



# 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

## NÁKLADY ŽIVOTNÍHO CYKLU PASIVNÍ STAVBY

LIFE CYCLE COSTS OF PASSIVE CONSTRUCTION

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Zuzana Davidková

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Gabriela Kocourková, Ph.D.

BRNO 2023



# Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav stavební ekonomiky a řízení  
Studentka: **Bc. Zuzana Davidková**  
Vedoucí práce: **Ing. Gabriela Kocourková, Ph.D.**  
Akademický rok: 2022/23  
Studijní program: N0732A260021 Stavební inženýrství – management stavebnictví

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

## Náklady životního cyklu pasivní stavby

### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Životní cyklus stavby.
2. Energetická náročnost budov.
3. Cena stavebního díla.
4. Analýza nákladů životního cyklu stavby.
5. Návrh opatření snižující energetickou náročnost stavby a jejich vyhodnocení.

### Cíle a výstupy diplomové práce:

Cílem práce je definování životního cyklu stavby a posouzení nákladů ve všech fázích jeho cyklu. Požadovaným výstupem je analýza nákladů životního cyklu konkrétní stavby a navržení opatření sloužící pro jejich snížení.

### Seznam doporučené literatury a podklady:

FRIDRICH, Jaroslav, Jana KORYTÁROVÁ a Bohumil PUCHÝŘ. *Ekonomika investic*. Brno: Cerm, 2002. ISBN 80-214-2089-8.

FOTR, Jiří a Ivan SOUČEK. *Investiční rozhodování a řízení projektů*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2011. Expert (Grada Publishing). ISBN 978-80-247-3293-0.

MARKOVÁ, Leonora. *Ceny ve stavebnictví, studijní opora VUT FAST v Brně 2006*

ŠÁLA, Jiří a MACHATKA, Miroslav. *Zateplování v praxi: provádění vnějších kontaktních zateplovacích systémů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 105 s. ISBN 80-247-0224-x.

ČSN 730540-2/2002 - Energetický štítek budov

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 7. 2. 2022

L. S.

---

prof. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.  
vedoucí ústavu

---

Ing. Gabriela Kocourková, Ph.D.  
vedoucí práce

---

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.  
děkan



## ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá porovnáním nákladů životního cyklu skutečně postaveného rodinného domu v nízkoenergetickém standardu a dispozičně totožného rodinného domu ve standardu pasivním. Je počítáno se skutečnými náklady reálné budovy, odvozenými náklady pasivní budovy a očekávanými náklady v příštích letech. Je popsán životní cyklus, definováno posouzení energetické náročnosti, cenotvorba ve stavebnictví, možnosti financování a metody hodnocení investičních projektů. Cílem práce je vyčíslit a zhodnotit náklady životního cyklu staveb a ověřit rentabilitu investice do pasivního domu.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Náklady životního cyklu budov, nízkoenergetický dům, pasivní dům, financování investic, ekonomická efektivnost

## ABSTRACT

The diploma thesis deals with the comparison of the life cycle costs of an actually built family house in the low-energy standard and the layout-identical family house in the passive standard. It is calculated with the actual costs of a real building, derived passive building costs and expected costs in the following years. The life cycle is described, energy efficiency rating defined, pricing in the construction industry, financing options and methods of evaluating investment projects. The goal of the work is to quantify and evaluate the life cycle costs of buildings and verify the profitability of investing in a passive house.

## KEYWORDS

Life cycle costs of buildings, low-energy house, passive house, investment financing, economic efficiency

DAVIDKOVÁ, Zuzana. *Náklady životního cyklu pasivní stavby*. Brno, 2023. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/142797>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí práce Gabriela Kocourková.



## PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci s názvem *Náklady životního cyklu pasivní stavby* zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 11. 1. 2023

---

Bc. Zuzana Davidková  
autor práce



## PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych poděkovat vedoucí diplomové práce Ing. Gabriele Kocourkové, Ph.D. za užitečné rady, odborné vedení a příjemný přístup a své rodině a příteli za podporu a trpělivost při studiu.



## Obsah

1	Úvod.....	13
2	Životní cyklus stavby a náklady s ním spojené.....	15
2.1	Předinvestiční fáze .....	15
2.2	Investiční fáze.....	16
2.3	Provozní fáze .....	18
2.4	Likvidační fáze.....	22
3	Energetická náročnost budov .....	23
3.1	Ukazatele energetické náročnosti.....	23
3.1.1	Celková potřeba primární energie.....	24
3.1.2	Celková a dílčí dodaná energie .....	24
3.1.3	Součinitel prostupu tepla – průměrný a dílčí .....	25
3.1.4	Neprůvzdušnost obálky budovy .....	26
3.1.5	Základní parametry nízkoenergetických a pasivních domů.....	26
3.2	Měrná potřeba tepla na vytápění .....	27
3.3	Obnovitelné zdroje energie .....	29
3.3.1	Fotovoltaické panely .....	30
3.3.2	Solární kolektory.....	31
3.3.3	Tepelné čerpadlo.....	31
3.3.4	Biomasa .....	32
3.4	Dotační programy v České republice .....	33
3.5	Koncepce budovy .....	35
3.5.1	Umístění na pozemku a vnitřní dispozice.....	35
3.5.2	Tvar budovy.....	36
3.5.3	Stavební konstrukce .....	37
4	Cena stavebního díla .....	39
4.1	Metody tvorby ceny .....	39
4.2	Kalkulace.....	40
4.3	Rozpočet stavby .....	42
4.3.1	Předběžné ocenění dle rozpočtových ukazatelů .....	42
4.3.2	Podrobný položkový rozpočet.....	42
4.4	Financování stavby.....	44
5	Hodnocení efektivnosti investic .....	47
5.1	Čistá současná hodnota .....	48
5.2	Vnitřní výnosové procento .....	49
5.3	Doba návratnosti .....	49
5.4	Index rentability .....	50

5.5	Náklady životního cyklu .....	50
6	Náklady nízkoenergetického domu .....	51
6.1	Charakteristika budovy .....	51
6.2	Investiční náklady .....	52
6.3	Provozní náklady .....	53
6.3.1	Elektrická energie .....	53
6.3.2	Kusové dřevo.....	56
6.3.3	Vodné a stočné.....	57
6.3.4	Opravy a udržování .....	58
6.3.5	Úroky z hypotéky .....	59
6.3.6	Daně, poplatky a pojištění.....	60
7	Náklady pasivního domu .....	63
7.1	Charakteristika budovy .....	63
7.2	Investiční náklady .....	64
7.3	Provozní náklady .....	67
7.3.1	Elektrická energie .....	67
7.3.2	Kusové dřevo.....	68
7.3.3	Vodné a stočné.....	69
7.3.4	Opravy a udržování .....	69
7.3.5	Úroky z hypotéky .....	70
7.3.6	Daně, poplatky a pojištění.....	71
8	Vyhodnocení investice do stavby s nižší energetickou náročností.....	73
8.1	Náklady životního cyklu .....	75
8.2	Index rentability.....	77
8.3	Diskontovaná doba návratnosti.....	77
9	Závěr.....	79
10	Zdroje.....	81
11	Seznam použitých zkratk .....	87
12	Seznam obrázků .....	89
13	Seznam tabulek .....	91
14	Seznam grafů.....	93
15	Seznam příloh.....	95



# 1 Úvod

Dnešní doba apeluje na snížení energetické náročnosti budov jak z pohledu čím dál tím přísnějších norem, tak i z pohledu cen energií, které meziročně nekontrolovaně vzrostly. Hledání úsporných řešení a snaha o snížení závislosti na nakupovaných energiích se odráží na čekacích lhůtách pro pořízení fotovoltaických panelů, tepelných čerpadel, ale i stavebních úprav zahrnující zateplení domu, výměnu oken a dalších. Je to dáno tím, že náklady na vytápění jsou u běžných domů tou největší položkou. Existují však i takoví, kterých se extrémní zdražení primárně elektrické energie a plynu nedotklo až tak zásadně. Tito majitelé totiž zainvestovali do stavby pasivního domu s minimálními tepelnými ztrátami a využívají obnovitelné zdroje energie. Vyšší investiční náklady jim přinesly nižší náklady provozní.

Cílem této diplomové práce je ověřit ekonomickou efektivnost investice do pasivního domu, který je zkonstruován na základě navržených opatření pro snížení energetické náročnosti dle energetického štítku, a to v celém období životního cyklu. Budou vyčísleny náklady životního cyklu obou porovnávaných budov a následně budou porovnány pomocí ekonomických ukazatelů.

V teoretické části bude popsán životní cyklus staveb včetně popisu nákladů, které do jednotlivých fází spadají. Dále bude popsána energetická náročnost budov včetně jednotlivých ukazatelů a možnosti využití obnovitelných zdrojů. Bude zmíněna taktéž tvorba ceny, druhy rozpočtů a možnosti financování vlastního bydlení. Poslední kapitola se bude věnovat hodnocení ekonomické efektivnosti a jejím ukazatelům.

V praktické části budou popsány jak investiční náklady, tak náklady provozní u skutečně postaveného domu v nízkoenergetickém standardu. Budou odhadnuty taktéž náklady budoucí. Dále bude na základě doporučení z energetického štítku navržen dům pasivní, u kterého budou popsány vícenásobné náklady na výstavbu. Náklady na provoz budou odvozeny z energetického štítku a dále doplněny o další provozní náklady, včetně nákladů na opravy a údržby.

Na základě zjištěných údajů bude vyhodnoceno, zda by stavba pasivního domu byla ekonomicky efektivnější než stavba domu nízkoenergetického. Hlavním ukazatelem budou náklady životního cyklu, kterým se tato diplomová práce bude primárně zabývat.



## 2 Životní cyklus stavby a náklady s ním spojené

Každý objekt si prochází svým životním cyklem, který lze obecně popsat jako časové období od počátečního záměru stavět po likvidaci objektu. Lze jej rozdělit na čtyři dílčí fáze – předinvestiční, investiční, provozní a likvidační. Každá z nich má různá specifika, ať už jde o délku trvání, náklady, rozdílné probíhající činnosti či cíl. Než však budou jednotlivé fáze podrobněji popsány, bude nastíněna délka životního cyklu stavby, kterou silně ovlivňuje životnost konstrukcí [1].

Životnost lze chápat ze čtyř hledisek, a to životnost technickou, morální, ekonomickou a právní. Technická životnost představuje období od vzniku stavby do jejího zániku vlivem fyzického opotřebení. Údržba stavby a provádění včasných průběžných oprav mohou tuto životnost prodloužit, naproti tomu opomíjení a přehlížení drobných problémů, které v čase rostou, její životnost zkracují [2].

Předpokládaná životnost stavebních konstrukcí, jak ji uvádí v tabulce č. 7 přílohy č. 21 vyhláška č. 441/2013 Sb., je v případě nosných konstrukcí 70 až 200 let, a to za předpokladu provádění běžných údržeb. U konstrukcí nenosných se životnost předpokládá mezi 15 až 80 lety dle druhu konstrukce [3]. Životnost nenosných prvků na technickou životnost stavby však nemá až takový vliv, protože s jejich výměnou se počítá v rámci údržeb, oprav či modernizací. Životnost je ovlivňována již v předinvestiční a investiční fázi při návrhu stavby, volbě materiálů, či způsobem a kvalitou provedení. Záležitě také na intenzitě užívání budovy či okolních vlivech.

Technická životnost je často mnohem delší než životnost morální, a to kvůli tomu, že morální opotřebení se nedá předvídat – styl bydlení, móda, nové technologie. Oproti technickému opotřebení však nemá za následek nefunkčnost [1].

Ekonomická životnost udává dobu, po kterou má smysl z ekonomického hlediska budovu provozovat a kdy už je finančně výhodnější ji zlikvidovat a vybudovat novou. Právní životnost je dobou od souhlasného kolaudačního rozhodnutí do povolení o odstranění stavby [2].

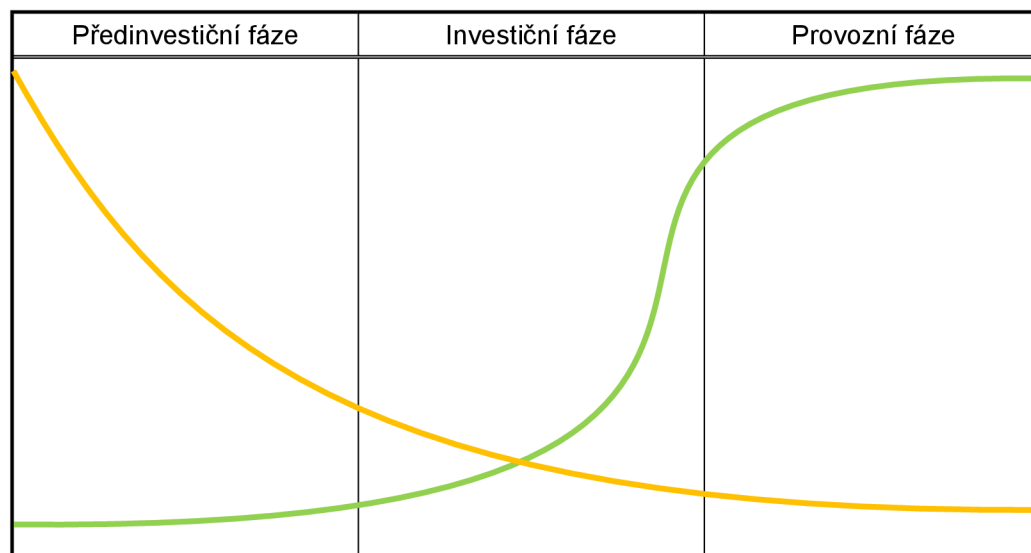
### 2.1 Předinvestiční fáze

Předinvestiční fáze je nejdůležitější částí životního cyklu stavby. Právě v této fázi se stavebník rozhoduje, zda bude stavět, jak bude přibližně objekt vypadat a co je pro něj to nejdůležitější. Tato fáze končí v moment, kdy je investor přesvědčen, že bude objekt realizovat. Jako podklad pro rozhodnutí může sloužit studie příležitostí, předběžná studie proveditelnosti, studie proveditelnosti včetně technického řešení a urbanistická či architektonická studie [1].

U výstavby rodinných domů se však tyto studie spíše neprovádí, protože u rodinných domů nehraje roli ekonomická efektivnost, která je hlavním důvodem pro jejich provádění. Stavebník rodinného domu si v této fázi vyjasňuje klíčové otázky jako je druh objektu (bungalov/patrový dům), přibližná dispozice, materiál nosných konstrukcí, možnosti financování a další. Délka této fáze je zcela individuální a je závislá pouze na stavebníkovi. V případě rodinného domu mohou náklady v předinvestiční fázi zůstat na nule.

Čím podrobněji si ujasní své požadavky, tím jednodušší je pro něj fáze investiční, tedy její plánovací část. Zároveň právě v tuto chvíli může ovlivnit výši budoucích nákladů bez výraznějšího dopadu na finance, protože čím později si investor uvědomí, že by chtěl něco změnit, tím vyšší budou náklady na danou změnu. Tuto situaci popisuje i následující graf [1].

Tabulka 1 - Ovlivnění nákladů v různých fázích životního cyklu [zdroj autor dle 1]



- Možnost ovlivnit budoucí náklady
- Náklady na změnu projektu

## 2.2 Investiční fáze

Investiční fáze začíná výběrem pozemku a projektanta, za ukončenou se považuje v moment vydání kolaudačního rozhodnutí. Lze ji dále dělit na část plánovací, přípravu realizace a samotnou realizaci.

V plánovací fázi stavebník zajišťuje pozemek, vybírá projektanta a nechává si zpracovat studii a následně projektovou dokumentaci pro územní rozhodnutí a stavební povolení. Za přípravu realizace je považován výběr zhotovitele a zpracování prováděcí

dokumentace. Samotná realizace začíná předáním staveniště a končí kolaudačním souhlasem – tzn. povolením užívat stavbu [1].

Délka této fáze je z počátku závislá na investorovi (výběr pozemku/projektanta), dále se však již dá odhadnout přibližnou dobu trvání, ale však pouze v případě, že se vše bude odehrávat bez komplikací. O minimální časové náročnosti pojednává následující tabulka [4].

Tabulka 2 - Délka trvání jednotlivých částí investiční fáze [zdroj autor]

Část investiční fáze	Délka trvání	Poznámka
Studie	2 měsíce	Koncepce domu, přibližný návrh dispozice
Dokumentace k územnímu řízení	2 měsíce	Bývá sloučeno se st. povolením; zajištění vyjádření pro DOSS
Dokumentace pro stavební povolení	5-6 měsíců	Bývá sloučeno se st. povolením; rozkreslení do podrobností, řídí se vyjádřením DOSS
Dokumentace pro provedení stavby	3-4 měsíce	Zpracováno do největších detailů
Dokumentace pro výběr dodavatele	1 měsíc	Včetně výkazu výměr, pro cenové nabídky
Výběr dodavatele	1 měsíc	-
Realizace stavby	1 - 1,5 roku	Dle náročnosti stavby
Dokumentace skutečného provedení	1-2 měsíce	-

Co se týká finanční náročnosti, vše je zcela individuální. Cena studie a projektové dokumentace záleží na složitosti projektu, nicméně platí, že projekty pasivních domů jsou dražší. Jedna z velkých projektových kanceláří, G SERVIS CZ, s.r.o., uvádí cenu za projekt vzorového domu od 29 990 Kč, u pasivního vzorového domu je uvedena cena od 90 000 Kč. V případě individuálního projektu rodinného domu se částka liší méně – běžný dům od 85 000 Kč, pasivní dům od 99 000 Kč (informace k 21. 4. 2022) [5].

Výraznějším finančním nákladem je i cena položkového rozpočtu, která závisí na:

- odhadovaných investičních nákladech,
- druhu rozpočtovaného objektu (novostavba, rekonstrukce),
- projektové fázi, ve které je rozpočet zpracováván,
- zohlednění specializovaných řemesel,

- rozsah rozpočtu (položkový soupis s výkazem výměr a rozpočet, nebo jen jednotlivé části),
- stupeň podrobnosti rozpočtu (detailní položkový/použití agregovaných položek),
- sestavení/nesestavení rekapitulace stavby [6].

Problémem bývá zjednodušený rozpočet, který je sice citelně levnější, ale nedává správný pohled na celkové investiční náklady, a stavebníkům poté peníze chybí. Tato situace může být zapříčiněna i tím, že na počátku výstavby jsou pořizovány dražší věci, i když třeba méně užitečně, které v sumarizaci rozpočet velmi ovlivní. Stavebníci jsou většinou překvapeni i tím, že dodavatelé při cenové nabídce započítávají jen to, co je jim výslovně řečeno, ne však pro dodavatele nadstandardní práce či materiál, se kterým stavebník počítá, jako s běžným standardem. I v tento moment se stavba začíná prodražovat. Proto je potřeba počítat s finanční rezervou [7].

Finanční rezervu lze vytvořit žádostí o vyšší hypotéku a tu poté celou nedočerpat. Je potřeba si dávat pozor, aby rezerva nebyla příliš velká, protože za nedočerpaní více než 20 % hypotéky jsou poplatky nastaveny na 5 % z nedočerpané částky u všech tří největších českých bank – Česká spořitelna, a.s., Československá obchodní banka, a.s., Komerční banka, a.s. [8], [9], [10], [11].

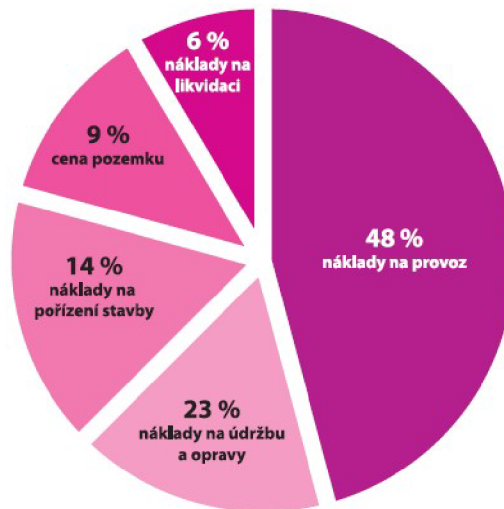
Další náklady pak směřují k veřejné správě pro získání posudků příkládaných ke stavebnímu povolení nebo k bankám pro schválení hypotečního úvěru aj.

Po plánování přichází samotná realizace stavby, kdy mimo hlavní náklad, kterým je samotná výstavba, by se nemělo zapomínat také na náklady vedlejší. Mezi ty lze zařadit například zařízení staveniště a náklady na jeho provoz, územní vlivy a mimořádně ztížené pracovní prostředí a další, které by se však měly v každém dobrém rozpočtu objevit, takže by s nimi měl investor počítat [1], [12].

## 2.3 Provozní fáze

Provozní fáze začíná souhlasným kolaudačním rozhodnutím a končí povolením k odstranění stavby. Je to nejdelší část životního cyklu stavby, která může trvat i stovky let. Vše záleží na kvalitě provedení a následné údržbě.

V investiční fázi se lidé snaží co nejvíce ušetřit levnějšími řešeními. Neuvědomují si však fakt, že to, co na výstavbě ušetří, mnohonásobně přeplatí právě na provozních nákladech. Následující obrázek ukazuje, že právě náklady na provoz jsou tím, nad čím by se mělo uvažovat nejvíce [13].



Obrázek 1 - Náklady životního cyklu stavby [13]

Faktem je, že vyčíslit náklady na provoz není z dlouhodobého hlediska jednoduché, oproti tomu náklady na výstavbu je schopen vypočítat každý rozpočtář. Číslo je víceméně konkrétní a dosti vysoké. Náklady na provoz však nejsou jedním konkrétním číslem. Jsou jen menšími měsíčními částkami, které se na delší časové období přepočítávají velmi špatně. Jedním z problémů jejich vyčíslování jsou proměnlivé ceny energií, u kterých lze předpokládat růst, nicméně jak rychlý růst bude, se nedá dopředu odhadnout.

Právě energie jsou jedním z provozních nákladů. Dále k nim patří vodné a stočné, náklady na odpad, pojištění, daně z nemovitých věcí, ale i náklady na údržbu a opravy [1].

Množství dodávané energie za rok řeší Průkaz energetické náročnosti budov, který však udává pouze odhadovanou spotřebu a nepřepočítává ji na peněžní prostředky. Mezi tyto dodávané energie vstupuje významným podílem energie na vytápění. Výši provozních nákladů lze ovlivnit v předinvestiční a začátkem investiční fáze životního cyklu stavby vhodným řešením energetického standardu budovy a výběrem zdroje k vytápění. Čím lepší tepelně-izolační řešení, tím větší úspory na vytápění, nicméně je potřeba počítat s vyššími náklady ve fázi investiční.

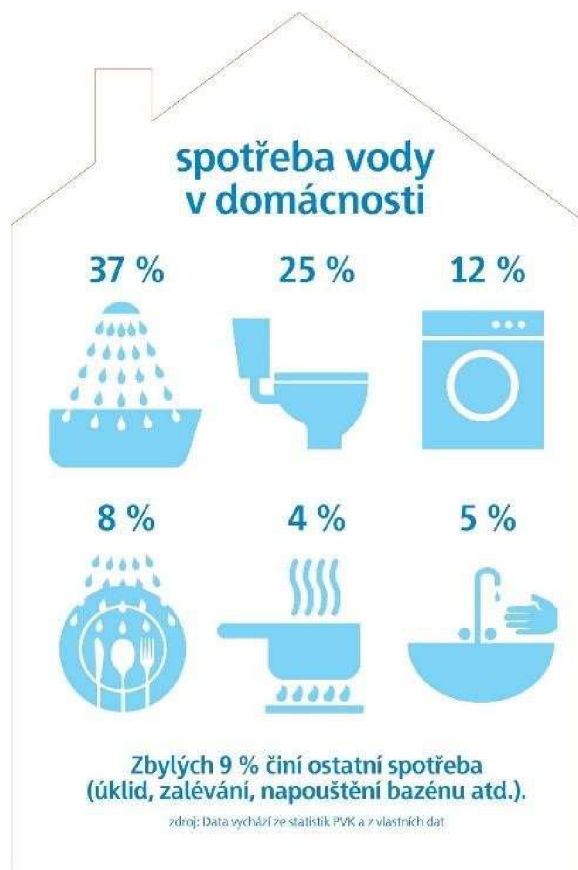
Dalším podstatným nákladem, bez kterého se domácnost neobejde, je ohřev teplé vody, který závisí na počtu osob v domácnosti. Obecně se na jednu osobu počítá se 40–50 l vody ohřáté na 55 °C na den. Náklady lze ovlivnit výběrem zdroje a případným využitím obnovitelných zdrojů energie, které stejně jako u vytápění, mohou pomoci k alespoň částečné nezávislosti na rostoucích cenách energií.

Náklady na energie na osvětlení a elektrické spotřebiče potřebné pro provoz domácnosti (vaření, praní, zábava aj.), lze ovlivnit úspornými spotřebiči a šetrným zacházením.

Množství osob v domácnosti však nemá takový vliv jako u ohřevu teplé vody. Do nákladů je potřeba započítat také provoz systému nuceného větrání, chladicích systémů či zařízení na úpravu vzduchu, pokud jimi budova disponuje [14], [15], [16].

