



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ

INSTITUTE OF STRUCTURAL ECONOMICS AND MANAGEMENT

INVESTIČNÍ NÁKLADY DŘEVOSTAVEB

INVESTMENT COSTS OF WOODEN STRUCTURES

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Michaela Lontrasová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MILOSLAV VÝSKALA, Ph.D.

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T038 Management stavebnictví (N)
Pracoviště	Ústav stavební ekonomiky a řízení

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Michaela Lontrasová
Název	Investiční náklady dřevostaveb
Vedoucí práce	Ing. Miloslav Výskala, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2016
Datum odevzdání	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016

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

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

PODKLADY A LITERATURA

Srubové domy z kulatiny, Dalibor Houdek, Otakar Koudelka (MM Publishing, 2011, ISBN 978-80-904414-4-6)

Dřevěné stavby, Jozef Štefko, Ladislav Reinprecht, Petr Kuklík (Jaga group, 2006, ISBN 978-80-8076-080-9)

Moderní dřevostavby, Pavel Horák (Computer press, 2011, ISBN 978-80-251356-8-6)

Dřevostavby pro bydlení, Vaverka Jiří, Havířová Zdeňka, Jindrák Miroslav a kolektiv, 2008, Grada

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Cílem práce je porovnání nákladů na výstavbu různých konstrukčních systémů dřevostaveb.

1. Dřevostavby, konstrukční materiály dřevostaveb.
2. Cenotvorba, stanovení nákladů konkrétní dřevostavby.
3. Kvalitativní srovnání vlastností dřevostaveb.
4. Cenové srovnání nákladů na dodávku materiálů a jejich montáž.
5. Analýza nákladů rodinných domů v konkrétních případech.

Očekávaným výstupem práce bude porovnání investičních nákladů rodinných domů při srovnatelných okrajových podmínkách.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

Ing. Miloslav Výskala, Ph.D.

Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Cílem této diplomové práce je porovnání nákladů na výstavbu různých konstrukčních systémů dřevostaveb. První část se zabývá historickými a současnými konstrukčními systémy dřevostaveb a materiály, které jsou u těchto staveb používány. Podrobně je v práci rozebráno dřevo, jeho vlastnosti a využití ve stavebnictví. Další kapitola se zabývá tvorbou cen, druhy rozpočtů a náklady. V závěru teoretické části jsou uvedeny technické vlastnosti staveb.

Praktická část práce v úvodu popisuje dispoziční a konstrukční řešení vybrané dřevostavby, která je dále srovnávána se srubovou technologií. Srovnávání je provedeno z několika pohledů. Nejprve jsou srovnány a vyhodnoceny jejich kvalitativní vlastnosti. Následuje kapitola zabývající se náklady na dopravu a montáž u jednotlivých domů z pohledu prací HSV a PSV. Jako poslední jsou srovnávány náklady na jednotlivé konstrukce a následně celkové náklady na výstavbu, provoz a likvidaci domů. V závěru práce je shrnující vyhodnocení všech získaných výsledků.

KLÍČOVÁ SLOVA

Náklad, cena, rozpočet, analýza nákladů, konstrukční systémy, kvalitativní vlastnosti, dřevostavba, srub

ABSTRACT

The aim of this thesis is to compare the costs for the construction of various construction systems wooden buildings. The first part deals with the historical and contemporary construction systems wooden structures and materials that are used in these buildings. Details are discussed in the work of the wood, its properties and uses in the construction industry. Another chapter deals with the pricing, kinds of budgets and costs. In the end of the technical characteristics listed buildings.

Practical work in the introduction describes the layout and construction of selected timber, which is then compared with log technology. The comparison is done from several perspectives. First they are compared and evaluated their quality characteristics. A chapter about the cost of delivery and installation of individual houses from the perspective of works HSV and PSV. As the last are compared to the cost of individual construction and then the total cost of construction, operation and disposal of buildings. The conclusion is a summary evaluation of the results obtained.

KEYWORDS

Expense, cost, budget, cost analysis, systems design, quality features, wooden house, log cabin

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Michaela Lontrasová *Investiční náklady dřevostaveb*. Brno, 2017. 83 s., 58 s. příl.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí práce Ing. Miloslav Výskala, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

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

V Brně dne 9. 1. 2017

Bc. Michaela Lontrasová
autor práce

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala Ing. Miloslavu Výskalovi Ph.D. za odborné rady, cenné připomínky a konzultace při zpracování diplomové práce. Poděkování patří také mé rodině a přáteli, kteří pro mě byli velkou oporou po dobu studia.

1 ÚVOD	10
2 DŘEVOSTAVBY	11
2.1 Historie dřevěných staveb	11
2.2 Druhy konstrukčních systémů dřevostaveb	12
2.2.1 Historie konstrukčních systémů v ČR.....	12
2.2.2 Současné konstrukční systémy dřevostaveb	13
2.3 Materiály dřevostaveb.....	17
2.3.1 Dřevo.....	17
2.3.2 Výrobky ze dřeva	19
2.3.2 Tepelné izolace dřevostaveb	21
3 CENOTVORBA, STANOVENÍ NÁKLADŮ KONKRÉTNÍ DŘEVOSTAVBY	23
3.1 Cena	23
3.1.1 Cenotvorba.....	23
3.1.2 Cenová soustava.....	23
3.2 Náklady	24
3.2.2 Náklady v životním cyklu projektu.....	25
3.3 Rozpočet	26
4 TECHNICKÉ VLASTNOSTI STAVEB.....	28
4.1 Hořlavost stavebních výrobků	28
4.2 Požární odolnost.....	28
4.3 Tepelně – technické vlastnosti	29
4.4 Akustické vlastnosti	29
4.5 Vliv stavby na životní prostředí	30
4.6 Živostnost stavby	31
5 POPIS VYBRANÉHO RODINNÉHO DOMU	31
5.1 Charakteristika projektu dřevostavby	31
5.1.1 Dispozice RD	33
5.1.2 Konstrukční řešení stavby	33
5.2 Charakteristika srubu	35
5.2.1 Konstrukční řešení srubu	36
6 KVALITATIVNÍ SROVNÁNÍ VLASTNOSTÍ DŘEVOSTAVEB	37
6.1. Hořlavost stavebních výrobků	37

6.2 Požární odolnost.....	37
6.3 Tepelně – technické vlastnosti	38
6.4 Akustické vlastnosti	41
6.5 Doba a složitost výstavby	41
6.6 Vliv stavby na životní prostředí	42
6.7 Živostnost stavby	50
6.8 Celkové zhodnocení	50
7 SROVNÁNÍ NÁKLADŮ NA DODÁVKU MATERIÁLŮ A JEJICH MONTÁŽ	52
7.1 Dodávka materiálů	52
7.2 Montáž	53
7.3 Vyhodnocení nákladů na dodávku a montáž	54
8 ANALÝZA NÁKLADŮ RODINNÝCH DOMŮ V KONKRÉTNÍCH PŘÍPADECH.....	55
8.1 Analýza nákladů vybraných konstrukcí u dřevostavby a srubu.....	55
8.1.1 Náklady na nosné obvodové stěny	55
8.1.2 Náklady na vnitřní stěny	59
8.1.3 Náklady na vodorovné konstrukce.....	62
8.1.4 Náklady na úpravy povrchů	65
8.2 Analýza celkových nákladů	67
8.3 Náklady na provoz	68
8.3.1 Náklady na elektrickou energii	68
8.3.2 Náklady na vodné.....	72
8.3.3 Náklady na svoz komunálního odpadu	72
8.3.4 Celkové provozní náklady	72
8.4 Náklady na likvidaci	74
9 CELKOVÉ VYHODNOCENÍ	74
10 ZÁVĚR	77
11 SEZNAM LITERATURY	78
12 SEZNAM TABULEK	81
13 SEZNAM GRAFŮ.....	82
14 SEZNAM OBRÁZKŮ	82
15 SEZNAM PŘÍLOH.....	83

1 ÚVOD

Dřevo patří mezi nejstarší stavební materiály. Svoji oblibu si získalo především z důvodů snadného opracování a údržby. S rozvojem lidské společnosti a nových vynálezů bylo dřevo jako hlavní nosný stavební materiál odsunuto do pozadí a zařadilo se mezi materiály podřadné. V dnešní uspěchané době se stavebníci opět navrací k přírodním materiálům a nacházejí zalíbení ve dřevě, především v dřevostavbách. Oblíbenost těchto staveb vyplývá hlavně z rychlosti a ceny jejich realizace.

Název diplomové práce je *Investiční náklady dřevostaveb*. Téma je zvoleno především pro podrobnější analýzu nákladů na výstavbu různých konstrukčních systémů dřevostaveb. Práce se skládá z části teoretické a části praktické. První část práce se zabývá dřevostavbami z teoretického pohledu. Druhá část podrobně zkoumá vlastnosti a náklady vybraných konkrétních dřevostaveb.

Teoretická část se v úvodu zaměřuje na historii dřevěných staveb. Následuje kapitola, kde je popsána historie a současnost konstrukčních systémů. V kapitole konstrukčních systémů jsou dřevostavby rozčleněny na masivní, elementární a skeletové. Každá konstrukce je následně podrobně rozebrána. Hlavním stavebním materiálem u dřevostaveb je dřevo. Tomuto materiálu je věnována následující kapitola práce. Jsou v ní uvedeny vlastnosti dřeva, jeho největší škůdci a výrobky ze dřeva. Následuje kapitola zabývající se tepelnými izolacemi dřevostaveb. Nejprve jsou jednotlivé materiály rozčleněny a nejpoužívanější izolace jsou podrobněji rozebrány. Další text tvoří kapitola zabývající se tvorbou cen, druhy rozpočtů a náklady. V závěru teoretické části jsou uvedeny vybrané technické vlastnosti staveb. Teoretické znalosti o cenotvorbě a technických vlastnostech staveb jsou následně využity v praktické části práce.

Praktická část práce se zabývá srovnáním dvou vybraných dřevostaveb. Na úvod jsou obě stavby konstrukčně a dispozičně popsány. První kapitola se zabývá srovnáním technických vlastností staveb. K tomuto porovnání jsou využity znalosti z teoretické části práce. Vybrané technické vlastnosti, jako je požární odolnost konstrukcí, akustické vlastnosti, tepelné technické vlastnosti a doba a složitost výstavby, jsou nejprve číselně stanoveny a závěr shrnuje jejich výsledné porovnání. Následuje kapitola zabývající se náklady na dodávku a montáž u jednotlivých domů. Srovnání je provedeno z pohledu prací HSV a PSV. Poslední kapitola praktické části se věnuje podrobnou analýzou nákladů. Nejprve jsou stanoveny náklady na jednotlivé konstrukce, a to pro obvodovou stěnu, příčky, stropní konstrukci a finální nátěry. Dále jsou zde uvedeny náklady na celý objekt, náklady na provoz a likvidaci. V závěru práce je provedeno konečné vyhodnocení technických vlastností staveb a jsou zde zhodnoceny všechny analyzované náklady.

2 DŘEVOSTAVBY

V úvodu této kapitoly nastíním historii použití dřeva pro stavební účely, která sahá až do doby kamenné. Dále následuje vývoj dřevěných konstrukčních systémů a jejich rozdělení v dnešní době. Na závěr kapitoly uvedu nejpoužívanější materiály při realizaci dřevostaveb.

2.1 Historie dřevěných staveb

Dřevo jako přírodní materiál patří mezi nejstarší stavební materiál, který je používáný do dnešní doby. Mezi jeho největší výhody patří velká dostupnost, snadné zpracování, obnovitelnost tohoto materiálu a výborné tepelné technické vlastnosti. Používáno je také z důvodů svého přírodního vzhledu a jednoduché likvidace. Dřevo je díky těmto vlastnostem využíváno i v interiérech staveb, například jako výzdoba a doplňky nebo jako celé nosné konstrukce. [1]

Stavby jednoduchých obydlí ze dřeva nalezneme již v pravěku. S postupným vývojem lidstva se rozvíjela i složitost staveb. Od jednoduchých přístřešků až po dnešní podobu domů. Stavby ze dřeva měly zastoupení ve všech dobách a stavebních slozích. Podle archeologických nálezů už pravěcí lidé budovali jednoduché přístřešky za použití dřeva a kůží ze zvířat. S nástupem zemědělství začali lidé budovat domy se svislými stěnami a střechou, která byla již konstrukčně oddělená. Jako stavební materiál bylo používáno dřevo pomazávané hlínou. Na méně únosných půdách byly stavěny domy, které měly základovou desku tvořenou navrstvením dřeva a nášlapnou vrstvou, z důvodu ochrany, tvořila hlína. Mezi další stavby můžeme řadit domy, jejichž základy byly vybudované přímo ve vodě. Do dna vod byly zatlučeny dřevěné kůly, které nesly plošinu pro postavení domu. Půdorysy jednotlivých staveb byly ovlivněny polohou osad a způsobem obživy jejich obyvatel. Nejčastěji byly celé osady lemovány opevněním, aby zabránili případnému nebezpečí. Postupem času přestali lidé svislé zdi vyplétat proutím a začali stěny budovat z kulatiny. Tyto stavby jsou dnes nazývány sruby. Jednotlivé stavební prvky byly kladeny na sebe a spojovány v rozích stavby. U těchto domů používali stavebníci nejprve kulatinu o různých průměrech a postupem času ji začali opracovávat na hraněné profily. Stavební postupy, zvláště druhy spojů byly postupně zdokonalovány. [1;2]

S novými vynálezy a zkušenostmi začali lidé dřevo lépe opracovávat a spojovat. Od svazování pomocí lýka, upevňování do dřevěných vidlic se posunuli až k dnešním propracovaným tesařským technikám. Od počátku minulého století začal být budován sloupkový systém, který byl vyvinut v USA. V tomto případě je preferovaná rychlost výstavby, nižší náklady a zdravé prostředí domu. Tento systém je používáný při realizaci dřevostaveb stále. S vývojem dalších stavebních materiálů klesala postupně obliba dřeva

ve stavebnictví, a to zaznamenávalo odsunutí do pozadí. V dnešní době se stavby ze dřeva stávají opět populární. Lidé se ke dřevu vrací kvůli jeho příznivým vlastnostem. [1]

2.2 Druhy konstrukčních systémů dřevostaveb

Tato kapitola obsahuje historii a současnost konstrukčních systémů dřevostaveb. Nejprve je zmíněna historie stavění ze dřeva v České republice. Následuje současnost konstrukčních systémů dřevostaveb a jejich rozdělení na základní konstrukční druhy.

2.2.1 Historie konstrukčních systémů v ČR

Česká republika má v oblasti dřevěných staveb velkou tradici a na území naší země se dochovalo mnoho staveb vybudovaných pouze nebo převážně ze dřeva. K takovým nejtypičtějším stavbám u nás patří dřevěné srubové obytné domy, hrázděné obytné domy, stodoly srubové nebo sloupkové konstrukce, seníky, koliby, hospodářské a technické stavby.

Srubové obytné domy byly tvořeny stěnami vyskládanými z dřevěných trámů, které byly na sebe kladeny vodorovně a v rozích stavby vázány tesařskými spoji bez přesahů. Na výstavbu těchto domů byla nejdříve používána kulatina bez opracování a postupem času se přecházelo na hraněné trámy. Spáry mezi jednotlivými trámy se vycpávaly mechem a zamazávaly hlínou. Tyto domy se ve většině případů skládaly ze tří místností. Předního pokoje, středního traktu s kuchyní a třetí místností mohla být komora nebo chlévy. V každém kraji byl jiný prvek, který domy odlišoval. Tím se vytvořilo mnoho typů srubových domů. V Jižních Čechách se budovaly domy s valbou nebo půlvalbou a v Krkonoších lidé spáry mezi ruby bílili. [1;2]

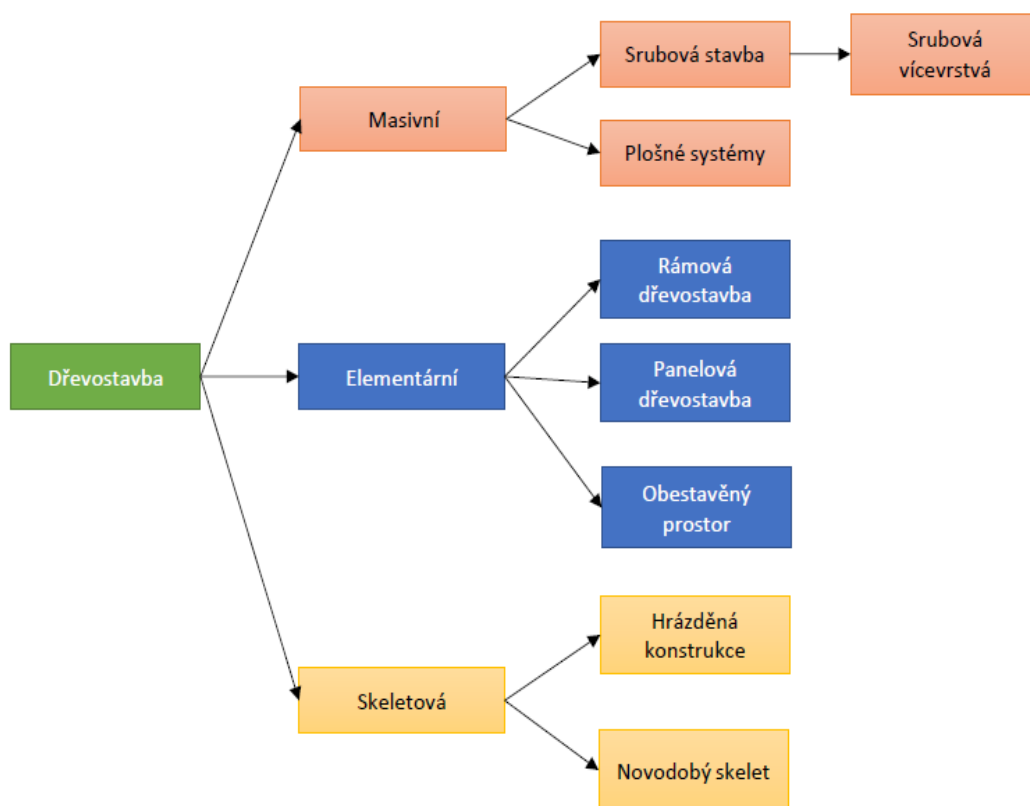
Hrázděné domy byly stavěny z hraněného řeziva o velkých průřezích. Nosnou konstrukci celé stavby tvořily dřevěné prvky, které byly za pomoci tesařských spojů mezi sebou spojovány. Celá tato konstrukce musela přenést svislé i vodorovné zatížení stavby. Pro větší pevnost byly do konstrukce vkládány vodorovné a šikmé prvky. Stěny byly následně vyplétány proutím a omazávány hlínou. Později se stěny vyzdívaly pálenými cihlami. [1]

Sloupkové konstrukce se vyvinuly v USA z hrázděných domů. Oproti hrázděné konstrukci mají prvky menší průřezy a odtud pochází název „Two by Four“ nebo „Two by Six“. Celá konstrukce je realizována přímo na staveništi. Jednotlivé sloupky jsou stavěny na celou výšku konstrukce nebo do výšky stropu. Stropní konstrukce je k jednotlivým sloupkům připevňována z boku. Ve vyšším podlaží je stropní konstrukce

připevněna přímo na sloupky. Dalším vývojem ze sloupkové konstrukce vznikly rámové dřevostavby a skeletové stavby. [1]

2.2.2 Současné konstrukční systémy dřevostaveb

V této kapitole jsou uvedeny základní typy dřevostaveb. S rozvojem těchto staveb se rozvíjí další a další typy těchto konstrukcí, které se liší například jen jinou skladbou obvodové stěny nebo materiálem. Obr. 1 znázorňuje schéma s rozdělením současných konstrukčních systémů dřevostaveb.



Obr. 1 Schéma rozdělení současných konstrukčních systémů dřevostaveb [autor]

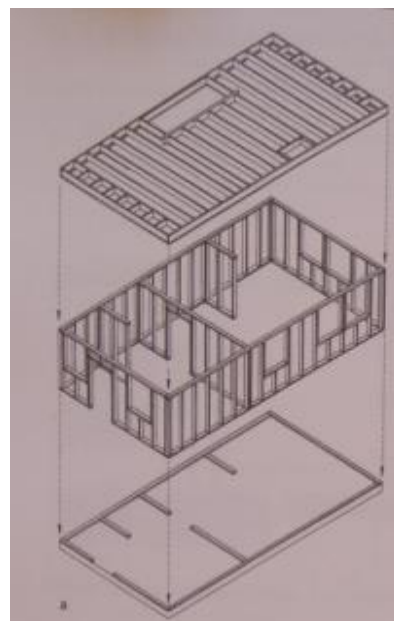
Elementární stavby na bázi dřeva se vyvinuly z hrázděného stavebního systému. Rozdíl mezi těmito stavbami spočívá v konstrukčním řešení ztužení celé konstrukce. U hrázděné konstrukce bylo ztužení prováděno pomocí šikmé vzpěry, která byla součástí nosné konstrukce. Oproti tomu dnešní elementární stavby jsou ztužovány za pomoci vnějšího pláště. Ten je přibíjen na nosnou dřevěnou kostru stavby a bývá z velkoplošných materiálů. Elementární dřevostavba je stavěna z jednotlivých prvků neboli elementů. Ty jsou k sobě sestavovány a spolu s dalšími stavebními materiály tvoří nosnou konstrukci stavby. [1]

Rozdělení elementárních staveb:

- Rámová soustava
- Panelová dřevostavba
- Obestavěný prostor

Soustava rámová je tvořena rámem sestaveným ze spodního a horního rámu a dvou svislých sloupků. Rám odpovídá výšce jednoho podlaží. Tyto rámy se používají jako nosné stěny, v tomto případě jsou opláštěny vnějším pláštěm pro větší tuhost. Mohou být, ale také používány jako rámy pro vytvoření stropní nebo střešní konstrukce. Schéma rámové konstrukce je znázorněno na Obr. 3.

Rámové dřevostavby můžeme dále dělit na další skupiny, a to jsou stavby z jednotlivých elementů. Tento typ konstrukce je prováděn přímo na místě určeném pro stavbu. Jednotlivé prvky jsou sestavovány na podlaze a spojovány za pomoci hřebíků na tupo. Po sestavení se celá soustava postaví do svislé polohy a dočasně se zavětruje. V úrovni prvního patra se provede obvodový věnec, který je tvořen z vodorovně uložených rámu. Následně se provádí opláštění konstrukce a je odstraněno dočasné zavětrování.



Obr. 2 Schéma dřevěné kostry rámové soustavy [1]

Druhou skupinou rámových konstrukcí jsou stavby s rámy, které jsou z části sestavovány ve výrobní hale.

