

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technologie staveb



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Variantní porovnání modelů výstavby
objektu pro individuální bydlení**

Jiří Doležal

2019

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Rostislav Šulc, PhD.

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

V Praze

.....
Jméno a příjmení diplomanta

Poděkování

Děkuji Ing. Rostislavu Šulcovi, PhD. za odborné vedení bakalářské práce, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích. Dále děkuji všem respondentům za vyplnění dotazníku a firmám za zpracování cenové nabídky.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební
Tháškova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Doležal Jméno: Jiří Osobní číslo: 460350
Zadávací katedra: K122 - Katedra technologie staveb
Studijní program: SI - Stavební inženýrství
Studijní obor: L - Příprava, realizace a provoz staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Variantní porovnání modelů výstavby objektu pro individuální bydlení
Název bakalářské práce anglicky: Comparison of building construction models for individual housing

Pokyny pro vypracování:

- 1) Rešerše typových objektů pro individuální bydlení - konstrukční varianty, materiálová řešení, stavební připravenost, technologická náročnost, doba výstavby/montáže, cena.
- 2) Návrh modelového objektu pro porovnání možností výstavby.
- 3) Multikriteriální hodnocení jednotlivých technologií na modelovém příkladu.
- 4) Vyhodnocení jednotlivých variant.

Seznam doporučené literatury:

- 1) Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb
- 2) Jarský, Č. a kol.: Příprava a realizace staveb, multimediální učebnice, FSv ČVUT Praha 2005
- 3) Jarský, Č. – Musil, F. a kol.: Příprava a realizace staveb, CERM Brno 2003
- 4) PD rekonstrukce objektu Jersice 24
- 5) Heluz - Technická příručka pro projektanty a stavitele
- 6) Ytong - produktový katalog
- 7) Livetherm - Rodinné domy

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Rostislav Šulc, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 22.2.2019 Termín odevzdání bakalářské práce: 26.5.2019
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

22.2.2019

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Variantní porovnání modelů výstavby objektu pro individuální bydlení

Investor, který se rozhodne pro stavbu rodinného domu, čelí mnoha nelehkým rozhodnutím. Tato rozhodnutí jsou po dokončení stavby nevratná. Proto je potřebné, aby si investor hned v přípravné fázi projektu dobře rozmyslel, jakým způsobem si přeje stavbu realizovat a jaký konstrukčně-materiálový systém bude při výstavbě použit. Právě tato problematika je hlavním tématem, kterým se autor bakalářské práce zabývá.

V první části práce nabízí přehled typových objektů pro individuální bydlení. V části druhé porovnává na modelovém objektu různé typy konstrukčně-materiálových řešení dle několika kritérií prostřednictvím multikriteriálního hodnocení. V závěru práce autor vyhodnocuje jednotlivé varianty.

Klíčová slova

Typové objekty, výstavba rodinného domu, konstrukčně-materiálové řešení, cenové nabídky

Comparison of building construction models for individual housing

Annotation

An investor, who will choose to build a house, faces many difficult decisions. These decisions are irreversible upon completion of construction. That is why it is necessary for investor to think well in the preparatory phase of the project how he wants to realize the construction and what constructional material system will be used during the construction. This issue is the main topic that the author of the bachelor thesis deals with.

The first part of the thesis offers an overview of typified building for individual housing. In the second part on the model object he compares various types of structural material solutions according to several criteria through the multi-criteria evaluation. At the end of the thesis the author evaluates individual variants.

Keywords

Typified buildings, building-up a family house, construction material system, quotations.

OBSAH

ÚVOD	11
1 REŠERŠE TYPOVÝCH OBJEKTŮ PRO INDIVIDUÁLNÍ BYDLENÍ.....	12
1.1 Rodinný dům z keramických tvárnic	15
1.1.1 Konstrukční a materiálové řešení.....	15
1.1.1.1 Keramické tvárnice Heluz.....	16
1.1.2 Stavební připravenost	18
1.1.3 Technologická náročnost	20
1.1.4 Doba výstavby	23
1.1.5 Cena	24
1.2 Rodinný dům z betonových panelů	24
1.2.1 Konstrukční a materiálové řešení.....	24
1.2.1.1 Betonové panely CANABA.....	25
1.2.2 Stavební připravenost	26
1.2.3 Technologická náročnost	26
1.2.4 Doba výstavby	28
1.2.5 Cena	28
1.3 Rodinný dům z betonových tvárnic	29
1.3.1 Konstrukční a materiálové řešení.....	29
1.3.1.1 Betonové tvárnice LIVETHERM	29
1.3.2 Stavební připravenost	30
1.3.3 Technologická náročnost	30
1.3.4 Doba výstavby	30
1.3.5 Cena	30
1.4 Rodinný dům z pórobetonových tvárnic	30
1.4.1 Konstrukční a materiálové řešení.....	31
1.4.1.1 Pórobetonové tvárnice YTONG.....	32
1.4.2 Stavební připravenost	33

1.4.3	Technologická náročnost	33
1.4.4	Doba výstavby	33
1.4.5	Cena	33
1.5	Rodinný dům z panelového dřevěného systému	34
1.5.1	Konstrukční a materiálové řešení.....	34
1.5.1.1	Panelová dřevostavba WOOD SYSTEM.....	34
1.5.2	Stavební připravenost	36
1.5.3	Technologická náročnost	37
1.5.4	Doba výstavby	38
1.5.5	Cena	38
1.6	Rodinný dům z rámového dřevěného systému	39
1.6.1	Konstrukční s materiálové řešení.....	39
1.6.1.1	Skeletová dřevostavba WOOD SYSTEM.....	39
1.6.2	Stavební připravenost	41
1.6.3	Technologická náročnost	42
1.6.4	Doba výstavby	42
1.6.5	Cena	43
2	KONKRÉTNÍ MODELOVÝ OBJEKT.....	44
2.1	Popis modelového objektu	44
2.2	Charakteristika řešeného objektu	44
2.3	Konstrukční systém - stávající řešení	45
3	KONKRÉTNÍ TYPY MATERIÁLOVÝCH SYSTÉMŮ.....	46
3.1	HELUZ	46
3.1.1	Keramické tvárnice HELUZ PLUS	46
3.1.1.1	Výpočet doby návratnosti	46
3.1.2	Keramické tvárnice HELUZ UNI broušená.....	49
3.1.3	Keramické tvárnice HELUZ 11,5 broušená.....	50
3.2	LIVETHERM.....	51

3.2.1	Betonové tvárnice Livetherm TOL+S	51
3.2.2	Betonové tvárnice Livetherm TNL.....	51
3.2.3	Betonové tvárnice Livetherm TPL	53
3.3	YTONG.....	53
3.3.1	Pórobetonové tvárnice YTONG Lambda	53
3.3.2	Pórobetonové tvárnice YTONG Standard.....	54
3.3.3	Pórobetonové tvárnice YTONG Klasik.....	55
3.4	WOOD SYSTEM	55
3.4.1	Dřevostavba – skeletová konstrukce	55
3.4.2	Dřevostavba – panelová konstrukce	56
4	VARIANTY VÝSTAVBY	57
4.1	Svépomoc	57
4.2	Živnostníci.....	58
4.3	Firma.....	58
5	CENOVÁ NABÍDKA JEDNOTLIVÝCH SYSTÉMŮ	60
5.1	Keramické tvárnice HELUZ.....	60
5.1.1	Varianta výstavby svépomocí	61
5.1.2	Varianta výstavby živnostníky	63
	Krycí list HELUZ	64
5.1.3	Varianta výstavby firmou.....	66
5.2	Betonové tvárnice LIVETHERM.....	69
5.2.1	Varianta výstavby svépomocí	69
5.2.2	Varianta výstavby živnostníky	69
5.2.3	Varianta výstavby firmou.....	70
5.3	Pórobetonové tvárnice YTONG	71
5.3.1	Varianta výstavby svépomocí	71
5.3.2	Varianta výstavby živnostníky	72
5.3.3	Varianta výstavby firmou.....	76

5.4	Skeletová dřevostavba.....	79
5.5	Panelová dřevostavba.....	79
6	DOBA VÝSTAVBY JEDNOTLIVÝCH SYSTÉMŮ	80
6.1	Keramické tvárnice Heluz	80
6.2	Betonové tvárnice Livetherm	80
6.3	Pórobetonové tvárnice Ytong.....	80
6.4	Panelová dřevostavba Wood systém	80
6.5	Skeletová dřevostavba Wood systém	80
7	POROVNÁNÍ CEN JEDNOTLIVÝCH MATERIÁLŮ V ZÁVISLOSTI NA VÝSTAVBĚ	81
8	MULTIKRITERIÁLNÍ HODNOCENÍ ZA JISTOTY	82
8.1	Dotazník	83
8.2	Vyhodnocení dotazníku	84
9	VYHODNOCENÍ NEJVHODNĚJŠÍ VARIANTY	85
	ZÁVĚR	86
	ZDROJE	87
	POUŽITÁ LITERATURA.....	89
	PŘÍLOHY	92

ÚVOD

Stavba domu je velmi náročná činnost, před kterou si nejen mladá rodina, toužící po vlastním bydlení, musí promyslet řadu proměnných. V případě, že má rodina kde stavět, bude si zřejmě klást otázky jako: Nechat postavit dům firmu, nebo se do toho pustit svými silami? Kolik taková stavba bude stát? Jaký vybrat konstrukčně-materiálový systém pro výstavbu? A vyplatí se nám to vůbec? Jak bude stavba časově a finančně náročná?

Nad odpověďmi k těmto otázkám se zamýšlí také autor, který si sám klade stejné otázky před výstavbou vlastního rodinného domu. Proto v této bakalářské práci porovnává na jednom modelovém objektu, který sám projektoval a do budoucna má v plánu jej také vystavět, různé typy konstrukčně-materiálových řešení dle několika parametrů.

Cílem první části práce je v rámci rešerše představit aktuální nabídku typových objektů pro individuální bydlení včetně doby a náročnosti výstavby i ceny. V druhé části autor dává nahlédnout na jeho konkrétní modelový objekt, na němž jsou jednotlivé typy konstrukčně-materiálových řešení porovnány.

V části třetí autor popisuje již konkrétní typy materiálových systémů, které byly vybrány k variantní studii, včetně jejich vlastností. Dále na modelovém objektu porovnává možnosti výstavby.

Závěrem bakalářské práce autor zkoumá pomocí metody párového porovnání, jaké preference kladou hypotetičtí investoři při výstavbě rodinného domu. Na základě dotazníku, který respondenti vyplnili, a veškerých informací, které jsou uvedeny v této bakalářské práci, vyhodnocuje autor nejlepší možnou variantu pro jeho modelový objekt.

1 REŠERŠE TYPOVÝCH OBJEKTŮ PRO INDIVIDUÁLNÍ BYDLENÍ

Tato kapitola obsahuje stručný popis několika vybraných typových objektů pro individuální bydlení. Jedná se o rodinné domy, které mají různé systémové konstrukčně-materiálové varianty. Jsou vybrány takové systémy, které budou dále porovnávány na konkrétním modelovém objektu. Následně jsou vypsány jednotlivé body – podkapitoly – které budou kritérii pro další hodnocení a porovnání jednotlivých systémů. Tato kritéria jsou popsána u každého systému zvlášť.

Konstrukční a materiálové řešení je jednou z podkapitol, kde je rozvedeno, o jaký konkrétní konstrukčně-systémový materiál se jedná. Nejprve autor ve zkratce nastíní historické období vzniku materiálu, případně způsob výroby a jeho vývoj do současné podoby. Především se pak zaměří na vlastnosti konkrétních novodobých materiálů, popíše jejich způsob výroby, jejich výhody a nevýhody. Dále se autor práce zmíní o dalších typových možnostech s použitím stejného systému.

V pojmu konstrukční systém se nachází informace o konstrukčním celku, který je složený z navzájem propojených jednotlivých konstrukčních prvků. Jsou zde popsány nosné konstrukce, které mají primárně statickou (nosnou) funkci. Mimo jiné se jedná o jejich konkrétní pozici a vzájemné orientaci. Nosné konstrukce mají za úkol přenést veškerá zatížení až do únosné základové zeminy. Dále jsou zde popsány kompletační (nenosné) konstrukce (příčky, obvodové nenosné pláště, výplně otvorů atd.), které mají za úkol přenést pouze svoji vlastní tíhu. Primární funkcí nenosných konstrukcí je rozdělit prostor na požadované části s požadavkem zabránit průchodu zvuku, šířícího se z okolních prostor. Základní rozdělení konstrukčních systémů podle zdroje [1] a [2] je následující.

Podle konstrukce:

- a) Stěnový systém
- b) Skeletový systém

- c) Kombinovaný systém
- d) Superkonstrukce

Podle orientace svislých prvků:

- a) Příčný systém
- b) Podélný systém
- c) Obousměrný systém

Podle použitého materiálu:

- a) Zděný
- b) Betonový/železobetonový
- c) Z kovových prvků
- d) Z dřevěných prvků
- e) Kombinace materiálů

Podle způsobu zhotovení:

- a) Zděný
- b) Monolitický
- c) Montovaný (prefabrikovaný)
- d) Kombinovaný

Stavební připravenost

Obecně jde o učinění konkrétních kroků, kterými je např. základní příprava pozemku, vybudování zpevněné příjezdové komunikace, vytvoření zpevněné plochy pro uložení a manipulaci se stavebním materiálem. Vybudování zastřešené skladovací plochy pro některé druhy materiálu, nástrojů a náradí, a také jako zázemí pro stavebníky. Je také potřeba zajistit přípojku elektrické energie a vody.

Některé materiály, jako zdivo, prefabrikáty, ocelové konstrukce, apod. je možné skladovat venku. Plocha pro jejich skladování musí být především rovná a alespoň částečně zpevněná. Jiné materiály je potřeba skladovat na zakryté ploše. Mezi tyto materiály patří např. cement, stavební lepidla, zdící a omítkové malty. Zvláštní pozornost je potřeba věnovat uskladnění různých

tekutých přísad, které je třeba chránit před mrazem. Nářadí a nástroje je vhodné mít zabezpečené také proti snadnému odcizení.

Dobře upravený a dostatečně velký manipulační prostor je základem pro bezpečnou manipulaci s materiálem, jak z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví lidí, tak z hlediska nepoškození materiálu. Každý systém potřebuje různé plochy manipulačního prostoru.

Lze také stavební připravenost vztahovat k jednotlivým etapám výstavby. V tomto případě se jedná o časový sled jednotlivých prací. Zjednodušeně řečeno jde o to, co se musí udělat nejdříve, resp. co již musí být hotové před započítím dalších prací, další fází výstavby.

Technologická náročnost

Současný stav vývoje nových materiálů a technologií nabízí širokou škálu možností realizace staveb. V této práci se jedná o porovnání několika možných variant výstavby rodinného domu. Jednotlivé technologie s sebou nutně nesou různou náročnost, kterou lze posuzovat z několika hledisek.

Je rozdíl, zda se jedná o mokrý nebo suchý proces výroby, v jakém rozsahu je použito hotových prefabrikátů, jaká je požadovaná, resp. nutná přesnost výstavby u daného systému. V jakých klimatických podmínkách bude realizace probíhat, přičemž nemusí jít jen o zeměpisnou polohu nebo roční období. Klimatické podmínky mohou být různé v jednotlivých rocích.

Dalším faktorem, který lze řadit do oblasti technologické náročnosti je logistika. Jedná se o dopravu materiálu na místo stavby, skladování a manipulace s materiálem během skládání a uskladňování, a především manipulace při vlastní realizaci stavby. Nezanedbatelná položka může být nutnost použití jeřábu, nebo jiné speciální techniky, ale také např. lešení.

Doba výstavby/montáže

Pro někoho může být rozhodujícím kritériem doba potřebná pro kompletní dokončení díla. A tato doba se u jednotlivých systémů může značně lišit.

Cena jednotlivých variant

Finanční náročnost jednotlivých konstrukčních řešení je také různá. Zde je potřeba komplexně posoudit nejen cenu materiálu, ale také finanční náročnost vlastní výstavby. Určitě není dobré mít nejnižší cenu, jako jediné kritérium.

1.1 Rodinný dům z keramických tvárnic

Rodinný dům Jihlava byl vybrán jako zástupce domu zhotoveného z keramických tvárnic. Tento objekt byl realizován stavební firmou na klíč, včetně vyhotovení projektové dokumentace.

Tento rodinný dům se skládá ze dvou pater. Půdorys domu je obdélníkový, kde v přízemí je připojená obdélníková garáž a obdélníková terasa. Obytná část včetně garáže je o rozměrech 16,6 x 13,15 m. Zastavěná plocha činí 226,68 m² a obestavěný prostor včetně garáže 922 m³. Dům disponuje 5+1 obytnými místnostmi a jeho obytná plocha pak činí 108,12 m². Na objektu je pultová střecha se sklonem 8°, která dosahuje výšky 6,94 m. Výkresy viz příloha č. 1 – Půdorys 1. NP, příloha č. 2 – Půdorys 2. NP a příloha č. 3 – Pohledy.

1.1.1 Konstrukční a materiálové řešení

Cihla, jako zdicí materiál, byla historicky velmi důležitým materiálem v oboru stavitelství. Podle pramenů se první nepálené cihly vyráběly již v rozmezí 8 500 až 7 500 let před naším letopočtem, ale je možné, že se vyráběly již dříve. Tyto nepálené cihly, tzv. vepřovice, se vyráběly uhnětením z hlíny. Mokrě hliněné cihly se pak nechaly vysušit na slunci. U nás se však začaly používat až ve 13.-14. století. První pálené cihly, které mají mnohem lepší vlastnosti než nepálené cihly, jsou známy již ze starověkého Babylonu, kde z nich byly stavěny například stavby v Pompejích. Postupem času, nejen díky nátlaku na rychlost výstavby, na požadavky tepelněizolačních parametrů, na únosnost cihel, ale také díky požadavkům na akustiku, prošly cihly během vývoje řadou změn. Nicméně hlavně díky naléhavosti na rychlou výstavbu se keramické cihly zvětšovaly až do dnešních rozměrů cihelných bloků.

Keramické tvárnice se vyrábí vypálením cihlářské hlíny. Přidávají se také různé přísady. Například pro zvýšení pórovitosti výrobku se do hlíny přidávají piliny, které vzhledem k vysoké teplotě, která vznikne při vypalování prvku, vyhoří a vzniknou uzavřené vzduchové bubliny, díky kterým má výsledný produkt daleko lepší tepelněizolační schopnosti.

Zdicí materiály na bázi keramiky mají výborné tepelněizolační vlastnosti. Samotné jednovrstvé zdivo u některých výrobců splňuje normové požadavky pro stavby energeticky úsporné, pro nízkoenergetické stavby, a dokonce pro energeticky nulové a pasivní stavby. Je tedy možné využít jednovrstvého zdiva se všemi jeho výhodami, kdy není nutné dodatečně zateplovat obvodové konstrukce. Nyní jsou preferovány broušené keramické cihly, při jejichž použití vzniká minimální spára a dochází tím ke snížení prostupu tepla. Nechybí ani produkty pro bytové domy se zdivem s vyšší pevností nebo zdivo vhodné pro vnitřní zdění, včetně akustických a příčkových cihel.

Stěny mají nízké difuzní odpory, to znamená, že v pórech cihly může proudit vzduch a vlhkost. Tím pádem dochází k určité výměně vzduchu v interiéru bez jakéhokoliv nuceného větrání, které každý člověk nemusí dobře snášet, zejména pak alergici. Neznamená to, že se nemusí v domě větrat, ale že vlhkost odchází bez větrání lépe než u dvouvrstvého zatepleného obvodového zdiva v případě, že dům není vybaven rekuperací nebo zde neprobíhá nucené větrání. Znamená to tedy, že zásluhou nízkého difuzního odporu stěny a díky tomu, že nemusí být stěna dodatečně zateplená, je zaručeno kvalitní mikroklima v interiéru budovy.

Při projektování staveb je doporučeno používat modulový systém, pro který už výrobci nabízí kompletní sortiment jednotlivých doplňků. Při jeho využití už není zapotřebí dělení cihel, různé náhradní vyplňování vzniklých nerovností a mezer a dalších improvizací. Je zaručena udávaná pevnost i součinitel prostupu tepla. Další výhodou je i rychlost výstavby.

1.1.1.1 Keramické tvárnice Heluz

Jako příklad materiálu z keramiky jsou zvoleny keramické tvárnice od firmy Heluz. Tato firma nabízí mnoho produktů a klient si může vybrat z řady cihel, které jsou svými vlastnostmi uzpůsobené pro různé varianty výstavby.

Nechybí výběr pro žádnou z výše uváděných variant, ať už se to týká tepelněizolačních vlastností, nebo pevnostních či akustických vlastností.

Firma si zakládá právě na skutečnosti, že jejich systémy disponují jednou z nejlepších tepelně-izolačních vlastností. Od původního typu cihel, které měly součinitel prostupu tepla U kolem $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ se postupně dopracovaly k současné hodnotě U kolem $0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Pro jednovrstvé obvodové zdivo lze využít cihel HELUZ PLUS v broušené i nebroušené variantě a síle stěny 380 nebo 440 mm. Lze splnit požadavky pro energeticky úsporné domy a v případě broušené varianty HELUZ PLUS 44 dokonce limitu pro nízkoenergetický dům. Další možností jsou cihly HELUZ FAMILY broušená pro stěny o šířce 380, 440 nebo 500 mm, kdy v posledním případě je dosaženo hodnot pro pasivní domy a v prvních dvou případech pro dům nízkoenergetický. TOP produktem pro obvodové zdivo od této firmy jsou cihly HELUZ FAMILY 2in1 broušená, kdy jsou dutiny vyplněné kuličkami polystyrenu. Znovu jsou vyráběné pro stěny o šířce 380, 440 a 500 mm. Cihla o šířce 380 mm splňuje požadavky pro nízkoenergetický dům a cihly 440 a 500 mm pro dům pasivní.

