

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

OPTIMALIZACE NÁKLADŮ ŽIVOTNÍHO CYKLU RODINNÝCH DOMŮ

OPTIMIZATION OF LIFE CYCLE COSTS OF FAMILY HOUSES

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Michaela Servusová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MILOSLAV VÝSKALA, Ph.D.

BRNO 2022



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	NPC-SIE Stavební inženýrství – management stavebnictví
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Specializace	bez specializace
Pracoviště	Ústav stavební ekonomiky a řízení

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Michaela Servusová
Název	Optimalizace nákladů životního cyklu rodinných domů
Vedoucí práce	Ing. Miloslav Výskala, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2021
Datum odevzdání	14. 1. 2022

V Brně dne 31. 3. 2021

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

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Růžička, M.: Moderní dřevostavba. Praha:Grada,2014.

Tywoniak, J.: Nízkoenergetické domy

Šála, J.: Tepelná ochrana budov, komentář k ČSN 730540. Praha

Schneiderová Heralová, R.: Udržitelné pořizování staveb, I. vydání, Praha: Wolters Kluwer, ČR, 2011

ČSN 73 0540-2 (2002) Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky

MARKOVÁ, L. a kol.: Náklady životního cyklu stavby, Akademické nakladatelství Cerm, s.r.o. Brno 2011, 125 s. ISBN 978-80-7204-762-8.

Hudec, M., Johanisová, B., Mansbart, T.: Pasivní domy z přírodních materiálů. Praha: Grada, 2013. ISBN: 978-80-247-4243-4.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Diplomová práce bude zaměřena na porovnání nákladů životního cyklu vybraných typů staveb.

Předpokládaná osnova praktické části diplomové práce:

1. popis hodnocených staveb,
2. investiční náklady jednotlivých staveb,
3. energetická náročnost staveb,
4. provozní náklady hodnocených staveb,
5. náklady na likvidace,
6. celkové zhodnocení jednotlivých typů staveb.

Cílem práce bude analýza a porovnání nákladů životního cyklu vybraných typů staveb. Na konkrétních vybraných příkladech staveb budou z dostupných a možných materiálů provedeny příslušné rozpočty v jednotlivých fázích životního cyklu a bude provedeno porovnání vznikajících provozních nákladů za vymezené období zvolené stavby.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

Ing. Miloslav Výskala, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Teoretická část se v úvodu zabývá dřevostavbami z hlediska hodnocení materiálů na vstupu. Dále byly uvedeny informace o nízkoenergetickém a pasivním stavění budov a požadavcích pro novostavby. V teorii práce je také shrnut výběr technologického řešení stavby. Důležitou částí byly především informace o jednotlivých etapách životního cyklu stavby, životnostmi staveb a celoživotními náklady stavby, které jsou důležité pro investora. Praktická část práce je tvořena případovou studií rodinného domu ze dřeva, kde jsou řešeny náklady životního cyklu stavby.

KLÍČOVÁ SLOVA

Dřevostavba, budovy s téměř nulovou spotřebou, nízkoenergetické budovy, pasivní budovy, životní cyklus stavby, etapy životního cyklu, náklady životního cyklu, náklady, investiční náklady, provozní náklady.

ABSTRACT

The theoretical part deals at the beginning with wooden buildings and suitable materials. Then information about low energy houses, passive houses and requirements for new buildings is introduced. The theoretical part of the work also summarizes the selection of the technological solution. Important part is about individual life cycle stages of the building, wear and tear of the buildings and whole life costs of the building that the investor is interested in. Practical part of the thesis consists of a case study of the wooden family house where the whole life costs of the building life cycle are solved.

KEY WORDS

Wooden building, Nearly zero energy buildings, Low energy house, Passive house, Life Cycle Of The Building, Stages Of The Life Cycle, Life Cycle Cost, Costs, Acquisition Costs, Operatinal Costs.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Michaela Servusová *Optimalizace nákladů životního cyklu rodinných domů*. Brno, 2021. 103 s., 38 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí práce Ing. Miloslav Výskala, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Optimalizace nákladů životního cyklu rodinných domů* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 13. 1. 2022

Bc. Michaela Servusová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Optimalizace nákladů životního cyklu rodinných domů* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13. 1. 2022

Bc. Michaela Servusová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych touto cestou poděkovala panu Ing. Miloslavu Výskalovi, Ph.D. za ochotnou pomoc a za odborné vedení při zpracování mé diplomové práce.

Obsah

1	Úvod.....	13
2	Stavby a životní prostředí	15
2.1	Dřevostavby.....	15
2.1.1	Vývoj.....	15
2.1.2	Typy konstrukcí ze dřeva	16
2.1.3	Skladby dřevostaveb	18
3	Vliv na životní prostředí	20
4	Nízkoenergetické stavitelství	21
4.1	Nízkoenergetický standard	21
4.2	Pasivní standard.....	21
4.2.1	Prokázání pasivního standartu.....	21
4.3	Standard NZEB a požadavky od roku 2022	22
4.3.1	Primární energie	23
4.3.2	Vývoj požadavků	23
4.3.3	Průkaz energetické náročnosti.....	25
4.4	Nová Zelená úsporám.....	26
4.5	Optimalizace	28
4.6	Technické a technologické zásady	29
4.6.1	Návrh pláště obálky budovy.....	29
4.6.2	Tepelná izolace a její množství.....	29
4.6.3	Součinitel prostupu tepla.....	33
4.7	Technické zařízení	35
4.7.1	Vytápění a ohřev TV	35
4.7.2	Zdroje tepla	36
4.7.3	Rekuperační jednotka.....	38
4.7.4	Řízené větrání s rekuperací	39
4.7.5	Solární kolektor	39

4.7.6	Fotovoltaika.....	40
4.7.7	Vývoj cen	40
5	Životní cyklus stavby	41
5.1	Životnost stavby	41
5.2	Životní cyklus stavby	42
5.2.1	Předinvestiční fáze	43
5.2.2	Investiční fáze	43
5.2.3	Provozní fáze.....	44
5.2.4	Likvidační fáze.....	45
5.3	Náklady životního cyklu.....	45
5.3.1	Investiční náklady	47
5.3.2	Provozní náklady.....	49
5.3.3	Likvidační náklady.....	52
6	Ekonomické aspekty investice.....	53
6.1	Prostá návratnost	53
6.2	NPV	53
7	Analýza rizik dřevostaveb	54
7.1	Rizika dodavatele domu na klíč	54
7.2	Riziko stavby svépomocí.....	54
7.3	Riziko požáru.....	55
7.4	Riziko vlhkosti.....	55
8	Praktická část – optimalizace návrhu dřevostavby	56
8.1	Předpoklady návrhu.....	56
8.2	Popis objektu	57
8.2.1	Tvar a typ objektu	57
8.2.2	Popis jednotlivých variant.....	58
8.3	Popis konstrukcí	60
8.3.1	Varianta 1 - Standardní výstavba	60

8.3.2	Varianta 2 – Moderní ekologická dřevostavba	65
8.3.3	System STEICO	69
8.4	Investiční náklady	70
8.4.1	Analýza pořizovacích nákladů objektu	70
8.4.2	Analýza cen z rozpočtu	73
8.4.3	Investiční náklady zdroje tepla.....	74
8.4.4	Návrh větrací a rekuperační jednotky	77
8.4.5	Solární kolektory	77
8.5	Provozní náklady	78
8.5.1	Výpočet provozních nákladů.....	79
8.5.2	Náklady na vytápění a ohřev TV	80
8.5.3	Náklady na elektrickou energii	81
8.5.4	Náklady na vodné a stočné.....	82
8.5.5	Svoz komunálního odpadu	83
8.5.6	Pojištění a daň z nemovitosti.....	83
8.5.7	Servisní poplatky.....	84
8.5.8	Shrnutí provozních nákladů	85
8.5.9	Provozní náklady v čase.....	86
8.5.10	Náklady na obnovu a rekonstrukce	87
8.5.11	Celkové náklady v provozní fázi	88
8.6	Náklady na likvidaci (prodej).....	90
8.7	Dotace Nová zelená úsporám	90
8.8	Rekapitulace nákladů.....	90
8.9	Ekologické porovnání variant.....	91
9	Závěr.....	92
10	Zdroje	93
11	Zkratky a značky	98
12	Seznam obrázků	100

13	Seznam tabulek	101
14	Seznam grafů.....	102
15	Seznam příloh.....	103

1 Úvod

Téma „Optimalizace nákladů“ na pořízení a provoz rodinného domu, zejména dřevostavby, jsem si vybrala z důvodu rozšiřujícího se zájmu o dřevostavby a zvyšujících se požadavků na úsporné bydlení a snížení vlivu na životní prostředí. Lidé si začínají více uvědomovat souvislosti mezi zatížením životního prostředí a stavbou či provozem rodinného domu. Domy v pasivním nebo téměř nulovém standardu jsou středem pozornosti kvůli zvyšujícím se požadavkům na ekologické bydlení a také snaze dosáhnout nízkých nákladů na provoz rodinných domů. Roste snaha o ekologický způsob výstavby, tedy použití přírodních materiálů a obnovitelných zdrojů energie. Jedná se o cílené snižování emisí, které má příznivý globální dopad na naše životní prostředí.

V teoretické části práce bych se chtěla zaměřit nejprve obecně na stavbu dřevostaveb, popis jednotlivých typů dřevostaveb, možnosti zateplení dnešní dřevostavby a samozřejmě ekologické požadavky na dnešní výstavbu. Dále se budu věnovat legislativě a informovat o zvyšujících se požadavcích na energetickou náročnost budov. U nás rozeznáváme standardy nízkoenergetické, pasivní nebo v souvislosti s metodikou Nová zelená úsporám stavby s téměř nulovou potřebou energie (nZEB). V textu bude dále probrán životní cyklus staveb, každá stavba má svůj životní cyklus od prvotní fáze návrhu, myšlenky, investiční přípravy, kdy se volí, jaké materiály budou použity. Dále životní cyklus pokračuje přes realizaci a provozování stavby, tato část je ze všech nejdelší a velmi důležitá, až po poslední likvidační fázi, kdy je vhodné zamyslet se nad ekologickým způsobem demolice a recyklace částí stavby. Budou popsány jejich dílčí náklady a tvorba rozpočtu, jaké náklady zahrnujeme do nákladů provozních, a také možnosti likvidace stavby. Součástí teoretické části je také analýza rizik výstavby dřevostaveb. Veškeré znalosti z teoretické části budou využity v další části práce.

Cílem praktické části je seznámit se s konkrétní variantou moderního bydlení. Chtěla bych nastínit, jak je z pohledu investora a stavebníka nejlépe možné, snížit energetickou náročnost budovy a ve větší míře využít přírodních materiálů z důvodu zvyšujících se požadavků na novostavby od roku 2022. Výstupem bude hodnocení, jak tyto nároky zvýší náklady v jednotlivých fázích životního cyklu. V práci budou nejprve popsány skladby konstrukcí, technické, tepelné a ostatní parametry. Budou porovnány náklady v průběhu životního cyklu. Každá varianta bude mít navržen jiný systém vytápění a přípravy TUV a technologie provozu. Nejprve budou ohodnoceny pořizovací náklady, tedy ceny pořízení. Budou vypracovány a srovnávány položkové rozpočty pro jednotlivé varianty. Ke stanovení rozpočtu bude využit rozpočtovací program Kros 4 od firmy ÚRS Praha. V další části budou navazovat náklady na provoz budovy, předpokládá se snížení provozních nákladů u druhé varianty díky navrženým skladbám konstrukcí a volbě

vhodných technologií. Nakonec budou zhodnoceny náklady na dalších 30 let provozu, po této době by proběhla závěrečná fáze domu – likvidace nebo prodej.

Cílem práce je předat souhrn informací o současných trendech výstavby, zvyšujících se požadavcích, výběru tepelných zdrojů, technologiích moderní výstavby nízkoenergetických staveb a optimalizaci snížení nákladů na provoz budovy, která bude splňovat nové požadavky. Tematika je aktuální, lidé budou muset přemýšlet o investici do lepších konstrukčních prvků, šetřit životní prostředí volbou ekologických materiálů a snížením spotřeby energií v provozní fázi stavby.

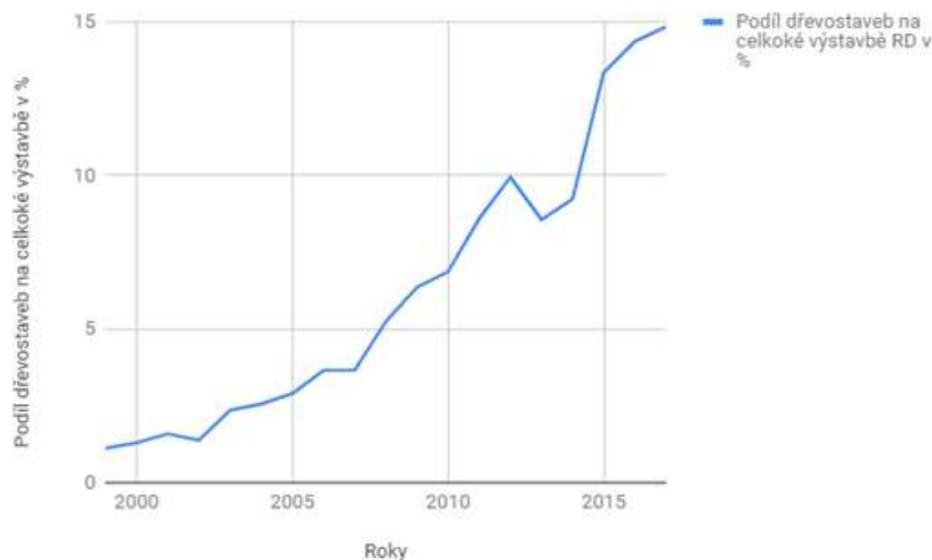
2 Stavby a životní prostředí

2.1 Dřevostavby

2.1.1 Vývoj

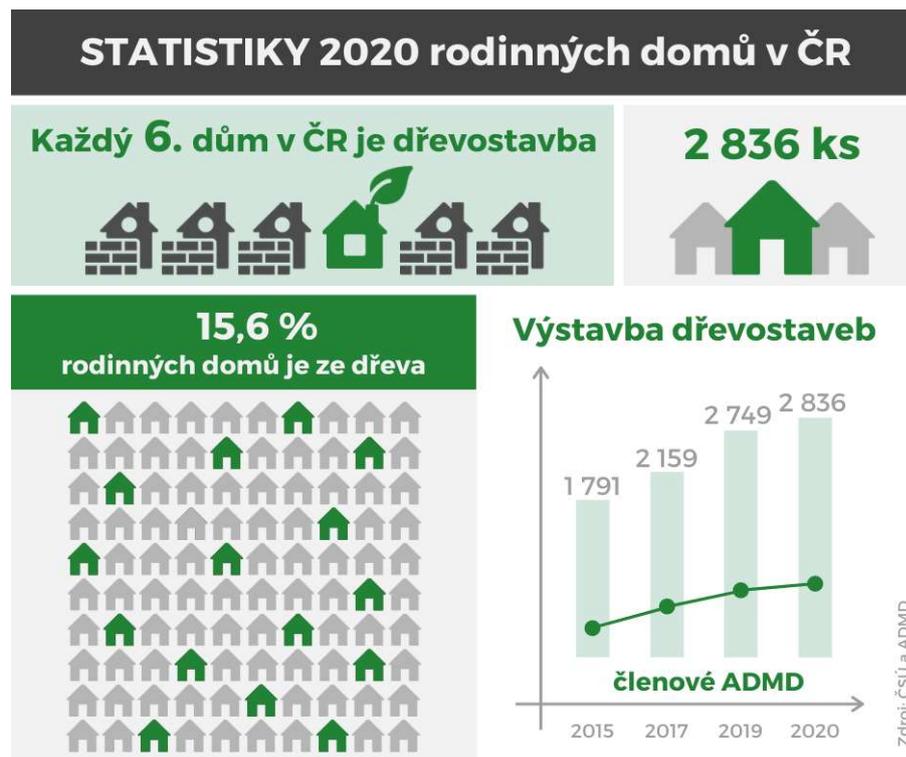
Dřevostavby zaznamenávají za posledních 20 let vzrůstající trend. Od roku 1999, kdy činil podíl dřevostaveb na výstavbě RD 1,9 %, to je dnes již přes 15 %. [1]

Význam pojmu „dřevostavba“ převzatý z odborné literatury zní: „*Pojmem dřevostavba rozumíme takovou stavbu, která pro svou nosnou konstrukci, zajišťující přenos zatížení a celkovou prostorovou tuhost a integritu, využívá v převážné míře dřevo a materiály na jeho bázi.*“ [2]



Obrázek 1-Podíl dřevostaveb na celkové výstavbě RD [2]

Aktuálním trendem je zejména udržitelnost výstavby a vliv na životní prostředí, proto se výstavba dřevostaveb jeví jako správná cesta. V roce 2020 jsme mohli pozorovat mírný útlum v celém odvětví stavebnictví. Počet postavených domů dosahoval 18 127 rodinných domů, z toho bylo 2 836 dřevostaveb, což je menší číslo než v letech minulých. Útlum, který byl způsoben zejména pandemií koronaviru, postihl celý průmysl. Dřevostavby se v minulých dvou letech stavěly v 16 % ze všech RD, to znamená, že každý šestý rodinný dům byl koncipován jako dřevostavba, což mi naopak přijde jako vysoký podíl a vnímá to tak i sdružení ADMD, které poskytlo tyto statistické informace.



Obrázek 2- Statistika výstavby dřevostaveb roku 2020 [3]

„Vidíme, že i přes současnou koronavirovou krizi v roce 2020, došlo k nárůstu výstavby dřevostaveb, a věřím, že zájem investorů bude čím dál více zaměřen na kvalitní, udržitelné a pečlivé stavebnictví, jaké jim segment dřevostaveb nabízí,“ říká ředitelka ADMD, Ing. Lenka Trandová. [3]

2.1.2 Typy konstrukcí ze dřeva

Konstrukce z masivního dřeva

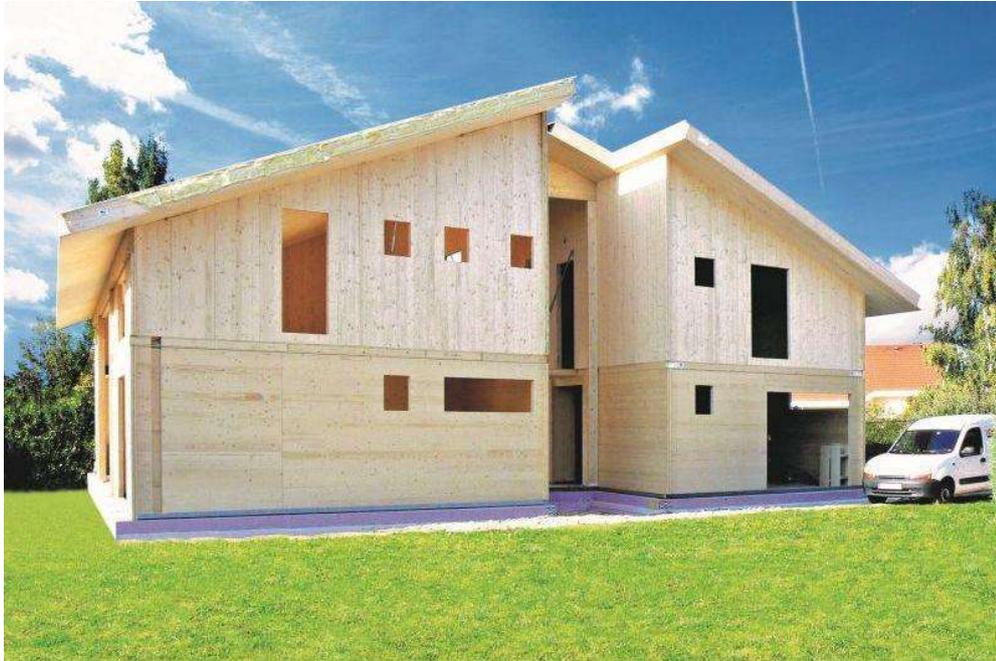
Sruby a roubenky

Mezi konstrukce z masivního dřeva zahrnujeme sruby a roubenky, ty jsou sestaveny z masivních bloků dřeva přilepených nebo spojených pomocí kolíkových spojů. Srubová stavba sestává z vodorovných vrstev trámů různého profilu. Spoj je spojen na „pero a drážku“ a utěsněn speciálním tmelem. Alternativou ke srubům jsou roubenky. U těchto konstrukcí je těžší zajistit požadavky na součinitel prostupu tepla na úrovni požadované normové hodnoty.

CLT panely

CLT (cross-laminated timber – křížem lepené řezivo) panel je složen ze tří a více vrstev, které dosahují vynikající tuhosti a stability. Panely CLT se vyrábí v tloušťce od 80 mm do 100 mm a doplňují se kontaktním/nekotaktním zateplovacím systémem. Je

zajištěna stabilita a přenos zatížení kvůli pevné masivní stěně. Dřevěné panely je možné ponechat jako pohledové, díky tomu stále přibývá příznivců moderních dřevostaveb, kteří preferují tento materiál jako pohledový. Technologie výstavby je velmi podobná s výstavbou železobetonových panelových staveb. [5][6]



Obrázek 3- Stavba z CLT panelů [6]

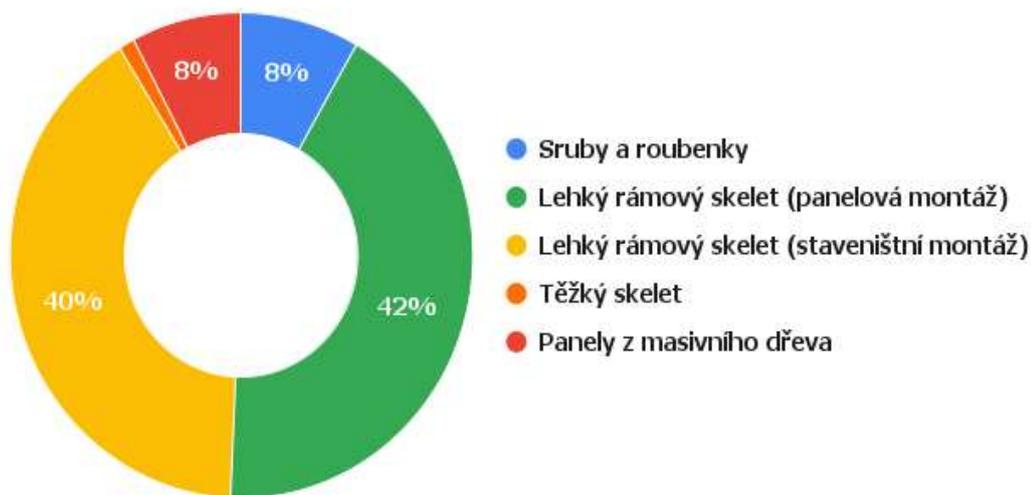
Rámové dřevěné konstrukce

Lehký skelet nebo lehká rámová konstrukce je dnes nejvíce využívaným typem konstrukce. Do ČR se tento typ konstrukce dostal z USA. Jde o systém fošen stejné tloušťky, ze kterých jsou tvořeny rámy. V praxi se setkáváme s pojmem tzv. fošnového rámového systému, kde základním konstrukčním prvkem je fošna, která se sbíjí do rámu. Nejčastěji používaný je tzv. Two by Four systém, kde „dva krát čtyři“ jsou rozměry fošen v palcích. Charakteristickým prvkem je dřevěný sloup, který je nosný a je stavěn na výšku jednoho podlaží. Dřevěný rám je doplněn většinou pro pevnost nějakým dřevěným plošným materiálem (OSB deska, překližka). Typ montáže může být staveništní neboli letná montáž, kdy jednotlivé prvky jsou montovány přímo na stavbě. Další je montáž prefabrikovaných dílců. Systém TBF umožňuje několik variací a mohou se od tohoto konstrukčního systému vyvíjet další systémy. [1] [5]

2.1.3 Skladby dřevostaveb

Rozlišujeme konstrukce difuzně otevřené nebo difuzně uzavřené konstrukce. U konstrukcí a výběru skladby musíme dbát na působení vlhkosti a volbu propustnosti konstrukcí a jednotlivých prvků. [1]

dle konstrukce rodinných domů v roce 2020



Obrázek 4 - Podíl konstrukčních variant na výstavbě dřevostaveb [3]

Na obrázku č. 4 můžeme vidět graf zobrazující podíl jednotlivých typů dřevěných staveb, nejvíce se staví lehké rámové konstrukce. Jedná se o systém buď panelové montáže, ta zaujímá 42 % nebo staveništní montáže (např. „two by four“) ve 40 % konstrukcí. V menší míře jsou pak v dřevostavbách zastoupeny sruby a roubenky (8% podílu), panely z masivního dřeva (8% podílu) a nejméně pak konstrukce z těžkého skeletu. Obor dřevostaveb je v rámci stavebnictví velmi specifický, a to zejména velmi přesnou a precizní přípravou stavby. Díky této přípravě je pak výstavba přímo na stavbě velmi rychlá.