U všech výše uvedených nákladů, záleží vždy na typu zdroje. U elektrické energie a plynu je cena velmi variabilní a záleží na výběru dodavatele a distribuční sazbě. Měsíční splátky elektřiny ovlivňuje také hodnota jističe [17].

Náklady na vodné a stočné jsou, stejně jako náklady na ohřev vody, závislé na počtu osob v domácnosti a jejich vztahu k šetřivosti. Průměrná spotřeba vody na jednu osobu je mezi 100-120 litry za den. Snížení spotřeby vody lze řešit úspornými hlavnicemi s perlátory, sprchováním místo koupáním ve vaně, myčkou, ale také vhodným návrhem umístění zdroje teplé vody od místa spotřeby a další. Rozložení spotřeby vody v domácnosti v procentech lze vidět na následujícím obrázku [18].



Obrázek 2 - Procentuální vyjádření spotřeby vody v domácnosti [18]

Výdaje na vodné a stočné, které se pohybují v součtu okolo 97 Kč/m<sup>3</sup>, lze snížit využitím dešťové vody. Téměř polovina denní spotřeby totiž lze dešťovou vodou nahradit. Jedná se převážně o splachování WC, praní, zalévání nebo mytí auta. Je však nutné vybudovat



dvojí trubní vedení, aby v případě nedostatku dešťové vody mohla být nahrazena vodou pitnou, a také celý systém doplnit o filtrační jednotku [19], [20].

Výše byly zmíněny také náklady na odpad, jejich výši si určuje každá obec sama. Jedná se o částku mezi 500-1 000 Kč na osobu za rok, v některých obcích je však svoz odpadu zdarma.

Pojištění rodinného domu je volitelné, a proto ne každá domácnost jej zahrnuje do svých nákladů. Jedná se o měsíční částku okolo 200 Kč, dle velikosti domu, místa bydliště, variantě pojištění a využití dalších připojištění, které ochrání stavebníka před nečekanými událostmi. Může se jednat o povětrnostní vlivy, krádež, vandalismus, poškození zvěří a jiné dle varianty pojištění. Pojištěný bývá nejen samotný rodinný dům, ale také vedlejší objekty (garáže, bazény, ploty aj.) případně movité předměty sloužící k výstavbě, opravě nebo údržbě. Doporučuje se sjednání indexace, která aktualizuje pojistkou částku, a zabezpečuje tak vyplacení adekvátní částky v případě pojistné události [21].

Daň z nemovitých věcí se na rozdíl od pojištění nevyhne žádnému majiteli. U zahrad připadajícím k rodinným domům je sazba 0,75 % z průměrné základní ceny, která je závislá na katastrálním území. Pro stavební pozemky určené k zastavění s vydaným stavebním povolením je jednotná sazba 2,00 Kč/m<sup>2</sup>, která se násobí koeficientem dle počtu obyvatel v obci. Sazba daně za rodinný dům je 2,00 Kč/m<sup>2</sup> zastavěné plochy s přírůžkou 0,75 Kč za každé další nadzemní podlaží. Tato částka je následně násobena koeficientem dle počtu obyvatel v obci [22], [23].

Jak již bylo řečeno výše, pravidelnou údržbou a včasnými opravami, lze prodloužit technickou životnost stavby. Na to myslí jak Stavební zákon č. 183/2006 Sb., tak i jeho nová verze 283/2021 Sb., která se stane účinnou 1. 7. 2023. Podle tohoto zákona je majitel stavby povinen údržbu provádět po celou dobu provozní fáze, aby budova nechátrala [24], [25].

Lze se setkat s několika druhy údržeb. Prvním z nich je údržba reaktivní, která pouze reaguje na nefunkčnost. Nesnaží se tedy poruchám předcházet, řeší je až v moment, kdy nastanou. Je důležité si uvědomit, že ne všechny poruchy musí být banální, ale že některé z nich mohou zapříčinit i jiné vícenáklady, ke kterým by při dodržení preventivních údržeb nemuselo dojít, např. při vytopení.

Preventivní údržba se provádí vždy po určitém časovém úseku, aby bylo zabráněno možnému poruše a následné reaktivní údržbě. Příkladem může být čištění okapných žlabů, které se při nedodržení preventivní údržby mohou ucpat, a voda stékající mimo svod může napáchat škody.

Prediktivní údržba probíhá na základě skutečného stavu a má za úkol včas upozornit na možné budoucí komplikace. Hodně podobná je i údržba zaměřená na spolehlivost, která se snaží zabránit selhání vzniklému při samotné údržbě [2].

## **2.4 Likvidační fáze**

Likvidační fáze životního cyklu stavby je poslední fází a začíná v moment vydání rozhodnutí o odstranění stavby. Za úplný konec se uvažuje okamžik, kdy je veškerý odpad spojený se stavbou zrecyklován či odvezen na skládku a pozemek je připraven na umístění stavby nové či k jinému využití.

I v této fázi lze očekávat nemalé náklady – náklady na likvidaci stavby, recyklaci stavební suti nebo úpravu terénu. V případě šetrné likvidace lze však některé stavební materiály prodat a snížit tím celkový dopad na rozpočet [1].

## 3 Energetická náročnost budov

### 3.1 Ukazatele energetické náročnosti

Od roku 2016 vyhláška určuje, že každý, kdo staví, prodává či pronajímá stavbu, musí prokázat její energetickou náročnost. Je to z toho důvodu, aby bylo dodrženo standardů, které jsou pro nové budovy nastaveny, a zároveň proto, aby kupující či nájemce věděl, o jak tepelně zajištěnou budovu se jedná. Dokázat to lze průkazem energetické náročnosti budov a protokolem [26].

Tyto dva dokumenty, na základě informací o tepelných ztrátách budovy, celkové potřebě primární energie a zdrojích energie, zařazují budovu do jedné z kvalifikačních tříd, a to na základě porovnání s referenční budovou. Referenční budovou se dá nazvat kopie budovy hodnocené včetně totožného umístění na pozemku, avšak hodnoty budovy referenční jsou nastaveny dle vyhlášky. Referenční budova je zařazena do klasifikační třídy C, slovně úsporná, což v dnešní době je považováno za standard, který by měl minimálně u novostaveb být z tepelně-technického hlediska dodržen. Horší dílčí výsledky nejsou problémem, pokud budova jako celek vyhovuje.

Při samotném výpočtu mezi hlavní ukazatele patří:

- potřeba primární energie vyjádřená v kWh/(m<sup>2</sup>\*a),
- celková dodaná energie vyjádřená v kWh/(m<sup>2</sup>\*a),
- dílčí dodaná energie pro technické systémy vyjádřená v kWh/(m<sup>2</sup>\*a),
- průměrný součinitel prostupu tepla,
- dílčí součinitele prostupu tepla konstrukcí na hranici interiér – exteriér,
- jednotlivé účinnosti technických systémů [14].

V době výstavby budovy hodnocené v druhé polovině této diplomové práce, byla platná vyhláška č. 78/2013 Sb., která sledovala podobné veličiny, které však nehodnotila na metr čtvereční energeticky vztažené plochy, nicméně jejich celkovou hodnotu za rok. V Průkazu energetické náročnosti budovy v roce 2018 lze tedy nalézt hodnotu celkové primární energie, neobnovitelné primární energie a celkové a dílčí dodané energie vyjádřené v MWh za rok, průměrný součinitel prostupu tepla, dílčí součinitele prostupu tepla konstrukcí na hranici interiér – exteriér a jednotlivé účinnosti technických systémů [15].

### 3.1.1 Celková potřeba primární energie

Celkovou potřebu primární energie lze určit jako součet součinů dodané energie dle energonositelů a faktorů primární energie z neobnovitelných zdrojů energie na  $m^2$  energeticky vztažné plochy. Laicky řečeno, nejde jenom o to, kolik energie domácnost reálně spotřebuje, ale také o to, kolik energie se spotřebuje při výrobě a jak je její výroba účinná. Každý energonositel má rozdílnou náročnost při výrobě, tudíž i rozdílný faktor primární energie. Nejvíce budovu z tohoto hlediska zatěžuje elektřina, a to proto, že se často uvádí účinnost elektráren okolo 30 %. Ani obnovitelné zdroje nejsou chápány jako zdroje bez potřeby neobnovitelné energie, kvůli nutnosti připojení oběhových čerpadel do elektrické sítě, či vlivu dopravy aj.

U nízkoenergetických domů je potřeba se dostat alespoň na hodnoty referenční budovy, tedy na klasifikační třídu C. U pasivních rodinných domů je přímo nařízená hodnota, kterou je potřeba splnit a to  $60 \text{ kWh}/(m^2 \cdot a)$  [27].

Protože tyto hodnoty příznivě ovlivňuje využití obnovitelných zdrojů energie, bude jim věnována samostatná kapitola 3.3 *Obnovitelné zdroje energie*.

### 3.1.2 Celková a dílčí dodaná energie

Celková dodaná energie je součtem dílčích dodaných energií včetně energií pomocných na  $m^2$  energeticky vztažné plochy. Je nutné energie rozdělit také podle jednotlivých energonositelů, čehož je následně využito u výpočtu potřeby energie primární zmiňované v předchozí kapitole 3.1.1 *Celková potřeba primární energie*. Jak aktuální vyhláška, tak její předchůdkyně, dále uvádí délku kroku jeden měsíc, tzn. že každá dílčí dodaná energie musí být uvedena pro jednotlivé měsíce zvlášť a následně i jako celková hodnota za rok [14], [15].

Jednou z největších hodnot dílčí dodané energie, je energie potřebná na vytápění. Pro výpočet je potřeba znát spotřebu energie na vytápění z tepelných ztrát a zisků budovy včetně energií pomocných a řídit se hodnotami typického užívání dle normy ČSN 73 0331-1, mezi které spadá například vnitřní výpočtová teplota pro režim vytápění či intenzita větrání. Těmito a mnoha dalšími typickými hodnotami je zaručena tepelná pohoda, zdravé vnitřní prostředí a kvalita vzduchu v budově. Pro zjištění množství dodané energie na vytápění se zjišťuje měrná potřeba tepla, která je pro nízkoenergetické domy stanovena na hodnotu nižší než  $50 \text{ kWh}/(m^2 \cdot a)$  a pro pasivní domy v maximální výši  $15 \text{ kWh}/(m^2 \cdot a)$ . Vzhledem k tomu, že právě tato hodnota je jednou z nejdůležitějších parametrů pasivních budov, bude jí věnována samostatná kapitola 3.2 *Měrná potřeba tepla na vytápění* [14], [27], [28].

Velmi obdobně se potom počítá taktéž dílčí dodaná energie pro chlazení, kde je využito stejných norem pro výpočet.

Energie pro přípravu teplé vody vychází z celkové potřeby teplé vody v budově, kterou lze stanovit podle ČSN 73 0331-1. Na základě této informace se vypočítá potřeba energie na ohřev teplé vody se započítáním ztrát a potřeba pomocných energií k provozu technického systému [14], [15], [28].

Výpočet energie na osvětlení se stanovuje dle hodnot typického užívání, které jsou potřebné pro optimální úroveň zdravého vnitřního prostředí. Tuto problematiku řeší norma ČSN EN 15193-1. Výsledná dodaná energie je součtem spotřeby energie a energie pomocné [14], [15].

Dalšími dílčími dodanými energiemi jsou energie pro systém nuceného větrání či úpravu vlhkosti vzduchu, které se již nutně v energetickém štítku nemusí objevovat – záleží na vybavenosti budovy. Je zde zapotřebí zohlednit spotřebu energie, která závisí na účinnosti, výkonu a příkonu jednotlivých systémů [14], [15], [28].

### 3.1.3 Součinitel prostupu tepla – průměrný a dílčí

Součinitel prostupu tepla udává prostup tepla 1 m<sup>2</sup> konstrukce při rozdílnosti teplot 1 K. Čím vyšší tato hodnota je, tím více tepla přes konstrukci uniká. Dílčí součinitelé vyjadřují tento prostup přes danou konstrukci – střechou, obvodovou konstrukcí, podlahou a dalšími. Průměrný součinitel poté na základě váženého průměru charakterizuje budovu jako celek.

Pro výpočet součinitele prostupu tepla je však nutno znát odpor při prostupu tepla  $R_T$ , který je jeho obrácenou hodnotou. Ten se skládá z tepelného odporu konstrukce  $R$ , odporu při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce  $R_{si}$  a odporu při přestupu tepla na vnější straně konstrukce  $R_{se}$  [29].

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{se} + R + R_{si}} \quad [W/(m^2 * K)] \quad (1)$$

Tepelný odpor konstrukce  $R$  je podílem tloušťky konstrukce  $d$  v mm a součinitele tepelné vodivosti  $\lambda$ , který udává výrobce. Odpor při přestupu tepla na vnitřní a vnější straně konstrukce jsou hodnoty udávané normou ČSN 73 0504-3. Tyto hodnoty závisí na směru šíření tepla. Teplejší vzduch stoupá nahoru a je pro něj jednodušší prostup zdola nahoru než shora dolů, což tyto hodnoty odrážejí [29], [30].

Tabulka 3 - Odpor na vnitřní a vnější straně konstrukce [30]

Klimatické období	Druh konstrukce	Směr tepelného toku	$R_{se}, R_{si}$
Zimní	Vnější povrch konstrukce	Bez rozlišení	0,04 (0,03*)
Letní			0,07
Zimní a letní	Vnitřní povrch konstrukce	Vodorovný	0,13
		Svislý – zdola nahoru	0,10
		Svislý – shora dolů	0,17
		Vodorovný – koutem	0,19 (0,20**)
		Svislý – koutem	0,21 (0,20**)

\*Hodnota pro budovy v nadmořské výšce vyšší než 1 000 m n. m.

\*\*Hodnota pro výplně otvorů

### 3.1.4 Neprůvzdušnost obálky budovy

Neprůvzdušnost neboli také vzduchotěsnost obálky budovy je jedním z parametrů měřeným po dokončení pasivní stavby. Zjišťuje se pomocí Blower-door testu, kdy celková intenzita výměny vzduchu  $n_{50}$  nesmí překročit hodnotu 0,6 a to proto, aby nedocházelo k únikům tepla přes styky a spoje konstrukčních prvků.

Blower-door test spočívá ve vytvoření přetlaku uvnitř budovy o 50 Pa. V moment, kdy je přetlaku dosaženo, zjišťuje se, kolik objemového toku vzduchu se musí do budovy dodávat, aby přetlak zůstal konstantním. Předpoklad je, že právě dodávaný objem vzduchu do budovy se rovná úniku vzduchu přes netěsnosti v obálce. Pro výpočet  $n_{50}$  pak stačí toto číslo podělit objemem vnitřního vzduchu [27].

Pro dosažení požadovaných hodnot se doporučuje Blower-door test dělat již několikrát v průběhu výstavby, aby bylo možné opravit případné netěsnosti bez velkých vícenákladů. Pozornosti by neměly uniknout všechny přípojky a prostupy, přechody mezi materiály a konstrukcemi a napojení rámců oken a dveří na stěnu [31].

### 3.1.5 Základní parametry nízkoenergetických a pasivních domů

V normě ČSN 73 0540-2 jsou vyjmenovány požadavky, které musí nízkoenergetické budovy splňovat. Některé tyto požadavky už byly prezentovány výše, nicméně pro přehlednost je uvádí tabulka níže.

Tabulka 4 - Požadavky na pasivní budovy [32]

Veličiny	Jednotky	Pasivní dům
Celková potřeba primární energie	kWh/(m <sup>2</sup> *a)	≤ 60
Měrná potřeba tepla na vytápění	kWh/(m <sup>2</sup> *a)	≤ 20 požadováno ≤ 15 doporučeno
Měrná potřeba tepla na chlazení	kWh/(m <sup>2</sup> *a)	0*
Průměrný součinitel prostupu tepla U <sub>em</sub>	W/(m <sup>2</sup> *K)	≤ 25 požadováno ≤ 20 doporučeno
Neprůvzdušnost obálky budovy n <sub>50</sub>	h <sup>-1</sup>	≤ 0,6

\*Pasivní budova by se neměla přehřívat ani bez chladicího systému. Pokud je chladicí systém v budově umístěn, musí být řádně započítán do dodané energie.

Zároveň je pro pasivní budovu důležité využití systému nuceného větrání s rekuperací tepla. Kvůli velkým tepelným ztrátám, které by se projevíly přímým větráním, se nutnost nepřímého větrání stává podmínkou pro stavbu pasivního domu.

### 3.2 Měrná potřeba tepla na vytápění

Nejvíce ovlivňuje celkovou dodanou energii právě měrná potřeba tepla, proto je vhodné jí věnovat velkou pozornost. Je jedinou z dílčích dodaných energií, které jsou omezené konkrétními hodnotami, a to u nízkoenergetických domů na 50 kWh/(m<sup>2</sup>\*a) a u domů pasivních na 15 kWh/(m<sup>2</sup>\*a). Lze se setkat i s domy nulovými, které pro vytápění nepotřebují více než 5 kWh/(m<sup>2</sup>\*a), nicméně tento standard vyžaduje nejen dokonale provedené technické řešení a správnou orientaci ke světovým stranám, ale taktéž vhodné klimatické podmínky. Domy, které vyprodukují více energie, než samy spotřebují, a dodávají přebytky do rozvodné sítě, jsou označovány za domy plusové. Toho je dosaženo zejména většími plochami fotovoltaických systémů [27].

Měrná tepelná ztráta prostupem tepla se dle ČSN 73 0504-4 vypočítá jako:

$$H_T = \sum (A_j * U_j * b_j) + \sum (\Psi_j * l_j * b_j) + \sum (\chi_j * b_j) \quad [W/K] \quad (2)$$

kde

- A<sub>j</sub> je plocha konstrukce na hranici exteriér – interiér v m<sup>2</sup>,
- U<sub>j</sub> je součinitel prostupu tepla dané konstrukce ve W/(m<sup>2</sup>\*K),
- b<sub>j</sub> je činitel teplotní redukce,
- Ψ<sub>j</sub> je lineární činitel prostupu tepla ve W/(m\*K),
- l<sub>j</sub> je délka lineární tepelné vazby v m,

- $\chi_j$  je bodový činitel prostupu tepla ve W/K.

Pro předběžné výpočty lze výpočet zjednodušit:

$$H_T = \sum (A_j * U_j * b_j) + A * \Delta U_{t_{bm}} \quad [W/K] \quad (3)$$

kde  $\Delta U_{t_{bm}}$  určuje průměrný vliv tepelných vazeb na hranici exteriér – interiér, jehož hodnotu lze najít v normě ČSN 73 0504-4 [29].

Činitel teplotní redukce  $b_j$  potom ovlivňuje pouze konstrukce, které nejsou na přechodu interiér – exteriér, například konstrukce na styku se zeminou, či konstrukce, které sousedí s nevytápěným prostorem, nebo prostorem, který je vytápěný na rozdílnou teplotu.  $\theta_{int,i}$  ve vzorci představuje návrhovou teplotou vnitřního vzduchu,  $\theta_e$  představuje návrhovou teplotu vnějšího prostředí a  $\theta_{u(z)}$  teplotu na druhé straně konstrukce (zemina, nevytápěný nebo temperovaný prostor). Tyto teploty lze dohledat v ČSN 73 0504-3 [29].

$$b = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{u(z)}}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad [-] \quad (4)$$

Dále je nutno k tepelným ztrátám prostupem přičíst tepelné ztráty větráním, ať už přímým – otevření okna, nebo nepřímým – systém nuceného větrání. Měrný tepelný tok větráním  $H_{ve}$  je součin objemového toku vzduchu v budově  $q_v$  v  $m^3/s$  a objemové tepelné kapacity vzduchu  $\rho_{air} * c_p$  v  $J/(m^3 * K)$ , kdy norma uvádí hodnotu 1200  $J/(m^3 * K)$  [33]. Objemový tok vzduchu  $q_v$  je číslo výměny vzduchu  $n$ , převedeno z hodin na sekundy, vynásobeno vnitřním objemem vzduchu budovy  $V_i$  [34].

Vzorec tedy lze vyjádřit takto:

$$H_{ve} = 1200 * \frac{n}{3600} * V_i \quad [W/K] \quad (5)$$

Pokud je v budově navržen systém nuceného větrání s rekuperací tepla, ztráta větráním se snižuje o jeho účinnost, tzn. při účinnosti systému 80 % bude započítáno pouze 20 % vypočítaných ztrát.

Výsledná hodnota tepelných ztrát se uvádí ve W, tzn. že je potřeba zjištěné hodnoty přepočítat dle návrhové vnitřní a venkovní teploty v dané lokalitě. Vyhláška se odkazuje na klimatická data v ČSN 73 0331-1. Pro doložení dodané energie a měrné potřeby tepla je pak potřebná hodnota v jednotkách Wh/měsíc [14].

$$\text{Tepelné ztráty za měsíc} = (H_T + H_{ve}) * (\theta_{int} - \theta_{\text{ext v daném měsíci}}) \quad [W/\text{měsíc}] \quad (6)$$



$$\begin{aligned}
 & \text{Měrná potřeba tepla za daný měsíc} \\
 & = \text{Tepelné ztráty v daném měsíci} \quad (7) \\
 & * \text{počet dní v daném měsíci vyjádřený v hodinách} \quad [\text{Wh/měsíc}]
 \end{aligned}$$

V každém objektu se však mimo hlavní zdroj tepla nachází i další zdroje tepla. Mezi ty lze zařadit vnitřní tepelné zisky od osob a od technologií a osvětlení. Nejen tyto, ale i pasivní solární zisky, mohou pomoci ke snížení měrné potřeby tepla k vytápění.

Vnitřní tepelné zisky se mohou vypočítat podrobným výpočtem v souvislosti s obsazeností, vybavením a provozním režimem, případně se mohou odhadnout dle hodnot v příloze normy ČSN 73 0331-1. Mělo by se však brát v potaz to, že není vhodné nadhodnocovat tepelné zisky, a to z toho důvodu, že při nadhodnocení může dojít k výběru poddimenzovaného zdroje tepla, což ohrožuje tepelnou pohodu v objektu. Metodika PHPP například udává smluvní hodnotu 2,1 W/m<sup>2</sup> pro obytné plochy v rodinných či bytových domech, pokud není proveden detailní výpočet [27], [28].

Solární zisky přicházejí naopak z exteriéru přes prosklené plochy do interiéru. Jsou závislé na celkové ploše, propustnosti slunečního záření, korekčního činitele rámu, stínění a clonění, které při vynásobení udávají hodnotu účinné sběrné plochy v m<sup>2</sup>. Tato hodnota se dále násobí měsíční dávkou slunečního ozáření, která vyplývá opět z normy ČSN 73 0331-1. Hlavní roli hraje orientace ke světovým stranám a sklon prosklené plochy. Od této hodnoty se dále odečítá množství tepla sálajícího k obloze. Podrobný výpočet všech tepelných zisků lze najít v ČSN EN ISO 52016-1.

Vzhledem k tomu, že tepelné zisky jsou již při výpočtu uvažovány ve Wh/rok, pro konečnou hodnotu měrné potřeby tepla za měsíc je stačí odečíst od měrné potřeby tepla [27], [28], [35].

### 3.3 Obnovitelné zdroje energie

Evropská Unie si dala za cíl do roku 2020 navýšit podíl obnovitelných zdrojů energie tak, aby tyto zdroje pokrývali 20 % celkové spotřebované energie, a do roku 2030 32 % spotřebované energie. Komise však právě projednává navýšení na 40 % kvůli novým ambicím v oblasti klimatu. Tyto dílčí kroky směřují k tomu, aby Evropa byla do roku 2050 klimaticky neutrální. Zároveň je snaha o snížení spotřeby energie, kde Evropská komise razí heslo „energetická účinnost v první řadě“ [36].

I přes to, že Komise věnuje tomuto tématu mnoho času, se tyto směrnice přímo nedotýkají spotřebitele. Na toho působí až české právní předpisy, které jej mohou omezovat v případě plýtvání či nadměrné spotřeby, ale zároveň jej podporují dotacemi v krocích, které vedou k úsporám. Největší tlak na spotřebitele však v této chvíli vytváří dramatický růst cen energií. Téměř každý nejen v České republice hledá způsoby, jak energií šetřit, případně se energeticky osamostatnit.