Je také možné využít pro obvodové zdivo např. cihlu HELUZ UNI 30 nebo HELUZ UNI 30 broušenou a při dodatečném zateplení dosáhnout požadavků pro energeticky úsporný dům. Nejedná se však již o jednovrstvé zdivo a uživatel tedy přichází o jeho výhody.

Firma nenabízí pouze základní zdící komponenty, ale kompletní dodávku materiálů potřebných pro realizaci stavby viz obrázek číslo 1. V nabídce tedy nechybí překlady, keramické stropy, věncovky, ani komínové systémy. Keramický strop se dá vyrobit z klasického skládaného stropu HELUZ MIAKO, nebo z keramických stropních panelů HELUZ, které urychlují výstavbu.

1 CÍHLY HELUZ	PRO OBVODOVÉ ZDIVO	HELUZ FAMILY 2in1 50, 44, 38, 30, 25, HELUZ FAMILY 50, 44, 38, 30, 25, HELUZ STI 49, 44, 40, 38, HELUZ PLUS 44, 40, 38, 36,5, HELUZ P15 44, 30, 25, HELUZ UNI 30, 25, HELUZ AKU 25, 20, 17,5, DOPLŇKOVÉ CÍHLY
	PRO VNITŘNÍ ZDIVO	HELUZ 25, 20, 17,5, 14, 11,5, 8 HELUZ AKU 25, 20, 17,5
2 STROPY HELUZ		STROPNÍ NOSNÍKY, STROPNÍ VLOŽKY, VĚNCOVKY, STROPNÍ PANELE
3 PŘEKLADY HELUZ		NOSNÉ PŘEKLADY, PLOCHÉ PŘEKLADY, NOSNÝ ŽALUZIOVÝ A ROLETOVÝ PŘEKLAD
4 KOMÍNY HELUZ		IZOSTAT DUO, IZOSTAT, KLASIK, PLYN
5 MATERIÁLY A POMŮCKY		MALTY, PĚNA, PILY HELUZ, POMŮCKY PRO ZDĚNÍ Z BROUŠENÝCH CÍHEL

Obrázek č. 1 - Přehled materiálů (převzato z [9])

1.1.2 Stavební připravenost

Dá se říci, že stavební připravenost pro zdění z keramických tvárnice Heluz je stejná jako pro obecné zdění. K obecným požadavkům stavební připravenosti patří zajištění přístupové komunikace do objektu, možnost parkování a zpevněná příjezdová komunikace. Dále se jedná o vyklizení pracovního prostoru, dostatečný prostor pro skladování stavebního materiálu a potřebného náradí a nástrojů. Musí být zajištěn přístup k vodě a k elektrické energii.

Keramické tvárnice výrobce doveze na paletách. Výrobce udává, že se palety ukládají na zpevněný, rovný a odvodněný povrch. Ucelené palety lze ukládat maximálně 3 na sebe a palety s doplňky maximálně 2 na sebe. Pokud nejsou splněny uvedené podmínky povrchu pro ukládání, palety lze ukládat pouze v jedné vrstvě. Cihly lze uchovávat na nekryté skládce, ovšem musí se dávat pozor, aby fólie byla neporušená. Cihly nejsou deklarovány jako mrazuvzdorné, takže je nutné, zejména v zimním období, chránit výrobky proti zatékání vody a před možností nasáknutí vlhkostí. Oproti tomu maltové směsi, či omítky, které jsou pytlované, musí být na kryté skládce a vyrovnány na paletách, aby nenasákly vlhkost. Obecně by tyto materiály měli být zpracovány do jednoho roku.

Největší manipulační prostor je zapotřebí při vykládce dovezeného zboží. Palety jsou skládány samojízdou manipulační technikou, např. vysokozdvíhacími vozíky, či hydraulickou rukou nákladního automobilu. Pokud je na stavbě jeřáb, lze skládat i jeřábem, ale není pro tento systém zapotřebí – což je velká výhoda.

Před zahájením zdění obvodového zdiva musí být hotová základová – podkladní deska, která musí být rovná s tolerancí max. 20 mm výškového rozdílu. Z desky musí být odstraněny případné nerovnosti a vytaženy rozvody technických instalací. Dále musí být zhotovená hydroizolace a izolace proti radonu. Natavené asfaltové pásy musí přesahovat minimálně 150 mm od hrany budoucího zdiva, nebo být provedena v celé ploše. Při použití hydroizolace z PVC fólie je provedení v celé ploše základové desky podmínkou. Pokud je izolace položena v celé ploše, doporučuje se izolaci chránit betonovým potěrem, případně alespoň chránit geotextílií s vyšší gramáží. Při zdění obvodového zdiva se osadí překlady včetně tepelné izolace.

Následuje zdění vnitřního nosného zdiva, obdobně jako u obvodového zdiva musí být hotová hydroizolace a izolace proti radonu. Asfaltové pásy musí přesahovat min. 150 mm přes vnější hranu líce na každou stranu omítnutého budoucího zdiva. Je zapotřebí mít na paměti vzájemné napojení hydroizolace. Také se zároveň osadí překlady.

Pokud je hotové nosné zdivo realizuje se stropní konstrukce. Na korunu nosného zdiva, jak vnitřního, tak obvodového, se položí těžký asfaltový pás tl. 3,5 mm. Pokud má zdivo na koruně větší nerovnost než 5 mm na 2 m a rozdíl mezi nejvyšším a nejnižším místem zdiva je větší než 10 mm, je nutné nejprve zdivo vyrovnat maltou a až poté položit asfaltový pás. Pás se pokládá pod uložení stropu a pod místem, kde bude probíhat ztužující věnec. Zalití stropní konstrukce, včetně vyhotovení ztužujících věnců, se provede po osazení nosníků, jejich podepření a vyskládání vložek. Musí být tedy předem vyzděny věncovky, včetně dodané izolace a musí být provedeno armování věnce. Těžké prvky, jako například palety z cihel, je možné pokládat na strop nejdříve po 7 dnech od vybetonování. Odstranění podpěr stropní konstrukce se provede nejdříve po 28 dnech taktéž od data vybetonování stropní konstrukce.

Po realizaci stropu probíhá případné zdění dalšího patra, či nadezdívek. Nakonec se vyhotoví střešní konstrukce.

Před realizací vnitřních příček by měl být objekt uzavřen. Měla by tedy být osazena všechna okna a venkovní dveře. Další připravenost před zděním příček je stejná jako u zdění vnitřního nosného zdiva.

Po vyzdění zdiva a vyhotovení stropní konstrukce včetně střechy, jsou realizovány kompletní rozvody instalací (voda, odpady, plyn, elektro-rozvody a další). následují omítky Před vnitřními omítkami musíme zkontrolovat rovinnost stěn. Pokud jsou odchylky zdiva větší než 10 mm na 2 m, je nutné realizovat omítky jako vícevrstvé (cementový postřík, jádrová omítka, povrchová úprava). Před omítáním je nutné spáry, či praskliny hlubší – širší než 5 mm vyplnit zdící maltou, nebo prováděcí omítkou, pak je nutná technologická pauza cca 1 týden. Konečnou úpravou vnitřních omítek je pak štuková omítka.

Pro vnější omítky je důležitá homogennost podkladu v celé ploše, tj. v tomto případě cihelný bez výskytu jiných materiálů. Při omítání musí být více než 5 °C, jinak se omítky nesmí provádět ani při použití urychlovače. Obvyklá doba zrání omítky je jeden den na 1 mm tloušťky omítky.

1.1.3 Technologická náročnost

Obecné zásady pro technologii zdění uvádí, že zdící prvky nesmí být namrzlé, mastné, nebo jinak znečištěné, či zaprášené. Výška vyzdění za jeden dne je závislá na druhu použité malty, tloušťce a hmotnosti zdiva. V neposlední řadě závisí na povětrnostních vlivech. Zvláštní důraz je kladen na rovinnost založení zdících prvků. První den při založení je doporučeno vyzdít maximálně 3 řady cihel.

Zdění z tvárnic je technologicky náročné zejména pak u nebroušených cihel a při založení první řady zdiva. Dále také v tom, že se do procesu zdění vnáší mokrá proces – příprava malty. Styčné spáry bez spoje P+D se musí vyplnit, či PU pěnou. Šířka styčné spáry by neměla být větší než 5 mm. Alternativou za maltu je zdící pěna, která se nemusí nijak připravovat. Druhy malt a pěny Heluz v závislosti na druhu cihly jsou znázorněny na obrázku č. 4. Z obrázku je zřejmé, jakým způsobem se konkrétní materiál nanáší a při jaké teplotě se může aplikovat. Zdění tedy nelze provádět za každých meteorologických podmínek. Malta je připravována přímo na staveništi nejlépe za pomoci elektrického míchadla.

Geometrické tolerance hotového konstrukčního systému se řídí ustanovením dle ČSN EN 1996-2, pokud není v projektové dokumentaci uvedeno jinak. Odchytky svislosti, rovinnosti a tloušťka zděných prvků jsou uvedeny na obrázku číslo 3. Hotové omítky by pak měli mít maximální odchylku rovinnosti 2 mm na 2 m.

Jednotlivé výrobky jsou skladovány na paletách, které se pak přepravují na nákladním automobilu viz obr. č. 2 a skládají se, jak již bylo zmíněno ve stavební připravenosti, buď samojízdnou manipulační technikou, nebo hydraulickou rukou, pokud je jí automobil vybaven.

Pro zdící systémy není při vlastní realizaci nutné využívat zvláštní speciální techniky (např. jeřábu apod.). Vystačí se pouze s lešením.



Obrázek č. 2 – Ukázka přepravy materiálu na nákladním automobilu (převzato [20])












POZICE	NEJVĚTŠÍ POVOLENÁ ODCHYLKA
SVISLOST	
v rámci jednoho podlaží	± 20 mm
v rámci celkové výšky budovy o třech a nebo více podlažích	± 50 mm
svislá souosost	± 20 mm
ROVINATOST ^{a)}	
v délce kteréhokoliv 1 metru	± 10 mm
v délce 10 metrů	± 50 mm
TLOUŠŤKA	
jedné svislé vrstvy stěny ^{b)}	větší z hodnot
celé vrstvené dutinové stěny	± 5 mm nebo ± 5 % tloušťky vrstvy ± 10 mm

^{a)} odchylka rovinnosti se měří od referenční přímky rovinnosti mezi jakýmkoliv dvěma body.

^{b)} S výjimkou vrstev o tloušťce rovné délce nebo šířce jednoho zdicího prvku, jehož tolerance příslušného rozměru určuje povolenou odchylku tloušťky této vrstvy.

POKUD NENÍ UVEDENO JINAK, PRVNÍ ŘADA ZDIVA NEMÁ PŘESAHOVAT PŘES HRANU PODLAHY NEBO ZÁKLADŮ O VÍCE NEŽ 15 MM.

Obrázek č. 3 - Odchylky svislosti, rovinnosti a tloušťka zdicích prvků (převzato [20])

HELUZ MALTA SBC	HELUZ MALTA SB	HELUZ PĚNA	ZDÍČÍ MALTA
			
<p>Pro zdění z broušených cihelných bloků HELUZ.</p> <p>Malta je nanášena celoplošně na ložnou plochu cihel.</p>	<p>Pro zdění z broušených cihelných bloků HELUZ.</p> <p>Malta pokrývá pouze žebra cihel.</p>	<p>Pro zdění z broušených cihelných bloků HELUZ.</p> <p>Heluz pěna (PU pěna) v "houseskách" počet podle šířky cihel.</p>	<p>Pro zdění a opravy zdiva nebroušených cihelných bloků HELUZ a HELUZ AKU.</p> <p>Maltové lože má být stejné šířky, jako je tloušťka zdi, bez přerušení.</p>
ZPŮSOB NANÁŠENÍ MALTY			
<p>MALTOVACÍ VÁLEC SBC</p>  <p>výška ložné spáry 1 mm</p> <p>tloušťka čerstvé malty cca 3 mm položení cihly cca do 5 minut od nanesení malty</p>	<p>MALTOVACÍ VÁLEC SB</p>  <p>výška ložné spáry 1 mm</p> <p>tloušťka čerstvé malty cca 3 mm uložení cihly do cca 3 minut od nanesení malty</p>	<p>APLIKAČNÍ PISTOLE</p>  <p>výška ložné spáry ≤ 1 mm</p> <p>pěna se nanáší cca 5 cm od lícové strany cihel v „houseskách“ o průměru cca 3 cm dvě „housesky“ PU pěny pro zdivo tloušťky ≥ 175 mm jedna „houseska“ PU pěny pro zdivo tloušťky < 175 mm uložení cihel je nutné provést cca do 3 minut po nanesení pěny</p>	<p>ZEDNICKÁ LŽÍČE</p>  <p>výška ložné spáry 12 mm výška ložné spáry 10 mm - (minimální výška pro AKU)</p> <p>tloušťka ložné spáry (min. 6 mm - max 15 mm) musí být zvolena tak, aby byl dodržen výškový modul 250 mm (str. 10) pro zdění se nejčastěji používají vápenocementové malty pevnosti M5 či M10 nebo tepelněizolační malty</p>
<p>ZUBOVÉ HLADÍTKO</p>  <p>pouze pro cihly FAMILY 2in1 tl. čerstvé malty - 3 mm výška zubu 6 mm (vyšší spotřeba malty cca o 10 %)</p>	<p>NAMÁČENÍM do čerstvé malty</p>  <p>hloubka ponoření cihel max. 5 mm uložení namočené cihly IHNED na své místo ve zdivu</p>		<p>MALTOVACÍ PŘÍPRAVEK HELUZ</p>  <p>Pro rovnoměrné nanášení malty na ložné spáry zdiva</p>
DOPORUČENÁ TEPLOTA APLIKACE			
<p>+5 až +30 °C ≥ -5 °C použití zimní varianty</p>	<p>+5 až +30 °C ≥ -5 °C použití zimní varianty</p>	<p>-10 až +30 °C</p>	<p>+5 až +30 °C ≥ -5 °C použití zimní varianty</p>
<p>>10 °C pro lepší přilnutí malty a pěny doporučujeme před nanášením pojiva cihly vlhčit vodou</p>			

Obrázek č. 4 – Technologie zdění (převzato [20])

1.1.4 Doba výstavby

Jak již bylo řečeno, tento rodinný dům z keramických tvárnic stavěla firma na klíč. Firma vystaví tento a podobné objekty do jednoho roku.

1.1.5 Cena

Náklady na tento objekt jsou 5 206 363,2,-Kč bez DPH, tedy 5 987 317,70,-Kč včetně DPH. Rekapitulace členění soupisu prací je v příloze č. 4. Obestavěný prostor činí 922 m³ cena za 1 m³ je tedy rovna 6 493,84 Kč včetně DPH.

1.2 Rodinný dům z betonových panelů

Rodinný dům Classic byl vybrán jako zástupce domu zhotovený z betonových panelů. Tento objekt je možné realizovat stavební firmou na klíč.

Tento rodinný dům se skládá ze dvou pater. Půdorys domu je obdélníkový o rozměrech 10,65 x 8,85 m. Zastavěná plocha činí 94 m². Dům disponuje 6+1 obytnými místnostmi a jeho podlahová plocha je 150 m². Výkresy jsou k nahlédnutí v příloze č. 5.

1.2.1 Konstrukční a materiálové řešení

Historie betonu, původně známý jako slepenec, sahá do období starověku. Název vznikl z francouzského slova béton, tj. hrubá malta. Důležitou směsí pro přípravu betonu je cement, který byl poprvé vyroben až v roce 1824 J. Aspdinem, který pojmenoval svůj produkt jako „Portlandský cement“. Zde se objevily začátky moderního betonu.

Beton, se skládá ze čtyř složek:

- a) pojiva, nejčastěji užívaný je cement,
- b) plniva, používá se písek, štěrk nebo drť (kamenivo),
- c) vody,
- d) přísad a příměsí.

Vlastnosti tohoto materiálu jsou ovlivněny poměrem těchto složek při výrobě, různých přidaných příměsí a přísad, také okolním prostředím (vlhkem, teplotou apod.). Beton vyrobíme smícháním cementu, kameniva, vody, ostatních přísad a příměsí. Cement s vodou začnou chemicky reagovat – hydratovat, díky tomu poté beton ztvdne a ztuhne. Pro hydrataci je potřeba použít alespoň takové množství vody, které bude odpovídat 23–25 % hmotnosti cementu. Jako příměsí se používají jemné práškovité látky, které dle

našich požadavků ovlivňují některé vlastnosti betonu. Jedná se například o kamenné moučky, barevné pigmenty apod. Přísady jsou přidávány pro speciální účely – proti korozi, biocidní přísady, plynotvorné přísady, pěnotvorné, expanzní, proti zmrazovací přísady, přísady zpomalující nebo urychlující tuhnutí, těsnící přísady apod.

Beton je možné dělit podle několika variant.

Podle způsobu výroby:

- a) prefabrikovaný beton – jednotlivé díly se pojí v jeden celek,
- b) monolitický beton – konstrukce, která se vkládá do bednění.

Podle tvaru zkušebního tělesa:

- a) válcová pevnost betonu,
- b) krychelná pevnost betonu.

Podle pevnosti:

- a) běžný beton – nejužívanější, s válcovou pevností do 50MPa,
- b) vysoko pevnostní beton (HSC – High-strength concrete) – užívá se při stavbě mostů či při výškových stavbách.

1.2.1.1 Betonové panely CANABA

Firma Canaba staví domy z velkoplošných dílců z masivu, které jsou tepelně izolované. Základním prvkem konstrukčního systému je Ecobeton, který je kvalitní, trvale staticky pevný a neprůzvučný. Velkou předností konstrukčního systému je rychlá výstavba, nenáročná údržba a relativně nízké náklady na pořízení. Firma také nabízí možnost návštěvy vzorových domů v České Republice. Domy pro investory jsou převážně stavěny na klíč, nicméně v případě, že by se investor chtěl na výstavbě podílet (a třeba tak snížit náklady na výstavbu), může si zvolit buď program „Na dokončení“ nebo „Hobby“, přičemž v případě první varianty se investor podílí na dokončení povrchů: malba a nátěry, obklady a dlažby, osazení sanitárního vybavení a instalace vnitřních dveří. V případě varianty druhé je zde ještě navíc realizace zateplení podkroví, rozvody vody a topení, dokončení elektroinstalace a štuky.

Pro obvodové stěny používá firma velkoplošné stěnové dílce ECObeton CANABA, tl. 150 mm, které mají na vnější straně zateplovací systém tl.150 mm s probarvenou fasádní omítkou a co se týče hodnot součinitele propustnosti tepla, splňují požadavky normy. Pro vnitřní stěny a stropy jsou použity velkoplošné stěnové a stropní dílce ECObeton CANABA tl. 80-150 mm dle typu rodinného domu. (Převzato [<https://www.canaba.cz/cs/rodinny-dum-detail.php?varianta=23&fbclid=IwAR1wjchGdyTUqmQ1CccRBIpItP4PVjM4JOBcettw1djxaucstfmkpozWPa4>]).

1.2.2 Stavební připravenost

Stejně jako u zděných materiálů patří mezi obecné požadavky stavební připravenosti zajištění zpevněné přístupové komunikace do objektu, možnost parkování a zpevněná manipulační plocha. Dále se jedná o vyklizení pracovního prostoru, dostatečný prostor pro skladování stavebního materiálu a potřebného nářadí a nástrojů. Musí být zajištěn přístup k vodě a k elektrické energii.

Pokud montáž panelů nelze provádět přímo z dopravního prostředku výroby se skladují na rovném, zpevněném, odvodněném a dostatečně únosném terénu. Např. stropní panely jsou uloženy na dřevěných podkladech stejné tloušťky. Mohou být skladovány max. do výšky 4 m.

Pro montáž stavebních dílců je zapotřebí větší manipulační prostor než u provádění zděných prvků, protože je zapotřebí stavební mechanizace.

Podobně jako u jiných systémů musí být hotová základová – podkladní deska, včetně izolace proti vodě a proti radonu. Následně se namontují prefabrikované dílce, nejdříve stěny, stropy a nakonec střecha. Obecně se postup montáže řídí podle projektové dokumentace a pokynů výrobce.

1.2.3 Technologická náročnost

Pokud není při montáži vnášen mokrá proces, jako například záливková výztuž u stropu, může se montáž panelů provádět při horších povětrnostních podmínkách než u zděných prvků. Při záливce spár u stropu nesmí teplota klesnout pod +5°C. Pokud je teplota nižší musí být učiněno vhodné opatření.

Betonové dílce nesmí být namrzlé a nesmí být znečištěné spoje. Z bezpečnostních důvodů se montáž nesmí provádět za velkého větru.

Panely jsou vyrobeny již ve fabrice a na stavbu jsou dovezeny hotové, připravené k montáži. Právě to, že se nemusí do stavby vnášet mokrá proces je velkou výhodou.

Geometrická přesnost se řídí hodnoty dle platných norem ČSN, pokud není v projektové dokumentaci, či technologickém postupu uvedeno jinak. Pro montáž prefabrikovaných betonových konstrukcí jsou v tabulce č. 1 uvedeny přípustné tolerance odchylky půdorysné polohy.