Tabulka 1 - Počet dřevostaveb na výstavbě

Rok	Dřevostavby	Rodinné domy celkem	Podíl dřevostaveb (v %)
2012	1669	16 929	9,9
2013	1285	15 013	8,6
2014	1281	13 510	9,5
2015	1791	13 412	13,4
2016	2013	14 015	14,4
2017	2159	14 548	14,8

2018	2945	18 287	16,1
2019	2749	18 390	14,9
2020	2836	18 127	16

Zdroj: [7]

Podle publikací pana Sedláka, jsou nejvýhodnější dřevostavby mající mezi 93 a 126 m² zastavěné plochy. [8] Pokud zastavěná plocha klesá, cena se zvyšuje. Naopak pokud zastavěná plocha roste, roste také cena dřevostavby, i když jen mírně. Dvoupodlažní stavby s malou užitnou plochou mají nárůst ceny až o 22,5 %, je tedy levnější stavba o rozsahu do 126 m². [8][9]

3 Vliv na životní prostředí

„Příroda pro svůj provoz nemusí vyrábět uměle žádnou energii. Neprodukuje svým provozem žádné odpady.“ [1, str. 63]

Lidé ve svém každodenním životě ovlivňují životní prostředí, každý rok dochází k úbytku neobnovitelných zdrojů, kvůli tomu následně dochází ke zdražování produktů, energií. Proto jsou na stavby kladeny stále větší požadavky z hlediska životního prostředí, energetické náročnosti. Definice životního prostředí uvedená v normě ČSN EN ISO 14001 zní: *„prostředí, ve kterém organizace provozuje svou činnost a zahrnující ovzduší, vodu, půdu, přírodní zdroje, rostliny a živočichy, lidi a jejich vzájemné vztahy“*. [10]

Základním předpokladem dnešního stavitelství by měla být udržitelná výstavba. K tzv. udržitelné výstavbě a návratu k přírodě teoreticky vede snižování energetické náročnosti domu, zejména domy pasivní nebo nízkoenergetické. Stále více lidí si poslední dobou začíná uvědomovat nutnost snahy o co nejmenší vliv na životní prostředí, abychom zde mohli utvářet udržitelné prostředí pro další generace.

V této práci chci klást důraz na možnost stavět s ohledem na životní prostředí. Měli bychom se zavázat stavět v nízkoenergetickém standardu a co nejvíce využít ekologické stavební materiály. Vhodná je také maximalizace využití recyklace při rekonstrukcích nebo likvidaci staveb. Materiál nazývaný ekologický je takový, jenž má sníženou ekologickou stopu. Záleží tak na zdroji, ze kterého je vyráběn, ale i jakým způsobem je vyráběn nebo zabudován do stavby. Pro porovnání vlivu stavebních konstrukcí na životní prostředí jsou hlavní tři hlediska, jedná se o PEI neboli množství vázané primární energie, která je nazývána také jako „šedá energie“ a je vyjádřena v jednotkách MJ/kg. PEI je ukazatel množství primární energie v materiálu, hlavně tedy energie na výrobu a dopravu materiálu na stavbu. Dalším ukazatelem vlivu na životní prostředí je ukazatel emise CO₂, značí se GWP (Global warming potential) a zahrnuje množství CO₂ uvolněného při výrobě stavebního materiálu. Posledním ukazatelem, který bych chtěla zmínit je ukazatel emisí SO₂ neboli zasmíření životního prostředí při výrobě stavebního materiálu, značený AP (Acidification Potential). [1] [11]

Dřevostavby mají příznivý vliv na životní prostředí, dřevo se řadí mezi obnovitelné zdroje. Využití dřeva ve stavebnictví zatěžuje životní prostředí mnohem méně než stavby zděné. Také likvidace dřevěné konstrukce je mnohem ekologičtější než likvidace syntetických materiálů zděné nebo betonové stavby. [5]

4 Nízkoenergetické stavitelství

Cílem nízkoenergetického stavění je výrazně omezit potřebu tepla, a tím snížit náklady na provoz. Souvisí to také s využitím moderních technologií, materiálů, určením tvaru nebo uspořádání objektu. Nízkoenergetickou variantu, ať už pasivní, nebo budovu s téměř nulovou spotřebou energie, bychom měli vnímat jako výbornou investici do budoucna. V České republice rozeznáváme několik energetických standardů stavby, jako jsou nízkoenergetický standard, pasivní standard a v souvislosti s legislativou od roku 2020 je užíván pojem „budova s téměř nulovou spotřebou energie“ (dále značena jako NZEB – nearly zero energy building).

4.1 Nízkoenergetický standard

Důvodem pro nízkoenergetický standard jsou zejména úspory během životního cyklu stavby. Nízkoenergetické budovy jsou charakterizovány obvykle jako budovy s potřebou tepla na vytápění nižší než 50 kWh/(m².rok). K nízkoenergetickému standardu budovy se váže technická norma ČSN 730331-1 Energetická náročnost budov.

4.2 Pasivní standard

Základním funkčním principem pasivního domu je využití pasivních tepelných zisků, jako je například využití tepla ze slunečního záření nebo zisk tepla z osob a spotřebičů uvnitř, a to ve spolupůsobení s kvalitní izolací, jež tuto energii uchovává uvnitř. Míra potřeby tepla pro pasivní budovy je 15 kWh/(m².rok). Pro kvalitní vnitřní prostředí je nutný kvalitní vytápěcí systém a větrací systém. Neprůvzdušnost obálky budovy n₅₀ by neměla překročit 0,6 h⁻¹, u přetlaku a podtlaku 50 kPa se nesmí vyměnit v důsledku netěsnosti obálky přes 60 % vzduchu. Dalším kritériem je celkové množství primární energie, které nesmí překročit 120 kWh/(m².a).

4.2.1 Prokázání pasivního standartu

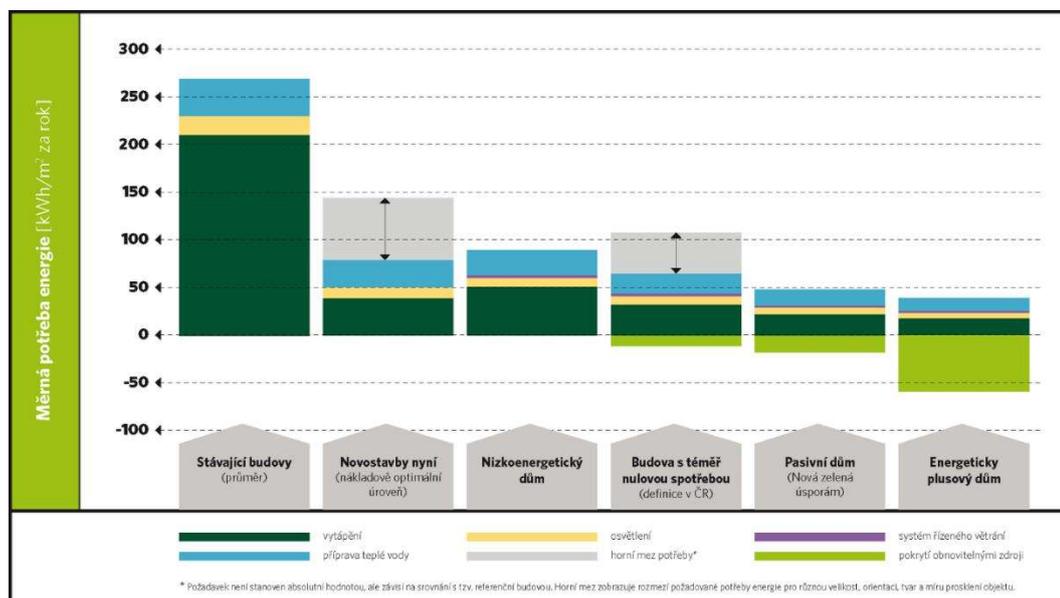
Aby budova mohla být označena jako pasivní je nutné prokázání nejen projektovou dokumentací, ale také průkazem Energetické náročnosti budov a Energetickým štítkem obálky budovy. Realizace pasivního domu se ukončuje tlakovou zkouškou tzv. Blower-door test. [1] [12]

4.3 Standard NZEB a požadavky od roku 2022

Od roku 2022 budou zpřísněny některé požadavky na výstavbu, díky tomu by budova splňující nové požadavky měla optimálně propojit úsporný architektonicko-stavební koncept budovy, účinnou technologii a případně i využít dostupné obnovitelné zdroje. Od 1.1. 2022 bude požadováno, aby novostavba splňovala požadavky standardu budov s téměř nulovou spotřebou energie (NZEB).

„Nové domy podle nynější vyhlášky mohou mít spotřebu primární energie třeba i 150 kWh/m².rok. To se opravdu neblíží nule. Teprve nový standard od roku 2022 fakticky naplní požadavky směrnice, které jsme měli splnit už do konce dekády,“ vysvětluje ředitel Šance pro budovy Petr Holub. [13]

Standard NZEB, tedy budova s téměř nulovou spotřebou energie, je uveden zejména v nové legislativě EPBD II (energy performance of building directive), což je směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU, o energetické náročnosti budov, která ji definuje jako budovu, jejíž energetická náročnost je „velmi nízká“. Téměř nulová či nízká spotřeba požadované energie by měla být ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů, včetně energie z obnovitelných zdrojů vyráběné v místě či v jeho okolí. [14]



Obrázek 5 - Porovnání potřeby energie RD dle standardů [5]

V názvu NZEB je uvedena „téměř nulová spotřeba“, což znamená hodnoty blízké nule, odpovídá to podle energetické klasifikace průkazu PENB kategorii B a má měrnou potřebu tepla na vytápění od 30 do 70 kWh/m² za rok. U malých jednopodlažních objektů může tento požadavek činit i více než 80 kWh/m² za rok.

Jednotlivé metodiky hodnocení energetické náročnosti budov se odlišují, např. podle metodiky Nová zelená úsporám se nízkooenergetický standard hodnotí podle měrné potřeby tepla na vytápění do 50 kWh/m² za rok a měrná potřeba tepla pasivních domů a domů s velmi nízkou spotřebou energie (NZEB) nabývá rozmezí hodnot 15 až 20 kWh/m² za rok. U nové legislativy se klade důraz na primární neobnovitelnou energii, zvyšuje se také důraz na kvalitní koncepční návrh budovy (např. orientace, tvar apod.). [13] [14]

4.3.1 Primární energie

Primární energie je energie z neobnovitelných zdrojů. Pro stavbu se primární energie klasifikuje jako spotřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody a také energie potřebné na provoz domovní techniky. Podle použitých technologií a jejich podílů na spotřebě se hodnoty násobí tzv. faktorem energetické přeměny, i když je to výsledek neobnovitelné energie, počítá se i pro zdroje využívající energii obnovitelnou, ale jsou u těchto zdrojů velmi malé. Například u tepelného čerpadla s faktorem účinnosti 3,5 je faktor energetické přeměny 1,15, dále například u elektrického přímotopu dosahuje tento faktor přeměny přes hodnotu 4,0.

4.3.2 Vývoj požadavků

Vývoj požadavků energetické náročnosti budov v ČR:

- 1.1.2001: zákon 406/2000 Sb. O hospodaření energií – součástí jsou i nové prováděcí vyhlášky k ENB
- 1.4.2013: vyhláška o ENB 78/2013 Sb. – vznik PENB
- 1.1.2020: novela zákona 406/2000 Sb. a nová vyhláška o ENB 264/2020: od 1.1.2020 navrhovány pouze nZEB
- od 1.9.2020: účinnost vyhlášky o ENB 264/2020 z 1.1.2020 – fáze I: nulová budova I
- od 1.1.2022: účinnost vyhlášky o ENB 264/2020 z 1.1.2020 – fáze II: nulová budova II

Nová vyhláška klade důraz na kvalitnější návrh domu, aby byl pobyt uvnitř komfortnější a více „zdravý“. Důraz se klade na dodržení potřeb světla, větrání i rekuperaci, a hlavně je důležité využití obnovitelných zdrojů energie.

Pro splnění požadavků pro nové budovy po roce 2022 jsou možná případná opatření:

- Změna tvaru,
- prostorového uspořádání budovy v území,
- orientace ke světovým stranám,

- optimální návrh oken a prosklených částí tak, aby bylo využito slunečních paprsků,
- návrh obvodového pláště,
- průvzdušnost obálky,
- vyloučení tepelných mostů,
- využití odpadního tepla a instalace řízeného větrání se zpětným získáváním tepla,
- zdroj a využití tepla z instalovaných technologií (např. chlazení),
- instalace účinnějších technologií v oblasti vytápění, chlazení, nuceného větrání, úpravy vlhkosti a osvětlení.



Obrázek 6 - Desatero nízké spotřeby [15]

Těchto výše zmíněných 10 bodů můžeme nazvat „desaterem nízké spotřeby“. Kromě zmíněných bodů je dále vhodné například instalace systémů, které využívají energii okolního prostředí nebo odpadní teplo, a také je vhodné využít ekologických materiálů ve skladbách konstrukce, zejména tepelné izolace. [15]

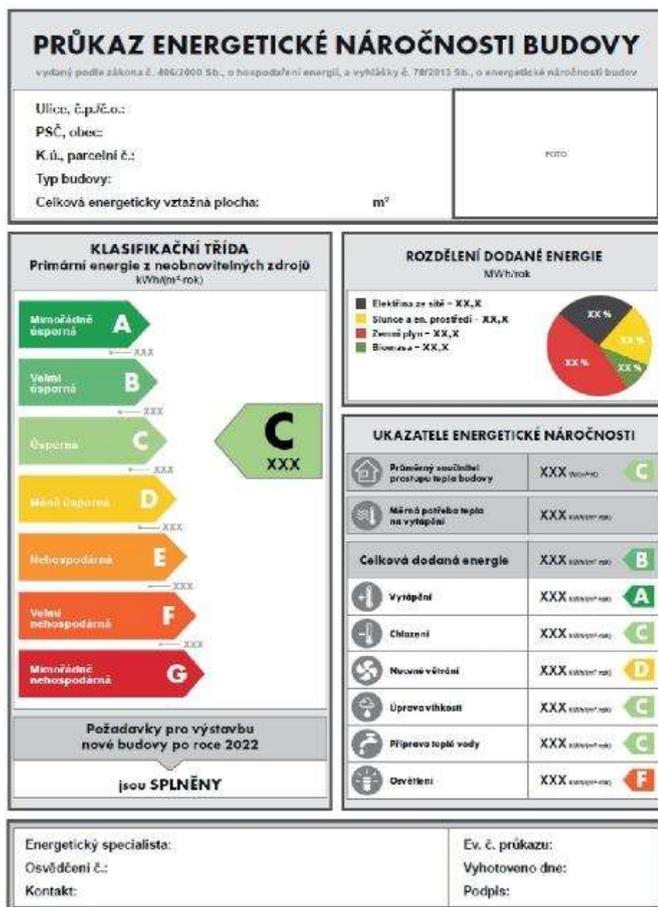
Požadavek na NZEB je zpřísněním v rozsahu odpovídajícím instalaci oken s trojskly namísto oken s dvojskly s běžnou obálkou, nebo dvojskla s navýšením tloušťky tepelných izolací obálky budovy o 30 mm oproti běžnému řešení.

Jak na toto omezení budou reagovat stavebníci a firmy? Uvedu zde například firmu „Dům jedním tahem“, která navrhuje: „U zateplení fasády nahradíme současné polystyrenové izolace za 26 cm minerální vatu. Všechny typové domy budou mít

"v základu" vytápění tepelným čerpadlem vzduch-voda a nebude chybět ani řízené větrání (rekuperace). Pro zákazníky ale připravujeme i návrhy různých alternativních variant, kterými lze dosáhnout požadovaného energetického standardu.“ [16]

4.3.3 Průkaz energetické náročnosti

Průkaz energetické náročnosti budovy (PENB) je průkaz hodnocení budovy z hlediska energetické náročnosti. Dle vyhlášky 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov je povinnost u nových budov, u větších změn již existujících budov, případně při prodeji nebo pronájmu budovy průkaz energetické náročnosti budovy vypracovat. Průkaz hodnotí spotřebu energie budovy, poskytuje srovnání a hodnocení budovy z hlediska nároků na energii potřebnou pro provoz. Hodnotí budovu jak z hlediska dodané energie, tak i z hlediska neobnovitelné primární energie. Podle těchto parametrů je pak stavba zařazena do kategorie A až G. Průkaz se skládá ze samotného protokolu a grafického znázornění. [19] [20]



Obrázek 7- Grafická podoba PENB [18]

4.4 Nová Zelená úsporám

Již od roku 2014 lze pro výstavbu energeticky úsporných domů využít obnovitelných zdrojů a využít i program Nová zelená úsporám. V roce 2021 začalo nové období pro podávání dotací, dotace lze využít pro bytový dům i rodinný dům. Jedná se např. o rodinný dům s velmi nízkou energetickou náročností, výměnu kotle za tepelné čerpadlo nebo instalace zařízení pro podporu snížení nákladů na provoz.

Tabulka 2 - Dotace na tepelná čerpadla

	Kotlíkové dotace (výměny kotlů s ukončením provozu do 1. 9. 2022)		NZÚ	
	Rodinný dům	Bytový dům, společná kotelna	Rodinný dům (nebo rekreační dům)	Jednotlivý byt (BD)
Teplovodní TČ – jen pro vytápění	130 000	130 000	80 000	30 000
Teplovodní TČ – vytápění a příprava TV	130 000	130 000	100 000	–
Teplovodní TČ – vyt + TV + připojení na FV systém	–		140 000	–
Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch	–		60 000	18 000

[vlastní tvorba – dle programu Nová zelená úsporám]

V tabulce č.2 jsou uvedeny parametry pro získání dotace a výše dotace pro tepelná čerpadla jak v programu Kotlíková dotace, tak i Nová zelená úsporám. Dotace pro tepelná čerpadla nelze využít pro novostavbu, pro novostavbu jsou parametry pro získání dotace uvedeny níže v tabulce č. 3.

Tabulka 3 - Výše podpory pro novostavby

Současnost			Nově	
Podoblast podpory	Popis	Výše podpory	Podoblast podpory	Výše podpory
B.0	Dům s nízkou energetickou náročností	150 000	Základ	200 000
B.1	Dům s velmi nízkou energetickou náročností	300 000	Pasiv	350 000
B.2	Dům s velmi nízkou energetickou náročností	450 000	Pasiv+	500 000

[vlastní dle programu Nová zelená úsporám]

Dále je možné využít dotačního programu pro rodinné domy v oblastech fotovoltaiky, zateplení, podpory přípravy a realizace pasivní budovy, dotaci v oblasti „adaptace na měnící se klima“, kde je zahrnut systém využití akumulované dešťové vody nebo vyčištění odpadní vody pro další využití. Také lze program využít pro systém stínící techniky nebo realizace zelené střechy (intenzivní a polo-intenzivní). Dalšími podporovanými technologiemi jsou centrální nebo decentrální systém řízeného větrání se ZZT, centrální nebo decentrální systém pro využití tepla z odpadní vody, technologie pro dobíjení elektromobilu, solární ohřev teplé vody s/bez přitápění nebo fotovoltaický ohřev teplé vody či tepelné čerpadlo pro ohřev teplé vody.

Podmínky k získání finančních prostředků pro oblast B (novostavby) jsou shrnuty v následující tabulce:

Tabulka 4 - Podmínky pro oblast B (novostavby)

Sledovaný parametr	Označení [jednotky]	Podporovaná opatření		
		Základ	Pasiv	Pasiv+
Měrná roční potřeba tepla na vytápění	EA [kWh.m-	bez požadavku	≤ 20	≤ 15
Primární energie z neobnovitelných	EpN,A [kWh.m-	$\leq 0,8$ ER (klas. třída A)	$\leq 0,8$ ER (klas. třída A)	$\leq 0,6$ ER
Součinitel prostupu tepla jednotlivých	U [W.m-2.K-1]	$\leq 0,6$ UN,20		
Průměrný součinitel prostupu tepla	Klasifikační třída	B	A	A
Průvzdušnost obálky budovy po	n ₅₀ [l.h ⁻¹]	$\leq 1,0$	$\leq 0,6$	$\leq 0,6$
Nejvyšší denní teplota vzduchu	$\theta_{ai,max}$ [°C]	≤ 27 °C		
Instalace řízeného větrání se zpětným	[-]	Ano		
ER – ukazatel energetické náročnosti pro referenční podmínky uvedené pro budovu s téměř nulovou spotřebou energie od 1. ledna 2022, Klasifikační třída energetické náročnosti budovy dle vyhl. 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov.				

[vlastní dle požadavků Nová zelená úsporám]

4.5 Optimalizace

Optimalizace je proces, při němž se hledá to nejlepší řešení stavby v určitých podmínkách. Analyzují se určité požadavky na standard a tepelnou techniku, požadavky investora a jiné parametry. Jedná se o optimální strukturu investičních nákladů stavby

v bilanci s nízkými provozními náklady. Je nutný nejen návrh skladeb konstrukcí, ale i vhodné řešení tepelného zdroje, tepelné izolace, oken, technologií jako systém řízeného větrání či solární panely. Mnoho úsporných opatření má často dlouhou dobu návratnosti, a proto budoucí uživatelé často neuvažují o takovéto variantě, kdy jsou počáteční investice velmi vysoké, avšak zaručí snížení spotřeby energie. [20, str. 10]

4.6 Technické a technologické zásady

4.6.1 Návrh pláště obálky budovy

Návrh obsahuje souhrn parametrů, konstrukcí a materiálů tak, aby vyhovovaly technickým, tepelně-izolačním nebo protipožárním parametrům. Obvodový plášť může být jednovrstvý nebo vícevrstvý. Pro dosažení parametrů je dnes již nevyhnutelné vložení dostatečného množství tepelné izolace.