U těchto staveb je tedy prováděná částečná prefabrikace a to tak, že v továrně jsou sestaveny rámy, které jsou jednostranně opláštěny. Hotové rámy jsou pak dovezeny na místo staveniště, kde jsou již jen sestaveny do požadovaného tvaru a následně se provádí zastřešení celé stavby. Tímto způsobem výstavby se eliminuje možnost navlhnutí všech materiálů v konstrukci. [1]

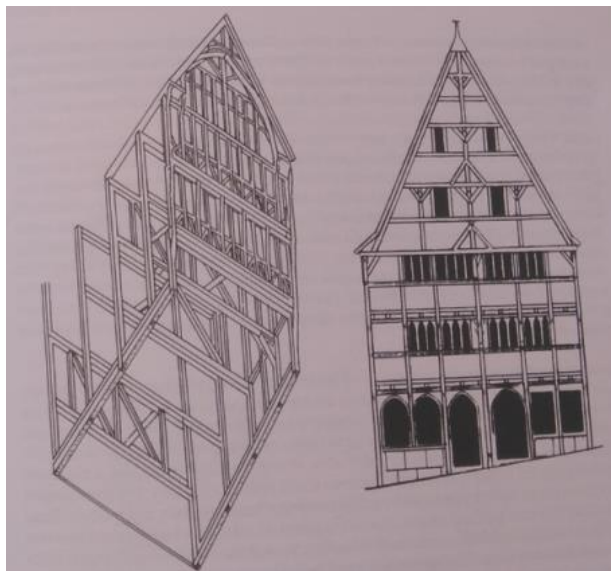
Panelová dřevostavba je vysoce prefabrikovaná rámová konstrukce. V tomto případě se v montážních halách připravují celé panely pro stavbu. Ve vodorovné poloze se sestaví dřevěný rám, který se z jedné strany opatří pláštěm. Celý díl se následně otočí na opačnou stranu a vloží se do něho vláknitá izolace, parozábrana a všechny rozvody instalací. Skladba stěn je sestavována podle výrobní dokumentace. V dnešní době jsou sestavovány panely i bez parozábrany a jsou tak vytvářeny difúzně otevřené konstrukce. Díl se opláští, postaví se do svislé polohy a je opatřen povrchovými úpravami, výplněmi otvorů

a dalšími dokončovacími pracemi. Takto připravené díly se dopravují na staveniště, kde jsou kompletovány do hotové podoby. [1]

Obestavěný prostor má u rámových konstrukcí nejvyšší prefabrikaci. Tento systém je tvořen z předem připravených buněk, které jsou přepravovány na staveniště a skládány jako jedno nebo více podlažní stavby. [1]

Skeletová stavba je tvořena tyčovými prvky, které tvoří nosnou kostru celé stavby a přenáší zatížení do základů. V tomto případě opláštění nemá funkci ztužení celé stavby. Prvním typem těchto staveb jsou hrázděné konstrukce. S vývojem nových technologií se tento způsob zjednodušil, odpadly šikmé vzpěry a byly vylepšeny tesařské spoje. To dalo za vznik skeletovým konstrukcím. [1]

Hrázděné konstrukce byly velice pracné na výrobu viz Obr.4. Celá konstrukce byla nejdříve vyrobena v dílně a následně smontována na staveništi. Kostra domu zůstávala viditelná, proto tesařské spoje musely být vyrobeny s velkou pečlivostí. Po sestavení kostry byla prováděna vyzdívka. Ta plnila funkci ochrannou před klimatickými vlivy. Vyzdívka nikdy nebyla prováděna jako nosná konstrukce. Mezi velkou nevýhodu konstrukce patřily spáry mezi hrázdění a vyzdívkou. Stěny u hrázděné konstrukce tvořily svislé sloupky, horní a spodní rám. Pro větší pevnost, se v rozích každé stěny přidávaly šikmé vzpěry. Ty zajišťovaly zachycení vodorovných sil a přenášely je nejkratší cestou do spodního prahu a následně do základové konstrukce. Dalším prvkem hrázděné konstrukce byly paždíky. Ty se přidávaly mezi vyzdívku. Plnily funkci opory, nevznikaly místa s trhlinami a složily jako překlady nad otvory. V dnešních hrázděných konstrukcích vzpěry nahrazují velkoplošným opláštěním konstrukce. [1]



Obr. 3 Hrázděná konstrukce domu [1]

Novodobé skeletové konstrukce oproti hrázděným jsou tvořeny pouze vodorovnými a svislými dřevěnými prvky. Ty jsou mezi sebou spojovány inženýrskými spoji. V konstrukci se upustilo od šikmých vzpěr. Celý systém je tvořen svislými sloupky a vodorovnými nosníky. Sloupky jsou umístovány v určité modulové vzdálenosti a tvoří modulovou síť. Podle navržené modulové sítě se dále stanovují rozměry jednotlivých prvků stavby. V konstrukcích se pro větší pevnost mohou použít prvky z lepeného dřeva nebo mohou být nosné prvky sestaveny jako jednoduché nebo zdvojené. [1]

Sloupková konstrukce je tvořena žebry, která jsou kladena hustě vedle sebe na výšku stavby a vodorovným horním a spodním prahem. Pro větší ztužení celé konstrukce se používá velkoplošného opláštění. [1]

Masivní stavby ze dřeva konstrukčně vycházejí ze srubů a hrázděných staveb. V dnešní době u těchto staveb je ruční práce nahrazena z větší části prefabrikací. V případě těchto staveb, které mají oproti jiným stavbám rozdílný vzhled, by měl být brán zřetel na okolní prostředí a zasazovat tyto stavby na vhodná místa. Stavby toho typu mají i své specifické vnější klima, které je ovlivňováno právě masivní konstrukcí ze dřeva.

Až do dnešní doby zůstala zachována i **typický srub**, který je prováděn z velké části za pomoci řemeslné výroby. Tyto stavby jsou stavěny jen velmi málo z důvodů svého atypického vzhledu. Srub je stavěn z kulatiny nebo z hraněného řeziva. Stěna je tvořena skládáním těchto prvků vodorovně na sebe a pro větší pevnost jsou prvky v rozích překládány přes sebe a tvoří rohové spoje. Dalším prvkem pro zajištění stability jsou výřezy po celé délce kulatiny, které se s ostatními prvky spojují na péro a drážku. U těchto staveb už nedochází ke vkládání žádné izolace ani k nanášení omítky uvnitř a vně konstrukce. Zde je zachován přírodní vzhled konstrukce. [1]

Srubová stavba z prefabrikovaných prvků je konstruována z vysušené dřeviny nebo lepené lamelové. Tvary těchto prvků jsou ve většině případů kruhové, čtvercové a obdélníkové. Z takto vyhotovených prvků jsou stavěny stěny. Pro větší pevnost jsou jednotlivé prvky opatřeny vodorovnými spárami, které jsou v celém systému stavby spojovány na péro a drážku. U tohoto druhu staveb jsou všechny prvky tvarově stejné, to je dáno prefabrikací. Z těchto důvodů jsou tvořeny masivní stěny o malých tloušťkách oproti klasickému řemeslně vyráběnému srubu. Malá tloušťka a správnost utěsněných spár ovlivňuje tepelné technické vlastnosti konstrukce. V tomto případě nelze součinitel prostupu tepla nijak ovlivnit tepelnou izolací, protože u staveb je zachován přírodní vzhled masivních prvků. [1]

Plošné systémy jsou oproti klasickým zděným stavbám k nerozeznání. Nosná konstrukce je tvořena z plošných prvků prefabrikovaného masivního dřeva nebo lepených lamel. Proto existuje mnoho typů těchto konstrukcí, které se od sebe liší pouze sestavením plošných prvků. Jednotlivé dílce se na sebe mohou vrstvit, jsou opatřeny různě tvarovanými spoji. Vše záleží na přání zákazníka a firmě. Tyto prvky tvoří stěny, strop a v některých případech i střešní konstrukci. Prvky pro konstrukci jsou nejdříve vyrobeny v halách a následně dopravovány na staveniště. Zde je z nich sestavena hrubá stavba. Následuje zateplení celé konstrukce a nanášení povrchové úpravy a barevné omítky. [1]

2.3 Materiály dřevostaveb

Tato kapitola popisuje dřevo jako stavební materiál, jeho strukturu, vlastnosti výhody a nevýhody. Následují nejčastější výrobky ze dřeva, které jsou používány u dřevostaveb. Jejich výroba a vlastnosti. Na závěr kapitoly jsou rozebrány tepelné izolace. Výroba izolací a jejich vlastnosti.

2.3.1 Dřevo

Patří k nejstarším stavebním materiálům u nás. V dřívějších dobách bylo používáno především pro jeho dostupnost a snadnou opracovatelnost. Dnes je používáno pro jeho obnovitelnost a nenáročnou ekologickou likvidaci. Používání dřeva jako stavebního materiálu neustále narůstá. Dřevo je pletivo, které tvoří stonek vyšších rostlin. Dělí se na listnaté a jehličnaté. Je složeno z vrchní vrstvy nazvané kůra, pod kterou se nachází lýko, následuje kambium a jádrová vrstva dřeva, která tvoří největší podíl. Dřevo je anizotropní materiál. Jeho fyzikální a mechanické vlastnosti jsou ovlivněny orientací k dřevním vláknům. Směry orientace jsou děleny do tří základních směrů podélného, tangenciálního a radiálního. V každém směru má proto dřevo jiné vlastnosti. Další důležitou vlastností je hustota dřeva, která ovlivňuje mechanické a fyzikální vlastnosti. V minulosti byly stavby budovány ze samotného dřeva i v kombinaci se zdivem a trvanlivost dřeva nebyla žádnou překážkou. Dnes je dřevo odsunováno do pozadí především kvůli velké hořlavosti, abiotickým a biotickým škůdcům. [2]

Do kategorie **biotických škůdců** se řadí:

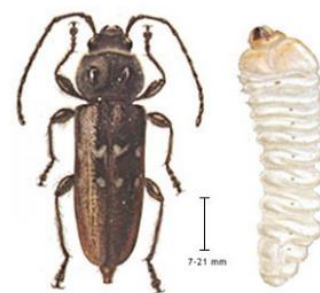
- Dřevozbarvující houby
- Dřevokazné houby
- Plísň
- Dřevokazný hmyz

Dřevozbarvující houby napadají klády, u kterých byl zanedbaný proces skladování nebo byly pozdě zbaveny kůry. Houby zabarvují kulatinu do specifických barev. Toto poškození je nevratné a lze ho odstranit pouze částečně z povrchu uvnitř dřeva zůstává. Zabarvení se dá předcházet správným ošetřením kulatiny. Toto poškození neovlivňuje pevnost dřeva. [2]

Velmi nebezpečné jsou ale **dřevokazné houby**. Jedním ze zástupců tohoto druhu je dřevomorka domácí, které napadá dřevo mrtvé a rozkládá ho. Ohrožuje všechny materiály v domácnostech, obsahující celulózu. Tato houba se tvoří především v uzavřených prostorech s konstantní vlhkostí. Jedinou ochranou je dokonalá impregnace konstrukcí. Dalším zástupcem je kiniofora sklepní. Vyskytuje především v letním

a podzimním období, a to především v domácnostech a lesích. Napadá především zdravé jehličnaté i listnaté dřevo. Rozklad probíhá od povrchu do jádra konstrukce a následně je schopná rozebrat i lignin. Je typická svým hnědým až černým zabarvením na dřevě. Jedinou ochranou proti této nákaze jsou fungicidní účinky, které vytváří organické látky. Poslední známou dřevokaznou houbou je trámovka trámová. Ta je charakteristická svou tmavohnědou plodnicí na povrchu napadeného dřeva. Rozklad dřeva probíhá především v jádru materiálu. Ochrana proti tomuto materiálu je velice komplikovaná běžné sanační prostředky houbu neohroží. Je odolná proti několikaletému vyschnutí. Obnovuje se opět při vhodných podmínkách. [2]

Dřevokazný hmyz patří také do skupiny biotických škůdců. Mezi jeho zástupce patří červotoči a tesaříci. Mezi zástupce tesaříků patří tesařík krovový viz. Obr. 5. Jeho samičky kladou vajíčka do prasklin ve smrkovém mrtvém dřevě. Z těch se následně líhnou larvy, které napadají měkké letní dřevo. Ve kterém vytváří síť chodeb. S růstem larev se zvětšují i otvory uvnitř dřeva. Poškození dřeva není patrné, protože larvy žijí několik let jen pod povrchem dřeva. Dospělí jedinci následně z poškozeného dřeva vylétají odletovými otvory. Tesařík napadá u domů především střešní a stropní konstrukce. Ochrana proti tesaříkům je v podobě hloubkové tlakové impregnaci, která obsahuje toxické látky. Proti tomuto hmyzu se lze chránit už při výstavbě, použitím zdravé kulatiny ošetřené impregnačními nátěry. [2]



Obr. 4 Tesařík krovový [31]

Zástupce **červotočů** představuje červotoč umrlčí. Ten je typickým svým černohnědým zabarvením se zadními zlatožlutými rohy. Vyskytuje se především v domácnostech. Samička klade vajíčka na povrch jehličnatého dřeva. Larvy se líhnou na povrchu a vyhrzávají podélné chodbičky. Tento proces může trvat až dva roky. Dospělí jedinci napadají všechny vlhké dřevěné konstrukce domů. Především vyhledávají dřevo z borovic a místa s vysokou vlhkostí a nízkou teplotou. V žádném případě nenapadají čerstvé a vysušené dřevo. Účinnou ochranou proti červotoči je snížení vlhkosti ve dřevě. [2]

Zástupci abiotických činitelů jsou klimatické vlivy především:

- Déšť
- Sluneční paprsky
- Teplota
- Požár
- Agresivní látky

Poškozením slunečním zářením je především složkou ultrafialového záření. Za pomoci vlhkosti spouští ve dřevě proces degradace. Sluneční záření proniká pod povrch dřeva a pomocí kyslíku probíhá fotochemická reakce. Ta způsobuje postupný rozklad ligninu,

jeden ze stavebních prvků dřeva. Tato reakce se na dřevě projevuje změnou barvy a vznikajícími trhlinami na povrchu. Do těch následně v zimním období natéká voda, která při nízkých teplotách zamrzá a zvětšuje praskliny. Proti záření se lze bránit nátěry nebo clonami jako jsou dostatečné střešní přesahy. Dalším abiotickým škůdcem jsou vysoké teploty nebo oheň. Při působení vysokých teplot na povrch dochází ke vzniku termochemické reakci, která rozkládá chemické složky ve dřevě. Při přístupu kyslíku ve složení s chemickými plyny, které se tvoří při chemické reakci, může dojít k zapálení dřeva a vzniku ohně. Dřevo můžeme proti ohni chránit chemickými nátěry nebo konstrukční ochranou. [2]

2.3.2 Výrobky ze dřeva

Mezi výrobky ze dřeva patří:

- Deskové a hraněné řezivo
- Lepené lamelové dřevo
- Velkoplošné materiály

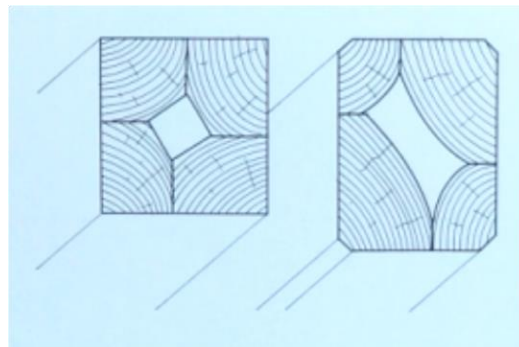
K výrobě **deskového a hraněného řeziva** je využíváno dřeva, které vykazuje dobré mechanické a fyzikální vlastnosti. Nejpoužívanější je dřevo jehličnaté ze smrku, borovice a jedle. U listnatých stromů je to především dub a akát. Důležitým faktorem u řeziva je i jeho vlhkost. Tu lze upravovat dle požadavků projektové dokumentace. U řeziva je udávána i pevnost prvků, která je stanovena na základě pevnostních tříd odpovídajícím danému prvku. Deskové a hraněné řezivo je děleno dle poměru tloušťky k šířce řeziva. U deskového řeziva je používáno hraněného i nehraněného řeziva do tloušťky 100 mm. Zahrnuje prkna, u kterých tloušťka nesmí, přesáhnou 40 mm a fošny, jejichž tloušťka je od 40 mm. Do skupiny hraněného řeziva řadíme především hranoly, u kterých musí být výška menší než trojnásobná šířka prvku. Poslední skupinou je polohraněné řezivo, které musí splňovat šířku menší, než je dvojnásobek výšky. To je rozděleno na polštáře o tloušťce do 100 mm a trámy o tloušťce nad 100 mm. Dále lze rozdělit na neomítané deskové řezivo, u kterého jsou boky neořezané nebo jen částečně ořezané a omítané deskové. To je upraveno ze všech čtyř stran. [3]

Lepené lamelové dřevo jsou prvky různých délek a tvarů, které nelze vyrobit z řeziva. U lepeného lamelového dřeva jsou předem odstraněny všechny vady dřeva a upravená vlhkost, aby nedocházelo k tvarovým změnám konstrukce. Výroba těchto prvků probíhá z ohoblovaných lamel, které jsou dostatečně vysušené a ohoblované. Ty se navzájem spojují zubovými spoji a lisují se. Tak lze vyrobit prvky s atypickým tvarem:

- Nosník s dutým středem

- Duté lepené dřevěné sloupy

Nosník s dutým středem je vyráběn z kmene stromu, u kterého je nejdříve vyříznut střed kmene a následně je rozřezán na kousky a slepen viz Obr.6. Díky vynechání středu kmene je zamezeno vzniku trhlin v konstrukci. Takto vyrobené prvky nepodléhají deformaci ani při změně vlhkosti v okolí. Nosníky lze využívat jako pohledové prvky v konstrukci v interiéru a exteriéru. [3]



Obr. 5 Konstrukční prvky s dutým středem [3]

Duté lepené dřevěné sloupy vznikají slepením dvanácti lichoběžníkových průřezů. Tyto prvky jsou používány především na místech v konstrukci, kde působí vzpěr. Například jako podpory schodiště. [3]

Velkoplošné materiály se dělí:

- Lat'ovky
- Překližky
- Dřevotřískové desky
- Desky OSB
- Dřevocementové desky
- Sádroláknité desky

Lat'ovky vznikají slepením středu z jehličnatých latí a polepením dýhy z tvrdých dřevin. Vláčna ve středu i v dýze jsou směřována pod pravým úhlem. Materiál je používán především v interiéru pro opláštění. V tomto případě lze lat'ovky tvarovat na zaoblené tvary. [3]

Překližky jsou vyráběné z dýhy. Ta je slepována tak aby vlákna sousedních vrstev byla na sebe kolmá. Vyrábí se jako minimálně trojvrstvý materiál. Vrstvy závisí na požadované tloušťce materiálu. Vlastnosti tohoto materiálu jsou ovlivněny lisováním, použitou dýhou, kvalitou lepidla a povrchové úpravě. Velkou nevýhodou je vysoká cena materiálu. [3]

Dřevotřískové desky jsou označovány jako DTD. Jsou vyráběny z jemných dřevěných třísek, které se slepují za přítomnosti vysokého tlaku. Desky lze polepovat fólií a používat v interiéru jako dveře nebo parapetní desky. Patří mezi nepoužívanější materiál ve dřevostavbách. Stojí za tím jejich nízká cena a příznivé konstrukční vlastnosti. Jsou používány především jako pláště konstrukcí nebo roznášecí podlahové desky.

Desky OSB jsou vyráběny z dřevěných větších třísek, které jsou vrstveny v určitém směru v několika vrstvách viz Obr.7. Tento způsob zhotovení zlepšuje mechanické vlastnosti materiálu. Při výrobě desek je použito minimální procento lepidla. Jsou používány u dřevostaveb jako opláštění a střešní záklopy. Lze je použít i jako nášlapnou vrstvu podlah, v tomto případě jsou desky broušené a lakované. [3]



Obr. 6 Deska OSB [30]

Dřevocementové desky vznikají z rozvlákněné dřevní hmoty, která se následně lisuje. Lze je rozdělit na desky tvrdé, měkké a polotvrdé a dle technologie výroby na desky zhotovené mokřím nebo suchým způsobem. Velkou nevýhodou tohoto materiálu je malá požární odolnost a vodovzdornost. Tvrdé a polotvrdé desky jsou velice pevné a objemově stálé, proto jsou používány pro opláštění. Měkké desky mají velmi dobré tepelně technické vlastnosti a jsou využívány ve skladbě stěn jako izolace. [3]

Sádrovláknité desky je materiál vyráběný z recyklovaného papíru a sádry. Z těchto materiálu je v kombinaci s vodou vyráběna směs, která je lisována na desky. Ty jsou následně sušeny a řezány na dané rozměry. Jsou používány do exteriéru i interiéru. Nachází uplatnění jako pláště stěn, stropů a střech. Nejsou náchylné na vlhké prostředí a vykazují mnohem lepší vlastnosti než sádrokartonové desky. [3]

2.3.2 Tepelné izolace dřevostaveb

Vnější tepelná izolace by měla vytvářet spojitou izolační obálkou konstrukce a tím minimalizovat tepelné mosty. Nevýhodou je malá paropropustnost vrstev.

Vnitřní tepelná izolace je používána jen na základě tepelně technických výpočtů. Použití vnitřní tepelné izolace v dřevostavbách je velice rizikové, z důvodů polohy rosného bodu.

V následující tabulce 1 jsou uvedeny různé druhy tepelných izolací používaných u dřevostaveb.

Tab. 1 Rozdělení tepelných izolací [3]

Druh tepelné izolace	Materiál
Izolace vláknité	minerální vlákna, skleněná vlákna, keramická vlákna, textilní vlákna
Pěněné plasty	pěnové a extrudované polystyrény, pěnové polyuretany, pěnové fenolické a rezolové pryskyřice, pěnový kaučuk, pěnový PE, pěněné PVC
Izolace na bázi dřeva	dřevovláknité, dřevotřískové, dřevoštěpové, korek, kokosová vlákna, piliny, rákosové rohože
Izolace na bázi papíru	drcený papír, vlnité desky z asfaltového papíru, voštinové desky
Minerální izolace	perlit, expandovaná břidlice, expandovaná struska, křemelina, keramzit, popílek
Netradiční izolace	bavlna, ovčí vlna, sláma, len, konopí

Nejpoužívanější tepelné izolace :

Izolace ze skleněné vlny je polopružný materiál, který je hmotnostně těžší než polystyrén. Mezi jejich nevýhody patří špatná vodovzdornost, akustická a požární odolnost. Jejich použití je především jako izolace střeš a podlah. [3]

Pěnový (expandovaný) polystyren EPS je organická tepelná izolace. Používá se ve formě desek nebo jako sypaný materiál do betonů. Nevýhodou jsou špatné akustické a požární schopnosti. Patří do skupiny materiálů s nízkou cenou. Mezi klady patří dobré tepelné izolační vlastnosti. Používá se pro zateplení střeš, podlah a obvodových stěn. Nesmí přijít do kontaktu se zemínou a vlhkostí. [3]

Papírová vláknina je vyráběná z recyklovaného papíru, který se drtí a následně fouká do dutin konstrukcí. Před samotnou aplikací je materiál ošetřen proti hlodavcům a hmyzu. Nevýhodou materiálu je sedání v konstrukci, požární a akustické schopnosti. Nesmí být aplikován do vlhkého prostředí. [3]

Perlit tvoří anorganické látky. Patří do skupiny lehkých tepelných izolací. Je používán jako sypký materiál do betonů a omítek. Je stálý a nehrozí napadení od škůdců. V případě použití ve vlhkém prostředí musí být ošetřen hydrofobními přípravky. [3]

Sláma je přírodní materiál používaný ve stavebnictví ve formě lisovaných desek nebo balíků. Dobře slisovaná sláma je odolná proti škůdcům a požáru. Tepelné technické vlastnosti tohoto materiálu jsou o něco nižší než u běžně používaných. Balíky lze použít jako izolace přímo ve skeletu stavby nebo jako dodatečnou izolaci vnější stěn. [4]

3 CENOTVORBA, STANOVENÍ NÁKLADŮ KONKRÉTNÍ DŘEVOSTAVBY

3.1 Cena

Cena vyjadřuje částku, která je sjednaná mezi kupujícím a prodávajícím. Patří do všeobecné ekonomické kategorie a působí v jádru tržního mechanismu. Tato částka vyjádřena penězi, určuje hodnotu daného zboží.