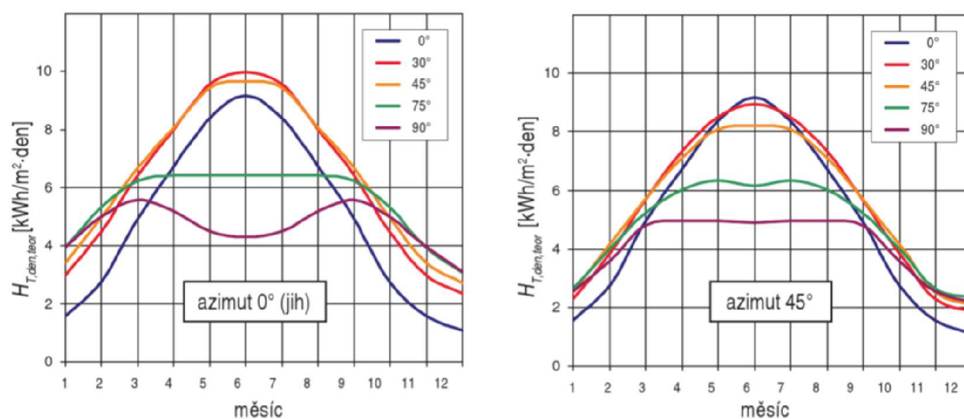
To může potvrdit i Solární asociace, která na základě svých šetření zjistila více než 20% nárůst v množství nainstalovaných megawattů nových solárních elektráren. Není překvapením, že zákazníci jsou spíše majitelé rodinných domů, nicméně do budoucna je počítáno s tím, že investovat začnou i velké podniky. Byl proveden také výzkum motivace investorů do fotovoltaických panelů a bylo zjištěno, že osobní benefity jsou pro investory stejně důležité jako ty finanční [37].

Stejnou motivaci má i čím dál tím více stavebníků, kteří se rozhodnou pro stavbu pasivního domu. Jde jim často i o udržitelnost a součástí této koncepce je mimo jiné i využívání obnovitelných zdrojů energie.

### 3.3.1 Fotovoltaické panely

Fotovoltaické panely zachycují sluneční záření a přeměňují jej na elektrickou energii. V České republice se roční úhrn sluneční energie, která dopadá na vodorovnou rovinu, pohybuje od 1 000 po 1 200 kWh/(m<sup>2</sup>\*rok). V nížinách bývají hodnoty vyšší, ve vyšších oblastech nižší [38].

Vzhledem k tomu, že v zájmu investora je co nejvíce vyprodukované energie, je důležité správně zvolit sklon plochy a orientaci ke světovým stranám. Ideální je orientace na jih, nicméně při odchylce do 45° (tzn. jihovýchod, jihozápad) se dopad energie sníží o méně než 10%. V České republice je za ideální považován sklon panelu kolem 35°, nicméně pokud by byly kolektory používány primárně v zimních měsících, sklon by bylo vhodnější zvolit mezi 70 a 90°. Opakem je pouze letní provoz budovy, kdy pro největší zisky je vhodně kolektor téměř položit do horizontální polohy, ideálně kolem sklonu 10°. Na obrázku níže lze vidět, jak sklon plochy ovlivňuje dávku slunečního záření v průběhu roku [39].



Obrázek 3 - Vliv sklonu panelu na dávku slunečního záření v jednotlivých měsících [39]

Je téměř jasné, že přes letní měsíce nelze spotřebovat v domácnosti veškerou energii ihned. Proto existují na trhu tři různá řešení, jak nespotřebovanou energii uložit. Nejlevnějším řešením je fotovoltaický systém s ohřevem vody. V moment, kdy příjem přesahuje výdej, sepne ohřev vody, která se tímto způsobem ohřeje zadarmo. Pokud ale investor chce co největší soběstačnost, vyplatí se připlatit za bateriové úložiště. Největší odběr v domácnostech totiž probíhá večer, kdy panely přestávají elektřinu vyrábět. Toto řešení se hodí i do domů s vytápěním elektřinou. Nejvíce ekologickým řešením je propojení fotovoltaiky s tepelným čerpadlem. Tepelné čerpadlo vytápí i chladí místnosti s velmi malými požadavky na elektřinu a zároveň elektřina je z části vyráběna stavebníkem. Pokud by i přesto zůstala elektřina nevyužita, je odkoupena dodavatelem, respektive uschována v síti pro opětovnou spotřebu ve chvílích, kdy fotovoltaika nepokrývá veškerý odběr [17].

### 3.3.2 Solární kolektory

Solární kolektory stejně jako fotovoltaické panely přeměňují solární energii, nicméně výsledným produktem není elektřina ale teplo. Lze jím ohřívat vodu pro osobní hygienu, vodu v bazénu či vodu k vytápění. Kolektory sice mají menší využití než fotovoltaika, ale jejich nespornou výhodou je dvojnásobný výnos z 1 m<sup>2</sup>. I přes to, že přes zimní dny bývá potřeba vodu dohřívát jiným zdrojem, i předeřtát kolektory ušetří značnou část financí [38].

Nejčastěji jsou v České republice využívány ploché vakuové a trubkové jednostěnné vakuové kolektory a to proto, že jsou nejvíce účinné a hodí se pro solární ohřev vody v domácnosti i pro vytápění. Při vytápění bazénů se lze setkat také s nekrytými absorberými [39].

### 3.3.3 Tepelné čerpadlo

V poslední době se dostává čím dál více pozornosti tepelným čerpadlům, a to primárně proto, že i přes vyšší pořizovací náklady umějí dosti snížit náklady provozní. Vše je to dáno tím, že tepelné čerpadlo odebírá okolní teplo a díky stlačení par chladiva v kompresoru jej umí ohřát ještě více. Při ochlazení pod bod mrazu, tepelné čerpadlo i nadále teplo dodává, avšak v nižší míře v závislosti na topném faktoru a zdroji.

Topný faktor udává poměr spotřebované elektrické energie k množství vytvořeného tepla. Pro správné porovnání jednotlivých tepelných čerpadel je však nutné se dívat také na to, při jaké vstupní a výstupní teplotě bylo topného faktoru dosaženo. Skutečná účinnost je však vždy ještě o něco nižší a to proto, že je nutné připočítat také spotřebu oběhových čerpadel, případně ventilátorů.

Zdroj, ze kterého je teplo odebíráno, má taktéž velký vliv na efektivitu tepelného čerpadla. Prvním zdrojem může být podloží, ze kterého lze teplo odebírat pomocí vrtů o hloubce mezi 50 a 150 m a šířce mezi 130 a 220 mm. Do něj se vloží polyetylenová

hadice kolektoru s nemrznoucí směsí a zasype se cementovou nebo jílovcementovou směsí. Tepelná čerpadla s tímto zdrojem mají zpravidla největší topný faktor, a to primárně kvůli celoročně stálé teplotě okolo 10 °C [40].

Mimo vrt se dá teplo ze země získat taktéž z horní půdní vrstvy, kdy polyetylenové potrubí s nemrznoucí směsí je uloženo 1,5 m pod terénem a v osové vzdálenosti minimálně 0,6 m. Plocha plošného půdního kolektoru by měla být zhruba trojnásobkem vytápěné plochy. Topný faktor je sice poněkud horší oproti hlubinnému vrtu, ale pořizovací náklady jsou citelně nižší.

Dalším možným zdrojem je podzemní voda, které je čerpána ze zdrojové studny a potom vrácena do studny vsakovací. Pro možnost využití podzemní vody jako zdroje pro tepelné čerpadlo je potřebné ověřit si, že vody bude ve zdrojové studně dostatek během celého roku a vsakovací studna bude schopna vodu pojímat. Teplo lze čerpat taktéž z vody povrchové, nicméně tento způsob není moc efektivní a je taktéž často špatně proveditelný.

Nejméně investičně náročné je tepelné čerpadlo, které využívá teplo okolního vzduchu. Častěji se využívá vzduchu venkovního, ale lze použít také odpadního vzduchu z rekuperační jednotky. To má ovšem nevýhodu v tom, že vzduchu nebývá dostatek pro plné využití možností tepelného čerpadla. Při využití venkovního bývá problém s nízkými teplotami v zimním období, proto u obou typů je na místě uvažovat o doplňkovém zdroji tepla.

Každá z těchto možností může ohřívat buďto vzduch nebo vodu. Nejčastěji se díky nízkým investičním nákladům využívá možnosti vzduch/voda, případně díky své efektivnosti je i přes vysoké investiční náklady využíváno typu země/voda. Nejméně účinné je potom varianta vzduch/vzduch [40].

### **3.3.4 Biomasa**

Už v pravěku bylo využíváno dřeva jako zdroje tepla. V dnešní době však spalování kusového dřeva v kamnech či krbech bývá spíše doplňkovým zdrojem tepla a estetickým doplňkem v místnosti. Jednou z možných alternativ jsou teplovodní kotle na dřevo, které se účinností a pohodlností obsluhy významně přibližují elektrokotlům či kotlům plynovým. Do nových domů s nízkou energetickou náročností se však ani tyto kotle příliš nehodí, kvůli svému vysokému minimálnímu výkonu. Pokud není tohoto minimálního výkonu dosaženo, zvýší se produkce škodlivých emisí vypouštěných do ovzduší. Proto se ke kotlům umisťují akumulární nádrže, které přijímají nadbytečné teplo a pomáhají k ohřátí teplé vody pro denní potřebu.

Tento problém však nenastává u kamen či kotlů na pelety. Pelety se vyrábějí ve formě malých válečků, které obsahují stlačené piliny, hobliny, kousky dřeva a organické pojivo. Vlhkost pelet se pohybuje okolo 10 %. Jedná se tedy o velmi zhodnocenou biomasu,

kteřá díky malým a pravidelným rozměrům může být dávkována automaticky pomocí šnekového dopravníku. Cena je oproti kusovému dřevu vyšší, nicméně účinnost dosahuje až k 90 %. Stejně jako u kusového dřeva lze využít taktěž teplovodní kotle přímo určené na pelety. Kusové dřevu však umí nahradit taktěž dřevní štěpka či piliny, pro které se taktěž vyrábějí teplovodní kotle. Kotel je velmi podobný tomu na pelety, nicméně jejich výskyt v domácnostech není až tak častý [41].

Vytápění biomasou však má dvě velké nevýhody. Tou první jsou prostory pro uskladnění, a tou druhou je výstavba komínu, který navyšuje investiční náklady.

### 3.4 Dotační programy v České republice

V České republice se dotačními programy pro budovy k bydlení zabývá Ministerstvo životního prostředí spolu se Státním fondem životního prostředí, který zastává administrativní práci od vyhodnocování žádostí až po výplatu peněžních prostředků. Program Nová zelená úsporám pozitivně motivuje jak majitele stávajících rodinných i bytových domů, tak majitele novostaveb, aby snižovali energetickou náročnost vlastněné nemovitosti, nebo jinak přispívali zlepšení kvality životního prostředí.

Program je financován Evropskou Unií, a to kvůli její strategii „The European Green Deal“, ve které jde mimo jiné o co největší úspory energie. Zároveň pomáhá naplnit Rámcovou úmluvu OSN o změně klimatu a Pařížskou dohodu z roku 2020, kde je jedním z cílů snižování emisí a skleníkových plynů. V diplomové práci budou jmenovány pouze dotace týkající se rodinných domů [42].

Program Nová zelená úsporám se dělí do pěti oblastí podpory, kdy oblast podpory A je věnována zateplení stávajících staveb. Oblast je dělena do tří podoblastí dle dosažené úspory energie díky zateplení či výměně výplní otvorů a na speciální čtvrtou podoblast určenou pro památkově chráněné budovy.

Oblast podpory B se věnuje novostavbám s velmi nízkou energetickou náročností, a to jak těm, které žadatel postavil, tak i těm, které si pouze koupil. Dle splnění či nesplnění požadavků na energetickou náročnost je možné získat fixní jednorázovou částku ve výši 200 000 Kč, 300 000 Kč nebo 500 000 Kč na jeden rodinný dům. Kontrolované požadavky reflektují požadavky na budovy s téměř nulovou spotřebou energie dle vyhlášky č. 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov, a dokonce vyžadují o 20 % přísnější hodnotu u primární energie z neobnovitelných zdrojů. Dalším z požadavků je maximální celková energeticky vztážená plocha menší než 350 m<sup>2</sup>. Je však kladen důraz na omezení spalování fosilních paliv, která v případě žádosti o dotace nemohou figurovat při ohřevu teplé vody ani u vytápění, pokud se nejedná o připojení k centrálnímu zásobování, které tyto zdroje využívá. Ve výčtu je mimo uhlí či topného oleje zahrnut také zemní plyn či LPG. Ti, kterým byla připsána dotace v této oblasti, nemají možnost

využití jiné dotace z Nové zelené úsporám, mimo podoblast C.5 – využití tepla z odpadní vody, D.2 – zelená střecha, D.4 – elektromobilita a E – projektová podpora.

Zdrojům energie se věnuje oblast C, kdy podoblast podpory C.1 je zaměřena na obnovu starých neefektivních zdrojů tepla, oblast C.2 podpoří ty, kteří se rozhodnou využít pro přípravu teplé vody solární termický či fotovoltaický systém, případně tepelného čerpadlo. Oblast C.3 je určena pro výrobu elektrické energie primárně pro vlastní využití tzn. nový fotovoltaický systém včetně rozvodů po domě. Dále je možno získat dotaci na nový systém řízeného větrání s rekuperací vzduchu v oblasti podpory C.4. Dotaci na využití tepla z odpadní vody spadající do podoblasti C.5 mohou čerpat i stavebníci a majitelé, kteří dosáhli na podporu v oblasti B. Při využití centrálního systému je výše podpory 50 000 Kč, v případě systému decentrálního je to 5 000 Kč za odběrné místo v maximální částce 15 000 Kč [43].

Oblast podpory D je zaměřená na adaptační a mitigační opatření. Podoblast podpory D.1 na instalaci vnější stínící techniky však mohou využít pouze majitelé čerpající podporu v oblasti A. Díky prokázaným výhodám zelených střech i podoblast D.2 cílí právě na tuto koncepci budov a dává možnost získání části financí i těm, kteří využili dotační oblasti B. Maximální finanční částka dotovaná státem je 100 000 Kč, záleží však na typu střechy, jejím sklonu a velikosti. Podporováno je také využití dešťové nebo šedé odpadní vody v domácnosti a v to podoblasti D3. Z důvodu postupného upouštění od spalovacích motorů, je podoblast D.4 věnována instalaci dobíjecích stanic elektromobilů ve výši 30 000 Kč za dobíjecí bod. I tuto dotaci lze čerpat souběžně s dotací na novostavbu.

Oblast podpory E pomáhá financovat odborný posudek pro žádost o dotaci, odborný technický dozor či blower-door test v případě oblasti podpory B. Výše podpory je stanovena fixní částkou dle podporovaných opatření – zateplení 25 000 Kč, novostavby 35 000 Kč, zdroje energie mimo C.1 a C.5 ve výši 5 000 Kč, dešťovka (pouze při využití šedé vody) 5 000 Kč.

Zajímavé mohou být i bonusy pro stavebníky v Moravskoslezském, Ústeckém a Karlovarském kraji, kde dochází k navýšení podpor o 10 %. Kombinační bonus je pak vhodný pro ty, kteří žádají o více dotací současně, např. zateplení + FVE [43].

Vzhledem k tomu, že budova hodnocená v druhé polovině diplomové práce byla postavena v roce 2018, je důležité zmínit i podmínky a výši finanční pomoci v tomto roce. V oblasti podpory B bylo možné získat 150 000 Kč, 300 000 Kč nebo 450 000 Kč, podle dosažených parametrů budovy. Hodnocené parametry jsou stejné, nicméně nejsou tak přísné jako dnes. Současně s touto žádostí šlo žádat o podporu na výstavbu zelených střech (500 Kč/m<sup>2</sup>) či zpracování posudku pro Blower-door test a odborných technický dozor (jednorázová pomoc ve výši 35 000 Kč) [44].

## 3.5 Koncepce budovy

Hodnoty, které musí splňovat pasivní standard, jsou již zmíněny výše, nicméně je důležité zaměřit se na to, jak těchto hodnot docílit s co nejmenším dopadem na finance investora. Je jasné, že se stavba oproti běžné výstavbě prodraží, nicméně při správném návrhu nemusí být nárůst ceny až tak dramatický.

### 3.5.1 Umístění na pozemku a vnitřní dispozice

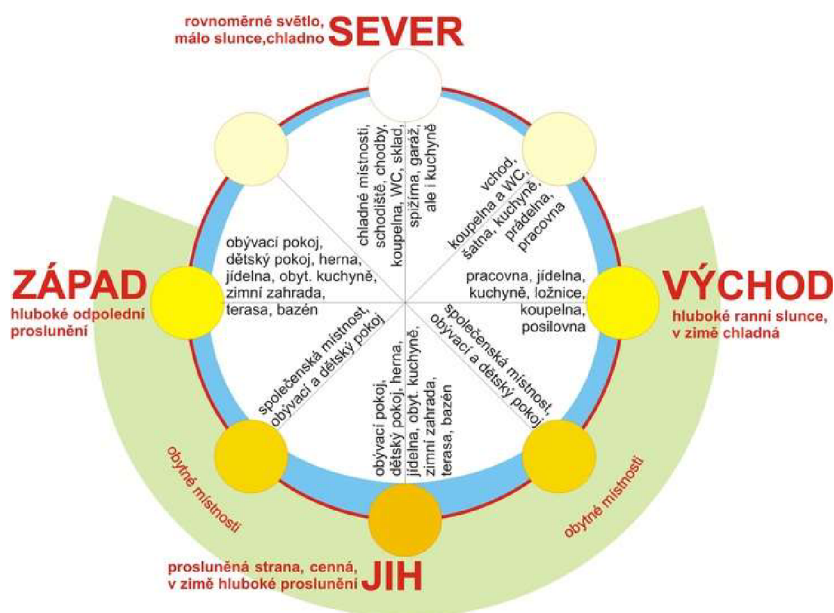
Většina odborné literatury dává pozemku velký význam, a to až takový že doporučuje určité pozemky nekupovat, kvůli špatné orientaci ke světovým stranám, která nepřispívá dostatečným pasivním ziskům. Typickým příkladem nevhodného pozemku je příjezdová cesta z jihu, tím pádem vstupní dveře jsou orientovány na jih a v případě, že investor žádá garáž napojenou k domu, i ta bude pravděpodobně na jižní straně, kterou pasivní dům využívá pro tepelné solární zisky. Zkušený projektant by si však měl poradit i s tímto problémem a navrhnout vhodné řešení.

Ideální umístění na pozemku tedy dle výše uvedeného je přesně naopak. Vchod do budovy ze severu spolu s garáží, která může sloužit jako nárazový prostor pro chladný vítr. Je prokázáno, že tyto nevytápěné prostory na severní fasádě domu přispívají k menší energetické zátěži [31]. Zároveň se na severní stranu nedoporučují ve větší míře okna, přes které se chladnější vzduch dostane dovnitř snáze než přes celistvou obvodovou konstrukci. Celkově je pak vhodná severní část domu pro neobytné místnosti, které se v domě nacházejí – technická místnost, chodba, schodiště, koupelna, WC [45].

Jižní strana by na rozdíl od té severní měla zůstat co nejvíce prosklená, a to právě z toho důvodu, aby pojmula co nejvíce tepelných zisků. Vzhledem k tomu lze očekávat, že i místnosti na této straně budovy budou teplejší než ty na severní straně. Proto se doporučuje na jižní stranu umístit ty místnosti, které jsou nejvíce využity, například obývací a dětský pokoj. Zároveň je potřeba zajistit, aby tato strana nebyla ovlivněna stíněním s cloněním od okolních budov nebo vzrostlých stromů [27], [45].

Západní fasáda domu je taktéž velmi osluněná a platí pro ni tedy podobné zásady jako pro fasádu jižní. Pro východní část domu se doporučuje prosklení lehce omezit oproti jižním a západním částem, protože i když zde Slunce svítí stejně dlouhou dobu jako na západ, je východní Slunce méně teplé. Na východ se hodí orientovat ložnici, a to proto, že se lidem ráno lépe vstává [45].

Následující obrázek graficky shrnuje výše uvedené.



Obrázek 4 - Vnitřní dispozice a orientace ke světovým stranám [45]

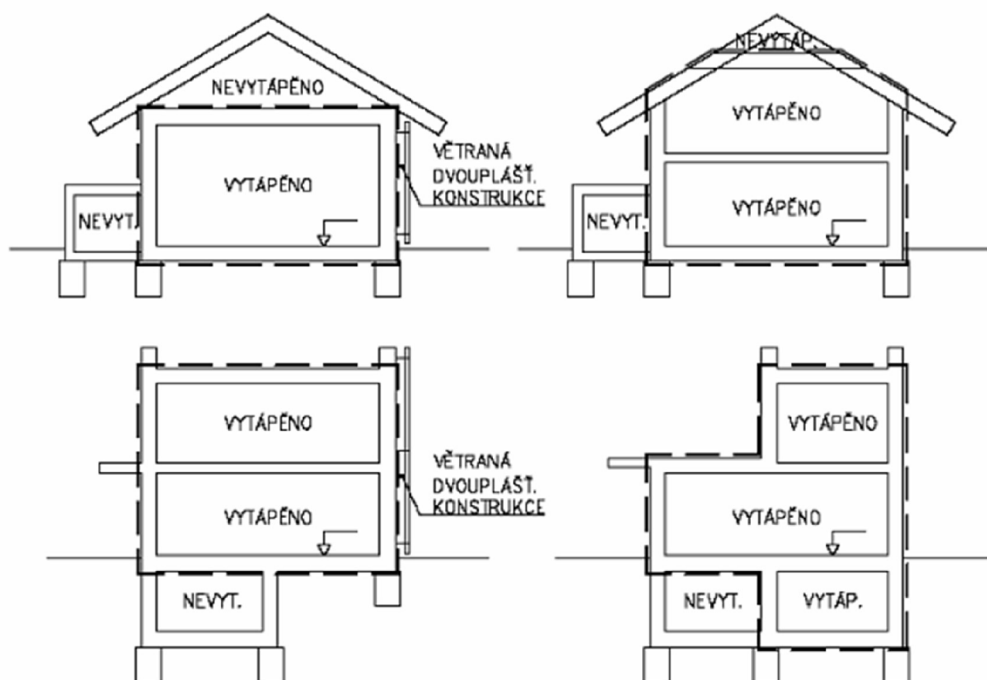
### 3.5.2 Tvar budovy

Jednoduchý tvar budovy je jednou z možností, jak snížit její tepelné ztráty bez jakýchkoliv vícenákladů na výstavbu. Tvar budovy zohledňuje objemový faktor, který je podílem ochlazované plochy a objemu budovy. Čím větší je ochlazovaná plocha v závislosti na objemu budovy, tím více prostoru má teplo k tomu, aby mohlo uniknout.

Ideální tvar z pohledu nejmenšího objemového faktoru vykazuje koule, nicméně v praxi je toto řešení velmi složité a finančně náročné. Objemový faktor by teoreticky dosahoval hodnoty 0,3. Nejeefektivnější se pak jeví krychle, která je z pohledu praxe nejjednodušší, což znamená, že i náklady na výstavbu jsou nejmenší a objemový faktor krychle se pohybuje okolo 0,5. Všechny budovy, které mají složitější tvary, jsou zároveň složitější i v řešeních tepelných mostů a tím se stávají rizikovějšími. Aby nemusel být rodinný dům obalen do nadměrné tepelné izolace, doporučuje se maximální hodnota objemového faktoru 0,8, nicméně není právně závazná [31], [46].

Jaké plochy a prostoty do objemového faktoru započítat, lze vidět na následujícím obrázku.





Obrázek 5 - Objemový faktor budovy [47]

Je to tedy hranice na styku s přilehlým prostředím, jako je exteriér, nevytápěný prostor, zemina či prostory sousední budovy. Nevytápěné prostory se tedy do takzvané obálky budovy nezapočítávají, pouze konstrukce, které je oddělují od vytápěného prostoru.

Dílčí součty dle konstrukcí a systémové hranice se dále používají při výpočtu předběžných tepelných ztrát [14], [15].

### 3.5.3 Stavební konstrukce

Stavební konstrukční systémy jsou v dnešní době koncipovány tak, že všechny umějí docílit pasivního standardu za dodržení určitých podmínek. Stavebník si tedy může vybrat jakékoliv řešení, které je mu blízké, nicméně musí znát jeho výhody a nevýhody a těm se přizpůsobit [48].

Zděné pasivní budovy z keramických tvarovek lze postavit dvěma způsoby, a to buď jako jednovrstvé zdivo s výplní minerální vatou či polystyrenem ve velké tloušťce, nebo tvarovky s větší únosností v menší tloušťce doplněné o dostatečné zateplení. První varianta je méně pracná, nicméně odborníci se neumí shodnout na tom, zda výsledky laboratorních měření pro určení součinitele prostupu tepla jsou dostatečně příznivé i v praxi. Výhodou je komplexnost systémů obsahujících i doplňkové prvky, dostatečně propracované detaily a řešení tepelných mostů a v neposlední řadě také všeobecné povědomí o těchto systémech.

Budovy z pórobetonu se potýkají taktéž s velkou tloušťkou stěny pro dosažení požadovaného součinitele prostupu tepla bez dodatečného zateplení. Jejich výhodou je ale jednoduché upravování rozměrů přímo na stavbě a s tím související menší sortiment doplňkových prvků. Pórobetonové tvárnice jsou taktéž lehčí než ty keramické.

To se však nedá říct o vápenopískových cihlách, které se objemovou hmotností dají přirovnat k betonu. Výhodou je však únosnost, která při šířce nosné stěny pouze 175 mm umožňuje vystavět až 4 nadzemní podlaží, nicméně s nutností dodatečné tepelné izolace. Velmi dobré jsou také akustické vlastnosti bloků.