Vypočtením tepelných ztrát získáme vstupní data o tom, jak bychom měli dimenzovat návrh tepelné soustavy domu. Z hodnoty tepelné ztráty budovy získáme podklad pro stanovení roční potřeby tepla na vytápění a ohřev teplé vody. [20]

4.6.2 Tepelná izolace a její množství

Abychom splnili požadavky na tepelně-izolační požadavky obálky budovy, je nutný výpočet součinitele prostupu tepla U . Zvýšení součinitele „ U “ lze docílit buď zvýšením množství izolace, nebo volbou materiálu s lepšími tepelně-izolačními vlastnostmi. U dřevostaveb je výhodou vložení izolace mezi hranoly (resp. sloupky), a tím úspora na celkové tloušťce konstrukce. U pasivních domů se celková tloušťka izolace pohybuje okolo 350 až 450 mm. V tomto provedení tloušťky izolace se jako konstrukce stěny využívá „I nosník“, jenž zajistí dostatečnou hloubku pro vložení izolace a snižuje přerušování tepelného mostu. [1, str. 86–90]

Tepelné izolace běžné

Mezi běžné izolace řadíme materiály pěnové, a to:

- Pěnový polystyren EPS, který je
 - o dosud nejpoužívanější tepelný izolant,
 - o nejčastěji používaný ve formě desek,
 - o citlivý na vlhko a teplotu.
- Extrudovaný polystyren (XPS), který:

- má uzavřené póry a tím má velmi malou nasákavost a pevnost,
- je vhodný do zateplení základů a spodní stavby.
- PUR pěna
 - PUR pěna se používá ve formě tvrdé pěny,
 - vyznačuje se výborným součinitelem tepelné vodivosti – až 0,025 W/(m.K),
 - je odolná vůči organickým vlivům
- Skelné vlákno.

Mezi další běžné materiály řadíme minerální vláknité materiály, což jsou například:

- Minerální vlna
 - vzniká tavením čediče do jemných vláken,
 - velmi často používaná, je vhodná do dřevostaveb,
 - výborně paropropustná,
 - vyrábí se ve formě rohoží, desek o různé tuhosti nebo v rolích,
 - součinitel tepelné vodivosti se pohybuje okolo 0,039 W/(m.K),
 - výhodou je také dobrá akustická izolační vlastnost,
 - díky poměru ceny a vlastností je nejvíce využívána v dnešních dřevostavbách.

Tepelné izolace – recykláty

Jako tepelnou izolaci z recyklátu můžeme zmínit:

- **Celulózová vlákna** – nejčastěji z recyklátů se používaná izolace, která se vyrábí recyklací starého papíru, aplikuje se strojně-foukáním nebo se volně syje (cena od 850 Kč/m³ u volného foukání a 1250 Kč/m³ za foukání do štěrbin). [22]



Obrázek 8 - Foukaná celulóza [22]

- **Drť z pěnového skla.**
- Dále **recyklovaný polystyren** nebo **lisovaný tetrapak**, zejména obaly od džusů, mléka apod. nebo recyklovaná džínovina.

Přírodní materiály

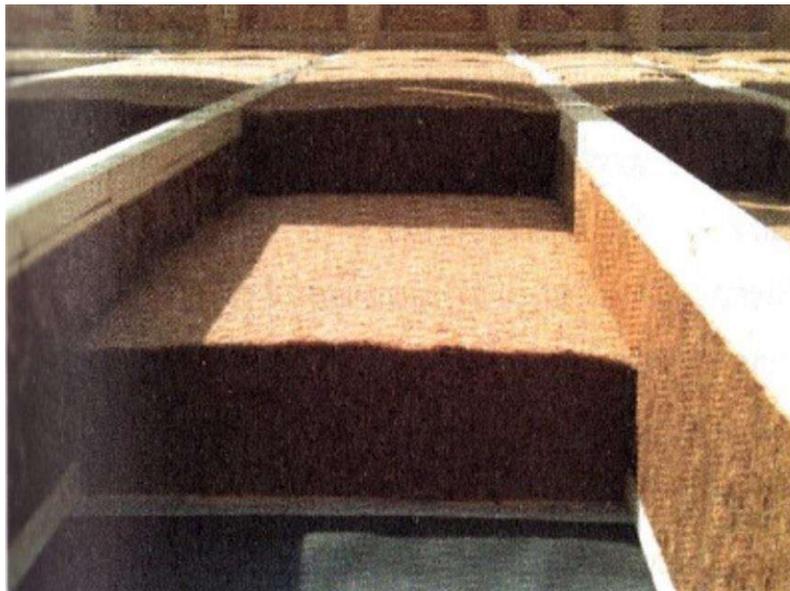
Ačkoliv je polystyren nejpoužívanějším a nejběžnějším typem izolace, nejedná se o ekologickou variantu izolace. Ekologické materiály jsou přírodní a obnovitelné, ale je důležitý nejen zdroj suroviny, ze které je materiál vyroben, ale i jakou výroba zanechává ekologickou stopu. Mezi přírodními izolacemi je stále více používaná izolace z dřevovláknů a dřevité vlny, dále se ve světě také používá konopí a len. Mezi levné a ekologické se řadí slaměné balíky. Mají minimální výrobní náklady, izolační vlastnosti podobné jako minerální vlna, součinitel tepelné vodivosti se pohybuje mezi 0,045 a 0,05 W/(m.K).

Přírodní materiál pro izolace je například:

- Dřevovlákn,
- konopí,
- len,
- juta,
- ovčí vlna,
- sláma.

Dřevovláknno

Dle mé bakalářské práce, kdy jsem vyhodnocovala materiály z hlediska ekologie, je jedním z nejlepších ekologických materiálů pro izolace právě dřevovláknitá izolace. Dřevovláknno zaujme svými tepelně-izolačními vlastnostmi i nízkou ekologickou zátěží, jeví se tedy jako optimální pro ekologickou výstavbu. Dřevovláknitě izolace se liší svou tvrdostí a typem použití. Dnes slouží jako běžně užívaná izolace, dodává je například firma STEICO nebo PAVATEX. Dřevovláknitou izolaci využívá právě i systém „STEICO“, který je popsán v praktické části mé práce. [5][19]



Obrázek 9 - Dřevovláknitá izolace STEICO [19, str.51]

Konopí

Konopí vyniká velice rychlým růstem, je tedy velmi rychle obnovitelné. Je často využíván jako technická rostlina. Konopné izolace jsou pevné, odolné proti vlhkosti, napadení škůdci a jsou paropropustné, takže se používají na difuzně otevřené stavby. Jde o ekologický materiál, jenž je podobně jako dřevovláknité desky lisovaný. Vykazuje dobré tepelně-izolační, mechanické i akustické vlastnosti. Má menší objemovou hmotnost (35 kg/m^3), takže je lehčí a pružnější. Pracuje se s ním tedy podobně jako s minerální izolací.

Juta a korek

Juta je charakteristikami podobná jako konopí, výhodou je například možnost zpracování nevyužitých pytlů z juty na izolace, které by se jinak musely vyhodit nebo spálit.

Korek se výrobně hodí jako účinný izolant na podlahy, přičemž je navíc velmi příjemný na dotyk.

Ovčí vlna

Ovčí vlna je zajímavý, byť celkem okrajový, málo užívaný materiál. Její nevýhodou je nízká objemová hmotnost. Naopak dle výzkumů se jeví jako výhoda to, že vlna navazuje velké množství formaldehydu z nábytku, dřevotřísek a podobně. Materiál má dlouhou životnost a je stabilní, nepodléhá tlení ve vlhku. Součinitel tepelné vodivosti se pohybuje okolo 0,038 W/(m.K).

Sláma

Sláma byla využívána hojně v historii, avšak dnes se opět vrací do popředí v oblasti ekologického bydlení. Je zatím jen alternativním materiálem, ale její význam pro moderní stavebnictví stále roste. Také cenově je sláma výhodná. Největší nevýhodou je její hmotnost, a tedy manipulace s ní dá opravdu hodně práce. Je vhodným izolantem pro menší rodinné domky. Také se vyrábí ve formě panelů prodávaných pod značkou Ekopanel. [5] [19, str.46–64]

4.6.3 Součinitel prostupu tepla

Součinitel prostupu tepla označený „U“, v jednotkách W/m².K, je jedním z nejdůležitějších parametrů pro obálku budovy. Parametry pro dodržení jsou uvedeny v normě ČSN EN 73 0540-2 – Tepelná ochrana budov. V rámci této práce bude v další části zhodnocen součinitel prostupu tepla pro obvodové stěny, podlahu a stropní konstrukci pod nevytápěným prostorem. Součinitel prostupu tepla se stanovuje podle tepelného odporu, která je dána tloušťkou vrstvy tepelné izolace nebo jiných materiálů v konstrukci a jejich součinitelem tepelné vodivosti λ [W/(m.K)].

V následující tabulce jsou sepsány jednotlivé konstrukce a jejich požadované (resp. doporučené) hodnoty součinitele prostupu tepla.

Tabulka 5 - Hodnoty součinitele prostupu tepla dle ČSN

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² ·K)]		
	Požadované hodnoty UN,20	Doporučené hodnoty Urec,20	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy Upas,20
Stěna vnější	0,30	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² ·K)]		
	Požadované hodnoty UN,20	Doporučené hodnoty Urec,20	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy Upas,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemině 6)	0,85	0,60	0,45 až 0,30

[23]

4.7 Technické zařízení

Pro úsporný návrh nízkoenergetického nebo pasivního domu je nutné uvažovat technologie v oblastech:

- a) Vytápění
- b) Větrání
- c) Ohřev TV

4.7.1 Vytápění a ohřev TV

Řešení nákladů na vytápění je jedním z nejdůležitějších rozhodování v projektu. Tepelná pohoda ve vytápěných domech je jednou z důležitých složek pro interiérové životní prostředí. Tepelná pohoda tedy zajišťuje optimální tepelně-vlhkostní mikroklima. [24, str. 13]

4.7.2 Zdroje tepla

Potřeba tepla na vytápění je energetické zhodnocení tepelně-izolačních vlastností objektu. Zdroje tepla slouží pro zásobování tepelné soustavy domu, přípravu teplé vody nebo pro vzduchotechniku či jinou technologii. Dělí se podle různých kritérií, jedním z nich může být velikost tepelného výkonu, tedy rozdělení na malé, střední a velké zdroje tepla. Pro rodinné domy se používají pouze malé zdroje tepla, mající výkon mezi 50 a 70 kW. Jedná se o otopnou soustavu do bytové jednotky, rodinného domu, kanceláře, jednoho podlaží apod. [24, str.61-81].

Dále se dělí podle svého „energonositele“, tím může být elektrická energie, sluneční energie, dřevo, dřevěné pelety, štěpky, dále energie země, vzduchu nebo vody, zemní plyn, propan-butan LTO nebo jiné oleje.

Nejčastějšími zdroji tepla jsou:

- plynový kotel,
- kotel na tuhá paliva,
- přímotopné konvektory,
- elektrokotle,
- tepelná čerpadla,
- solární panely,
- elektrické přímotopy.

Doplňkový zdroj tepla pro pasivní domy

Sice pasivní dům jako takový nepotřebuje další zdroj tepla kromě rekuperačního zařízení, je však dobré mít záložní zdroj tepla pro různé případy nebo pokud chceme nahradit elektrickou energii obnovitelným zdrojem. Jako vhodný doplňkový zdroj tepla můžeme uvést krbová kamna na dřevo či pelety. [19, str.51-59]

Ekologické vytápění

Většinou se rozhoduje primárně podle ekonomických hledisek, je potřeba zjistit nejen náklady investiční, ale také vývoj cen zdroje energie nebo legislativní ekologické omezení některých typů energií. Je doporučeno navrhovat nový dům a provozovat jej tak, aby bylo spotřebováno co nejméně energie a co nejvíce využito obnovitelných zdrojů. Například dle legislativy by se dnes na vytápění nemělo využívat pouze zdroj na elektřinu.

Stále nejvíce využívané palivo je zemní plyn, výhodou je komfort používání oproti některým tuhým palivům, plyn je stále výhodnější než vytápění elektřinou.

Pro ekologické vytápění lze využít dřevo, dřevěné brikety, štěpku nebo pelety. Dnes se však stále více používají tepelná čerpadla. Tepelná čerpadla se dají využít jak pro vytápění místností, přípravu teplé vody nebo ohřev vody v bazénech.

Kotel na tuhá paliva

Jedná se o kotle na uhlí, brikety, dřevo nebo biomasu. Hospodárnější a ekologičtější vytápění je jistě kotli na dřevo a dřevní hmoty (pelety). Kotle na pelety jsou poslední dobou mnohem častější než na dřevo, a to i přes vyšší pořizovací cenu. Další možností je vytápění pomocí krbových kamen. Používají se kamna nezávislá na vzduchu v místnosti, to je zajištěno odděleným přívodem vzduchu z venkovního prostředí a odvodem do venkovního prostředí. [25]

Kotel na plyn

Největší význam má přírodní plyn (zemní plyn). Kotle se mohou dále dělit na kotle nástěnné nebo stacionární. Nástěnné jsou zavěšené na stěně a používají se pouze jako zdroj vytápění. Stacionární se používají pro větší prostory nebo vytápění spolu s ohřevem teplé vody (tzv. kombinovaný kotel). Plynové kondenzační kotle mohou mít zásobník vody, někdy vestavěný nebo externí.

Tepelné čerpadlo

Tepelná čerpadla jsou zařízeními pro zvýšení teplotní úrovně využívající obnovitelné zdroje energie. Při rozhodování o volbě tepelného zdroje zvažujte instalační i provozní náklady. Základní charakteristikou pro výběr tepelného čerpadla je jeho topný faktor (COP). Z finančního hlediska je nejvýhodnější tepelné čerpadlo vzduch/voda. Těchto čerpadel se také instaluje ročně nejvíce. V porovnání s plynovým kotlem nepotřebuje tepelné čerpadlo vyvložkovaný komín, nemusíte řešit plynovou přípojku nebo pravidelné revize. Tepelné čerpadlo také není závislé na cenách komodit. K provozu tepelného čerpadla je potřeba jen malé množství elektrické energie a provoz je velmi ekologický. U pasivních a nízkoenergetických domů je vhodné systém využívat hlavně na ohřev TV a částečně pro pokrytí ztráty tepla domu vytápěním. Vhodné je také tepelné čerpadlo kombinovat s rekuperační jednotkou, navýší se tím efektivita celého vnitřního klimatu budovy.



Obrázek 10 - Tepelné čerpadlo vzduch/voda [27]

Nejčastějšími typy tepelného čerpadla jsou:

- vzduch/voda,
- vzduch/vzduch,
- voda/voda,
- země/voda.

Volba typu závisí na místních podmínkách. Při zvažování několika typů hrají roli investiční náklady, životnost a spolehlivost zařízení. [26, str.7-19]

4.7.3 Rekuperační jednotka

S vývojem nízkoenergetických a pasivních staveb se rozvíjí i technologie větrání, vytápění či ohřevu teplé vody. V těchto objektech je zvýšená náročnost na těsnost obálky a dochází k tomu, že venkovní vzduch nemá možnost vnikat do objektu přes obálku budovy. Kvůli tomu je nutné zajištění přívodu čerstvého vzduchu jiným způsobem, a to zajistí řízené větrání. Přívod čerstvého vzduchu zajišťuje větrací jednotka, která je vybavena rekuperací.

4.7.4 Řízené větrání s rekuperací

„Teplý odváděný vzduch předá v protiproudém výměníku teplo chladnému přiváděnému vzduchu (aniž dojde k jejich smíchání). Využít tak lze až 80-95 % tepla odpadního vzduchu.“ [19, str.51]

Čerstvý přivedený vzduch příznivě působí na vnitřní klima místností. Roční spotřeba tepla je tedy v pasivním domě velmi nízká, maximální příkon je 10 W/m^2 , a to po celý rok. V případě, že je to potřeba, je čerstvý vzduch přiváděn do budovy a ohříván dohřívacem. Další výhodou rekuperační jednotky je také filtr, jenž čistí vzduch od částic prachu nebo pylu. Množství potřebného množství vzduchu jsou:

- 30 m^3 čerstvého vzduchu pro osobu za hodinu,
- pro odvod z toalety je nutný $20 \text{ m}^3/(\text{h.a})$,
- pro odvod z koupelny $40 \text{ m}^3/(\text{h.a})$,
- z kuchyně $60 \text{ m}^3/\text{h}$. [19, str.51] [25, str.39]

Rozvody ohřátého vzduchu jsou buď stropní, nebo v podlaze. Větrání je zároveň také vytápěním, čerstvý teplý vzduch je přiváděn do jednotlivých místností. Tento systém bývá také často doplněn o zemní výměník, ten brání v přehřívání nebo přechlazení místností. Podle schopnosti zeminy rozlišujeme výměníky vzduchové a solankové.

Výběr systému závisí zejména na účinnosti, minimálně se doporučuje účinnost 85 %. Výrobci uvádějí nejčastěji účinnosti cca od 80 do 95 %.

4.7.5 Solární kolektor

K ohřevu vody nebo pro výrobu elektrické energie se dá využít sluneční paprsky. Jedná se zejména o akumulaci vyrobené energie do vody. Solární kolektor má minimální provozní náklady, dimenzuje se na pokrytí spotřeby teplé vody asi 60–70 %. V létě je z kolektorů pokryto až 100 % spotřeby teplé vody, v zimě se předpokládá dohřev, kvůli nízkému počtu hodin slunečnímu svitu. Obvykle se pro 4člennou rodinu navrhuje plocha 6 až 8 m^2 , jedná se o cca 3 až 4 kolektory. Ke kolektoru se také často využívá bojler. Solární kolektory lze využít pro doplnění tepelného čerpadla, což může být velmi efektivní způsob ohřevu. Tepelná čerpadla pracující s kolektory mají topný faktor blízký se hodnotě 5 až 6. [25] [19, str.64] [28, str.64-68]

4.7.6 Fotovoltaika

Fotovoltaické panely čerpají energii ze slunečního svitu a mění ji na elektrickou energii. V praxi se nejvíce používají články monokrystalického křemíku, méně z polykrystalického nebo amorfního křemíku.

Sluneční svit působí na kolektor pouze ve dne, ale elektrická energie je v domě často spotřebovávána právě večer. Tento časový rozdíl mezi výrobou a potřebou spotřeby je tedy primární nevýhodou systému, je tedy vhodné doplnění systému o nějakou akumulární jednotku, například zásobník, elektrický akumulátor nebo akumulární baterie. Panely během výroby energie nijak neznečišťují životní prostředí, jedná se o 100 % ekologický zdroj energie. [28, str. 67-70]



Obrázek 11 - Využití fotovoltaiky v RD [30]

4.7.7 Vývoj cen

Za poslední dva roky zdražily některé stavební materiály téměř dvojnásobně a cena stavebních prací za stejné období vzrostla téměř o 15 %. Zhoršuje se dostupnost stavebních materiálů a výrobků ze dřeva nebo kovů. Ceny některých izolací vzrostly o více než 100 %. Na zdražování staveb se rovněž podílí nová legislativa, která od roku 2020 (resp. 2022) přikazuje stavět domy s téměř nulovou spotřebou energie. Příčiny nedostatku materiálů mohou být:

- zvýšení ceny ropy,
- prioritizace výroby zdravotnických pomůcek,
- opatření v souvislosti s pandemií koronaviru v ČR i ve světě,
- předzásobení firem, omezení pracovního výkonu firem z důvodu nedostatku pracovníků. [31]

5 Životní cyklus stavby

Stavba prochází svým životním cyklem, jedná se o časově oddělené etapy stavby. V každé fázi jsou prováděny různé činnosti a jsou stanoveny různé náklady. Je nutno znát nejprve životnost stavby a od ní stanovit dobu, po kterou bude uvažováno provozování stavby.

5.1 Životnost stavby

Životnost je doba, kdy je objekt schopen plnit požadované funkce do dosažení nějakého stavu, nazvaný mezní stav, kdy je omezena použitelnost. Jedná se o dobu od vzniku objektu, tj. od počátku užívání až po likvidaci nebo zchátrání stavby. Uvažuje se, že po celou dobu se provádí nutná údržba objektu. Tato definice je pro technickou životnost. Dále rozeznáváme ještě životnost ekonomickou. U ekonomické životnosti nás zajímá časový úsek, kdy stavba je z ekonomického hlediska ekonomická, užitečná.

Druhy životností:

- **Technická životnost stavby** – jedná se o fyzickou životnost, je to doba technického trvání stavby, kdy stavba poskytuje nezávadný účinek.
- **Ekonomická životnost** – doba kdy je ekonomicky výhodné využívat stavbu, bývá většinou kratší než technická, hodnota se snižuje užíváním i zvyšujícím se standardem nových budov.

Z časového hlediska životnosti lze rozdělit konstrukční prvky na:

- **Prvky s dlouhodobou životností, kde spadají:**
 - základy,
 - svislé nosné konstrukce,
 - vodorovné nosné konstrukce,
 - střešní nosné konstrukce,
 - schodišťové konstrukce.

Prvky dlouhodobé životnosti by měly správně sloužit alespoň 80 let (z hlediska technické životnosti).

- **Prvky s krátkodobou životností** mohou být následující:
 - úpravy povrchu stěn,
 - podlahy,
 - izolace,
 - oplechování konstrukcí,
 - výplně otvorů a další.

Životnost dřevostaveb

Dřevo je často považováno za materiál, který není odolný vůči externím vlivům, a který vydrží méně než materiál pro zděné stavby. Ale i dřevěné prvky lze udržet při životnosti velmi dlouho, a to díky správnému návrhu, provedení konstrukce a údržbě. Mezi ohrožující faktory můžeme zařadit škůdce jako jsou houby nebo dřevokazný hmyz, proto je nutné dřevěné prvky správně ošetřit a udržovat v optimálních podmínkách.

Vyšší životnost dřevostavby lze docílit pomocí:

- povrchové úpravy dřevěných prvků,
- odvětrání a proudění vzduchu v konstrukci a kolem konstrukce,
- absencí mokřých procesů,
- precizností návrhu a provádění. [1, str. 43-60]

5.2 Životní cyklus stavby

Životní cyklus stavby je období od první myšlenky projektu, přes plánování, realizaci objektu, provozování a ukončení neboli likvidaci stavby. Životní cyklus se rozděluje do čtyř základních fází, které se dále člení na specifické dílčí fáze, jež se od sebe liší jednak časově, jednak i technickou a ekonomickou náročností.

Jedná se o fáze:

- fáze předinvestiční,
- fáze investiční,
- fáze provozní,
- fáze likvidační.



Obrázek 12 – Fáze životního cyklu stavby [32]

5.2.1 Předinvestiční fáze

Cílem fáze je zajistit ekonomické aspekty návrhu, vypracování technické a finanční proveditelnosti projektu. Probíhá od rozpracování určité myšlenky investičního záměru přes vypracování technicko-ekonomické studie. Studie pracuje s různými variantami, zaměřuje se na výběr technologie, výrobního zařízení a výběr materiálů.

5.2.2 Investiční fáze

Zahrnuje vypracování projektové dokumentace. Pro povolení stavby je nutné vypracování příslušné dokumentace budoucí stavby, zvláště pro pasivní dům je nutná speciální dokumentace. Dokumentace stavby se rozděluje do několik úrovní:

- dokumentaci pro vydání rozhodnutí o umístění stavby,
- dokumentaci pro ohlášení stavby či nebo pro vydání stavebního povolení, dokumentace pro zadání stavby zhotoviteli,
- dokumentace provádění stavby tzv. dokumentace realizační a
- dokumentace skutečného provedení, také existuje dokumentace zjednodušená (pasport stavby).

