Passive House Planing Package - Plánovací nástroj pro výpočet energetické bilance u pasivních domů
PSV	Přidružená stavební výroba
RD	Rodinný dům
RS	Správní režie
RV	Výrobní režie
S	Skladba
TI	Tepelná izolace
SZP	Sociální a zdravotní pojištění
VRN	Vedlejší rozpočtové náklady
ZRN	Základní rozpočtové náklady
$\lambda_D$	Součinitel tepelné vodivosti
W/m*K	Jednotka tepelné vodivosti (watt na metr a kelvin)
kWh/(m <sup>2</sup> a)	spotřeba tepla



## Seznam tabulek

<b>Tabulka 1-</b> Kalkulační vzorec [autor]	46
<b>Tabulka 2:</b> Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla $U_N$ pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou 18 °C až 22 °C dle ČSN 73 0540-2:2011 [34]	63
<b>Tabulka 3</b> - S1_Cihla plná CP + minerální vlna [autor]	66
<b>Tabulka 4</b> - S2_Cihla plná CP + multipor [autor]	66
<b>Tabulka 5</b> - S3_Cihla plná CP + EPS [autor]	66
<b>Tabulka 6</b> - S4_Cihla plná CP + EPS Greywall [autor]	66
<b>Tabulka 7</b> - S5_Tvárnice Porfix + EPS [autor]	67
<b>Tabulka 8</b> - S6_Vápenopískové tvárnice + EPS [autor]	67
<b>Tabulka 9</b> - S7_Pórobetonové tvárnice + EPS [autor]	67
<b>Tabulka 10</b> - S8_Keramické tvárnice + EPS [autor]	67
<b>Tabulka 11</b> – Posouzení konstrukčních skladeb na součinitel prostupu tepla [autor]	68
<b>Tabulka 12</b> – Posouzení konstrukčních skladeb na teplotní faktor [autor]	69
<b>Tabulka 13</b> – Posouzení na zkondenzované množství vodní páry v konstrukci [autor]	69
<b>Tabulka 14</b> – Posouzení celoroční bilance zkonden.a odpařitelné vodní páry [autor]	70
<b>Tabulka 15</b> – Cenové srovnání všech skladeb včetně DPH [autor]	73

## Seznam obrázků a grafů

Obr. 2.1 – Kyklopské zdivo [5]	15
Obr. 2.2 – Haklíky nepravidelných rozměrů (divočina) [2]	16
Obr. 2.3 – Mezník [6]	17
Obr. 2.4 – Anglická dlažba [7]	18
Obr. 2.5. - Románská dlažba [8]	18
Obr. 2.6 - Zeď postavena z válků [10]	21
Obr. 2.7 – Hloubená konstrukce [11]	22
Obr. 2.8 – Srubová stavba [15]	25
Obr. 2.9 - Dřevostavba z montovaného masivu [18]	29
Obr. 2.10 – Roubená stavba [19]	30
Obr. 3.1 – Poptávková křivka [28]	39
Obr. 3.2 – Střed nabídky s poptávkou [28]	40
Obr. 4.1 - RD Knínice [autor]	54
Obr. 4.2 – Situace širších vztahů [autor]	55
Obr. 4.3 – Výstavba RD – severní strana [majitel]	56
Obr. 4.4 – Výstavba RD – jižní strana [majitel]	57
Obr. 4.5 – Realizace střechy - Extenzivní zelená střecha [majitel]	57
Obr. 4.6 – Tepelná izolace podlahy polystyrénem 4 x 50 mm [majitel]	58
Obr. 4.7 - Umístění teplovzdušného [majitel]	59
Obr. 5.1 Graf - konstrukční skladby z CP s rozdílnou tepelnou izolací [autor]	71
Obr. 5.2 – Graf – Ceny odlišných konstrukčních skladeb za použití stejné TI [autor]	72
Obr.6.1 – Skladba S1 [autor]	74
Obr. 6.2 – Minerální vlna Rockwool fasrock [27]	74
Obr. 6.3 – Skladba S2 [autor]	75
Obr. 6.4 - Multipor tepelně izolační deska [27]	75
Obr. 6.5 – Skladba S3 [autor]	76
Obr. 6.6.- Expandovaný polystyren EPS Isover EPS 100F [24]	76
Obr. 6.7 – Skladba S4 [autor]	77
Obr. 6.8 – EPS Greywall [24]	77
Obr. 6.9 – Skladba S 5 [autor]	78
Obr.6.10 - Tvárnice PORFIX p2-440 [27]	78

Obr. 6.11 – Skladba S 6 [autor]	79
Obr.6.12 - Vápenopísková tvárnice KM Beta SENDWIX 5DF-P [27]	79
Obr. 6.13 – Skladba S7 [autor]	80
Obr 6.14 – Pórobetonová tvárnice YTONG [27]	80
Obr.6.15 – Skladba S 8 [autor]	81
Obr.6.16 -.Keramické tvárnice porotherm 30 profi [27]	81
Obr.6.17 – Skladba S 9 [autor]	82

## Seznam příloh

- Příloha č. 1 - A – S1 – komplexní tepelně technické posouzení
- Příloha č. 1 - B – S2 – komplexní tepelně technické posouzení
- Příloha č. 1 - C – S3 – komplexní tepelně technické posouzení
- Příloha č. 1 - D – S4 – komplexní tepelně technické posouzení
- Příloha č. 1 - E – S 5 – komplexní tepelně technické posouzení
- Příloha č. 1 - F – S6 – komplexní tepelně technické posouzení
- Příloha č. 1 - G – S7 – komplexní tepelně technické posouzení
- Příloha č. 1 - H– S8 – komplexní tepelně technické posouzení
- Příloha č. 1 - I – S9 – komplexní tepelně technické posouzení
- Příloha č. 2 – A – S1 – Stavebně - konstrukční část
- Příloha č. 2 – B – S2 – Stavebně - konstrukční část
- Příloha č. 2 – C – S3 – Stavebně - konstrukční část
- Příloha č. 2 – D – S4 – Stavebně - konstrukční část
- Příloha č. 2 – E – S5 – Stavebně - konstrukční část
- Příloha č. 2 – F – S6 – Stavebně - konstrukční část
- Příloha č. 2 – G – S7 – Stavebně - konstrukční část
- Příloha č. 2 – H – S8 – Stavebně - konstrukční část
- Příloha č. 2 – I – S9 – Stavebně - konstrukční část
- Příloha č. 3 – A – Položkový rozpočet
- Příloha č. 3 – B – Položkový rozpočet
- Příloha č. 3 – C – Položkový rozpočet
- Příloha č. 3 – D – Položkový rozpočet
- Příloha č. 3 – E – Položkový rozpočet
- Příloha č. 3 – F – Položkový rozpočet
- Příloha č. 3 – G – Položkový rozpočet
- Příloha č. 3 – H – Položkový rozpočet
- Příloha č. 3 – I – Položkový rozpočet
- Příloha č. 3 – J – Položkový rozpočet