Obdobnými vlastnostmi se vyznačují také prefabrikované betonové panely – malá tloušťka stěny při vysoké únosnosti a nutnosti zateplení. Beton se využívá také ve spojení s polystyrenovými tvárnici, které se po usazení jím vylíjí [49].

Stále častějším řešením jsou i lehké dřevostavby. Výhodou je rychlá a levnější výstavba, menší tloušťky nosných stěn pro splnění požadavků energetické náročnosti či menší ekologická stopa při výrobě. Je to dáno tím, že dřevo zde slouží pouze jako konstrukce, která je následně vyplňována izolačním materiálem, což u ostatních typů výše zmíněných systémů takto není [48], [49].

## 4 Cena stavebního díla

### 4.1 Metody tvorby ceny

Tvorba ceny jak ve stavebnictví, tak i v jiných oborech, je důležitou součástí ekonomických výpočtů, které mohou silně ovlivnit chod podniku. Je důležité ocenit své výrobky a služby tak, aby byli lidé schopni a ochotni danou cenu zaplatit, ale zároveň aby se firma udržela v ziskovosti a měla z čeho financovat obnovu provozu a technologií. Ve stavebnictví oproti jiným oborům je potřeba řešit nepředvídatelné překážky jako počasí, roční období, geologické podmínky, ale také originalitu každého stavebního díla, které je potřeba zohlednit taktéž na ceně konečného výrobku [50], [51].

Cenu lze určit třemi základními metodami, a to buď za pomoci nákladů, poptávky či konkurence.

Nákladově orientovaná tvorba ceny se tvoří za pomoci kalkulací. Protože je ve stavebnictví velmi rozšířena, bude se kalkulacím věnovat následující kapitola *4.1.2 Kalkulace*. V praxi jde tedy o vyčíslení skutečných nákladů na jednotku, ke kterým se poté přidá přiměřený zisk. Tvorbu ceny lze tedy vytvořit pouze na základě údajů z účetnictví. Tento přístup je jistě racionální, nicméně není schopen odrážet tržní cenu a přizpůsobovat se jí, což se může negativně projevit na zisku. V případě ceny příliš vysoké oproti konkurenci, zákazníci nebudou cenu akceptovat, pokud ve výrobku neuvidí něco jedinečného. Naopak v případě ceny příliš nízké, mohou zákazníci pochybovat o kvalitě a konkurence se může začít bránit. I přes to by však firma měla znát celkové náklady na jednotku výrobku či služby, aby znala svoji cenovou hranici, pod kterou by běžně neměla cena spadnout.

Poptávkově orientovaná cena hodnotí intenzitu poptávky a odhaduje optimální množství produkce při dané ceně. Při výpočtu se odhaduje procentuální růst či pokles poptávky při procentuální změně ceny a hledá se nejvýhodnější varianta pro ziskovost podniku. Tato metoda se používá u stavebních výrobků, kde obchodní zástupci velmi dobře znají konkurenci, jejich ceny a zároveň i zákazníky. Kontakt se zákazníkem a zjištění jeho ochoty a schopnosti zaplatit určitou cenu je zde zásadní.

Konkurenčně orientovaná cena odráží ceny konkurentů bez ohledu na výši vstupních nákladů. Cena se tvoří na základě porovnání výrobků či služeb firmy s těmi konkurenčními, kdy na základě kvality provedení, designu, značky, záručních výhod a dalších odlišných parametrů se cena navyšuje či snižuje. U této metody je potřeba dobře znát konkurenční výrobky a služby, aby byla cena správně odhadnuta.

Ideální metodou je však kombinace výše uvedených, kde na základě nákladové metody si firma určí spodní hranici, kterou pak dále upravuje podle poptávky a konkurenčních

cen. Pokud je spodní hranice příliš vysoká, je potřeba snížit náklady na výrobu, nebo daný podnikatelský záměr přestat realizovat [50].

## 4.2 Kalkulace

Kalkulace je výpočet celkových nákladů na kalkulační jednici, kterou může být jakákoliv činnost definovaná názvem a měrnou jednotkou – výroba cihly, měrná jednotka 1 kus. Kalkulace se provádí pomocí kalkulačního vzorce.

Kalkulační vzorec se dá rozdělit na 3 základní skupiny – přímé náklady, nepřímé náklady a zisk. Toto rozdělení je důležité z hlediska výpočtu. Přímé náklady se vyčíslují přesně dle skutečných nákladů na kalkulační jednici a nepřímé jsou řešeny režijní přírážkou. Je to dáno tím, že nepřímé náklady bývají často společné pro více výrobků či služeb, a proto nelze přesně určit jejich výši na danou kalkulační jednici. Zisk může být kalkulován jak procentní přírážkou z předem dané základny, nebo fixní částkou. Skladba jednotkové ceny je vyobrazena na obrázku níže [52].

JEDNOTKOVÁ CENA						
Přímé náklady				Nepřímé náklady		Zisk
Hmoty	Mzdy	Stroje	Ostatní	Režie výrobní	Režie správní	
	Zpracovací náklady					
	Přímé zpracovací náklady				Hrubé rozpětí	

Obrázek 6 - Jednotková cena [zdroj autor]

Cena materiálu neboli hmot je určena cenou pořizovací, tzn. cenou pořízení včetně pořizovacích nákladů. Pořizovací cena je cena za měrnou jednotku, za kterou daný materiál prodává dodavatel, případně za kterou je firma schopna daný výrobek vyrobit. Pořizovací náklady souvisejí s nákupem případně s výrobou a jejich výše je částečně ovlivnitelná. Jedná se například o dopravu materiálu na staveniště, náklady na skladování, případně náklady na obaly, pokud je dodavatelská cena stanovena bez nich – příkladem mohou být například palety, na kterých jsou dodávány keramické tvarovky. U nákladů na materiál je nutné taktéž zohlednit množství potřebného materiálu na kalkulační jednici, a to kvůli ztrátám prořezem atd.

Do přímých mezd se započítávají mzdy výrobních pracovníků, kteří se svou činností přímo podílí na výrobě, a tím pádem lze jejich práci přiřadit k dané kalkulační jednici. Aby bylo možné zjistit výši nákladů, je potřeba znát nejen výši mzdových tarifů, ale taktéž potřebnou dobu k dokončení výkonu tzn. počet normohodin. Normohodiny mohou být určeny dle vlastních zkušeností a měření, nebo dle výpočtu a měření odborných organizací [51].

Třetím bodem kalkulačního vzorce jsou náklady na stroje a mechanismy, které se přímo podílejí na výrobě a díky tomu lze výše jejich nákladů přímo přiřadit na kalkulační jednici. Mimo nákladů na provoz, které zahrnují náklady na energii (elektřina, motorová nafta), opotřebení stroje, údržby a opravy atd., je potřeba zohlednit taktéž náklady na pořízení, montáž a demontáž. Náklady na pořízení mohou být vypočteny formou účetních odpisů na základě předpokládaného počtu úkonů během životnosti. Dále je potřeba myslet taktéž na náklady na dopravu na staveniště případně na nájemné. Stejně jako normohodiny vyjadřují délku trvání práce lidského faktoru na kalkulační jednici, strojohodiny vyjadřují tutéž veličinu pro stroje a mechanismy.

Ostatní přímé náklady vyjadřují ostatní náklady, které lze určit přímo na kalkulační jednici, a nespádají do hmot, mezd a nákladů na stroje. Primárně se jedná o náklady na sociální a zdravotní pojištění výrobních zaměstnanců. Dále se může jednat o dopravu, nebo například o bednění či lešení, pokud není započítáno v materiálových nákladech [51].

Nepřímé náklady neboli režie mohou být výrobní, správní případně odbytové. Výrobní režie obsahuje veškeré náklady spojené s výrobou, které nelze přesně přiřadit na kalkulační jednici. Často to bývají THP pracovníci, kteří kontrolují celý průběh výroby a nelze tedy jejich mzdu přiřadit pouze k jedné činnosti či k jednomu výrobku. Stejně tak lze do výrobních nákladů přiřadit energie na provoz výrobních hal, či zařízení staveniště.

Správní režie obsahuje mzdy správních pracovníků a náklady na správu a řízení podniku, tzn. například mzda účetní, účetní programy, kancelářské pomůcky, náklady na vybavení kanceláří atd.

Režie se kalkulují pomocí přírážkové kalkulace ze zvolené základny. Základna musí splňovat určitá kritéria:

- souvislost mezi nepřímými náklady a základnou,
- stabilita poměru mezi nepřímými náklady a základnou,
- snadno zjistitelný rozsah základny,
- stálost ve srovnávaných obdobích,
- velikost (co největší kvůli omezení chyby) [52].

$$\text{Sazba nepřímých nákladů v \%} = \frac{\text{celkové náklady}}{\text{rozvrhová základna}} * 100 \quad (8)$$

Výše zisku je ovlivněna pouze rozhodnutím vedení podniku, které určí buďto procentní přírážku z předem určené základny, nebo fixní výši. Často je velikost zisku ovlivněna taktéž situací na trhu, aby si firma udržela konkurenceschopnost [52].

## 4.3 Rozpočet stavby

### 4.3.1 Předběžné ocenění dle rozpočtových ukazatelů

Jako prvotní podklad pro zjištění investičních nákladů na stavební dílo v předinvestiční fázi se využívají rozpočtové ukazatele. Rozpočtové ukazatele vyjadřují cenu za jednotku, např. za m<sup>2</sup> podlahové plochy či m<sup>3</sup> obestavěného prostoru apod., která pomáhá odhadnout cenu na základě studií, bez přesných výkazů výměř. Tyto ukazatele jsou vypočítávány na základě cen obdobných již realizovaných staveb v minulosti. Pokud však investor žádá stavbu ve vyšší než běžném standardu, je potřeba rozpočtový ukazatel poupravit pro přesnější náhled na investiční náklady.

Rozpočtové ukazatele jsou volně přístupné veřejnosti na stránkách firem, které se rozpočtováním zabývají, např. RTS, a.s. Jejich využití je možné pro veškeré pozemní i inženýrské stavby, a to díky rozčlenění dle Jednotné klasifikace stavebních objektů, a následně zpřesnění ceny za jednotku dle konstrukčně materiálové charakteristiky. Například domky rodinné jednobytové zděné lze postavit dle cenové soustavy RTS v cenové úrovni roku 2022 za 7 600 Kč/1 m<sup>3</sup> [51], [53].

### 4.3.2 Podrobný položkový rozpočet

Položkový rozpočet se zpracovává v investiční fázi, kdy je již k dispozici minimálně dokumentace pro stavební řízení. Prvním krokem pro jeho sestavení je sestavení soupisu prací s výkazem výměř. Tento soupis obsahuje veškeré práce včetně co nejbližší specifikace materiálu dle technické zprávy a stavebních výkresů. U těchto položek je nutné doplnit výkaz výměř včetně přehledného a kontrolovatelného výpočtu, nejčastěji v pořadí délka\*šířka\*výška. V případě opakujících se výpočtů lze využít figury, případně odkaz na jinou položku.

Rozpočet je sestavován a členěn dle kódu Třídníku stavebních konstrukcí a prací [50].

Jednotlivé položky mohou být sestaveny v různé podrobnosti. Tou nejpodrobnější variantou jsou montážní položky se specifikací (materiál k montážní položce). U prací hlavní stavební výroby se používají položky kompletní (montáž vč. materiálu). Dále se lze setkat s agregovanými položkami, které obsahují již více prací v jednom – např. pokládka vinylové podlahy bude obsahovat jak pokládku kročejové izolace, samotného vinylu, tak osazení podlahových lišt. Přírážkové položky se používají při stanovení přesunů hmot. Posledním druhem je tzv. R-položka, která může být jiným způsobem nazvaná jako vlastní. Je to položka, která je vytvořena rozpočtářem, protože není obsažena v cenové databázi rozpočtovacích programů a cena musí být zjištěna dle trhu.

Položkový rozpočet má danou strukturu. Musí obsahovat:

- kód položky a její popis,
- množství,
- měrnou jednotku,
- jednotkovou cenu,
- jednotkovou hmotnost,
- cenu celkem,
- hmotnost celkem.

Hmotnost je důležitá kvůli ocenění přesunů hmot po staveništi, které v samostatných položkách není obsaženo. Přesuny hmot respektují mimo hmotnosti také výšku, do které je materiál přesouván. U prací HSV je přesun hmot oceněn jednou položkou za veškeré práce, u prací PSV je pak samostatná položka v každém dílu [50].

Součtem jednotlivých položek včetně přesunů hmot získá investor pohled na základní rozpočtovací náklady. Vzhledem k tomu, že stavba si však nežádá pouze náklady na samotnou výstavbu, jsou v rozpočtu připočítávány tzv. vedlejší rozpočtovací náklady a ostatní rozpočtovací náklady. Vedlejší rozpočtovací náklady zahrnují například náklady na zařízení staveniště (budování, provoz i likvidaci), náklady na oplocení pozemku, zábory, pronájmy vedlejších pozemků atd. Za ostatními rozpočtovacími náklady se skrývá především dokumentace skutečného provedení stavby či zaměření stavby po dokončení. Tyto náklady mohou být vyčísleny pomocí procentní přírážky ze základních rozpočtovacích nákladů případně přesnou hodnotou [51].

Rozpočet většinou obsahuje krycí list, ve kterém lze nalézt informace o objednateli a zhotoviteli, cenu za hlavní stavební výrobu, vedlejší stavební výrobu, montáže, vedlejší a ostatní náklady. Na krycím listu se nachází taktéž informace o dani z přidané hodnoty. Další částí rozpočtu je rekapitulace rozpočtu po jednotlivých stavebních dílech a jako poslední je vlastní položkový rozpočet.

Položkový rozpočet lze rozdělit na kontrolní rozpočet investora a nabídkový rozpočet stavebního podniku. U kontrolního rozpočtu investora jsou ceny materiálů a prací nejčastěji převzaty z databází jednotkových cen stavebních prací, které jsou k dispozici v rozpočtovacích programech. U nabídkového rozpočtu stavebního podniku by však měly být ceny upraveny dle kalkulací zhotovitele [50].

## 4.4 Financování stavby

Financování stavby rodinného domu může být řešeno buďto pouze vlastními zdroji, nebo kombinací zdrojů vlastních a cizích. Málokterý stavebník však má dostatek vlastních zdrojů, aby byl schopen investici do nového bydlení financovat celou pouze svými zdroji. Vzhledem ke zpřísněným podmínkám České národní banky již banky neposkytují úvěr pokrývající 100 % nákladů na stavbu, a tak je potřeba kombinovat zdroje vlastní a cizí.

Nejčastější volbou při financování vlastního bydlení bývá hypoteční úvěr. Hypoteční úvěr je úvěrem účelovým, tzn. může být použit pouze pro financování bydlení bez ohledu na to, zda se jedná o stavbu, nákup či rekonstrukci rodinného domu nebo o nákup či rekonstrukci bytové jednotky. Zároveň se jedná o úvěr dlouhodobý se splatností 5 – 30 let.

Žádat o úvěr mohou fyzické osoby s trvalým pobytem v České republice, případně občané České republiky s trvalým pobytem v jiném státě, a to v počtu maximálně 4 spolužadatelů a maximálně 2 domácností. Zajištění hypotečního úvěru je řešeno zástavním právem k nemovité věci na území České republiky, která musí být zapsána v katastru nemovitostí. Je možné ručit i nemovitou věcí, která je předmětem hypotečního úvěru, i za předpokladu, že se jedná o rozestavěnou stavbu [54].

Před schválením hypotečního úvěru banka provádí důkladnou analýzu bonity klienta. Chrání se tak před jeho neschopností splácet. Vzhledem k tomu, že není dán přesný postup, každá banka má vlastní metodiku určení vah jednotlivých faktorů. Mezi hlavní faktory patří:

- věk,
- příjem,
- rodinný stav,
- vzdělání,
- zaměstnání/podnikání,
- aktuálně splácené úvěry i úvěry z minulosti,
- zápis v bankovním i nebankovním registru dlužníků.

Banky si samy určují horní hranici věku, kdy musí být hypoteční úvěr splacen. Obvykle se tato hranice pohybuje mezi 65 – 70 lety. Na základě věku se odvíjí délka splatnosti úvěru a tím i výše splátky, kterou klient je nebo není při současných příjmech a výdajích schopen splácet. Rodinný stav zahrnuje kromě manželství také počet nezajištěných dětí, o které se žadatel, případně žadatelé musejí postarat. Spolu se vzděláním se posuzuje



druh pracovního poměru – zkušební doba, pracovní poměr na dobu určitou či neurčitou, podnikání. Osoby samostatně výdělečně činné jsou pro banky méně atraktivní než zaměstnanci pracující na hlavní pracovní poměr. Zápis v registru dlužníků snižuje možnost získání jakéhokoliv úvěru [55], [56].

Na základě zjištěných informací musejí banky taktéž vypočítat ukazatel DTI, DSTI, LTV. Ukazatel DTI (Debt to Income) zjišťuje zadluženost žadatele po schválení hypotéky. Zadluženost nesmí přesahovat 8,5 násobek ročního příjmu (9,5 násobek u žadatelů do 36 let při nákupu vlastního bydlení) [57]. Jeho výpočet se provádí následovně:

$$DTI = \frac{\text{výše poskytnutého úvěru}}{\text{čistý roční příjem žadatele o úvěr}} \quad (9)$$

Druhým ukazatelem je DSTI (Debt Service to Income), který zjišťuje likviditu žadatele, tedy schopnost splácet. Splátky nesmí přesahovat 45 % celkového měsíčního příjmu žadatele (50 % pro žadatele do 36 let při nákupu vlastního bydlení) [58].

$$DSTI = \frac{\text{výše měsíčních splátek}}{\text{čistý měsíční příjem žadatele o úvěr}} * 100 \quad (10)$$

Posledním ukazatelem je LTV (Loan to Value), který zajišťuje částečné použití vlastních zdrojů. Při financování nemovitosti je nutné disponovat minimálně 20 % vlastních nákladů na stavbu (10 % u žadatelů do 36 let při nákupu vlastního bydlení). Cizí zdroje tedy mohou být použity maximálně z 80 %, respektive z 90 %, což jsou limitní hodnoty LTV [59].

$$LTV = \frac{\text{výše poskytnutého úvěru}}{\text{hodnota zastavené nemovitosti}} * 100 \quad (11)$$

Jako kompenzaci za půjčení finančních prostředků si banky účtují poplatky a úroky. Poplatky bývají pro všechny žadatele stejné, úroková míra se však mění dle délky fixace úrokové sazby, bonity klienta, výše vlastních zdrojů aj. Celkový roční náklad na úvěr vyjadřuje roční procentní sazba nákladů, která obsahuje jako poplatky tak úrokovou míru. Náklad se poté spočítá jako procento RPSN z nesplacené částky za rok (p.a.), případně za čtvrtletí (p.q.) nebo za měsíc (p.m.), které si banka účtuje ve svůj prospěch.

Nejčastější forma splácení dluhu je splátkový kalendář s konstantní anuitou, tedy s konstantní částkou zasílanou na vrub banky. Splátka se skládá ze dvou částí – úmoru, tedy ze splátky jistiny, a úroku. Úrok je vždy počítán z celkové nesplacené částky, tzn. že se poměr úroku a úmoru v čase mění. Výpočet anuity se provádí následovně:

$$A = \frac{(1+r)^n * r}{(1+r)^n - 1} * D \quad (12)$$

kdy  $r$  značí roční úrokovou sazbu v %,  $n$  dobu splatnosti dluhu v letech a  $D$  výši dluhu v Kč [60].

Další možností je stavební spoření, které může být jedním z vlastních zdrojů stavitele. Jedná se o produkt nabízený stavebními spořitelny, který je mimo úroky zhodnocován také finanční podporou státu. Výše státní podpory je nastavena na 10 % z naspořené částky za rok, maximálně ve výši 2 000 Kč. Podmínkou je však vázací lhůta 6 let, po kterou nelze peníze ze spoření vybrat, aniž by věřitel o státní podporu přišel. Ke státní podpoře se připočítávají i úroky z vkladu stanovené danou stavební spořitelnou.

Při zakládání spoření se určuje cílová částka, ze které se odvádí poplatek, běžné 1 % z cílové částky, kterou plánuje věřitel naspořit. Dále se platí roční poplatek za vedení účtu, nejčastěji mezi 300 – 400 Kč [61].

Vlastní zdroje lze doplnit úvěrem ze stavebního spoření, kdy je potřeba spořit minimálně 2 roky a naspořit alespoň část ze smlouvené cílové částky (dle požadavků spořitelny). Spořitelna je poté ochotna vypůjčit rozdíl cílové a naspořené sumy. Druhou variantou je překlenovací úvěr, který lze získat ihned po založení účtu. Dokud však nebude na účtu částka, která by umožňovala splnění podmínek pro řádný úvěr, splácí se pouze úroky z celkového dluhu. Až po dosažení této částky se začne umořovat jistina. Možností je také hypotéka, o kterou lze požádat i bez peněz uložených na stavebním spoření.

Existují i další možnosti financování, nicméně ty už nebývají tak výhodné. Výhodou u výše uvedeného je oproti běžnému neúčelovému úvěru nízká úroková sazba, dlouhodobost úvěru (u spotřebitelského úvěru splatnost do 10 let) a hlavně možnost odečtu zaplacených úroků ze základu daně při jejím ročním zúčtování až do výše 150 000 Kč; u nemovitostí se zápisem do katastru do 31.12.2020 je odečitatelná částka 300 000 Kč. Tato možnost platí pouze v případě, že jde o financování bydlení pro svou potřebu, tzn. nelze uplatnit na pronajímané nemovitosti [62], [63].

## 5 Hodnocení efektivity investic

Při hodnocení efektivity investic se lze setkat se dvěma pojmy, které je důležité předem vysvětlit. Jedná se o hodnocené období a diskontní sazbu.

Hodnocené období je období, po které se sleduje finanční vývoj projektu. Délka hodnoceného období velmi ovlivňuje konečné výsledky jednotlivých ukazatelů, a proto pro veřejné projekty je tento parametr specifikován metodikami Evropské Unie dle sektorů národního hospodářství. Pro neveřejné účely se dá navrhnout hodnocené období dle ekonomické či technické životnosti, u technické životnosti pak povětšinou období končí s první významnou rekonstrukcí či modernizací. Časový horizont by neměl být ani příliš krátký, aby nedocházelo k předčasnému zavržení projektu, ale ani příliš dlouhý, kvůli zhoršujícímu se odhadu budoucích peněžních toků [60].

Diskontní sazba je nástrojem pro přepočtení finančních prostředků z budoucí hodnoty na současnou. Zároveň při jejím stanovení do ní vkládáme požadovanou výnosnost projektu včetně zahrnutí rizik, která s projektem souvisí.

Výpočet diskontní sazby lze při podobné míře rizika jako je riziko podnikatelské a zároveň pokud projekt nemá významný vliv na kapitálovou strukturu podniku, provést pomocí vážených nákladů kapitálu.

$$WACC = \frac{E}{C} * r_e + \frac{D}{C} * (1 - t) * r_d \quad (13)$$

kde

*WACC jsou vážené náklady kapitálu v %,  
r<sub>e</sub> jsou náklady vlastního kapitálu v %,  
r<sub>d</sub> jsou náklady cizího kapitálu v %,  
E je vlastní kapitál v Kč,  
D je cizí kapitál v Kč,  
C je celkový kapitál v Kč,  
t je daň z příjmů v %.*

Náklady vlastního kapitálu představují součet výše výnosnosti bezrizikové investice a rizikové přírážky, která je závislá na rizikovosti podnikání a rozdílu výnosnosti tržních akcií a státních dluhopisů. Státní dluhopisy jsou díky zaštitění státem považovány za bezrizikovou investici.

$$r_e = r_0 + RP \quad (14)$$

$$RP = \beta * (r_m - r_0) \quad (15)$$

kde

$r_0$  je výnosnost bezrizikové investice,  
 $RP$  je riziková přírážka,  
 $\beta$  je koeficient zohledňující riziko daného podnikání,  
 $r_m$  je výnosnost tržních akcií.

Náklady cizího kapitálu jsou dány přímo výší úrokové sazby banky, která cizí kapitál financuje [64].

Při zasazení diskontní sazby do níže uvedeného vzorečku, vznikne tzv. diskontní faktor, který přepočítává budoucí hodnotu peněz na současnou. Jednotlivé hodnoty diskontního faktoru se dají nalézt v tabulkách, nicméně výpočet není složitý [60].

$$\text{Diskontní faktor} = \frac{1}{(1+r)^i} \quad (16)$$

kde

$r$  je diskontní sazba,  
 $i$  je počet let od 1 do  $n$ .

## 5.1 Čistá současná hodnota

Čistá současná hodnota NPV vyjadřuje hodnotu budoucích peněžních toků v celém hodnoceném období, tzn. kolik peněžních prostředků daná investice přinese v současné hodnotě peněz. Za ekonomicky efektivní se pak považují ty projekty, které mají čistou současnou hodnotu rovnu či vyšší než investiční náklad.