Rozsah dokumentace se řídí stavebním zákonem a navazující vyhláškou č.499/2006 Sb., o dokumentaci stavby. V této fázi jsou sestavovány různé plány, probíhá tvorba rozpočtu a příprava pro řízení realizace. Nejdůležitější částí fáze je samotná realizace stavby domu. Výstavba může probíhat dvěma způsoby, jako stavba domu na klíč nebo výstavba svépomocí. Stavbu svépomocí si realizuje stavebník sám „svýma

rukama“. Pro stavbu domu „na klíč“ si stavebník najímá dodavatele staveb. Dnes se častěji využívá možnost výstavby domu na klíč, kvůli složitému provedení nízkoenergetických (resp. pasivních/NZEB) domů.

Při realizaci stavby je veden stavební deník, v němž se zaznamenává veškerá dokumentace a průběh realizace, pokud dochází ke změně na projektu, provádí se doplňková dokumentace pro změnová řízení. V závěru celé fáze dochází k předání stavby, zkušebnímu provozu, finálnímu vyúčtování a kolaudačnímu rozhodnutí. Poté běží záruční doba stanovená dodavatelem. Na konci této fáze dochází k vypracování dokumentace skutečného provedení a ke kolaudaci.

Tabulka 6 - Investiční fáze

FÁZE: INVESTIČNÍ					
Fáze plánování			Fáze realizace		
Příprava	Předprojekt	Projekt	Příprava	Vlastní realizace	Dokončení realizace

[vlastní]

5.2.3 Provozní fáze

Provozní fáze představuje nejdelší časový úsek, počínaje předáním stavby po realizaci, přes provoz technologií, vytápění, údržbu, opravy, modernizace až po rozhodnutí o likvidaci stavby. Co se týče rekonstrukce, tak u dřevostaveb je oprava částí nebo rekonstrukce jednodušší než u zděné stavby.

Tabulka 7 - Provozní fáze

FÁZE: PROVOZNÍ				
Opravy a údržba	Rekonstrukce	Modernizace	Spotřeba energie, spotřeba vody, revize	Pojištění, daně apod.

[vlastní]

5.2.4 Likvidační fáze

Fáze začínající rozhodnutím o ukončení neboli demolici stavby. K samotné likvidaci stavby vlastník potřebuje vypracovanou dokumentaci a povolení k odstranění stavby. V likvidační fázi objektu jsou zahrnuty náklady na odstranění objektu například na recyklaci materiálu nebo odvoz na skládku. Tímto končí životní cyklus budovy.

FÁZE: LIKVIDAČNÍ = EKOLOGICKÁ LIKVIDACE STAVBY

Likvidace dřevostavby

S likvidací stavby jsou spojeny náklady na finanční i další aspekty pro správné odstranění stavby. Rozebrat dřevostavbu je jednodušší než rozebrat stavbu zděnou, po demolici vznikne materiál, který je možno částečně recyklovat nebo znovu použít. Předpokládané náklady se vypočítají z přibližné délky životnosti hlavních konstrukčních prvků. [33][34]

Tabulka 8 - Fáze a členění projektu

FÁZE PROJEKTU STAVBY					
Předinvestiční fáze		Investiční fáze		Provozní fáze	Likvidační fáze
Iniciace	Definování	Příprava	Realizace	Provoz	Likvidace
=ŽIVOTNÍ CYKLUS STAVBY					
Fáze stavebního projektu				Provozní fáze	Fáze likvidační
				Životní cyklus užití	

[vlastní]

5.3 Náklady životního cyklu

Analýza nákladů životního cyklu budovy LCC je zaměřena na optimalizaci nákladů v průběhu celé doby její životnosti.



Obrázek 13 - Životní cyklus stavby [36]

„Náklady životního cyklu (LCC) představují celkové náklady, které jsou vynakládány v průběhu celého životního cyklu stavby – to znamená náklady vynakládané ve všech čtyřech fázích životního cyklu, v předinvestiční, investiční, provozní a likvidační fázi.“ [35]

Nejprve se jedná o náklady na pořízení (investiční náklady), tyto náklady souvisejí s technickou stránkou budovy, jak jsou jednotlivé konstrukce provedeny. Náklady na energie, opravy odpisy, modernizace, rekonstrukce a udržování budovy tvoří náklady provozní fáze. Poslední fází je likvidace stavby a náklady v této fázi jsou spojeny s demolicí a ekologickou likvidací.

$$LCC = IN + PN + UO + LN, \text{ kde:}$$

IN ...jsou investiční náklady,

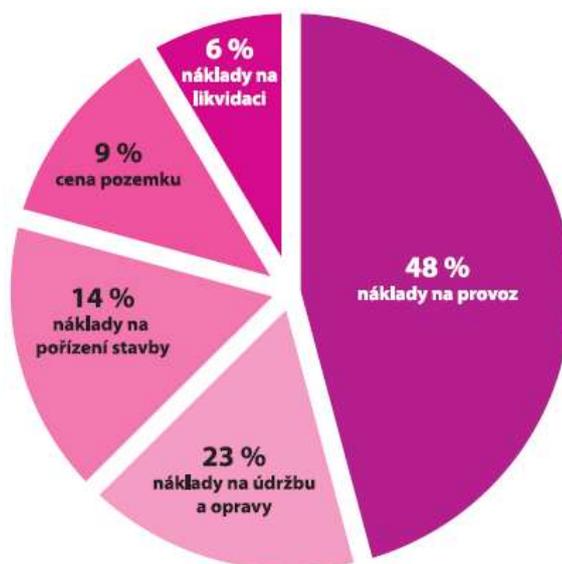
PN ...jsou náklady na provoz,

UO ...jsou náklady na údržbu a obnovu,

NV ...jsou náklady na likvidaci.

Celkové náklady životního cyklu můžeme stanovit pomocí vztahů, které zohledňují časovou hodnotu peněžních toků.

Investor musí počítat s náklady, které se promítají do celkových nákladů stavby. Náklady vyjadřují celkovou hodnotu stavby v peněžních jednotkách a zahrnují celkové dílčí náklady životního cyklu stavby. Z grafu níže můžeme vidět, že je důležité sledovat nejen náklady na pořízení, ale hlavně náklady na provoz stavby, jež tvoří značný podíl na nákladech v životním cyklu.



Obrázek 14 - Podíl dílčích nákladů RD [32]

5.3.1 Investiční náklady

Náklady na přípravu projektu tvoří:

- náklady na zhotovení studie,
- zhotovení projektové dokumentace pro územní plánování a dokumentace pro stavební povolení.

Náklady na pořízení projektu nebo stavby tvoří:

- cena objektu pomocí rozpočtu (souhrnný, podrobný rozpočet ...),
- cena změn v provádění.

Souhrnný rozpočet

Pro určení nákladů stavebního objektu se vychází z rozpočtu stavby. Souhrnný rozpočet zahrnuje náklady na celý stavební objekt. Je členěn do 11 hlav podle typu nákladů. Jsou to:

- I. Projektové a průzkumné práce
- II. Provozní soubory
- III. Stavební objekty
- IV. Stroje a zařízení
- V. Umělecká díla
- VI. Vedlejší náklady

- VII. Práce nestavebních organizací
- VIII. Rezerva
- IX. Ostatní náklady
- X. Vyvolané investice
- XI. Provozní náklady na přípravu a realizaci

Rozpočet stavebního objektu

Rozpočet stavebního objektu je základním dokumentem pro řízení finanční stránky výstavby. Vychází z technologických postupů, konstrukčních struktur objektu. Nejprve je sestaven výkaz výměr jednotlivých konstrukčních prvků a poté jsou jednotlivé položky výkazu výměr oceněny příslušnými jednotkovými cenami.

K sestavení rozpočtů jsou využívány různé softwary využívající zpracované podklady, ceníky a jiné. Jedná se o:

- katalogy popisů a směrných cen stavebních prací,
- sborník potřeb a nákladů,
- sborník pořizovacích cen materiálů,
- sborník sazeb stroj-hodin,
- indexy cen stavebních prací,
- sazebník UNIKA,
- Výkonový a honorářový řád.

Dle podrobnosti můžeme rozlišit několik možností rozpočtů:

- **Rozpočet pomocí rozpočtových ukazatelů** – cena se vypočítá podle počtu měrných jednotek MJ (např. m^3 x cena MJ) nebo pomocí účelových ukazatelů.
- **Položkový rozpočet** – většinou se člení na část hlavní stavební výroby a část přidružené stavební výroby. Tyto části tvoří základní rozpočtové náklady. Struktura položkového rozpočtu není dána žádným legislativním nástrojem, postup často vychází ze zkušeností z praxe. V rozpočtu nalézáme tyto položky: stavební a montážní práce pro zhotovení prvku, přesun hmot (v rámci staveniště), specifikace (materiál neobsažený v položce stavební nebo montážní práce) a další nespecifikované (různé poplatky, více práce).

5.3.2 Provozní náklady

Velká část provozních nákladů je závislá na spotřebované energii v domě, je to něco jako cena za bydlení, náklady související s bydlením a provozem domu. V této fázi vznikají náklady na energie, veškeré opravy, údržbu, rekonstrukci, modernizaci.

Na provoz domu rozeznáváme například náklady na:

- vytápění domu,
- ohřev teplé užitkové vody,
- vodné a stočné,
- náklady na spotřebiče v domě,
- svoz komunálního odpadu,
- daň z nemovitostí a pojištění,
- servisní poplatky, údržba.

Vývoj růstu cen energií

Cena elektřiny v roce 2020 i 2021 neustále kolísala, klesala a vzápětí opět stoupala. Elektřina je na vytápění méně vhodná z ekologického hlediska, avšak je potřeba na provoz jednotlivých spotřebičů nebo zdrojů vytápění. Například cena 1 kWh se u společnosti ČEZ se zvýšila o 20 %. A další dodavatelé energie reagují podobně. Vybrala jsem pár nejvyužívanějších tarifů společnosti ČEZ (viz tabulka č. 9 viz níže). Z důvodu vysokých hodnot neobnovitelné energie z elektřiny se dnes stále více využívá i tzv. zelená elektřina. Zelená elektřina pochází z obnovitelných zdrojů. Zájem o tuto možnost zdroje roste a nabývá na popularitě nejen u firem, které chtějí působit společensky odpovědně, ale také u jednotlivých spotřebitelů.

Tabulka 9 - Vývoj ceny elektřiny mezi lety 2020 a 2021

ČEZ	Cena 1 MWh 2020	Cena 1 MWh 2021	Zdražení %
ČEZ Elektřina na 1 rok	2 056 Kč	2 503 Kč	22
E.ON Komplet elektřina 36	1 650 Kč	1 995 Kč	21

[vlastní]

Volba energie na vytápění

Náklady na vytápění jsou dány konstrukcí, izolační schopností, tvarem a velikostí budovy. Náklady na vytápění zemním plynem jsou mnohem nižší než na vytápění elektřinou, avšak znamenají vysoké investiční náklady. V případě nízkoenergetických

nebo pasivních domů je charakteristická nízká spotřeba na vytápění. Často se tedy neřeší zdroj vytápění, ale jen dodatečný doplňkový zdroj. Typ energie hlavně závisí na ceně energetického média. Do kategorie nejčastějších médií řadíme zemní plyn, dřevo, elektřinu. Výhodné je také využít sluneční energii. Jak již bylo zmíněno výše, v letošním roce dochází k velkému růstu cen energií a je těžké předpokládat ceny energií do budoucna. V tabulce č. 10 jsou znázorněny ceny elektřiny některých dodavatelů k datu 1.12.2021. [37] [29]

Tabulka 10 - Cena elektřiny dle dodavatelů (k 1.12.2021)

		E.ON	PRE	ČEZ
cena za 1 kWh v Kč s DPH		5,23491	4,47269	4,79705
cena za 1 kWh v Kč s DPH (dvoutarifová sazba D 27d)	vysoký tarif	5,81030	4,87494	4,76280
	nízký tarif	2,61903	2,30268	2,66504

[vlastní tvorba dle ceníku dodavatelů]

U elektřiny rozlišujeme jak sazbu jednotarifní, tak sazbu dvoutarifní. U dvoutarifního odběru, kde je tarif vysoký a tarif nízký. Na způsobu užití závisí také způsob vytápění.

Zdroje elektrického vytápění mohou být přímotop, akumulární kotel nebo tepelné čerpadlo, které je také napájeno elektřinou, avšak spotřeba je malá.

Na začátku roku 2021 cena elektřiny mírně klesla, v závislosti na ekonomický vývoj celé společnosti. V závěru roku naopak cena elektřiny se zvedla.

„Bohužel ceny elektřiny i plynu budou pro většinu zákazníků vyšší, než se předpokládalo ještě v srpnu, tehdy se odhadovalo 10 % zdražení u elektřiny a až 50 % u plynu. Důvodem je bezprecedentní nárůst cen elektřiny a plynu hlavně v průběhu října letošního roku,“ říká autor článku na tzb-info.cz Ing. Jan Schindler. [38]



Obrázek 15 - Vývoj ceny elektřiny za rok 2021 [39]

Zemní plyn

Cena zemního plynu se za posledních 5 let mění zásadně méně než cena elektřiny. Pro vytápění zemním plynem využíváme nejčastěji plynový kotel, který navrhujeme nízkoteplotní nebo kondenzační. Je zde možnost napojení k výběru několika typů otopných soustav jako je podlahové vytápění, klasická otopná tělesa a podobně. Mimo tepla na vytápění nám plynový kotel pokryje i potřebu tepla na přípravu teplé vody.

Tabulka 11 - Porovnání ročních nákladů na energie v rodinném domě

	Vytápění	Teplá voda	Elektrické spotřebiče	Pravidelné měsíční platby	Investice a údržba	Celkem
Zemní plyn	11 512 Kč	5 201 Kč	15 064 Kč	5 352 Kč	16 083 Kč	53 212 Kč
Elektrická akumulární kamna	24 688 Kč	9 841 Kč	9 290 Kč	6 240 Kč	11 000 Kč	61 059 Kč
Elektrický přímotop	22 193 Kč	10 616 Kč	8 908 Kč	5 328 Kč	4 000 Kč	51 045 Kč
Tepelné čerpadlo	7 214 Kč	2 444 Kč	8 908 Kč	5 328 Kč	21 417 Kč	45 311 Kč

[40]

V tabulce č. 11 byly orientačně zpracovány náklady na energie v rodinném domě dle zdroje vytápění. Jedná se o plynový kotel, tepelné čerpadlo. Dále byly porovnány

i elektrická kamna a elektrický přímotop, které dnes již není možné provozovat jako hlavní zdroje vytápění kvůli vysokému podílu primární energie.

Náklady na obnovu a rekonstrukce

Rekonstrukce zahrnuje náklady většinou stavebního charakteru, kde se nahrazují části objektu novými, modernějšími prvky. Jedná se o jednorázové investice způsobené hlavně opotřebením dílů a částí konstrukce, zastaralými technologiemi nebo pro zvýšení vybavenosti stavby. Každé 3 roky je potřeba obnovit celkovou revizi spotřebičů a plynových rozvodů.

Náklady na vodné a stočné

- Vodné = poplatek za dodávku pitné vody, účtovaný v Kč/m³ (1 000 litrů).
- Stočné = poplatek za odvádění odpadních vod, v Kč/m³.
- Pevná složka = paušální poplatek podle vodoměru, přípojky nebo spotřeby.
- DPH = daň z přidané hodnoty neboli procentuální přírážka k předchozím položkám.

5.3.3 Likvidační náklady

Závěrečná fáze je likvidace stavby a ukončení provozu. S těmito náklady je nutné z hlediska celoživotních nákladů také počítat, jedná se o náklady na demolici nebo prodej nemovitosti. Ze zkušeností z praxe lze vyčíst, že odhady těchto nákladů bývají dosti zkreslené a optimistické.

6 Ekonomické aspekty investice

Jak můžeme vyhodnotit návratnost a efektivnost investice? Jedná se o výpočet ekonomických ukazatelů jako čistá současná hodnota, doba návratnosti a podobné. Záleží na parametrech zahrnutých ve výpočtu např. růst cen energie, úroky, inflace a jiné.

6.1 Prostá návratnost

Prostá doba návratnosti počítá s investicí vydělenou roční úsporou. Jedná se o období, během kterého se počáteční náklady do investice vyrovnají výnosům. U prosté doby návratnosti nepočítáme s cenou peněz, mírou inflace nebo s růstem cen energií.

6.2 NPV

Dalším možným ukazatelem výpočtu efektivity investice je čistá současná hodnota (Net Present Value=NPV). Ukazuje, zda jsou peněžní prostředky vložené do investice efektivní. NPV zahrnuje celou dobu životnosti projektu, pokud je NPV kladná investice je efektivní. V době dnešní, velmi nejisté, je dobré nepřeceňovat důležitosti výpočtu a uvažovat možnosti odchylek v dalších letech. Dnes nedokážeme s jistotou říct, jak se bude v dalších letech vyvíjet míra inflace, výše diskontní sazby nebo ceny energií. [20, str.77-78]

7 Analýza rizik dřevostaveb

Jedním z rizik u dřevostaveb je podle literatury nižší výpočtová technická životnost, dle předpisů je životnost dřevostaveb 80 let, avšak mnoho odborníků ve svých publikacích zmiňuje, že kvalitně postavená dřevostavba má rozhodně vyšší životnost než zmíněných 80 let, a je ve srovnatelné kvalitě jako cihlový dům. Při provedení kvalitní konstrukce a ochraně dřeva lze prodloužit životnost o několik let. [1]

„Vhodná a dobře provedená a udržovaná povrchová úprava dřeva může kromě vzhledového efektu výrazně prodloužit životnost dřevěných prvků a konstrukcí z nich vytvořených.“ [1, str. 52]

7.1 Rizika dodavatele domu na klíč

Spousta lidí si vybírá dřevostavbu hlavně kvůli rychlosti výstavby. Na trhu existuje mnoho dodavatelů dřevostaveb, kteří poskytují „co nejlevnější dřevostavby“, avšak často na úkor kvality. Dům bývá často menší, výměra domu se nejčastěji pohybuje někde mezi 60 a 90 m², spíše jde o bungalov než patrový dům. V běžně přijatelné cenové hladině nejdeme v nabídce mnohem více přízemních bungalovů než patrových domů. U levných dřevostaveb je vše ovlivněno nízkou cenou, a proto je lepší si sám zajistit a zaplatit navíc některá vybavení, jako jsou okna, dveře a další. Domy mají dodavatelé levných staveb většinou pouze se základním vybavením. Teoreticky ještě lze postavení domu zlevnit tím, že si jej necháte dodat ne na klíč, ale v určité fázi si ostatní práce obstaráte svépomocí. Můžete tak nejen ušetřit, ale hlavně se postarat o kvalitní výběr doplňků a vybavení.

7.2 Riziko stavby svépomocí

Dřevostavbu lze postavit i svépomocí, avšak pokud nemá stavebník dostatečné zkušenosti s realizací dřevostavby, je lepší investovat do stavby domu na klíč. Další možností může být i rozdělení na části a postavit svépomocí určitou část (například základy) a část si nechat postavit na klíč.

7.3 Riziko požáru

Každá stavba musí splňovat základní požadavky normy pro požární bezpečnost stavby. Dřevo samo od sebe nevzplane, a dokonce, při dostatečné impregnaci, může i dřevostavba dosáhnout na třídu hořlavosti A2, což je podle směrnice EN 13501-1 kategorie pro nehořlavý materiál. Hořlavost lze ještě snížit například obklady, dlažbami, protipožárními nátěry, impregnační nebo omítkou.

7.4 Riziko vlhkosti

Pro dřevostavby je jedním z větších rizik například vlhkost. Výskytu vyšší vlhkosti lze předcházet výběrem kvalitního a ověřeného dodavatele materiálů i celé stavby. Vlhkost dřevěných prvků pro stavbu dřevostavby nesmí přesáhnout 15 %. Další náležitostí jsou dobře vybudované základy, dřevostavby by měly být stavěny nad 30 cm nad terénem z důvodu vlhkosti půdy a podloží. Vlhkosti se dá také předejít provedenou konstrukcí dřevostavby (např. dostatečným přesahem střechy) nebo správnou impregnací, která odpuzuje vlhkost. [41]

8 Praktická část – optimalizace návrhu dřevostavby

Cílem studie je vyhodnocení spočívající v porovnání nákladů, které souvisejí s náklady celoživotního cyklu budovy, se zvyšujícími se požadavky na ekologickou výstavbu a snížení provozních nákladů. Bude provedena analýza nákladů v jednotlivých fázích životního cyklu. Budoucímu investorovi ukazuje možnosti, jak snížit náklady na provoz moderní nízkoenergetické dřevostavby, a jak se promítne volba ekologických materiálů a zvýšení tepelných vlastností do nákladů v různých fázích životního cyklu stavby.

8.1 Předpoklady návrhu

Je vycházeno z varianty nízkoenergetické dřevostavby splňující požadavky na výstavbu dle ČSN 73 0540-2. Návrh nové varianty se odvíjí od požadavků na budovu s téměř nulovou spotřebou energie (NZEB).

Hlavní rozdíl mezi variantami spočívá ve způsobu zateplení objektu, výběru materiálů a způsobu vytápění. Aby byly varianty srovnatelné, má každá z nich stejný obestavěný prostor i dispoziční uspořádání. Původní variantou je návrh dřevostavby s rámovou konstrukcí tvořenou z KVH hranolů, druhou navrženou variantou je dřevostavba využívající systém STEICO, hlavní nosné konstrukce jsou I nosníky „Steico Wall“ a materiálem izolace je dřevovlákn. Pro varianty je uvažováno stejné umístění stavby, a tím pádem i stejné klimatické podmínky, které mohou ovlivnit výsledek energetické bilance budovy.

Pro jednotlivé varianty byla spočítána cena pořízení stavby, náklady na provoz objektu (vytápění, elektrická energie atd.), náklady na údržbu a likvidaci. Pro výpočty provozních nákladů budou využity programy na portálu DEKSOFT, jedná se o program TZB a ENERGIE. Bude vytvořen protokol TZB s celkovými ztrátami budovy a poté orientační protokol PENB budovy pro klasifikaci budovy. Pro výpočet provozních nákladů bude využita kalkulačka provozních nákladů vytvořená na internetových stránkách tzb-info.cz [40]. Provozní náklady budou kalkulovány na základě energetické náročnosti budovy a aktuálních cen energií, jichž bude během životního cyklu stavby zapotřebí. Ceny jsou v kalkulátoru TZB-info od roku 2015, v době mírných výkyvů cen se pro účely srovnání nabídek používal průměr za posledních 12 měsíců. V letošním roce, v období prudkého růstu a nejistoty, byli tvůrci pro lepší zohlednění pohybu cen nuceni zkrátit dobu pro výpočet průměru na tři poslední měsíce. Nejsou opomenuty ani náklady na případný prodej stavby.

8.2 Popis objektu

Jako vstupní objekt, od kterého se budou varianty odvíjet, je zvolen jednopodlažní nepodsklepený rodinný dům o jedné bytové jednotce s kapacitou 4 osoby o zastavěné ploše 118,80 m², s navazující nekrytou terasou. Půdorysný tvar domu je obdélník o rozměrech 8,97 x 13,13 m. Valbová střecha má o sklon 36° a bude zakryta betonovou krytinou. Systém vytápění a zdroje elektrické energie budou popsány u jednotlivých variant. Stavební parcela se nachází v obci ve Zlínském kraji, v okrese Kroměříž. Parcela má výměru 350 m².

8.2.1 Tvar a typ objektu

Jedná se o přízemní dům typu „BUNGALOV“ s parametry:

- půdorysné rozměry: 8,97 x 13,13 m,
- provedení: bungalov,
- dispozice: 4+kk,
- výška hřebene: 5,20 m,
- užitná plocha: 100 m²,
- A= 198 m²,
- V= cca 463,50 m³,
- **A/V= 0,37.**

Na následujících obrázcích je znázorněna dispozice a tvar domu.