Ceny se ve stavebnictví řídí dvěma cenovými právními předpisy:

- zákon č. 526/1990 Sb., o cenách
 - zákon č. 151/1997 Sb. o oceňování majetku a o změně některých zákonů.
- [5]

3.1.1 Cenotvorba

Cenotvorba je základním kamenem cenové politiky firmy, které spadá pod cenovou politiku státu. Cenotvorba souvisí s tvorbou a rozhodování o jednotlivých cenách výrobků. Každá firma má jednotný postup pro stanovení ceny v podniku, která se musí řídit zákonnými cenovými předpisy. Správně stanovená cena má žádoucí vliv na chování kupujících. Na závěr je nutné zajistit správné působení ceny a její kontrolu. Cena firmu informuje o poptávce spotřebitelů, kvalitě daného zboží, cenách subdodavatelů atd. Tvorba ceny je orientovaná na tři základní věci náklady, konkurenci a poptávku, které celkově tvoří magický trojúhelník cenové politiky.

- **Nákladově orientovaná** tvorba cen se stanovuje podle skutečných nákladů a požadovaného zisku firmy.
- **Poptávkově orientovaná** tvorba cen se orientuje na chování zákazníka a poptávky po výrobku.
- **Konkurenčně orientovaná** tvorba cen se stanoví na základě stejného výrobku konkurence. [5]

3.1.2 Cenová soustava

Cenová soustava v národním hospodářství je tvořena cenami jednotlivých směnných procesů. Lze ji rozdělit na dva přístupy dle hodnocení soustavy.

- **Kvalitativní přístup** se zaměřuje především na postavení a úkoly cenové soustavy v mechanismu národního hospodářství. Přístup je založen na kvalitě.

- **Kvantitativní přístup** se věnuje celkovému vývoji cenové hladiny v jednotlivých odvětvích národního hospodářství. Jeho hlavním cílem je sledování vývoje cen u jednotlivých výrobků nebo celých skupin.

Ceny lze dále dělit na smluvní a zjištěné, které se řídí již zmíněnými zákony o cenách a oceňování majetku. Smluvní ceny dále můžeme dělit na volné a regulované. Ceny regulované jsou dále děleny na úředně, věcně, časově regulované a cenové moratorium. Regulátory cen může být Ministerstvo financí, Celní úřad Kolín nebo Český telekomunikační úřad. Regulace cen je především u zboží a služeb. Ceny zjištěné dále dělíme na ceny služeb a majetku. Ceny majetku zjišťujeme u nemovitého, movitého a finančního. [5]

3.2 Náklady

Náklady spadají do ekonomické kategorie. Jsou spuštěné nabídkou nebo poptávkou, které vyvolávají realizaci produkce nebo činnosti. Náklady dokážeme vyjádřit spotřebu výrobních činitelů v penězích. Náklady dělíme:

Z ekonomického hlediska

- Celkové – jsou to všechny náklady spotřebované na určitý objem produkce
- Průměrné – počítají se na jednotku produkce
- Mezní – vyjadřují množství nákladů nutných k rozšíření objemu produkce o jednotku

Druhové členění

- Materiální náklady – náklady na materiál, energii, opravy, údržbu, nekupované výrobky
- Odpisy – dlouhodobého hmotného a nehmotného majetku
- Mzdové náklady – mzdy a odměny
- Ostatní – úroky z úvěru, daně, pojistné, cestovné, nájemné, pokuty, penále

Kalkulační členění

- Přímé náklady – tyto náklady je možné zjistit a spočítat na kalkulační jednotici, souvisí s objemem dané produkce, jednotici může být ks nebo m²
- Nepřímé náklady – zjišťují se nepřímo na danou produkci

Podle podmínek hospodaření

- Jednicové – souvisí se změnou jednice u sledované produkce
- Režijní – se změnou jednice se nemění, jsou dány určitým množstvím produkce

Pro řízení nákladů

- Fixní – nesouvisí s velikostí výroby, změna je prováděna skokem
- Variabilní – souvisí s objemem produkce a dle změn se mění

Podle účelu vynaložených nákladů

- Technologické – souvisí s výrobním procesem (mzdy, spotřeba materiálu)
- Na řízení výroby – odbyt, sklad, řízení a správa podniku

Podle koloběhu hospodářských prostředků

- Na pořízení,
- Výrobu
- Prodej [5]

3.2.2 Náklady v životním cyklu projektu

Životní cyklus projektu stavby se dělí na čtyři důležité etapy, která na sebe souvisle navazují.

- Fáze předinvestiční
- Fáze investiční
- Fáze provozní
- Fáze likvidační

Ve **fázi předinvestiční** dochází ke zpracování první podnikatelské myšlenky, vypracování studie proveditelnosti a hodnotící zprávy. Hodnotící dokumenty slouží pro rozhodování o výhodnosti podnikatelského záměru. Předinvestiční fáze patří mezi nejdůležitější. [6]

Fáze investiční znázorňuje náklady spojené s projektovou a realizační činností. Je zhotoven rozpočet na celý plánovaný objekt, objevuje se zde zisk zhotovitele a případné náklady související se změnou projektu. [6]

Fáze provozní zahrnuje náklady na opravu a údržbu budovy, modernizaci objektu a rekonstrukci objektu. Náklady na opravu a údržbu budovy jsou vynakládány na opravu poruch od užívání budovy a na základní údržbu konstrukce. Náklady na modernizace objektu souvisí s výměnou opotřebovaných prvků, případně se stavebními úpravami nebo změnami v konstrukci. Při těchto změnách musí být zachován půdorys a výška budovy. Při rekonstrukci objektu jsou náklady spojeny s výměnou prvků za modernější. [6]

Fáze likvidační, zde jsou náklady spojené s projektem, který je zhotoven na základě potřeby odstranění stávající stavby. Dále jsou zde náklady na samotnou likvidaci budovy a následnou recyklaci stavebního materiálu. [6]

3.3 Rozpočet

Rozpočet se používá ke stanovení ceny za stavební práce. Jeho struktura vychází z technologické nebo konstrukční struktury stavebního díla. Na základě projektové dokumentace je sestaven výkaz jednotlivých prvků, které jsou následně oceněny. Prvky mohou být jednotlivé etapy, celý objekt i jednotlivé stavební práce. V celkovém rozpočtu jsou započítány režie i zisk.

Souhrnný rozpočet vyjadřuje celkové náklady investora na danou stavbu. V České republice struktura souhrnného rozpočtu není předepsána. Využívá se proto právních předpisů, doporučení od autorů nebo jsou vytvářeny vlastní firemní rozpočty. K vyhotovení rozpočtu se používají technické a ekonomické podklady. [5]

Nejpoužívanější rozpočet se skládá z XI. Hlav:

I. Projektové a průzkumné práce

- Projektové práce - činnost projektanta, autorský dozor, projekt demolic, demontáží, změny a doplňky vyžádané odběratelem, další smluvené práce v rámci projektové dokumentace
- Průzkumné práce - (geologický průzkum a dokumentace, geodetické a kartografické práce)

II. Provozní soubory

- dodávka a montáž strojů, zařízení, nářadí a inventáře

III. Stavební objekt

- pořízení a dodávka stavebních objektů včetně dodávky veškerých materiálů a prací

IV. Stroje a zařízení

- které nejsou součástí provozních souborů ani stavebních objektů

V. Umělecká díla

- pokud nejsou nedílnou součástí stavby

VI. Vedlejší náklady spojené s umístěním stavby

- náklady na zařízení staveniště, provozní vlivy, území se ztíženými výrobními podmínkami, náklady související s vlivem extrémních klimatických podmínek, mimořádně ztížené dopravní podmínky, doprava zaměstnanců dodavatele na pracoviště a zpět, individualizace nákladů mimostaveništní doprava, náklady vznikající z titulu prací na chráněný památkový objekt

VII. Práce nestavebních organizací

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

VIII. Rezerva

- umožňující navýšení ceny při rekonstrukcích, promítání změn cen vstupních materiálů, mezd

IX. Ostatní náklady

- platba za odnětí půdy zemědělské výroby, nájemné za pozemky pro zařízení staveniště, nákup pozemků pro vlastní výstavbu stavebních objektů

X. Vyvolané investice

- příspěvky jiným investorům, náklady na výkup hmotného investičního majetku určeného k likvidaci, náklady na nepoužité alternativy projektů, konzervační, udržovací a dekonzervační práce při zastavení stavby.

XI. Provozní náklady na přípravu a realizaci stavby

- organizační a přípravná činnost investora, příprava staveniště, stavební dozor investora, převzetí stavby, příprava zahájení provozu, kompletační činnost dodavatele, konzultace při zpracování projektu stavby, vybudování zařízení staveniště, zpracování dokumentace skutečného provedení stavby, účast na kolaudaci a předání stavby do užívání. [5]

Položkový rozpočet vyjadřuje cenu stavebního objektu. V České republice se sestavuje na základě TSKP. Pro sestavení se využívá technických a oceňovacích podkladů. Nejprve je sestaven výkaz výměr na základě rozměrů jednotlivých prvků. K nim jsou přiřazeny ceny a vypočítány jejich celkové ceny. Tím je sestaven rozpočet stavebního objektu neboli základní rozpočtové náklady. Následně jsou dopočítány vedlejší rozpočtové náklady. Tím je stanovena celková cena objektu. [5]

4 TECHNICKÉ VLASTNOSTI STAVEB

4.1 Hořlavost stavebních výrobků

Hořlavost je vlastnost látek vznítit se a hořet. Tato schopnost se stanovuje v laboratořích ve zkušebních pecích dle stanoveného postupu. Hodnotí se, jak výrobky při požáru přispívají svojí hořlavostí. Sleduje se také množství a rychlost uvolňování tepla, doba do vzplanutí a rychlost šíření plamene. Podle laboratorních zkoušek jsou stavební materiály řazeny do sedmi tříd dle ČSN EN 13501 – 1 : [7]

- A1 nehořlavé
- A2 téměř nehořlavé
- B nesnadno hořlavé
- C hořlavé
- D těžce hořlavé
- E středně hořlavé
- F lehce hořlavé

Toto řazení slouží především pro legislativní omezení materiálů na stavbě. Každá konstrukce je složena z takových materiálů, aby vyhověla třídě reakce. U tříd reakce na oheň u stavebních výrobků se podle legislativy vyhodnocuje doplňková klasifikace, která znázorňuje intenzitu vývoje kouře a plamenně hořících kapek. Označení klasifikace vývoje kouře je na stupnici s1 –s3. Pro hořící kapky je stupnice značena d1 –d3. Nejvyšší číslo stupnice znázorňuje nejvyšší činnost. [8]

4.2 Požární odolnost

Požární odolnost vyjadřuje časový úsek, po který jsou stavební konstrukce a uzávěry schopné odolávat požáru a nesmí přitom dojít k jeho porušení. Hlavním předpisem pro zkoušení požární odolnosti je ČSN EN 13501 - 2 a další ČSN související s požárními předpisy budov. Pro požární odolnost stavebních konstrukcí a uzávěru byla sestavena stupnice odolnosti, vyjádřena v minutách a třídy požární odolnosti. Třídy jsou značeny velkými písmeny podle klasifikace konstrukce.

- R nosnost konstrukce
- E celistvost konstrukce
- I teplota na neohřívané straně, tepelná izolace konstrukce
- W hustota tepelného toku či radiace z povrchu konstrukce
- S kouřotěsnot konstrukce

- M mechanická odolnost
- C označení samouzavíracích zařízení u požárních uzávěrů

Důležité je rozdělení konstrukcí na druhy DP1, DP2 a DP3. Rozdělení vyjadřuje možné chování konstrukce během požáru, zda materiály v konstrukci zvyšují intenzitu požáru a vliv na únosnost a stabilitu. Konstrukce DP1 jsou složeny z výrobků z nehořlavých materiálů třídy A1. Konstrukce DP2 jsou konstrukce u dřevostaveb, které mají dobře chráněné nosné prvky a konstrukce DP3 mají nosné prvky nechráněné.

4.3 Tepelně – technické vlastnosti

Součinitel tepelné vodivosti

Součinitel tepelné vodivosti λ vyjadřuje tok tepla homogenním izotropním materiálem. Patří mezi nejdůležitější veličiny při výpočtech tepelně-technických vlastností. Velikost součinitele látky je ovlivněna především jejich vlastnostmi především pórovitost, objemová hmotnost a vlhkost. $[W.m^{-2}.K^{-1}]$.

Tepelný odpor

Je veličina, která vyjadřuje tepelně izolační vlastnosti dané konstrukce neboli schopnost klást odpor průchodu tepla. Značí se R a lze ji vyjádřit vztahem $R = d/\lambda$ $[m^2.K.W^{-1}]$. Veličina d značí tloušťku vrstvy konstrukce, λ vyjadřuje součinitel tepelné vodivosti materiálu. Tepelný odpor patří k důležitým faktorům u vnější konstrukcí, který ovlivňuje energetickou náročnost budov. Pro každou konstrukci budov je stanoveno R_N normou požadovaná hodnota tepelného odporu, kterou lze nalézt v tabulce ČSN 73 0540-4. [9]

Součinitel prostupu tepla

Pro výpočty je vyjádřena U . Veličina součinitele prostupu tepla stanovuje celkovou výměnu tepla mezi prostory oddělenými od sebe stavební konstrukcí, která má určitý tepelný odpor R . Výpočet $U = 1/R$. Výpočet stanoven dle ČSN 73 0540-4 a ČSN EN ISO 6946. [9]

4.4 Akustické vlastnosti

Vzduchová neprůzvučnost

Jedná se o šíření akustické energie ze vzduchu v místnosti přes okolní stěny do sousedících místností. Je stanovena na základě ČSN 73 0532. V tomto případě

se posuzují dva typy neprůzvučností, vážená laboratorní neprůzvučnost a vážená stavební neprůzvučnost. Při návrhu objektu může vycházet z hodnot laboratorně stanovené vzduchové neprůzvučnosti R_w a vypočítat přibližnou hodnotu stavební neprůzvučnosti R'_w . Výpočet lze provést pomocí následujícího vztahu $R_w = R'_w - k_1$. Kde k_1 představuje korekci, závislou na vedlejších cestách šíření zvuku. Jeho hodnota se pohybuje v rozmezí 2- 8 dB podle konstrukce. Vzduchová neprůzvučnost je stanovena pro jednotlivé stavební konstrukce: stěny a příčky, otvorové výplně, stropy a střechy. Vzduchovou neprůzvučnost ovlivňují vlastnosti použitých materiálů ve stěně. Patří mezi ně objemová hmotnost, tvar a tloušťka. [10]

Kročejová neprůzvučnost

V případě kročejové neprůzvučnosti se jedná o vlastnost konstrukce přenášet a následně vyzařovat kročejový hluk z jednoho prostoru do druhého. Tento druh hluku vzniká fyzickým nárazem na stropní konstrukci objektu, který dává za vznik následným vibracím. Pro vyjádření se používá veličina vážená normalizovaná hladina kročejového hluku L_{nw} . Platí $L_{nw} = L'_{nw}$ dB. S klesající hodnotou normalizované kročejového zvuku je kročejová neprůzvučnost lepší. U dřevostaveb se proto stropy navrhují jako vícevrstvé konstrukce, které zabraňují šíření hluku.

4.5 Vliv stavby na životní prostředí

Stavba je složena z mnoha stavebních materiálů, které jsou vyráběny různými technologiemi. Nejen výstavba samotná, ale i výroba stavebních materiálů ovlivňuje životní prostředí. Proto by mezi hlavní hodnotící kritéria kvality materiálu nemělo patřit jen dobré izolační vlastnosti nebo požární odolnost, ale taky vlastní dopad výroby na naši přírodu. Je tedy nutné sledovat environmentální důsledky, které jsou způsobeny stavebními materiály. Pro každý materiál jsou definované jednotlivé energetické složky a dopad na životní prostředí. Pro zkoumání stavebních materiálů jsou rozlišena tři hlediska. PEI – množství vázané primární energie, která je nazývána šedá energie a vyjádřena v MJ/kg. Tato složka vypovídá o množství primární energie v materiálu a je v ní zahrnuta získání suroviny na materiál, samotná výroba a doprava materiálu na stavbu. Druhým důležitým hlediskem jsou emise CO_2 , značka GWP. Tato složka sleduje množství uvolněného CO_2 při výrobě stavebního materiálu. Poslední sledované hledisko jsou emise SO_2 , které vyjadřují zasažení životního prostředí při výrobě stavebního materiálu. Příroda je nenávratně poškozena kyselými dešti, kde jsou navázány nebezpečné plyny jako oxid dusíku a amoniak. Deště nepoškozují jen přírodu, ale také stavební objekty a venkovní předměty. Tato složka používá označení AP. [11]

4.6 Životnost stavby

V minulosti bylo dřevo používáno jako hlavní stavební materiál. S vývojem nových a dokonalejších materiálů začalo dřevo ovšem ustupovat do pozadí. A to, až do dnešní doby. Obliba dřeva se začíná opět navracet, a to z mnoha důvodů. Mezi hlavní důvody patří jeho specifické vlastnosti, které nelze průmyslově vyráběnými materiály nahradit. Hlavní otázkou, ale zůstává životnost staveb. Společnost považuje dřevo za materiál s nízkou životností, i když ve srovnání se zděným domem jsou životnosti srovnatelné. Trvanlivost dřeva je ovlivněna především příznivými podmínkami, které byly zmíněny v předchozích kapitolách. U srubů a roubenek můžeme čerpat délku životnosti z historie. U dřevostaveb, u kterých jsou použité konstrukční prvky ze dřeva nebo materiály na bázi dřeva tuto životnost odhadujeme a stanovujeme na základě laboratorních zkoušek.

Životnost můžeme dělit na fyzikální a morální. **Fyzikální životnost** můžeme definovat jako dobu, kdy konstrukce plní fyzicky očekávané funkce. Můžeme ji sledovat u nosných a doplňkových konstrukcí. U nosných konstrukcí je očekávaná životnost 100 – 150 let. Konstrukce doplňkové jsou v průběhu dobu měněny, ale jejich životnost by měla být 20 – 50 let. **Životnost morální** naopak vyjadřuje dobu, kdy nám konstrukce vyhovuje z hlediska provozu nebo individuálních podmínek. Tato doba se stanovuje na 15 – 30 let.

5 POPIS VYBRANÉHO RODINNÉHO DOMU

Cílem práce je srovnání nákladů na výstavbu různých konstrukčních systémů. Srovnávána je dřevostavba s rámovou konstrukcí a masivní dřevěná stavba realizována srubovou technologií. Jako podklad pro praktickou část je použita technická dokumentace první zmíněné dřevostavby, která je zbudována v obci Prosetín. Kapitola obsahuje konstrukční a dispoziční popis realizované dřevostavby a popis odlišných konstrukčních vlastností srubové technologie.

5.1 Charakteristika projektu dřevostavby

Vybraný dům je umístěn v nově vznikající obytné zóně v obci Prosetín Obr.8. Pozemek, na kterém je stavba umístěna se nachází v jihovýchodní části obce a je mírně svažité.



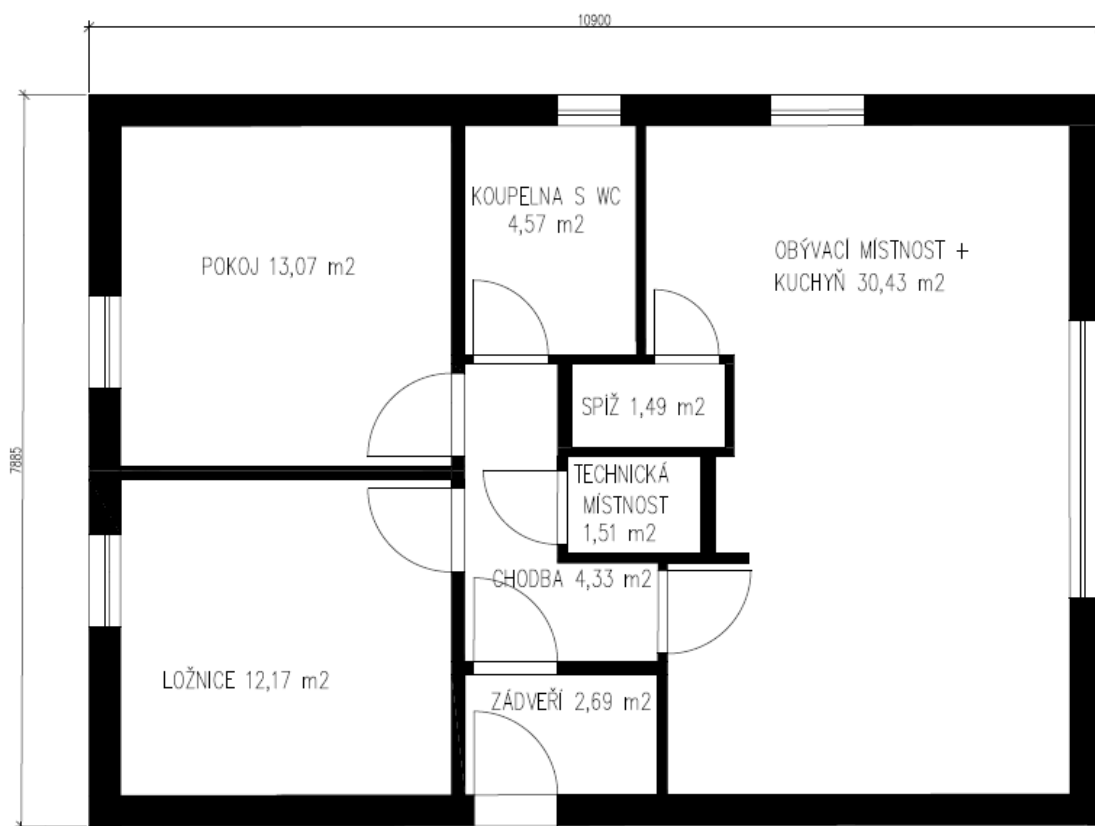
Obr. 7 Dřevostavba rodinného domu v Prosetíně [autor]

Jedná se o jednopodlažní novostavbu rodinného domu bez obytného podkroví a bez podsklepení. Dům má sedlovou střechu.