Pro výpočet lze použít následující vzorec:

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{NCF_i}{(1+r)^i} - IC \quad (17)$$

kde

$NCF_i$  jsou čisté peněžní toky v  $i$  – tém roce investice v Kč,  
 $r$  je výše diskontní sazby v %,  
 $IC$  je investiční náklad v Kč.

Pro zjednodušení výpočtu lze však použít i funkci v aplikaci MS Excel s názvem XNPV [60].

## 5.2 Vnitřní výnosové procento

Vnitřní výnosové procento IRR udává míru výnosnosti investice během hodnoceného období, za předpokladu, že čistá současná hodnota se rovná nule. Lze tedy říci, že pokud je vnitřní výnosové procento vyšší než původní zvolená diskontní sazba, projekt bude v hodnoceném období ziskovější, než bylo požadováno a naopak. Za kritické lze považovat hodnoty nižší než 0, což dává najevo, že projekt v hodnoceném období nedosáhl bodu zvratu, tzn. výnosy nepokryly náklady s projektem spojené.

$$NPV = \sum_{i=0}^n \frac{NCF_i}{(1+r)^i} = 0 \quad (18)$$

kde

*NCF<sub>i</sub> jsou čisté peněžní toky v i – tém roce investice v Kč,  
r je hodnota vnitřního výnosového procenta.*

Pro výpočet IRR ve více než 3letém období je zapotřebí použít metodu lineární interpolace. Lze použít také funkci XIRR v programu MS Office.

Vnitřní výnosové procento má však také svá omezení. Jedním z nich je přelévání mezi kladným a záporným cashflow v průběhu hodnoceného období (ne pouze na začátku). Vnitřní výnosové procento s tímto neumí pracovat, a proto v případě, kdy tato situace nastane, je potřeba veškeré záporné peněžní toky převést na současnou hodnotu a počítat s nimi v nultém roce hodnoceného období. IRR si stejně jako NPV neumí poradit se změnou diskontní sazby v čase, nebo s půjčením hotovosti či dalším investováním [60].

## 5.3 Doba návratnosti

Doba návratnosti udává, za kolik let výnosy pokryjí veškeré náklady spojené s pořízením investice. Doba návratnosti lze rozčlenit na prostou a diskontovanou. Jediným rozdílem je, že prostá doba návratnosti nepočítá se změnou peněžních prostředků v čase.

$$\sum_{i=0}^k \frac{NCF_i = IC_i}{(1+r)^i} = \sum_{i=k}^n \frac{NCF_i}{(1+r)^i} \quad (19)$$

kde

*NCF<sub>i</sub> jsou čisté peněžní toky v i – tém roce hodnoceného období v Kč,  
IC<sub>i</sub> jsou investiční náklady v i – tém roce hodnoceného období v Kč,  
r je diskontní sazba v %,  
k je počet let investiční fáze projektu.*

Ukazatel doby návratnosti je vždy používán spolu s jinými ukazateli, protože nehodnotí celé běžně hodnocené období. Pokud je doba návratnosti menší než životnost projektu, projekt je efektivní [60].

## 5.4 Index rentability

Index rentability PI ukazuje, kolik diskontovaných peněžních prostředků vynese jedna investovaná koruna po dobu hodnoceného období. Pokud se index rentability rovná více než 1, znamená to, že investice je efektivní.

$$PI = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{NCF_i}{(1+r)^i}}{IC_0} \quad (20)$$

Kde

*NFC<sub>i</sub> jsou čisté peněžní toky v i – tém roce v Kč,*  
*r je diskontní sazba v %,*  
*IC<sub>0</sub> jsou investiční náklady v nultém roce provozu v Kč.*

Index rentability se často používá jako doplněk k čisté současné hodnotě [60].

## 5.5 Náklady životního cyklu

Náklady životního cyklu LCC je jeden z mála ukazatelů, který lze použít i u projektů, které nemají příjmy či užítky, které by šly vyjádřit v penězích. Ukazatel sleduje náklady nejen po hodnocené období, ale po celý životní cyklus objektu, od předinvestiční až do likvidační fáze. Často bývá součástí analýzy minimalizace nákladů (Cost Minimizing Analysis).

Taktéž u tohoto ukazatele se náklady vyjadřují v diskontované formě, aby byly převedeny na současnou hodnotu [60]. Výpočet lze tedy vyjádřit následujícím vztahem:

$$LCC = \sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1+r)^i} \quad (21)$$

kde

*C<sub>i</sub> jsou náklady v i – tém roce životního cyklu v Kč,*  
*r je diskontní sazba v %,*  
*n je délka hodnoceného období.*

## 6 Náklady nízkoenergetického domu

### 6.1 Charakteristika budovy

Hodnocený rodinný dům se nachází na předměstí města Opavy v klidné části zastavěné převážně rodinnými domy. Objekt stojí na parcele o výměře 690 m<sup>2</sup>, kdy zastavěná plocha tvoří 125 m<sup>2</sup>, kdy objekt leží v severní části pozemku s vchodem na jih. Jedná se o jednopodlažní rodinný dům s jednou bytovou jednotkou, podlahovou plochou 99,46 m<sup>2</sup> a obestavěným prostorem 660 m<sup>3</sup>.

Dispoziční řešení je navrženo jako 4+kk, kdy v zádveři jsou po levé straně dveře do technické místnosti a na WC, dále do chodby. V chodbě se nachází 5 dveří – zleva dětský pokoj, koupelna, pracovna, ložnice a obývací pokoj s kuchyňským koutem.

Konstrukčně je stavba provedena jako zděná, z pórobetonových tvárníc Ytong šířky 300 mm na tenkovrstvou maltu. V projektové dokumentaci však figuruje zdivo typu Therm, při výběru dodavatele stavebních prací byl ale konstrukční systém pozměněn. Na monolitických základových pasech šířky 500 mm z betonu C16/20 je provedena nadezdívka z betonových bloků ztraceného bednění šířky 400 mm. Základy jsou zapuštěny 1,3 m pod úroveň terénu. Na nich pak leží deska podkladního betonu C16/20 v tloušťce 150 mm, vyztužena KARI sítí, pokryta 2 vrstvami hydroizolace z SBS modifikovaného asfaltového pásu jak ve vodorovné rovině, tak ve svislé do hloubky 0,5 m pod úroveň terénu. Podlahy jsou zatepleny 140 mm podlahové izolace, na tepelné izolaci je roznášecí vrstva z betonové mazaniny. Zdivo i další systémové prvky jsou od výrobce Wienerberger – nosné zdivo Porotherm 24 PD, nenosné zdivo Porotherm 11,5, doplňkové cihly a překlady nad otvory. Pro ztužení objektu je zdivo ukončeno věncem. Střecha je valbová s keramickou taškovou krytinou se sklonem 23°. Soustava krovu je vaznicová z hraněného řeziva se sloupky, které jsou uloženy na ocelových nosnících. Pro oddělení bytového a půdního prostoru bylo použito dřevěného roštu, na kterém je zavěšen sádkartonový podhled zateplený 300 mm tepelné izolace z minerální vlny. Půda je pochůzí jen částečně, v ohraničeném prostoru po OSB deskách ležících na dřevěném roštu. Obvodové stěny budovy jsou zatepleny kontaktním zateplovacím systémem v tloušťce 140 mm. Průměrný součinitel prostupu tepla dle energetického štítku a protokolu odpovídá hodnotě 0,31.

Vytápění je řešeno nízkoteplotním podlahovým topením s doplňkovým elektrickým otopným tělesem v koupelně. Elektrické topné rohože, které jsou uvedeny v PENB nebyly použity. V obývacím pokoji se nachází krbová kamna na pevná paliva s jednopřůduchovým systémovým třívrstevným komínovým tělesem. Ohřev teplé vody je zajištěn elektrickým bojlerem taktéž umístěným v technické místnosti. Větrání budovy je přímé, okny. Nucené větrání se nachází pouze v kuchyňském koutě, koupelně a na WC. V kuchyňském koutě je osazena digestoř, v koupelně a na WC pak malé axiální

ventilátory se zpětnou klapkou. Osvětlení prostor zajišťují okna a úsporné LED světla. Chlazení či úprava vlhkosti není v domě řešena.

Budova je připojena na veřejný vodovod, splaškovou kanalizaci a elektrickou energii. Plyn není do budovy přiveden. Obnovitelné zdroje energie nejsou v domě využity. Odvodnění střechy je svedeno do akumulární nádrže, kdy voda z ní bude využita pro zalévání zahrady.

V návrhu je na objekt napojena otevřená dřevěná pergola v letních měsících stínící HS portál umístěný v obývacím pokoji z jižní strany. Pergola nebyla součástí dodávky stavební firmou a momentálně ještě není zrealizovaná. V okolí rodinného domu se nenalézají vzrostlé stromy ani budovy, které by budově stínily.

## 6.2 Investiční náklady

V době výstavby (rok 2018/2019) byl rozpočtový ukazatel pro Budovy pro bydlení – Domky rodinné jednobytové se svislou nosnou konstrukcí zděnou z cihel, tvárníc a bloků 5 595 Kč, což by pro hodnocenou budovu s obestavěným prostorem 660 m<sup>3</sup> znamenalo investiční náklady ve výši 3 692 700 Kč [65].

Reálně bylo na stavbu využito přibližně 1 465 000 Kč z vlastních zdrojů a 2 000 000 Kč bylo čerpáno z hypotečního úvěru s úrokovou sazbou 2,55 % a RPSN 2,72 % s fixací na 7 let. To znamená, že cena byla oproti odhadu z rozpočtového ukazatele o 6,57 % nižší. Jedním z možných vysvětlení nižší ceny rodinného domu je absence těžkého stropu, který je nahrazen dřevěným roštem a zavěšeným sádkartonovým podhledem.

V plánovací části investiční fáze bylo využito přibližně 100 000 Kč. Nejvyšší částka, a to 60 000 Kč, byla vynaložena na projektové práce. Jednalo se o typový projekt s drobnými úpravami dle požadavků majitelů. Zbývá částka padla na zaměření pozemku, vytyčení stavby, poplatky na úřadech atd.

Vybraný zhotovitel stavebního díla spolu se smlouvou o dílo dodal i položkový rozpočet na celkovou částkou 2 996 249,10 Kč včetně 15 % DPH. Zhotovitel překročil plánovaný rozpočet o zhruba 29 000 Kč, lze tak počítat se zaokrouhlenou částkou 3 025 000 Kč, ve které není započítaná kuchyňská linka a křbová kamna. Tyto dvě položky majitele stály do 200 000 Kč. Náklady na ostatní vybavení a nábytek majitelé odhadují na přibližně 140 000 Kč, včetně toho, co již vlastnili předtím.

Plánování výstavby se pozdrželo záporným rozhodnutím jednoho z dotčených orgánů státní správy, kdy po předání věci krajskému soudu však byla stavba povolena. Celkově tak plánovací část trvala přibližně rok a půl. Smlouva se zhotovitelem byla podepsána 8. 7. 2018, kdy za termín zahájení prací bylo označeno datum 3. 12. 2018, datum ukončení bylo domluveno na 31. 10. 2019. Zhotovitel termíny dodržel a stavba byla postavena během 10 měsíců.



Tabulka 5 – Náklady v investiční fázi [zdroj autor]

Druh nákladů	Skutečné náklady
Pozemek	- Kč
Projektové práce	60 000 Kč
Geodetické práce	30 000 Kč
Poplatky (úřady, banka)	10 000 Kč
Výstavba RD	3 365 000 Kč
z toho: zapláceno st. firmě	3 025 000 Kč
dokoupeno samostatně	340 000 Kč
<b>Investiční náklady celkem</b>	<b>3 465 000 Kč</b>

### 6.3 Provozní náklady

Dle energetického štítku je rodinný dům zařazen do klasifikační třídy B – velmi úsporná. Vzhledem k přísnějším požadavkům na využití obnovitelných zdrojů a provoz budovy za pomoci elektrické energie, by budova za současných legislativních požadavků nemohla být znovu postavena. Důvodem je vysoká potřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů. Již v době návrhu budovy v roce 2018 bylo doporučeno pořízení fotovoltaických či solárních panelů nebo rekuperační jednotky pro snížení tepelných ztrát větráním. Tepelné čerpadlo je taktéž jedním z doporučených řešení.

Dle energetického štítku a protokolu k němu vypracovaném by celková dodaná energie měla být 17,152 MWh/rok, z toho má být 13,311 MWh využito k vytápění, 3,097 MWh k ohřevu teplé vody a 0,743 MWh na osvětlení a provoz spotřebičů. V protokolu je však uvažováno s primárním vytápěním křbovými kamny (65 %) s tím, že podlahové topení bude využíváno spíše méně často (35 %). Skutečnou spotřebu ovlivňuje také změna konstrukčního systému a počet osob žijících v domě – energetický štítek počítá s 1 osobou na 40 m<sup>2</sup> (2,5 osoby/podlahovou plochu), reálně ale od roku 2021 žije v domě 4členná rodina.

#### 6.3.1 Elektrická energie

Kvůli malým dětem v domácnosti se prozatím vytápí dům pouze elektřinou. Využití křbových kamen je plánováno do 2 let. Jediná dodaná energie do rodinného domu je tedy elektřina od dodavatele ČEZ Prodej, a.s.

Dle posledních dvou vyúčtování je však celková spotřeba domácnosti 10 – 11 MWh/rok, a proto bude s tímto reálným číslem počítáno i v dalších výpočtech. Od kolaudace byla elektřina zafixována na 3 roky za částku 1 629 Kč/MWh, fixace ale s začátkem roku 2022 skončila a cena byla navýšena na 2 874 Kč/MWh s fixací na 1 rok.

Vyúčtování probíhá vždy na začátku května. V následujících tabulkách je však spotřeba elektrické energie uvedena za jednotlivé roky od 1.1. do 31.12. dle podrobného vyúčtování.

Tabulka 6 – Skutečná spotřeba elektrické energie vč. ceny (2019–2021) [zdroj autor]

Rok	Druh služby	Množství	MJ	Cena/MJ	Cena celkem	
2019	Vysoký tarif	2,119	MWh	1 629,00 Kč	3 451,85 Kč	
	Nízký tarif	0,793	MWh	1 629,00 Kč	1 291,80 Kč	
	Stálá platba	7	měs.	79,00 Kč	553,00 Kč	
	Daň z elektřiny	2,912	MWh	28,30 Kč	82,41 Kč	
	Platba za jistič	7	měs.	372,00 Kč	2 604,00 Kč	
	Distribuce VT	2,119	MWh	209,97 Kč	444,93 Kč	
	Distribuce NT	0,793	MWh	129,47 Kč	102,67 Kč	
	Systémové služby	2,912	MWh	93,30 Kč	271,69 Kč	
	Platba POZE	2,912	MWh	495,00 Kč	1 441,44 Kč	
	Činnost OZE	7	měs.	3,91 Kč	27,37 Kč	
	Celkem bez DPH					10 271,15 Kč
	<b>Celkem vč. DPH</b>					<b>12 428,00 Kč</b>
2020	Vysoký tarif	1,924	MWh	1 629,00 Kč	3 134,20 Kč	
	Nízký tarif	8,819	MWh	1 629,00 Kč	14 366,15 Kč	
	Stálá platba	12	měs.	79,00 Kč	948,00 Kč	
	Daň z elektřiny	10,743	MWh	28,30 Kč	304,03 Kč	
	Platba za jistič	12	měs.	372,00 Kč	4 464,00 Kč	
	Distribuce VT	1,924	MWh	209,97 Kč	403,98 Kč	
	Distribuce NT	8,819	MWh	129,47 Kč	1 141,80 Kč	
	Systémové služby	10,743	MWh	93,30 Kč	1 002,32 Kč	
	Platba POZE	10,743	MWh	495,00 Kč	5 317,79 Kč	
	Činnost OZE	12	měs.	3,91 Kč	46,92 Kč	
	Celkem bez DPH					31 129,18 Kč
	<b>Celkem vč. DPH</b>					<b>37 666 00 Kč</b>
2021	Vysoký tarif	1,837	MWh	1 629,00 Kč	2 992,47 Kč	
	Nízký tarif	8,636	MWh	1 629,00 Kč	14 068,04 Kč	
	Stálá platba	12	měs.	79,00 Kč	948,00 Kč	
	Daň z elektřiny	10,473	MWh	28,30 Kč	296,39 Kč	
	Platba za jistič	12	měs.	372,00 Kč	4 464,00 Kč	
	Distribuce VT	1,837	MWh	209,97 Kč	385,71 Kč	
	Distribuce NT	8,636	MWh	129,47 Kč	1 118,10 Kč	
	Systémové služby	10,473	MWh	93,30 Kč	977,13 Kč	
	Platba POZE	10,473	MWh	495,00 Kč	5 184,14 Kč	
	Činnost OZE	12	měs.	3,91 Kč	46,92 Kč	
	Celkem bez DPH					30 480,91 Kč
	<b>Celkem vč. DPH</b>					<b>36 882,00 Kč</b>

Tabulka 7 – Odhadovaná spotřeba elektrické energie vč. ceny (2022 a následující)  
[zdroj autor]

Rok	Druh služby	Množství	MJ	Cena/MJ	Cena celkem	
2022	Vysoký tarif	1,832	MWh	2 874,00 Kč	5 265,17 Kč	
	Nízký tarif	8,476	MWh	2 874,00 Kč	24 360,02 Kč	
	Stálá platba	12	měs.	89,00 Kč	1 068,00 Kč	
	Daň z elektřiny	10,308	MWh	28,30 Kč	291,72 Kč	
	Platba za jistič	12	měs.	435,00 Kč	5 220,00 Kč	
	Distribuce VT	1,832	MWh	249,72 Kč	457,49 Kč	
	Distribuce NT	8,476	MWh	173,98 Kč	1 474,65 Kč	
	Systémové služby	10,308	MWh	113,53 Kč	1 170,27 Kč	
	Platba POZE	10,308	MWh	495,00 Kč	5 102,46 Kč	
	Odpuštění platby POZE*	3,204	MWh	- 495,00 Kč	- 1 586,18 Kč	
	Činnost OZE	12	měs.	4,20 Kč	50,40 Kč	
	Celkem bez DPH					42 874,00 Kč
	Celkem vč. DPH					51 878,00 Kč
	Příspěvek na energie					- 2 000,00 Kč
<b>Celkem po odečtení příspěvku</b>					<b>49 878,00 Kč</b>	
2023	Vysoký tarif	1,832	MWh	5 000,00 Kč	9 160,00 Kč	
	Nízký tarif	8,476	MWh	5 000,00 Kč	42 380,00 Kč	
	Stálá platba	12	měs.	105,00 Kč	1 260,00 Kč	
	Daň z elektřiny	10,308	MWh	28,30 Kč	291,72 Kč	
	Platba za jistič	12	měs.	435,00 Kč	5 220,00 Kč	
	Distribuce VT	1,832	MWh	249,72 Kč	457,49 Kč	
	Distribuce NT	8,476	MWh	173,98 Kč	1 474,65 Kč	
	Systémové služby	10,308	MWh	113,53 Kč	1 170,27 Kč	
	Činnost OZE	12	měs.	4,20 Kč	50,40 Kč	
	Celkem bez DPH					61 464,53 Kč
	<b>Celkem vč. DPH</b>					<b>74 372,00 Kč</b>
2024 a dále	Vysoký tarif	1,658	MWh	3 500,00 Kč	5 801,33 Kč	
	Nízký tarif	7,669	MWh	3 500,00 Kč	26 840,67 Kč	
	Stálá platba	12	měs.	105,00 Kč	1 260,00 Kč	
	Daň z elektřiny	9,326	MWh	28,30 Kč	263,93 Kč	
	Platba za jistič	12	měs.	435,00 Kč	5 220,00 Kč	
	Distribuce VT	1,658	MWh	249,72 Kč	413,92 Kč	
	Distribuce NT	7,669	MWh	173,98 Kč	1 334,21 Kč	
	Systémové služby	9,326	MWh	113,53 Kč	1 058,81 Kč	
	Platba POZE	9,326	MWh	495,00 Kč	4 616,51 Kč	
	Činnost OZE	12	měs.	4,20 Kč	50,40 Kč	
	Celkem bez DPH					46 859,79 Kč
	<b>Celkem vč. DPH</b>					<b>56 700,00 Kč</b>

Pro rok 2022 byla odhadnuta celková spotřeba elektrické energie na základě spotřeby v měsících leden – duben, které již figurovaly ve vyúčtování, a byl k nim připočten průměr spotřeby měsíců květen – prosinec z let 2020 a 2021. Vzhledem k tomu, že vláda poskytla příspěvek na energie, byl do výpočtu celkové ceny zahrnut i ten. Od října 2022 do konce roku 2023 je taktéž odpuštěna platba POZE. Po celý rok 2023 bude dle Nařízení vlády č. 298/2022 o stanovení cen elektřiny a plynu v mimořádné tržní situaci cena elektrické energie zastropována na 5 000 Kč/MWh (tzn. 6 050 Kč/MWh vč. DPH). Další složky platby jsou upraveny dle nového ceníku ČEZ Prodej, a.s., který se stal účinným od 11.10.2022 [66], [67].

Spotřeba elektrické energie v letech 2024 a následujících je snížena o spotřebu na vytápění, kterou pokryje krbová vložka. Jestliže celková spotřeba elektřiny je přibližně 10,5 MWh/rok, dá se předpokládat, že pro chod domácnosti (osvětlení, spotřebiče, vaření) je spotřebováno přibližně 2,5 MWh, pro ohřev teplé vody přibližně 3 MWh a zbytek, tedy 5 MWh, je využito pro vytápění. V protokolu o energetické náročnosti budov je sice uvažováno pouze s 35% využitím podlahového topení při vytápění budovy, nicméně při běžném provozu bude tato hodnota jistě vyšší. Proto je počítáno s využitím podlahového topení na pokrytí 80 % energie potřebné pro vytápění a 20 % pokryjí krbová kamna.

Cena byla odhadnuta na základě názorů odborníků, kteří očekávají snížení ceny, nicméně ne tak extrémní, aby se cena dostala zpět na úroveň roku 2021.

Tabulka 8 – Výpočet elektrické energie v roce 2024 a následujících [zdroj autor]

Účel spotřeby/tarif	Rozdělení dle účelu [MWh]	% vyjádření	Rok 2023 [MWh]	Rok 2024 [MWh]
Vytápění	5	48 %	4,909	3,927
Ohřev TUV	3	29 %	2,945	2,945
Osvětlení, spotřebiče, vaření	2,5	24 %	2,454	2,454
<b>Celkem</b>	<b>10,5</b>	<b>100 %</b>	<b>10,308</b>	<b>9,326</b>
Nízký tarif		18 %	1,832	1,658
Vysoký tarif		82 %	8,476	7,669
<b>Celkem</b>		<b>100 %</b>	<b>10,308</b>	<b>9,326</b>

### 6.3.2 Kusové dřevo

Od roku 2024 se počítá s využitím krbové vložky, jako pomocného zdroje vytápění, který zajistí tepelnou pohodu po 20 % topných dní.

Dle tabulky 8 je potřeba dřevem pokrýt 0,982 MWh elektrické energie. V tabulce 9 je znázorněna úprava na množství potřebné energie ze dřeva, jeho potřebné množství

v plnometrech i prostorových metrech sypaných a následně i celkový náklad na dvě topné sezóny.

Tabulka 9 – Výpočet potřeby kusového dřeva pro vytápění [zdroj autor]

Název	Hodnota	MJ
Výhřevnost palivového dřeva	4,20	kWh/kg
Potřebná energie při účinnosti 94 % (el. topné rohože)	982	kWh
Potřebná energie při účinnosti 70 % (krbová vložka)	1 318	kWh
Potřebné množství dřeva v kg	314	kg
Objemová hmotnost	500	kg/m <sup>3</sup>
Potřebné množství dřeva (plnometr)	0,63	m <sup>3</sup>
Koeficient pro přepočítání z plnometru na prostorový metr sypaný	0,40	-
Potřebné množství dřeva (prostorový metr sypaný)	1,57	PRMS
Cena za PRMS měkkého dřeva, štípaného	1 350	Kč
Cena za PRMS tvrdého dřeva, štípaného	1 800	Kč
<b>Celková cena (1 PRMS měkkého + 2 PRMS tvrdého dřeva)</b>	<b>4 950</b>	<b>Kč</b>

### 6.3.3 Vodné a stočné

Rodinný dům spadá do oblasti, kterou z hlediska přívodu i odvodu vody obsluhují Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava, a.s. Z proběhlých vyúčtování byla převzata spotřeba vodného a stočného z let 2019 – 2021 včetně cen.