Obrázek 16 – Typový dům [52]



Obrázek 17- Půdorys a dispozice objektu [52]

8.2.2 Popis jednotlivých variant

Varianta 1 – běžné nízkoenergetické dřevostavby.

Varianta 1 byla převzata z poskytnuté dokumentace běžně navrhované dřevostavby stavební firmy. Splňuje současné podmínky tepelné propustnosti obálky budovy (k roku 2021).

Varianta 2 – moderní NZEB dřevostavba

Varianta 2 byla navržena s ohledem zvyšující se nároky na další tepelně-technické a energetické parametry po roce 2022. Tato varianta je vytvořena s cílem většího využití přírodních materiálů a využití obnovitelné energie. Součinitele prostupu tepla se blíží pasivní budově.

Tabulka 12 - Tabulka shrnutí popisu variant

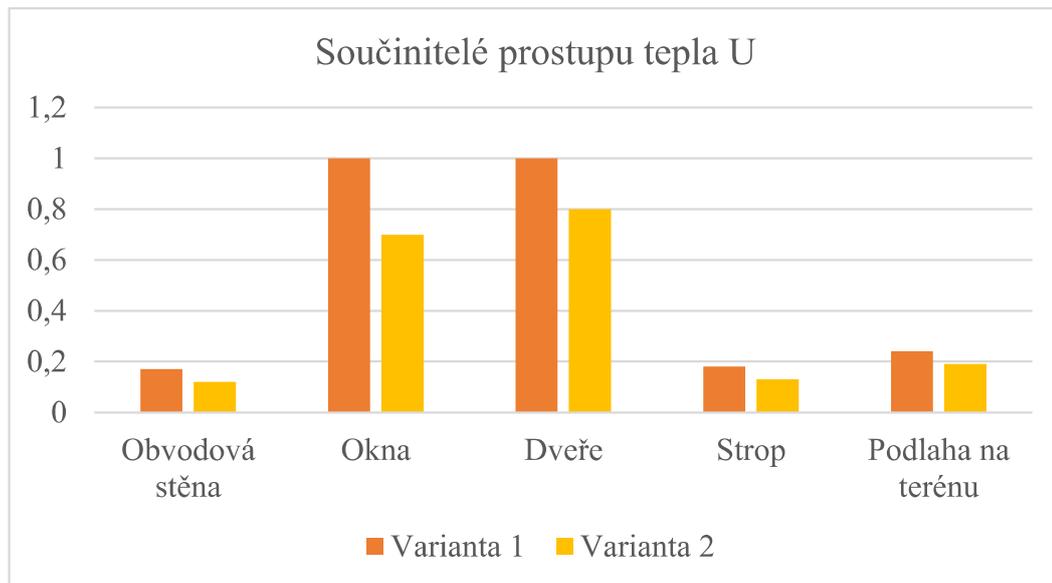
Varianty	Základy a podlaha	Obvodová stěna	Střecha/Strop
1	ŽB pásy, EPS 100 Z tl. 150 mm	KVH hranoly, Minerální vata tl. 140 mm, EPS 70 F tl. 80 mm	Střešní vazníky mezi ně izolace z minerální vaty tl. 280
2	ŽB pásy, Steico Flex 3 x 80 mm (tl. 240 mm)	„I“ nosník STEICO, dřevovláknitá izolace tl. 240 mm, a izolační desky tl. 100 mm	Střešní vazníky a mezi ně foukaná dřevovláknitá izolace tl. 400 mm

[vlastní]

Tabulka 13 - Hodnoty součinitele prostupu tepla

Konstrukce	U (doporučené) [W/(m ² ·K)]	VARIANTA 1 [W/(m ² ·K)]	U (pasivní budovy) [W/(m ² ·K)]	VARIANTA 2 [W/(m ² ·K)]
Obvodová stěna	0,20	0,18	0,18-0,12	0,12
Střecha	-	-	-	-
Strop pod nevyt.podkrovím	0,20	0,18	0,15-0,10	0,13
Podlaha (k zemině)	0,3	0,24	0,22-0,15	0,19
Okna	1,2	1,0	0,8-0,6	0,7
Dveře	1,2	1,0	0,9	0,8
		VYHOVUJE POŽADAVKŮM		VYHOVUJE (pro téměř pas.standard)

[vlastní tvorba]



Graf 1- Součinitelé prostupu tepla U

[vlastní]

Na grafu č. 1 můžeme vidět porovnání součinitelů prostupu tepla u budov. U varianty č.2, kde bylo aplikováno více tepelné izolace a lepších okenních i dveřních výplní je součinitel prostupu tepla nižší. Faktor zohledňující tepelně-izolační vlastnosti obálky budovy bude dále potřebný pro výpočet provozních nákladů.

8.3 Popis konstrukcí

8.3.1 Varianta 1 - Standardní výstavba

V rámci původní standardní varianty byla uvedena dřevostavba z lehké rámové skeletové konstrukce. Konstrukce byla vytvořena a skladby poskytnuty od firmy Moravské dřevostavby s.r.o. Požadované součinitele prostupu tepla vyhovovaly ČSN 73 0540-2:2011. Dle vytvořeného PENB protokolu budova spadala do kategorie C.



Obrázek 18- Obrázek domu systému rámové konstrukce [42]

Dále budou popsány jednotlivé části konstrukcí, které vstupují do rozpočtu.

Zemní práce

Skrývka ornice provedena do hloubky 25 cm, následně bude ukládána na pozemku. Výkopy pro základové konstrukce jsou prováděny strojně dle projektové dokumentace. Zemina je ponechána na zbývající části pozemku a následně je využita pro konečné terénní úpravy.

Základy

Základovou konstrukci tvoří monolitické základové pasy, které jsou provedeny na únosnou zeminu. Na tyto pasy je provedeno zdění ze ztraceného bednění ve 2 vrstvách, bednicí tvarovky jsou vyplněny z betonu C12/15 a vyztužené z betonářské oceli. V projektu se nepředpokládá vliv podzemní vody na zakládání. Na podkladní pasy a tvarovky ztraceného bednění je provedena ŽB deska v tloušťce 150 mm. Na ŽB základovou desku je aplikována hydroizolační vrstva natavením 2 vrstev asfaltového pásu, který je vyveden jako vodorovná hydroizolace základů.

Obvodová stěna

V původním návrhu byl firmou vybrán izolační materiál ve formě minerální vlny vložené mezi dřevěné hranoly o profilu 140 x 60 mm. Fasádní izolací byl zvolen polystyren EPS F o tloušťce 80 mm, na který je nanášena omítka a fasádní nátěr. Pro funkci parobrzdné vrstvy je navrženo opláštění z OSB 4 TOP desek s přetmelenými spárami. Celá konstrukce je pak z interiéru uzavřena sádrovláknitou instalační předstěnou tl. 87,5 mm. Instalační mezera je vyplněná minerální izolací tl. 50 mm.

Tabulka 14 - Skladba obvodové konstrukce 1

Skladba obvodové stěny	Tloušťka v mm
Omítka	10
EPS polystyren 70 F	80
Sádrovláknitá deska Fermacell	15
Dřevěné sloupky KVH s vloženou izolací	140
Deska OSB 4 TOP (Egger)	15
Předstěna + TI minerální vata v tl.50 mm	87,5
Sádrovláknitá deska Fermacell 12,5 mm	12,5
Omítka	10
Celkem	370

[vlastní]

Vnitřní stěny a příčky

Vnitřní nosná stěna je z hranolů o rozměrech 120 x 60 mm, mezi které je také vložena minerální izolace v tl. 120 mm. Z obou stran jsou hranoly opláštěny sádrovláknitými deskami Fermacell tl. 12,5 mm.

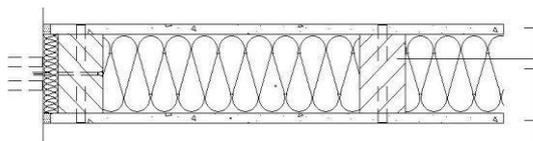
Tabulka 15 - Skladba stěny

Vnitřní stěna	Tloušťka v mm
Omítka vápenocementová	5
Sádrovláknitá deska Fermacell 12,5; připevněný sponami	12,5
Dřevěné sloupky 120 x 60 mm + minerální vlna 120 mm	120
Sádrovláknitá deska Fermacell 12,5; připevněný sponami	12,5
Omítka vápenocementová	5
Celkem	155

[vlastní]

Příčky

Příčky jsou řešeny z profilů CW a UW a opláštěny sádrovláknitými deskami tloušťky 12,5 mm z každé strany. Do profilů je vložena izolace v podobě minerální vaty tloušťky 60 mm. Tloušťka příček je 135 mm.



1. Sádroláknitá deska fermacell 12,5
2. Dřevěné sloupky 120x60
3. Vložená minerální izolace tl.120 mm
4. Sádroláknitá deska Fermacell 12,5 mm

Obrázek 19 - Skladba příčky

[vlastní]

Tabulka 16 - Skladba příčka 1

Příčka	Tloušťka v mm
Omítka vápenocementová	5
Sádroláknitá deska	12,5
Profily CW a UW tl. 100, vložená TI minerální deska tl. 60 mm	100
Sádroláknitá deska	12,5
Omítka vápenocementová	5
Celkem	135

[vlastní]

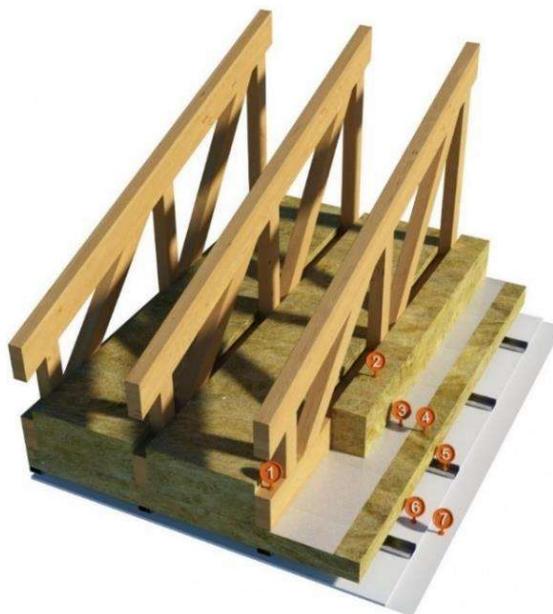
Strop/Střecha

Nosná konstrukce střechy je tvořena z vazníků složených z KVH profilů. Střecha je sedlová, ve sklonu 36°. Vazníky jsou zespod opláštěny OSB deskami, které slouží jako parozábrana pro vytvoření difuzně otevřeného systému. Mezi spodní pás vazníků je vložena tepelná izolace z minerální vlny v celkové tloušťce 280 mm, izolace je ve dvou vrstvách po 140 mm. Z horní (vnější) strany jsou vazníky opláštěny OSB deskami, dále je střešní plášť tvořen pojistnou hydroizolací, latěmi a kontralatěmi a keramickou skládanou střechou. Podhled je osazen na roštu z ocelových profilů byl ze sádrokartonových desek tloušťky 12,5 mm, rošt je zavěšen na spodním opláštění vazníků z OSB desek.

Tabulka 17- Tabulka skladby stropu nad 1 NP - 1

Strop	Tloušťka v mm
Opláštění prkny s příznanou mezerou	22
Dolní pás vazníků + Tepelná izolace minerální vata v tl. 280 mm	280
OSB deska TOP 4 Egger	22
Podhledový rošt + tepelná izolace minerální vata 40 mm	60
SDK podhled protipožární deska	12,5
Celkem	397

[vlastní]



Obrázek 20 - Strop nad 1NP

Podlahy

Podlaha je řešena jako suchá za pomoci kombinace podsypu se sádrovláknitými deskami tvořící systém Fermacell 2E22. Podsyp Fermacell je nasypán na hydroizolaci. Tepelná izolace v podlaze je tvořena deskou EPS 200 S v tl. 150 mm. Na WC, v koupelně a v zádveří bude keramická dlažba o rozměrech 26 x 33 x 7 cm. V ostatních místnostech je položena vinylová podlaha.

Tabulka 18 - Skladba podlahy na zemině

Podlaha	Tloušťka v mm
Nášlapná vrstva	20
podlahový prvek Fermacell 2 E 22 (2x12,5 mm)	25
Polystyrén TI EPS 200 S	150
vyrovnávací podsyp Fermacell	30
Hydroizolace	5
Železobetonová základová deska	150
Celkem	380

[vlastní]

Jedná se o výstavbu dřevostaveb, z investičního hlediska s minimálními náklady, avšak pro novější požadavky na budovu bude navržena varianta nová, vyhovující budově s téměř nulovou spotřebou energie.

8.3.2 Varianta 2 – Moderní ekologická dřevostavba

Optimální návrh moderního RD ve standardu NZEB

Cílem je navrhnout:

- moderní nízkonákladový dům blížící se pasivnímu standardu pro stavbu svépomocí s dobrou architektonickou úrovní,
- environmentální návrh novostavby – nejvyšší využití přírodních materiálů,
- RD s úsporným provozem díky výborným tepelně izolačním parametrům.

Právě tepelná izolace je důležitým faktorem pro návrh úsporného domu, proto byla vybrána varianta z ekologických materiálů, při zohlednění způsobu aplikace a dobré dostupnosti na trhu, a to dřevovláknitá izolace. V tabulce č.19 byly podle ceny porovnány způsoby aplikace, a to mezi vložením desek z dřevovláknitého materiálu (izolace systému STEICO) a foukanými dřevitými vlákny. Z hlediska financí se jedná o úsporu v řádu až deseti tisíců v případě foukané izolace. Součinitel tepelné vodivosti u foukané dřevovláknité izolace je deklarován výrobcem 0,04 W/m.K. [17]

Tabulka 19 - Volba izolace pro obvodové stěny

Volba izolace	Vložené dřevovláknité desky	Foukaná izolace
Tepelná izolace (713)	493 403 Kč	447 448 Kč

[vlastní]

Základy

Základy budou uvažovány stejné. (viz. varianta 1)

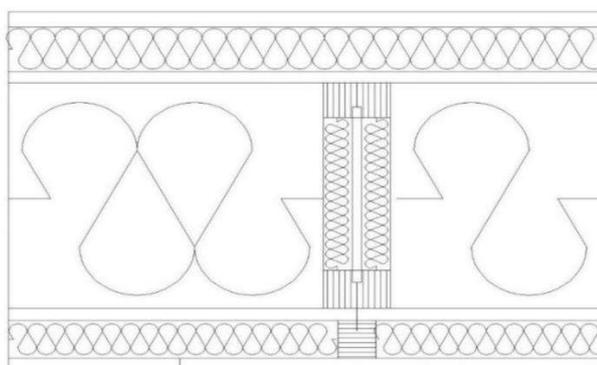
Obvodové stěny

Nosnou část konstrukce stěny tvoří I-nosník STEICO Wall 30. Šířka I-nosníku se volí pro tepelnou izolaci ve výšce 300 mm. Z vnější strany jsou I sloupky zaklopeny sádrovláknitou deskou a pak fasádní dřevovláknitou deskou STEICO Protect Dry tloušťky 80 mm. Na vnější povrchy můžeme realizovat tenkovrstvou difúzně propustnou omítkou. Ve směru do interiéru je I sloupek opláštěný sádrovláknitou deskou Fermacell Vapor s přelepenými spárami působící jako parobrzdná vrstva. Dále navazuje instalační předstěna, která je vyplněna dřevovláknitou izolací tl. 60 mm a vnitřní povrch tvoří sádrovláknitá deska.

Tabulka 20 - Skladba obvodové konstrukce - 2

Obvodová stěna	Tloušťka
Omítka vápenocementová	10
Dřevovláknitá deska STEICO protect typ H	80
sádrovláknitá deska deska Fermacell	15
I-nosníky STEICO Wall, izolace CLIMAWOOD	300
Sádrovláknitá deska Fermacell Vapor	15
instalační předstěna + tepelná izolace STEICO Flex 60 mm	87,5
Sádrovláknitá deska Fermacell	12,5
Omítka vápenocementová	5
Celkem	485

[vlastní]



Obrázek 21 - Skladba obvodové konstrukce [vlastní]

Vnitřní stěna a příčky

Základem vnitřní stěnové konstrukce jsou opět „I“ nosníky výšky 140 mm, prostor je vyplněn dřevovláknitou izolací. Z obou stran je konstrukce obedněna sádrovláknitými deskami tl. 12,5 mm.

Tabulka 21 - Vnitřní stěna 2

Vnitřní nosná stěna	Tloušťka v mm
Omítka vápenosádrová	5
sádrovláknitá deska Fermacell	12,5
I-nosníky STEICO Wall, tl. 140 mm, TI – foukaná dřevovláknina	140
sádrovláknitá deska Fermacell	12,5
Omítka vápenosádrová	5
Celkem	175

[vlastní]

Příčky jsou řešeny z profilů CW a UW a opláštěny sádrovláknitými deskami tl. 12,5 mm z každé strany. Mezi profily je vložena izolace v podobě dřevovláknité izolace tl. 60 mm.

Tabulka 22 - Příčka 2

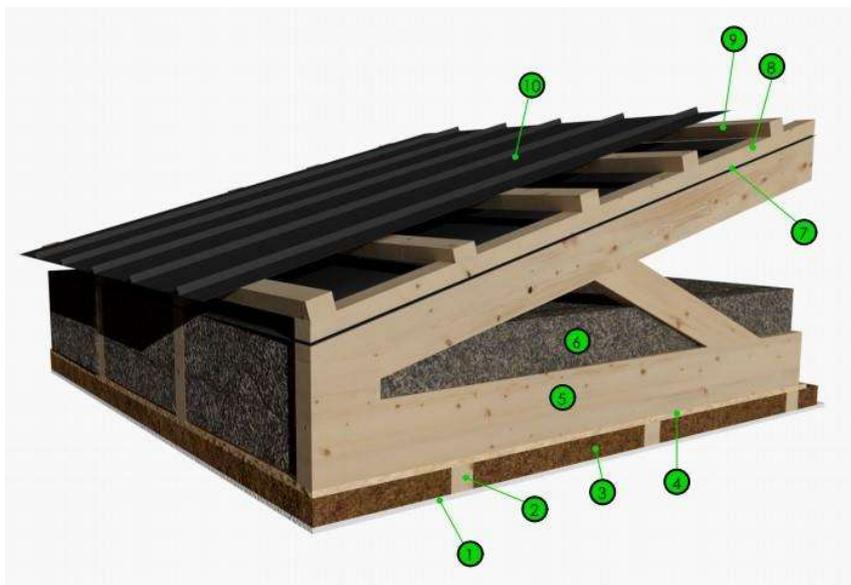
Příčka	Tloušťka mm
Omítka vápenosádrová	5
Sádrovláknitá deska Fermacell	12,5
Profily CW/UW 100, vložena TI dřevovláknité desky STEICO	100
Sádrovláknitá deska Fermacell	12,5
Omítka vápenosádrová	5
Celkem	135

[vlastní]

Strop/Střecha

Střecha je tvořena vazníky, mezi které je aplikována izolace foukaná z dřevovláknina tl. 400 mm. Vazníky jsou ze spodní strany opatřeny deskou OSB TOP 4 (parozábrana), dále je strop tvořen dřevěným laťováním z hranolků 60/40 mm. Na latě navazuje podhled, do kterého je vložena dřevovláknitá izolace tl. 60 mm. Podhled je zespod opláštěn

sádrovláknitými deskami. Horní střešní konstrukce je zaklopena OSB deskami typ 4PD, na kterou se provede laťování a následně se osadí střešní krytina.



Obrázek 22 - Střecha s dřevovláknitou izolací [43]

Tabulka 23 - Skladba stropu a střecha

STROP	Tloušťka v mm
Záklop z OSB	15
Dolní pás vazníků + tepelná izolace z dřevovlákn tl. 400 mm	400
OSB 4 TOP	22
Rošt + TI Steico Flex 60 mm	60
SDK deska	15
Celkem	512

[vlastní]

Podlaha na terénu

Podlaha je tvořena Fermacell zásypem ve vrstvě 30 mm. Tepelná izolace je ve formě dřevovláknitých desek STEICO Therm v celkové tloušťce 180 mm (ve 3 vrstvách po 60 mm). Poté se položí OSB deska a na ni panely systému Fermacell 2E22 a následuje položení akustické izolace STEICO a pokládka nášlapné vrstvy podlahy.

Tabulka 24 - Skladba podlahy

PODLAHA 1 NP	Tloušťka v mm
podlahový prvek Fermacell 2 E 22 (2x12,5 mm)	25
Sterling OSB 4 PD	22
Tepelná izolace Steico Therm v celkové tl. 180 mm (3 x 60)	180
vyrovnávací podsyp Fermacell	30
Hydroizolace (2 vrstvy)	6
Železobetonová základová deska 150 mm	150
Celkem	413

[vlastní]

Okna a dveře

Okna byla vybrána s izolačním trojsklem, které pro nízkoenergetickou a pasivní výstavbu slibují hodnotu součinitele prostupu tepla 0,7 W/m²K.

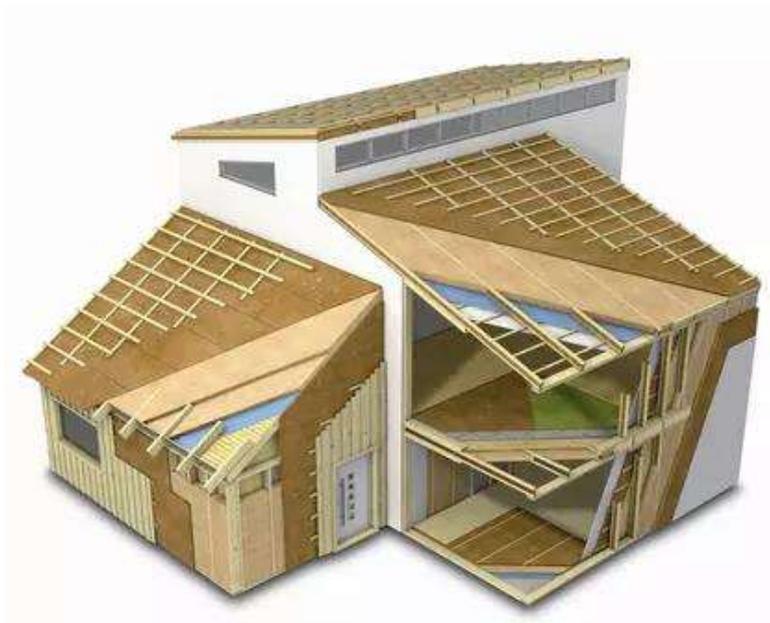
8.3.3 Systém STEICO

Systém konstrukce nové varianty je tvořen prvky společnosti STEICO, jedná se o propracovaný systém, který nabízí širokou škálu možností použití materiálů a konstrukčních detailů. Většina materiálů použitých v tomto systému je na bázi dřeva, tudíž systém je vhodný pro ekologickou výstavbu.