- | | |
|----------------------------|-----------------------|
| • Výměra pozemku | 947,00 m ² |
| • Zastavěná plocha objektu | 86,00 m ² |
| • Užitná plocha objektu | 70,20 m ² |
| • Obytná plocha | 55,40 m ² |

5.1.1 Dispozice RD

Dispozice domu je zobrazena na Obr. 8. Vstup objektu je umístěn ze severozápadní strany. První místo po vstupu do domu je zádveří o ploše 2,69 m². Odtud se dostáváme do centrální chodby 4,33 m². Zde jsou vstupy do ložnice 12,17 m², pokoje 13,07 m², koupelny 4,52 m², na WC 1,65 m², a do obývacího pokoje, který je propojen s kuchyní o výměře 30,15 m². Z kuchyně je dále vstup do spíže 1,57 m². Pokoj s ložnicí se nachází v severovýchodní části domu. Obývací pokoj s kuchyní je umístěn v jihozápadní části domu.



Obr. 8 Půdorys rodinného domu [autor]

5.1.2 Konstrukční řešení stavby

Zemní práce

Skrývka ornice je provedena do hloubky 15 cm a ukládána na pozemku. Výkopy pro základové konstrukce jsou prováděny strojně dle projektové dokumentace. Zemina je ponechána na pozemku a následně je využita pro konečné terénní úpravy.

Základy

Pro stavbu jsou navrženy základové pasy z monolitického betonu C16/20 prokládané kamenivem frakce do 22 mm. Šířka základových pasů je 400 mm a hloubka 800 mm. Základová deska z betonu C 20/25 tloušťky 150 mm. Deska bude zpevněna kari sítí s technickými rozměry Ø8/150x150. Ochrana proti radonu bude zabezpečena hydroizolací.

Svislá nosná konstrukce

Konstrukce je tvořena dřevěnou sloupkovou konstrukcí z dřevěných trámů o rozměrech 60x120 mm s osovou vzdáleností sloupků 800 mm. Pro zateplení je použita minerální izolace tloušťky 120 mm, která je vložena mezi dřevěné sloupky konstrukce. Opláštění konstrukce tvoří sádrovláknité desky o tloušťce 12,5 mm připevněné na dřevěném roštu z latí o rozměrech 60x40 mm. Vnější stěny jsou opatřeny zateplovacím systémem z fasádního polystyrénu tloušťky 150 mm. Celková tloušťka konstrukce je 335 mm. Vnitřní nosná stěna je zhotovena stejným způsobem bez vnějšího zateplovacího systému a dřevěného roštu. Její celková tloušťka je 145 mm.

Zastřešení

Střešní konstrukce je provedena z dřevěných příhradových nosníků se sklonem střechy 35°. Střešní plášť je tvořen pojistnou hydroizolací, latěmi a kontralatěmi o rozměrech 60x40 mm a betonovou střešní krytinou. Z vnitřní strany je podbití z palubek tloušťky 12 mm.

Podhled

Podhled bude vytvořen ze sádrokartonových desek tloušťky 12,5 mm, které budou osazeny na roštu z ocelových profilů. Rošt bude zavěšen na spodní pásnici střešních nosníků. Tepelná izolace je provedena z minerální desky o tloušťce 200 a 60 mm. Do konstrukce je vložena parotěsná fólie.

Příčky

Vnitřní příčky jsou provedeny ze sádrokartonových desek tloušťky 12,5 mm zavěšených na ocelovém nosném profilu. Ocelové profily jsou vyplněny minerální izolací tloušťky 80 mm.

Okna, vstupní dveře

Okna a vstupní dveře jsou navržena plastová s izolačním dvojsklem.

Klempířské práce

Všechny klempířské prvky jsou provedeny z titan-zinkového plechu.

Vnitřní dveře

Dveře jsou navrženy dřevěné s obložkovými zárubněmi.

Podlahy

V domě jsou navrženy dva typy podlah. Na WC, v koupelně a v zádveři bude keramická dlažba o rozměrech 26x33x7 cm. V ostatních místnostech je položena laminátová podlaha.

Vytápění

Dům je vytápěn elektrickými přímotopnými konvektory.

Zdravotně technické instalace

Vnitřní rozvody pro vodu jsou zhotoveny z polypropylénových trubek se svařovanými spoji. Ohřev vody je zajištěn pomocí zásobníkového ohříváče vody o objemu 100 litrů. Vodovod je napojen ve vodoměrné šatě na obecní přípojku. Na pozemku je zbudována žumpa k vyvážení, do které jsou svedeny všechny splaškové odpadní vody z rodinného domu. Na odpad musí být napojeny všechny zařizovací předměty. Splaškové potrubí je provedeno z potrubí PVG KG DN 150. Dešťové vody jsou svedeny do retenční nádrže na pozemku s bezpečnostním přepadem trativodu k vsakování na pozemku stavebníka.

Elektroinstalace

Vnitřní rozvody jsou napojeny na přípojku v elektroměrovém rozvaděči.

Nátěry

U vnějších stěn bude použita fasádní omítka. Na vnitřní stěny bude použit penetrační nátěr a výmalba.

5.2 Charakteristika srubu

Pro srovnání různých konstrukčních systémů dřevostaveb byla ke klasické dřevostavbě dále v textu značena RD1 vybrána masivní stavba srubu označena jako RD2. V tomto případě se vychází z půdorysných rozměrů vybrané dřevostavby. V následující kapitole jsou popsány konstrukční odlišnosti výstavby srubové technologie.

5.2.1 Konstrukční řešení srubu

Základy

Pro stavbu jsou navrženy základové pasy ze ztraceného bednění šířky 400 mm a hloubky založení 800 mm. Výplň tvárnic tvoří beton C 12/15 a kamenivo s frakcí do 22 mm. Základová deska je z betonu C 20/25 tloušťky 150 mm. Deska je zpevněna kari sítí s technickými rozměry Ø8/150x150. Ochrana proti radonu je zabezpečena hydroizolací.

Svislá nosná konstrukce

Vnější obvodová nosná konstrukce je zhotovená ze smrkové kulatiny o průměru 35 cm. Kulatina je odzrněná, ohoblovaná a opatřena ochranným nátěrem. Nejprve jsou na základovou konstrukci připevněny prahové klády za pomoci kotvicích šroubů a následují další vrstvy. Každá kláda má v konstrukci své specifické místo a je opatřena rohovým a podélným spojem. Do spojů je vkládána izolace z ovčí vlny.

Podhled

Podhled je vytvořen z dřevěných palubek tloušťky 12,5 mm, které jsou osazeny na dřevěném roštu o rozměrech 60 x 260 mm. Rošt je začepován do obvodových klád konstrukce. Tepelná izolace je provedena z minerální desky o tloušťce 60 a 200 mm. Do konstrukce je vložena parotěsná fólie.

Příčky

Vnitřní příčky jsou provedeny z pórobetonových tvárnic Ytong tloušťky 150 a 100 mm. Zde musí být dodrženy dilatační mezery 15 – 20 cm z důvodu sedání konstrukce. Tvárnice jsou opatřeny omítkou a konečnou výmalbou.

Štít

Štít je zhotoven z nosné konstrukce fošen o rozměru 60 x 160 mm. Ze strany interiéru jsou použity OSB desky, rámová konstrukce štítu, difúzní fólie. Z venkovní strany štítu je použit záklop z hoblovaných smrkových desek tloušťky 32 mm opatřený nátěrem.

Okna, vstupní dveře

Okna a vstupní dveře jsou navržena dřevěná s izolačním trojsklem.

Elektroinstalace

Rozvody pro elektřinu jsou vedeny středem klády, kde jsou předem vyvrtané otvory. Kulatina je opatřena otvory pro vypínače a zásuvky.

Nátěry

Z exteriéru a interiéru jsou klády natřeny speciálním nátěrem pro ochranu dřeva.

6 KVALITATIVNÍ SROVNÁNÍ VLASTNOSTÍ DŘEVOSTAVEB

Každá technologie výstavby má své klady a zápory, které ji charakterizují a na základě kterých se investor rozhoduje o výběru. V této kapitole jsou vybrány důležité technické vlastnosti staveb. Každá vlastnost je vyhodnocena pro oba rodinné domy a na závěr kapitoly jsou všechny tyto vlastnosti uvedeny v tabulce a srovnány.

6.1. Hořlavost stavebních výrobků

V tabulce 2 jsou vybrané materiály, které jsou použity na konstrukci obvodové stěny RD1 a RD2. Je zde uvedena třída hořlavosti materiálu. Celková požární odolnost konstrukce bude vyhodnocena v následující kapitole.

Tab. 2 Třída reakce na oheň u materiálů obsažených v obvodové stěně [7] [8]

RD1	Fermacell	A2
	Minerální izolace	A1
	Dřevěné sloupky	D
	Polystyren	B
	Silikátová omítka	F
	Parotěsná fólie	E
RD2	Kulatina	D
	Ovčí vlna	E

6.2 Požární odolnost

Písmena v kombinaci se stupnicí odolnosti vyjadřují mezní stavy konstrukce. Důležité je, aby plášť konstrukce tvořily materiály ze třídy hořlavosti A1 případně A2 a vnitřní výplň mohou tvořit materiály třídy A1 – F. V tabulce 3 jsou uvedeny mezní stavy pro konstrukci obvodové stěny a vnitřní nosné stěny. [12] [13]

Tab. 3 Požární odolnost vybraných konstrukcí [autor]

	Dřevostavba	Srub
Obvodová stěna	REI 45 DP2 [14]	REI 210 [15]
Vnitřní stěny 145 mm	REI DP2 [14]	EIW 180 DP2 [16]

Podle ČSN 13 501 jsou dřevěné konstrukce řazeny do tříd D až F a jejich konstrukce jsou řazeny do skupiny DP2 a DP3. U obvodové konstrukce obě vybrané technologie výstavby splňují zařazení do třídy REI, která platí pro obvodové konstrukce a minimální požární odolnost konstrukce. Dokonce u RD2 je hodnota mnohonásobně vyšší, což poukazuje na velmi dobré vlastnosti kulatiny odolávat požáru. Všechny stanovené hodnoty v tabulce jsou stanoveny na základě laboratorních zkoušek výrobců materiálů. Pro oba typy domů byly stanoveny i hodnoty pro požární odolnost u nosných vnitřních stěn. Zde je, ale velký podstatný rozdíl. U RD1 je navržena nosná vnitřní příčka s rozměry 145 mm technické parametry, ale nesplňuje tvarovka značky Ytong o šířce 150 mm, která je nenosná. Tvarovka slouží jen pro oddělení prostoru. V případě srovnání délky požární odolnosti tvarovka Ytong vydrží až dvanáctkrát déle než stěna u RD1. [17]

6.3 Tepelně – technické vlastnosti

V následující tabulkách 4-8 jsou uvedeny jednotlivé materiály použité ve vybraných konstrukcích RD1 a RD2. U každého materiálu konstrukce je uvedena tloušťka a součinitel tepelné vodivosti. Uvedené hodnoty jsou následně použity pro výpočet tepelného odporu a součinitele tepelné vodivosti. Pod každou tabulkou jsou uvedeny výsledky výpočtu a následně porovnány s doporučenými hodnotami.

OBVODOVÉ STĚNY

V tabulkách 4 a 5 jsou stanoveny rozměry a hodnoty tepelné vodivosti materiálů pro vnější obvodové stěny RD1 a RD2. Pod tabulkou je vypočítaný výsledný součinitel prostupu tepla konstrukce.

Tab. 4 Stanovení tepelně technických vlastností u obvodové stěny dřevostavby [autor]

č.	MATERIÁL	d (m)	λ_u (W/mK)
1	Fermacell	0,0125	0,32 [18]
2	Dřevěný rošt	0,04	0,14 [18]
3	Parozábrana	0,002	0,16 [18]
4	Minerální izolace	0,12	0,041 [18]
5	Fermacell	0,0125	0,32 [18]

6	Polystyren pěnový	0,15	0,035 [18]
7	Lepicí stěrková hmota	0,003	0,83 [18]
8	Silikátová omítka	0,0015	0,76 [18]

Odpor při prostupu tepla konstrukce: $R_T = 7,59 \text{ m}^2\text{K/W}$ [18]

Součinitel prostupu tepla konstrukce: $U=0,13 \text{ W/m}^2\text{K} < U_{N,20} = 30 \text{ W/m}^2\text{K}$ [18]

Tab. 5 Stanovení tepelně technických vlastností u obvodové stěny srubu [autor]

č.	MATERIÁL	d (m)	λ_u (W/mK)
1	Kulatina - smrk	0,35	0,14 [18]

Odpor při prostupu tepla konstrukce: $R_T = 2,67 \text{ m}^2\text{K/W}$ [18]

Součinitel prostupu tepla konstrukce: $U=0,37 \text{ W/m}^2\text{K} > U_{N,20} = 30 \text{ W/m}^2\text{K}$ [18]

NEVYHOVUJE

Nosnou konstrukci u RD1 tvoří dřevěný rošt, který je vyplněn tepelnou izolací a z obou stran opláštěn sádrovláknitými deskami. Z vnější strany je konstrukce opatřena zateplovacím systémem. Celková tloušťka konstrukce bez nátěrů je 335 mm. Srubová nosná stěna je tvořena pouze ze smrkové kulatiny o průměru 350 mm. Spoje mezi kládami jsou vyplněny ovčí vlnou. Součinitel prostupu tepla byl u RD1 stanoven $U=0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$ a splňuje požadovanou hodnotu $U_{N,20} = 30 \text{ W/m}^2\text{K}$ dokonce i vyhovuje hodnotě pro pasivní domy $U = 18 \text{ W/m}^2\text{K}$. Oproti tomu u RD2 byl stanoven součinitel prostupu tepla $U = 37 \text{ W/m}^2\text{K}$, která nevyhovuje požadované hodnotě. Tato hodnota je ovlivněna především kvalitou a správným zpracováním kulatiny. I když stěna u RD2 nevyhovuje požadované hodnotě nelze její specifické vlastnosti vyjádřit pouze čísly a posoudit ji jako nevyhovující. I přes velmi kladné hodnoty u stěny RD1 nikdy průmyslově vyráběné materiály, které jsou obsaženy v této konstrukci nedokážou nahradit přírodní materiál.

STROPNÍ KONSTRUKCE

V tabulkách 6 a 7 jsou stanoveny rozměry a hodnoty tepelné vodivosti materiálů pro stropní konstrukci RD1 a RD2. Pod tabulkou je vypočítaný výsledný součinitel prostupu tepla konstrukce.

Tab. 6 Stanovení tepelně technických vlastností u stropní konstrukce dřevostavby [autor]

č.	MATERIÁL	d (m)	λ_u (W/mK)
1	Sádrokarton	0,0125	0,22 [18]
2	Minerální izolace	0,06	0,045 [18]
3	Vzduchová vrstva	0,025	0,147 [18]
4	Parotěsná fólie	0,001	0,16 [18]
5	Minerální izolace	0,2	0,041 [18]

Odpor při prostupu tepla konstrukce: $R_T = 6,46 \text{ m}^2\text{K/W}$ [18]

Součinitel prostupu tepla konstrukce: $U=0,15 \text{ W/m}^2\text{K} < U_{N,20} = 24 \text{ W/m}^2\text{K}$ [18]

Tab. 7 Stanovení tepelně technických vlastností u stropní konstrukce sruhu [autor]

	MATERIÁL	d (m)	λ_u (W/mK)
1	Palubky	0,0125	0,22 [18]
2	Parotěsná fólie	0,001	0,16 [18]
3	Minerální izolace	0,26	0,041 [18]

Odpor při prostupu tepla konstrukce: $R_T = 6,59 \text{ m}^2\text{K/W}$ [18]

Součinitel prostupu tepla konstrukce: $U=0,15 \text{ W/m}^2\text{K} < U_{N,20} = 24 \text{ W/m}^2\text{K}$ [18]

Stropní konstrukce u RD1 je tvořena podkladovým roštem pro sádkartonový podhled. Je tvořena z minerální izolace, vzduchové mezery a parotěsné fólie. Tloušťka konstrukce je 300 mm. U RD2 je konstrukce tvořena z dřevěného roštu, který je vyplněn minerální izolací. Podhledová část je tvořena palubkami a opatřena parotěsnou fólií. Celková tloušťka konstrukce je 272,5 mm. I přes rozdílné tloušťky konstrukcí je součinitel prostupu tepla obou konstrukcí $U=0,15 \text{ W/m}^2\text{K} < U_{N,20} = 24 \text{ W/m}^2\text{K}$.

KONSTRUKCE PODLAHY

V tabulce 8 jsou stanoveny rozměry a hodnoty tepelné vodivosti materiálů pro konstrukci podlahy dřevostavby a sruhu. Pod tabulkou je vypočítaný výsledný součinitel prostupu tepla konstrukce.

Tab. 8 Stanovení prostupu tepla u podlahové konstrukce dřevostavby a sruhu [autor]

	MATERIÁL	d (m)	λ_u (W/mK)
1	Anhydritový potěr	0,04	1,2 [18]
2	Polystyrén pěnový	0,11	0,035 [18]
3	Hydroizolace	0,005	0,21 [18]
4	Železobeton	0,15	1,4 [18]
5	Štěrka	0,1	-
6	Zemina	0,2	1,4 [18]

Odpor při prostupu tepla konstrukce: $R_T = 4,18 \text{ m}^2\text{K/W}$ [18]

Součinitel prostupu tepla konstrukce: $U=0,24 \text{ W/m}^2\text{K} < U_{N,20} = 24 \text{ W/m}^2\text{K}$ [18]

Skladba podlahové konstrukce je pro obě konstrukce stejná. Nosná konstrukce podlahy je tvořena anhydritovým potěrem, vrstvou polystyrénu pro zlepšení tepelně technických vlastností, dále obsahuje hydroizolaci z asfaltových pásů, které jsou přitaveny na železobetonovou desku podsýpanou vrstvou štěrku. Hodnota součinitele prostupu tepla $U=0,24 \text{ W/m}^2\text{K} < U_{N,20} = 24 \text{ W/m}^2\text{K}$ a vyhovuje tak požadované hodnotě.

6.4 Akustické vlastnosti

Vážená laboratorní neprůzvučnost

Hodnoty vážené laboratorní neprůzvučnosti jsou stanovovány v laboratorním prostředí při ideálních podmínkách. Pro vybrané domy jsou hodnoty stanoveny orientačně v tabulce 9.

Tab. 9 Hodnoty vážené laboratorní neprůzvučnosti u obvodové stěny pro dřevostavbu a srub [autor]

	Obvodová stěna
RD1	48 dB [14]
RD2	48 dB [2]

Vážená stavební neprůzvučnost

Při stanovení vážené stavební neprůzvučnosti musíme oproti laboratorní neprůzvučnosti uvažovat s přímými i nepřímými cestami přenosu zvuku. Hodnoty pro dřevostavby jsou stanoveny v tabulce 10.

Tab. 10 Hodnoty vážené stavební neprůzvučnosti u obvodové stěny pro dřevostavbu a srub [autor]

	Obvodová stěna
RD1	44 dB [14]
RD2	44 dB [2]

Jedná se o samostatně stojící rodinný dům, norma ČSN 73 0532 nestanovuje žádné maximální požadavky pro laboratorní ani stavební neprůzvučnost.

6.5 Doba a složitost výstavby

V případě výstavby **RD1** se jedná o stavebnici, kde jsou jednotlivé prvky spojovány pomocí hřebíku a kovových prvků. Systém konstrukce je velice variabilní, a i v době výstavby lze provádět změny. Montáž probíhá přímo na místě stavby a není zapotřebí předmontážních ploch. Při výstavbě není zapotřebí zdvihacích prostředků. Materiál na stavbu nemusí být přepravován žádnými speciálními nákladními auty. Stavby lze realizovat jako vícepatrové. Největším nebezpečím těchto staveb je poměrně dlouhé období, kdy je dřevěná konstrukce vystavena klimatickým změnám. Montáž těchto staveb musí provádět kvalifikovaní odborníci podle kvalitně provedené dokumentace.

Konstrukce **RD2** je zhotovována z předem připravených klád. První sestavení srubu probíhá na montážních plochách firmy. Zde je R sestaven z klád, které jsou opatřeny

potřebnými zářezy a spoji a následně je celý tento systém rozebrán a přepraven na místo stavby. Finální sestavení probíhá již velmi rychle a jsou zde zapotřebí kvalifikovaní pracovníci a zdvihací zařízení. Mezi velkou výhodou srubu patří zachování vlastností dřeva, které vytváří v prostoru své specifické klima. Zápory výstavby je sesychání dřeva, se kterým je nutné počítat. Proto se v místě pro otvory oken a dveří započítávají dilatační spáry.

V tabulce 11 je uvedena doba výstavby domů s půdorysnou plochou zhruba 100 m².

Tab. 11 Doba výstavby vybraných rodinných domů [autor]

	Doba výstavby
RD1	5 měsíců [1]
RD2	4 měsíce [19]

V tomto případě se rychlost výstavby liší pouze o jeden měsíc. Zde záleží především na zvolené firmě a složitosti výstavby. V případě RD2 je uvedená doba výstavby sice o 1 měsíce kratší než u dřevostavby, ale není zde započítána příprava klád, která trvá v některých případech rok, ale i několik let. Protože správně vysušená a připravená kulatina tvoří základ celé konstrukce srubu. Oproti tomu materiál na výrobu srubu je vyráběn průmyslově a je běžně přístupný.

6.6 Vliv stavby na životní prostředí

V tabulce 12 jsou uvedeny jednotlivé materiály použité v konstrukci podlahy u obou staveb. U každého z nich jsou stanoveny jednotlivé energetické složky, které mají vliv na životní prostředí. Na závěr tabulky je provedeno celkové vyhodnocení konstrukce.

Tab. 12 Výpočet energetických složek pro konstrukci podlahy [20]

Název	Tloušťka [mm]	ρ [kg/m³]	PEI [kg/m³]	GWP [kg CO₂ ekv/kg]	AP [kg SO₂ ekv/kg]
Laminátová deska	15	100	5,36041	0,27946	1,5559
Anhydritová stěrka	40	450	1,05514	0,042592	0,1655
Polystyren XPS	110	25	96,5145	3,8205	13,392
Hydroizolace	5	1400	60,006	2,0083	5,3621

Železobeton	150	2385	0,483779	0,066968	0,138914
Štěrka	100	1650	0,124287	0,004398	0,025413
Celkové hodnoty			978,435	54,2068	154,57

Konstrukce podlahy obsahuje materiály, které jsou velmi náročné na výrobu. Především se jedná o polystyren a hydroizolace. Při výrobě těchto materiálů vzniká velké množství šedé energie, uvolňuje se CO₂ a příroda je zasiřována. V tomto případě lze například polystyren nahradit přírodními balíky slámy, které nejsou náročné na výrobu.

V tabulce 13 a 14 jsou uvedeny jednotlivé materiály použité v konstrukci obvodové stěny u RD1 a RD2. U každého z nich jsou stanoveny jednotlivé energetické složky, které mají vliv na životní prostředí. Na závěr tabulky je provedeno celkové vyhodnocení a porovnání konstrukce u dřevostavby a srubu.