Tabulka č. 1 - Odchylky půdorysné polohy (převzato z [26])

Konstrukce	Přípustné tolerance polohy	Zdroj
Betonové kce (sloup, stěna)	±25mm	ČSN EN 13670, příloha G
Osazení dílců svislých nosných kcí (sloup) ^{a)}	±10mm (posunutí či pootočení od os)	ČSN 73 0210-1, Tab.A.2
Osazení dílců svislých nosných kcí (stěnové dílce) ^{a)}	±8mm (posunutí či pootočení od os nebo hrany)	ČSN 73 0210-1, Tab.A.2

V tabulce č. 2 jsou uvedeny odchylky excentricity nosných konstrukcí.

Tabulka č. 2 - Odchylky excentricity nosných konstrukcí (převzato z [26])

Konstrukce	Přípustné tolerance excentricity	Zdroj
Betonové kce	větší z $t/30$ [mm] nebo 15mm, max. 30mm	ČSN EN 13670, kapitola 10

Odchylky svislosti nejen pro prefabrikované betonové konstrukce jsou uvedeny v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3 - Přípustné tolerance svislosti (převzato z [26])

Konstrukce	Přípustné tolerance svislosti	Zdroj
Bednění	± $h/200$ [mm], max. ±30mm	ČSN 73 0210-1, Tab.A.4
Monolitické betonové kce	větší z 15mm nebo $h/400$ [mm] pro $h \leq 10$ m	ČSN EN 13670, Obr.2a
	větší z 25mm nebo $h/600$ [mm] pro $h > 10$ m	
Prefabrikované betonové kce	± $h/200$ [mm], max. ±30mm	ČSN 73 0210-1, Tab.A.2
Zděné kce	±20mm	ČSN EN 1996-2, Tab.3.1
Obklady	± $h/600$ [mm]	ČSN 73 3451
Konstrukce s dokončenými povrchy ¹⁾	±10mm pro $h \leq 4$ m	ČSN 73 0205, Tab.A.7
	±12mm pro $4\text{m} < h \leq 8$ m	
	±15mm pro $8\text{m} < h \leq 16$ m	

¹⁾ Lze také použít pro kontrolu svislosti SDK kcí, pohledových betonů, omítek apod.

Průhyb vodorovné betonové konstrukce viz. tabulka č. 4

Tabulka č. 4 - Přípustný průhyb vodorovných konstrukcí (převzato z [26])

Konstrukce	Přípustný průhyb vodorovných konstrukcí	Zdroj
Betonové kce	max. L/ 250[mm]	ČSN EN 1992-1-1, čl.7.4

Doprava montovaných panelů je prováděna pomocí nákladních automobilů. Panelové dílce jsou větších rozměrů než palety cihel. K vykládce i montáži dílců je zapotřebí jeřábové techniky. Proto je technologická náročnost z hlediska dopravy a montáže složitější než u ostatních systémů.

1.2.4 Doba výstavby

Obecně výstavba pomocí prefabrikovaných dílců je výrazně kratší než výstavba procházející mokrým procesem. Firma Canaba udává stavbu domů v čase 2–5 měsíců bez ohledu na počasí, a tak lze ušetřit až půl roku oproti zděným stavbám.

1.2.5 Cena

Firma uvádí, že díky krátké době výstavby lze ušetřit velké množství finančních prostředků (režie firmy, nájem technického vybavení atp.). Cena domu Classic činí 3.549.000,- Kč (včetně DPH). Základová deska se pohybuje v ceně kolem 299.000,- Kč. Pokud by byl dům postaven v programu „Na dokončení“ jeho cena by byla 3.149.000,-Kč za celý rodinný dům. V případě výstavby v programu Hobby, byla by jeho cena cca 2.649.000,- Kč. V tabulce č. 5 jsou uvedeny další možnosti výstavby na klíč včetně ceny.

Tabulka č. 5 - Ceny staveb (převzato z [<https://www.canaba.cz/cs/rodinny-dum-detail.php?varianta=23&fbclid=IwAR1wjchGdyTUqmQ1CccRBlptP4PVjM4JOBcettw1djaxaucsfmkpozWPa4>])

Typ rodinného domu	Počet místností	Zastavěná plocha (m ²)	Podlahová plocha (m ²)	Základní cena (Kč včetně DPH)	
				rodinný dům	základová deska
UNO	4 + 1	57,0	96,0	2.149.000,-	179.000,-
VILLA TOSCA	3 + 1	107,0	87,0	2.499.000,-	319.000,-
IDEAL	5 + 1	78,0	124,0	2.599.000,-	249.000,-
ROMANCE	5 + 1	83,0	133,0	2.899.000,-	269.000,-
CLASSIC	6 + 1	94,0	150,0	3.149.000,-	299.000,-
BUNGALOV	5 + 1	150,0	128,0	3.199.000,-	479.000,-
HARMONIE (vč. garáže)	6 + 1 + G	106,0	175,0	3.349.000,-	339.000,-
VARIANT (vč. garáže)	7 + 1 + G	133,0	224,0	3.799.000,-	419.000,-
LANDHAUS	7 + 1	112,0	181,0	3.799.000,-	359.000,-
RIVIERA (vč. garáže)	5 + 1 + G	141,0	245,0	3.799.000,-	449.000,-
REZIDENCE	7 + 1	115,0	188,0	4.499.000,-	359.000,-

1.3 Rodinný dům z betonových tvárnic

Tento rodinný dům je vybrán z katalogu od výrobce stavebního systému BETONOVÉ STAVBY – GROUP/LIVETHERM.

Vybraný rodinný dům má dvě patra – přízemí a podkroví. Půdorys domu je do tvaru L a má delší rozměry 14,2 x 10,2 m. Zastavěná plocha činí 118 m² a obestavěný prostor 800 m³. Dům disponuje 5+1 obytnými místnostmi a jeho užitná plocha pak činí 191 m². Šikmá střecha se sklonem 45° dosahuje v hřebenu výšky 8 m.

1.3.1 Konstrukční a materiálové řešení

1.3.1.1 Betonové tvárnice LIVETHERM

Společnost Livetherm vyrábí a prodává stavební materiály z betonu a liaporbetonu. Je to tedy betonový systém, který je ucelený pro realizaci celé stavby včetně stropních konstrukcí, komínových systémů a dalších výrobků

Tento materiál je ekologicky nezávadný a je tedy vhodný pro zdravé bydlení. Při výrobě prvků Livetherm nevzniká sekundární odpad, tedy výroba je velmi šetrná k životnímu prostředí. Tyto prvky jsou velmi vhodné při výstavbě nízkoenergetických domů.

Pro jednovrstvé obvodové zdivo lze použít tvárnice TOB+S Z400/Lep198-P6, což je označení pro tvárnici z vibrovaného mezerovitého betonu s vnitřní tepelně-izolační vrstvou ze styroporu. Síla stěny je 400 mm a součinitel prostupu tepla U je 0.23 W/m²K. V případě tvárnice TOL+S Z400/Lep198-P5, kdy je použit liaporbeton, dosahujeme součinitele U s hodnotou 0.21 W/m²K. Uvedené tvárnice jsou vyráběné také s vyšší pevností.

Další možností pro jednovrstvé obvodové zdivo je použití tvárnice TOB+N Z400-P6, u které je materiálem vnitřní izolační vložky neopor a základní tvárnice je vyrobena z mezerovitého betonu. Součinitel prostupu tepla U je 0.22 W/m²K. Pokud bude použita tvárnice TOL+N Z400-P5, bude hodnota součinitele U 0.20 W/m²K. Zde je použit opět neopor a základní tvárnice je vyrobena z liaporbetonu. Síla stěny je v obou případech 400 mm.

Také v případě systému LIVETHERM lze použít nosné tvárnice bez vnitřní izolace a doplnit je kontaktní izolační vrstvou. Pro tento případ lze využít nosné tvárnice betonové s označením TNB nebo liaporbetonové s označením TNL. Lze zvolit mezi několika variantami nosnosti a síla základní stěny může být 175 mm, 240 mm, 300 mm nebo 400 mm. Součinitel prostupu tepla je od 2.23 v případě tvárnice TNB 175/Lep198-P6 až po 0.89 W/m²K u tvárnice TNL 400/Lep198-P6.

1.3.2 Stavební připravenost

Pro zdění z betonových tvárnic Livetherm musí být stavební připravenost téměř stejná jako u zdění z keramických tvárnic Heluz – viz kapitola 1.1.2 Stavební připravenost.

1.3.3 Technologická náročnost

Technologická náročnost je podobná jako všechny stavby realizované z tvárnic podobných rozměrů, tedy i jako zdění z keramických tvárnic Heluz – viz kapitola 1.1.3 Technologická náročnost.

1.3.4 Doba výstavby

Pokud výstavbu rodinného domu realizuje stavební firma na klíč, je dům k nastěhování do jednoho roku.

1.3.5 Cena

Cena projektové dokumentace pro tento rodinný dům vyjde na 38 100 Kč. Spodní hranice ceny za realizaci hrubé stavby je 1 550 000 Kč a ceny za realizaci stavby k nastěhování, neboli na klíč, je 3 170 000 Kč.

1.4 Rodinný dům z pórobetonových tvárnic

Rodinný dům má půdorys ve tvaru písmena L o rozměrech 14,45 m x 10,80 m s přílehlým závětrím a stáním pro automobily. Dům je dvoupodlažní s jednou bytovou jednotkou o velikosti 6+kk. Tento dům je koncipován jako energeticky pasivní. Zastavěná plocha činí 136,11 m². Užitná plocha domu činí 197,76 m² a obestavěný objem je celkem 910 m³.

1.4.1 Konstrukční a materiálové řešení

Jak již napovídá sám název, pórobeton je speciální druh betonu, při jehož výrobě jsou vytvořeny póry do hmoty betonu. Díky této úpravě je pórobeton daleko lehčí než samotný beton (jeho objemová hmotnost je menší než 2000 kg/m³ v suchém stavu). V porovnání s dalšími zdícími materiály má nejlepší zvukově izolační a tepelně technické vlastnosti.

Pórobeton se vyrábí ze tří stěžejních složek. Mezi ně patří:

- a) plnivo, v tomto případě křemičitý písek nebo struska,
- b) pojivo, používá se vápno nebo cement,
- c) voda.

Jeho velmi kladnou vlastností je skutečnost, že je ekologickým, plně recyklovatelným materiálem, jelikož se vyrábí z přírodních surovin. Při výrobě nejsou přidávány žádné chemické látky. Díky tomu je také jedním z nejhygieničtějších materiálů na stavbu domu. Pórobeton, jelikož má ve své struktuře miliony pórů, je velmi dobrým izolantem, protože vzduch, který je uzavřený v pórech nemůže cirkulovat. Tyto póry také způsobují jednak že tvárnice přirozeně dýchají, ale také samotné odvádění vlhkosti z domu (v případě, že je přebytečná) nebo naopak uvolňování (v případě, že je vzduch suchý). Vytváří tak příjemné klima v interiéru a díky tomu se například snižuje pravděpodobnost výskytu plísní. Zásluhou skladby pórobetonu tak má tento materiál ve všech místech stejné tepelně izolační vlastnosti, snižují se tak tepelné mosty a ve finále také provozní náklady stavby.

Ve výčtu kladů materiálu nelze nezmínit také schopnost omezit průnik zvuku, nebo například nehořlavost. V případě vysoké teploty se začne v pórobetonu uvolňovat voda, která se zde chemicky váže, a tou se materiál ochlazuje. Není tedy problém využít tento materiál i v místech, kde chceme umístit krb, sporák či jiné hřejivé těleso.

Nejnámějším a nejúspěšnějším výrobcem tohoto materiálu v České Republice je firma Xella CZ, která přišla na trh se svým výrobkem YTONG. Za rok tato firma vyprodukuje téměř 1 milion m³ stavebního materiálu. YTONG byl

od roku 1940 první registrovanou značkou stavebního materiálu takových tepelně izolačních vlastností.

Jak uvádí sám výrobce ve svých materiálech, při výstavbě rodinného domu je možné ušetřit s tímto materiálem až 40% času. Práce s pórobetonem je jednoduchá, tvárnice je snadné upravit i do atypických rozměrů, čímž se eliminuje spotřeba materiálu a odpadu. Malta se nanáší pouze na vodorovné spáry. Díky objemové hmotnosti materiálu je manipulace s ním snadná a ne tak namáhavá.

1.4.1.1 Pórobetonové tvárnice YTONG

Také u tohoto výrobce platí, že nenabízí pouze základní zdící komponenty, ale kompletní dodávku dílců potřebných pro realizaci celé stavby včetně stropních konstrukcí, komínových systémů a dalších výrobků. Specializuje se výhradně na výrobky z pórobetonu.

Znovu je možné zvolit pro obvodové zdivo jednovrstvou variantu nebo variantu s dodatečnou tepelnou izolací. Pro jednovrstvou variantu je v nabídce novinka v podobě tvárnice Lambda YQ, která se vyrábí v provedení hladkém označované HL o tloušťce stěny 550 a 500 mm, a v provedení pero-drážka a úchopová kapsa, která je označena písmeny PDK. Tato je v nabídce pro stěnu o tloušťce 375 a 450 mm a dosahuje u tenčí stěny $U\ 0.213\ \text{W/m}^2\text{K}$ a u míry 450 mm je U rovno $0.179\ \text{W/m}^2\text{K}$.

Další skupinou tvárnic pro jednovrstvé provedení jsou tvárnice označené jako Standard, Universal, Statik a Statik Plus. Již z názvů je patrné, že u jednotlivých podskupin jde také o statickou únosnost zdiva. Tak jak jsou jmenované dosahují normované pevnosti $f_0\ 2.7$, 3.5 , 5.0 a $6.5\ \text{N/mm}^2$. V této skupině jsou v nabídce mimo již uváděných hladkých (HL) a pero-drážka, úchopová kapsa (PDK) ještě tvárnice označené PD, tedy pero-drážka. Tvárnice Standard se vyrábí pro stěny o tloušťce 300 a 375 mm, Univerzal, Statik a Statik Plus pro stěny 250, 300 a 375 mm. Co se týká součinitele prostupu tepla U od $0.654\ \text{W/m}^2\text{K}$ u tvárnice Statik HL 200mm až po $0.267\ \text{W/m}^2\text{K}$ u tvárnice Standard PDK 375 mm.

Specifickou variantou jsou tvárnice Ytong Jumbo v provedení Univerzal HL nebo Statik HL. Jde o zdivo, kdy je nutná dodatečná tepelná izolace. Zvláštností jsou zde rozměry tvárnice 999×499×250 mm. Znamená to, že na plochu stěny 1m² spotřebujeme právě a pouze dvě tvárnice, což znamená oproti běžným rozměrům tvárnic značnou úsporu času pro výstavbu a také úsporu zdíci malty.

1.4.2 Stavební připravenost

Pro zdění z pórobetonových tvárnic Ytong musí být stavební připravenost téměř stejná jako u zdění z keramických tvárnic Heluz – viz kapitola 1.1.2 Stavební připravenost. S výjimkou skladování, kde dle výrobce nesmí být palety s materiálem Ytong skladovány na sobě, mohou být skladovány pouze vedle sebe.

1.4.3 Technologická náročnost

Technologická náročnost je podobná jako všechny stavby realizované z tvárnic podobných rozměrů, tedy i jako zdění z keramických tvárnic Heluz – viz kapitola 1.1.3 Technologická náročnost.

1.4.4 Doba výstavby

Pokud výstavbu rodinného domu realizuje stavební firma na klíč, je dům k nastěhování do jednoho roku stejně jako u ostatním podobných systémů.

1.4.5 Cena

Cena za tento rodinný dům není k dispozici. V následující tabulce č. 6 jsou patrné ceny za m² zdiva Ytong Lambda YQ – superizolační tvárnice pro jednovrstvé zdivo, které uvádí výrobce.

Tabulka č. 6 - Ceny Ytong (převzato z [5])

tl. zdiva bez omítek	rozměry d × v × š	tepelný odpor R10, DRY	tepelný odpor RU	součinitel prostupu tepla výpočtový U _J **	ks na m ² zdiva	kusů na paletě	plocha zdiva na paletě	spotřeba malty	cena tvárnice	cena tvárnice s DPH
mm	mm	m ² K/W	m ² K/W	W/(m ² .K)	ks/m ²	ks	m ² /pal	kg/m ²	Kč/m ²	Kč/m ²
Provedení: hladké									BEZ ZATEPLENÍ	
550*	375×249×549	7,14	6,63	0,147	10,7	24	2,26	8,8	2024,-	2449,-
500	375×249×499	6,49	6,02	0,162	10,7	24	2,26	8,0	1842,-	2229,-
Provedení: Pero + Drážka a úchopové kapsy										
450	499×249×450	5,84	5,42	0,179	8,0	18	2,25	4,5	1690,-	2045,-
375	599×249×375	4,87	4,52	0,213	6,7	24	3,60	3,8	1408,-	1704,-

1.5 Rodinný dům z panelového dřevěného systému

Jako zástupce dřevostavby s panelovou konstrukcí byl pro tyto účely vybrán rodinný dům od firmy WOOD SYSTÉM.

Tento dřevěný rodinný dům má čtvercový půdorys o rozměrech 8,87 x 8,87 m. Zastavěná plocha činí 78,68 m². Dům má 2 nadpodlaží a disponuje 5+1 obytnými místnostmi a jeho užitná plocha pak činí 82,22 m² (viz příloha č. 6).

1.5.1 Konstrukční a materiálové řešení

Dřevo je jedním z nejstarších stavebních materiálů vůbec. Na rozdíl, od již jmenovaných materiálů je dřevo přírodní obnovitelný materiál. V České republice, převážně na venkově, dřevo vévodilo až do poloviny 19. století. Bylo dostupné a mělo dlouhou životnost. Je zajímavé, že u nás je podíl staveb ze dřeva na bytové výstavbě pouze 1%, zatímco v okolních státech jako je ze dřeva na bytové výstavbě pouze 1%, zatímco v okolních státech jako je Rakousko, je to 10% a v severských státech, v Dánsku, Norsku či Finsku, je to až 60%. (Lesy ČR, článek Dřevo jako stavební materiál)

1.5.1.1 Panelová dřevostavba WOOD SYSTEM

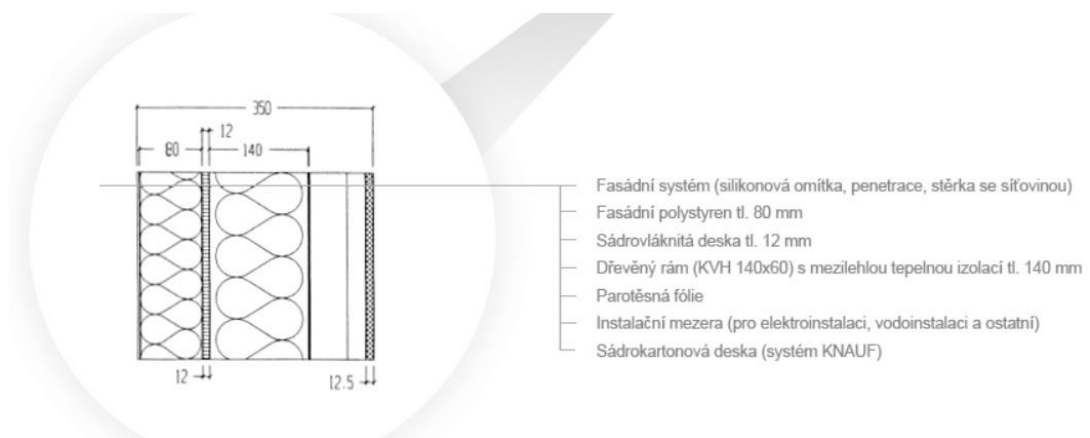
Panelové dřevostavby jsou tvořeny tzv. sendvičovými panely. Výhodou je, že maximální část prací probíhá za konstantních tepelných podmínek. Celá stavba se připraví v hale, včetně otvorů na okna, dveře, izolace, rozvody apod. Dále se provede stěrkování fasádního systému tmelem, produkt se zkontroluje, naloží a doveze k investrovi na místo určené. Další práce již

pokračují přímo na staveništi, kde je připravená základová – podkladní deska, na niž se usadí hotové panely, stropní díly a konstrukce střechy. Následuje zbytek exteriérových i interiérových prací.

Při panelové výstavbě je kladen velký důraz na nižší vliv klimatických jevů, méně odpadu a velkou kvalitu provedené práce. Výhodou je také rychlejší výstavba.

Firma Wood Systém nabízí energeticky úsporné domy. Na výběr mají ze dvou základních konstrukcí a sice konstrukci difúzně uzavřenou a konstrukci difúzně otevřenou.