Výhodami systému v kombinaci sádrovláknitých desek Fermacell a dřevěných nosníků jsou energetická úspornost a maximální ohleduplnost pro environmentální prostředí. Deklarované vlastnosti výrobce jsou vysoké izolační vlastnosti, vysoká stabilita, nosnost, pevnost a požární odolnost. Konstrukce tvořená deskami Fermacell, STEICO nosníky a dřevovláknitou tepelnou izolací STEICO jsou certifikované, úspěšně prošly různými zkouškami, ať už požárními, nebo tepelně-izolačními. [42]

Dle tohoto systému je dnes provedeno již desítky domů ročně. Jsou dosaženy veškeré požadované parametry při užitných plochách 100 až 145 m², tepelné ztráty dosahují cca 2 kW při potřebě tepla pro vytápění asi 2000 kWh/rok. [51]

Tento systém je velmi náročný na provedení detailů, tyto detaily jsou velmi citlivé při výstavbě svépomocí.



Obrázek 23 - Systém STEICO [45]

8.4 Investiční náklady

8.4.1 Analýza pořizovacích nákladů objektu

Investiční náklady zahrnují náklady na pořízení stavby, tedy cenu stavebního objektu a od nich odvozené další náklady. Celková cena stavebního objektu se skládá ze základních a vedlejších rozpočtových nákladů. Do pořizovacích nákladů patří mimo jiné také pořízení pozemku.

Práce s rozpočty staveb

Při vypracování rozpočtů jednotlivých variant staveb budou oceněny jednotlivé položky orientačně, nebude proveden detailní rozpočet, pro orientační porovnání obou variant.

Pro tvorbu rozpočtů jsem si vybrala rozpočtovací program KROS 4 od společnosti ÚRS a.s., poskytující studentskou licenci v aktuální verzi z roku 2021. Dalším možným rozpočtovacím programem může být produkt společnosti Callida – euroCALC, dále produkt společnosti RTS, a.s. – BUILDpower. Ceny jsou vztaženy k cenové hladině roku 2021. Varianty staveb se budu snažit navzájem porovnat.

Rekapitulace

DPH pro stavební objekty činí 15 %. Vedlejší rozpočtové náklady spojené s umístěním a zařízením staveniště budou uvažovány v procentní sazbě 5 %.

Ostatní investice

Náklady na pořízení pozemku byly stanoveny podle průměrné ceny pozemku v okolí lokality domu.

Ostatní náklady a provozní náklady na přípravu a realizaci

Ostatní náklady byly stanoveny procentní sazbou 2 %. Provozní náklady na přípravu stavby a realizaci stavby se uvažují ve 2,5 %.

Rezerva na rizika

Výše nákladů na rezervace v případě rizika nebo nečekané situace se u novostaveb udává mezi 4 až 7 %.

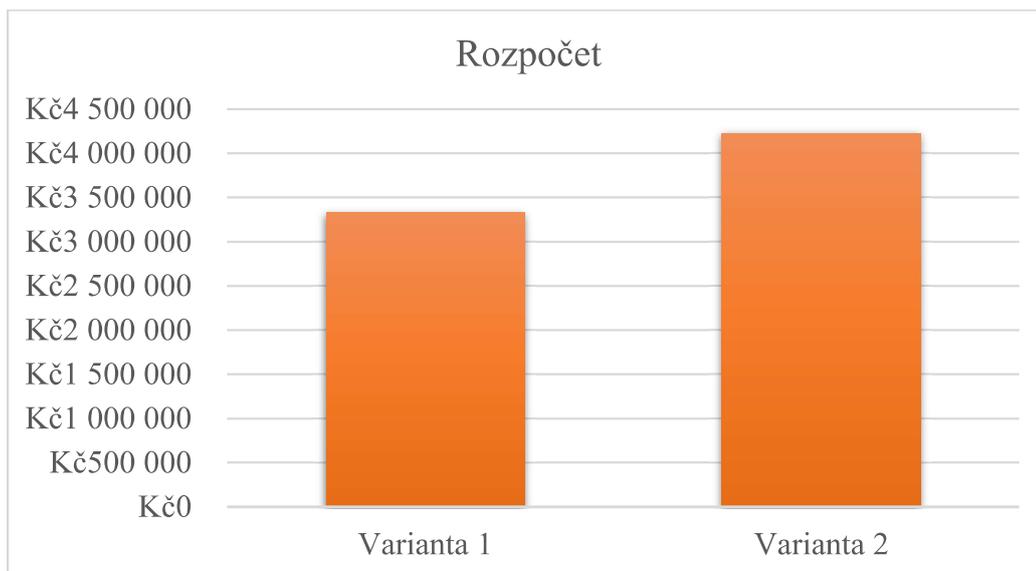
Krycí list 1 – uveden v příloze č.2; Krycí list 2 – uveden v příloze č.4

Tabulka 25 - Náklady na hrubý stavební objekt

Rozpočet	Cena (s DPH)
Varianta 1	3 335 468 Kč
Varianta 2	4 239 132 Kč

[vlastní]

Z tabulky č. 25 a grafu č.2 (viz dále) můžeme vidět navýšení ceny u varianty č. 2 asi na 127 %. Jedná se zejména o navýšení ceny v oblasti zateplení, volbě a montáže nosné konstrukce.



Graf 2 - Navýšení nákladů (rozpočtu) u varianty 2 [vlastní]

Varianta 1:

Tabulka 26 - Cena z rozpočtu 1

Cena rozpočtu (bez DPH)	2 900 407 Kč
Cena rozpočtu s DPH	3 335 468 Kč
Ostatní náklady (2 %)	58 008 Kč
Rezerva rozpočtu (7 %)	203 028 Kč

[Vlastní]

Varianta 2:

Tabulka 27 - Cena z rozpočtu 2

Cena rozpočtu (bez DPH)	3 686 202 Kč
Cena rozpočtu s DPH	4 239 132 Kč
Ostatní náklady (2 %)	73 724 Kč
Rezerva rozpočtu (7 %)	258 034 Kč

[vlastní]

Práce neuvedené v rozpočtu

Další práce PSV jako elektroinstalace, vodovod a kanalizace, zařizovací předměty zdravotnické jsou uvedeny v ceně za celý soubor orientačně (dle zdrojů na webových stránkách dodavatelů).

8.4.2 Analýza cen z rozpočtu

Konstrukční systém

Systém konstrukce u dřevostaveb je tvořen dřevěnou rámovou konstrukcí z hranolů, tyto položky jsou v rozpočtu v oddílu PSV. Jsou uvedeny v oddíle 762 konstrukce tesařské.

Izolace tepelné

Náklady na tepelné izolace se liší použitým materiálem, u první varianty se jedná o nejběžnější materiál pro výplňovou izolaci, a to minerální izolace. U druhé varianty jsou v systému mezi I nosníky aplikována foukáním dřevovláknitá izolační vlákna. Předstěny jsou vyplněny buď minerální izolací, nebo u druhé varianty opět aplikována dřevovláknitá izolace. Dřevovláknité izolační materiály mají vyšší pořizovací náklady než minerální vlna, a proto se tyto položky v rozpočtu liší.

Shrnutí jednotlivých položek

Oproti zděné stavby dochází u dřevostaveb k navýšení nákladů v části PSV. U PSV je nárůst u konstrukcí tesařských a suchá výstavba (oddíl 762 a 763). V těchto oddílech jsou uvedeny základní položky pro rámovou konstrukci dřevostavby, položky pro konstrukce příček, sádrovláknitých předstěn a jiné.

Náklady na projektové práce

Podkladem byly započitatelné náklady na stavbu. Výpočet procentní sazby byl proveden dle www.stavebnistandardy.cz, podle kterého činí náklady u původní varianty mezi 10,28 až 12,41 % a u nové varianty 9,92 % - 12,05 % ze započitatelných nákladů.

Náklady na koupě pozemku

Cena stavebního pozemku je v okolí lokality rodinného domu asi 2 200 Kč/m². Výměra pozemku je 350 m².

Tabulka 28 - Investiční náklady celkem

Náklady na projektové práce	278 409 Kč	465 655 Kč
Náklady na stavební objekty	3 335 468 Kč	4 239 132 Kč
Vedlejší náklady spojené s umístěním stavby (5 %)	166 773 Kč	211 957 Kč
Ostatní investice – pozemek	770 000 Kč	770 000 Kč
Provozní soubory	Nevyskytují se	Nevyskytují se
Umělecká díla	Nevyskytují se	Nevyskytují se
Ostatní náklady (2 %)	66 709 Kč	84 783 Kč
Provozní náklady na přípravu a realizaci (2,5 %)	83 387 Kč	105 978 Kč
Rezerva a rizika (5 %)	166 773 Kč	211 957 Kč
Investiční náklady na realizaci celkem	4 867 520 Kč	6 089 461 Kč

[vlastní]

V tabulce č.28 jsou shrnuty pořizovací náklady na stavební objekt.

8.4.3 Investiční náklady zdroje tepla

Pro jednotlivé varianty byly vybrány různé typy vytápění, pro variantu 1 je vycházeno z běžných typů vytápění s ohledem na nízkou pořizovací cenu zdroje. U varianty nové je kladen důraz na využití obnovitelných zdrojů, a proto budu uvažovat pořízení tepelného čerpadla typu vzduch/voda.

Tabulka 29 - Přehled vytápění dle variant

Varianty	Tepelná ztráta	Vytápění a ohřev TV	Další technologie
1	6,85 kWh	Plynový kotel kombinovaný a zásobník na ohřev TV	-
2	2,9 kWh	Tepelné čerpadlo a bojlerový zásobník	Větrací zařízení a rekuperace, solární systém

[vlastní]

Pořízení zdroje na vytápění varianta 1

Nejběžněji používaným zdrojem je plynový kombinovaný kotel, který má rovněž nízké náklady na pořízení a údržbu. Pro obyčejný rodinný dům stačí kotel o výkonu 5–50 kW. Tento typ je klasifikován jako prostor s plynovým spotřebičem do 50 kW dle ČSN 38 6441. Je zvolen plynový kotel kondenzační – pořizovací cena uvažována ve výši 50 000 Kč. [41][42][25]

Pořízení zdroje na vytápění varianta 2

Nově navržená varianta, blížící se pasivnímu standardu, vyniká snahou o maximální využití obnovitelné energie. Bude pořízeno tepelné čerpadlo, větrací jednotka s rekuperací a solární panely na ohřev vody.

Pro novostavbu je z dlouhodobého hlediska výhodné investovat do pořízení tepelného čerpadla, jedná se o velmi častý zdroj vytápění pro dnešní nízkoenergetické stavby. Bylo vybráno nejběžnější tepelné čerpadlo typu vzduch/voda značky Viessman typ S-222, jedná se o splitové čerpadlo, výhodou je objem zásobníku 210 litrů a má jmenovitý tepelný výkon 2,6 až 11,6 kW. Ceny tepelných čerpadel se pohybují nejčastěji mezi 200 až 250 tisíci Kč. Dle dodacího listu dodavatele topime.cz počítám s pořízením včetně montáže za cenu asi 220 tisíc Kč.

Tabulka 30 - Pořizovací cena tepelného čerpadla

Položka	Cena dodávky
Tepelné čerpadlo	152 697 Kč
Bojler OKC 200 NTRR/SOL+2,5kW	15 828 Kč
Topenářské práce a materiál	13 500 Kč
Elektroinstalace (práce vč. materiálu)	2 000 Kč
Chladářské práce a materiál, uvedení do provozu	7 000 Kč
Celkem bez DPH v Kč	191 025 Kč
celkem s DPH 15 %	219 679 Kč

[vlastní – dle analýzy cen dodavatelů]

Doporučené servisní služby 1x ročně se dle dodavatele (topime.cz) cenově pohybují mezi 2 490 - 3 990 Kč/rok. Tyto poplatky dále jsou uvažovány ve výpočtu provozních nákladů. [46]

	Silver	Gold	Platinum
Roční prohlídka tepelného čerpadla	✓	✓	✓
Elektronická servisní knížka	✓	✓	✓
Přednostní/Express výměna zařízení	do 14 dnů	do 7 dnů	do 4 dnů
Roční prohlídka elektrického vedení	✗	✓	✓
Náhradní díly v rámci roční prohlídky	✗	✗	✓
Nonstop telefonická podpora	✗	✗	✓
Pohotovostní výjezd zdarma	✗	✗	✓
Všechny náhradní díly, práce a doprava zdarma	✗	✗	✓
Cena za rok	2 490 Kč	3 490 Kč	3 990 Kč

Obrázek 24- Servisní poplatky pro TČ [vlastní dle nabídky]

Tabulka 31 - Náklady na pořízení zdroje tepla

Typ zdroje energií	Popis systému vytápění	Orientační náklady na pořízení
kondenzační plyn.kotel	Výkon 18 až 24 kW, účinnost 103 %, soustava nízkoteplotní – podlahové otopné plochy (40/35 °C).	Cca 50 tis. Kč
Tepelné čerpadlo	tepelné čerpadlo vzduch/voda značky Viessman typ S-222, splitové čerpadlo, objem zásobníku: 210 litrů, jmenovitý tepelný výkon: 2,6 až 11,6 kW.	220 tis. Kč

[vlastní]

8.4.4 Návrh větrací a rekuperační jednotky

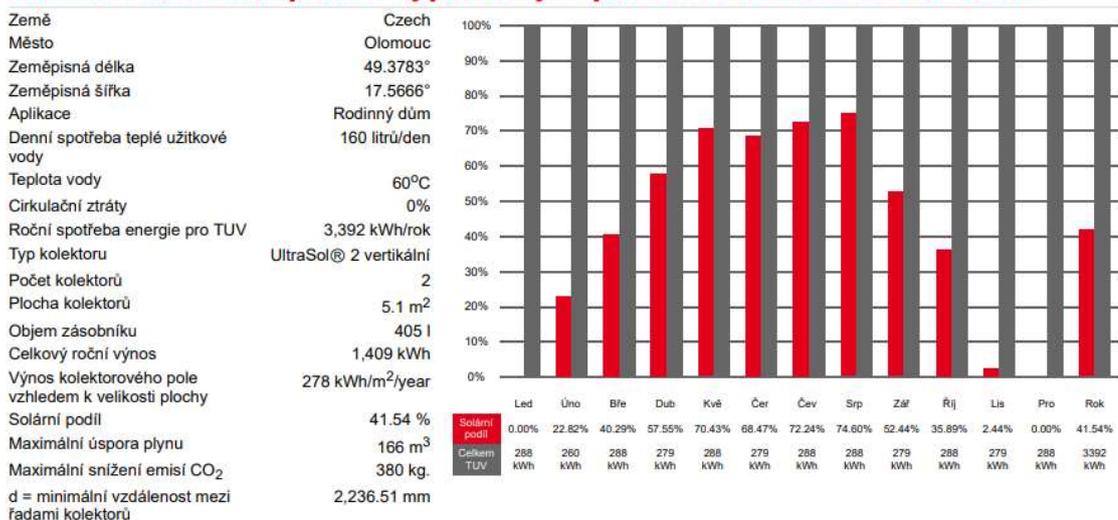
Výše navržený typ tepelného čerpadla je podle informací společnosti Viessmann efektivní kombinovat s rekuperačními systémy jako je např. Vitovent 300-F. Je možný i ohřev vzduchu, kde přes tepelný výměník bude přivedeno zpět až 98 % tepla obsaženého v odpadním vzduchu z přístroje Vitovent 300-F, a tak bude ohříván dovnitř proudící venkovní vzduch bez požadavků na dodávky další energie. Technicky i opticky tvoří centrální jednotku domovní techniky.

Náklady na pořízení větrání s rekuperací (větrací jednotka a rozvody vč. montáže) činí celkem 115 000 Kč. [47]

8.4.5 Solární kolektory

Pro snížení tepelné energie budou využity solární kolektory pro ohřev TV a vytápění. Pokrytí nákladů na vytápění a ohřev teplé vody bylo vypočteno dle kalkulačky asi na 41,5 %. (viz níže obrázek č. 26 – Výpis dle kalkulačky solární panel). Přesnější určení návratnosti ale závisí na konkrétních podmínkách, a to na lokalitě, sklonu panelů, délce slunečního svitu atd. Orientačně při využití dotace lze počítat s návratností 8–10 let. Náklady na pořízení solárního panelu byly stanoveny na 60 tisíc Kč, včetně odečtení dotace. [48]

Velikost solárního pole a výpočtový report dle EN 15316-4-3:2008



Důležité upozornění

Pozn.: Uvedené výpočty jsou pouze orientační. Hoval nenese žádnou odpovědnost za nesprávné nebo nepřesné výsledné hodnoty.

Ekologická stopa

Výběrem tohoto řešení každoročně zachráníte 8 m² lesa, během celkového životního cyklu 152m²



plocha zachráněného lesa

8 m²

každý rok



plocha zachráněného lesa

152 m²

během životního cyklu (20 let)

Obrázek 25 – Výpis dle kalkulačky solární panel [vlastní]

8.5 Provozní náklady

Provozní náklady jsou časově nejdelší fází životního cyklu. Na náklady má vliv nejen tepelná propustnost obálky budovy, ale i volba vytápění a jiných technologií. V programu TZB na webovém portálu DEKSOFT byl vytvořen protokol tepelných ztrát, od kterého se dále vyvíjely jednotlivé výpočty.

Tepelně technické vlastnosti

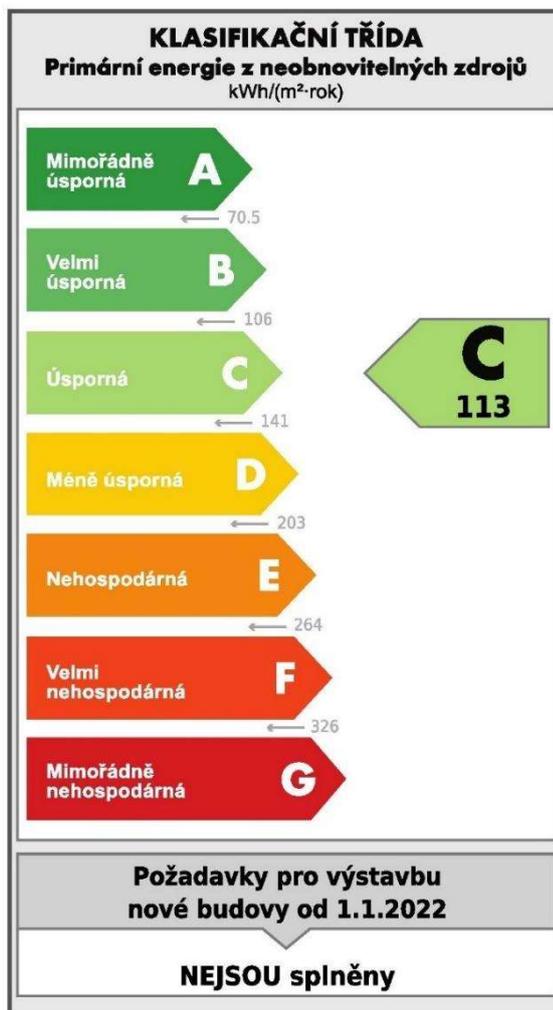
Tabulka 32 - Tepelné ztráty

Parametr/Varianta	Varianta 1	Varianta 2
Orientační tepelná ztráta [kW]:	6,85 kW	2,9 kW

[vlastní]

Energetický štítek obálky budovy

U varianty původní byl vytvořen orientační štítek obálky budovy a budova byla klasifikována v kategorii C – úsporná, avšak po roce 2022 jsou požadavky na novostavbu minimálně kategorie B.



Obrázek 26 - Zařazení do klasifikační třídy PENB

Zdroj: [Vlastní dle PENB budovy]

8.5.1 Výpočet provozních nákladů

Pro orientační výpočet provozních nákladů byl využit nástroj kalkulačka na stránkách tzb-info.cz, kde vstupní údaje jsou:

- Výpočtová venkovní teplota: -15 °C
- Podlahová plocha 100 m^2
- Výpočtová tepelná ztráta: dle varianty

- Teplá voda: 55 °C pro 4 osoby à 50 l/os 365 dnů/rok

Předpoklady výpočtu:

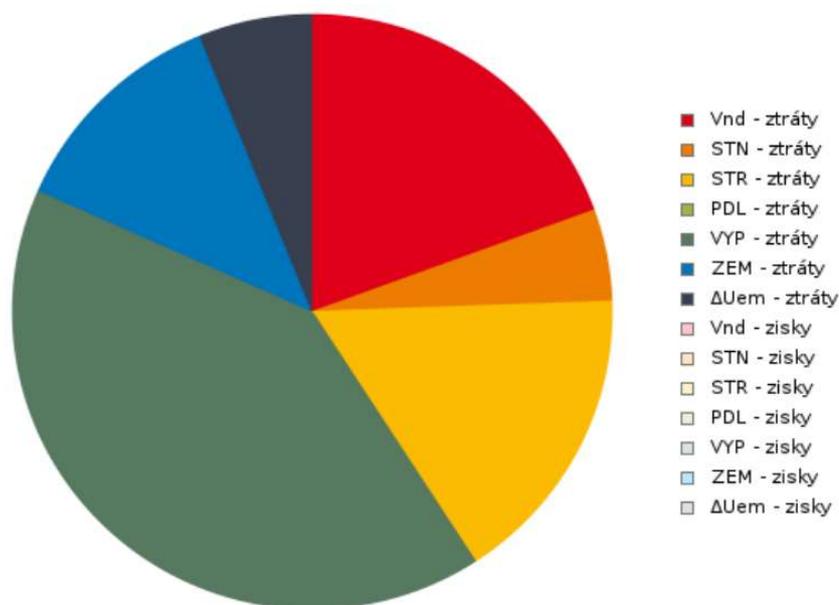
Pokud jde o výpočetní nástroj pro porovnání nákladů na vytápění na portálu TZB-info.cz a další kalkulátory tohoto typu, mohou být vodítkem, v každé situaci musíme postupovat individuálně a vyplňovat pečlivě jednotlivé údaje. Veškeré náklady jsou navrhovány na provoz 4členné domácnosti (údaj se uváděl pro výpočet vody, spotřebu elektrické energie apod.).

8.5.2 Náklady na vytápění a ohřev TV

Varianta 1 - Tepelná ztráta je dle protokolu TZB 6,85 kWh/rok a potřeba energie na vytápění a TUV je 16 114 kWh. Zdroj tepla byl zvolen kondenzační plynový kotel, jmenovitý výkon 15 kW a účinnost kotle je 103 %. Celkem náklady činí 26 780 Kč, pro ohřev TV jsou náklady 19 697 Kč. [protokol – příloha 6; výpočet – viz příloha 8]

Varianta 2 - Tepelná ztráta je přibližně 2,9 kWh. S využitím tepelného čerpadlo vzduch/voda v kombinaci s rekuperací a solárního předehřevu vody byly stanoveny náklady na vytápění ve výši 1 330 Kč/rok a ohřev TUV ve výši 1 913 Kč. [protokol – příloha 7; výpočet – příloha 8]

Přehled podílů typů konstrukcí a větrání na tepelných ztrátách Z1



Obrázek 27- Graf podílů konstrukcí na tepelných ztrátách

[vlastní]

Na obrázku č. 27 je znázorněn graf podílů tepelných ztrát dle protokolu TZB. Na grafu můžeme vidět, že nejvíce tepla v konstrukci uniká výplní otvorů a větráním, dále je značný podíl ztrát přes stropní konstrukci.