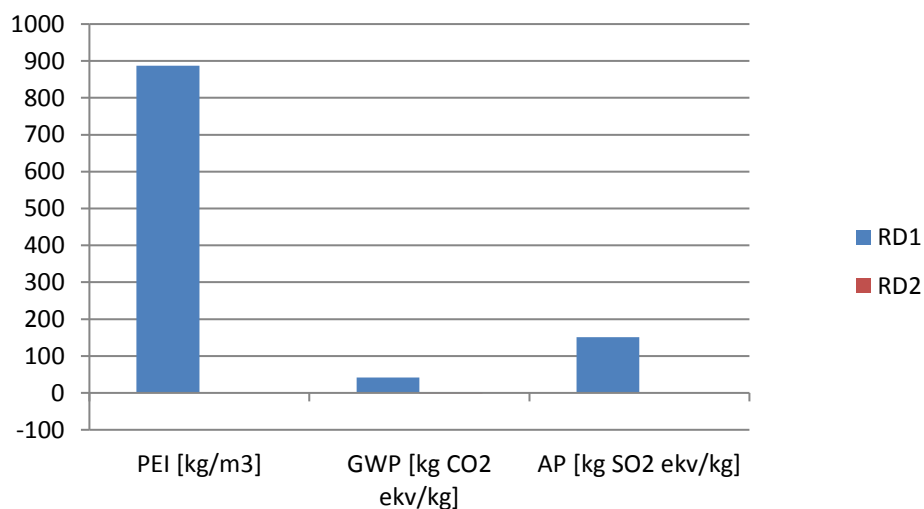
Tab. 13 Výpočet energetických složek pro konstrukci obvodové stěny RD1 [20]

RD1	Tloušťka [mm]	ρ [kg/m³]	PEI [kg/m³]	GWP [kg CO₂ ekv/kg]	AP [kg SO₂ ekv/kg]
Silikátová omítka	1,5	1800	8,24952	0,76995	1,5612
Lepící štěrková hmota	3	1200	3,38632	0,76122	1,0855
Fasádní polystyren	150	30	105,073	4,2121	14,9
Fermacell	12,5	1000	4,72661	0,29296	0,90989
Trám, minerální izolace	120	68,8	9,861845	0,562319	4,10644
Parozábrana	2	1400	60,006	2,0083	5,3621
Dřevěný rošt	50	125,822	1,942957	0,107868	0,62696
Fermacell	12,5	1000	4,72661	0,29296	0,90989
Celkové hodnoty			887,118	42,0421	150,781

Tab. 14 Výpočet energetických složek pro konstrukci obvodové stěny RD2 [20]

RD2	Tloušťka [mm]	ρ [kg/m ³]	PEI [kg/m ³]	GWP [kg CO ₂ ekv/kg]	AP [kg SO ₂ ekv/kg]
Kulatina - smrk	350	100	1,890	- 1,409	0,00124
Celkové hodnoty			1,890	- 1,409	0,00124

V případě RD1 je obvodová stěna složena především z průmyslově vyráběných materiálů. I v tomto případě mají energetické složky vysoké hodnoty, protože obsahují polystyren a parozábranu jako v předchozí konstrukci. Srubová konstrukce obvodových stěn je zhotovena pouze ze smrkové kulatiny, která má energetické hodnoty velmi nízké. Dokonce v případě uvolňování CO₂ jsou hodnoty záporné. Při výrobě srubové stěny je příroda nejméně zatěžována. V případě stěny u RD1 by přírodní alternativou k polystyrenu byly balíky slámy. Hodnoty energetických složek obou staveb jsou pro větší přehlednost znázorněny v grafu 1.



Graf 1: Energetické složky konstrukce obvodové stěny RD1 a RD2 [autor]

V tabulce 15 a 16 jsou uvedeny jednotlivé materiály použité v konstrukci vnitřní nosné stěny u RD1 a RD2. U každého z nich jsou stanoveny jednotlivé energetické složky, které mají vliv na životní prostředí. Na závěr tabulky je provedeno celkové vyhodnocení a porovnání konstrukce u obou staveb.

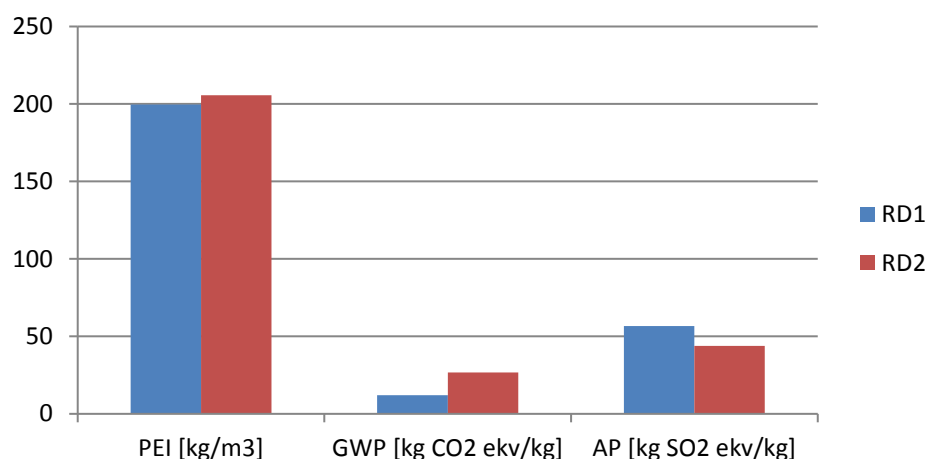
Tab. 15 Výpočet energetických složek pro konstrukci vnitřní nosné stěny RD1 [20]

RD1	Tloušťka [mm]	ρ [kg/m³]	PEI [kg/m³]	GWP [kg CO₂ ekv/kg]	AP [kg SO₂ ekv/kg]
Fermacell	12,5	1000	4,72661	0,29296	0,90989
Trám, minerální izolace	120	68,8	9,861845	0,562319	4,10644
Fermacell	12,5	1000	4,72661	0,29296	0,90989
Celkové hodnoty			199,585	11,9665	56,6501

Tab. 16 Výpočet energetických složek pro konstrukci vnitřní stěny RD2 [20]

RD2	Tloušťka [mm]	ρ [kg/m³]	PEI [kg/m³]	GWP [kg CO₂ ekv/kg]	AP [kg SO₂ ekv/kg]
Omítka	6	2000	1,45966	0,21317	0,35407
Tvárnice Ytong	150	350	3,249980	0,411700	0,674420
Omítka	6	2000	1,45966	0,21317	0,35407
Celkové hodnoty			205,655	26,7304	43,9048

Konstrukce nosné vnitřní zdi je v případech obou staveb zhotovena z průmyslově vyráběných materiálů, proto jsou i v tomto případě hodnoty energetických složek vysoké. V případě RD1 jsou hodnoty ve většině případů vyšší, z důvodů větší tloušťky konstrukce a vysoké hustoty u použitých materiálů. Výsledné hodnoty pro obě stavby jsou porovnány v grafu 2.



Graf 2: Energetické složky konstrukce vnitřní nosné stěny RD1 a RD2 [autor]

V tabulce 17 a 18 jsou uvedeny jednotlivé materiály použité v konstrukci příčky u RD1 a RD2. U každého z nich jsou stanoveny jednotlivé energetické složky, které mají vliv na životní prostředí. Na závěr tabulky je provedeno celkové vyhodnocení a porovnání konstrukce.

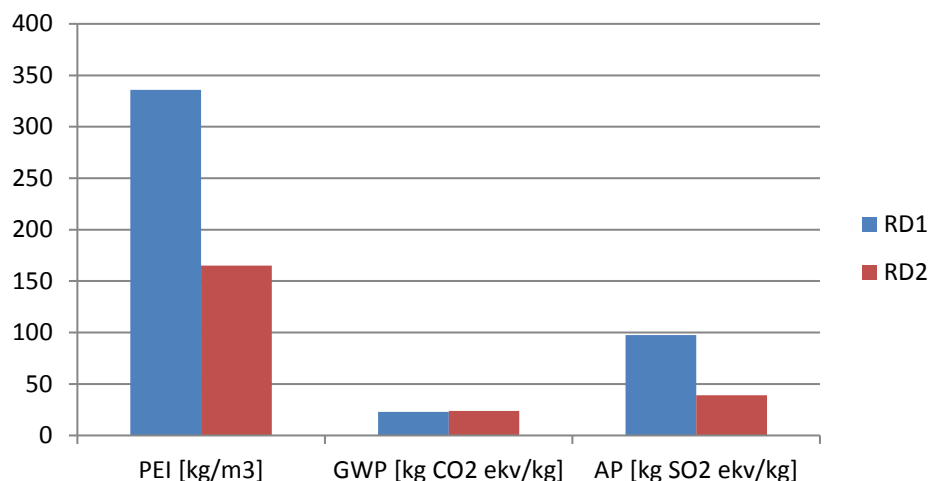
Tab. 17 Výpočet energetických složek pro konstrukci příčky RD1 [20]

RD1	Tloušťka [mm]	ρ [kg/m³]	PEI [kg/m³]	GWP [kg CO ₂ ekv/kg]	AP [kg SO ₂ ekv/kg]
Sádrokartonová deska	12,5	1000	5,74453	0,35429	1,0976
Minerální izolace	60	35,175	72,84922	5,27633	26,54788
Sádrokartonová deska	12,5	1000	5,74453	0,35429	1,0976
Celkové hodnoty			335,799	22,7769	97,4766

Tab. 18 Výpočet energetických složek pro konstrukci příčky RD2 [20]

RD2	Tloušťka [mm]	ρ [kg/m³]	PEI [kg/m³]	GWP [kg CO ₂ ekv/kg]	AP [kg SO ₂ ekv/kg]
Omítka	6	2000	1,45966	0,21317	0,35407
Tvárnice Ytong	100	500	2,598963	0,339507	0,557929
Omítka	6	2000	1,45966	0,21317	0,35407
Celkové hodnoty			164,979	23,789	39,1838

Vnitřní příčky tloušťky 100 mm u RD1 a RD2 jsou zhotoveny z průmyslově vyráběných materiálů, proto výsledné energetické složky dosahují vysokých hodnot. V případě RD1 je výsledná hodnota šedé energie a zasíření přírody dvojnásobně vyšší. Je to z důvodů použití minerální izolace, která je v konstrukci použita a má velké nároky na svoji výrobu. Hodnoty energetických složek obou staveb jsou znázorněny v grafu 3.



Graf 3: Energetické složky konstrukce příčky dřevostavby a sruhu [autor]

V tabulce 19,20 jsou uvedeny jednotlivé materiály použité ve stropní konstrukci u RD1 a RD2. U každého z nich jsou stanoveny jednotlivé energetické složky, které mají vliv na životní prostředí. Na závěr tabulky je provedeno celkové vyhodnocení a porovnání konstrukce u obou staveb.

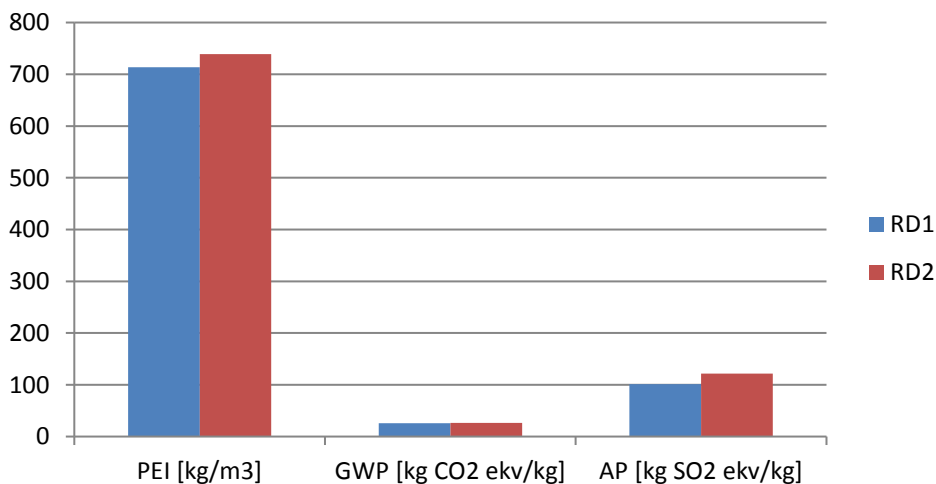
Tab. 19 Výpočet energetických složek pro stropní konstrukci RD1 [20]

RD1	Tloušťka [mm]	ρ [kg/m ³]	PEI [kg/m ³]	GWP [kg CO ₂ ekv/kg]	AP [kg SO ₂ ekv/kg]
Sádrokartonová deska	12,5	1000	5,74453	0,35429	1,0976
Minerální izolace	60	40	45,5342	1,4958	6,9675
Parozábrana	2	1400	60,006	2,0083	5,3621
Minerální izolace	200	40	45,5342	1,4958	6,9675
Celkové hodnoty			713,379	25,6082	101,196

Tab. 20 Výpočet energetických složek pro stropní konstrukci RD2 [20]

RD2	Tloušťka [mm]	ρ [kg/m ³]	PEI [kg/m ³]	GWP [kg CO ₂ ekv/kg]	AP [kg SO ₂ ekv/kg]
Minerální izolace	260	40	45,5342	1,4958	6,9675
Parozábrana	2	1400	60,006	2,0083	5,3621
Dřevěný rošt	60	400	3,35264	0,187358	1,16793
Palubky	12,5	400	3,35264	0,187358	1,16793
Celkové hodnoty			738,799	26,6129	121,346

V případě stropní konstrukce byly v obou případech použity průmyslové materiály, především minerální izolace pro zateplení a parozábrana, které mají velmi vysoké hodnoty šedé energie. Hodnoty všech energetických složek v obou případech jsou velmi vysoké a srovnatelné viz. graf 4.



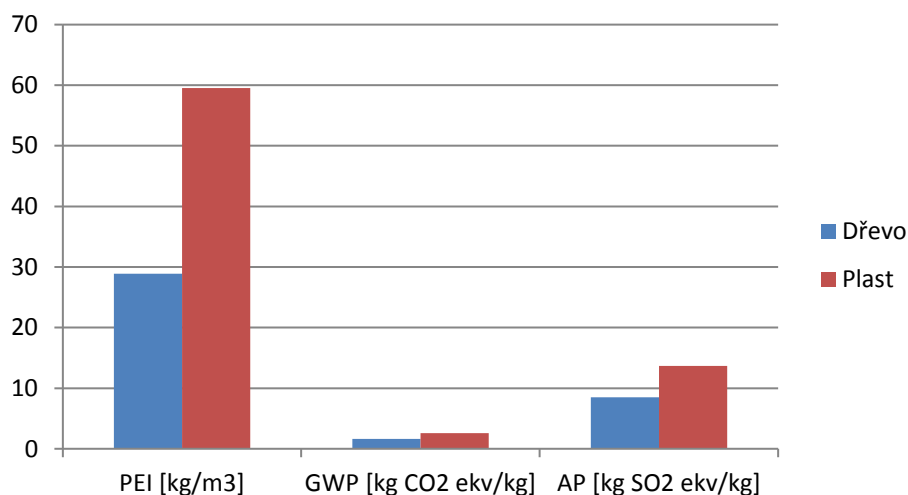
Graf 4: Energetické složky stropní konstrukce RD1 a RD2 [autor]

V tabulce jsou vyhodnoceny materiály použité na okenní rámy u RD1 a RD2. U každého z nich jsou stanoveny jednotlivé energetické složky, které mají vliv na životní prostředí. Na závěr tabulky je provedeno celkové vyhodnocení a porovnání konstrukce.

Tab. 21 Výpočet energetických složek pro okenní rámy [20]

	PEI [kg/m ³]	GWP [kg CO ₂ ekv/kg]	AP [kg SO ₂ ekv/kg]
Dřevo	28,9124	1,63466	8,5015
Plast	59,5218	2,60487	13,6963

Pro RD1 jsou vybrána okna s dřevěným rámem, u RD1 jsou použita okna plastová. Při porovnání výsledných hodnot energetických složek materiálů je výroba plastového rámu dvojnásobně energeticky náročnější a zatěžuje více přírodu než u oken dřevěných viz. graf 5



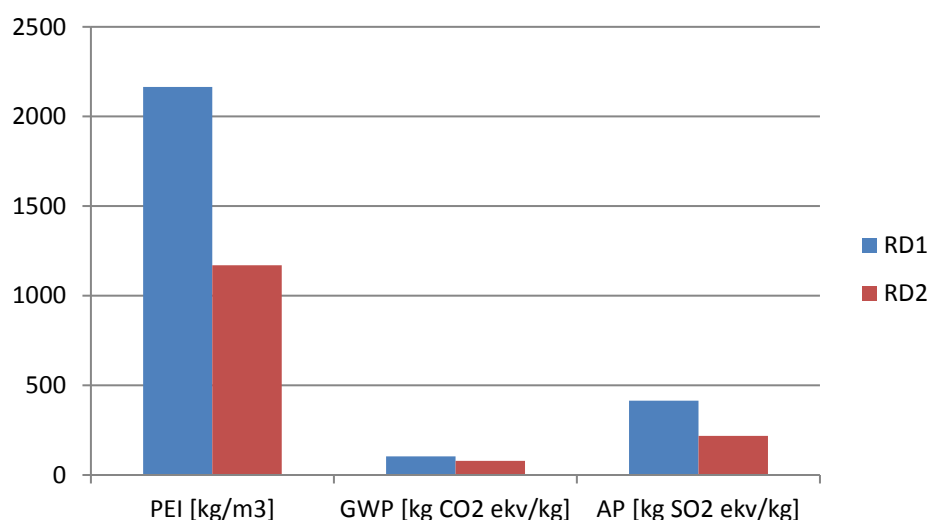
Graf 5: Energetické složky okenních rámců [autor]

V tabulce je uvedeno celkové vyhodnocení všech hodnocených konstrukcí.

Tab. 22 Celkové vyhodnocení energetických složek [20]

	PEI [kg/m ³]	GWP [kg CO ₂ ekv/kg]	AP [kg SO ₂ ekv/kg]
RD1	2164,7934	104,02836	414,605
RD2	1183,8408	78,32817	218,132

Při celkovém vyhodnocení RD1 ve všech třech složkách převyšuje RD2 viz. Graf 6. Velké rozdíly jsou způsobeny rozdílností použitých materiálů u obou staveb. V případě RD1 je z velké části použito průmyslově vyráběných materiálů a jen z velmi malé části je použito dřevo na výstavbu nosné kostry. V tomto případě jsou hodnoty vysoké především z důvodů velkého množství použitých polystyrénu a minerálních izolací pro zateplení, které jsou velmi náročné na výrobu. I v případě RD2 bylo použito průmyslových materiálů především pro zateplení, ale celá obvodová stěna byla zhotovena z přírodní smrkové kulatiny, která má velmi specifické vlastnosti pro lidské zdraví. Zpracování kulatiny na výstavbu oproti polystyrenu není tak náročná. V tomto případě lze polystyren nahradit balíky slámy, které jsou z přírodního materiálu a nejsou náročné na svoji přípravu.



Graf 6: Celkové vyhodnocení energetických složek [autor]

6.7 Životnost stavby

Tab. 23 Životnost staveb

	Životnost
RD1	150 -200 let [21]
RD2	120 -150 let [19]

6.8 Celkové zhodnocení

V tabulce je uvedeno celkové vyhodnocení všech předchozích kvalitativních vlastností RD1 a RD2.

Tab. 24 Celkové vyhodnocení vlastností domů [autor]

	RD1	RD2
Hořlavost stavebních materiálů	A1 -F	D-F
Požární odolnost	REI 45 DP2	REI 210
Tepelné vlastnosti	U= 0,13 W/m²K	U= 0,37 W/m²K
Akustické vlastnosti	0,44 dB	0,44 dB
Doba a složitost výstavby	5 měsíců	4 měsíce
PEI [kg/m³]	2164,7934	1183,8408
GWP [kg CO₂ ekv/kg]	104,02836	78,32817
AP [kg SO₂ ekv/kg]	414,605	218,132
Životnost staveb	150-200 let	120-150 let

Při celkovém zhodnocení tabulky 24 nelze jednoznačně označit jednu z technologií za výrazně lepší. V případě hořlavosti stavebních materiálů jako horší varianta vychází RD2. Ta je vyrobena pouze ze dřeva, které velmi dobře hoří.

V oblasti požární odolnosti jsou stanoveny hodnoty pro obvodové a vnitřní zdivo. Výrazně vyšší požární odolnost vykazuje stěna u RD2, která má oproti předchozí vlastnosti velmi dobrou schopnost odolávat požáru.

Co se týká tepelných vlastností jsou srovnávány konstrukce stropní a podlahová u kterých nejsou zjištěny velké rozdíly a všechny hodnoty splňovaly požadované výsledky. U výpočtu součinitele prostupu tepla u obvodových stěn RD1 byly zjištěny hodnoty, které vyhovují pasivním domům. Naopak u stěny RD2 z kulatiny výsledná čísla nesplňují ani požadované hodnoty. Tento nedostatek u stěny RD2 je způsoben vlastností dřeva, které velmi dobře teplo odráží, ale nedokáže ho správně akumulovat. Samotná hodnota je ovlivněna typem, vlhkostí, hustotou a tloušťkou dřeva. V tomto případě ale dřevo nelze jednoznačně označit za nevyhovující. V kombinaci se zdivem dokáže vytvořit příjemné prostředí.

V oblasti akustiky byly hodnoty stanoveny na základě výrobců materiálů použitých v konstrukci. Hodnoty se od sebe neliší. Pro samostatně stojící rodinný dům nejsou stanoveny požadované hodnoty.

Kapitola doba a složitost výstavby musí být rozdělena na část doba výstavby, kde má jednoznačně převahu RD2. Část složitost výstavby, kde jednoznačně za složitější výstavbu je označena RD2. Ta je velmi náročná na přípravu klád a následné zpracování klád na montážní ploše do výsledné podoby. Následuje demontáž domu a převezení na stavební plochu. Obě sledované veličiny jsou závislé především na kvalitě zhotovitelské firmy.

Při zkoumání vlivu stavby na životní prostředí měl výrazně lepší hodnoty RD2, u kterého jsou nosné stěny tvořeny kulatinou. Oproti tomu RD1 má dřevo použito jen na nosnou kostru stavby a pro dobré tepelné technické vlastnosti je použito velké množství

průmyslově vyráběných tepelných izolací, které mají velmi negativní vliv na životní prostředí.

Poslední vlastností je životnost staveb. V tomto případě jsou hodnoty stanoveny na základě odborné literatury. Z těchto výsledků lze říci, že životnost dřevostaveb je až o padesát let vyšší než u RD1. U každé stavby je tato hodnota individuální. Základem dlouhé životnosti stavby je správně zvolený konstrukční materiál, kvalitní stavební firma, dobře provedená stavba a správně prováděná údržba po celou dobu života stavby. Všechny tyto faktory ovlivní délku života stavby.

7 SROVNÁNÍ NÁKLADŮ NA DODÁVKU MATERIÁLŮ A JEJICH MONTÁŽ

Kapitola se zabývá srovnáním nákladů na dodávku a montáž materiálu pro výstavbu dřevostavby srubu. Položka dodávka a montáž materiálu je součástí sestaveného rozpočtu v rozpočtářském programu Kros 4 s daty II/2016. Podrobné rozpočty obou domů jsou přiloženy v příloze diplomové práce.