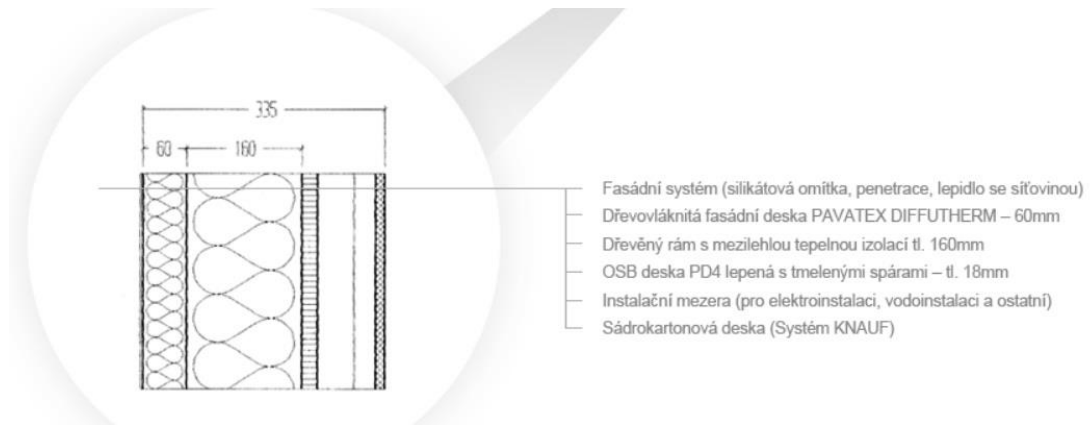
Konstrukce difúzně uzavřená znamená, že disponuje velmi dobrou těsností a kvalitní izolací. Konstrukce obsahuje fasádní systém, polystyren, dřevěný rám opláštěný sádrovláknitou deskou, parotěsnou fólii a sádrokartonovou desku (systém KNAUF), jak lze vidět na následujícím obrázku č. 5. Součinitel prostupu tepla je v případě této konstrukce $U=0,16\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$.



Obrázek č. 5 - Řez obvodovou stěnou energeticky úsporného domu (převzato z [17])

Konstrukce difúzně otevřená vychází z přirozenosti. Spočívá v tom, že „stěna má schopnost dýchat“. V podstatě tento systém funguje na schopnosti transportu molekul přes stěnu oběma směry – brání úniku tepla, umožňuje průnik vodních par a vyrovnává v interiéru vlhkost. Firma Wood systém svými výpočty a mnoha zkouškami došla k přesnému řazení materiálů tak, aby tento mechanismus fungoval a nepřinášel komplikace. V tomto systému je parobrzdňá vrstva z OSB desek, dřevěný rám, fasádní dřevovláknitá izolace,

minerální izolace, kvalitní těsnící pásky a opět sádkartonová deska (systém KNAUF), jak lze vidět na obrázku č. 6. V tomto případě je součinitel prostupu tepla $U = 0,19 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a $\Psi = 7$ hodin.



Obrázek č. 6 – Řez obvodovou stěnou energeticky úsporné certifikované konstrukce DIFFUWALL (Převzato z [17])

1.5.2 Stavební připravenost

Stejně jako u ostatních systémů patří mezi obecné požadavky stavební připravenosti zajištění zpevněné přístupové komunikace do objektu, možnost parkování a zpevněná manipulační plocha. Dále se jedná o vyklizení pracovního prostoru, dostatečný prostor pro skladování stavebního materiálu a potřebného nářadí a nástrojů. Musí být zajištěn přístup k vodě a k elektrické energii.

Montáž dřevěných panelů se provádí z dopravního prostředku. Výrobky nesmí být skladovány na otevřené skládce, nesmí do nich zatékat.

Pro montáž stavebních dílců je zapotřebí větší manipulační prostor než u provádění zděných prvků, protože je zapotřebí stavební mechanizace.

Podobně jako u jiných systémů musí být hotová základová – podkladní deska, včetně izolace proti vodě a proti radonu. Následně se namontují prefabrikované dílce, nejdříve stěny, stropy a nakonec střecha. Obecně se postup montáže řídí podle projektové dokumentace a pokynů výrobce.

1.5.3 Technologická náročnost

Jelikož se do montáže nezahrnuje žádný mokrý proces, lze stavět i v zimním období. Z bezpečnostních důvodů se montáž nesmí provádět za velkého větru.

Panely jsou vyrobeny již ve fabrice a na stavbu jsou dovezeny hotové, připravené k montáži. Právě to, že se nemusí do stavby vnášet mokrý proces je velkou výhodou.

Geometrická přesnost se řídí hodnoty dle platných norem ČSN, pokud není v projektové dokumentaci, či technologickém postupu uvedeno jinak. Pro montáž dřevěných konstrukcí jsou v tabulce č. 7 uvedeny přípustné tolerance odchylky půdorysné polohy.

Tabulka č. 7 - Přípustné tolerance polohy (převzato z [26])

Konstrukce	Přípustné tolerance polohy	Zdroj
Betonové kce (sloup, stěna)	±25mm	ČSN EN 13670, příloha G
Osazení dílců svislých nosných kci (sloup) ^{a)}	±10mm (posunutí či pootočení od os)	ČSN 73 0210-1, Tab.A.2
Osazení dílců svislých nosných kci (stěnové dílce) ^{a)}	±8mm (posunutí či pootočení od os nebo hrany)	ČSN 73 0210-1, Tab.A.2
Ocelové konstrukce	Třída 1: ±10mm	ČSN EN 1090-2, příloha D
	Třída 2: ±5mm	
Hliníkové konstrukce	±5mm	ČSN EN 1090-3, příloha H

^{a)} Lze použít pro montáž prefabrikovaných betonových konstrukcí a dřevěných konstrukcí

Odchyly svislosti jsou uvedeny v tabulce č. 8.

Tabulka č. 8 - Přípustné tolerance svislosti (převzato z [26])

Konstrukce	Přípustné tolerance svislosti	Zdroj
Bednění	±h/200[mm], max. ±30mm	ČSN 73 0210-1, Tab.A.4
Monolitické betonové kce	větší z 15mm nebo h/400[mm] pro h ≤ 10m	ČSN EN 13670, Obr.2a
	větší z 25mm nebo h/600[mm] pro h > 10m	
Prefabrikované betonové kce	±h/200[mm], max. ±30mm	ČSN 73 0210-1, Tab.A.2
Zděné kce	±20mm	ČSN EN 1996-2, Tab.3.1
Obklady	±h/600[mm]	ČSN 73 3451
Konstrukce s dokončenými povrchy ¹⁾	±10mm pro h≤4m	ČSN 73 0205, Tab.A.7
	±12mm pro 4m<h≤8m	
	±15mm pro 8m<h≤16m	

¹⁾ Lze také použít pro kontrolu svislosti SDK kci, pohledových betonů, omítek apod.

Průhyb vodorovné betonové konstrukce viz. tabulka č. 9

Tabulka č. 9 - Přípustný průhyb vodorovných konstrukcí (převzato z [26])

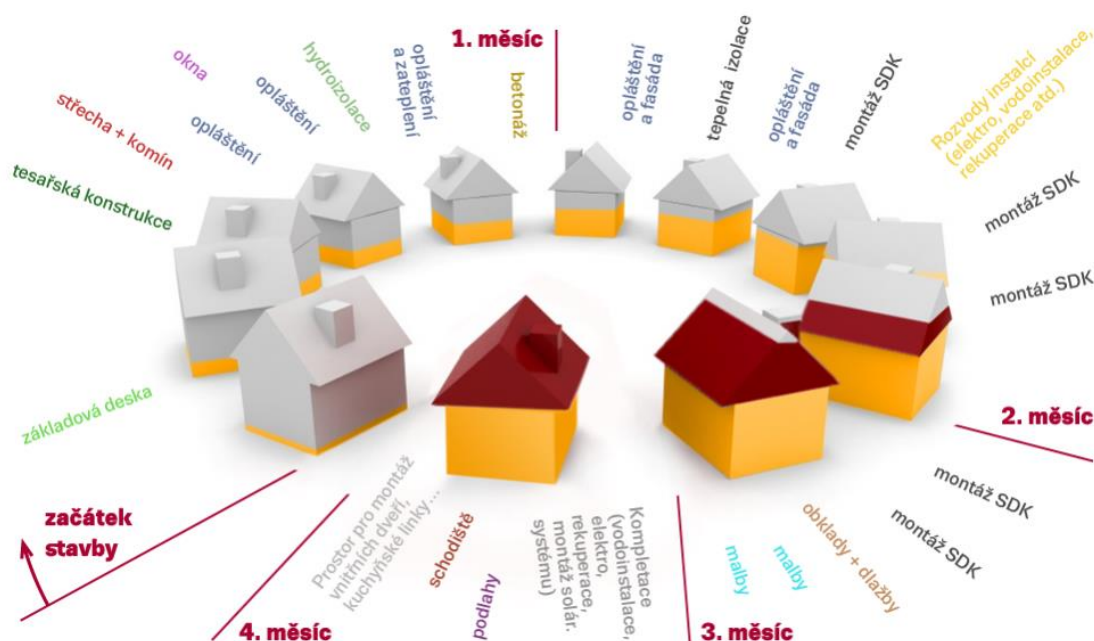
Konstrukce	Přípustný průhyb vodorovných konstrukcí	Zdroj
------------	---	-------

Dřevěné kce	Prostý nosník: max. L / 250[mm]	ČSN EN 1995-1-1, Tab.7.2
	Vykonzolaný nosník: max. L / 125[mm]	

Doprava montovaných panelů je prováděna pomocí nákladních automobilů. Panelové dílce jsou větších rozměrů než palety cihel, ale mají výrazně menší hmotnost. K vykládce i montáži dílců je zapotřebí jeřábové techniky. Proto je technologická náročnost z hlediska dopravy a montáže složitější než u ostatních zdících systémů.

1.5.4 Doba výstavby

Doba výstavby trvá dle firmy kolem 4 měsíců v závislosti na typu stavby a okolnostech. Detailnější harmonogram si lze prohlédnout na následujícím obrázku.



Obrázek č. 7 – Časová osa (převzato z [17])

1.5.5 Cena

Cena této dřevostavby činí 3.232.075,- Kč (včetně DPH). V ceně jsou zahrnuty veškeré režijní náklady. Cena nezahrnuje žádná geodetická zaměření. Základová deska se pohybuje kolem ceny 181.000,- Kč (bez DPH). Detailní rozpočet viz. příloha č. 7.

1.6 Rodinný dům z rámového dřevěného systému

Jako zástupce dřevostavby s rámovou konstrukcí byl vybrán rodinný dům od firmy WOOD SYSTÉM.

Tento dřevěný rodinný dům má obdélníkový půdorys o rozměrech 11 x 8 m. Zastavěná plocha činí 88 m². Dům má dvě podlaží – přízemí a podkroví. Rodinný dům disponuje 5+1 obytnými místnostmi a jeho užitná plocha pak činí 98,76 m² (výkresy viz příloha č. 8).

1.6.1 Konstrukční s materiálové řešení

1.6.1.1 Skeletová dřevostavba WOOD SYSTEM

Skeletové dřevostavby, neboli „Timber Frame“, jsou takové dřevostavby, kde je konstrukce domu zajištěná v horizontálním směru díky dřevěné konstrukci. Tento způsob výstavby potřebuje vhodné strojní vybavení, jako např. CNC stroje, jelikož je složitější na tesařská spojení. Hlavní nosný systém tvoří dřevěný skelet, který se velmi často nechává z vnitřní strany pohledový.

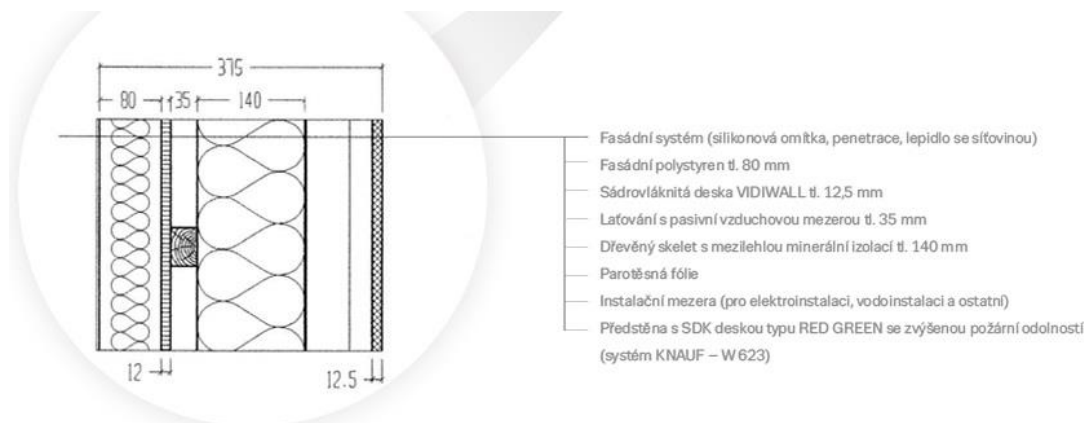
Rozlišujeme dva typy skeletové dřevostavby, podle toho jak jsou prvky poskládány a s jakými průřezy se pracuje. Můžeme se tedy setkat s lehkým skeletem a těžkým skeletem.

Lehký skelet má svislou nosnou konstrukci tvořenou méně nápadnými tyčovými prvky, které mají obdélníkový průřez a jednotlivé prvky se sestavují na stavbě do rastru, který se později doplňuje dalšími deskovými materiály. Výhodou lehkého skeletu je snadná změna dispozice a polohy otvorů v případě, že je to ze statického či jiného požadavku nutné a to ještě v průběhu stavby nosné konstrukce.

Naproti tomu těžký skelet disponuje konstrukcí tvořenou ze sloupů a průvlaků s masivními průřezy. Je důležité tuto konstrukci vyztužit proti vlivu vodorovných sil a dávat také pozor při řešení detailů, kde a jak se budou napojovat jednotlivé díly. Výhodou těžkého skeletu je snadná úprava dispozice i po dokončení výstavby. Tento typ konstrukce je používán u větších staveb (administrativní budovy, školy, apod.).

Firma Wood Systém do kategorie rámových konstrukcí řadí energeticky úsporné domy, nízkoenergetické domy a pasivní dřevostavby.

Energeticky úsporné domy jsou výhodnou variantou v poměru, co se týče investičních nákladů a provozních nákladů. Je to jedna z nejvyužívanějších variant. Skelet je utvořen ze samonosné rámové konstrukce, která je vyrobena buď ze stavebního řeziva (z masivu), anebo z uměle sušeného řeziva. Dále je zde možné volit ze dvou typů tepelně-izolační varianty domu – difúzně uzavřenou nebo difúzně otevřenou variantu. Difúzně uzavřená konstrukce se skládá z polystyrénu, sádrovláknité desky a tepelné izolace, dále pak z parotěsné fólie a předstěny (viz. obrázek č. 8). Součinitel prostupu tepla je v případě obvodové stěny $U=0,16W/(m^2.K)$.



Obrázek č. 8 – Řez obvodovou stěnou energeticky úsporného domu se skeletem ze stavebního řeziva (Převzato z [17]).

Difúzně otevřená varianta konstrukce je tvořena dřevovláknitou fasádní izolací, OSB deskou, dřevěným skeletem, SDK systémem (KNAUF), jak lze vidět na obrázku č. 9. Součinitel prostupu tepla obvodové stěny je $U=0,19W/(m^2.K)$ a $\Psi=7$ hodin.



Obrázek č. 9 – Řez obvodovou stěnou energeticky úsporné certifikované konstrukce DIFFUWALL (Převzato z [17]).

V případě nízkoenergetických domů se firma dostává na energetický limit 50kWh/m² ročně a méně. Rozdíl mezi touto a předchozí variantou je především v aplikaci většího množství izolantu. I zde je možnost výběru mezi difúzně otevřenou a difúzně uzavřenou konstrukcí.

Poslední kategorií rámových konstrukcí jsou pasivní domy, které musí splňovat velkou spoustu požadavků, od zohlednění světových stran, solárního ohřevu vody, umístění stavby, přes vhodně zvolenou dispozici domu, tepelně technických vlastnostech a dalších. U této kategorie je možnost pouze difúzně otevřené konstrukce, přičemž hodnota součinitele prostupu tepla $U =$ cca 0,12 W/m².K.

1.6.2 Stavební připravenost

Obecné požadavky viz předchozí kapitola.

Montáž skeletové dřevěné konstrukce se provádí manuálně. Výrobky musí být skladovány stejně jako zdicí prvky s tím rozdílem, že musí být dostatečně chráněny proti vodě.

Pro montáž je tedy zapotřebí menší manipulační prostor než u dřevostavby z panelů.

Podobně jako u jiných systémů musí být hotová základová – podkladní deska, včetně izolace proti vodě a proti radonu. Následně se vyhotoví dřevěný rám konstrukce, nejdříve stěny, stropy a nakonec střecha. Obecně se postup montáže řídí podle projektové dokumentace a pokynů výrobce.

1.6.3 Technologická náročnost

Jelikož se do montáže nezahrnuje žádný mokrý proces, lze stavět i v zimním období. Jednotlivé prvky jsou na stavbu dovezeny připravené k montáži. Právě to, že se nemusí do stavby vnášet mokrý proces je velkou výhodou.

Geometrická přesnost viz předchozí kapitola.

Jednotlivé prvky jsou dovezeny na stavbu pomocí nákladního automobilu. Pro vykládku používáme stejnou techniku jako u dících materiálů, není tedy zapotřebí jeřáb a to ani při montáži.

1.6.4 Doba výstavby

Doba výstavby je podobná jako u panelové dřevostavby, ale o něco pomalejší (viz obrázek č. 7). A to v průběhu hrubé stavby, kdy se jednotlivé prvky musí montovat zvlášť.

1.6.5 Cena

Cena této dřevostavby činí 3.108.450,- Kč (včetně DPH). V ceně jsou zahrnuty veškeré režijní náklady. Cena nezahrnuje žádná geodetická zaměření. Základová deska se pohybuje kolem ceny 190.000,- Kč (bez DPH). Detailní rozpočet viz. příloha č. 9.

2 KONKRÉTNÍ MODELOVÝ OBJEKT

Aby porovnání těchto systémů bylo co možná nejpřesněji vyhodnoceno, jsou tyto systémy porovnány na jednom konkrétním modelovém objektu, který autor pro tuto bakalářskou práci vybral. Na tomto objektu jsou porovnány všechna systémová řešení, ze kterých je reálné tento objekt postavit. Systém Heluz, Ytong a Livetherm jsou flexibilní pro výstavbu rodinných domů, proto není problém je co nejpřesněji porovnat na této konkrétní stavbě. Dřevostavby se přizpůsobují o něco obtížněji na jiné objekty, než které firma nabízí. Nicméně, na základě mailové a telefonické domluvy s firmou Wood systém, je systém dřevostaveb přizpůsoben na tento modelový rodinný dům. Je tedy možné je porovnat s ostatními systémy na tomto objektu. Betonové panelové systémy Canaba nelze přizpůsobit na jiné objekty, než na které má firma vyhotovené šablony. Pokud by bylo více stejných objektů vymykajících se šablonám, aby se výroba šablony vyplatila, je možné objekty realizovat. Že betonový panelový systém nelze upravit na modelový objekt a důvody proč to nelze, byly zjištěny na základě jednání s firmou.

2.1 Popis modelového objektu

Vybraným modelovým objektem pro tuto bakalářskou práci je obytná část rodinného domu, která vznikne nástavbou, přístavbou a přestavbou stávajícího rodinného domu. Stavba se nachází v obci Jersice s čp. 24. Objekt je součástí zástavby, která probíhá podél místní komunikace. Nachází se uprostřed hlavní části obce.

Na tento modelový objekt – rodinný dům je projektantem navržen cihelný systém Heluz. Konkrétně pro obvodové zdivo Heluz plus 44 (viz. konstrukční systém). Cílem této bakalářské práce je variantní studie jiných, vhodných konstrukčně materiálových systémů na tento objekt a vyhodnocení nejvhodnější varianty. Proto je zde popsán konkrétní konstrukční systém.

2.2 Charakteristika řešeného objektu

Předmětná stavba se nachází na pozemku parcely číslo st. 12/2, na katastrálním území v Jersicích [621072]. Pozemek má výměru 332 m². V jeho okolí se nacházejí další stavby.

Obytná část rodinného domu o rozměrech 17,88 m x 7,38 m má jedno nadzemní podlaží a jedno patro obytného podkroví. Do obytné části se vchází přes zádveří, vedle kterého se nachází schodiště, které vede do obytného podkroví. V přízemí je dále situovaný kuchyňský kout a obývací pokoj, který je orientovaný severozápadně, směrem na náves obce. Vedle kuchyňského koutu, severovýchodně, se nachází jídelna. V zadní části přízemí domu je umístěna koupelna, wc, prádelna a ložnice. V obytném podkroví jsou čtyři dětské pokoje (dva z nich jsou orientovány do průčelí směrem na náves), koupelna záchod a šatna.

Stávající rodinný dům je připojen na elektrický rozvod NN, v rámci výstavby bude nově vybudována pojistková přípojková skříň a elektroměrový rozvaděč. Dále je připojen na vodovod a jednotnou kanalizaci. Na tyto přípojky bude připojen i objekt po stavebních úpravách, nástavbě a přístavbě. Veřejné sítě vedou podél místní komunikace, která se nachází před hlavním severovýchodním průčelím rodinného domu.

2.3 Konstrukční systém - stávající řešení

Konstrukční systém obytné části stavby je řešen jako stěnový příčný nosný systém. Obvodové stěny budou provedeny ze stěnových dílců Heluz PLUS 44 broušená na Heluz SBC maltu pro celoplošnou tenkou spáru. Vnitřní nosné zdivo je navrženo jako Heluz UNI 30 broušená taktéž na Heluz SBC maltu pro celoplošnou tenkou spáru. Stropní konstrukce je navržena ze stropního systému Tras, železobetonových stropních nosníků a betonových stropních vložek. Stropní konstrukce po zalití betonem nabývá tloušťky 250 mm. Příčky budou vyžděny z cihelného zdiva Heluz 11,5 broušená na Heluz maltu SB pro tenkou spáru. Výkresy jsou k nahlédnutí v příloze č. 10, 11, 12, 13.