8.5.3 Náklady na elektrickou energii

S využitím již zmíněné kalkulačky (dle portálu tzb-info.cz), byla spočítána spotřeba za 4člennou domácnost, byly započítány běžné spotřebiče domácnosti jako sporák kombinovaný s troubou, rychlovarná konvice, mikrovlnná trouba, kombinovaná chladnička, pračka, sušička, myčka, započtená je i rekuperace nebo osvětlení. Tyto náklady se mohou měnit podle spotřebitele v závislosti na využívané spotřebiče v domě. U původního objektu byla spočítána spotřeba 4 139 kWh/rok, s cenou elektřiny od společnosti E.on se jednalo o částku asi 24 673 Kč. U nového návrhu je spotřeba 4 358 kWh a celkové náklady 22 461 Kč [výpočet v příloze č.8]

Tabulka 33 - Přehled nákladů na energii

Varianta	Tepelná ztráta	Potřeba energie na vytápění a teplou vodu v kWh/rok	Náklady v Kč/rok	
			Za vytápění	Za teplou vodu
Moderní dřevostavba	2,9 kW	3 030	1 330	1 913
Běžná dřevostavba	6,85 kW	12 238	26 154	8 704

Potřeba el. energie v kWh	Náklady za el. energii v Kč/rok	Platby paušální V Kč/rok	Cena za energii v Kč/rok
4 358	22 461	5880	31 584,00
4 139	24 673	6 168	65 108,00

[vlastní]

8.5.4 Náklady na vodné a stočné

Průměrná denní spotřeba vody na osobu v roce 2019 byla cca 89 litrů. V roce 2021 zdražila cena vodného a stočného průměrně o 1 % na 83,27 Kč.

Podle vyhlášky č. 120/2011 Sb., byla stanovena jako průměrná roční spotřeba vody pro obyvatele rodinného domu 50 m³. Pro RD uvažují 4člennou rodinu, tzn. celkem pro roční spotřebu vody uvažují 200 m³/rok.

V následující tabulce jsou uvedeny jednotkové ceny vodného a stočného v období let 2016–2021.

Tabulka 34 - Cena vodného a stočného v letech 2016-2021

Rok	Vodné [Kč / m3]	Stočné [Kč / m3]	Celkem [Kč / m3]	DPH	Růst	Inflace
2021	40.15	43.12	83.27	10 %	4.65 %	
2020	38.21	41.36	79.57	10 %	-0.45%	
2020	39.95	43.24	83.19	15 %	4.08%	
2019	38.36	41.57	79.93	15 %	3.99 %	2.80 %
2018	36.98	39.88	76.86	15 %	2.60 %	2.10%
2017	36.37	38.54	74.91	15 %	2.00%	2.50%
2016	35.83	37.61	73.44	15 %	2.17%	0.70 %

[48]

Odhadování ceny na dalších 30 let dopředu je obtížné, proto se budou uvažovat hodnoty z roku 2021, tedy 83,27 Kč /m³.

Náklady za vodné a stočné pro rodinný dům se 4člennou rodinou za 1 rok bude uvažována částka 16 654 Kč.

Tabulka 35 - Náklady na vodné a stočné

Cena za vodné a stočné za rok 2021	16 654 Kč
za 10 let	166 540 Kč
za 20 let	333 080 Kč
za 30 let	499 620 Kč

[vlastní]

8.5.5 Svoz komunálního odpadu

V okrese Kroměříž činil za rok 2021 poplatek za svoz komunálního odpadu 491 Kč/osobu/rok. Je počítáno se čtyřmi osobami v rodinném domě.

Tabulka 36 - Náklady na svoz odpadu

Svoz odpadu	1 964 Kč
Za 5 let	9 820 Kč
Za 20 let	39 280 Kč
Za 30 let	58 920 Kč

[vlastní]

8.5.6 Pojištění a daň z nemovitosti

Byla vypočítána přibližná daň z nemovitých věcí pomocí online kalkulačky, pro tento výpočet bylo potřeba znát výměru pozemku v m², výměru zastavěné plochy stavbami v m², místní koeficient a případně také koeficient podle velikosti obce. Někdy se také udává cena pozemku za 1 m². Pojištění domu bylo uvažováno orientačně pro malý RD, typem dřevostavba, v pořizovací ceně cca 4 mil. Kč.

Tabulka 37- Pojištění nemovitosti

Typ domu	Dřevostavba
Krytí pojištění	4 000 000 Kč
Pojištění	Cca 3 000 Kč

[vlastní]

Tabulka 38 - Daň z nemovité věci

Výměra pozemku v m ²	350
Koeficient podle velikosti obce	1
Místní koeficient	2,5
Daň pozemek (Kč)	68
Daň stavba (Kč)	595
Celkem (Kč)	663

[vlastní]

8.5.7 Servisní poplatky

V rámci servisních poplatků budu uvažovat poplatky na servis a pravidelné prohlídky plynového kotle, tepelného čerpadla, rekuperační a VZT jednotky.

Tabulka 39 - Podrobnosti údržby a servisní prohlídky

Zařízení	Nutné revize u PK	Legislativní ukotvení	Orientační ceny za 1 prohlídku	Četnost za X let	Náklady průměr. na 1 rok
Plynový kotel	Revize plynového zařízení	ČSN 07 0703/ vyhláška č. 85/1978 Sb.	1 200 Kč	1	1200,00
	Výměna detektoru úniku plynu		600 Kč	2	300,00
	Servis plynového spotřebiče do 50 kW	Servisní prohlídka	800 Kč	3	266,67
	Revize plynového spotřebiče do 50 kW	TPG 704 01	–	3	-
	Kontrola spalinových cest	Vyhláška č. 34/2016 Sb.	350 Kč	1	400,00
	Čištění spalinových cest	Vyhláška č. 34/2016 Sb.	350 Kč	1	400,00

VZT a rekuperace	Vyčištění rozvodů a případně zařízení		2 500 Kč	4	625,00
	Výměna filtračního zařízení		320 Kč	2	160,00
TČ	Čištění filtrů tepelného čerpadla		1 450 Kč	1	1450,00
	Kontrola těsnosti a úniku chladiva		2 500 Kč	1	2500,00
Servisní poplatky dle varianty	Varianta 1 - původní	2 566,67 Kč			
	Varianta 2 - dům nový (NZEB)	4 735,00 Kč			

[vlastní]

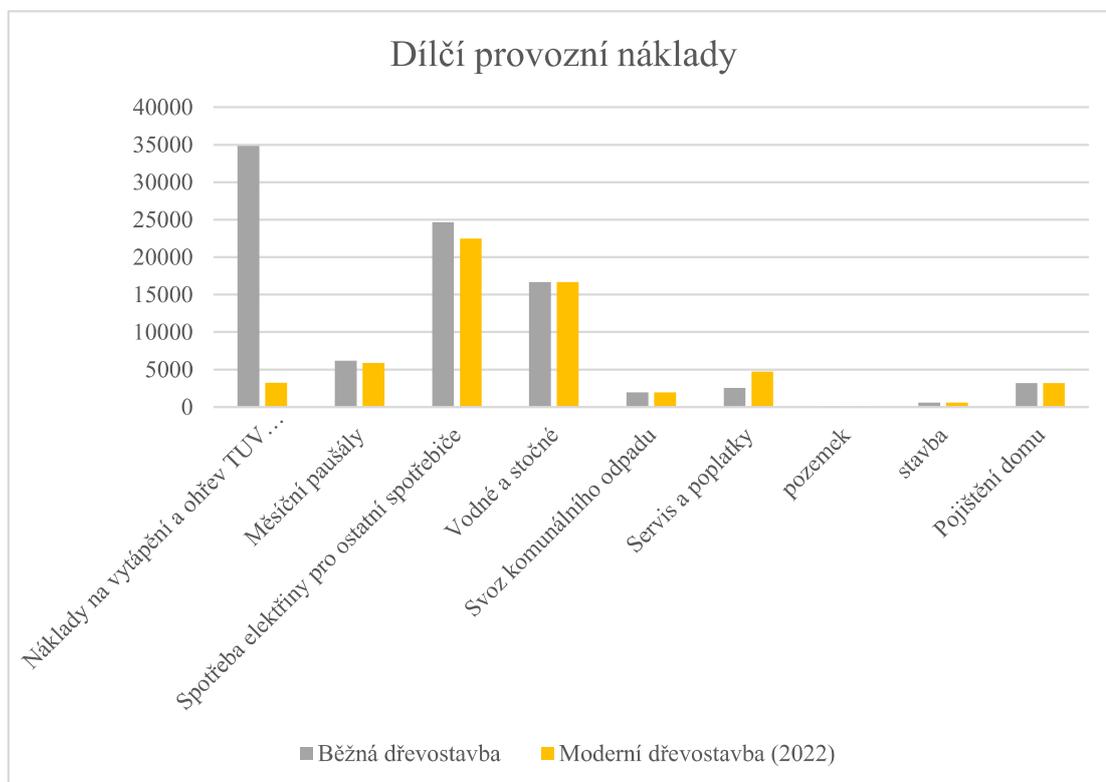
8.5.8 Shrnutí provozních nákladů

Tabulka 40 - Shrnutí provozních nákladů

Druhy provozních nákladů	Varianta 1 - Běžná dřevostavba (náklady v Kč/rok)	Varianta 2 - Moderní dřevostavba (NZEB) (náklady v Kč/rok)
Náklady na vytápění a ohřev TUV	34 858	3 243
Měsíční paušály	6 168	5 880
Spotřeba elektřiny – ostatní spotřebiče	24 673	22 461
Vodné a stočné	16 654	16 654
Svoz komunálního odpadu	1 964	1 964
Servis a poplatky	2 567	4 735
Daň z nemovitostí		-
a) pozemek	68	68
b) stavba	595	595
Pojištění domu	3 200	3 200
Roční provozní náklady celkem	90 747 Kč	58 800 Kč

[vlastní]

V tabulce č. 40 byly shrnuty předpokládané provozní náklady podle jejich účelného rozdělení. U nového návrhu vidíme úsporu provozních nákladů v oblasti vytápění a ohřevu vody, naopak vzrostou poplatky servisní. Jednotlivé náklady jsou pak také znázorněny graficky na grafu č. 3 (viz níže).



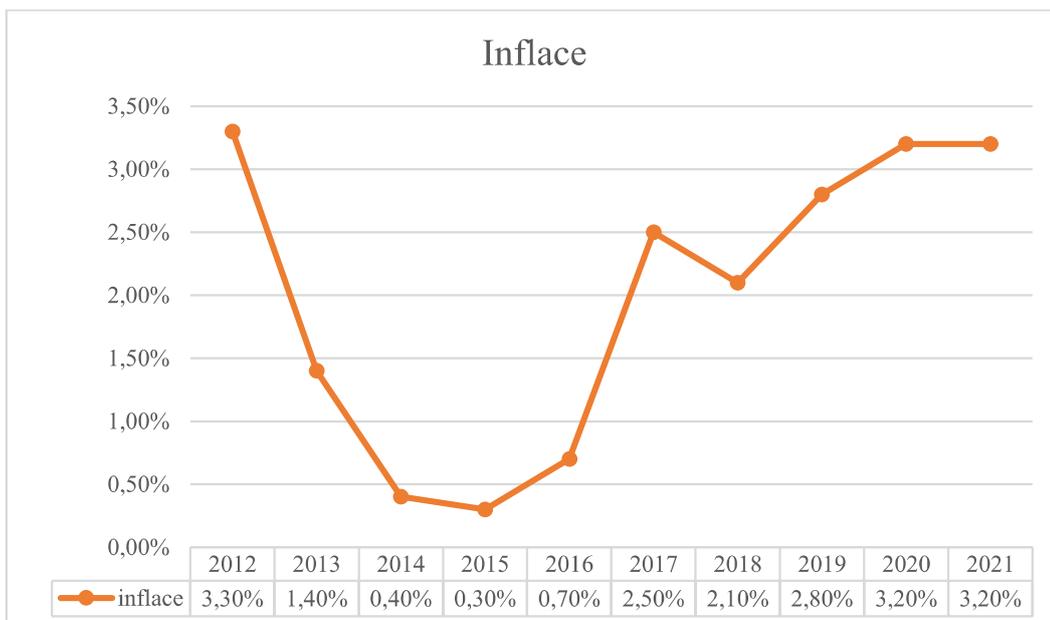
Graf 3 - Dílčí provozní náklady [vlastní]

8.5.9 Provozní náklady v čase

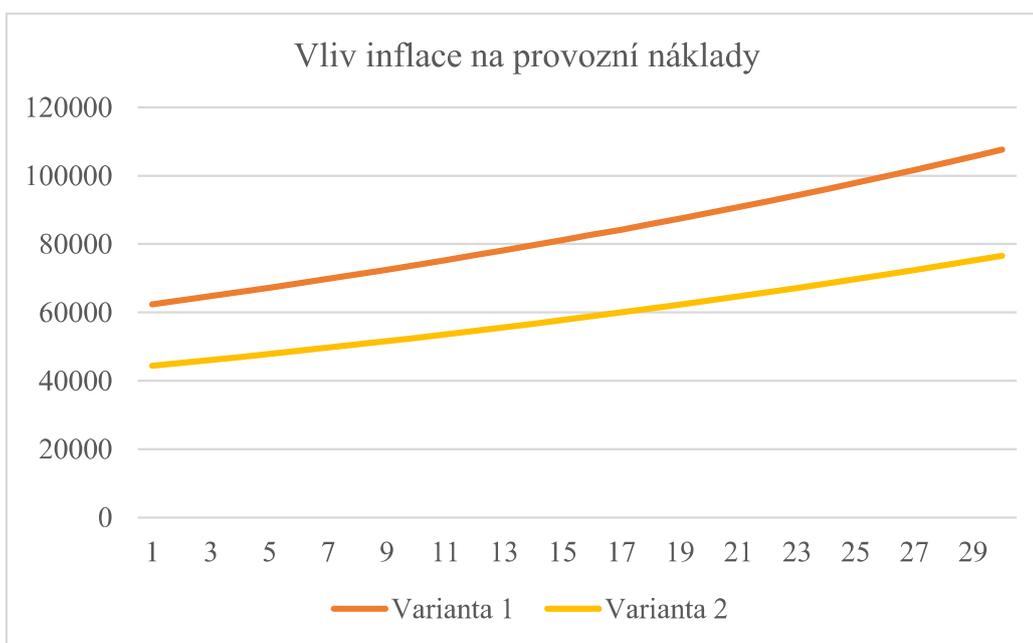
Dále bude spočítána výše nákladů po dobu uvažovaného hodnoceného období, pro účely této práce se jedná o dobu 30 let. Tyto náklady se každým rokem mohou měnit zejména vlivem inflace, cen energií a dalších faktorů.

Vývoj a predikce inflace

Za posledních 10 let se inflace pohybuje v průměru okolo 2 %, ale v důsledku pandemie koronaviru se toto číslo během posledních dvou let rychle mění a predikování není zcela prokazatelné. V roce 2020 průměrná inflace 3,2 %. V roce 2021 byla sice v první polovině roku výše inflace na 2,5 %, ale v dalším období roku vzrostla až na 5,5 %. Predikce (k 31.11.2021) podle ČNB na další roky jsou pro konec roku 2022 ve výši 4,1 % a pro rok 2023 byly predikce míry inflace 2,3 %. Průměrně za období 2012–2023 je předpoklad průměrné meziroční inflace 2,2 %. [50]



Graf 4 - Vývoj inflace od roku 2012 [50]



Graf 5 - Vliv inflace na provozní náklady [50]

8.5.10 Náklady na obnovu a rekonstrukce

Náklady na údržbu a rekonstrukci jsou smyslem pro prevenci vad, poruch, opotřebení stavby, které by mohli narušit provoz, funkčnost a estetiku budovy. Uvažuje se jen nutná obnova prvků, u kterých byla vyčerpána technická životnost. Dle některých zdrojů se uvádí přibližná orientační sazba 5-8 % z pořizovacích nákladů. Pro účely této práce jsem

výši odhadla pro období 30 let procentuálně dle literatury a odborného článku dostupného na webu www.tzb-info.cz na 8 % z pořizovacích nákladů.

Tabulka 41- Náklady na rekonstrukci, obnovu, údržbu

	Investiční náklady na stavební objekt	Náklady na rekonstrukce, obnovu, údržbu – 8 %				
		Celkem	po 10 letech	po 15 letech	po 20 letech	po 30 letech
Varianta 1	2 900 407 Kč	232 033 Kč	58 008 Kč	58 008 Kč	58 008 Kč	58 008 Kč
Varianta 2	3 686 202 Kč	294 896 Kč	73 724 Kč	73 724 Kč	73 724 Kč	73 724 Kč

[Vlastní]

8.5.11 Celkové náklady v provozní fázi

Dále budou spočítány celkové náklady na 30 let, nebude ale uvažováno s diskontováním, tedy nebude uvažován vliv inflace. Náklady na provoz budou fixní pro každý rok a náklady na obnovu a údržbu budou fixní jednorázové po 10ti, 15ti, 25ti a 30ti letech. Výměna zdroje vytápění je uvažováno u plynového kondenzačního kotle za 15 let a u tepelného čerpadlo za 20 let (deklarováno výrobcem).

Tabulka 42 - Kumulované provozní náklady

Počet let	Varianta 1	Varianta 2
1 rok	90 747 Kč	58 800 Kč
Za 5 let	544 482 Kč	352 800 Kč
Za 15 let	1 617 968 Kč	1 088 248 Kč
Za 30 let	3 054 443 Kč	2 208 896 Kč

[vlastní]

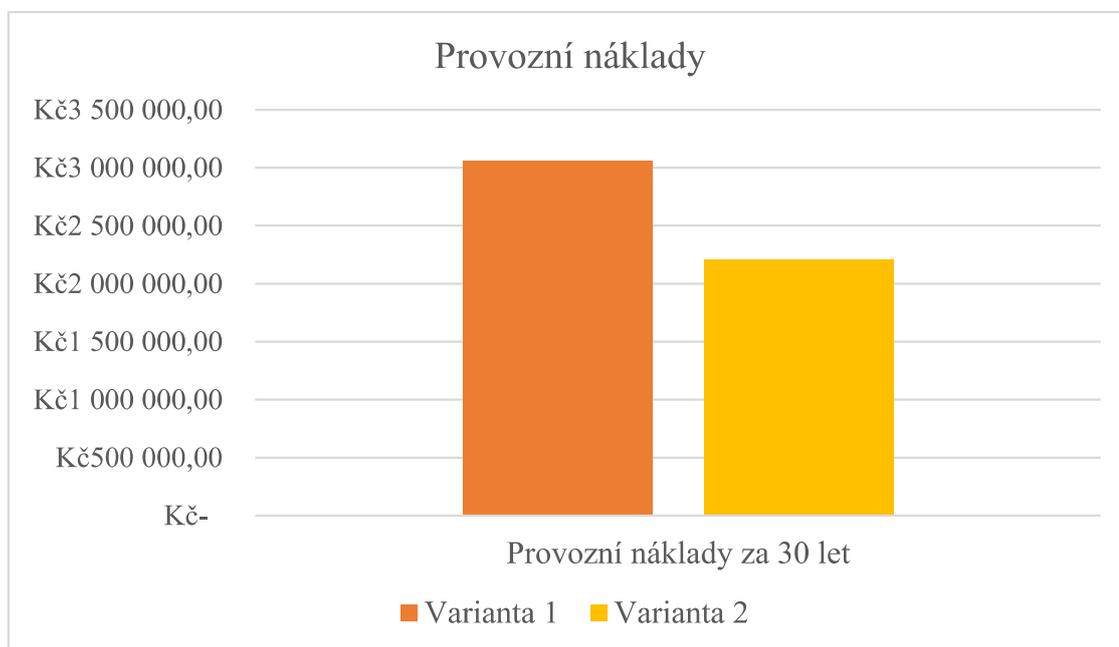


Graf 6 - Náklady v letech kumulované [vlastní]

Tabulka 43 - Náklady provozní za období 30 let

Náklady	Varianta 1	Varianta 2
Provozní náklady za 30 let	3 054 443 Kč	2 208 896 Kč

[vlastní]



Graf 7- Provozní náklady za celé období [vlastní]

Na grafu č. 7 jsou znázorněné provozní náklady za celé hodnocené období, z něj lze vidět snížení provozních nákladů na asi 72 % nákladů původní varianty. V původním

návrhu zaplatíme za provozní náklady za 30 let cca 3,054 mil. Kč, u druhé varianty náklady činí asi 2,21 mil. Kč.

Roční úspora provozních nákladů je tedy ve výši asi 31 947 Kč. Celkem za 30 let to dělá cca 958,40 tisíc Kč.

8.6 Náklady na likvidaci (prodej)

Pokud bychom za 30 let provozu uvažovali o prodeji, tak byla stanovena odhadem cena tržní (obecná) na 3 700 000 Kč. Metoda stanovení ceny je citlivá dle úvahy odhadce, musí reagovat na trh aktuálně, informace z inzerátů jsou orientační a v důsledku nejistoty trhu za 30 let se může jednat o značný cenový rozdíl. Je zohledněno 30leté stáří objektu, avšak nejsou zohledněné rekonstrukce a jiné vlivy.

Tabulka 44 - Ocenění rodinného domu

Ocenění	Cena
Cena dle vyhlášky – porovnávací způsob	390 281 Kč
Cena odhad porovnáním	3 735 860 Kč
Obvyklá (tržní, obecná) cena podle odhadu	3 700 000 Kč

[vlastní]

8.7 Dotace Nová zelená úsporám

Na výstavbu domu ve standardu domu téměř s nulovou spotřebou lze využít dotaci v dotačním programu Nová zelená úsporám. Dotace na novostavby jsou obsahem kategorie B dotačního programu. Výše dotace se stanovuje minimálně od 200 tisíc Kč, dále 350 tisíc Kč až do výše maximálně 500 tisíc Kč. Navržený dům by měl spadat do kategorie velmi nízké spotřeby energie, v případě uvažování dotace, by byla ve výši 350 tisíc Kč.

8.8 Rekapitulace nákladů

Z předchozích uvedených výpočtů jsem stanovila celkové nediskontované náklady. Porovnány byly investiční a provozní náklady, jež by měl investor znát, než se rozhodne investovat své peníze do stavby rodinného domu. Prvním kritériem je pořizovací cena s DPH, dalším pak provozní náklady na dobu 30 let užívání stavby, třetím kritériem jsou

náklady na údržbu a opravy objektu Tato kritéria jsou společně uvedena v tabulce č.46 (viz níže).

Největší část nákladů je nutno vynaložit v investiční fázi. Je třeba investovat do lepších izolačních vlastností domu a technologií na provoz domu. Vybraný rodinný dům je postaven v energetické třídě A, tudíž provozní náklady netvoří tak významný podíl na celkových nákladech.

Náklady životního cyklu stavby = pořizovací náklady + náklady na provoz + náklady na údržbu + náklady na likvidaci.