Tabulka 10 – Skutečná spotřeba vody vč. ceny (2019–2021) [zdroj autor]

Rok	Druh služby	Množství	MJ	Cena/MJ	Cena celkem
2019	Vodné	24,59	m <sup>3</sup>	47,87 Kč	1 177,12 Kč
	Stočné	24,59	m <sup>3</sup>	42,53 Kč	1 045,81 Kč
	<b>Celkem vč. DPH 10 %</b>				<b>2 222,94 Kč</b>
2020	Vodné	139,08	m <sup>3</sup>	47,87 Kč	6 657,76 Kč
	Stočné	139,08	m <sup>3</sup>	42,53 Kč	5 915,07 Kč
	<b>Celkem vč. DPH 10 %</b>				<b>12 572,83 Kč</b>
2021	Vodné	144,24	m <sup>3</sup>	47,87 Kč	6 904,77 Kč
	Stočné	144,24	m <sup>3</sup>	42,53 Kč	6 134,53 Kč
	<b>Celkem vč. DPH 10 %</b>				<b>13 039,30 Kč</b>

V roce 2022 byla spotřeba oproti roku 2021 navýšena o 2,33 % z toho důvodu, že spotřeba s novým přírůstkem do rodiny v měsících březen – srpen vzrostla právě o tuto hodnotu. V dalších letech se předpokládá již spotřeba téměř konstantní, proto i odhadované množství je ponecháno na úrovni roku 2022.

Ceny vodného a stočného však se začátkem roku 2022 byly navýšeny o 5,5 %, nový ceník uveřejněný na stránkách poskytovatele služeb s platností od 1.1.2023 ceny opět zvedá o 24,27 %. S touto cenou je počítáno i v roce 2024 a letech následujících [68].

Tabulka 11 – Odhadovaná spotřeba vody vč. ceny (2022 a následující) [zdroj autor]

Rok	Druh služby	Množství	MJ	Cena/MJ	Cena celkem
2022	Vodné	147,60	m <sup>3</sup>	50,50 Kč	7 453,80 Kč
	Stočné	147,60	m <sup>3</sup>	44,87 Kč	6 622,81 Kč
	<b>Celkem vč. DPH 10 %</b>				<b>14 076,61 Kč</b>
2023	Vodné	147,60	m <sup>3</sup>	59,99 Kč	8 854,52 Kč
	Stočné	147,60	m <sup>3</sup>	58,53 Kč	8 639,03 Kč
	<b>Celkem vč. DPH 10 %</b>				<b>17 493,55 Kč</b>
2024 a dále	Vodné	147,60	m <sup>3</sup>	59,99 Kč	8 854,52 Kč
	Stočné	147,60	m <sup>3</sup>	58,53 Kč	8 639,03 Kč
	<b>Celkem vč. DPH 10 %</b>				<b>17 493,55 Kč</b>

#### 6.3.4 Opravy a udržování

V období listopad 2019 až srpen 2022 nebyly provedeny žádné opravy. Je tedy nutné vycházet pouze z doporučení, které poskytují jednotliví výrobci technických zařízení.

Podlahové vytápění bude uvažováno jako beznákladové, náklady budou uvažovány pouze u zdroje tepla – elektrokotle. Na ten by se každý rok měl podívat odborník, aby bylo zabráněno problémům, které mohou po letní odstávce vyjít najevo. Tato kontrola stojí cca 2 000 Kč. Dále je doporučováno co 3 – 5 let vyměnit anodovou tyč včetně těsnění příruby v hodnotě cca 500 Kč, proto bude tato částka započítávána vždy po 4 letech. Výměnu lze zvládnout svépomocí.

Náhradní díly na elektrokotle nejsou drahé. Níže jsou uvedené jedny z dražších náhradních dílů, které by mohly být během životnosti nutné vyměnit:

- Topné těleso 1 500 Kč,
- Stykač 1 500 Kč,
- Elektrická deska 4 000 Kč,
- Výměník 2 500 Kč,
- Oběhové čerpadlo 7 500 Kč.

Pokud by bylo uvažováno s tím, že všechny výše uvedené náhradní díly budou měněny 1x za dobu životnosti, znamenalo by to náklad na opravy ve výši 17 000 Kč. Bude však počítáno s optimistickou variantou, a to s polovinou výše uvedených nákladů, tzn. se

8 500 Kč s připočtením nákladů na servisní pracovníky ve výši 5 500 Kč, rozdělenými na 3 části v 5., 9. a 12. roce provozu, a to v částkách 4 000 Kč, 5 000 Kč a 5 000 Kč. Po 15ti letech provozu bude koupen nový elektrokotel, protože náklad na nový kotel není tak vysoký – cca 20 000 Kč za kotel samotný a 10 000 Kč za servisní pracovníky.

U krbových kamen se dá předpokládat životnost okolo 20 a více let, běžná údržba (vybírání popela) by měla být prováděna dle potřeby. Tato údržba však nestojí žádné peníze, proto nebude brána v potaz. Důležitější je pak ale každoroční kontrola a údržba komína, na kterou je vhodné si najmout kominíka, který bude požadovat přibližně 500 Kč.

Vzhledem k nevyužívání krbové vložky, nebudou náklady na kontrolu a údržbu komína v letech 2019 – 2023 započítávány do provozních nákladů. V roce 2024 se již předpokládá se začleněním krbové vložky do vytápění rodinného domu, proto i náklad na kominickou profesi již bude započítán.

Elektrický bojler s životností cca 5 let vyžaduje obměnu anodové tyče přibližně jednou za 3 – 5 let, stejně jako elektrokotel. Po 5 letech se předpokládá koupě nového bojleru za 10 000 Kč, proto anodová tyč nebude brána v potaz.

Dále se předpokládá svépomocná výmalba všech místností v intervalu 5 let. Celková plocha omítek je 243,34 m<sup>2</sup>, pro nátěr 1 m<sup>2</sup> je potřeba 0,08 kg nátěru, celková potřeba na 2 nátěry je tedy 39 kg. Dále bylo započítáno ztrátové ve výši 5 %, což zvýšilo potřebu na 41 kg, tzn. 3x15 kg balení. Cena včetně DPH za 1 ks je 665 Kč, za 3 balení 1 995 Kč. Je třeba počítat i s vybavením, které je k výmalbě zapotřebí – 2x váleček, 2x štětec, mřížka, vanička, páska a fólie cca 750 Kč. Bude tedy zaokrouhleno na 2 750 Kč.

Drobné opravy a údržby – výměna žárovek, vodovodních baterií atd. – bude zahrnuta do výpočtu částkou 1 000 Kč/rok. Obměna elektrospotřebičů nebude ve výpočtu brána v potaz.

### **6.3.5 Úroky z hypotéky**

Jak již bylo popsáno u investičních nákladů, pro výstavbu rodinného domu byly použity 2 000 000 Kč z hypotečního úvěru s úrokovou sazbou 2,45 % a RPSN 2,55 %. Doba splácení je nastavena na 25 let s měsíční splátkou 8 923 Kč a fixací na 7 let. Fixace končí v listopadu 2024, kdy se dá očekávat, že úrokové sazby se již budou pohybovat na podobné úrovni, jako v době výstavby. Proto bude úroková sazby ponechána po celou dobu splácení na stejné úrovni.

Níže lze vidět tabulku s celkovými ročními úroky, úmory i splátkami.

Tabulka 12 – Splátky hypotečního úvěru a úroky z jistiny [zdroj autor]

Rok	Zůstatková cena	Úrok	Úmor	Splátka
2019	1 990 310,79 Kč	8 156,79 Kč	9 689,21 Kč	17 846,00 Kč
2020	1 931 338,11 Kč	48 103,33 Kč	58 972,67 Kč	107 076,00 Kč
2021	1 814 192,09 Kč	46 642,16 Kč	60 433,84 Kč	107 076,00 Kč
2022	1 808 973,07 Kč	45 144,79 Kč	61 931,21 Kč	107 076,00 Kč
2023	1 745 507,39 Kč	43 610,32 Kč	63 465,68 Kč	107 076,00 Kč
2024	1 680 469,22 Kč	42 037,83 Kč	65 038,17 Kč	107 076,00 Kč
2025	1 613 819,61 Kč	40 426,38 Kč	66 649,62 Kč	107 076,00 Kč
2026	1 545 518,61 Kč	38 775,01 Kč	68 300,99 Kč	107 076,00 Kč
2027	1 475 525,32 Kč	37 082,71 Kč	69 993,29 Kč	107 076,00 Kč
2028	1 403 797,81 Kč	35 348,49 Kč	71 727,51 Kč	107 076,00 Kč
2029	1 330 293,11 Kč	33 571,30 Kč	73 504,70 Kč	107 076,00 Kč
2030	1 254 967,18 Kč	31 750,07 Kč	75 325,93 Kč	107 076,00 Kč
2031	1 177 774,90 Kč	29 883,72 Kč	77 192,28 Kč	107 076,00 Kč
2032	1 098 670,03 Kč	27 971,13 Kč	79 104,87 Kč	107 076,00 Kč
2033	1 017 605,18 Kč	26 011,15 Kč	81 064,85 Kč	107 076,00 Kč
2034	934 531,79 Kč	24 002,60 Kč	83 073,40 Kč	107 076,00 Kč
2035	849 400,08 Kč	21 944,30 Kč	85 131,70 Kč	107 076,00 Kč
2036	762 159,07 Kč	19 834,99 Kč	87 241,01 Kč	107 076,00 Kč
2037	672 756,49 Kč	17 673,42 Kč	89 402,58 Kč	107 076,00 Kč
2038	581 138,77 Kč	15 458,29 Kč	91 617,71 Kč	107 076,00 Kč
2039	487 251,05 Kč	13 188,28 Kč	93 887,72 Kč	107 076,00 Kč
2040	391 037,08 Kč	10 862,02 Kč	96 213,98 Kč	107 076,00 Kč
2041	292 439,20 Kč	8 478,13 Kč	98 597,87 Kč	107 076,00 Kč
2042	191 398,37 Kč	6 035,17 Kč	101 040,83 Kč	107 076,00 Kč
2043	87 854,06 Kč	3 531,68 Kč	103 544,32 Kč	107 076,00 Kč
2044	- Kč	985,98 Kč	87 854,06 Kč	88 840,03 Kč

### 6.3.6 Daně, poplatky a pojištění

Dle katastru nemovitostí rodinný dům leží na pozemku o výměře 660 m<sup>2</sup>, kdy zastavěná plocha je 125 m<sup>2</sup>. Daň z nemovitých věcí se tedy odvádí ze zahrady o výměře 565 m<sup>2</sup>, kdy cena pozemku dle §5 odst. 1 a 2 zákona je 11,59 Kč/m<sup>2</sup> a sazba daně je 0,75 %. To znamená, že daň z pozemku je ročně 50 Kč. Druhou položkou je samotný rodinný dům o zastavěné ploše 125 m<sup>2</sup>, kdy základní sazba daně dle §11 odst. 1 zákona je 2 Kč/m<sup>2</sup>, koeficient dle §11 odstavce 3 a 4 zákona je 2,5 a místní koeficient dle §12 zákona je 2. Daň z rodinného domu je tedy vyčíslena na 1 250 Kč ročně. Celkem tedy daň z nemovitých věcí činí 1 300 Kč/rok.

Poplatky za svoz komunálního odpadu v letech 2019 – 2022 činily 660 Kč/osobu starší 18 let. Kojencům do věku 3 let je poplatek odpuštěn, dětem do 18 let je pak počítána nižší sazba ve výši 300 Kč [69]. Nepředpokládá se změna ceny do roku 2024, proto bude počítáno ve stálých cenách. Pro řešený dům to tedy znamená následující výši poplatku:



- 1 320 Kč od roku 2019,
- 1 620 Kč od roku 2023,
- 1 920 Kč od roku 2025,
- 2 280 Kč od roku 2038,
- 2 640 Kč od roku 2040.

Dle Zákona č. 248/2005 Sb. o rozhlasových a televizních poplatcích a o změně některých zákonů je každá domácnost povinna hradit tzv. koncesionářské poplatky, které pomáhají financovat veřejnoprávní televize a rozhlas. Poplatek za televizní vysílání činí 135 Kč měsíčně, za rozhlasové vysílání 45 Kč měsíčně. I s těmito poplatky se bude nadále počítat ve stálé ceně, bez navýšení [70].

Pojištění objektu je sjednáno za 2 400 Kč/ročně a obsahuje pojištění proti přírodním živlům, krádežím a loupežím, vandalismu, škodám způsobeným přepětím nebo podpětím v síti a poškození zvěří. Zároveň pokrývá asistenční služby a náhradní ubytování v případě, že by se budova vlivem pojistné události stala neobyvatelnou.



## 7 Náklady pasivního domu

### 7.1 Charakteristika budovy

Stavba v pasivním standardu zachovává koncepci stavby ve standardu nízkoenergetickém, aby bylo možné rodinné domy porovnat s co nejmenší chybou. To znamená, že orientace ke světovým stranám včetně kompletního dispozičního řešení 4+kk s podlahovou plochou 99,46 m<sup>2</sup> zůstává beze změny. Konstrukční řešení nosných konstrukcí je taktéž identické.

Změny však byly provedeny v zateplení konstrukcí a to následovně:

Tabulka 13 - Porovnání zateplení konstrukcí [zdroj autor]

Zateplená konstrukce	Druh	Řešení běžného standardu		Řešení pasivního standardu	
		Typ	tloušťka [mm]	Typ	tloušťka [mm]
Obvodové stěny	Fasádní polystyren	EPS 70F	140	Extrapor 70 F	280
Podlaha	Podlahový polystyren	EPS 100	140	EPS Grey 100	300
Strop pod nevyt. půdou	Skelná vata	DEKWOOL G039r	160+140*	DEKWOOL G039r	160+400*

\*160 mm mezi rošty + 140/400 mm nad rošty

Jak fasádní, tak podlahový polystyren byl vyměněn za šedou variantu, která má lepší tepelně-izolační vlastnosti a zároveň byla navýšena tloušťka izolantu. Důsledkem je snížení součinitele prostupu tepla u obvodové stěny na 0,08 a u podlahy na terénu na 0,10. Materiál izolace stropu pod nevytápěnou půdou byl ponechán, tloušťka izolace nad rošty byla navýšena výše než trojnásobně na hodnotu 400 mm. Součinitel prostupu tepla dosáhl na hodnotu 0,06.

Průměrný součinitel prostupu tepla dle energetického štítku je 0,10. U pasivních budov se tato hodnota může pohybovat i ve vyšších číslech, nutnost snížit součinitel prostupu tepla na takto nízké hodnoty souvisí se špatným objemovým faktorem  $V = 0,89 \text{ m}^2/\text{m}^3$ . Bungalovy neboli přízemní rodinné domy jsou pro návrh pasivních řešení složitější a taktéž finančně náročnější než patrové rodinné domy, kde objemový faktor bývá příznivější.

Vytápění je řešeno jako nízkoteplotní podlahové, stejně jako v původní běžné stavbě je navržen doplňkové otopné těleso v koupelně. Vzhledem k pasivnímu standardu budovy se předpokládá, že tepelné čerpadlo zvládne vykřít potřebu tepla během roku, nicméně

vždy je doporučováno mít i záložní zdroj – v tomto případě jsou jako záložní zdroj považována krbová kamna. Poměr využití tepelného čerpadla a krbových kamen je 80:20, stejně jako u domu v běžném standardu. Ohřev teplé vody taktéž zajišťuje tepelné čerpadlo, nicméně opět se uvažuje s pomocným zdrojem, v tomto případě je to elektrický bojler. Poměr využití zdrojů je plánován jako 3:1.

Větrání budovy z důvodu snížení tepelných ztrát je navrženo jako větrání nepřímé, pomocí rekuperační jednotky se zpětným získáváním tepla. Osvětlení je zajištěno okny a LED světly, chlazení a úprava vlhkosti není řešena ani v pasivní verzi budovy.

Jako v původní již realizované variantě rodinného domu, jsou i v pasivní variantě přivedeny přípojky veřejného vodovodu, splaškové kanalizace a elektrické energie a dešťová voda je sváděna do akumulární nádrže s přepadem do vsakovací jímky. Plyn taktéž není využit, za to obnovitelné zdroje jsou využity díky tepelnému čerpadlu.

Vzhledem k neexistenci dřevěné pergoly z návrhu, není brána v potaz jako stínící prvek při výpočtech.

## 7.2 Investiční náklady

U výpočtu investičních nákladů bude převážně uvažováno se skutečnými cenami z rozpočtu stavební firmy, protože u hrubé stavby se mění primárně pouze množství použitého materiálu. Pouze tepelná izolace je nahrazena jiným materiálem, a proto bude vyčíslena zvlášť pomocí rozpočtovacího programu RTS BUILDpowerS v cenové úrovni roku 2018.

Cena za projektové práce bude navýšena z původních 60 000 Kč na 80 000 Kč, protože projekty pasivních domů vyžadují propracovanější řešení. U geodetických prací a poplatků bude počítáno se stejnou částkou, jakou reálně dali majitelé domu v nízkoenergetickém standardu.

U zemních prací a základů nebyly provedeny žádné změny. U hrubé stavby se však díky většímu zateplení musí uvažovat s jednou řadou tvárnic navíc, což odpovídá navýšení množství o 10,9 m<sup>2</sup>. V rozpočtu je uvedena cena 1 162 Kč/m<sup>2</sup> a vícenáklad na zdivo tedy činí 12 665,80 Kč bez DPH.

Tesařské konstrukce střechy jsou naceněny v metrech. Vzhledem k neznalosti rozpočtovacích postupů firmy, bylo využito poměrného navýšení dle m<sup>2</sup> střechy, tzn. pokud je celková plocha střechy 160 m<sup>2</sup> a v rozpočtu je počítáno s 600 m na tuto plochu, při navýšení plochy o 8,1 m<sup>2</sup> se navýší množství o 40,5 m. Při ceně 305,50 Kč/m bude vícenáklad činit 2 474,55 Kč bez DPH. Taktéž je potřeba upravit množství střešních tašek o 8,1 m<sup>2</sup>, což při ceně 1 181,54 Kč/m<sup>2</sup> prodraží stavbu o 9 570,47 Kč bez DPH.

Výplně otvorů vhodné pro pasivní standard bývají dražší, nicméně za předpokladu využití fixních oken vždy u jednoho z dvoukřídlových oken lze cenu navýšit pouze o 15 %. Fixní okna bývají o 36 % levnější než okna otevíravá a navýšení ceny u trojskel vhodných pro pasivních domy je 8 %. Při rozpočtové ceně 142 992 Kč by vícenáklad činil 21 448,80 Kč bez DPH.

Tepelná izolace podlahy včetně pokládky v cenové úrovni roku 2018 byla vypočtena na 779,10 Kč/m<sup>2</sup>, což znamená 85 701 Kč za celou podlahovou plochu včetně ztratného. V nízkenergetickém standardu byla rozpočtová cena určena na 25 135 Kč, což pro pasivní standard znamená vícenáklad ve výši 60 566 Kč bez DPH. U tepelné izolace obvodových stěn včetně montáže i fasády byl zjištěn náklad na 1 700 Kč/m<sup>2</sup>, po vynásobení 186 m<sup>2</sup> byl kontaktní zateplovací systém oceněn na 316 200 Kč. Vícenáklad tedy činí 164 522 Kč oproti původnímu rozpočtu. Izolace stropu při navýšení množství tepelné izolace dosahuje na částku 573,37 Kč/m<sup>2</sup>, tzn. 68 804,40 Kč celkem. Cena je tedy vyšší o 14 707,40 Kč bez DPH než u původní stavby.

Položkou, která v rozpočtu nefiguruje, jsou venkovní žaluzie, zasazené do omítky. Místo nich je využita levnější varianta – vnitřní žaluzie, případně záclony a závěsy. Dle RTS BUILDpowerS v cenové soustavě roku 2018 by venkovní žaluzie pro jižní a západní stranu domu přinesly investiční náklad ve výši 62 815 Kč bez DPH. Cena stínící techniky v původním objektu nebude odečítána, vzhledem k očekávanému nákladu do 10 000 Kč, který není z rozpočtu prokazatelný. Tuto částku lze považovat za rezervu na drobné úpravy související se stavbou pasivního domu.

Jak již bylo výše zmíněno, podlahové vytápění zůstává stejné, jako ve vzorovém domě. Zdrojem vytápění je však tepelné čerpadlo Daikin Altherma 3 s účinností COP 3,65 (sezónní účinnost SCOP 3,26). Tepelné čerpadlo je schopno vytápět vodou v rozmezí 15 – 65 °C a připravit teplou užitkovou vodu na teplotu 60 °C. Propojení venkovní a vnitřní jednotky je navrženo jako chladivové. Ceníková cena z roku 2019 je 183 263 Kč za vnitřní a venkovní jednotku. Pro navržený objekt je dále potřeba dokoupit následující příslušenství:

- Vanička na kondenzát	5 274 Kč
- Topné těleso pro vaničku	7 983 Kč
- Pokojový termostat	3 086 Kč
- Měděné potrubí chladiva – izolované – 1/4“ 12 m kapalina	1 589 Kč
- Nerez zásobník 180 l na TUV vč. příslušenství	39 162 Kč

Celkově by tedy zdroj tepla jako pro vytápění, tak pro ohřev teplé vody stál 240 357 Kč bez DPH. Vzhledem k tomu, že z rozpočtu není zřejmé, kolik stál původní zdroj tepla, bude uvažováno s průměrným elektrokotlem za 20 000 Kč.

Za poslední investiční vícenáklad se dá uvažovat investice do vzduchotechniky se zpětným získáváním tepla. Cena je zcela individuální pro každý projekt a její vyčíslení včetně návržení veškerých prvků vyžaduje znalost oboru. Proto v této diplomové práci bude cena uvedena pouze odhadem.

Bylo zjištěno, že cena za systém nuceného větrání se před začátkem krize v roce 2020 pohybovala mezi 100 000 a 200 000 Kč. Dá se předpokládat, že toto cenové rozpětí bylo velmi pravděpodobně velmi podobné i v roce 2019, kdy probíhala investiční fáze. Cenu tedy lze odhadnout jako střední hodnotu, tudíž 150 000 Kč vč. DPH.

Pro ověření neprůvzdušnosti je potřeba počítat s nákladem na blower-door test ve výši 45 000 Kč. Test je nutný nejen pro prokázání pasivního standardu, ale i pro přiznání dotací z Nové zelené úsporám.

Na základě výše uvedeného byl sestaven soupis investičních vícenákladů:

Tabulka 14 - Soupis investičních vícenákladů [zdroj autor]

Vícenáklad	Množství	MJ	Cena/MJ	Cena bez DPH	Cena vč. DPH
Pórobetonové tvárnice Ytong	10,9	m <sup>2</sup>	1 162 Kč	12 666 Kč	14 566 Kč
Tesařské konstrukce střechy	8,1	m <sup>2</sup>	306 Kč	2 475 Kč	2 846 Kč
Střešní krytina	8,1	m <sup>2</sup>	1 182 Kč	9 570 Kč	11 006 Kč
Podlaha	110	m <sup>2</sup>	779 Kč	85 701 Kč	98 556 Kč
KZS Baumit	186	m <sup>2</sup>	1 700 Kč	316 200 Kč	363 630 Kč
Strop	120	m <sup>2</sup>	573 Kč	68 804 Kč	79 125 Kč
Výplně otvorů				21 499 Kč	24 666 Kč
Venkovní žaluzie				62 815 Kč	72 237 Kč
Tepelné čerpadlo				240 357 Kč	276 411 Kč
Vzduchotechnika				130 435 Kč	150 000 Kč
Projektové práce				69 565 Kč	80 000 Kč
Blower-door test				39 130 Kč	45 000 Kč
Podlaha – odečet běžný standard				- 25 135 Kč	- 28 905 Kč
KZS Baumit – odečet běžný standard				- 151 678 Kč	- 174 430 Kč
Strop – odečet běžný standard				- 54 097 Kč	- 62 212 Kč
Elektrokotel – odečet běžný standard				- 17 391 Kč	- 20 000 Kč
Projektové práce – odečet běžný standard				-52 174 Kč	-60 000 Kč
<b>Vícenáklad celkem</b>				<b>758 692 Kč</b>	<b>872 496 Kč</b>

Jak už bylo zmíněno v kapitole 3.4 *Dotační programy v České republice*, ten, kdo staví nový rodinný dům v mimořádně úsporné klasifikační třídě, má nárok na dotaci z oblasti B, dále pak z oblasti C.5 – využití tepla z odpadní vody, D.2 – zelená střecha, D.4 – elektromobilita a E – projektová podpora. Budova se nachází v Moravskoslezském kraji, a proto má nárok na 10 % k dotaci navíc. Pro pasivní budovu by to v roce 2018 znamenalo následující snížení nákladů na výstavbu:

Oblast podpory B	450 000 Kč
+ 10 %	50 000 Kč
Oblast podpory E	35 000 Kč
+10 %	3 500 Kč
<b>Celkem</b>	<b>538 500 Kč</b>

Po odečtení státní podpory je vícenáklad 333 996 Kč, což je navýšení oproti běžné výstavbě o 9,64 %. Celkový náklad v investiční výstavbě je tedy 3 798 996 Kč.

## 7.3 Provozní náklady

### 7.3.1 Elektrická energie

Dle energetického štítku by v domě mělo být zužitkováno 2,321 MWh elektrické energie za rok. Spotřeba energie na osvětlení a provoz spotřebičů není dostatečná, proto bude počítáno se stejnou hodnotou jako u již realizované stavby.