7.1 Dodávka materiálů

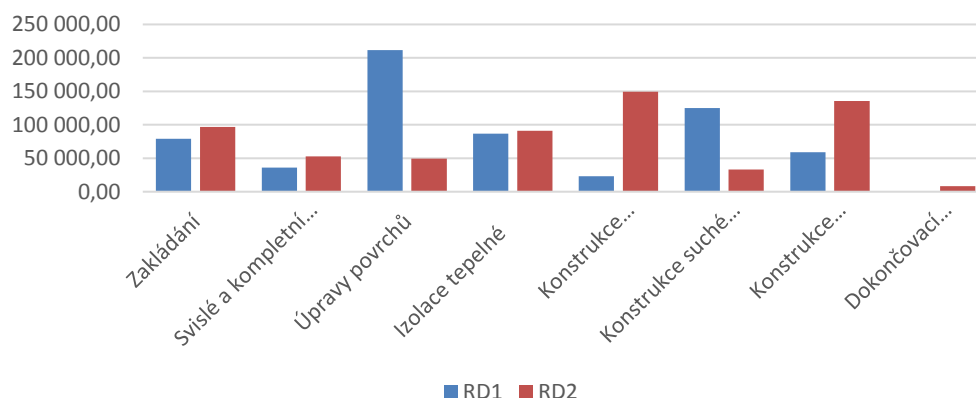
Položka dodávka materiálu obsahuje cenu stanovenou za materiál a jeho pořízení. Tuto cenu stanovujeme jako cenu za, kterou daný materiál nakoupím a náklady na jeho dopravu na staveniště. V tomto případě se jedná o mimostaveništní dopravu tedy o dopravu materiálu přímo od výrobce na první skládku na staveništi. V tabulce 25 jsou vybrané náklady na dodávku řazeny dle TSKP.

Tab. 25 Náklady na dodávku u RD1 a RD2 [autor]

	Popis	RD1	RD2
HSV	Práce a dodávky HSV	482 894,90	353 884,01
2	Zakládání	79 051,42	96 600,55
3	Svislé a kompletní konstrukce	36 271,73	53 017,43
6	Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní	211 822,95	49 517,23
PSV	Práce a dodávky PSV	598 158,26	719 763,17
713	Izolace tepelné	86 886,76	90 878,50
762	Konstrukce tesařské	22 898,26	149 333,45
763	Konstrukce suché výstavby	125 195,31	33 000,00
766	Konstrukce truhlářské	59 244,49	135 331,26
783	Dokončovací práce - nátěry	387,61	8 178,21

M	Práce a dodávky M	72 000,00	72 000,00
----------	--------------------------	------------------	------------------

Následující graf 7 znázorňuje náklady na dodávku u vybraných kapitol TSKP pro RD1 a RD2.



Graf 7: Náklady na dodávku [autor]

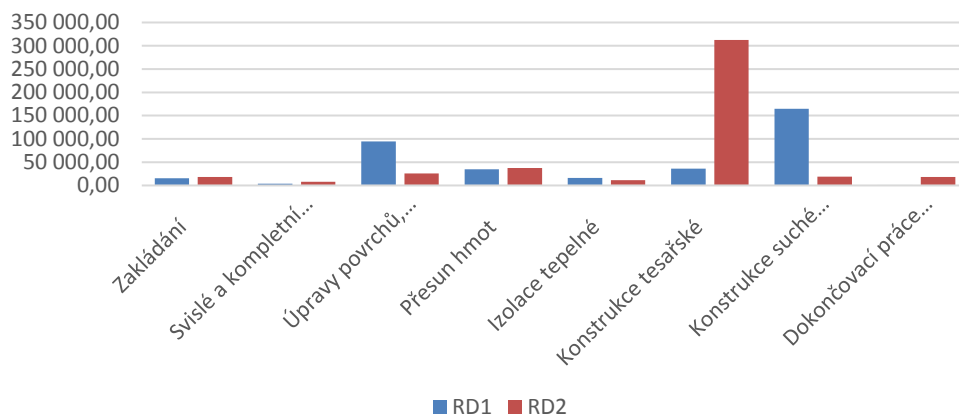
7.2 Montáž

Položka montáž materiálu doplňuje předchozí položku doprava materiálu. Tato položka obsahuje cenu za práci, která je nutná pro montáž stavebního materiálu do konstrukce. Montážní práce jsou normované v rozpočtářském programu a jsou doplněny o cenu za normohodinu pracovníka. V tabulce 26 jsou vybrané náklady na montáž řazeny dle TSKP.

Tab. 26 Náklady na montáž u RD1 a RD2 [autor]

	Popis	RD1	RD2
HSV	Práce a dodávky HSV	232 813,78	174 618,72
2	Zakládání	15 146,97	18 129,73
3	Svislé a kompletní konstrukce	4 048,29	8 144,15
6	Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní	94 312,99	26 090,06
998	Přesun hmot	34 853,25	37 802,50
PSV	Práce a dodávky PSV	313 393,11	456 751,79
713	Izolace tepelné	16 197,64	11 101,49
762	Konstrukce tesařské	36 139,38	312 391,47
763	Konstrukce suché výstavby	164 649,76	18 940,65
783	Dokončovací práce - nátěry	1 060,94	18 477,61
M	Práce a dodávky M	0,00	0,00

V následujícím grafu 8 jsou porovnány kapitoly, které jsou nákladově velmi odlišné a následně jsou vyhodnoceny.



Graf 8: Náklady na montáž [autor]

7.3 Vyhodnocení nákladů dodávka a montáž

Kapitola zakládání se v obou případech staveb u dodávky a montáže nákladově liší z důvodů použití jiných technologií. U RD1 jsou vybudovány základové pasy z monolitického betonu a kameniva. Oproti tomu u RD2 jsou náklady vyšší z důvodů použití ztraceného bednění pro zhotovení základových pasů.

Náklady na dodávku a montáž svislých a kompletních konstrukcí jsou vyšší u RD2, protože vnitřní stěny jsou zbudované z tvárnice Ytong. Oproti tomu u RD1 jsou použity sádkartonové a sádrovláknité desky, které jsou obsaženy v kapitole suchá výstavba.

Do kategorie úpravy povrchů spadají především náklady na dodávku a montáž zateplovacího systému a omítky vnějších stěn. U RD1 jsou tyto náklady mnohem vyšší, protože zateplení je tvořeno polystyrenem a minerální vatou. Oproti tomu u RD2 tyto náklady zcela odpadají, protože dům nemá žádné zateplení ani omítku vnějších stěn. Spadají sem pouze náklady na omítku vnitřních stěn.

V případě montážní položky u HSV jsou zobrazeny i náklady na přesun hmot. Nepatrně vyšší náklady jsou u RD2 z důvodů větší hmotnosti použitých konstrukcí.

První srovnávanou položkou u prací PSV jsou tepelné izolace. V tomto případě jsou vyšší náklady na dodávku u RD2, kde jsou náklady na ovčí pásy pro utěsnění srubové stěny. A nižší u montážní položky. Největší nákladovou položkou na dodávku a montáž u RD2 je kulatina na obvodové stěny. Tedy položka konstrukce tesařské. Pro RD1 jsou vysoké náklady na dodávku a montáž především v kapitole suché výstavby. Zde jsou náklady na nosnou dřevěnou kostru a na opláštění konstrukce, které je tvořeno sádrovláknitými a sádkartonovými deskami. V kapitole suché výstavby jsou zahrnuty i náklady na střešní příhradový nosník. V oblasti konstrukcí truhlářství jsou vyšší náklady na dodávku u RD2, a to z důvodů dražších dřevěných oken a dveří, které jsou u RD1 nahrazeny levnou variantou plastových oken a dveří.

Poslední položkou jsou nátěry. Vyšší náklady na dodávku a montáž jsou u RD2, protože obvodové srubové stěny musí být na závěr výstavby opatřeny kvalitními nátěry na dřevo. Při celkovém vyhodnocení vždy náklady na dodávku převyšují náklady na montáž u obou staveb. A i v obou případech jsou náklady na dodávku a montáž vyšší v oblasti PSV oproti HSV.

8 ANALÝZA NÁKLADŮ RODINNÝCH DOMŮ V KONKRÉTNÍCH PŘÍPÁDECH

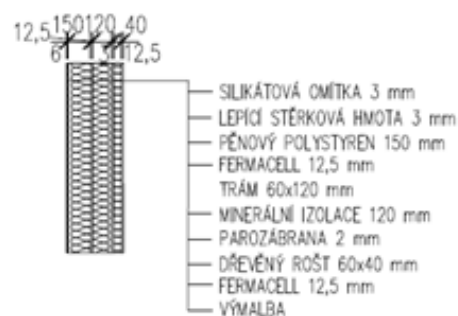
8.1 Analýza nákladů vybraných konstrukcí u dřevostavby a srubu

Kapitola zahrnuje analýzu nákladů u RD1 a RD2 v konkrétních případech. Jako podklad pro vyčíslení nákladů je použita dokumentace RD1. Pro stanovení nákladů u RD2 jsou použity stejné proporce jako u dřevostavby. Skladby konstrukcí jsou sestaveny na základě informací od firmy Sruby Jiří Urban.

Na základě projektové dokumentace v rozpočtářském programu Kros 4 od firmy ÚRS je zpracován celkový rozpočet stavby a rozpočet na vybrané konstrukce. Ceny jsou uvedeny v Kč bez DPH. Rozpočet je zpracován v cenové úrovni II/2016. Podrobné rozpočty s výkazem výměr jsou přílohou diplomové práce.

8.1.1 Náklady na nosné obvodové stěny

Tabulka 27 obsahuje náklady na hrubou stavbu nosných obvodových stěn RD1 bez povrchové úpravy. Podrobně jsou zde vyčísleny jednotlivé náklady na práce a použité materiály. Na závěr je stanovena celková cena konstrukce a je zde stanovena cena za 1 m². Pro lepší představu je konstrukce stěny znázorněna na Obr.9.



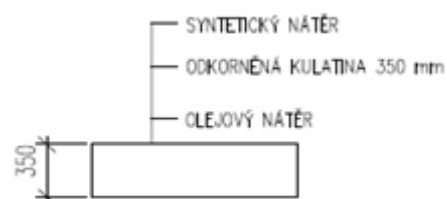
Obr. 9 Skladba konstrukce obvodové stěny RD2
[autor]

Tab. 27 Náklady na konstrukci obvodové stěny RD1 [autor]

Název	m.j.	Výměra	Kč/m.j.	Celkem
Montáž zateplení vnějších stěn z polystyrénových desek tl do 160 mm	m ²	91,137	553,00 [22]	50 398,76
deska fasádní polystyrénová EPS 70 F 1000 x 500 x 150 mm	m ²	92,960	327,00 [22]	30 397,92
Montáž zateplení vnějších stěn z minerální vlny s podélnou orientací vláken tl do 120 mm	m ²	91,137	534,00 [22]	48 667,16
deska minerální izolační ISOVER TF PROFI tl. 120 mm	m ²	92,960	581,00 [22]	54 009,76
Montáž základacích soklových lišt zateplení	m	37,750	86,90 [22]	3 280,48
lišta základací LO 163 mm tl.1,0mm	m	39,638	83,20 [22]	3 297,88
Přesun hmot pro dřevostavby v do 12 m	t	3,285	250,00 [22]	821,25
Spojovací prostředky pro montáž stěn, příček, bednění stěn	m ³	2,385	305,00 [22]	727,43
Montáž izolace tepelné parotěsné zábrany stěn a sloupů fólií	m ²	91,137	58,20 [22]	5 304,17
zábrana parotěsná PK-BAR SPECIÁL role 1,5 x 50 m	m ²	118,478	13,30 [22]	1 575,76
Přesun hmot tonážní pro izolace tepelné v objektech v do 12 m	t	0,024	814,00 [22]	19,54
Montáž obložení stěn podkladový rošt	m	180,358	48,40 [22]	8 729,33
řezivo jehličnaté deskové neopracované střed jakost I	m ³	0,476	4 680,00 [22]	2 227,68
Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 12 m	t	0,296	1 320,00 [22]	390,72

Montáž desek tl 12,5 mm	m ²	182,274	91,90 [22]	16 750,98
deska sádrovláknitá univerzální 2750 x 1249 x 12,5 mm	m ²	200,501	163,00 [22]	32 681,66
Montáž dřevostaveb sloupů příhradových, stojek a zavětrovacích prvků průřezové plochy do 3000 cm ²	m	229,269	290,00 [22]	66 488,01
řezivo jehličnaté hranol jakost I do 120 cm ²	m ³	1,516	4 680,00 [22]	8 498,88
Přesun hmot tonážní pro dřevostavby v objektech v do 12 m	t	4,489	1 160,00 [22]	4 833,72
Celková cena	339 101,09 Kč			
Celková plocha	91,137 m ²			
Výsledná cena	3 720,78 Kč/m ²			

Tabulka 28 obsahuje náklady na hrubou stavbu nosných obvodových stěn RD2 bez povrchové úpravy. Podrobně jsou zde vyčísleny jednotlivé náklady na práce a použité materiály. Na závěr je stanovena celková cena konstrukce a je zde stanovena cena za 1 m². Pro lepší představu je konstrukce stěny znázorněna na Obr.13.



Obr. 10 Skladba konstrukce obvodové stěny srubu [autor]

Tab. 28 Náklady na konstrukci srubové stěny [autor]

Název	m.j.	Výměra	Kč/m.j.	Celkem
Montáž izolace tepelné stěn a základů volně vloženými rohožemi, pásy, dílci, deskami 1 vrstva	m ²	66,512	29,40 [22]	1 955,45
izolační pás z ovčí vlny, šířky 14 cm	m	339,211	19,00 [23]	6 445,01
Přesun hmot tonážní pro izolace tepelné v objektech v do 12 m	t	0,509	814,00 [22]	414,33

Odkornění kulatiny	m ²	232,398	80,00 [19]	18 591,84
Výroba a montáž tesařských stěn z kulatiny	m ³	25.306	8 430,00 [19]	213 329,58
kulatina odkorněná průměr 35 cm	m ³	27,837	3 500,00 [19]	97 429,50
Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 12 m	t	11,97	1 320,00 [22]	15 800,40
Celková cena	353 966,11 Kč			
Celková plocha	91,137 m ²			
Výsledná cena	3 883,89 Kč/m ²			

VYHODNOCENÍ NÁKLADŮ

Tabulka 29 obsahuje celkové náklady na výstavbu obvodových stěn RD1 a RD2. Výsledná cena je zobrazena v Kč/m². Následně je pod tabulkou uvedeno porovnání celkových nákladů.

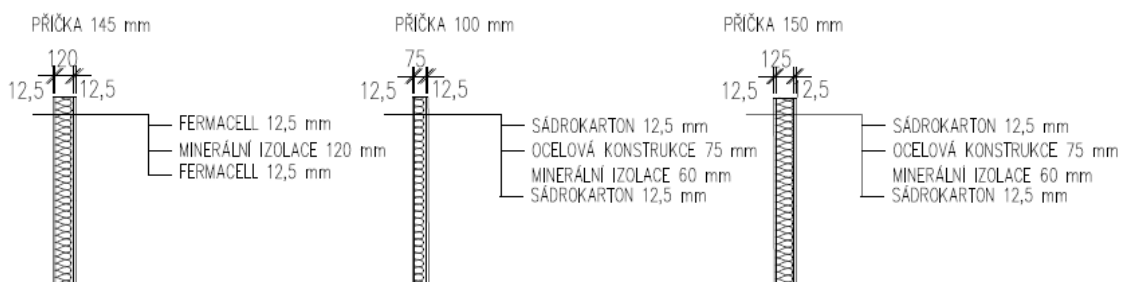
Tab. 29 Celkové náklady na konstrukci obvodové stěny RD1 a RD2 [Tabulka 27,28]

Konstrukce	Technologie	
	RD1	RD2
	Kč/m ²	Kč/m ²
Nosná obvodová stěna	3 720,78	3 883,89

Vyšší cena o 163 Kč/m² byla stanovena pro RD1. Tloušťka konstrukce obvodové stěny u RD1 je o 15 mm menší než u srubové technologie a vykazuje lepší tepelně technické vlastnosti. Vyšší náklady u RD1 jsou způsobeny velkým množstvím a cenou zateplovacích materiálů v konstrukci. Tyto materiály u RD2 nenalezneme. Zde jsou použity pouze pásy z ovčí vlny pro utěsnění spár mezi jednotlivými vrstvami kulatiny.

8.1.2 Náklady na vnitřní stěny

Tabulka 30 obsahuje náklady na hrubou stavbu nosných i nenosných stěn (příček) RD1 bez výmalby. Podrobně jsou zde vyčísleny jednotlivé náklady na práce a použité materiály. Na závěr je stanovena celková cena konstrukce a je zde stanovena cena za 1 m². Pro lepší představu je konstrukce stěny znázorněna na Obr.11.



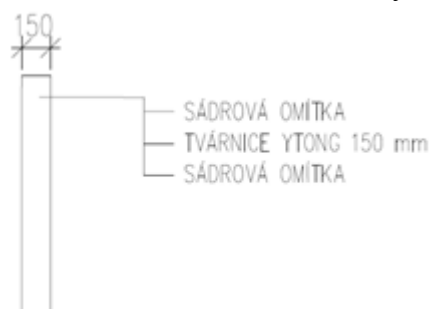
Obr. 11 Skladba konstrukce příček dřevostavby [autor]

Tab. 30 Náklady na konstrukci příček RD1 [autor]

Název	m.j.	Výměra	Kč/m.j.	Celkem
Montáž izolace tepelné stěn a základů volně vloženými rohožemi, pásy, dílci, deskami 1 vrstva	m ²	52,930	29,40 [22]	1 556,14
deska minerální izolační ISOVER UNI 600x1200 mm tl. 120 mm	m ²	53,989	232,00 [22]	12 525,45
Přesun hmot tonážní pro izolace tepelné v objektech v do 12 m	t	0,324	814,00 [22]	263,74
Montáž obložení stěn podkladový rošt	m	180,358	48,40 [22]	8 729,33
řezivo jehličnaté deskové neopracované střed jakost I	m ³	0,476	4 680,00 [22]	2 227,68
Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 12 m	t	0,265	1 320,00 [22]	349,80
SDK příčka tl 100 mm profil CW+UW 75 desky 1xH2DF 12,5 TI 60 mm EI 45 Rw 45 dB	m ²	41,138	850,00 [22]	34 967,30

SDK příčka tl 150 mm profil CW+UW 100 desky 2xH2DF 12,5 TI 80 mm EI 90 Rw 55 dB	m ²	5,200	1 280,00 [22]	6 656,00
Montáž desek tl 12,5 mm	m ²	52,930	91,90 [22]	4 864,27
deska sádrovláknitá univerzální 2750 x 1249 x 12,5 mm	m ²	58,223	163,00	9 490,35
SDK příčka kluzné napojení ke stropu	m	27,770	274,00 [22]	7 608,98
SDK příčka základní penetrační nátěr	m ²	46,338	42,70 [22]	1 978,63
Zhotovení otvoru vel. do 2 m ² v SDK příčce tl do 100 mm s vyztužením profily	kus	4,000	1 740,00 [22]	6 960,00
Zhotovení otvoru vel. do 2 m ² v SDK příčce tl přes 100 mm s vyztužením profily	kus	3,000	2 320,00 [22]	6 960,00
Přesun hmot tonážní pro dřevostavby v objektech v do 12 m	t	2,432	1 160,00 [22]	2 821,12
Celková cena	107 958,79 Kč			
Celková plocha	73,298 m ²			
Výsledná cena	1 472,87 Kč/m ²			

Tabulka 31 obsahuje náklady na hrubou stavbu vnitřních stěn srubu bez výmalby. Podrobně jsou zde vyčísleny jednotlivé náklady na práce a použité materiály. Na závěr je stanovena celková cena konstrukce a je zde stanovena cena za 1 m². Pro lepší představu je konstrukce stěny znázorněna na Obr.12.



Obr. 12 Skladba konstrukce příčky Ytong [autor]

Tab. 31 Náklady na konstrukci příček RD2 [autor]

Název	m.j.	Výměra	Kč/m.j.	Celkem
Překlady nenosné přímé z pórobetonu Ytong v příčkách tl 100 mm pro světlost otvoru do 1010 mm	kus	4,000	542,00 [22]	2 168,00
Překlady nenosné přímé z pórobetonu Ytong v příčkách tl 150 mm pro světlost otvoru do 1010 mm	kus	3,000	789,00 [22]	2 367,00
Příčky tl 100 mm z pórobetonových přesných hladkých příčkových objemové hmotnosti 500 kg/m ³	m ²	41,138	570,00 [22]	23 448,66
Příčky tl 150 mm z pórobetonových přesných hladkých příčkových objemové hmotnosti 500 kg/m ³	m ²	32,16	776,00 [22]	24 956,16
Sádrová nebo vápenosádrová omítka hladká jednovrstvá vnitřních stěn nanášená ručně	m ²	139,333	208,00 [22]	28 981,26
Potěr anhydritový samonivelační tl do 40 mm ze suchých směsí	m ²	61,097	645,00 [22]	39 407,57
Přesun hmot pro dřevostavby v do 12 m	t	12,608	250,00 [22]	3 152,00
Celková cena	124 480,65 Kč			
Celková plocha	73,298 m ²			
Výsledná cena	1 698,28 Kč/m ²			

VYHODNOCENÍ NÁKLADŮ

Následující tabulka 32 zobrazuje náklady na vnitřní zdivo RD1 a RD2. Výsledná cena je zobrazena v Kč/m². Pod tabulkou následuje slovní vyhodnocení.

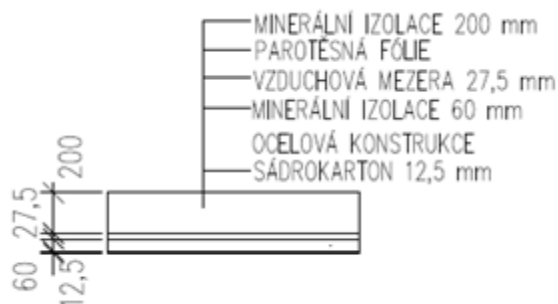
Tab. 32 Celkové náklady na konstrukci vnitřních stěn RD1 a RD2 [Tab. 30,31]

Konstrukce	Technologie	
	RD1	RD2
	Kč/m ²	Kč/m ²
Příčky	1 472,87	1 698,28

Dražší variantou výstavby příček byla stanovena zděná technologie z tvárnic Ytong, a to o 225 Kč/m². Vysoká cena je způsobena náklady na povrchové úpravy stěn, které u RD1 vůbec nejsou.

8.1.3 Náklady na vodorovné konstrukce

Tabulka 33 obsahuje náklady na hrubou stavbu vodorovných prvků RD1 bez povrchové úpravy. Podrobně jsou zde vyčísleny jednotlivé náklady na práce a použité materiály. Na závěr je stanovena celková cena konstrukce a je zde stanovena cena za 1 m². Pro lepší představu je stropní konstrukce znázorněna na Obr.13.