Tabulka 45 - Náklady investiční a provozní fáze životního cyklu

Rekapitulace nákladů		
Pořizovací náklady	Cena stanovená položkovým rozpočtem	4 239 132 Kč
	Ostatní pořizovací náklady	1 850 329 Kč
	Pořízení zdroje vytápění + VZT	384 329 Kč
Provozní náklady	Na 30 let (vč. nákladů na obnovu a rekonstrukci)	2 208 896 Kč

[vlastní]

8.9 Ekologické porovnání variant

Dřevostavby produkují nižší emise oxidu uhličitého v životním cyklu než stavby zděné a betonové. V dřevostavbě lze použít ekologickou variantu zateplení jako dřevovláknno, ovčí vlnu, konopí a další přírodní materiály. [19]

Protože obě varianty jsou typem dřevostavby, tak z hlediska ekologického hodnocení se přihlíží k volbě materiálu, zejména izolačnímu. Z tohoto důvodu má nově navržená varianta menší ekologickou stopu. Byla zvolena dřevovláknitá foukaná izolace, v kombinaci s nosnými prvky systému STEICO se varianta řadí mezi ekologické způsoby výstavby. [51] [45]

9 Závěr

V teoretické části své práce jsem poskytla stručné informace o dnešní výstavbě dřevostaveb, volbě vybavení, jak technického, tak i technologického, nezbytné informace týkající se nízkoenergetického, téměř nulového nebo také pasivního standardu a s tím souvisejících legislativních požadavků. Zejména jde o požadavky na budovy po roce 2022, požadavky na vypracování PENB a další. Stěžejní informace byly o životním cyklu staveb, jedná se o několik fází od předinvestiční, přes investiční, provozní až o likvidaci stavby. Zmínka byla také o materiálních vstupech a energiích spotřebovaných v průběhu provozní fáze nebo také o dopadu staveb na životní prostředí. Analýza rizik byla rozčleněna podle toho, zda budeme stavbu provádět svépomocí nebo stavbu na klíč. U stavby svépomocí existuje vyšší riziko nekvalitně provedené konstrukce i detailů, proto je z mého názoru lepší si nechat postavit dřevostavbu u osvědčeného dodavatele. Poznatky sepsané v teoretické části byly dále použity v části praktické

Cílem praktické části hodnocení rodinného domu v oblastech týkajících se nákladů životního cyklu pro novou budovu s téměř nulovou spotřebou energie dle nových požadavků. Byly analyzovány náklady v průběhu všech fází životního cyklu, kdy nejvýznamnější položku představovala investice do realizace objektu kvůli použitým materiálům s důrazem na kvalitu jejich ekologickou hodnotu.

V první fázi byly vypočteny investiční náklady, a to s pomocí rozpočtovacího softwaru Kros a tyto náklady na pořízení byly vyšší oproti původní asi o 27 % (cca o 786 tisíc Kč), neboť byly použity kvalitní a ekologické materiály a konstrukční prvky. Objekt má díky tomu menší tepelné ztráty a nespoteřebuje tolik energie v provozní fázi. Dle průkazu PENB by navržená varianta domu měla spadat do kategorie A, tedy velmi úsporný dům, a tím vyhovět novým požadavkům na novostavby. Dle výpočtu tepelných ztrát byly stanoveny náklady provozní. Varianta 2, tedy nová stavba, vykazuje lepší vlastnosti v oblasti tepelně-izolační stránky, součinitel prostupu tepla vykazoval hodnoty až pasivní stavby u vybraných konstrukcí (obvodová stěna, stropní konstrukce a střešní konstrukce). Bylo uvažováno zateplení ve vyšším množství, jako ekologické zateplení byla vybrána dřevovláknitá izolace. Ve spojení s technologiemi, jako je řízené větrání, rekuperace vzduchu, tepelné čerpadlo, solární ohřev vody a zásobník na teplou vodu, bude navržená varianta poskytovat budoucímu vlastníkovu dostatečný komfort a zdravé a ekologické prostředí pro bydlení s nižšími provozními náklady. Z vypočítaných nákladů na provoz domu bylo stanoveno, že je nově navržená varianta úspornější asi o 29 % než varianta původní. Úspora provozních nákladů činila asi 31 947 Kč za rok, z toho vychází, že zvyšování požadavků na energetickou náročnost je žádoucí a ušetřené peníze lze vložit do technologií na provoz nebo modernizace.

Je důležitý nejen výběr konstrukce, materiálů, ale i typ vytápění a jiných technologií v závislosti na prostředí či okolí domu. Je nutné zahrnout zdroje vytápění i ohřevu vody s nižší ekologickou stopou, využívající obnovitelné energie, zvýšit množství tepelné izolace a provést další opatření. Dále pro úsporné novostavby je výhodné využití dotačního programu (např. Nová zelená úsporám). Nová zelená úsporám nabízí výši podpory pro nový dům s nízkou energetickou náročností od 200 tisíc Kč až do výše 500 tisíc Kč.

Největší problémy ve vypracování práce způsobila ztížená situace na trhu se stavebními materiály, kdy se ceny vstupů za poslední rok zcela měnily. Měnily se nejen ceny materiálů, ale i ceny energií, míra inflace a další vstupní hodnoty. Z tohoto důvodu bylo těžké vypracování jednotlivých nákladů a jejich následná predikce na další období.

Závěrem podotknu, že již v předinvestiční fázi by si investor měl spočítat předpokládané náklady na provoz, uvažovat vhodná opatření a počáteční investice, které sníží nejen náklady v provozní části životního cyklu budoucí stavby, ale i negativní vliv na životní prostředí.

Obor stavebnictví se stále vyvíjí a čím dál častěji se vracíme ke stavbám z přírodního materiálu. Dřevostavba je především vhodná pro toho, kdo chce rychlou výstavbu s příznivými podmínkami nízkoenergetického provozu a užívání stavby.

10 Zdroje

- [1] RŮŽIČKA, Martin. *Moderní dřevostavba*. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-3298-5.
- [2] HRDLIČKA, Tomáš a Tereza OPÁLKOVÁ. Oceňování dřevostaveb v kontextu tržního oceňování. *Tzb-info.cz* [online]. 2019 [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/drevostavby/19053-ocenovani-drevostaveb-v-kontextu-trzniho-ocenovani>
- [3] TRANDOVÁ, Lenka. *Statistiky - Češi staví více dřevostaveb* [online]. 2021 [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: <https://www.admd.cz/aktuality/statistiky-cesi-stavi-vice-drevostaveb>
- [4] VRATISLAV, Blaha. Dřevostavby v České republice pokračují v trendu kontinuálního růstu. *Bulletin* [online]. 2018, (2), 24 [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: https://www.admd.cz/images/bulletin/2_2018/bulletin_2018.pdf
- [5] Michaela Servusová *Ekologie dřevostaveb a pasivní dřevostavby*. Brno, 2020. 59 s., 14 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí práce Ing. Miloslav Výskala, Ph.D
- [6] BERNARDOVÁ, Markéta. V dřevostavbě z CLT panelů je dřevo nejen vidět, ale i cítit. *Dřevo a Stavby* [online]. 2021 [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: <https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/konstrukce-drevostaveb/6726-konstrukce-drevostaveb-z-clt-panelu-novatop>
- [7] Bytová a nebytová výstavba a stavební povolení. *Český statistický úřad* [online]. Praha, 01.12.2021 [cit. 2021-12-25]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/bvz_cr
- [8] SEDLÁK, J. Porovnání reálného rozpočtu staveb na bázi dřeva s rozpočty dle cenových soustav. Diplomová práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2016. Lesnická a dřevařská fakulta.
- [9] BLAHA, Vratislav: Dřevostavby v České republice pokračují v trendu kontinuálního růstu. *Bulletin Asociace dodavatelů montovaných domů 2/2018*. Evidenční číslo MK ČR E 21874.
- [10] ČSN EN ISO 14001:2005 Systémy environmentální managementu – Požadavky s návodem k použití. Praha: Český normalizační institut
- [11] CHYBÍK, Josef. *Přírodní stavební materiály*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009. Stavitel. ISBN 978-80-247-2532-1

- [12] ČEJKA, Michal a Jan ANTONÍN. Budovy s téměř nulovou spotřebou – porovnání energetických standardů: Přehled standardů energetické náročnosti budovy. *Tzb-info.cz* [online]. 2017 [cit. 2021-12-22]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/15181-budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-porovnani-energetickych-standardu>
- [13] ČEJKA, Michal. Novela vyhlášky č. 78/2013 Sb. – Část 4: Úprava požadavků na NZEB. *Tzb-info.cz* [online]. 2020 [cit. 2021-12-22]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/20768-novela-vyhlasky-c-78-2013-sb-cast-4-uprava-pozadavku-na-nzeb>
- [14] Druhý krok k budovám s téměř nulovou spotřebou povede k realizaci kvalitnějších projektů. *Šance pro budovy* [online]. 2020 [cit. 2021-12-25]. Dostupné z: <https://sanceprobudovy.cz/druhy-krok-k-budovam-s-nulou/>
- [15] TĚMĚŘ NULOVÉ DOMY: CO ČEKÁ STAVEBNÍKY OD 1. 1. 2022? *Izolace-info.cz* [online]. 2021 [cit. 2021-12-25]. Dostupné z: <https://www.izolace-info.cz/technicke-informace/pasivni-domy/22930-temer-nulove-domy-co-ceka-stavebniky-od-1-1-2022-a.html#.YcbyJGjMLIV>
- [16] JAKÉ ZMĚNY ČEKÁJÍ NOVOSTAVBY OHLÁŠENÉ PO 1. 1. 2022? [online]. In: . 2021 [cit. 2021-12-25]. Dostupné z: <https://www.dumjednimtahem.cz/cz/aktuality/473-jake-zmeny-cekaji-novostavby-ohlasene-po-1-1-2022>
- [17] CLIMAWOOD – foukaná dřevoláknitá izolace [online]. [cit. 2022-01-01]. Dostupné z: <http://www.climawood.cz/>
- [18] Průkaz energetické náročnosti budov. *Projekční kancelář Ing. Vratislav Štefko* [online]. 2021 [cit. 2021-12-25]. Dostupné z: <https://www.energeticke-prukazy.eu/prukaz-energeticke-narocnosti-budov>
- [19] HUDEC Mojmír, Blanka JOHANISOV8, Tomáš MANSBART. Pasivní domy z přírodních materiálů. Praha: Grada,2013. ISBN: 978-80-247-4243-4.
- [20] MURTINGER, Karel. *Úsporný rodinný dům*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4559-6.
- [21] *Nová zelená úsporám dotace pro bydlení* [online]. [cit. 2021-12-25]. Dostupné z: <https://novazelenausporam.cz/>
- [22] *Když tepelnou izolaci, tak ISOCELL* [online]. 12.9.2012 [cit. 2021-12-25]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/stavba/izolace/kdyz-teplnou-izolaci-tak-isocell.aspx>
- [23] Normové hodnoty součinitele prostupu tepla UN,20 jednotlivých konstrukcí dle ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky: Požadované a

doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://stavba.tzbinfo.cz/tabulky-a-vypocty/136-normove-hodnoty-soucinitele-prostuputepla-un-20-jednotlivych-konstrukci-dle-csn-73-0540-2-2011-tepelnaochrana-budov-cast-2-pozadavky>

[24] PETRÁŠ, Dušan. *Vytápění rodinných a bytových domů*. Bratislava: Jaga, 2005. Vytápění. ISBN 80-8076-020-9.

[25] PREGIZER, Dieter. *Zásady pro stavbu pasivního domu*. Praha: Grada, 2009. Stavitel. ISBN 9788024724317.

[26] KARLÍK, Robert. *Tepelné čerpadlo pro váš dům*. Praha: Grada, 2009. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-2720-2.

[27] Viessmann: Topné systémy. *Viessmann.cz* [online]. [cit. 2021-12-25]. Dostupné z: <https://www.viessmann.cz/cs/bereiche/topne-systemy.html>

[28] HUDEC, Mojmír. *Pasivní rodinný dům: proč a jak stavět*. 1. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2555-0.

[29] SRDEČNÝ, K. a MACHOLDA F. *Úspory energie v domě*. 1. vyd. Praha: Grada, 2004, 111 s. ISBN 8024705230

[30] Fotovoltaické elektrárny. *Sollaris* [online]. [cit. 2021-12-25]. Dostupné z: <http://www.sollaris.cz/>

[31] Stavby se prodražují. Některé materiály stojí ve srovnání s předloňskem dvojnásobek. In: *DŘEVO&stavby* [online]. 2.3.2020 [cit. 2021-12-25]. Dostupné z: <https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/doporucujeme/5902-stavby-se-prodrazujji-nektere-materialy-stoji-ve-srovnani-s-predlonskem-dvojnásobek>

[32] BERÁNKOVÁ, Eva. Životní cyklus staveb. *Tzb-info* [online]. 12.8.2013 [cit. 2021-12-25]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/udrzba-budov/10219-zivotni-cyklus-staveb>

[33] POVÝŠIL, Roman. Budou nízkoenergetické budovy také ekonomicky efektivní pro investory a uživatele? *Tzb-info* [online]. 27.5.2013 [cit. 2021-12-25]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/nizkoenergeticke-stavby/9954-budou-nizkoenergeticke-budovy-take-ekonomicky-efektivni-pro-investory-a-uzivatele>

[34] MARKOVÁ, L. a kol., 2011. *Náklady životního cyklu stavby*. Brno, Akademické nakladatelství Cerm, s.r.o. Brno, 125 s. ISBN 978-80-7204-762-8.

- [35] SMOLA, Josef. Stavba a užívání nízkoenergetických a pasivních domů. Praha: Grada, 2011. Stavitel. ISBN 978-80-247-2995-4
- [36] KUDA, František. Teoretické aspekty problematiky správy a údržby bytových domů. *Tzb-info* [online]. 10.11.2014 [cit. 2021-12-25]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/udrzba-budov/11960-teoreticke-aspekty-problematiky-spravy-a-udrzby-bytovych-domu>
- [37] BŘEZINOVÁ, Jana. Topení plynem a elektřinou 2020: Co je výhodnější? *Tzb-info* [online]. 11.8.2020 [cit. 2021-12-25]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/topeni-plynem-vs-elektrinou>
- [38] SCHINDLER, Jan. Jaké zdražení elektřiny a plynu čeká stálé klienty ČEZu a innogy ve srovnání s bývalými zákazníky Bohemia Energy. *Tzb-info.cz* [online]. , 1 [cit. 2022-01-10]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energii/23056-jake-zdrazeni-elektriny-a-plynu-ceka-stale-klienty-cezu-a-innogy-ve-srovnani-s-byvalymi-zakazniky-bohemia-energy>
- [39] Elektřina – ceny a grafy elektřiny, vývoj ceny elektřiny. *Kurzy.cz* [online]. 1.11.2021 [cit. 2021-12-25]. Dostupné z: <https://www.kurzy.cz/komodity/cena-elektriny-graf-vyvoje-ceny/1MWh-czk-1-rok>
- [40] Porovnání nákladů na vytápění, teplou vodu a elektrickou energii – TZB-info: Výpočet provozních a investičních nákladů u rodinných domů. *Tzb-info.cz* [online]. [cit. 2021-12-25]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/138-porovnani-nakladu-na-vytapani-teplou-vodu-a-elektrickou-energii-tzb-info>
- [41] GAJDOŠOVÁ, Markéta. Životnost dřevostavby – co jste možná nevěděli. *Dřevo a Stavby* [online]. 29.10.2018 [cit. 2021-12-25]. ISSN 1803-6996. Dostupné z: <https://www.drevoastavby.cz/vse-o-drevostavbach/jak-na-drevostavbu/na-co-si-dat-pozor/5285-zivotnost-drevostavby-co-jste-mozna-nevedeli>
- [42] Konstrukce dřevostavby na klíč. *HP DOMY* [online]. 2021 [cit. 2021-12-25]. Dostupné z: <https://www.hp90.cz/konstrukce.html>
- [43] První vlaštovka v ČR? Dřevostavba ze systému I – nosníků FERMACELL+STEICO. *Dřevo a stavby* [online]. 31.5.2011 [cit. 2021-12-25]. ISSN 1803-6996. Dostupné z: <https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/konstrukce-drevostaveb/1182-prvni-vlastovka-v-cr-drevostavba-ze-systemu-i-nosniku-fermacellsteico>

- [44] Difuzně otevřená konstrukce dřevostavby. *Easyhomes.cz* [online]. Easy Homes Solutions [cit. 2021-12-25]. Dostupné z: <https://easyhomes.cz/difuzne-otevrena-konstrukce/>
- [45] Stavební materiály ze dřeva šetrné k životnímu prostředí. *STEICO.com* [online]. 1.1.2021 [cit. 2021-12-25]. Dostupné z: https://web.steico.com/fileadmin/steico/content/pdf/Marketing/Czech/STEICO_Image_cz_i.pdf
- [46] VITOUŠ, Jan a Martin KNY. Větrací jednotky s tepelným čerpadlem, část 2. Ekonomické hodnocení. *Tzb-info* [online]. 12.5.2020 [cit. 2021-12-25]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-s-rekuperaci/20651-vetraci-jednotky-s-tepelnym-cerpadlem-cast-2-ekonomicke-hodnoceni>
- [47] Typové stavby. *V-systém elektro* [online]. [cit. 2021-12-25]. Dostupné z: <https://www.v-system.cz/typove-stavby/>
- [48] PERGL, Jan. Kolik stojí domácí solární elektrárna. Vyplatí se? In: *Nazeleno.cz* [online]. 11.4.2019 [cit. 2021-12-25]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/energie/fotovoltaika-1/domaci-solarni-elektrarna-kolik-stoji-vyplati-se.aspx>
- [49] Cena vody Kroměříž. *Pravda o vodě* [online]. NADAČNÍ FOND PRAVDA O VODĚ, 1.1.2021 [cit. 2021-12-25]. Dostupné z: <https://pravdaovode.cz/cena-vody-kromeriz/>
- [50] Prognóza ČNB – podzim 2021. *ČNB* [online]. Praha, 4. 11. 2021 [cit. 2021-12-25]. Dostupné z: <https://www.cnb.cz/cs/menova-politika/prognoza/>
- [51] ČÁSLAVA, P. Šetrné bydlení na venkově. Podtitul: porovnání konstrukčních systémů pro pasivní dřevostavby. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, 2013. 135 s
- [52] Katalog domů. *Moravské dřevostavby* [online]. Velké Meziříčí, 2021 [cit. 2022-01-13]. Dostupné z: <https://www.moravske-drevostavby.cz/katalog-domu>

11 Zkratky a značky

AP – emise SO₂ (z anglického „Acidification Potencial“)

BD – bytový dům

COP – topný faktor (z anglického „Coefficient of Performance“)

ČSN – české technické normy

GWP – ukazatel emise CO₂ (z anglického „Global warming potential“)

NPV – čistá současná hodnota (z anglického „Net Present Value“)

NZEB – budovy s téměř nulovou spotřebou (z anglického „nearly zero-energy buildings“)

OT – otopná soustava

PEI – vázaná primární energie (

RD – rodinný dům

PENB – Průkaz energetické náročnosti budov

TBF – „two by four“ systém

TUV – teplá užitková voda

U – součinitel prostupu tepla

Λ – součinitel tepelné vodivosti

12 Seznam obrázků

Obrázek 1-Podíl dřevostaveb na celkové výstavbě RD	15
Obrázek 2- Statistika výstavby dřevostaveb roku 2020	16
Obrázek 3- Stavba z CLT panelů	17
Obrázek 4 - Podíl konstrukčních variant na výstavbě dřevostaveb	18
Obrázek 5 - Porovnání potřeby energie RD dle standardů	22
Obrázek 6 - Desatero nízké spotřeby	24
Obrázek 7- Grafická podoba PENB	25
Obrázek 8 - Foukaná celulóza	31
Obrázek 9 - Dřevovláknitá izolace STEICO	32
Obrázek 10 - Tepelné čerpadlo vzduch/voda	38
Obrázek 11 - Využití fotovoltaiky v RD	40
Obrázek 12 – Fáze životního cyklu stavby	43
Obrázek 13 - Životní cyklus stavby	46
Obrázek 14 - Podíl dílčích nákladů RD	47
Obrázek 15 - Vývoj ceny elektřiny za rok 2021	51
Obrázek 16 – Typový dům	57
Obrázek 17- Půdorys a dispozice objektu	58
Obrázek 18- Obrázek domu systému rámové konstrukce	61
Obrázek 19 - Skladba příčky	63
Obrázek 20 - Strop nad 1NP	64
Obrázek 21 - Skladba obvodové konstrukce	66
Obrázek 22- Střecha s dřevovláknitou izolací	68
Obrázek 23 - Systém STEICO	70
Obrázek 24- Servisní poplatky pro TČ	76
Obrázek 25 – Výpis dle kalkulačky solární panel	78
Obrázek 26 - Zařazení do klasifikační třídy PENB	79
Obrázek 27- Graf podílů konstrukcí na tepelných ztrátách	80

13 Seznam tabulek

Tabulka 1 - Počet dřevostaveb na výstavbě	18
Tabulka 2- Dotace na tepelná čerpadla	26
Tabulka 3 - Výše podpory pro novostavby	27
Tabulka 4 - Podmínky pro oblast B (novostavby)	28
Tabulka 5 - Hodnoty součinitele prostupu tepla dle ČSN.....	34
Tabulka 6 - Investiční fáze	44
Tabulka 7 - Provozní fáze	44
Tabulka 8 - Fáze a členění projektu	45
Tabulka 9- Vývoj ceny elektřiny mezi lety 2020 a 2021	49
Tabulka 10 - Cena elektřiny dle dodavatelů (k 1.12.2021).....	50
Tabulka 11- Porovnání ročních nákladů na energie v rodinném domě	51
Tabulka 12- Tabulka shrnutí popisu variant [vlastní]	59
Tabulka 13 - Hodnoty součinitele prostupu tepla	59
Tabulka 14- Skladba obvodové konstrukce 1	62
Tabulka 15 - Skladba stěny	62
Tabulka 16 - Skladba příčka 1	63
Tabulka 17- Tabulka skladby stropu nad 1 NP - 1.....	64
Tabulka 18 - Skladba podlahy na zemině	65
Tabulka 19 - Volba izolace pro obvodové stěny.....	65
Tabulka 20- Skladba obvodové konstrukce - 2.....	66
Tabulka 21- Vnitřní stěna 2.....	67
Tabulka 22- Příčka 2	67
Tabulka 23- Skladba stropu a střecha	68
Tabulka 24- Skladba podlahy.....	69
Tabulka 25 - Náklady na hrubý stavební objekt	71
Tabulka 26 - Cena z rozpočtu 1	72
Tabulka 27 - Cena z rozpočtu 2	72

Tabulka 28 - Investiční náklady celkem	74
Tabulka 29 - Přehled vytápění dle variant	75
Tabulka 30 - Pořizovací cena tepelného čerpadla.....	76
Tabulka 31 - Náklady na pořízení zdroje tepla	77
Tabulka 32 - Tepelné ztráty	78
Tabulka 33 - Přehled nákladů na energie.....	81
Tabulka 34 - Cena vodného a stočného v letech 2016-2021	82
Tabulka 35- Náklady na vodné a stočné	83
Tabulka 36 - Náklady na svoz odpadu.....	83
Tabulka 37- Pojištění nemovitosti	83
Tabulka 38- Daň z nemovité věci	84
Tabulka 39 - Podrobnosti údržby a servisní prohlídky	84
Tabulka 40 - Shrnutí provozních nákladů.....	85
Tabulka 41- Náklady na rekonstrukci, obnovu, údržbu.....	88
Tabulka 42- Kumulované provozní náklady.....	88
Tabulka 43- Náklady provozní za období 30 let.....	89
Tabulka 44 - Ocenění rodinného domu.....	90
Tabulka 46 - Náklady investiční a provozní fáze životního cyklu	91

14 Seznam grafů

Graf 1- Součinitelé prostupu tepla U	60
Graf 2 - Navýšení nákladů (rozpočtu) u varianty 2.....	72
Graf 3 - Dílčí provozní náklady	86
Graf 4 - Vývoj inflace od roku 2012.....	87
Graf 5 - Vliv inflace na provozní náklady	87
Graf 6 - Náklady v letech kumulované	89
Graf 7- Provozní náklady za celé období.....	89

15 Seznam příloh

Příloha 1 – Půdorys RD

Příloha 2 – Krycí list 1

Příloha 3 – Rozpočet položkový 1

Příloha 4 – Krycí list rozpočtu 2

Příloha 5 – Rozpočet položkový 2

Příloha 6 – Protokol TZB 1

Příloha 7 – Protokol TZB 2

Příloha 8 – Výpočet nákladů na energie

Příloha 9 – Náklady v provozní fázi

Příloha 10 – Odhad ceny RD (prodej)