3 KONKRÉTNÍ TYPY MATERIÁLOVÝCH SYSTÉMŮ

Kapitola číslo 3 obsahuje výběr konkrétních materiálových systémů, které budou porovnávány mezi sebou na modelovém objektu.

3.1 HELUZ

3.1.1 Keramické tvárnice HELUZ PLUS

Zástupcem obvodových konstrukcí z keramických tvárnic od firmy HELUZ byl vybrán HELUZ PLUS 44, včetně doplňkových kusů. Vlastnosti tohoto materiálu jsou uvedeny v následující tabulce č. 10.

Tabulka č. 10 – Parametry HELUZ PLUS 44 (převzato z [9])

Rozměry (DxŠxV)	247 x 440 x 238 mm
Hmotnost	15,5 Kg
Třída pevnosti v tlaku	10 Mpa
Součinitel prostupu tepla U	0,21 W/m ² K
Tepelní odpor R	4,69 m ² K/W
Vzduchová neprůzvučnost	46 dB

Výhodou této keramické tvárnice HELUZ PLUS 44 je skutečnost, že disponuje menším součinitelem prostupu tepla U než ostatní keramické tvárnice. Dalším plusem je její příznivá cena, vysoká únosnost a přirozený prostup vodních pár, tím pádem zdivo může dýchat. Její tepelněizolační vlastnosti tak postačí na hodnoty normy a není jí dále potřeba zateplovat.

Firma Heluz, jak již bylo zmíněno, vyrábí cihelné bloky Heluz Family 2in1, které mají daleko lepší tepelně technické parametry než Heluz Plus. Ale na základě výpočtu doby návratnosti (viz níže), kde byly porovnány tyto dva typy materiálových řešení, byla vybrána cihla Heluz Plus 44 jako plně dostačující.

3.1.1.1 Výpočet doby návratnosti

Pro výpočet doby návratnosti dvou materiálových systémů je potřeba znát následující parametry, které jsou vysvětleny v následujících odstavcích.

Hodnoty součinitele prostupu tepla U obou materiálů, které jsou známy a uvádí je výrobce ve svých prospektech.

Dále je zapotřebí znát plochu řešeného zdiva A, která je vypočítána z projektové dokumentace modelového objektu.

Aby bylo možné vypočítat rozdíl teplot ΔT , je nutné znát teplotu v interiéru a teplotu v exteriéru. Vnitřní výpočtové teploty stanovuje norma ČSN EN 12831. Pro obytné budovy v obývacích místnostech je výpočtová vnitřní teplota t_i 20 °C. Průměrné venkovní teploty v otopném období jsou převzaty z tabulky, která je součástí zdroje (2). Výpočet průměrné venkovní teploty t_e v otopném období je v tabulce č. 11.

Tabulka č. 11 – Průměrná venkovní teplota

Lokalita	Průměrné měsíční venkovní teploty										t_e
	měsíc										
	9	10	11	12	1	2	3	4	5		
	[°C]										
Jihlava	12	7,1	2,1	-1	-3	-2	2	6,8	12	3,9778	

Jestliže jsou známy tyto dvě teploty, je možné vypočítat rozdíl teplot dle vzorečku $\Delta T = t_i - t_e$. Potom jsou známy všechny potřebné hodnoty k výpočtu tepelné ztráty zdiva – kolik tepla projde danou konstrukcí. Tepelná ztráta zdiva = $U \times A \times \Delta T / 1000$ [kW]. Nicméně, je potřeba zjistit, kolik projde tepla obvodovou konstrukcí za topnou sezónu. V tabulce č. 11 lze vidět, že topná sezóna pro lokalitu okolo Jihlavy je od září do května, což je v přepočtu 274 dní. Pak tepelná ztráta zdiva = $U \times A \times \Delta T / 1000 \times 274 \times 24$ h [kWh/rok]. (<https://forum.tzb-info.cz/139609-prevod-z-tepelne-ztraty-na-kwh-rok>)

Na základně poptávky poslala firma Heluz cenové nabídky systémových řešení. Výpis z cenové nabídky Heluz Plus 44 včetně doplňků je vypsán v tabulce č. 12 a systému Heluz family 44 2in1 včetně doplňků je vypsán v tabulce č. 13

Tabulka č. 12 – Cenová nabídka HELUZ PLUS 44

Výrobek	Cena [kč]
Heluz PLUS 44 broušená /72/	228 398,85
Heluz PLUS 44 broušená /72/	2 077,47
Heluz PLUS 44-K 1/2 broušená /120/	9 870,54
Heluz PLUS 44-K broušená /72/	13 873,33
Heluz PLUS 44-R broušená /84/	5 642,48
Celkem	259 862,67

Tabulka č. 13 – Cenová nabídka HELUZ FAMILY 44 2in1

Výrobek	Cena [kč]
Heluz Family 44 2in1 /72/	512 315,78
Heluz Family 44 2in1 /72/	4 441,49
Heluz Family 44-K-1/2 2in1 /120/	21 395,20
Heluz Family 44-K 2in1 /60/	31 392,94
Heluz Family 44-R 2in1 /84/	12 056,02
Celkem	581 601,43

Způsobů, jak vytápět rodinný dům je více. Cena paliva je pochopitelně ovlivněna právě způsobem vytápění. V tabulce č. 14 jsou uvedeny ceny jednotlivých paliv, které jsou převzaty z tabulky (převzato z [<https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/139-porovnani-nakladu-na-vytapani-podle-druhu-paliva>]).

Tabulka č. 14 – Ceny jednotlivých paliv

Cena zemního plynu [Kč/kWh]	1,76
Cena elektrické energie (přímotop) [Kč/kWh]	3,04
Cena dřeva [Kč/kWh]	0,99
Cena hnědého uhlí [Kč/kWh]	1,29

Pokud jsou známy hodnoty cen paliva, může se vypočítat, jak velká bude investice, abychom vytopili tepelnou ztrátu, která nám projde obvodovou konstrukcí. Cena na vytopení tepelné ztráty = tepelná ztráta zdiva x cena jednotlivých paliv. Z tohoto vzorečku jasně vyplývá, že záleží na tepelné ztrátě obvodové konstrukce, která je u zdiva z Heluz family 44 2in1 menší než u zdiva Heluz Plus 44. V následující tabulce č. 15 je vypočítaná cena paliva, potřebná k vytopení tepelné ztráty obou typů systému.

Tabulka č. 15 – Ceny na vytopení ztráty dle typu systému

Materiál	Heluz PLUS 44 broušená	Heluz Family 44 2in1 broušená
Cena na vytopení ztráty – plyn [Kč]	7 172,72	4 662,27
Cena na vytopení ztráty – el [Kč]	12 389,24	8 053,00
Cena na vytopení ztráty – dřevo [Kč]	4 034,65	2 622,52
Cena na vytopení ztráty – uhlí [Kč]	5 257,28	3 417,23

Následně je možné vypočítat rozdíl cen na vytopení tepelné ztráty zdívkou mezi dvěma systémy v závislosti na druhu paliva. Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 16, ve které je také uvedena hodnota rozdílu cen za jednotlivé typy systémových tvárnic.

Tabulka č. 16 – Rozdíly cen

Rozdíl cen cihly [Kč]	321 738,76
Rozdíl cen topení - plyn [Kč]	2 510,45
Rozdíl cen topení - el [Kč]	4 336,23
Rozdíl cen topení - dřevo [Kč]	1 412,13
Rozdíl cen topení - uhlí [Kč]	1 840,05

Posledním krokem tohoto výpočtu je výpočet doby návratnosti, tedy za jak dlouho se investice vrátí, pokud by byl koupen dražší materiál s lepší hodnotou součinitele prostupu tepla, tedy Heluz family 2in1, v porovnání koupi cihelného systému Heluz Plus 44. Doba návratnosti = rozdíl cen cihly / rozdíl cen za topení. Doba návratnosti, v závislosti na druhu paliva, je vypočítána v tabulce č. 17.

Tabulka č. 17 – Doba návratnosti

Návratnost plyn [roky]	128,16
Návratnost el [roky]	74,20
Návratnost dřevo [roky]	227,84
Návratnost uhlí [roky]	174,85

Z této tabulky je jasné, že se investice do cihly s lepšími tepelně-izolačními vlastnostmi nevyplatí, protože pokud bude objekt vytápěn kotlem na hnědé uhlí a pokud by bylo bráno v úvahu, že se cena uhlí ani hodnota peněz nebude měnit, investice se vrátí cca za 174 let.

3.1.2 Keramické tvárnice HELUZ UNI broušená

Jako zástupce pro obvodové a vnitřní zdivo z keramických tvárnic od firmy HELUZ, byla vybrána pro porovnání cihla HELUZ UNI 30 broušená,

včetně doplňkových kusů. Vlastnosti tohoto materiálu jsou uvedeny v následující tabulce č. 18.

Tabulka č. 18 – Parametry HELUZ UNI 30 broušená

Rozměry (DxŠxV)	247 x 300 x 249 mm
Hmotnost	13,1 Kg
Třída pevnosti v tlaku	12,5 Mpa
Součinitel prostupu tepla U	0,49 W/m ² K
Tepelní odpor R	1,89 m ² K/W
Vzduchová neprůzvučnost	49 dB

Keramická tvárnice HELUZ UNI broušená je taktéž za příznivou cenu. Dalším kladným bodem je její optimální tvar, díky němuž je cihla pevnější. U této tvárnice se také můžeme těšit z výhodného uspořádání vnitřních příček v případě, že cihly potřebujeme dělit.

3.1.3 Keramické tvárnice HELUZ 11,5 broušená

Jako zástupce pro vnitřní zdivo a příčky z keramických tvárnice od firmy HELUZ, byla vybrána pro porovnání cihla HELUZ 11,5 broušená, včetně doplňkových kusů. Vlastnosti tohoto materiálu jsou uvedeny v následující tabulce č. 3

Tabulka č. 19 – Parametry HELUZ 11,5 broušená

Rozměry (DxŠxV)	497 x 115 x 249 mm
Hmotnost	10,3 Kg
Třída pevnosti v tlaku	10 Mpa
Součinitel prostupu tepla U	1,3 W/m ² K
Tepelní odpor R	0,51 m ² K/W
Vzduchová neprůzvučnost	45 dB

Keramická tvárnice HELUZ 11,5 broušená je výhodná jednak tím, že zdění je velmi rychlé, nespotřebujeme takové množství malty jako u jiných cihel a je vhodným podkladem pod omítky.

3.2 LIVETHERM

3.2.1 Betonové tvárnice Livetherm TOL+S

Jako zástupce pro obvodové zdivo z betonových tvárnic od firmy Livetherm, byla vybrána pro porovnání tvárnice TOL+S Z400-P7. Vlastnosti tohoto materiálu jsou uvedeny v následující tabulce č.x

Tabulka č. 1 – Parametry Livetherm TOL+S Z400-P7

Rozměry (DxŠxV)	400 x 300 x 198 mm
Hmotnost stěny bez omítky	278 Kg/m ²
Průměrná pevnost v tlaku	3,73 Mpa
Součinitel prostupu tepla U	0,21 W/m ² K
Tepelný odpor R	4,56 m ² K/W
Vzduchová neprůzvučnost	53 dB

Materiál	Livetherm TOL + S
Cena na vytopení ztráty - plyn [Kč]	7 531,35
Cena na vytopení ztráty - el [Kč]	13 008,70
Cena na vytopení ztráty - dřevo [Kč]	4 236,39
Cena na vytopení ztráty - uhlí [Kč]	5 520,14

3.2.2 Betonové tvárnice Livetherm TNL

Jako zástupce pro nosné zdivo z betonových tvárnic od firmy Livetherm, byla vybrána pro porovnání tvárnice TNL 300. Technické parametry tohoto materiálu jsou uvedeny v následující tabulce č. x.

Tabulka č. 2 – Parametry Livetherm TNL 300

Rozměry (DxŠxV)	300 x 300 x 198 mm
Hmotnost stěny bez omítky	294 Kg/m ²

Průměrná pevnost v tlaku	3,23 Mpa
Součinitel prostupu tepla U	1,09 W/m ² K
Tepelný odpor R	0,68 m ² K/W
Vzduchová neprůzvučnost	53 dB

3.2.3 Betonové tvárnice Livetherm TPL

Jako zástupce pro příčné zdivo z betonových tvárnic od firmy Livetherm byla vybrána pro porovnání tvárnice TPL 120. Technické parametry tohoto materiálu jsou uvedeny v následující tabulce č.x.

Tabulka č. 3 – Parametry Livetherm TPL 120

Rozměry (DxŠxV)	120 x 500 x 198 mm
Hmotnost stěny bez omítky	126 Kg/m ²
Součinitel prostupu tepla U	1,70 W/m ² K
Tepelný odpor R	0,35 m ² K/W
Vzduchová neprůzvučnost	44 dB

3.3 YTONG

3.3.1 Pórobetonové tvárnice YTONG Lambda

Jako zástupce pro obvodové a vnitřní nosné i nenosné zdivo z pórobetonových tvárnic od firmy YTONG, byla vybrána pro porovnání cihla Ytong Lambda YQ PDK 450 mm. Vlastnosti tohoto materiálu jsou uvedeny v následující tabulce č. 4

Tabulka č. 20 – Parametry YTONG Lambda

Rozměry (DxŠxV)	499 x 450 x 249 mm
Objemová hmotnost	275 Kg/m ³
Průměrná pevnost v tlaku	2,2 Mpa
Součinitel prostupu tepla U	0,179 W/m ² K
Tepelní odpor R	5,42 m ² K/W
Vzduchová neprůzvučnost	50+ dB

Tvárnice YTONG Lambda je novinkou od firmy YTONG, inovovanou podle evropské směrnice o energetické náročnosti budov 2020. Má velmi dobré tepelněizolační vlastnosti, splňuje požadavky na domy budoucích generací. Tvárnici není potřeba dále zateplovat.

Materiál	Ytong Lambda YQ 450 tvárnice P2-300
Cena na vytopení ztráty - plyn [Kč]	6 419,58
Cena na vytopení ztráty - el [Kč]	11 088,37
Cena na vytopení ztráty - dřevo [Kč]	3 611,01
Cena na vytopení ztráty - uhlí [Kč]	4 705,26

Návratnost plyn [roky]	27,36
Návratnost el [roky]	15,84
Návratnost dřevo [roky]	48,63
Návratnost uhlí [roky]	37,32

3.3.2 Pórobetonové tvárnice YTONG Standard

Jako zástupce pro obvodové a vnitřní nosné i nenosné zdivo z pórobetonových tvárnic od firmy YTONG, byla vybrána pro porovnání cihla Ytong Standard PDK 300 mm. Vlastnosti tohoto materiálu jsou uvedeny v následující tabulce č. 5

Tabulka č. 21 – Parametry YTONG Standard

Rozměry (DxŠxV)	599 x 300 x 249 mm
Objemová hmotnost	375 Kg/m ³
Průměrná pevnost v tlaku	2,7 Mpa
Součinitel prostupu tepla U	0,330 W/m ² K
Tepelní odpor R	2,86 m ² K/W
Vzduchová neprůzvučnost	46 dB

Výhodou tvárnic YTONG Standard je snadné a rychlé zdění bez odpadu a také fakt, že má stejné technické vlastnosti ve všech směrech.

3.3.3 Pórobetonové tvárnice YTONG Klasik

Jako zástupce pro příčky z pórobetonových tvárnic od firmy YTONG, byla vybrána pro porovnání cihla Ytong Klasik / 100mm. Vlastnosti tohoto materiálu jsou uvedeny v následující tabulce č. 6

Tabulka č. 22 – Parametry YTONG Klasik

Rozměry (DxŠxV)	599 x 100 x 249 mm
Objemová hmotnost	475 Kg/m ³
Průměrná pevnost v tlaku	2,8 Mpa
Součinitel prostupu tepla U	1,111 W/m ² K
Tepelní odpor R	0,73 m ² K/W
Vzduchová neprůzvučnost	37 dB

Její snadné a rychlé zdění bez odpadu, je velkou výhodou stejně jako ostatní tvárnice od firmy YTONG. Disponuje vysokou přesností vyzděných stěn, nízkou hmotností a vysokou požární odolností.

3.4 WOOD SYSTEM

3.4.1 Dřevostavba – skeletová konstrukce

Pro modelový objekt byl vybrán jako zástupce dřevostavby skeletového systému energeticky úsporný, difúzně uzavřený konstrukčně materiálový systém od firmy Wood Systém.

Součinitel prostupu tepla je v případě obvodové stěny $U=0,16W/(m^2.K)$.
Detailní popis v kapitole 1.6.1.1. Skeletová dřevostavba Wood Systém.

Materiál	Wood systém skelet
Cena na vytopení ztráty - plyn [Kč]	5 738,17
Cena na vytopení ztráty - el [Kč]	9 911,39
Cena na vytopení ztráty - dřevo [Kč]	3 227,72
Cena na vytopení ztráty - uhlí [Kč]	4 205,82

3.4.2 Dřevostavba – panelová konstrukce

Pro modelový objekt byl vybrán jako zástupce dřevostavby panelového systému energeticky úsporný, difúzně uzavřený konstrukčně materiálový systém od firmy Wood Systém.

Součinitel prostupu tepla je v případě této konstrukce $U=0,16\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$. Detailní popis v kapitole 1.5.1.1. Panelová dřevostavba Wood Systém.

Materiál	Wood systém - panel
Cena na vytopení ztráty - plyn [Kč]	5 738,17
Cena na vytopení ztráty - el [Kč]	9 911,39
Cena na vytopení ztráty - dřevo [Kč]	3 227,72
Cena na vytopení ztráty - uhlí [Kč]	4 205,82

4 VARIANTY VÝSTAVBY

Existuje několik způsobů, jak postavit dům. Investor musí zvážit veškeré aspekty se stavbou související, aby se dobře rozhodl, jakým způsobem bude chtít stavbu realizovat. Je potřeba, aby si určil priority, zvážil všechny klady a zápory všech variant a podle toho se rozhodl. V případě, že je manuálně zručný, má k sobě další pomocnou pracovní sílu a dostatek času, může si postavit dům tzv. svépomocí. Další možností je zadání zakázky živnostníkům nebo firmě. Při tomto rozhodování je velice důležité zvážit technologickou náročnost konkrétní stavby. Některé systémy jako jsou Heluz, Ytong, Livetherm atd., je možné bez většího rizika realizovat svépomocí. To však již neplatí např. pro některé systémy dřevostaveb a betonových staveb. Dle jednotlivých technologií a od zvoleného způsobu realizace se bude samozřejmě odvíjet finanční a časová náročnost díla.

4.1 Svépomoc

Svépomoc v případě stavby domu znamená, že má investor výstavbu ve svých vlastních rukou. On sám musí zvážit, jakým způsobem se bude co provádět, musí si nastudovat jednotlivé technologické postupy, objednávat si materiál, potažmo mít k dispozici lidi, kteří mu při stavbě pomohou.

Výhodou je, že ve svém domě má přesně to, co si představoval, má dokonalý přehled o dodržení jednotlivých technologických postupů. Naučí se spoustu nových věcí a s velkou pravděpodobností, co se týče financí, ušetří (i přesto, že firma je schopna materiál sehnat za lepší cenu). Předpokladem úspěšné realizace je osobní odborná erudovanost investora nebo odborné zázemí u jiných osob. Pokud se vše dobře zvládne, je výsledkem také daleko osobnější vztah k vybudovanému zázemí pro rodinu.

Nevýhodou je, že se zpravidla doba výstavby protáhne, protože se nelze výstavbě věnovat kontinuálně každý den. Investor má více starostí s celkovou koordinací prací, s pracovními nástroji a nářadím, s logistikou ohledně materiálu, nemá většinou k dispozici vlastní strojní a mechanizační prostředky apod. Důležitou roli hraje také oblast bezpečnosti práce, kdy jde o

zajištění bezpečnosti osob, kteří mají o rizicích spojených s pracemi při výstavbě domu mnohdy malé povědomí.

4.2 Živnostníci

Zde se jedná o činnost jednotlivých osob samostatně výdělečně činných. Již z této „definice“ vyplývá, že tyto osoby musí vytvořit výdělek, kterým pokrývají své životní náklady včetně odvodů do systému sociálního a zdravotního pojištění, nákupu náradí, nástrojů, strojů, ochranných pracovních pomůcek, dopravního prostředku aj. Právě tyto osobní, mzdové a další náklady znamenají nárůst finančních prostředků potřebných pro realizaci stavby.

Výhodou tohoto způsobu realizace stavby je zkrácení doby realizace a také to, že čas, který by investor věnoval výstavbě v případě prací svépomocí, může věnovat např. další výdělečné činnosti a částečně tím i pokrýt uvedené zvýšené náklady. Dalšími výhodami jsou, resp. by měly být, odbornost a zkušenosti živnostníků, jejich vybavení měřicími přístroji, profesionálním náradím, atd. Lze takto realizovat i technologicky náročnější stavební systémy.

Mezi nevýhody lze zařadit mimo zvýšené finanční náklady také riziko výběru nekompetentního zhotovitele, popř. riziko, že se v době dostatku příležitostí nepodaří delší dobu oslovit a získat pro realizaci vhodného živnostníka. Z výběru nekvalitního zhotovitele potom plyne mnoho dalších problémů a komplikací, přičemž může dojít až k nekvalitnímu zhotovení díla a v jejich konečném důsledku i finančním ztrátám.

4.3 Firma

V případě firmy jde o tzv. právnické osoby a můžeme je členit podle počtu zaměstnanců nebo např. ročního obrátu na malé, střední a velké.