U vytápění a ohřevu teplé vody, je hodnota spotřebované energie včetně energie okolního prostředí. Proto byly tyto hodnoty očištěny o energii vyrobenou tepelným čerpadlem. V následující tabulce jsou rozepsány hodnoty spotřebované elektrické energie. Zároveň je tedy nutné upravit elektrickou energii potřebnou k vytápění a uvažovat s plným využitím tepelného čerpadla bez krbových kamen, aby byl kopírován reálný provoz v rodinném domě.

Tabulka 15 – Přepočtení spotřeby elektrické energie [zdroj autor]

Využití energie	Spotřeba energie		Očištěno od TČ – do r. 2023		Očištěno od TČ – od r. 2024	
Vytápění	1,191	MWh	0,523	MWh	0,418	MWh
Ohřev TUV	2,833	MWh	0,776	MWh	0,776	MWh
Větrání	0,180	MWh	0,180	MWh	0,180	MWh
Vaření, osvětlení atd.	2,454	MWh	2,454	MWh	2,454	MWh
<b>Celkem</b>	<b>6,658</b>	<b>MWh</b>	<b>3,933</b>	<b>MWh</b>	<b>3,828</b>	<b>MWh</b>

Stejně jako ve skutečnosti, bude brána v potaz ceníková cena roku 2019 v distribuční sazbě pro tepelná čerpadla s fixací na 3 roky. Dále potom fixovaná ceníková cena platná od 1.1.2022 s fixací na 1 rok. Od roku 2023 platí po celý rok cenový strop ve výši

6 050 Kč/MWh vč. DPH. Ostatní poplatky jsou dle nového ceníku platného od roku 2024. V následujících letech je počítáno stejně jako v případě realizovaného domu s cenou 3500 Kč bez DPH za 1 MWh a jsou připočítány sazby za distribuci platné k 1.1.2023. Níže je uvedena celková roční platba za elektrickou energii za rok. V příloze je umístěno podrobnější vyúčtování s rozepsáním částek za distribuční složky.

Tabulka 16 - Celková roční platba za elektrickou energii [zdroj autor]

Rok	Množství	MJ	Cena celkem
2019	1,410	MWh	8 746,00 Kč
2020	3,933	MWh	17 687,00 Kč
2021	3,933	MWh	17 687,00 Kč
2022	3,933	MWh	21 222,00 Kč
2023	3,933	MWh	30 320,00 Kč
2024 a následující	3,828	MWh	25 543,00 Kč

I při stejné odhadované spotřebě v roce 2021 a 2023 cena rapidně stoupla. Snížení spotřeby v roce 2024 je zapříčiněno využíváním krbové vložky.

### 7.3.2 Kusové dřevo

V prvních letech provozu nebude kusové dřevo uvažováno, stejně jako v případě nízkoenergetického standardu. Od roku 2024 bude krbová vložka využívána pro zajištění 20 % tepla. Pro výpočet je vycházeno z energetického štítku, kdy po úpravě je zapotřebí kusovým dřevem dodat energii 141 kWh.

Tabulka 17 – Výpočet potřeby kusového dřeva pro vytápění [zdroj autor]

Název	Hodnota	MJ
Výhřevnost palivového dřeva	4,20	kWh/kg
Potřebná energie při účinnosti 70 %	141	kWh
Potřebné množství v kg	34	kg
Objemová hmotnost	500	kg/m <sup>3</sup>
Potřebné množství (plnometr)	0,07	m <sup>3</sup>
Koeficient pro přepočítání z plnometru na prostorový metr sypaný	0,40	-
Potřebné množství (prostorový metr sypaný)	0,17	PRMS

Vzhledem k malému množství potřebnému na jednu topnou sezónu (0,17 PRMS) bude nakoupen stejný objem dřeva jako v předchozím případě a bude nakupováno pouze 1x za 5 let.



### 7.3.3 Vodné a stočné

Vzhľadom k tomu, že podmienky pro spotřebu vody jsou uvažovány stejné jako v první variantě domu postaveného v nízkoenergetickém standardu, náklady na vodné a stočné jsou totožné.

### 7.3.4 Opravy a udržování

Tepelné čerpadlo, jako hlavní zdroj tepla a taktéž ohřevu teplé vody, je nutné každoročně nechat projít pravidelnou prohlídkou a revizí odborným technikem. Samotná prohlídka s revizí stojí okolo 3 000 Kč. S touto částkou tedy bude počítáno v každém roce provozu. Životnost tepelného čerpadla vzduch – voda je odhadována na 15 let. Je však možné, že bude potřeba opravit či vyměnit některé části. Dle výrobců je v průběhu životnosti nutné vyměnit ventilátor (cca 30 000 Kč) a to po cca 8 letech. Dolévání chladiva není automaticky nutné, protože okruh je uzavřen a v případě včasného zásahu při prolínání okolo těsnění, není dolévané množství příliš velké. Náhradní díly nejsou levné, ale předpokládat výměnu všech z nich je velmi pesimistické, a proto zde budou vypsány ty nejdůležitější a z jejich celkové ceny bude do výpočtu zahrnuta pouze polovina a připočítány náklady na servisní pracovníky ve výši 5 500 Kč.

- Tlakové čidlo	3 000 Kč
- Motor ventilátoru	6 000 Kč
- Oběhové čerpadlo	8 000 Kč

Celková cena nejdražších komponentů, které by v průběhu mohly být měněny, je 17 000 Kč. Stejně jako u elektrokotle bude částka rozdělena na 3 části s plánovaným výdajem po 5, 9 a 12 letech provozu, v částkách 4 000 Kč, 5 000 Kč a 5 000 Kč.

Po 15 letech tepelné čerpadlo povětšinou potřebuje generální opravu obsahující výměnu kompresoru, řídicí jednotky a základové desky. Tyto zásadní komponenty stojí nemalé peníze – kompresor 40 000 Kč, řídicí jednotka 15 000 Kč, základová deska 16 000 Kč. Dá se očekávat i výměna chladiva cca 5 kg – 8 250 Kč. Celkově se tedy jedná o 79 250 Kč, které budou navýšeny o servisní úkony na 90 000 Kč.

U vzduchotechniky se zpětným získáváním tepla se dá předpokládat životnost okolo 15 let. Systém nuceného větrání potřebuje údržbu 4x ročně a v podobě výměny 2 filtrů. Filtry se dají koupit v balení po 10 kusech a snížit tím roční náklady na filtry na cca 250 Kč. Jedenkrát ročně je pak nutné namazat ložiska (cca 100 Kč za mazivo). Po cca 6 letech se doporučuje vyčistit jednotku, rekuperátor i potrubí odbornými servisními pracovníky. Cenu této operace nelze přesně odhadnout, protože i u dvou domů o stejné podlahové ploše může být částka diametrálně odlišná. Záleží na znečištění a přístupnosti celé soustavy. Odborný odhad technika byl nižší deseti tisíce korun, a tak

bude počítáno se sumou 30 000 Kč. Běžně po 10 letech si běžně žádá výměnu ventilátor (3 000 Kč). V případě poruchy je nejdražší položkou motor sání, motor výdechu, řídicí deska a rekuperační výměník, kdy každá z nich stojí přibližně 10 000 Kč. Bude počítáno s jejich výměnou po 15ti letech a s nákladem na servisní pracovníky ve výši 10 000 Kč. Opravy v 5., 9. a 12. roce provozu budou stejné jako u tepelného čerpadla.

Ostatní provozní náklady budou totožné s náklady uvedenými u reálné budovy. Jedná se o provozní náklady krbových kamen a elektrického bojleru, náklady na výmalbu a drobné opravy a údržby.

### 7.3.5 Úroky z hypotéky

Kvůli vyšším investičním nákladům a s tím spojeným vyšším čerpáním se zvyšuje ukazatel LTV a zároveň také DTI a DSTI. Pro banku se tak stává hypoteční úvěr více rizikový, a proto bude navýšena úroková sazba na 2,55 % a RPSN na 2,62 % ročně. Pro porovnatelnost bude doba splácení taktéž 25 let. Stejně jako v původním případě se počítá s fixací na 7 let a očekávanou velmi podobnou úrokovou sazbou po skončení fixace. Proto úroková sazba nebude po skončení fixace měněna.

Měsíční splátka je 10 530 Kč. Výši úroků spojenou se investicí do pasivního domu lze v ročních sumacích vidět níže.

Tabulka 18 – Splátky hypotečního úvěru a úroky z jistiny [zdroj autor]

Rok	Zůstatková cena	Úrok	Úmor	Splátka
2019	2 322 843,72 Kč	9 907,65 Kč	11 152,35 Kč	21 060,00 Kč
2020	2 254 926,10 Kč	58 442,38 Kč	67 917,62 Kč	126 360,00 Kč
2021	2 119 814,19 Kč	56 690,09 Kč	69 669,91 Kč	126 360,00 Kč
2022	2 113 788,80 Kč	54 892,60 Kč	71 467,40 Kč	126 360,00 Kč
2023	2 040 477,53 Kč	53 048,73 Kč	73 311,27 Kč	126 360,00 Kč
2024	1 965 274,81 Kč	51 157,29 Kč	75 202,71 Kč	126 360,00 Kč
2025	1 888 131,86 Kč	49 217,05 Kč	77 142,95 Kč	126 360,00 Kč
2026	1 808 998,61 Kč	47 226,75 Kč	79 133,25 Kč	126 360,00 Kč
2027	1 727 823,70 Kč	45 185,10 Kč	81 174,90 Kč	126 360,00 Kč
2028	1 644 554,47 Kč	43 090,77 Kč	83 269,23 Kč	126 360,00 Kč
2029	1 559 136,89 Kč	40 942,41 Kč	85 417,59 Kč	126 360,00 Kč
2030	1 471 515,51 Kč	38 738,63 Kč	87 621,37 Kč	126 360,00 Kč
2031	1 381 633,49 Kč	36 477,98 Kč	89 882,02 Kč	126 360,00 Kč
2032	1 289 432,50 Kč	34 159,01 Kč	92 200,99 Kč	126 360,00 Kč
2033	1 194 852,71 Kč	31 780,21 Kč	94 579,79 Kč	126 360,00 Kč
2034	1 097 832,75 Kč	29 340,04 Kč	97 019,96 Kč	126 360,00 Kč
2035	998 309,66 Kč	26 836,91 Kč	99 523,09 Kč	126 360,00 Kč
2036	896 218,86 Kč	24 269,20 Kč	102 090,80 Kč	126 360,00 Kč
2037	791 494,10 Kč	21 635,24 Kč	104 724,76 Kč	126 360,00 Kč
2038	684 067,42 Kč	18 933,32 Kč	107 426,68 Kč	126 360,00 Kč

Pokračování Tabulky 18 – Splátky hypotečního úvěru a úroky z jistiny  
[zdroj autor]

Rok	Zůstatková cena	Úrok	Úmor	Splátka
2039	573 869,12 Kč	16 161,70 Kč	110 198,30 Kč	126 360,00 Kč
2040	460 827,69 Kč	13 318,57 Kč	113 041,43 Kč	126 360,00 Kč
2041	344 869,77 Kč	10 402,08 Kč	115 957,92 Kč	126 360,00 Kč
2042	225 920,12 Kč	7 410,35 Kč	118 949,65 Kč	126 360,00 Kč
2043	103 901,55 Kč	4 341,43 Kč	122 018,57 Kč	126 360,00 Kč
2044	- Kč	1 216,48 Kč	103 901,55 Kč	105 118,03 Kč

### 7.3.6 Daně, poplatky a pojištění

Daň z nemovitých věcí se v případě varianty pasivního domu nemění, výše tedy zůstává na výši 1 300 Kč/rok. Stejně je poté počítáno s poplatky na svoz komunálního odpadu a koncesionářskými poplatky. Pojištění domu lze vzhledem k většímu počtu technologických zařízení a vyšší investiční ceně navýšit z 2 400 Kč/rok na 2 600 Kč/rok.



## 8 Vyhodnocení investice do stavby s nižší energetickou náročností

Hlavním hodnotícím kritériem bude ukazatel nákladů životního cyklu, a to z toho důvodu, že ostatní ukazatelé pracují také s příjmy projektů, které se v tomto případě hůře vyjadřují. Druhým ukazatelem bude index rentability a třetím diskontovaná doba návratnosti, kdy oba ukazatele budou počítat s úsporou provozních nákladů v jednotlivých letech. Úspory tedy budou představovat příjmy.

Hodnocené období bude nastaveno na 30 let, protože po 30 ti letech se předpokládá konec jak technické, tak morální životnosti více konstrukcí a technologií, která má za následek větší rekonstrukci, a to také kvůli možné obměně majitelů budovy. Milníkem je taktéž 15. rok provozu, který si žádá větší opravy či obměny technologie vytápění.

Diskontní sazba pro výše uvedené ukazatele bude nastavena na 1 %, což se dá považovat za sazbu u bezrizikové investice v roce 2019. Vzhledem k povaze budovy nebude diskontní sazba počítána pomocí vážených nákladů kapitálu, jak bylo popsáno v kapitole 5 *Hodnocení efektivnosti investic*.

Porovnáván bude skutečný provoz domu a navržená pasivní úprava budovy. Zároveň bude v menší míře zahrnuto i porovnání budovy, která by odpovídala vypracovanému energetickému štítku, který úplně neodráží skutečný provoz objektu, a to kvůli změnám v projektové dokumentaci, které vznikly v průběhu investiční fáze.

Průkaz energetické náročnosti budovy předpokládal spotřebu energie na 17,152 MWh ročně, z toho 7,739 MWh mělo pocházet z elektřiny ze sítě a 9,412 MWh mělo pokrýt kusové dřevo. Pokud by však měly být náklady porovnatelné, je potřeba přepočítat energii dodanou kusovým dřevem na elektrickou energii v prvních 4 letech provozu a poté zahrnout kusové dřevo jako zdroj vytápění z 20 %. Pro první 4 roky to znamená dodávku elektrické energie ve výši 14,748 MWh, pro další roky potom 12,591 MWh.

Provozní náklady všech 3 variant domu byly rozděleny do šesti skupin – elektrická energie, kusové dřevo, vodné a stočné, opravy a udržování, úroky z hypotéky a daně, poplatky a pojištění. Po názornost jsou zde vloženy roky 2019 – 2024, ostatní roky hodnoceného období jsou umístěny v příloze. Tyto provozní náklady včetně investičních nákladů budou zahrnuty do výpočtů ekonomických ukazatelů.

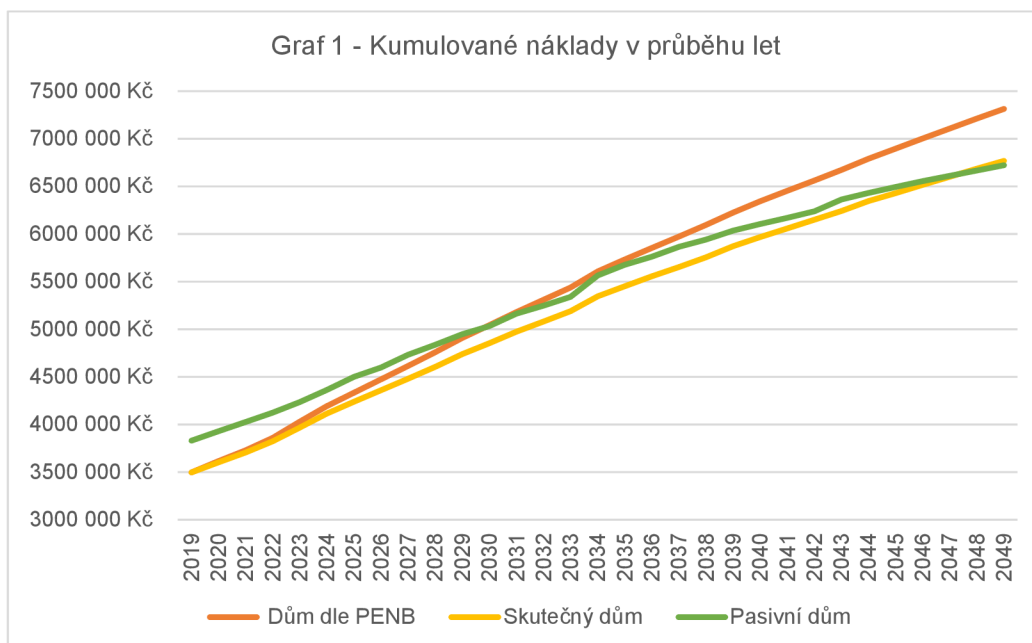
Jak lze vidět v tabulce 19, v pasivním standardu je skutečně náklad na elektrickou energii znatelně nižší, nicméně úroky z hypotéky jsou díky vyššímu čerpání a tím i vyšší úrokové sazbě vyšší. Vyšší jsou taktéž náklady na opravy a udržování, a to kvůli nutným revizím tepelného čerpadla v každém roce provozu.

Tabulka 19 – Provozní náklady porovnávaných budov [zdroj autor]

Náklady na provoz v letech		Dle PENB	Skutečnost	Pasivní standard
2019	elektrická energie	14 827 Kč	12 428 Kč	8 746 Kč
	vodné a stočné	2 223 Kč	2 223 Kč	2 223 Kč
	opravy a udržování	3 000 Kč	3 000 Kč	4 350 Kč
	úroky z hypotéky	8 157 Kč	8 157 Kč	9 908 Kč
	daně, poplatky a pojištění	5 200 Kč	5 200 Kč	5 400 Kč
	<b>celkem</b>	<b>33 407 Kč</b>	<b>31 008 Kč</b>	<b>30 627 Kč</b>
2020	elektrická energie	46 802 Kč	37 666 Kč	17 687 Kč
	vodné a stočné	12 573 Kč	12 573 Kč	12 573 Kč
	opravy a udržování	3 000 Kč	3 000 Kč	4 350 Kč
	úroky z hypotéky	48 103 Kč	48 103 Kč	58 442 Kč
	daně, poplatky a pojištění	5 200 Kč	5 200 Kč	5 400 Kč
	<b>celkem</b>	<b>115 678 Kč</b>	<b>106 542 Kč</b>	<b>98 452 Kč</b>
2021	elektrická energie	46 802 Kč	36 882 Kč	17 687 Kč
	vodné a stočné	13 039 Kč	13 039 Kč	13 039 Kč
	opravy a udržování	3 000 Kč	3 000 Kč	4 350 Kč
	úroky z hypotéky	46 642 Kč	46 642 Kč	56 690 Kč
	daně, poplatky a pojištění	5 200 Kč	5 200 Kč	5 400 Kč
	<b>celkem</b>	<b>114 684 Kč</b>	<b>104 763 Kč</b>	<b>97 166 Kč</b>
2022	elektrická energie	65 214 Kč	49 878 Kč	21 222 Kč
	vodné a stočné	14 077 Kč	14 077 Kč	14 077 Kč
	opravy a udržování	3 000 Kč	3 000 Kč	4 350 Kč
	úroky z hypotéky	45 145 Kč	45 145 Kč	54 893 Kč
	daně, poplatky a pojištění	5 200 Kč	5 200 Kč	5 400 Kč
	<b>celkem</b>	<b>132 636 Kč</b>	<b>117 299 Kč</b>	<b>99 941 Kč</b>
2023	elektrická energie	97 895 Kč	74 372 Kč	30 320 Kč
	vodné a stočné	17 494 Kč	17 494 Kč	17 494 Kč
	opravy a udržování	3 500 Kč	3 500 Kč	4 350 Kč
	úroky z hypotéky	43 610 Kč	43 610 Kč	53 049 Kč
	daně, poplatky a pojištění	5 500 Kč	5 500 Kč	5 700 Kč
	<b>celkem</b>	<b>167 999 Kč</b>	<b>144 476 Kč</b>	<b>110 912 Kč</b>
2024	elektrická energie	70 126 Kč	56 187 Kč	25 543 Kč
	kusové dřevo	6 300 Kč	4 950 Kč	6 300 Kč
	vodné a stočné	17 494 Kč	17 494 Kč	17 494 Kč
	opravy a udržování	20 250 Kč	20 250 Kč	22 600 Kč
	úroky z hypotéky	42 038 Kč	42 038 Kč	51 157 Kč
	daně, poplatky a pojištění	5 500 Kč	5 500 Kč	5 700 Kč
	<b>celkem</b>	<b>161 707 Kč</b>	<b>146 418 Kč</b>	<b>128 794 Kč</b>

Následující graf ukazuje kumulované náklady v letech bez diskontování. Lze vidět, že budova postavená dle energetického štítku má křivku nárůstu nejstrmější a jeho náklady jsou na konci hodnoceného období největší. Skutečně postavený dům spotřebovává

méně energie, i přes nižší investiční náklady. Pasivní dům má křivku více plochou oproti oběma předchozím variantám, nicméně vyšší investiční náklady způsobují kumulované náklady téměř identické jako u skutečně postaveného domu v nízkoenergetickém standardu.



## 8.1 Náklady životního cyklu

Pro náklady životního cyklu jsou v nultém roce započítány náklady na výstavbu a provoz v roce 2019. V dalších letech jsou započítány provozní náklady, které jsou popsány v kapitolách 6 *Náklady nízkoenergetického domu* a 7 *Náklady pasivního domu*. Bylo diskontováno 2 %, jak bylo popsáno výše.

U všech variant lze znatelně poznat navýšení cen energií jak v roce 2022, tak v roce 2023. Pasivní dům má ve většině let nejnižší náklady na provoz, nicméně oproti nákladům skutečného domu je v některých letech silně ovlivňují náklady na údržbu tepelného čerpadla a vzduchotechniky. Náklady na údržby těchto technologií nejsou malé, a proto převyšují náklady domu, který tyto technologie nemá. V 15. roce provozu se předpokládá generální oprava těchto zařízení, která je na provozních nákladech znát nejvíce. Otázkou však může být, zda za 15 let při výměně elektrokotle u skutečného domu nebude potřeba zdroj tepla vyměnit taktéž za tepelné čerpadlo, či jiný zdroj využívající obnovitelné zdroje energie. Už v případě stavby tohoto domu v dnešní době by totiž dům musel některý z obnovitelných zdrojů energie využívat. Nehledě na to, že majitelé reálně uvažují nad výměnou elektrokotle za tepelné čerpadlo z důvodu strachu o nepředvídatelné ceny energií, které je momentálně silně ovlivňují.

Tabulka 20 - Diskontované náklady v jednotlivých letech [zdroj autor]

Rok	Diskontní faktor	Náklady dle PENB	Náklady skutečné	Náklady pasivního domu
2019	1,00	3 498 407 Kč	3 496 008 Kč	3 829 623 Kč
2020	0,99	116 835 Kč	107 608 Kč	99 437 Kč
2021	0,98	116 989 Kč	106 869 Kč	99 119 Kč
2022	0,97	136 655 Kč	120 854 Kč	102 970 Kč
2023	0,96	174 821 Kč	150 342 Kč	115 416 Kč
2024	0,95	169 956 Kč	153 887 Kč	135 364 Kč
2025	0,94	151 050 Kč	130 999 Kč	141 292 Kč
2026	0,93	152 237 Kč	130 538 Kč	108 407 Kč
2027	0,92	151 006 Kč	130 553 Kč	145 126 Kč
2028	0,91	157 018 Kč	134 883 Kč	113 718 Kč
2029	0,91	163 694 Kč	148 298 Kč	122 148 Kč
2030	0,90	150 581 Kč	128 001 Kč	96 373 Kč
2031	0,89	154 660 Kč	133 376 Kč	143 518 Kč
2032	0,88	149 307 Kč	126 273 Kč	100 204 Kč
2033	0,87	146 995 Kč	125 283 Kč	104 162 Kč
2034	0,86	197 332 Kč	179 582 Kč	262 352 Kč
2035	0,85	145 181 Kč	123 033 Kč	129 832 Kč
2036	0,84	145 734 Kč	121 765 Kč	100 021 Kč
2037	0,84	142 991 Kč	120 397 Kč	126 220 Kč
2038	0,83	144 414 Kč	119 964 Kč	88 409 Kč
2039	0,82	161 269 Kč	144 262 Kč	117 270 Kč
2040	0,81	141 480 Kč	116 538 Kč	83 710 Kč
2041	0,80	138 247 Kč	114 736 Kč	80 917 Kč
2042	0,80	138 884 Kč	113 441 Kč	85 885 Kč
2043	0,79	141 094 Kč	117 110 Kč	159 921 Kč
2044	0,78	150 910 Kč	131 304 Kč	87 940 Kč
2045	0,77	132 879 Kč	108 414 Kč	77 141 Kč
2046	0,76	143 169 Kč	116 693 Kč	80 594 Kč
2047	0,76	135 550 Kč	110 593 Kč	72 151 Kč
2048	0,75	138 707 Kč	111 699 Kč	81 280 Kč
2049	0,74	138 275 Kč	112 816 Kč	73 601 Kč
<b>Celkem</b>		<b>7 926 326 Kč</b>	<b>7 286 118 Kč</b>	<b>7 164 122 Kč</b>

I přes to však náklady životního cyklu pasivní budovy dosahují nejnižší hodnoty. Rozdíl mezi náklady životního cyklu pasivního domu a skutečné stavby je 121 996 Kč, kdyby však dům byl postaven s tepelnými ztrátami dle energetického štítku, rozdíl by činil 762 204 Kč.