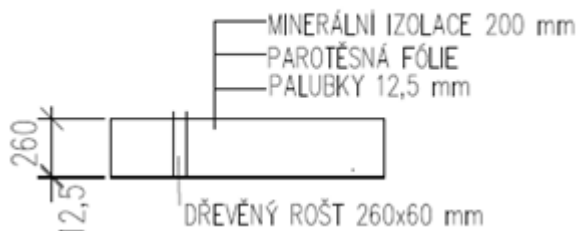
Obr. 13: Skladba stropní konstrukce RD1 [autor]

Tab. 33 Náklady na stropní konstrukci RD1 [autor]

Název	m.j.	Výměra	Kč/m.j.	Celkem
Montáž izolace tepelné vrchem stropů volně kladenými rohožemi, pásy, dílci, deskami	m ²	85,947	26,00 [22]	2 234,62
deska minerální střešní izolační ISOVER ORSIK 600x1200 mm tl. 200 mm	m ²	92,049	309,00 [22]	28 443,14
deska minerální střešní izolační ISOVER ORSIK 600x1200 mm tl. 60 mm	m ²	92,049	93,40 [22]	8 597,38
Přesun hmot tonážní pro izolace tepelné v objektech v do 12 m	t	0,746	814,00 [22]	607,24
Montáž desek tl. 12,5 mm SDK podhled	m ²	73,809	65,50 [22]	4 834,49
deska stavební sdk "A" tl. 12,5 mm	m ²	81,190	67,50 [22]	5 480,33

Montáž parotěsné zábrany do SDK podhledu	m ²	73,809	21,50 [22]	1 586,89
zábrana parotěsná PK-BAR SPECIÁL role 1,5 x 50 m	m ²	81,190	13,30 [22]	1 079,83
Přesun hmot tonážní pro dřevostavby v objektech v do 12 m	t	0,775	1 160,00 [22]	899,00
Celková cena	53 762,92 Kč			
Celková plocha	85,947 m ²			
Výsledná cena	625,54 Kč/m ²			

Tabulka 34 obsahuje náklady na hrubou stavbu vodorovných prvků RD2 bez povrchové úpravy. Podrobně jsou zde vyčísleny jednotlivé náklady na práce a použité materiály. Na závěr je stanovena celková cena konstrukce a je zde stanovena cena za 1 m². Pro lepší představu je stropní konstrukce znázorněna na Obr.14.



Obr. 14: Skladba konstrukce stropní konstrukce RD2 [autor]

Tab. 34 Náklady na stropní konstrukci RD2 [autor]

Název	m.j.	Výměra	Kč/m.j.	Celkem
Montáž izolace tepelné vrchem stropů volně kladenými rohožemi, pásy, dílci, deskami	m ²	85,947	26,00 [22]	2 234,62
deska minerální střešní izolační ISOVER ORSIK 600x1200 mm tl. 200 mm	m ²	92,049	309,00 [22]	28 443,14
deska minerální střešní izolační ISOVER ORSIK 600x1200 mm tl. 60 mm	m ²	92,049	93,40 [22]	8 597,38

Montáž izolace tepelné podlah, stropů vrchem nebo střech překrytí separační fólií z PE	m ²	85,947	7,21 [22]	619,68
fólie separační PE bal. 100 m2	m ²	94,542	9,20 [22]	869,79
Přesun hmot tonážní pro izolace tepelné v objektech v do 12 m	t	0,756	814,00 [22]	615,38
Montáž obložení stropu podkladový rošt	m	301,620	60,00 [22]	18 097,20
řezivo jehličnaté deskové neopracované střed jakost I	m ³	1,086	4 680,00 [22]	5 082,48
Montáž podbíjení stropů a střech vodorovných z palubek	m ²	73,861	224,00 [22]	16 544,86
palubky obkladové SM profil klasický 12,5 x 96 mm A/B	m ²	111,159	156,00 [22]	17 340,80
Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 12 m	t	1,420	1 320,00 [22]	1 874,40
Celková cena	100 319,73 Kč			
Celková plocha	85,947 m ²			
Výsledná cena	1 167,23 Kč/m ²			

VYHODNOCENÍ NÁKLADŮ

Tabulka 35 obsahuje celkové náklady na výstavbu stropní konstrukce RD1 a RD2. Výsledná cena je zobrazena v Kč/m². Pod tabulkou je výsledné vyhodnocení celkové ceny.

Tab. 35 Celkové náklady na stropní konstrukci RD1 a RD2 [Tab. 33,34]

Konstrukce	Technologie	
	RD1	RD2
	Kč/m ²	Kč/m ²
Strop	625,54	1 167,23

Náklady za 1 m² na zhotovení stropní konstrukce jsou téměř dvojnásobné u RD2 a se liší o 542,00 Kč. Vyšší náklady u RD2 jsou způsobeny vyšší cenou za montáž dřevěných prvků, které tvoří podkladový rošt a záklop stropní konstrukce. U RD1 je stropní konstrukce tvořena pouze roštem a sádkartonovými deskami.

8.1.4 Náklady na úpravy povrchů

Tabulka 36 obsahuje náklady na úpravu povrchů obvodové stěny RD1. Podrobně jsou zde vyčísleny jednotlivé náklady na práce a použité materiály. Na závěr je stanovena celková cena konstrukce a je zde stanovena cena za 1 m².

Tab. 36 Náklady na povrchové úpravy obvodových stěn RD1 [autor]

Název	m.j.	Výměra	Kč/m.j.	Celkem
Potažení vnějších stěn sklovláknitým pletivem vtlačeným do tenkovrstvé hmoty	m ²	91,137	160,00 [22]	14 581,92
Tenkovrstvá silikátová zrnitá omítka tl. 1,0 mm včetně penetrace vnějších stěn	m ²	91,137	195,00 [22]	17 771,72
Zakrytí výplní otvorů a svislých ploch fólií přilepenou lepící páskou	m ²	25,864	30,20 [22]	781,09
Přesun hmot pro dřevostavby v do 12 m	t	0,629	250,00 [22]	157,25
Dvojnásobné bílé malby ze směsí za sucha dobře otěruvzdorných v místnostech do	m ²	74,981	32,30 [22]	2 421,89
Celková cena	35 713,87 Kč			
Celková plocha	166,118 m ²			
Výsledná cena	214,99 Kč/m ²			

Tabulka 37 obsahuje náklady na povrchové úpravy stěn RD2. Podrobně jsou zde vyčísleny jednotlivé náklady na práce a použité materiály. Na závěr je stanovena celková cena konstrukce a je zde stanovena cena za 1 m².

Tab. 37 Náklady na povrchové úpravy kulatiny RD2 [autor]

Název	m.j.	Výměra	Kč/m.j.	Celkem
Impregnace řeziva proti dřevokaznému hmyzu, houbám a plísním máčením třída ohrožení 3	m ³	25,306	861,00 [22]	21 788,47
Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 12 m	t	0,048	1 310,00 [22]	62,88
Lazurovací dvojnásobný syntetický nátěr tesařských konstrukcí	m ²	91,137	154,00 [22]	14 035,10
Lazurovací dvojnásobný olejový nátěr tesařských konstrukcí	m ²	74,981	149,00 [22]	11 172,17
Celková cena	46 552,98 Kč			
Celková plocha	166,118 m ²			
Výsledná cena	280,24 Kč/m ²			

VYHODNOCENÍ NÁKLADŮ

Následující tabulka 38 zobrazuje náklady na povrchové úpravy dřevostavby a srubu. Výsledná cena je zobrazena v Kč/m². Pod tabulkou je uvedeno celkové vyhodnocení nákladů na vnitřní zdivo.

Tab. 38 Celkové náklady na povrchové úpravy RD1 a RD2 [Tab. 36,37]

Konstrukce	Technologie	
	RD1	RD2
	Kč/m ²	Kč/m ²
Úpravy povrchů	214,99	280,24

Náklady na úpravu povrchů se liší o 65 Kč/m². Vyšší náklady RD2 jsou ovlivněny cenou za ošetření kulatiny. U RD1 jsou obvodové stěny pouze potaženy vnější omítkou a vnitřní povrchy jsou opatřeny malbou.

8.2 Analýza celkových nákladů

Cílem práce je porovnání nákladů na výstavbu různých konstrukčních systémů dřevostaveb. Pro tuto práci byla vybrána konstrukce dřevostavby se dřevěnou rámovou konstrukcí a srub. Celkové náklady jsou zjištěny ze sestavených rozpočtů. Pro přehlednost byly celkové ceny staveb umístěny do tabulek a pro správné porovnání jsou staveny náklady na 1 m³. Tabulka 39 obsahuje celkové náklady na výstavbu vybraných domů. V celkové částce jsou zahrnuty i náklady na zařízení staveniště, které jsou důležitou součástí investičních nákladů

Tab. 39 Celkové náklady na výstavbu RD1 a RD2 [autor]

	Dřevostavba	Srub
Celkové náklady	1 750 260 Kč [22]	1 830 318 Kč [22]
Náklady za 1 m³	4 782 Kč	5001 Kč

Z vypracovaných rozpočtů byly zjištěny celkové ceny pro rodinné domy RD1 a RD2. Jako levnější varianta vyšel RD1 a to o 219 Kč/m³. Tento rozdíl není tak velký, a proto byly náklady na konstrukce rozděleny dle TSKP a zobrazeny v následujícím grafu 9.



Graf 9: Náklady na jednotlivé položky TSKP v % [autor]

Z grafu 9 vyplývá že velikost nákladů se liší podle konstrukčního systému. Rozdílnost nákladů na zakládání je způsobena rozdílností použité technologie zakládání. U svislých

konstrukcí se výsledná hodnota liší o 1 %, rozdíl je způsoben vyššími náklady na vnitřní příčky u RD2. Rozdíl 13% je u nákladů na úpravy povrchů, je způsoben kontaktním zateplovacím systémem použitým u RD1. U RD2 jsou pouze náklady na vnitřní omítky. Součet ostatních HSV je u obou staveb srovnatelný.

Největší rozdíl nákladů je v třídě tesařských konstrukcí a konstrukcí suché výstavby. U RD2 jsou obvodové stěny zhotoveny z kulatiny, která spadá do konstrukcí tesařských a mnohonásobně tak převyšuje náklady u RD1. Naopak u RD1 jsou stěny postaveny ze sádkartonových a sádrovláknitých desek upevněných na dřevěném skeletu. Tyto položky dle TSK spadají do třídy konstrukce suché výstavby a tvoří tak největší položku nákladů u RD1. Náklady u konstrukcí truhlářských jsou vyšší u RD2. V tomto případě byly použity dřevěná okna a dveře. U RD1 byla použita levnější plastová. Ostatní PSV jsou v obou případech srovnatelná.

8.3 Náklady na provoz

Náklady na provoz patří mezi důležité kritérium u rozhodování při pořízení nemovitosti. U novostavby rodinných domů lze provozní náklady ovlivnit kvalitou stavebních materiálů, správnou volbou firmy a dále i samotným umístěním domu na pozemku. Ceny energií ovlivňuje i správně vybraná technologie i dobrý dodavatel.

Provozní náklady byly stanoveny i v případě RD v Prosetíně. Pro tento dům budou stanoveny náklady na elektrickou energii a vodné a stočné. Jelikož se jedná o novostavbu a náklady na provoz nejsou stále ještě zjištěny spotřeba jednotlivých energií je stanovena výpočtem.

8.3.1 Náklady na elektrickou energii

Elektrická energie u RD Prosetín je používána na vytápění, ohřev teplé vody, na provoz spotřebičů a každodenní osvětlení. V tomto případě je použita cena 2,49 Kč/ kWh [24] od firmy E.on, která je většinovým dodavatelem v kraji Vysočina.

Náklady na vytápění a ohřev teplé vody

Pro stanovení nákladů na vytápění a ohřev teplé vody byly nejprve stanoveny tepelné ztráty rodinných domů a následná hodnota byla dosazena do výpočtového vzorce, kterým byla stanovena hodnota celkové roční potřeby energie na vytápění a ohřev teplé vody.

Vybraný rodinný dům byl postaven v okrese Žďár nad Sázavou s těmito parametry:

- venkovní výpočtová teplota $t_e = -15^{\circ}\text{C}$ [25]
- délka topného období 270 dní [25]
- průměrná teplota během otopného období $t_{es} = 3,1^{\circ}$ [25]

Výpočet celkové roční potřeby energie na vytápění

Tepelná ztráta objektu Q_c

Průměrná vnitřní výpočtová teplota $t_{is} = 20\text{ °C}$ [25]

Vytápěcí denostupně

$$D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 4293\text{ K} \cdot \text{dny} \text{ [25]}$$

Opravné součinitele a účinnosti systému:

$$e_i = 0,85 \text{ (nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací a tepelné ztráty prostupem) [25]}$$

$$e_t = 0,90 \text{ (snížení teploty v místnosti během dne respektive noc) [25]}$$

$$e_d = 1,00 \text{ (zkrácení doby vytápění u objektu s přestávkami v provozu) [25]}$$

$$n_o = 0,95 \text{ (účinnost obsluhy) [25]}$$

$$n_r = 0,95 \text{ (účinnost rozvodu vytápění) [25]}$$

$$\varepsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d = 0,765 \text{ [25]}$$

$$Q_{VYT, R} = \frac{\varepsilon}{n_o \cdot n_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_{is} - t_{es})} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$$

[25]

Výpočet celkové potřeby energie na ohřev teplé vody

$$t_1 = 10\text{ °C} \text{ [25]}$$

$$t_2 = 55\text{ °C} \text{ [25]}$$

$$V_{2p} = 0,328\text{ m}^3/\text{den} \text{ [25]}$$

$$\rho = 1000\text{ kg/m}^3 \text{ [25]}$$

$$c = 4186\text{ J/kgK} \text{ [25]}$$

$$z = 0,5 \text{ (koeficient energetických ztrát systému) [25]}$$

Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody:

$$Q_{TUV, d} = (1 + z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600}$$

[25]

Teplota studené vody v létě	$t_{svl} = 15^{\circ}\text{C}$ [25]
Teplota studené vody v zimě	$t_{svz} = 5^{\circ}\text{C}$ [25]
Počet pracovních dní soustavy v roce	$N = 354$ dnů [25]

$$Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} * d + 0,8 * Q_{TUV,d} * \frac{t_2 - t_{SVl}}{t_2 - t_{SVZ}} * (N - d)$$

[25]

$$Q_r = Q_{vYT,r} + Q_{TUV,r} \text{ [25]}$$

V následující tabulce 40 je uvedena celková ztráta objektu a celková potřeba energie. Tepelná ztráta byla vypočítána v programu Excel a je k diplomové práci přiložena v přílohách. Ostatní výpočty jsou stanoveny na základě předchozích vzorců.

Tab. 40 Potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody [autor]

Typ stavby	Tepelná ztráta objektu	Potřeba energie na vytápění	Potřeba energie na ohřev teplé vody	Celková roční potřeba energie
RD1	2,99 kW [25]	28,5 GJ/rok [25]	30,7 GJ/rok [25]	59,2 GJ/rok [25]
RD2	3,66 kW [25]	34,9 GJ/rok [25]	30,7 GJ/rok [25]	65,6 GJ/rok [25]

Vyšší tepelnou ztrátu vykazuje rodinný dům postavený srubovou technologií RD2. Je to způsobeno vysokým součinitelem prostupu tepla u obvodové stěny. Tento výpočet, ale nezobrazuje specifické vlastnosti smrkové kulatiny, která má velmi špatné akumulační vlastnosti. Při kombinaci srubových obvodových stěn se zděnými příčkami v objektu dokáže kulatina teplo odrážet a zděné příčky ho mohou akumulovat. Tuto vlastnost RD1 z průmyslově vyráběných materiálů nemá. V tomto případě se její tepelné technické vlastnosti zlepšují tloušťkou zateplovacího systému.

Stanovení nákladů na vytápění a ohřev teplé vody

Tabulka 41 obsahuje náklady na vytápění a ohřev teplé vody. Podle přiložené projektové dokumentace je jako hlavní palivo pro oba domy zvolena elektrická energie. Hlavním dodavatelem elektřiny v obci Prosetín je firma E-on.

Tab. 41 Stanovení nákladů na vytápění [autor]

Typ stavby	Palivo	Potřeba energie na rok	Cena paliva	Spotřeba paliva	Náklady na vytápění na rok
RD1	elektřina	58,3 GJ [25]	3,78 Kč/kWh [26]	16 780 kWh [26]	41 782 Kč [26]
RD2	elektřina	64,5 GJ [25]	3,78 Kč/kWh [26]	18 594 kWh [26]	46 299 Kč [26]

Vyšší cena za palivo na vytápění a ohřev teplé vody u srubové technologie RD2 je způsobeno vyšší tepelnou ztrátou objektu. Tento problém byl vyhodnocen v předchozí podkapitole.

Náklady za provoz spotřebičů a osvětlení

V případě vybraného domu v Prosetíně se jedná o novostavbu, ve které ještě nejsou zjištěny náklady na provoz spotřebičů a osvětlení. Proto pro oba domy jsou stanoveny orientačně jednotné náklady na provoz spotřebičů a osvětlení. Spotřeba elektrické energie pro domy je uvedena v tabulce 42.

Tab. 42 Stanovení spotřeby elektrické energie [autor]

	Spotřeba energie (kWh)	Cena (Kč)
Obývací pokoj	739,7 [27]	1 841,85 [24]
Koupelna	649,0 [27]	1 616,01 [24]
Osvětlení	734,1 [27]	1 827,91 [24]
Ostatní	75,4 [27]	187,75 [24]
Kuchyně	2078,1 [27]	5 147,47 [24]
Celkové náklady na rok		10 647,99 Kč

Celkové náklady na provoz spotřebičů a osvětlení byly stanoveny na základě navrženého vybavení v rodinném domě a podle předpokládaného počtu obyvatel tohoto domu.

8.3.2 Náklady na vodné

V obci Prosetín je možné využívat přípojku pro odběr pitné vody. Celková spotřeba vody pro tuto domácnost, ve které žijí 4 osoby a ceny stanovené obcí za odběr vody jsou vyčísleny v tabulce

Tab. 43 Stanovení nákladů na vodné

Roční ponájem přípojky	Spotřeba vody za rok	Cena za 1 m³	Celková cena za rok
450 Kč [28]	229 m ³ [29]	30 Kč [28]	7320 Kč

Při výpočtu spotřeby vody bylo uvažováno se čtyřmi obyvateli domu, kteří běžně využívají domácnost. V tomto případě je uvažována pouze spotřeba vody v domácnosti.

8.3.3 Náklady na svoz komunálního odpadu

Sazba poplatku za komunální odpad za osobu trvale žijící na území obce Prosetín činí 400,00 Kč. V obci je zbudovaný sběrný dvůr pro třídění odpadu. [28]

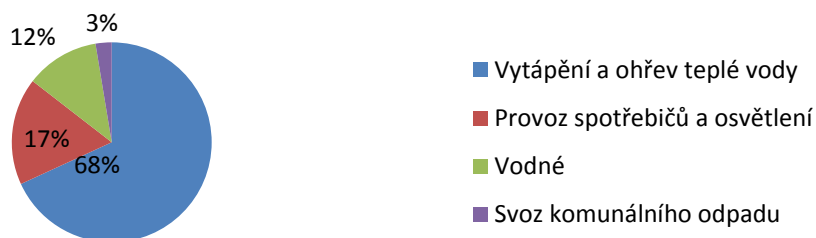
8.3.4 Celkové provozní náklady

V tabulkách 44 a 45 jsou přehledně uvedeny všechny zkoumané provozní náklady u obou staveb. Jsou zde uvedeny náklady na elektrickou energii, vodné a svoz komunálního odpadu. Na závěr každé tabulky jsou uvedeny celkové náklady na provoz domu. Pod tabulkou jsou pomocí grafu znázorněny celkové provozní náklady v procentech viz. Graf 10,11.

Tab. 44 Celkové provozní náklady RD1 [Tab. 40-43]

Typ stavby	Vytápění a ohřev teplé vody	Provoz spotřebičů a osvětlení	Vodné	Svoz komunálního odpadu	Celkové náklady
RD1	41 872 Kč	10 648 Kč	7 320 Kč	1 600 Kč	61 440 Kč

Provozní náklady RD1



Graf 10: Provozní náklady RD2 [autor]

Tab. 45 Celkové provozní náklady RD2 [Tab. 40-43]

Typ stavby	Vytápění a ohřev teplé vody	Provoz spotřebičů a osvětlení	Vodné	Svoz komunálního odpadu	Celkové náklady
RD2	46 299 Kč	10 648 Kč	7 320 Kč	1 600 Kč	65 867 Kč

Provozní náklady RD2



Graf 11: Celkové provozní náklady RD1 [autor]

Provozní náklady RD1 a RD2 se liší pouze v nákladech na vytápění. Vyšší cena vytápění u RD2 je způsobena horšími tepelně technickými vlastnostmi srubové stěny.

U obou staveb největší část nákladů tvoří náklady na vytápění a ohřev vody, které se pohybují okolo 68-70 %. Náklady na provoz spotřebičů a osvětlení 11-12 %, náklady na pitnou vodu 16–17 % a náklady na komunální odpad 3 %.

8.4 Náklady na likvidaci

Likvidace dřevěných staveb má oproti klasické zděné výstavbě mnoho pozitiv. Demolice ve většině případů probíhá ručně, konstrukce je postupně rozebírána. Většina stavebních materiálu je na bázi dřeva a dá nerecyklovat a opět znovu využít. Ostatní materiály při likvidaci jsou dále tříděné a drceny na stavební suť. Likvidace dřevostavby není finančně náročná oproti jiným stavbám a je velmi šetrná k životnímu prostředí. Obsahuje minimum materiálů, které už dále nelze využít.

Náklady potřebné na likvidaci RD byly stanoveny pomocí rozpočtového programu Kros 4. Podrobné rozpočty jsou přiloženy jako příloha práce. Jednotlivé práce potřebné při demolici RD1 a RD2 jsou uvedené v tabulce 46 a 47.

Tab. 46 Náklady na likvidaci RD1 [autor]

Název	m.j.	Výměra	Kč/m.j.	Celkem
Demolice budov dřevěných ostatních oboustranně obitých nebo omítnutých postupným	m ³	366,046	194,00 [22]	71 012,92
Příplatek k odvozu suti a vybouraných hmot na skládku ZKD 1 km přes 1 km	t	81,262	9,50 [22]	771,99
Odvoz suti a vybouraných hmot z meziskládky na skládku do 1 km s naložením a se složením	t	81,262	306,00 [22]	24866,17
Poplatek za uložení stavebního směsného odpadu na skládce (skládkovné)	t	81,262	1 140,00 [22]	92 638,68
Celkové náklady	189 289,76 Kč			

Tab. 47 Náklady na likvidaci RD2 [autor]

Název	m.j.	Výměra	Kč/m.j.	Celkem
Demolice budov dřevěných ostatních oboustranně obitých nebo omítnutých postupným rozebíráním	m ³	366,046	194,00 [22]	71 012,92
Drcení stavebního odpadu z demolice ze zdiva z betonu železového s dopravou do 100 m a	t	12,608	108,00 [22]	1 361,66

Příplatek k odvozu suti a vybouraných hmot na skládku ZKD 1 km přes 1 km	t	93,870	9,50 [22]	891,77
Odvoz suti a vybouraných hmot z meziskládky na skládku do 1 km s naložením a se složením	t	93,870	306,00 [22]	28 724,22
Poplatek za uložení stavebního směsného odpadu na skládce (skládkovné)	t	93,870	1 140,00 [22]	107 011,80
Celkové náklady	209 002,37 Kč			

9 CELKOVÉ VYHODNOCENÍ

Kapitola shrnuje všechny předcházející technické vlastnosti a cenu rodinných domů do přehledné tabulky 48.