Pokud se investor rozhodne pro zadání realizace stavby odborné stavební firmě a na základě referencí se mu podaří uzavřít smlouvu s kvalitní firmou, znamená to pro něj relativně bezproblémovou realizaci, bez fyzické i psychické námahy, rizika úrazu, nutnosti disponovat svým náradím, přístroji a dalším vybavením. Lze takto realizovat i technologicky náročné stavební systémy.

Pro mnoho běžných občanů patří mezi hlavní nevýhodu a také hlavní důvod volby jiného způsobu realizace finanční náročnost. Případné lepší podmínky při nákupu stavebního materiálu nepokryjí zvýšené náklady na firmu, které jsou bezpochyby z její strany oprávněné. Firma musí nejen pokrýt mzdové náklady včetně povinných odvodů dělníků a techniků přímo zajišťujících konkrétní stavební akci, ale také dalších zaměstnanců ať už na ekonomickém, personálním a jiném úseku. Musí mít bezchybně zajištěnou oblast bezpečnosti práce a ochrany zdraví, disponovat profesionálním technickým vybavením (měřicí přístroje, nářadí, pracovní stroje, vozidla, lešení, a mnohé další). Značné náklady pro firmu přináší provoz zázemí, vybavení IT technikou, různé pravidelné revize, technické prohlídky, opravy techniky, aj.

Je možné uvést ke každému způsobu realizace stavby mnoho dalších proměnných, je možné vyjmenovat mnoho rizik v případě výběru nezodpovědného živnostníka nebo problémové firmy, lze diskutovat o nedostatku kvalitních řemeslníků, ale to není předmětem této práce.

5 CENOVÁ NABÍDKA JEDNOTLIVÝCH SYSTÉMŮ

Zde jsou rozepsány ceny jednotlivých konstrukčně materiálových variant. Cenové nabídky konkrétních materiálových systémů jsou detailně rozepsány v následujících tabulkách. Na začátku je nutné říci, že se cenová nabídka týká pouze svislých nosných i nenosných konstrukcí, včetně hrubé povrchové úpravy, a dále vodorovných konstrukcí, včetně hrubé povrchové konstrukce. Nabídky jsou rozděleny v závislosti na variantě výstavby. Pokud to systém umožňuje je nabídka vyhotovená na všechny varianty výstavby. Ceny jsou v případě varianty výstavby svépomocí převzaty z cenové nabídky od prodejce a dovozce materiálů Střechy Svoboda a syn. Výstavba rodinného domu živnostníky je kalkulovaná z cenové nabídky od živnostníka Jana Plucara. U varianty výstavby firmou jsou ceny u konstrukčně materiálových systémů HELUZ, YTONG A LIVETHERM převzaty z cenové nabídky od firmy Starkon a.s. a v případě varianty systému skeletové a panelové dřevostavby od firmy Wood systém. Firma Wood systém zhotovuje stavby na klíč a bylo by obtížné, či nemožné stavbu realizovat jiným způsobem. Proto je vyhotovena cenová nabídka pouze přímo od výrobce a současně zhotovitele. Cenové nabídky byly vyhotoveny na základě poptávky na modelový obytný výřez rodinného domu, který je předmětem porovnání v této bakalářské práci.

5.1 Keramické tvárnice HELUZ

V níže uvedených tabulkách je možné nahlédnout do cenových nabídek pro systém HELUZ, rozdělených dle typu výstavby na variantu výstavby svépomocí, variantu výstavby prostřednictvím živnostníků a variantu výstavby pomocí firmy.

5.1.1 Varianta výstavby svépomocí

Tabulka č. 23 – Výkaz výměr zděicích prvků

Výrobek	Množství [ks]	Celkem bez DPH [kč]
Heluz PLUS 44 broušená /72/	2808	188 759,38
Heluz PLUS 44 broušená /72/	19	1 716,92
Heluz PLUS 44-K 1/2 broušená /120/	173	8 157,47
Heluz PLUS 44-K broušená /72/	127	11 465,56
Heluz PLUS 44-R broušená /84/	62	4 663,21
Heluz UNI 30 broušená /96/	1248	63 033,98
Heluz UNI 30 broušená /96/	34	2 308,46
Heluz 11,5 broušená /72/	600	28 511,40
Heluz 11,5 broušená /72/	16	1 022,05
Heluz Věncovka 8/21 broušená /135/	216	6 811,99
Heluz Plochý překlad 115/71/1250 (40)	10	1 537,20
Heluz Plochý překlad 115/71/2250	1	293,41
Heluz Nosný překlad 1000 /20/	8	1 683,60
Heluz Nosný překlad 1250 /20/	44	12 400,08
Heluz Nosný překlad 1500 /20/	16	5 387,52
Heluz Nosný překlad 1750 /20/	4	1 744,60
Heluz zakládací tepelněizolační malta TREND 25kg	25	-
Heluz SBC malta celoplošná tenká spára 25kg	47	-
Heluz SB malta pro tenkou spáru 25kg	5	-
Celkem		339 496,83

Tabulka č. 24 – Nabídka doplňků

Výrobek	Množství [ks]	Celkem bez DPH [kč]
Heluz zakládací tepelněizolační malta TREND 25kg	10	2 475,00
Heluz Polystyren tl. 70mm, výška 240mm, délka 1,5mb	13	582,66
Heluz Polystyren tl. 90mm, výška 240mm, délka 1,5mb	13	752,31
Heluz Extrudovaný polystyren XPS řezaný	62	3 035,52
Heluz kotva z korozivzdorné oceli	186	1 791,18
Celkem		8 636,67

Tabulka č. 25 – Výkaz výměr stropní konstrukce

Výrobek	Množství [ks]	Celkem bez DPH [kč]
Heluz MIAKO VLOŽKY, ORIENTAČNÍ CENA	1	43 335,00
Heluz MIAKO vložky, orientační cena	1	95 765,00
Heluz VĚNCOVKY, orientační cena	1	4 066,00
Celkem		143 166,00

Tabulka č. 26 – Souhrn cen HELUZ

Součet bez DPH [Kč]	491 299,50
DPH	21%
DPH [Kč]	103 172,90
Celkem s DPH [Kč]	594 472,40

Celkový rozpočet je k nahlédnutí v příloze č. 14.

5.1.2 Varianta výstavby živnostníky

Tabulka č. 4 – Položkový rozpočet HELUZ - živnostníci

Položkový rozpočet						
S:		Jiří Doležal				
P.č.	Číslo položky	Název položky	MJ	množství	cena / MJ	Celkem
Díl:	3	Svislé a kompletní konstrukce				432 558,84
1	311237488R00	Zdivo HELUZ PLUS brouš. P8, tl. 44 cm,lep.celopl	m2	193,40000	1 493,00	288 746,20
2	317998113R00	Izolace mezi překlady polystyren tl. 80 mm	m	19,50000	73,30	1 429,35
3	311237448R00	Zdivo z HELUZ UNI brouš.P10, tl. 30 cm,celopl.	m2	81,81500	966,00	79 033,29
4	342247532R00	Přičky z cihel HELUZ broušených, lepidlo, tl. 11,5	m2	77,00000	484,00	37 268,00
5	317167122R00	Překlad Heluz plochý 11,5/7,1/125 cm	kus	10,00000	240,50	2 405,00
6	317167126R00	Překlad Heluz plochý 11,5/7,1/225 cm	kus	1,00000	409,00	409,00
7	317167210R00	Překlad Heluz vysoký, nosný 23,8/7/100 cm	kus	8,00000	252,50	2 020,00
8	317167211R00	Překlad Heluz vysoký, nosný 23,8/7/125 cm	kus	44,00000	311,50	13 706,00
9	317167212R00	Překlad Heluz vysoký, nosný 23,8/7/150 cm	kus	16,00000	360,50	5 768,00
10	317167213R00	Překlad Heluz vysoký, nosný 23,8/7/175 cm	kus	4,00000	443,50	1 774,00
Díl:	4	Vodorovné konstrukce				225 690,39
11	417237112R00	Obezdní věnce brouš. věncovkou HELUZ 8/21, izol.	m	97,42000	197,00	19 191,74
12	411354175R00	Podpěrná konstr. stropů do 20 kPa - zřízení	m2	50,00000	231,50	11 575,00
13	411354176R00	Podpěrná konstr. stropů do 20 kPa - odstranění	m2	50,00000	53,30	2 665,00
14	417237114R00	Obezdní věnce brouš. věncovkou HELUZ 8/25, izol.	m	50,52000	207,50	10 482,90
15	411167123RT3	Strop HELUZ, OVN 50, tl. 25 cm, nosník 3,25 - 4 m, s Kari sítí KA 17 drát 4 mm oko 150x150 mm	m2	100,00000	1 391,00	139 100,00
16	417321315R00	Ztužující pásy a věnce z betonu železového C 20/25	m3	6,39000	2 655,00	16 965,45
17	417361821R00	Výztuž ztužujících pásů a věnců z oceli 10505(R)	t	0,77000	33 390,00	25 710,30
Díl:	60	Úpravy povrchů, omítky				83 035,50
18	602016201R00	Postřík stěn cementový PROFI Spritzer, strojně	m2	195,00000	49,90	9 730,50
19	601016231RT3	Omítka stropů jednovrstvá hlaz. PROFI MK2, strojně, tloušťka vrstvy 15 mm	m2	100,00000	286,50	28 650,00
20	602016214RT5	Omítka stěn jádrová PROFI MUP-L, strojně, tloušťka vrstvy 20 mm	m2	195,00000	229,00	44 655,00
Díl:	61	Úpravy povrchů vnitřní				133 791,00
21	612421637R00	Omítka vnitřní zdiva, MVC, štuková	m2	483,00000	277,00	133 791,00
Díl:	94	Lešení a stavební výtahy				22 850,00
22	941955002R00	Lešení lehké pomocné, výška podlahy do 1,9 m	m2	100,00000	105,50	10 550,00
23	941955001R00	Lešení lehké pomocné, výška podlahy do 1,2 m	m2	150,00000	82,00	12 300,00
Díl:	99	Stavební přesun hmot				39 380,37
24	998011001R00	Přesun hmot pro budovy zděné výšky do 6 m	t	168,27000	230,50	38 786,24
25	998009101R00	Přesun hmot lešení samostatně budovaného	t	0,33950	1 750,00	594,13
Díl:	VN	Vedlejší náklady				37 492,00
26	1		-	1,00000	37 492,00	37 492,00

Krycí list HELUZ

Tabulka č. 5 – Krycí list HELUZ

Položkový rozpočet			
Zakázka: Jiří Doležal			
Objednatel:	Jiří Doležal	IČ:	
	Jersice	DIČ:	
Zhotovitel:	N P V stavební spol. s r.o.	IČ: 47217502	
	V Kaštanech 36/II.	DIČ: CZ47217502	
	38001 Dačice		
Vypracoval: Jan Plucar			
Rozpis ceny	Dodávka	Montáž	Celkem
HSV	534 517,47	402 788,64	937 306,10
PSV	0,00	0,00	0,00
MON	0,00	0,00	0,00
Vedlejší náklady	0,00	37 492,00	37 492,00
Ostatní náklady	0,00	0,00	0,00
Celkem	534 517,47	440 280,64	974 798,10
Rekapitulace daní			
Základ pro sníženou DPH	15 %	974 798,10 CZK	
Snížená DPH	15 %	146 220,00 CZK	
Základ pro základní DPH	21 %	0,00 CZK	
Základní DPH	21 %	0,00 CZK	
Zaokrouhlení		-0,10 CZK	
Cena celkem s DPH		1 121 018,00 CZK	
v _____	dne	26.5.2019	
_____		_____	
Za zhotovitele		Za objednatele	

Tabulka č. 6 – Rekapitulace stavebních dílů HELUZ

Rekapitulace dílů

Číslo	Název	Typ dílu	Dodávka	Montáž	Celkem
3	Svislé a kompletní konstrukce	HSV	326 851,67	105 707,18	432 558,84
4	Vodorovné konstrukce	HSV	140 664,31	85 026,08	225 690,39
60	Úpravy povrchů, omítky	HSV	35 278,50	47 757,00	83 035,50
61	Úpravy povrchů vnitřní	HSV	21 749,49	112 041,51	133 791,00
94	Lešení a stavební výtahy	HSV	9 973,50	12 876,50	22 850,00
99	Staveništní přesun hmot	HSV	0,00	39 380,37	39 380,37
VN	Vedlejší náklady	VN	0,00	37 492,00	37 492,00
Cena celkem			534 517,47	440 280,64	974 798,10

V příloze č. 15 je k nahlédnutí celý rozpočet.

5.1.3 Varianta výstavby firmou

Tabulka č. 7 – Cenová nabídka Heluz

Stavba :	2178 RD Jersice	Rozpočet: 01
Objekt :	01 Hrubá stavba - Heluz	Hrubá stavba - Heluz

P.č.	Číslo položky	Název položky	MJ	množství	cena / MJ	celkem (Kč)
Díl: 3		Svislé a kompletní konstrukce				
1	311237448R00	Zdivo z HELUZ FAMILY brouš.P10, tl. 30 cm, celopl.	m2	1,70	1 791,00	3 044,70
2	311237483R00	Zdivo z HELUZ PLUS brouš.P10, tl. 44 cm, lep.celopl	m2	193,40	2 270,00	439 018,00
3	311237528R00	Zdivo z HELUZ UNI brouš. P12,5,tl.30 cm,lep.celopl	m2	80,10	1 593,00	127 599,30
4	317167122R00	Překlad Heluz plochý 11,5/7,1/125 cm	kus	10,00	396,50	3 965,00
5	317167126R00	Překlad Heluz plochý 11,5/7,1/225 cm	kus	1,00	688,00	688,00
6	317167210R00	Překlad Heluz vysoký, nosný 23,8/7/100 cm	kus	8,00	439,50	3 516,00
7	317167211R00	Překlad Heluz vysoký, nosný 23,8/7/125 cm	kus	44,00	551,00	24 244,00
8	317167212R00	Překlad Heluz vysoký, nosný 23,8/7/150 cm	kus	16,00	640,00	10 240,00
9	317167213R00	Překlad Heluz vysoký, nosný 23,8/7/175 cm	kus	4,00	799,00	3 196,00
10	317998113R00	Izolace mezi překlady polystyren tl. 80 mm	m	19,50	101,00	1 969,50
11	342247532R00	Příčky z cihel HELUZ broušených, lepidlo, tl. 11,5	m2	77,00	840,00	64 680,00
	Celkem za	3 Svislé a kompletní konstrukce				682 160,50
Díl: 4		Vodorovné konstrukce				
12	411167142RT2	Strop HELUZ, OVN 50, tl. 25 cm, nosník 2,25 - 3 m s Kari sítí KA 18 drát 4 mm oko 200x200 mm	m2	100,00	2 240,00	224 000,00
13	417237114R00	Obezdní věnce brouš. věncovkou HELUZ 8/25, izol.	m	147,92	314,00	46 446,88
14	417321315R00	Ztužující pásy a věnce z betonu železového C 20/25	m3	6,39	3 055,00	19 527,25
15	417361821R00	Výztuž ztužujících pásů a věnců z oceli 10505(R)	t	0,77	42 480,00	32 573,66
	Celkem za	4 Vodorovné konstrukce				322 547,80
Díl: 61		Úpravy povrchů vnitřní				
16	611421133R00	Omítka vnitřní stropů rovných, MVC, štuková	m2	100,00	483,50	48 350,00
17	612421637R00	Omítka vnitřní zdiva, MVC, štuková	m2	483,00	425,50	205 516,50
	Celkem za	61 Úpravy povrchů vnitřní				253 866,50
Díl: 62		Úpravy povrchů vnější				
18	602016174RT1	Štuk na stěnách PROFI MK2 1,2mm	m2	195,00	129,50	25 252,50
19	602016201R00	Postřík stěn cementový PROFI Spritzer, strojně	m2	195,00	63,10	12 304,50
20	602016214RT5	Omítka stěn jádrová PROFI MUP-L, strojně tloušťka vrstvy 20 mm	m2	195,00	281,50	54 892,50
21	622481113R00	Potažení vnějších stěn sklotex. pletivem, vypnutí	m2	195,00	149,50	29 152,50
	Celkem za	62 Úpravy povrchů vnější				121 602,00
Díl: 99		Staveništní přesun hmot				
22	998011001R00	Přesun hmot pro budovy zděné výšky do 6 m	t	176,24	337,50	59 482,37
	Celkem za	99 Staveništní přesun hmot				59 482,37

Tabulka č. 8 – Rekapitulace stavebních dílů

Stavba :	2178 RD Jersice			Rozpočet :	01	
Objekt :	01 Hrubá stavba - Heluz			Hrubá stavba - Heluz		
REKAPITULACE STAVEBNÍCH DÍLŮ						
Stavební díl		HSV	PSV	Dodávka	Montáž	HZS
3	Svislé a kompletní konstrukce	682 161	0	0	0	0
4	Vodorovné konstrukce	322 548	0	0	0	0
61	Úpravy povrchů vnitřní	253 867	0	0	0	0
62	Úpravy povrchů vnější	121 602	0	0	0	0
99	Staveništní přesun hmot	59 482	0	0	0	0
CELKEM OBJEKT		1 439 659	0	0	0	0
VEDLEJŠÍ ROZPOČTOVÉ NÁKLADY						
Název VRN		Kč	%	Základna		Kč
VRN		0	2,5	1 439 659		35 991
CELKEM VRN						35 991

Tabulka č. 9 – Položkový rozpočet a rozpočtové náklady Heluz

POLOŽKOVÝ ROZPOČET					
Rozpočet	01	Hrubá stavba - Heluz		JKSO	
Objekt	Název objektu			SKP	
01	Hrubá stavba - Heluz		Měrná jednotka		
Stavba	Název stavby			Počet jednotek	0
2178	RD Jersice		Náklady na m.j.		0
Projektant			Typ rozpočtu		
Zpracovatel projektu	0				
Objednatel					
Dodavatel			Zakázkové číslo		
Rozpočtoval			Počet listů		
ROZPOČTOVÉ NÁKLADY					
Základní rozpočtové náklady			Ostatní rozpočtové náklady		
	HSV celkem	1 439 659	VRN		35 991
Z	PSV celkem	0			
R	M práce celkem	0			
N	M dodávky celkem	0			
	ZRN celkem	1 439 659			
	HZS	0			
	ZRN+HZS	1 439 659	Ostatní náklady neuvedené		0
	ZRN+ost.náklady+HZS	1 475 651	Ostatní náklady celkem		35 991
Vypracoval		Za zhotovitele		Za objednatele	
	Jméno :		Jméno :		Jméno :
	Datum :		Datum :		Datum :
	Podpis :		Podpis:		Podpis:
	Základ pro DPH	15,0 %			1 475 651 Kč
	DPH	15,0 %			221 348 Kč
	Základ pro DPH	0,0 %			0 Kč
	DPH	0,0 %			0 Kč
CENA ZA OBJEKT CELKEM					1 696 999 Kč

5.2 Betonové tvárnice LIVETHERM

Vyhotovení cenové nabídky systému Livetherm, zhotoveno na základě mailové a telefonické domluvy s výrobcem a poté s potencionálním zhotovitelem či dopravcem.

5.2.1 Varianta výstavby svépomocí

VÝROBEK	MJ	MNOŽSTVÍ	Cena/MJ s DPH [Kč]
TOL+S Z - P7	m ²	193,4	325 492,20
TNL 300 - P7	m ²	81,82	62 674,12
TPL 120 - P6	m ²	77	31 570,00
TOL+S V Věncová	ks	265,82	19 936,50
TOL+S V (1/4) Věncová	ks	168,4	6 904,40
Strop tl. 25 cm	ks	1	137 414,50
Livetherm překlad 115/71/1200 (40)	ks	10	4 790,00
Livetherm překlad 115/71/2200	ks	1	878,00
Livetherm Nosný překlad 1000 /20/	ks	8	1 672,00
Livetherm Nosný překlad 1200 /20/	ks	44	11 044,00
Livetherm Nosný překlad 1600 /20/	ks	16	5 344,00
Livetherm Nosný překlad 1800 /20/	ks	4	1 504,00
Věnc vrámci stropu	m ³	4,63	8 244,78
Pozední věnc	m ³	1,76	3 124,54
Zakládací malta ZM 10	kg	62,00	12 090,00
Zdicí malta MTS 10	kg	28,00	10 164,00
Venkovní omítky	m ²	195	71 930,78
Vnitřní omítky zdivo	m ²	483	16 922,50
Vnitřní omítky strop	m ²	100	32 357,15
Celkem			764 057,47

5.2.2 Varianta výstavby živnostníky

VÝROBEK	MJ	MNOŽSTVÍ	Cena/MJ s DPH [Kč]
TOL+S Z - P7	m ²	193,4	492 339,50
TNL 300 - P7	m ²	81,82	94 800,87
TPL 120 - P6	m ²	77	47 752,78
TOL+S V Věncová	ks	265,82	30 155,95
TOL+S V (1/4) Věncová	ks	168,4	10 443,60
Strop tl. 25 cm	ks	1	207 853,17

Livetherm překlad 115/71/1200 (40)	ks	10	7 245,35
Livetherm překlad 115/71/2200	ks	1	1 328,06
Livetherm Nosný překlad 1000 /20/	ks	8	2 529,07
Livetherm Nosný překlad 1200 /20/	ks	44	16 705,15
Livetherm Nosný překlad 1600 /20/	ks	16	8 083,33
Livetherm Nosný překlad 1800 /20/	ks	4	2 274,95
Věncový vrámec stropu	m ³	4,63	12 471,06
Pozední věnec	m ³	1,76	4 726,18
Zakládací malta ZM 10	kg	62,00	18 287,33
Zdící malta MTS 10	kg	28,00	15 374,07
Venkovní omítky	m ²	195	108 802,49
Vnitřní omítky zdivo	m ²	483	25 596,97
Vnitřní omítky strop	m ²	100	48 943,43
Celkem			1 155 713,33

5.2.3 Varianta výstavby firmou

VÝROBEK	MJ	MNOŽSTVÍ	Cena/MJ s DPH [Kč]
TOL+S Z - P7	m ²	193,4	733 585,86
TNL 300 - P7	m ²	81,82	141 253,30
TPL 120 - P6	m ²	77	71 151,65
TOL+S V Věncová	ks	265,82	44 932,37
TOL+S V (1/4) Věncová	ks	168,4	15 560,96
Strop tl. 25 cm	ks	1	309 701,23
Livetherm překlad 115/71/1200 (40)	ks	10	10 795,58
Livetherm překlad 115/71/2200	ks	1	1 978,81
Livetherm Nosný překlad 1000 /20/	ks	8	3 768,31
Livetherm Nosný překlad 1200 /20/	ks	44	24 890,68
Livetherm Nosný překlad 1600 /20/	ks	16	12 044,17
Livetherm Nosný překlad 1800 /20/	ks	4	3 389,68
Věncový vrámec stropu	m ³	4,63	18 581,88
Pozední věnec	m ³	1,76	7 042,01
Zakládací malta ZM 10	kg	62,00	27 248,13
Zdící malta MTS 10	kg	28,00	22 907,36
Venkovní omítky	m ²	195	162 115,71
Vnitřní omítky zdivo	m ²	483	38 139,49
Vnitřní omítky strop	m ²	100	72 925,70
Celkem			1 722 012,86

5.3 Pórobetonové tvárnice YTONG

5.3.1 Varianta výstavby svépomocí

Celková cenová nabídka k nahlédnutí v příloze č. 16.