Tab. 48 Celkové shrnutí technických vlastností a ceny rodinných domů [autor]

	RD1	RD2
Hořlavost stavebních materiálů	A1 -F	D-F
Požární odolnost	REI 45 DP2	REI 210
Součinitel prostupu tepla	U= 0,13 W/m ² K	U= 0,37 W/m ² K
Akustické vlastnosti	0,44 dB	0,44 dB
Doba a složitost výstavby	5 měsíců	4 měsíce
PEI [kg/m³]	2164,7934	1183,8408
GWP [kg CO₂ ekv/kg]	104,02836	78,32817
AP [kg SO₂ ekv/kg]	414,605	218,132
Životnost staveb	150-200 let	120-150 let
Náklady na dodávku HSV	482 894,90 Kč	353 884,01 Kč
Náklady na dodávku PSV	598 158,26 Kč	719 763,37 Kč
Náklady na dodávku M	72 000,00 Kč	72 000,00 Kč
Náklady na montáž HSV	232 813,78 Kč	174 618,72 Kč
Náklady na montáž PSV	313 393,11 Kč	456 751,79 Kč
Celkové náklady na výstavbu	1 750 260 Kč [22]	1 830 318 Kč [22]
Náklady na 1 m³	4 782 Kč	5001 Kč

Náklady na provoz	61 440 Kč	65 867 Kč
Náklady na likvidaci	189 289,76 Kč	209 002,37 Kč

Při vyhodnocení technických vlastností rodinných domů je zřejmé, že ani jedna z konstrukcí není výrazně lepší. Materiály použité u obvodové stěny RD1 jsou v oblasti hořlavosti výrazně lepší. Obvodová stěna RD2 je složena pouze z vysoce hořlavých materiálů. Naopak při zhodnocení požární odolnosti srubová stěna z kulatiny vydrží mnoho násobně více než stěny RD1. Tepelně technické vlastnosti jsou u všech konstrukcí kromě obvodové stěny srovnatelné. U stěn RD1 vypočítaná hodnota vyhovuje požadovaným hodnotám pro pasivní dům. Stěna z kulatiny nevyhovuje ani pro klasickou výstavbu. Akustické vlastnosti jsou u obou staveb srovnatelné. Doba výstavby je o jeden měsíce kratší u srubové technologie. Složitost výstavby je určitě vysoká u RD2. Při vyhodnocení všech tří složek dopadu výstavby na životní prostředí jednoznačně nižší hodnoty ve všech případech je u RD2, který má obvodovou stěnu ze smrkového dřeva. V tabulce jsou uvedeny náklady na dodávku a montáž u obou domů. Podrobná analýza byla provedena již v předcházejících kapitolách. Rozhodující je výsledná celková cena. Jako levnější výstavba vychází rodinný dům RD1, pro kterou byla stanovena celková cena 1 750 260 Kč, u RD2 je cena 1 830 318 Kč. Při převedení na m³ je cena dřevostavby 4 782 Kč a u srubu 5 001 Kč. Rozdíl cen je 219 Kč/m³ a výsledné ceny se blíží i orientační ceně v cenových stavebních ukazatelů ve stavebnictví která je 5 350 Kč/m³. Při vyhodnocení nákladů za provoz je cena nižší u RD1 z důvodů nižších nákladů za vytápění. Náklady na likvidaci jsou vyšší u RD2 z důvodů požití cihelného zdiva na konstrukci přiček. Rozdíl nákladů je 19 713 Kč.

Poslední vlastností pro srovnání může být i výstavba svépomocí. Tuto variantu zvažuje mnoho investorů, z důvodů úspory peněz. V případě srubu nelze rodinné domy svépomocí realizovat. Tato stavba musí být vždy realizována odbornou firmou. RD1 lze realizovat svépomocí. A to především díky stále větší oblíbenosti těchto staveb.

10 ZÁVĚR

V teoretické části práce byly popsány konstrukční systémy dřevostaveb, vlastnosti dřeva a důležité technické vlastnosti staveb. Byla zde uvedena kapitola o tvorbě cen, nákladů a rozpočtů stavebních objektů.

Pro praktickou část byly vybrány dvě dřevostavby, které mezi sebou byly následně porovnávány z několika hledisek. Jednalo se o stavbu dřevostavby s dřevěnou rámovou konstrukcí a srub. Na úvod praktické části bylo popsáno konstrukční a dispoziční řešení dřevostavby s dřevěnou nosnou konstrukcí a konstrukční řešení srubu.

Vybrané domy byly nejprve srovnány z hlediska kvalitativních vlastností. V oblasti tepelně technických vlastností vykazovala lepší vlastnosti dřevostavba s rámovou konstrukcí. Oproti tomu požární odolnost konstrukcí byla vyšší u srubové konstrukce. U doby výstavby domu byla stanovena rychlejší varianta srubová konstrukce, ale z pohledu životnosti nedosahuje takové dlouhověkosti jako druhá z dřevostaveb. V případě této kapitoly nešlo jednoznačně určit, která stavba byla kvalitnější.

Následující kapitola se zabývala náklady na dodávku a montáž materiálu použitých při výstavbě rodinných domů. V oblasti dodávky byla nepatrně vyšší cena u dřevostavby s rámovou konstrukcí. U montáže jednoznačně vyšší cena byla vypočítána pro srubovou technologii, a to z důvodů vysoké pracnosti při montáži srubové obvodové stěny.

Z kapitoly analyzující náklady na obvodové zdivo, nosné i nenosné příčky, stropní konstrukci, povrchové úpravy a celkové náklady vyplývá, že dražší variantou byl srub. Jeho celkové náklady na výstavbu byly stanoveny na 1 830 318 Kč, u druhé z dřevostaveb na 1 750 260 Kč. Při převedení nákladů na m^3 se náklady liší o 219 Kč/ m^3 . Na závěr práce byly zanalyzovány náklady provozní a likvidační. I tyto náklady hrají důležitou roli při rozhodování investora o stavbě. Zde byla stanovena jako dražší varianta srubová technologie. Srubová stěna měla oproti dřevostavbě s rámovou konstrukcí horší tepelně technické vlastnosti, a proto byla stanovena jako stavba náročnější na vytápění. Tímto jediným parametrem se provozní náklady lišily. Poslední položkou byly náklady likvidační, které byly opět vyšší u srubové technologie. Zde šlo o navýšení ceny z důvodů vyšší hmotnosti celé konstrukce.

I když srubová technologie měla v porovnání s druhou dřevostavbou horší tepelně technické vlastnosti a celkové náklady na pořízení, provoz a likvidaci vyšší, nemůžeme tuto technologii označit za jednoznačně horší. Srubová technologie je určena pro výstavbu rodinných domů na okrajích lesa nebo v oblasti, kde vzhled stavby nebude narušovat celkový ráz. Je specifická především svým vzhledem a vlastnostmi, které dřevo poskytuje.

11 SEZNAM LITERATURY

- [1] VAVERKA, Jiří. *Dřevostavby pro bydlení*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN 978-80-247-2205-4.
- [2] HOUDEK, Dalibor a Otakar KOUDELKA. *Srubové domy z kulatiny*. 2. Brno: Era Group, spol.s r.o., 2004. ISBN 80-86517-97-7.
- [3] ŠTEFKO, Jozef, Ladislav REINPRECHT a Petr KUKLÍK. *Dřevěné stavby: konstrukce, ochrana a údržba*. 2. české vyd. Bratislava: JAGA, 2009. Home. ISBN 978-80-8076-080-9.
- [4] MINKE, Gernot a Friedemann MAHLKE. *Stavby ze slámy: jak pořídit z balíků slámy standardní dům*. 1. české vyd. Ostrava: HEL, 2009. ISBN 978-80-86167-31-2.
- [5] MARKOVÁ, Leonora. *Ceny ve stavebnictví, průvodce studiem předmětu BV03*. Brno: CERM s.r.o., Brno, 2006.
- [6] KORYTÁROVÁ, Ph.D doc. Ing. Jana. *Ekonomika investice: Studijní opory*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2006.
- [7] Vnější kontaktní zateplovací systémy z hlediska požární bezpečnosti staveb (část 1)
Zdroj: <http://stavba.tzb-info.cz/zateplovaci-systemy/8978-vnejsi-kontaktni-zateplovaci-systemy-z-hlediska-pozarni-bezpecnosti-staveb-cast-1>. Tzb-info [online]. 2001-2016 [cit. 2016-12-29]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/zateplovaci-systemy/8978-vnejsi-kontaktni-zateplovaci-systemy-z-hlediska-pozarni-bezpecnosti-staveb-cast-1>
- [8] Vybrané požárně technické charakteristiky stavebních výrobků a hmot Zdroj: <http://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/13649-vybrane-pozarne-technicke-charakteristiky-stavebnich-vyrobku-a-hmot>. Tzb-info [online]. 2001-2016 [cit. 2016-12-29]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/13649-vybrane-pozarne-technicke-charakteristiky-stavebnich-vyrobku-a-hmot>
- [9] Pozemní stavitelství III. Tepelně technické požadavky na obvodové pláště [online]. b.r. [cit. 2016-12-29]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps3/1.html>
- [10] ŘEZÁČ, PH.D.,doc. Ing. Miloslav a PH.D.Ing.Iveta SKOTNICOVÁ. Vzdělávací portál. In: Popularizace a zvýšení kvality výuky dřevozpracujících a stavebních oborů v Moravskoslezském kraji [online]. SŠSaD Frýdek-Místek, 2011 [cit. 2016-12-29]. Dostupné z: <http://drevostavebniportal-popularizace.msdk.cz/files/akustika-stavebnich-konstrukci.pdf>

- [11] CHYBÍK, Josef. Přírodní stavební materiály. 1. vyd. Praha: Grada, 2009. Stavitel. ISBN 978-80-247-2532-1.
- [12] TZB-info. *Požární odolnost stavebních konstrukcí* [online]. b.r. [cit. 2016-12-29]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/13655-pozarni-odolnost-stavebnich-konstrukci>
- [13] RUSINOVÁ, PH.D., Ing. Marie, Ing. Táňa JURÁKOVÁ a Ing. Markéta SEDLÁKOVÁ. *Požární bezpečnost staveb: Modul M01*. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2006.
- [14] Fermacell. *Požární a akustický katalog* [online]. b.r. [cit. 2016-12-29]. Dostupné z: <http://www.fermacell.cz/cz/docs/Konstrukce-sten-stropu-a-podlah.pdf>
- [15] HENEK, Vladan. Stamin. In: *POŽÁRNÍ BEZPEČNOST DŘEVOSTAVEB Z PLNOSTĚNNÉHO ZDIVA* [online]. 2013 [cit. 2016-12-29]. Dostupné z: <http://www.stamin.eu/files/pozar2.pdf>
- [16] Ytong. *Kvalitně, bezpečně a hospodárně v každém detailu* [online]. b.r. [cit. 2016-12-29]. Dostupné z: <http://www.ytong.cz/cs/docs/ytong-bytove-domy.pdf>
- [17] TZB-info. *Hlediska požární bezpečnosti dřevostaveb v České republice, 1. díl* [online]. b.r. [cit. 2016-12-29]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/drevostavby/10599-hlediska-pozarni-bezpecnosti-drevostaveb-v-ceske-republice-1-dil>
- [18] Prostup tepla vícevrstvou konstrukcí a průběh teplot v konstrukci Zdroj: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/140-prostup-tepla-vicevrstvou-konstrukci-a-prubeh-teplot-v-konstrukci>. TZB-info [online]. 2001-2016 [cit. 2016-12-29]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/140-prostup-tepla-vicevrstvou-konstrukci-a-prubeh-teplot-v-konstrukci>
- [19] Sruby Jiří Urban. Sruby [online]. b.r. [cit. 2016-12-29]. Dostupné z: <http://www.ju-sruby.cz/sruby>
- [20] Envimat. Tvorba a edice [online]. b.r. [cit. 2016-12-29]. Dostupné z: <http://envimat.cz/tvorba-a-editace/>
- [21] Woodprogress. Životnost dřevostaveb [online]. b.r. [cit. 2016-12-29]. Dostupné z: <http://www.woodprogress.cz/zivotnost-drevostaveb>
- [22] Cenová soustava ÚRS Praha. II/2016, b.r..

- [23] Naturwool. *Izolační pásy* [online]. b.r. [cit. 2017-01-05]. Dostupné z: <https://www.naturwool.cz/izolace-z-ovci-vlny/izolacni-pasy/>
- [24] Eon-distribuce. *Ceníky a sazby* [online]. b.r. [cit. 2016-12-30]. Dostupné z: <https://www.eon-distribuce.cz/zakaznici/ceniky/elektrina>
- [25] TZB-info. *Potřeba tepla* pro vytápění a ohřev teplé vody [online]. b.r. [cit. 2016-12-30]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody>
- [26] TZB-info. *Porovnání nákladů* na vytápění podle druhu paliva [online]. b.r. [cit. 2016-12-30]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/139-porovnani-nakladu-na-vytapani-podle-druhu-paliva>
- [27] Elektrina. *Spotřeba elektřiny* [online]. b.r. [cit. 2016-12-30]. Dostupné z: <http://www.elektrina.cz/za-co-utracite#/vysledek#top-steps>
- [28] Obec Prosetín. *Poplatky* [online]. b.r. [cit. 2016-12-30]. Dostupné z: <http://www.prosetin.info/intranet/ou/SitePages/DomovskaStranka.aspx>
- [29] Pražské vodovody a kanalizace. *Spotřeba vody* [online]. b.r. [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://www.pvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/spotreba-vody/kalkulacka-spotreby-vody/>
- [30] Dřevoštěpková deska OSB. Stavebniny DEK [online]. b.r. [cit. 2016-12-28]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/produkty/detail/3010488150-osb-superfinish-eco-15x2500x1250-44ks-p>
- [31] Thermosanace. *Dřevokazný hmyz* [online]. b.r. [cit. 2016-12-28]. Dostupné z: <http://www.thermosanace.cz/drevokazny-hmyz/>
- [32] Skladová okna. *Konfigurátor* [online]. [cit. 2017-01-05]. Dostupné z: <http://konfigurator.skladova-okna.cz/delsess/>
- [33] Slavona. *Poptávka* [online]. [cit. 2017-01-05]. Dostupné z: <http://www.slavona.cz/poptavka/>
- [34] Tries. *Orientační cena příhradových nosníků* [online]. [cit. 2017-01-05]. Dostupné z: <http://www.tries.cz/sluzby/prihradove-konstrukce/orientacni-cena-prihradovych-vazniku/>

12 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Rozdělení tepelných izolací [3]	22
Tab. 2 Třída reakce na oheň u materiálů obsažených v obvodové stěně [7] [8]	37
Tab. 3 Požární odolnost vybraných konstrukcí [autor]	38
Tab. 4 Stanovení tepelně technických vlastností u obvodové stěny dřevostavby [autor]	38
Tab. 5 Stanovení tepelně technických vlastností u obvodové stěny srubu [autor]	39
Tab. 6 Stanovení tepelně technických vlastností u stropní konstrukce dřevostavby [autor]	39
Tab. 7 Stanovení tepelně technických vlastností u stropní konstrukce srubu [autor]	40
Tab. 8 Stanovení prostupu tepla u podlahové konstrukce dřevostavby a srubu [autor]	40
Tab. 9 Hodnoty vážené laboratorní neprůzvučnosti u obvodové stěny pro dřevostavbu a srub [autor]	41
Tab. 10 Hodnoty vážené stavební neprůzvučnosti u obvodové stěny pro dřevostavbu a srub [autor]	41
Tab. 11 Doba výstavby vybraných rodinných domů [autor]	42
Tab. 12 Výpočet energetických složek pro konstrukci podlahy [20]	42
Tab. 13 Výpočet energetických složek pro konstrukci obvodové stěny RD1 [20]	43
Tab. 14 Výpočet energetických složek pro konstrukci obvodové stěny RD2 [20]	44
Tab. 15 Výpočet energetických složek pro konstrukci vnitřní nosné stěny RD1 [20]	45
Tab. 16 Výpočet energetických složek pro konstrukci vnitřní stěny RD2 [20]	45
Tab. 17 Výpočet energetických složek pro konstrukci příčky RD1 [20]	46
Tab. 18 Výpočet energetických složek pro konstrukci příčky RD2 [20]	46
Tab. 19 Výpočet energetických složek pro stropní konstrukci RD1 [20]	47
Tab. 20 Výpočet energetických složek pro stropní konstrukci RD2 [20]	48
Tab. 21 Výpočet energetických složek pro okenní rámy [20]	49
Tab. 22 Celkové vyhodnocení energetických složek [20]	49
Tab. 23 Životnost staveb	50
Tab. 24 Celkové vyhodnocení vlastností domů [autor]	51
Tab. 25 Náklady na dodávku u RD1 a RD2 [autor]	52
Tab. 26 Náklady na montáž u RD1 a RD2 [autor]	53
Tab. 27 Náklady na konstrukci obvodové stěny RD1 [autor]	56
Tab. 28 Náklady na konstrukci srubové stěny [autor]	57
Tab. 29 Celkové náklady na konstrukci obvodové stěny RD1 a RD2 [Tabulka 27,28]	58
Tab. 30 Náklady na konstrukci příček RD1 [autor]	59
Tab. 31 Náklady na konstrukci příček RD2 [autor]	61
Tab. 32 Celkové náklady na konstrukci vnitřních stěn RD1 a RD2 [Tab. 30,31]	61
Tab. 33 Náklady na stropní konstrukci RD1 [autor]	62
Tab. 34 Náklady na stropní konstrukci RD2 [autor]	63
Tab. 35 Celkové náklady na stropní konstrukci RD1 a RD2 [Tab. 33,34]	64
Tab. 36 Náklady na povrchové úpravy obvodových stěn RD1 [autor]	65
Tab. 37 Náklady na povrchové úpravy kulatiny RD2 [autor]	66
Tab. 38 Celkové náklady na povrchové úpravy RD1 a RD2 [Tab. 36,37]	66

Tab. 39 Celkové náklady na výstavbu RD1 a RD2 [autor].....	67
Tab. 40 Potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody [autor].....	70
Tab. 41 Stanovení nákladů na vytápění [autor].....	71
Tab. 42 Stanovení spotřeby elektrické energie [autor].....	71
Tab. 43 Stanovení nákladů na vodné	72
Tab. 44 Celkové provozní náklady RD1 [Tab. 40-43]	72
Tab. 45 Celkové provozní náklady RD2 [Tab. 40-43]	73
Tab. 46 Náklady na likvidaci RD1 [autor]	74
Tab. 47 Náklady na likvidaci RD2 [autor]	74
Tab. 48 Celkové shrnutí technických vlastností a ceny rodinných domů [autor].....	75

13 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Energetické složky konstrukce obvodové stěny RD1 a RD2 [autor]	44
Graf 2: Energetické složky konstrukce vnitřní nosné stěny RD1 a RD2 [autor]	46
Graf 3: Energetické složky konstrukce příčky dřevostavby a srubu [autor]	47
Graf 4: Energetické složky stropní konstrukce RD1 a RD2 [autor]	48
Graf 5: Energetické složky okenních rámců [autor]	49
Graf 6: Celkové vyhodnocení energetických složek [autor].....	50
Graf 7: Náklady na dodávku [autor]	53
Graf 8: Náklady na montáž [autor]	54
Graf 9: Náklady na jednotlivé položky TSKP v % [autor]	67
Graf 10: Provozní náklady RD2 [autor].....	73
Graf 11: Celkové provozní náklady RD1 [autor].....	73

14 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Schéma rozdělení současných konstrukčních systémů dřevostaveb [autor].....	13
Obr. 2 Schéma dřevěné kostry rámové soustavy [1].....	14
Obr. 3 Hrázdná konstrukce domu [1].....	15
Obr. 4 Tesařík krovový [31]	18
Obr. 5 Konstrukční prvky s dutým středem [3]	20
Obr. 6 Deska OSB [30].....	21
Obr. 7 Dřevostavba rodinného domu v Prosetíně [autor]	32
Obr. 8 Půdorys rodinného domu [autor]	33
Obr. 9 Skladba konstrukce obvodové stěny RD2 [autor].....	55
Obr. 10 Skladba konstrukce obvodové stěny srubu [autor]	57
Obr. 11 Skladba konstrukce příček dřevostavby [autor].....	59
Obr. 12 Skladba konstrukce příčky Ytong [autor].....	60
Obr. 13: Skladba stropní konstrukce RD1 [autor]	62
Obr. 14: Skladba konstrukce stropní konstrukce RD2 [autor]	63

15 SEZNAM PŘÍLOH

A KRYCÍ LIST ROZPOČTU RD1

B REKAPITULACE ROZPOČTU RD1

C ROZPOČET S VÝKAZEM VÝMĚR RD1

D KRYCÍ LIST ROZPOČTU NOSNÉ STĚNY RD1

E ROZPOČET S VÝKAZEM VÝMĚR NOSNÉ STĚNY RD1

F KRYCÍ LIST ROZPOČTU VNITŘNÍ STĚNY RD1

G ROZPOČET S VÝKAZEM VÝMĚR VNITŘNÍ STĚNY RD1

H KRYCÍ LIST ROZPOČTU VODOROVNÉ KONSTRUKCE RD1

I ROZPOČET S VÝKAZEM VÝMĚR VODOROVNÉ KONSTRUKCE RD1

J KRYCÍ LIST ROZPOČTU ÚPRAVY POVRCHŮ RD1

K ROZPOČET S VÝKAZEM ÚPRAVY POVRCHŮ RD1

L KRYCÍ LIST ROZPOČTU RD2

M REKAPITULACE ROZPOČTU RD2

N ROZPOČET S VÝKAZEM VÝMĚR RD2

O KRYCÍ LIST ROZPOČTU NOSNÉ STĚNY RD2

P ROZPOČET S VÝKAZEM VÝMĚR NOSNÉ STĚNY RD2

Q KRYCÍ LIST ROZPOČTU VNITŘNÍ STĚNY RD2

R ROZPOČET S VÝKAZEM VÝMĚR VNITŘNÍ STĚNY RD2

S KRYCÍ LIST ROZPOČTU VODOROVNÉ KONSTRUKCE RD2

T ROZPOČET S VÝKAZEM VÝMĚR VODOROVNÉ KONSTRUKCE RD2

U KRYCÍ LIST ROZPOČTU ÚPRAVY POVRCHŮ RD2

V ROZPOČET S VÝKAZEM ÚPRAVY POVRCHŮ RD2

W KRYCÍ LIST DEMOLICE RD1

X ROZPOČET DEMOLICE RD1

Y KRYCÍ LIST DEMOLICE RD2

Z ROZPOČET DEMOLICE RD2

Z1 VÝPOČET ZTRÁTY BUDOVY

Z2 PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE RD1