Tabulka č. 10 – Rozpočet zdících prvků YTONG

Výrobek	Množství [ks]	Celkem bez DPH [kč]
YTONG LAMBDA YQ 450 TVÁRNICE P2-300 450X249X499	1512	231 789,60
YTONG Standart 300 hl.tvárnice P2-400 300x249x599	570	61 582,80
Ytong Příčkovka P2-500 100x249x599 /90/	489	21 061,23
Ytong Příčkovka P2-500 150x249x599 /60/	60	3 854,40
Ytong Příčkovka P4-500 50x249x599 /156/	156	4 099,68
YTONG NOP 300-1500 překl. P4,4-600 300x249x1500	2	3 333,18
YTONG NOP 300-1750 překl. P4,4-600 300x249x1750	1	1 943,99
YTONG NOP 375-1250 překl. P4,5-600 375x249x1250	2	3 610,58
YTONG NOP 375-1500 překl. P4,4-600 375x249x1500	7	14 578,83
YTONG NOP 375-1750 překl. P4,4-600 375x249x1750	3	7 290,51
YTONG NOP 375-2000 překl. P4,4-600 375x249x2000	1	2 777,65
YTONG NEP 100-1250 překl. P4,4-600 375x249x1250	12	4 888,08
YTONG U 225 YQ profil 22,5 P4- 500 225x249x599	15	2 430,90

Tabulka č. 11 – Rozpočet doplňků a suché maltové směsi YTONG

Výrobek	Množství [ks]	Celkem bez DPH [kč]
YTONG spojka zdiva	103	1 767,48
YTONG Zdící malta šedá 17kg	91	8 768,76

YTONG Zakládací malta tepelněizolační 15kg	46	8 764,38
---	----	----------

Tabulka č. 12 – Rozpočet stropní konstrukce YTONG

Výrobek	Množství [ks]	Celkem bez DPH [kč]
YTONG Zakázka strop, orientační cena	1	117 700,00
YTONG Věncová tvárnice P4-500 125x249x599 75mm izol	144	17 344,80

Výrobek	Množství [ks]	Celkem bez DPH [kč]
Ytong lehčená vnitřní omítka-20 kg	20	48 558,87
Ytong výztužná tkanina 55 m2	55	10 979,20
Ytong lehčená vnější omítka-20 kg	20	17 669,65
Ytong malta zakládací TI-15 kg	15	8 764,38

Součet bez DPH [Kč]	603 558,95
DPH	21%
DPH [Kč]	126 747,38
Celkem s DPH [Kč]	730 306,33

5.3.2 Varianta výstavby živnostníky

Celková cenová nabídka k nahlédnutí v příloze č. 17.

Tabulka č. 13 – Položkový rozpočet YTONG - živnostník

Položkový rozpočet						
S:		Jiří Doležal				
P.č.	Číslo položky	Název položky	MJ	množství	cena / MJ	Celkem
Díl: 3		Svislé a kompletní konstrukce				691 249,95
1	311271177RT4	Zdivo z tvárnice Ytong hladkých tl. 30 cm, tvárnice P 2 - 400, 599 x 249 x 300 mm	m2	84,72000	1 327,00	112 423,44
2	317121031RT1	Překlad z tvarovky U Ytong, výplň C 16/20, U profil 600 x 250 x 250 mm	kus	10,00000	281,00	2 810,00
3	342255024R00	Příčky z desek Ytong tl. 10 cm	m2	72,93000	494,50	36 063,89
4	342255028R00	Příčky z desek Ytong tl. 15 cm	m2	8,95000	695,00	6 220,25
5	342255020R00	Příčky z desek Ytong tl. 5 cm	m2	19,39000	383,50	7 436,07
6	317121044RT4	Překlad nosný porobeton, světlost otv. do 180 cm, překlad nosný NOP III / 5 / 22 149 x 24,9 x 37,5cm	kus	2,00000	3 110,00	6 220,00
7	317121044RT5	Překlad nosný porobeton, světlost otv. do 180 cm, překlad nosný NOP IV / 5 / 23 174 x 24,9 x 37,5 cm	kus	1,00000	4 110,00	4 110,00
8	317121044RT5	Překlad nosný porobeton, světlost otv. do 180 cm, překlad nosný NOP IV / 5 / 23 174 x 24,9 x 37,5 cm	kus	3,00000	3 510,00	10 530,00
9	317121044RT6	Překlad nosný porobeton, světlost otv. do 180 cm, překlad nosný NOP V / 5 / 23 199 x 24,9 x 37,5 cm	kus	1,00000	3 280,00	3 280,00
10	317998113R00	Izolace mezi překlady polystyren tl. 80 mm	m	19,50000	73,30	1 429,35
11	342255026R00	Příčky z desek Ytong tl. 12,5 cm	m2	83,26000	564,00	46 958,64
12	346255121R00	Obklad věnců a překladů deskami Ytong tl. 5 cm	m2	32,11000	853,00	27 389,83
13	317121044RT4	Překlad nosný porobeton, světlost otv. do 180 cm, překlad nosný NOP III / 5 / 22 149 x 24,9 x 37,5cm	kus	7,00000	3 110,00	21 770,00
14	317121044RT5	Překlad nosný porobeton, světlost otv. do 180 cm, překlad nosný NOP IV / 5 / 23 174 x 24,9 x 37,5 cm	kus	1,00000	3 110,00	3 110,00
15	317121043RT2	Překlad nosný porobeton, světlost otv. do 105 cm, překlad nosný NOP II / 5 / 23 129 x 24,9 x 37,5 cm	kus	2,00000	3 110,00	6 220,00
16	311271184R00	Zdivo z tvárnice Ytong Lambda+ PD tl. 450 mm	m2	187,87000	2 104,00	395 278,48
Díl: 4		Vodorovné konstrukce				202 613,61
17	411147214RT2	Strop YTONG, Klasik, tl.25 cm, nosník 4,6-6,2 m, s Kari sítí KH 20 drát 6 mm oko 150x150 mm	m2	100,78000	1 587,00	159 937,86
18	417321315R00	Ztužující pásy a věnce z betonu železového C 20/25	m3	6,39000	2 655,00	16 965,45
19	417361821R00	Výztuž ztužujících pásů a věnců z oceli 10505(R)	t	0,77000	33 390,00	25 710,30
Díl: 60		Úpravy povrchů, omítky				171 024,70
20	602016174R00	Štuk na stěnách PROFI MK2, ručně	m2	483,00000	110,00	53 130,00
21	602016193R00	Penetrace hloubková stěn PROFI	m2	483,00000	52,40	25 309,20
22	601016142R00	Omítka stropů štuková PROFI MK2, ručně	m2	100,00000	170,50	17 050,00
23	601016195R00	Penetrace hloubk. stropů PROFI	m2	100,00000	59,40	5 940,00
24	602016174R00	Štuk na stěnách PROFI MK2, ručně	m2	195,00000	110,00	21 450,00
25	602016201R00	Postřík stěn cementový PROFI Spritzer, strojně	m2	195,00000	49,90	9 730,50
26	602016214RT3	Omítka stěn jádrová PROFI MUP-L, strojně, tloušťka vrstvy 15 mm	m2	195,00000	197,00	38 415,00
Díl: 61		Úpravy povrchů vnitřní				135 256,00
27	611481211RT2	Montáž výztužné sítě (perlinky) do stěrky-stropy, včetně výztužné sítě a stěrkového tmelu	m2	100,00000	232,00	23 200,00
28	611481211RT2	Montáž výztužné sítě (perlinky) do stěrky-stropy, včetně výztužné sítě a stěrkového tmelu	m2	483,00000	232,00	112 056,00

Díl:	62	Upravy povrchů vnější				22 815,00
29	622481113R00	Potažení vnějších stěn sklotex. pletivem, vypnutí	m2	195,00000	117,00	22 815,00
Díl:	94	Lešení a stavební výtahy				22 850,00
30	941955001R00	Lešení lehké pomocné, výška podlahy do 1,2 m	m2	150,00000	82,00	12 300,00
31	941955002R00	Lešení lehké pomocné, výška podlahy do 1,9 m	m2	100,00000	105,50	10 550,00
Díl:	99	Staveništní přesun hmot				30 684,16
32	998011001R00	Přesun hmot pro budovy zděné výšky do 6 m	t	133,12000	230,50	30 684,16
Díl:	VN	Vedlejší náklady				38 294,00
33	1		-	1,00000	38 294,00	38 294,00

Krycí list

Tabulka č. 14 – Krycí list YTONG

Položkový rozpočet			
Zakázka:		Jiří Doležal	
Objednatel:		IČ:	
		DIČ:	
Zhotovitel:	N P V stavební spol. s r.o.	IČ: 47217502	
	V kaštanech 36/2	DIČ:	
	38001 Dačice		
Vypracoval:	Jan Plucar		
Rozpis ceny	Dodávka	Montáž	Celkem
HSV	648 647,92	627 845,50	1 276 493,42
PSV	0,00	0,00	0,00
MON	0,00	0,00	0,00
Vedlejší náklady	0,00	38 294,00	38 294,00
Ostatní náklady	0,00	0,00	0,00
Celkem	648 647,92	666 139,50	1 314 787,42
Rekapitulace daní			
Základ pro sníženou DPH	15 %	1 314 787,42 CZK	
Snížená DPH	15 %	197 218,00 CZK	
Základ pro základní DPH	21 %	0,00 CZK	
Základní DPH	21 %	0,00 CZK	
Zaokrouhlení		-0,42 CZK	
Cena celkem s DPH			1 512 005,00 CZK

Rekapitulace

Tabulka č. 15 – Rekapitulace dílů YTONG

Rekapitulace dílů

Číslo	Název	Typ dílu	Dodávka	Montáž	Celkem
3	Svislé a kompletní konstrukce	HSV	392 039,84	299 210,11	691 249,95
4	Vodorovné konstrukce	HSV	149 891,04	52 722,57	202 613,61
60	Úpravy povrchů, omítky	HSV	52 625,33	118 399,37	171 024,70
61	Úpravy povrchů vnitřní	HSV	37 673,46	97 582,54	135 256,00
62	Úpravy povrchů vnější	HSV	6 444,75	16 370,25	22 815,00
94	Lešení a stavební výtahy	HSV	9 973,50	12 876,50	22 850,00
99	Staveništní přesun hmot	HSV	0,00	30 684,16	30 684,16
VN	Vedlejší náklady	VN	0,00	38 294,00	38 294,00
Cena celkem			648 647,92	666 139,50	1 314 787,42

5.3.3 Varianta výstavby firmou

Položkový rozpočet

Tabulka č. 16 – Položkový rozpočet YTONG - firma

Stavba :		2178 RD Jersice			Rozpočet: 02	
Objekt :		02 Hrubá stavba - Ytong			Hrubá stavba - Ytong	
P.č.	Číslo položky	Název položky	MJ	množství	cena / MJ	celkem (Kč)
Díl: 3		Svislé a kompletní konstrukce				
1	311271177RT4	Zdivo z tvárnice Ytong hladkých tl. 30 cm tvárnice Ytong Standard, 599 x 249 x 300 mm	m2	81,80	1 531,00	125 235,80
2	311271182R00	Zdivo z tvárnice Ytong Lambda YQ PDK tl. 450 mm	m2	193,40	2 160,00	417 744,00
3	317121031RS1	Překlad z tvarovky U Ytong, výplň C 16/20 U profil 600 x 250 x 225 mm	kus	10,00	319,00	3 190,00
4	317121033RT3	Překlad nenosný do příčky Ytong překlad Ytong 1200 x 249 x 125 mm	kus	12,00	322,00	3 864,00
5	317121043RT2	Překlad nosný pórobeton, světlost otv. do 105 cm překlad nosný NOP II / 5 / 23 129 x 24,9 x 37,5 cm	kus	2,00	2 525,00	5 050,00
6	317121044RT4	Překlad nosný pórobeton, světlost otv. do 180 cm překlad nosný NOP III / 5 / 22 149 x 24,9 x 37,5cm	kus	2,00	2 930,00	5 860,00
7	317121044RT4	Překlad nosný pórobeton, světlost otv. do 180 cm překlad nosný NOP III / 5 / 22 149 x 24,9 x 37,5cm	kus	7,00	2 930,00	20 510,00
8	317121044RT5	Překlad nosný pórobeton, světlost otv. do 180 cm překlad nosný NOP IV / 5 / 23 174 x 24,9 x 37,5 cm	kus	1,00	3 380,00	3 380,00
9	317121044RT5	Překlad nosný pórobeton, světlost otv. do 180 cm překlad nosný NOP IV / 5 / 23 174 x 24,9 x 37,5 cm	kus	3,00	3 380,00	10 140,00
10	317121044RT6	Překlad nosný pórobeton, světlost otv. do 180 cm překlad nosný NOP V / 5 / 23 199 x 24,9 x 37,5 cm	kus	1,00	3 830,00	3 830,00
11	317998113R00	Izolace mezi překlady polystyren tl. 80 mm	m	19,50	101,00	1 969,50
12	342255026R00	Příčky z desek Ytong tl. 12,5 cm	m2	77,00	841,00	64 757,00
13	346255121RT1	Obklad věnců a překladů deskami Ytong tl. 50 mm příčkovka 600 x 250 x 50 mm, izol.	m2	32,11	1 416,00	45 466,34
Celkem za		3 Svislé a kompletní konstrukce				710 996,64
Díl: 4		Vodorovné konstrukce				
14	411147212RT2	Strop YTONG, Klasik, tl.25 cm, nosník 2,2-3,0 m s Kari síť KH 20 drát 6 mm oko 150x150 mm	m2	100,00	2 135,00	213 500,00
15	417321315R00	Ztužující pásy a věnce z betonu železového C 20/25	m3	6,39	3 055,00	19 527,25
16	417361821R00	Výztuž ztužujících pásů a věnců z oceli 10505(R)	t	0,77	42 480,00	32 573,66
Celkem za		4 Vodorovné konstrukce				265 600,92
Díl: 61		Úpravy povrchů vnitřní				
17	611474116U00	Vni omítka strop SMS Ytong tl 10mm	m2	100,00	311,00	31 100,00
18	611481211RT8	Montáž výztužné sítě (perlinky) do stěrky-stropy včetně výztužné sítě a stěrkového tmelu	m2	100,00	320,50	32 050,00
19	612474116U00	Vni omítka stěn SMS Ytong tl 10mm	m2	483,00	299,00	144 417,00
20	612481211RT8	Montáž výztužné sítě(perlinky)do stěrky-vnit.stěny včetně výztužné sítě a stěrkového tmelu	m2	483,00	252,50	121 957,50
Celkem za		61 Úpravy povrchů vnitřní				329 524,50
Díl: 62		Úpravy povrchů vnější				
21	602016174RT1	Štuk na stěnách PROFÍ MK2 1,2mm	m2	195,00	129,50	25 252,50
22	602016201R00	Postřík stěn cementový PROFÍ Spritzer, strojně	m2	195,00	63,10	12 304,50
23	602016214RT5	Omítka stěn jádrová PROFÍ MUP-L, strojně tloušťka vrstvy 20 mm	m2	195,00	281,50	54 892,50
24	622481113R00	Potažení vnějších stěn sklotex. pletivem, vypnutí	m2	195,00	149,50	29 152,50
Celkem za		62 Úpravy povrchů vnější				121 602,00
Díl: 99		Staveništní přesun hmot				
25	998011001R00	Přesun hmot pro budovy zděné výšky do 6 m	t	120,19	337,50	40 564,64
Celkem za		99 Staveništní přesun hmot				40 564,64

Rekapitulace

Tabulka č. 17 – Rekapitulace stavebních dílů YTONG

Stavba :	2178 RD Jersice			Rozpočet :	02	
Objekt :	02 Hrubá stavba - Ytong			Hrubá stavba - Ytong		
REKAPITULACE STAVEBNÍCH DÍLŮ						
Stavební díl	HSV	PSV	Dodávka	Montáž	HZS	
3 Svislé a kompletní konstrukce	710 997	0	0	0	0	0
4 Vodorovné konstrukce	265 601	0	0	0	0	0
61 Úpravy povrchů vnitřní	329 525	0	0	0	0	0
62 Úpravy povrchů vnější	121 602	0	0	0	0	0
99 Staveništní přesun hmot	40 565	0	0	0	0	0
CELKEM OBJEKT	1 468 289	0	0	0	0	0
VEDLEJŠÍ ROZPOČTOVÉ NÁKLADY						
Název VRN	Kč	%	Základna			Kč
VRN	0	2,5	1 468 289			36 707
CELKEM VRN						36 707

Krycí list

Tabulka č. 18 – Krycí list YTONG

POLOŽKOVÝ ROZPOČET					
Rozpočet	02	Hrubá stavba - Ytong		JKSO	
Objekt	Název objektu			SKP	
02	Hrubá stavba - Ytong			Měrná jednotka	
Stavba	Název stavby			Počet jednotek	0
2178	RD Jersice			Náklady na m.j.	0
Projektant				Typ rozpočtu	
Zpracovatel projektu	0				
Objednatel					
Dodavatel				Zakázkové číslo	
Rozpočtoval				Počet listů	
ROZPOČTOVÉ NÁKLADY					
Základní rozpočtové náklady			Ostatní rozpočtové náklady		
	HSV celkem	1 468 289	VRN		36 707
Z	PSV celkem	0			
R	M práce celkem	0			
N	M dodávky celkem	0			
	ZRN celkem	1 468 289			
	HZS	0			
	ZRN+HZS	1 468 289	Ostatní náklady neuvedené		0
	ZRN+ost.náklady+HZS	1 504 996	Ostatní náklady celkem		36 707
Vypracoval		Za zhotovitele		Za objednatele	
Jméno :		Jméno :		Jméno :	
Datum :		Datum :		Datum :	
Podpis :		Podpis:		Podpis:	
Základ pro DPH		15,0 %		1 504 996 Kč	
DPH		15,0 %		225 749 Kč	
Základ pro DPH		0,0 %		0 Kč	
DPH		0,0 %		0 Kč	
CENA ZA OBJEKT CELKEM				1 730 745 Kč	

5.4 Skeletová dřevostavba

Jak již bylo zmiňováno

	Výrobek	Cena [Kč]
1. NP	Dřevokonstrukce	445 346,10
	Kotvení dřevokce	42 985,15
	Opláštění venku	482 083,40
	Lešení	50 982,38
	Sádrokarton	317 140,40
	Tepelná izolace	80 222,28
	Zvuková izolace	57 730,05
Podkroví	Sádrokarton	238 417,61
	Tepelná izolace	143 200,51
	Zvuková izolace	24 741,45
	Celkem	1 882 849,34

5.5 Panelová dřevostavba

	Výrobek	Cena [Kč]
1. NP	Dřevokonstrukce	659 247,18
	Kotvení dřevokce	47 233,68
	Opláštění venku	524 068,90
	Lešení	59 979,27
	Sádrokarton	275 154,91
	Tepelná izolace	80 222,28
	Zvuková izolace	53 231,60
Podkroví	Sádrokarton	266 158,02
	Tepelná izolace	148 448,70
	Zvuková izolace	29 989,64
	Celkem	2 143 734,18

6 DOBA VÝSTAVBY JEDNOTLIVÝCH SYSTÉMŮ

Stejně jako u cenové nabídky jsou uvažovány pouze svislé nosné i nenosné konstrukce včetně hrubé povrchové úpravy, stejně tak vodorovné konstrukce. Doba výstavby je jedno z hodnotících kritérií. Níže je uveden časový horizont ve které by se tato část stavby měla postavit.

6.1 Keramické tvárnice Heluz

Doba výstavby trvá přibližně 3,5 měsíce viz příloha č. 18.

6.2 Betonové tvárnice Livetherm

Tento systém je časově náročný stejně jako systém Ytong.

6.3 Pórobetonové tvárnice Ytong

Doba výstavby trvá necelé 4 měsíce viz příloha č. 19.

6.4 Panelová dřevostavba Wood systém

Doba výstavby trvá cca 3 měsíce.

6.5 Skeletová dřevostavba Wood systém

Doba výstavby trvá cca 3 měsíce, ale o něco déle než panelová dřevostavba.

7 POROVNÁNÍ CEN JEDNOTLIVÝCH MATERIÁLŮ V ZÁVISLOSTI NA VÝSTAVBĚ

Systémové řešení	Varianta výstavby	Cena
Keramika - Heluz	Svépomoc	741 137 Kč
	Živnostník	1 121 018 Kč
	Firma	1 696 999 Kč
Beton - Livetherm	Svépomoc	764 057 Kč
	Živnostník	1 155 713 Kč
	Firma	1 722 013 Kč
Pórobeton - Ytong	Svépomoc	778 377 Kč
	Živnostník	1 512 005 Kč
	Firma	1 730 745 Kč
Dřevo - Skelet - Wood systém	Svépomoc	-
	Živnostník	-
	Firma	1 882 849 Kč
Dřevo - Panel - Wood systém	Svépomoc	-
	Živnostník	-
	Firma	2 143 734 Kč

Z uvedeného přehledu je zřejmé, že v případě, kdy lze využít realizaci stavby svépomocí, dochází vždy k výrazné úspoře finančních prostředků. Při porovnání realizace stavby živnostníkem nebo firmou je první z možností také cenově výhodnější, i když v případě Ytongu se tyto ceny přibližují.

Je důležité mít na zřeteli několik dalších skutečností. Ne každý má možnost realizace domu svépomocí. Důvody mohou být různé (nedostatek času, zkušeností, lidských zdrojů, vybavení atd.). Pokud investor tuto variantu může zvolit měl by si uvědomit, že za čas, který věnoval výstavbě, mohl získat jinou práci další finanční prostředky. Lze potom říci, že skutečný rozdíl oproti realizaci např. živnostníkem, by tedy nebyl tak velký. V ekonomice bychom to nazvali náklady ušlé příležitosti. Na druhou stranu pokud investor zvolí realizaci živnostníkem nebo firmou měl by k uvedenému cenovému rozdílu ještě připočítat úroky. Tedy alespoň v případě financování pomocí hypotéky nebo jiné půjčky. Podrobný rozbor této ekonomické stránky věci však není předmětem této práce.

8 MULTIKRITERIÁLNÍ HODNOCENÍ ZA JISTOTY

Multikriteriální hodnocení (nebo také vícekriteriální) znamená hodnotit možné alternativy (varianty) podle několika kritérií a najít nejvhodnější z nich. Toto hodnocení je vhodné pro všechny ty, kteří mají více alternativ a rozhodují se pro tu nejlepší, například při výstavbě domu. Rozhodování je komplikované a díky této metodě máme možnost nahlédnout a posoudit několik variant z více hledisek. Velmi často se stává, že alternativa, která je podle jednoho kritéria vysoko v žebříčku, bývá naproti tomu velmi nízko podle kritéria dalšího.

V prvním kroku této metody je důležité si stanovit varianty, v tomto případě konkrétní konstrukčně materiálové řešení, mezi kterými se bude rozhodovat. Dalším krokem je pak určit si rozhodovací kritéria (stavební připravenost, dobu výstavby atd.). K těmto kritériím se pak stanoví váhy – viz níže.

Pro hodnocení jednotlivých variant existuje několik metod. Například dominovaná varianta, nedominovaná varianta, ideální varianta, bazální varianta, kompromisní varianta atd... Pro tuto bakalářskou práci byla vybrána metoda ideální varianty. Ideální varianta „je hypotetické nebo reálné řešení, reprezentované ve všech kritériích současně nejlepšími možnými hodnotami“ přímá citace. Pokud například půjde o koupi motoru a bude se preferovat nejnižší cena, pak bude nejnižší cena ohodnocena nejvyšším číslem a nejvyšší cena číslem nejnižším. Naproti tomu, když bude hodnocen výkon motoru a bude požadován nejvyšší výkon, bude ohodnocen číslem nejvyšším a nejnižší výkon nejnižším číslem. Obdobně je tomu tak v této bakalářské práci, kde nejvýhodnější kritérium, bude ohodnoceno vždy nejvyšším číslem.

Pro tuto bakalářskou práci byla vybrána pro určení vah jednotlivých kritérií Saatyho metoda párového porovnání. Toto porovnání je založeno na principu preferencí kritérií v řádku, či preferencí ve sloupci v tzv. matici. Preferencím se přidělují body (tzv. váhy, neboli fakt, jak moc je jedno kritérium důležité oproti druhému) na stupnici lichých čísel od 1 do 9, přičemž číslo 1 znamená, že jsou si kritéria rovna, číslo 3 znamená slabou preferenci, číslo 5 silnou preferenci, číslo 7 velmi silnou preferenci a nakonec číslo 9 absolutní

preferenci. Na diagonále se pak zapíše číslo 1. Nad, nebo pod touto diagonálou se napíše číslo preference, pokud je v preferenci řádek před sloupcem, nebo 1/číslo preference pokud je v preferenci sloupec před řádkem. Na druhé straně diagonály je pak převrácená hodnota těchto čísel, jak lze vidět v tabulce č. x.

Tedy pokud je preferován subjekt S2 nad subjektem S1, zapíše se hodnota preference do řádku S2 a do sloupce S2 se zapíše převrácená hodnota, viz tabulka. Následně se spočítají geometrické průměry pro každé kritérium. Geometrický průměr je definován jako n-tá odmocnina součinu n nezáporných čísel. Geometrický průměr jednotlivých kritérií se dělí součtem geometrických průměrů všech kritérií, z tohoto podílu pak vyjdou váhy jednotlivých kritérií, které se v součtu musejí rovnat 1.

Tabulka č. x

	S1	S2	S3	S4	S5
S1	1	1/3			
S2	3	1	5		
S3		1/5	1		
S4				1	
S5					1

8.1 Dotazník

Ke stanovení váhy kritéria, pomocí Saatyho metody, bylo osloveno celkem 20 respondentů z řad studentů, investorů, projektantů a obecně zaměstnanců v oboru stavebnictví, aby vyplnili dotazník (viz tabulka č.x). Těmto respondentům bylo vysvětleno, jakým způsobem mají dotazník vyplnit a zároveň co jednotlivá kritéria znamenají (dle první kapitoly této bakalářské práce). Z dotazníků tedy bylo zřejmé, jaké preference – váhy respondenti přisuzují jednotlivým kritériím. V tabulce č. X je vyplněný dotazník od autora této bakalářské práce. Od

Tabulka č. 27 – vzor dotazníku zaslaného respondentům

	Stavební připravenost	Technologická náročnost	Doba výstavby	Součinitel prostupu tepla	Cena	Geometrický průměr	Váha
Stavební připravenost	1						
Technologická náročnost		1					
Doba výstavby			1				
Součinitel prostupu tepla				1			
Cena					1		
Celkem							

Tabulka č. 28 – dotazník vyplněný autorem této bakalářské práce

	Stavební připravenost	Technologická náročnost	Doba výstavby	Součinitel prostupu tepla	Cena	Geometrický průměr	Váha
Stavební připravenost	1	1/3	1/5	5	1/7	0,54	0,066
Technologická náročnost	3	1	1/3	5	1/7	0,93	0,114
Doba výstavby	5	3	1	7	1/5	1,84	0,224
Součinitel prostupu tepla	1/5	1/5	1/7	1	1/9	0,23	0,028
Cena	7	7	5	9	1	4,66	0,568
Celkem						8,21	1,00

8.2 Vyhodnocení dotazníku

Respondenti	Kritérium					
	Stavební připravenost	Technologická náročnost	Doba výstavby	Součinitel prostupu tepla	Cena	Celkem
Res. 1	0,066	0,114	0,224	0,028	0,568	1,00
Res. 2	0,059	0,062	0,136	0,150	0,592	1,00
Res. 3	0,158	0,044	0,070	0,466	0,262	1,00
Res. 4	0,088	0,099	0,461	0,056	0,297	1,00
Res. 5	0,297	0,029	0,087	0,495	0,093	1,00
Res. 6	0,054	0,076	0,118	0,276	0,475	1,00
Res. 7	0,031	0,053	0,454	0,097	0,365	1,00
Res. 8	0,223	0,247	0,247	0,061	0,223	1,00
Res. 9	0,084	0,046	0,181	0,508	0,181	1,00
Res. 10	0,113	0,095	0,148	0,306	0,338	1,00
Res. 11	0,035	0,079	0,136	0,250	0,500	1,00
Res. 12	0,135	0,149	0,101	0,405	0,210	1,00
Res. 13	0,244	0,073	0,126	0,465	0,092	1,00
Res. 14	0,042	0,048	0,117	0,238	0,555	1,00
Res. 15	0,086	0,091	0,244	0,472	0,107	1,00
Res. 16	0,047	0,086	0,317	0,134	0,416	1,00
Res. 17	0,068	0,060	0,320	0,232	0,320	1,00
Res. 18	0,068	0,060	0,320	0,232	0,320	1,00
Res. 19	0,068	0,060	0,320	0,232	0,320	1,00
Res. 20	0,261	0,320	0,165	0,120	0,135	1,00
Průměr	0,111	0,095	0,215	0,261	0,318	1,00

9 VYHODNOCENÍ NEJVHODNĚJŠÍ VARIANTY

	Stavební připravenost	Technologická náročnost	Doba výstavby	Náklady za vytápění	Cena	Vyhodnocení
Váha kritéria	0,11	0,09	0,21	0,26	0,32	
Keramika - Heluz	5	3	3	3	5	3,86
Beton - Livetherm	5	3	2	2	4	3,07
Pórobeton - Ytong	5	3	2	4	3	3,27
Dřevo - panel - Wood systém	3	4	5	5	2	3,73
Dřevo - skelet - Wood systém	4	5	4	5	1	3,40

Výsledek multikriteriálního hodnocení za jistoty je uveden v této tabulce. Při použití daných proměnných, tedy stavební připravenosti, technologické náročnosti, doby výstavby, nákladů za vytápění a ceny byl nejlépe hodnocen systém výstavby z keramických cihel Heluz.

ZÁVĚR

V úvodu této práce je uvedeno, že stavba domu je velmi náročná činnost spojená s mnoha závažnými otázkami a je dobré si vše řádně rozmyslet. Cílem této práce bylo jednak představení aktuální nabídky typových rodinných domů, resp. domů pro individuální výstavbu. Konkrétní konstrukčně-materiálová řešení, náročnost výstavby, a to včetně té finanční. Důležitou součástí této práce bylo porovnání jednotlivých možností výstavby a pomocí párového porovnání vyhodnotit nejlepší možnou variantu pro vybraný modelový objekt, tím potom dát odpovědi právě na ty závažné otázky nebo dát alespoň návod na hledání těchto odpovědí.

Autor popsal několik konstrukčně různých systémů pro realizaci typového objektu a zabýval se mimo jiné rozdílem ceny za materiál pro dosažení různé hodnoty součinitele propustnosti tepla a případnou návratností této investice. Ukázalo se, že návratnost je v některých případech opravdu nepřiměřeně vzdálena.

Dalším důležitým výstupem je vyhodnocení finanční náročnosti jednotlivých způsobů výstavby. Zde je výsledkem zjištění podstatného finančního rozdílu mezi realizací stavby svépomocí, živnostníkem nebo firmou. Pokud to umožňuje konstrukční řešení je z finančního hlediska nejvýhodnější výstavba svépomocí. Zde je důležité připomenout, že jde také o podstatný psychologický efekt budoucího vztahu k objektu.

Poslední průzkum řešený v této práci, pomocí multikriteriálního hodnocení za jistoty, potvrdil správnost navrhované konstrukčně-materiálové varianty výstavby daného rodinného domu za použití keramických cihel Heluz.

ZDROJE

- [1] ŠUHAJDA K.; *Konstrukční systémy Vícepodlažních staveb*; www.fce.vutbr.cz; [online], b.r. [cit 2019-05-17] Dostupné z https://www.fce.vutbr.cz/PST/suhajda.k/03_K-cni_systemy.pdf
- [2] *Konstrukční systémy*; [online], b.r. [cit 2019-05-17] Dostupné z http://fast10.vsb.cz/perina/ps1/xpodklad/01_kcni_systemy.pdf
- [3] Pórobeton | WOODCOTE Stavebniny. Stavíme vás na první místo | WOODCOTE Stavebniny [online]. Copyright © 1992 [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <https://www.woodcote.cz/stavebniny/hruba-stavba/porobeton>
- [4] Pórobeton – Wikipedie. [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/P%C3%B3robeton>
- [5] Stavební materiál pro stavbu i rekonstrukce | Ytong.cz. Stavební materiál pro stavbu i rekonstrukce | Ytong.cz [online]. Copyright © Xella Group. All rights reserved. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <https://www.ytong.cz/>
- [6] Historie betonu | eBeton - Specialista na beton. eBeton | eBeton - Specialista na beton [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <http://www.ebeton.cz/pojmy/historie-betonu>
- [7] BETONOVÉ STAVBY - GROUP | Livetherm. BETONOVÉ STAVBY - GROUP | Livetherm [online]. [cit. 2019-05-17] Dostupné z: <https://www.betonstavby.cz/cz>
- [8] ISSŠ Semily - Aktuálně [online]. Copyright © [cit.2019-05-17]. Dostupné z: <http://isssemily.cz/PH/pdf/zed1-m02.pdf>
- [9] HELUZ – cihly, překlady, komíny, stropní systémy pro stavbu rodinného domu [online]. Copyright ©Q [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <https://www.heluz.cz/files/Prirucka-pro-provadeni>
- [10] ČVUT DSpace [online]. Copyright ©X [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/70291/F1-DP-2017-Kassina-Anastasiya-priloha-6.%20Technologicky%20postup%20praci%20.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>

[11]Matematická sekce | Matematicko-fyzikální fakulta

Univerzita Karlova [online]. Copyright © [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <http://www.karlin.mff.cuni.cz/~kopa/VRfinal.pdf>

[12] [online]. Copyright © [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: https://theses.cz/id/6citbe/downloadPraceContent_adipldno_11361?fbclid=IwAR1Es4u-YA3jiyLKUvCyxrQFavUksbh4KnwXI9y7gEzU63pgpocVOHd70P8

[13] Specialista na dřevostavby. Specialista na dřevostavby [online]. Copyright © 2019, RD Rýmařov s. r. o. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: https://www.rdrymarov.cz/?gclid=CjwKCAjwIPTmBRBoEiwAHqpvhW0mSWFGciNLoXipqnNKfJOBLCJvawcpVIsFdjnXxtEtdl5SPEZEYRoCdO0QAvD_BwE

[14] BETONOVÉ STAVBY - GROUP | Livetherm [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <http://www.betonstavby.cz/katalog/usporne-domy/#book5/end>

[15] Stavební materiál pro stavbu i rekonstrukce | Ytong.cz [online]. Copyright © [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <https://www.ytong.cz/cs/docs/Ytong-produktovy-katalog-2017.pdf>

[16] 499/2006 Sb. Vyhláška o dokumentaci staveb. Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění [online]. Copyright © [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-499>

[17] Dřevostavby na klíč - montované domy. Dřevostavby na klíč - montované domy [online]. Copyright © 2019 WOOD SYSTEM s.r.o. All rights reserved. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <http://www.woodsystem.cz/>

POUŽITÁ LITERATURA

- [18] DOLEŽAL, Jiří; *Projektová dokumentace rekonstrukce objektu Jersice 24*, Jersice 2019; ISBN nemá
- [19] HELUZ, *Technická příručka pro projektanty a stavitele*, HELUZ cihlářský průmysl v.o. s., 2015
- [20] HELUZ, *Zednická prováděcí příručka*; HELUZ cihlářský průmysl v.o. s., 2017
- [21] JARSKÝ, Čeněk a kol., *Příprava a realizace staveb*; v rámci grantu FRVŠ, 2004, multimediální učebnice
- [22] JARSKÝ, Čeněk a MUSIL F. a kol.; *Příprava a realizace staveb*, Akademické nakladatelství CERM s. r. o. Brno 2003, ISBN 80-7204-282-3
- [23] KOLÁŘ, Karel a Pavel REITERMAN. *Stavební materiály: pro SPŠ stavební*. Praha: Grada, 2012. Studium (Grada). ISBN 978-80-247-4070-6.
- [24] MÁLEK, Petr. *Stavební materiály a konstrukce*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2002. ISBN 80-7040-568-6.
- [25] ŘÍHA, Josef. *Multikriteriální posuzování stavebních projektů*. Moravské tiskařské závody, n.p., Valašské Meziříčí, 1982. ISBN nemá.
- [26] VESELÁ, Linda; *Geometrická přesnost*, Praha. Prezentace k přednášce Fakulta stavební ČVUT.

SEZNAM OBRÁZKŮ, GRAFŮ A TABULEK

Tabulka č. 1 - Odchylyky půdorysné polohy (převzato z [26])	27
Tabulka č. 2 - Odchylyky excentricity nosných konstrukcí (převzato z [26])	27
Tabulka č. 3 - Přípustné tolerance svislosti (převzato z [26])	27
Tabulka č. 4 - Přípustný průhyb vodorovných konstrukcí (převzato z [26])	28
Tabulka č. 5 - Ceny staveb (převzato z [https://www.canaba.cz/cs/rodinny-dum-detail.php?varianta=23&fbclid=IwAR1wjchGdyTUqmQ1CccRBiP4PVjM4JOBcettw1djxaucstfkmkpozWPa4])	28
Tabulka č. 6 - Ceny Ytong (převzato z [5])	34
Tabulka č. 7 - Přípustné tolerance polohy (převzato z [26])	37
Tabulka č. 8 - Přípustné tolerance svislosti (převzato z [26])	37
Tabulka č. 9 - Přípustný průhyb vodorovných konstrukcí (převzato z [26])	37
Tabulka č. 10 – Parametry HELUZ PLUS 44 (převzato z [9])	46
Tabulka č. 11 – Průměrná venkovní teplota	47
Tabulka č. 12 – Cenová nabídka HELUZ PLUS 44	48
Tabulka č. 13 – Cenová nabídka HELUZ FAMILY 44 2in1	48
Tabulka č. 14 – Ceny jednotlivých paliv	48
Tabulka č. 15 – Ceny na vytopení ztráty dle typu systému	48
Tabulka č. 16 – Rozdíly cen	49
Tabulka č. 17 – Doba návratnosti	49
Tabulka č. 18 – Parametry HELUZ UNI 30 broušená	50
Tabulka č. 19 – Parametry HELUZ 11,5 broušená	50
Tabulka č. 20 – Parametry YTONG Lambda	53

Tabulka č. 21 – Parametry YTONG Standard.....	54
Tabulka č. 22 – Parametry YTONG Klasik.....	55
Tabulka č. 23 – Výkaz výměr zdicích prvků.....	61
Tabulka č. 24 – Nabídka doplňků.....	61
Tabulka č. 25 – Výkaz výměr stropní konstrukce.....	62
Tabulka č. 26 – Souhrn cen HELUZ	62
Tabulka č. 27 – vzor dotazníku zaslaného respondentům	84
Tabulka č. 28 – dotazník vyplněný autorem této bakalářské práce.....	84
Obrázek č. 1 - Přehled materiálů (převzato z [9]).....	18
Obrázek č. 2 – Ukázka přepravy materiálu na nákladním automobilu (převzato [20])	21
Obrázek č. 3 - Odchyly svislosti, rovinnosti a tloušťka zdicích prvků (převzato [20])	22
Obrázek č. 4 – Technologie zdění (převzato [20])	23
Obrázek č. 5 - Řez obvodovou stěnou energeticky úsporného domu (převzato z [17])	35
Obrázek č. 6 – Řez obvodovou stěnou energeticky úsporné certifikované konstrukce DIFFUWALL (Převzato z [17]).....	36
Obrázek č. 7 – Časová osa (převzato z [17]).....	38
Obrázek č. 8 – Řez obvodovou stěnou energeticky úsporného domu se skeletem ze stavebního řeziva (Převzato z [17]).	40
Obrázek č. 9 – Řez obvodovou stěnou energeticky úsporné certifikované konstrukce DIFFUWALL (Převzato z [17]).....	41

PŘÍLOHY

Příloha č. 1 – Půdorys 1. NP

Příloha č. 2 – Půdorys 2. NP

Příloha č. 3 – Pohledy

Příloha č. 4 – Cenová nabídka Jihlava

Příloha č. 5 - Výkresy Canaba

Příloha č. 6 - Výkresy panelová dřevostavba

Příloha č. 7 - Rozpočet panelová dřevostavba

Příloha č. 8 - Výkresy skeletová dřevostavba

Příloha č. 9 - Rozpočet skeletová dřevostavba

Příloha č. 10 - Pudorys_1NP

Příloha č. 11 - Pudorys_2NP

Příloha č. 12 - Řez A

Příloha č. 13- Pohledy

Příloha č. 14 - Rozpočet Heluz plus svépomoc

Příloha č. 15 - Rozpočet Heluz živnost

Příloha č. 16 - Rozpočet YTONG svépomoc

Příloha č. 17 - Rozpočet YTONG živnost

Příloha č. 18 - Výpočet doby trvání – Heluz

Příloha č. 19 - Výpočet doby trvání - Ytong