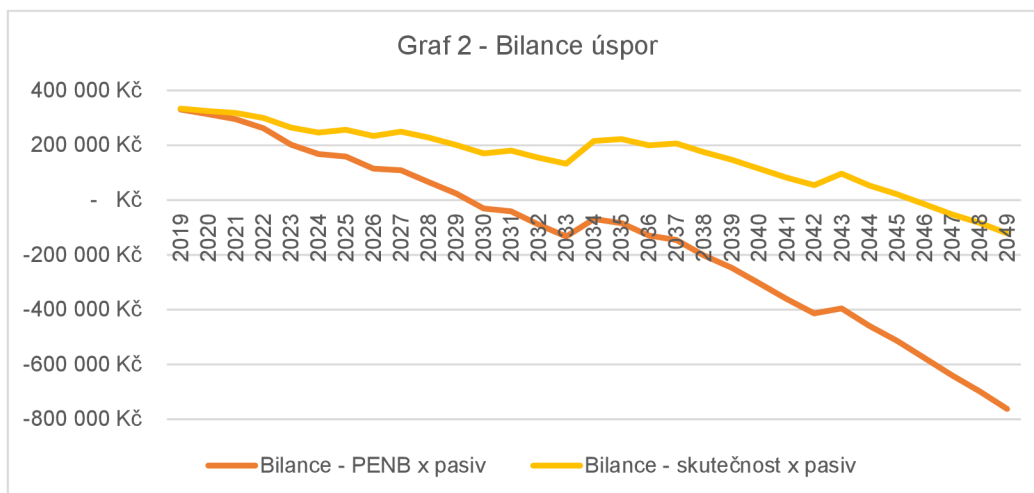
## 8.2 Index rentability

Při výpočtu indexu rentability bude za investiční náklad považován rozdíl investičních nákladů skutečně vynaložených nákladů a nákladů na výstavbu pasivního domu. Jako peněžní toky budou uvažovány diskontované úspory (případně diskontované vícenáklady), které jsou v průběhu let oproti nízkoenergetické stavbě očekávány.

Po dosažení rozdílu skutečných nákladů a nákladů pasivního standardu do vzorce vychází index rentability ve výši 1,36. To dokazuje, že investice je efektivní. Pokud by však bylo využito spotřeby energií dle energetického štítku, index rentability by vyšel dokonce 3,27, což už by mohlo být zajímavější pro více investorů.

## 8.3 Diskontovaná doba návratnosti

Třetím ukazatelem využitým při porovnávání je diskontovaná doba návratnosti, kdy jako investiční náklad bude využito investičního vícenákladu na výstavbu a jako čisté casflow projektu bude uvažováno s úsporou diskontovaných provozních nákladů oproti druhým dvěma variantám. Na grafu lze vidět, že doba návratnosti při porovnání domu se spotřebou dle energetického štítku přichází v roce 2030, tzn. v 11. roce provozu. V případě skutečných nákladů rodinného domu je ale doba návratnosti pasivního standardu výrazně vyšší a to 27 let. Jak už bylo několikrát zmíněno, velký vliv má generální oprava tepelného čerpadlo v 15. roce provozu, protože vrací úspory na úroveň 9. roku provozu. Podrobná tabulka je umístěna v příloze.





## 9 Závěr

Diplomová práce se zabývala celým životním cyklem nízkoenergetického a pasivního domu s odhadem nákladů na celé hodnocené období. Cílem bylo zjištění náklady porovnat a vyhodnotit za pomoci vybraných ekonomických ukazatelů. Pro ověření statusu pasivního domu byl vyhotoven energetický štítek, ze kterého byly čerpány informace o spotřebě energií.

Teoretická část se věnovala fázím životního cyklu budov a nákladů, které se s jednotlivými fázemi pojí. Největší pozornost byla věnována provozním nákladům, protože představují největší část celého životního cyklu.

Jako další byla představena kapitola o energetické náročnosti budov, kde byly popsány její ukazatele i způsob výpočtu měrné potřeby tepla na vytápění. Byly zmíněny taktéž obnovitelné zdroje energie, které jsou v současnosti velmi diskutovaným tématem, a dotační programy, které mohou pomoci při výstavbě či rekonstrukci domu. Poslední podkapitola se věnuje optimální koncepci a orientaci budovy, která silně ovlivňuje náklady na vytápění.

Diplomová práce obsahuje taktéž teorii tvorby ceny, druhy rozpočtů a možnosti financování vlastního bydlení s největším důrazem na hypoteční úvěr. Teoretickou část uzavírá kapitola věnující se hodnocení efektivnosti investic.

V praktické části byl představen skutečně stojící rodinný dům, postaven v roce 2019 v nízkoenergetickém standardu. Od majitelů byly zjištěny jak investiční, tak provozní náklady. Na základě těchto údajů byly odhadnuty náklady na provoz v dalších letech provozu.

Pasivní dům byl navržen dle opatření, která byla u původní stavby doporučena pro snížení energetické náročnosti, s identickou podlahovou plochou a dispozicí. Investiční náklady byly odhadnuty na základě původního rozpočtu, databáze RTS a ceníků dodavatelských společností, vše v cenové úrovni roku 2019. Náklady na energie byly vypočítány na základě energetického štítku, ostatní náklady částečně kopírovaly náklady domu v nízkoenergetickém standardu. Dále byly predikovány náklady na opravy a údržby jak samotného domu, tak i technologií v nich obsažených.

Při porovnání investičních nákladů bylo zjištěno, že v tomto konkrétní případě se investice prodražila o 9,64 % (po odečtení dotací). Pro majitele by to znamenalo navýšení hypotečního úvěru o 333 996 Kč.

Pro vyhodnocení nákladů v provozní fázi bylo využito 3 vybraných ekonomických ukazatelů s 30letým hodnotícím obdobím – náklady životního cyklu, index rentability a diskontovaná doba návratnosti investice. Vzhledem k tomu, že reálná stavba nebyla postavena přesně dle projektové dokumentace, energetický štítek neodpovídá

skutečnosti. Proto byl mimo skutečný provoz porovnáván taktéž provoz, který by odpovídal původnímu návrhu s horšími technickými vlastnostmi, které však taktéž splňují klasifikační třídu B.

Náklady životního cyklu původně navrženého rodinného domu byly vypočítány na 7 926 326 Kč, u skutečně postaveného domu na 7 286 118 Kč a u pasivního domu na 7 164 122 Kč. I přes vyšší investiční náklady tak pasivní dům vychází z dlouhodobého hlediska lépe. Položky, které pasivní dům nejvíce ovlivňují jsou hlavně vyšší úroky hypotečního úvěru, které navyšují provozní náklady o více než 148 tisíc korun, a nákladnější opravy a údržby technologií.

Index rentability potvrdil, že každá investovaná koruna do úspornějších řešení, přinese v dlouhodobém hledisku 3,27 Kč úspor v případě porovnání s domem se spotřebou energií dle PENB, a 1,36 Kč v případě porovnání s již realizovaným domem. Doba návratnosti investice pak činí v prvním případě 11 let a v druhém případě 27 let.

Lze tedy říci, že úspory pasivního domu oproti nízkoenergetickému nejsou příliš velké. Nicméně velkým otazníkem jsou jak ceny energií, které nelze predikovat, tak i 15. rok provozu, kdy teoreticky končí životnost elektrokotle. Je možné, že v roce 2034 budou majitelé muset koupit dražší zdroj tepla, který využívá obnovitelných zdrojů, nehledě na to, že již teď uvažují o tepelném čerpadle na základě doporučení rodinných příslušníků, kteří jej vlastní.

Pasivní dům je i při porovnání s nízkoenergetickým domem efektivní investicí, která z dlouhodobého hlediska přináší kromě finanční úspory taktéž menší závislost na cenách energií, které silně ovlivňují provozní náklady všech objektů. Šetrnost a ohleduplnost k planetě je už pak pouze něčím navíc, co má pro některé investory možná tu největší hodnotu.

## 10 Zdroje

- [1] SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta. Udržitelné pořizování staveb: ekonomické aspekty. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2011. ISBN 9788073576424
- [2] Facility management a technicko-ekonomická správa majetku (PS 10.5) – PROFESIS. PROFESIS – Profesní informační systém ČKAIT [online]. Copyright © 2022 ČKAIT [cit. 23. 04. 2022]. Dostupné z: <https://profesis.ckait.cz/dokumenty-ckait/ps-10-5/#2-1>
- [3] Vyhláška č. 441/2013 Sb. k provedení zákona o oceňování majetku. Praha: Ministerstvo financí, 2013
- [4] Jak dlouho trvá vyprojektovat a postavit rodinný dům? - ESTAV.cz. ESTAV.cz - Architektura. Stavba. Bydlení. [online]. Copyright © Copyright [cit. 21. 04. 2022]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/2136.jak-dlouho-trva-vyprojektovat-a-postavit-rodinny-dum>
- [5] Úvodní stránka | GSERVIS. Úvodní stránka | GSERVIS [online]. Copyright © 2021 DEK a.s., [cit. 21. 04. 2022]. Dostupné z: <https://www.gservis.cz/>
- [6] Návrh orientační nabídkových cen za rozpočtářské práce – Metodika výpočtu: RTS, a.s. *Cenyza projekty.cz* [online]. [cit. 22. 04. 2022]. Dostupné z: <https://www.cenyza projekty.cz/kalkulace/rozpocet>
- [7] Přípravu na realizaci domu podceňují téměř všichni stavebníci. Na co si dát pozor? | Dřevostavby, časopis o bydlení – DřevoStavby. Dřevostavby – Portál | Dřevostavby, časopis o bydlení - DřevoStavby [online]. Copyright © 2022 Kladenská 107, Praha 6 [cit. 22. 04. 2022]. Dostupné z: <https://www.drevoastavby.cz/vse-o-drevostavbach/jak-na-drevostavbu/jak-na-financovani-stavby/5996-pripravu-na-realizaci-domu-podcenuji-temer-vsichni-stavebnici-tyto-chyby-se-pak-neprijemne-odrazeji-i-v-cene-domu>
- [8] Co je to Nedočerpání hypotéky | Hypoteční slovník | Banky.cz. Vše o bankách a bankovních produktech: srovnávače, pobočky, bankomaty | Banky.cz [online]. Copyright © 2022 Top [cit. 22. 04. 2022]. Dostupné z: <https://www.banky.cz/hypotecni-slovník/nedocerpani-hypoteky/>
- [9] Ceník České spořitelny, a.s. pro bankovní obchody. Česká spořitelna. [online]. [cit. 22. 04. 2022]. Dostupné z: [https://www.csas.cz/banka/content/inet/internet/cs/RR\\_SK.V.\\_0048.xml,pdf\\_IE](https://www.csas.cz/banka/content/inet/internet/cs/RR_SK.V._0048.xml,pdf_IE)
- [10] Časté dotazy k Hypotéce. ČSOB banka – Nejlepší bankovní služby. [online]. [cit. 22. 04. 2022]. Dostupné z: <https://www.csob.cz/portal/lide/hypoteka/caste-dotazy>
- [11] Sazebník KB pro občany – platnost od 1. 4. 2022. Komerční banka – Vaše moderní banka [online]. [cit. 22. 04. 2022]. Dostupné z:

<https://www.kb.cz/getmedia/1e99b30d-6819-47ad-bd77-7cca84a9fe8f/kb-saz-ind-1-4-2022-cz.pdf.aspx>

- [12] 800-0 Vedlejší rozpočtové náklady (2020/I). Úvod - Cenová soustava ÚRS [online]. [cit. 23. 04. 2022]. Dostupné z: [https://www.cs-urs.cz/podminky/cu201/800-0-Vedlejsi-rozpoctove-naklady-\(2020-I\)/47/#zoom=z](https://www.cs-urs.cz/podminky/cu201/800-0-Vedlejsi-rozpoctove-naklady-(2020-I)/47/#zoom=z)
- [13] BERÁNKOVÁ, Eva. Životní cyklus staveb. TZB info [online]. Ostrava, 12. 8. 2013 [cit. 13. 04. 2022]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/udrzba-budov/10219-zivotni-cyklus-staveb>
- [14] Vyhláška č. 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov
- [15] Vyhláška č. 78/2013 o energetické náročnosti budov
- [16] Porovnání nákladů na vytápění, teplou vodu a elektrickou energii – Výpočet provozních a investičních nákladů u rodinných domů. TZB.info [online]. [cit. 23. 04. 2022]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/138-porovnani-nakladu-na-vytapani-teplou-vodu-a-elektrickou-energii-tzb-info>
- [17] E.ON se vyplatí – vám i přírodě | E.ON. [online]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/domacnosti/>
- [18] Spotřeba vody v domácnosti a jak jí snížit? | Počítáme s vodou. Počítáme s vodou [online]. Copyright ©2022 Počítáme s vodou [cit. 23. 04. 2022]. Dostupné z: <https://www.pocitamesvodou.cz/spotreba-vody-v-domacnosti-a-jak-ji-snit/>
- [19] VODNÉ A STOČNÉ 2022: PŘEHLED CEN JEDNOTLIVÝCH SPOLEČNOSTÍ - Naše voda. Naše voda [online]. Copyright © 2011 [cit. 23. 04. 2022]. Dostupné z: <https://www.nase-voda.cz/vodne-a-stocne-2022-prehled-cen-jednotlivych-spolecnosti/>
- [20] Dotace Dešťovka. Dotace Dešťovka [online]. Copyright © 2017 [cit. 23. 04. 2022]. Dostupné z: <https://www.dotacedestovka.cz/>
- [21] Potřebujete dobré pojištění rodinného domu? To naše se vztahuje nejen na střechu nad hlavou, ale na veškeré věci, na kterých vám záleží | Kooperativa pojišťovna. Kooperativa pojišťovna [online]. Copyright © [cit. 23. 04. 2022]. Dostupné z: <https://www.koop.cz/pojisteni/pojisteni-majetku/pojisteni-rodineho-domu>
- [22] Zákon č. 338/1992 Sb. České národní rady o dani z nemovitých věcí (2021)
- [23] Vyhláška č. 548/2020 Sb., kterou se mění vyhláška č. 298/2014 Sb., o stanovení seznamu katastrálních území s přiřazenými průměrnými základními cenami zemědělských pozemků, ve znění pozdějších předpisů (2021)
- [24] Zákon č. 183/2006 o územním plánování a stavebním řádu
- [25] Zákon č. 283/2021 Sb. stavební zákon

- [26] Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií
- [27] TYWONIAK, Jan. *Nízkoenergetické domy: principy a příklady*. Praha: Grada, 2005. Stavitel. ISBN 802471101X
- [28] ČSN 73 0331-1 – Energetická náročnost budov – Typické hodnoty pro výpočet – Část 1: Obecná část a měsíční výpočtová data
- [29] ČSN 73 0540-4:2011 – Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody
- [30] ČSN 73 0540-3:2005 – Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- [31] PREGIZER, Dieter. *Zásady pro stavbu pasivního domu*. Praha: Grada, 2009. Stavitel. ISBN 9788024724317.
- [32] ČSN 73 0540-2:2011 – Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
- [33] ČSN EN ISO 13789 Tepelné chování budov – Měrná ztráta prostupem tepla – Výpočtová metoda, ČSN 2000
- [34] ČSN EN 12831-1 – Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3
- [35] ČSN EN ISO 52016-1 – Energetická náročnost budov – Potřeba energie na vytápění a chlazení, vnitřní teploty a citelné a latentní tepelné výkony – Část 1: Výpočtové postupy
- [36] Obnovitelná energie | Fakta a čísla o Evropské unii | Evropský parlament. [online]. [cit. 21. 01. 2022]. Dostupné z: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/cs/sheet/70/renewable-energy>
- [37] Aktuality - Výstavba solárních elektráren trhá v Česku rekordy. Solární asociace očekává další strmý nárůst, varuje však před nedostatkem kapacity a panelů - Solární asociace. [online]. Copyright © Solární asociace [cit. 21. 01. 2022]. Dostupné z: <https://www.solarniasociace.cz/cs/aktualne/26351-vystavba-solarnich-elektraren-trha-v-cesku-rekordy-solarni-asociace-ocekava-dalsi-strmy-narust--varuje-vsak-pred-nedostatkem-kapacity-a-panelu>
- [38] THEMESSEL, Armin a Werner WEISS. Solární systémy: návrhy a stavba svépomocí. V Gradě 1. vyd. Praha: Grada, 2005. Profi & hobby. ISBN 8024705893
- [39] MATUŠKA, Tomáš. Solární zařízení v příkladech. Praha: Grada, 2013. Stavitel. ISBN 9788024735252
- [40] SRDEČNÝ, Karel a Jan TRUXA. Tepelná čerpadla. Brno: ERA, 2005. 21. století. ISBN 8073660318
- [41] MURTINGER, Karel a Jiří BERANOVSKÝ. Energie z biomasy. Brno: ERA, 2006. 21. století. ISBN 8073660717

- [42] Základní informace – Nová zelená úsporám. *Nová zelená úsporám – Dotace pro úsporné bydlení* [online]. Copyright © Státní fond životního prostředí ČR [cit. 07. 04. 2022]. Dostupné z: <https://novazelenausporam.cz/zakladni-informace/>
- [43] Závazné pokyny pro žadatele a příjemce podpory – Rodinné domy. *Nová zelená úsporám – Dotace pro úsporné bydlení* [online]. Copyright © Státní fond životního prostředí ČR [cit. 07. 04. 2022]. Dostupné z: <https://novazelenausporam.cz/dokument/2532>
- [44] Závazné pokyny pro žadatele a příjemce podpory z podprogramu Nová zelená úsporám – Rodinné domy. *Nová zelená úsporám – Dotace pro úsporné bydlení* [online]. Copyright © Státní fond životního prostředí ČR [cit. 07. 04. 2022]. Dostupné z: <https://2014-2021.novazelenausporam.cz/dokumenty/detail/?id=591>
- [45] Základní princip návrhu pasivního domu je jednoduchý - ESTAV.cz. *ESTAV.cz - Architektura. Stavba. Bydlení.* [online]. Copyright © Copyright [cit. 21. 03. 2022]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/9075.zakladni-princip-navrhu-pasivniho-domu-je-jednoduchy>
- [46] Jaký tvar objektu je pro pasivní dům nejvhodnější? *Initiative offene Bildung in Technik und Naturwissenschaft – e-genius* [online]. [cit. 21. 03. 2022]. Dostupné z: [https://www.e-genius.at/fileadmin/user\\_upload/lernfelder/energieeffiziente\\_gebaeudekonzepte/alt/cz/web/jak\\_tvar\\_objektu\\_je\\_pro\\_pasivn\\_dm\\_nejvhodnj.html](https://www.e-genius.at/fileadmin/user_upload/lernfelder/energieeffiziente_gebaeudekonzepte/alt/cz/web/jak_tvar_objektu_je_pro_pasivn_dm_nejvhodnj.html)
- [47] TYWONIAK, Jan. Metodika hodnocení nízkenergetických rodinných domů. *TZB info* [online]. Praha, 2008 [cit. 01. 04. 2022]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/nizkoenergeticke-stavby/5088-metodika-hodnoceni-nizkoenergetickych-rodinnych-domu>
- [48] HRUBÝ, Libor. Základní principy úsporných staveb. *Centrum pasivního domu* [online]. 2020 [cit. 01. 04. 2022]. Dostupné z: [www.pasivnidomy.cz/zakladni-principy-uspornych-staveb-brozura-2021/f8432](http://www.pasivnidomy.cz/zakladni-principy-uspornych-staveb-brozura-2021/f8432)
- [49] *Pasivní domy: nulové, aktivní.* Praha: PRO VOBIS, 2021. ISBN 9788088311096
- [50] VITÁSEK, Stanislav a Renáta SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ. *Rozpočtování staveb.* Praha: Dashöfer, [2018]. ISBN 978-80-87963-76-0
- [51] KREJČÍ, Luboš. *Rozpočtování staveb: TP 3.1.* Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, 2013. Technické pomůcky k činnosti autorizovaných osob. ISBN 978-80-87438-39-8
- [52] MARKOVÁ, Leonora. *Ceny ve stavebnictví*, studijní opora VUT FAST v Brně 2006
- [53] Cenové ukazatele ve stavebnictví pro rok 2022. *Cenová soustava* [online]. [cit. 16.11.2022]. Dostupné z: [www.cenovasoustava.cz/dok/ceny/thu\\_2022.html](http://www.cenovasoustava.cz/dok/ceny/thu_2022.html)



- [54] Zákon č. 190/2004 Sb. o dluhopisech
- [55] Hypoteční život se zkracuje. Kdy nejlépe požádat o hypotéku? | HYPOASISTENT. *HYPOASISTENT* [online]. Copyright © 2010 [cit. 20.10.2022]. Dostupné z: [www.hypoasistent.cz/novinky/hypotecni-zivot-se-zkracuje-kdy-nejlepe-pozadat-o-hypoteku](http://www.hypoasistent.cz/novinky/hypotecni-zivot-se-zkracuje-kdy-nejlepe-pozadat-o-hypoteku)
- [56] Co vše má vliv na vaši bonitu při žádosti o hypotéku. HYPOINDEX [online]. Copyright © 2022 [cit. 20.10.2022]. Dostupné z: [www.hypoindex.cz/clanky/co-vse-ma-vliv-na-vasi-bonitu-pri-zadosti-o-hypoteku/](http://www.hypoindex.cz/clanky/co-vse-ma-vliv-na-vasi-bonitu-pri-zadosti-o-hypoteku/)
- [57] DTI – Nebudu předlužený? - Česká národní banka. [online]. Copyright © ČNB 2022 [cit. 20.10.2022]. Dostupné z: [www.cnb.cz/cs/financni-stabilita/makro-obezretnostni-politika/stanoveni-horni-hranice-uverovych-ukazatelu/dti/index.html](http://www.cnb.cz/cs/financni-stabilita/makro-obezretnostni-politika/stanoveni-horni-hranice-uverovych-ukazatelu/dti/index.html)
- [58] DSTI – Zvládnou splácet? - Česká národní banka. [online]. Copyright © ČNB 2022 [cit. 20.10.2022]. Dostupné z: [www.cnb.cz/cs/financni-stabilita/makroobezretnostni-politika/stanoveni-horni-hranice-uverovych-ukazatelu/dsti/index.html](http://www.cnb.cz/cs/financni-stabilita/makroobezretnostni-politika/stanoveni-horni-hranice-uverovych-ukazatelu/dsti/index.html)
- [59] LTV – Neberu si příliš vysoký úvěr? - Česká národní banka. [online]. Copyright © ČNB 2022 [cit. 20.10.2022]. Dostupné z: <https://www.cnb.cz/cs/financni-stabilita/makroobezretnostni-politika/stanoveni-horni-hranice-uverovych-ukazatelu/ltv/index.html>
- [60] KORYTÁROVÁ, Jana. *Ekonomika investic*. studijní opora VUT FAST v Brně 2020
- [61] Jak funguje stavební spoření? *Finance.cz - daně, banky, kalkulačky, spoření, kurzy měn* [online]. Copyright © 1997 [cit. 01.11.2022]. Dostupné z: <https://www.finance.cz/508484-jak-funguje-stavebni-sporeni/>
- [62] Kdy si můžete a kdy nemůžete odečíst hypotéku z daní? *Finance.cz - daně, banky, kalkulačky, spoření, kurzy měn* [online]. Copyright © 1997 [cit. 08.11.2022]. Dostupné z: <https://www.finance.cz/518984-kdo-a-kdy-muze-uplatnit-odpocet-uroku-z-hypoteky/>
- [63] Hypotéka vs. úvěr: rozdíly a výhody | *Banky.cz | Banky.cz. Vše o bankách a bankovních produktech: srovnávače, pobočky, bankomaty | Banky.cz* [online]. Copyright © Banky.cz 2022, všechna práva vyhrazena [cit. 08.11.2022]. Dostupné z: <https://www.banky.cz/clanky/hypoteka-vs-uver/>
- [64] KORYTÁROVÁ, Jana. *Investování*. studijní opora VUT FAST v Brně 2009
- [65] Cenové ukazatele ve stavebnictví pro rok 2018. *Stavební standardy*. [online]. [cit. 29.11.2022]. Dostupné z: [http://www.stavebnistandardy.cz/doc/ceny/thu\\_2018.html](http://www.stavebnistandardy.cz/doc/ceny/thu_2018.html)
- [66] Elektrina bez závazku. *Skupina ČEZ*. [online]. Copyright © 2022 [cit. 29.11.2022]. Dostupné z: [https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/elektrina-2022/moo/moo\\_ee\\_bez\\_zavazku\\_cez\\_10\\_2022.pdf](https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/elektrina-2022/moo/moo_ee_bez_zavazku_cez_10_2022.pdf)

- [67] Nařízení vlády č. 298/2022 o stanovení cen elektřiny a plynu v mimořádné tržní situaci
- [68] Vodné a stočné (bez koncesí) - SMVAK. Domů - SMVAK [online].  
Dostupné z: <https://www.smvak.cz/vodne-a-stocne>
- [69] Poplatky | *Statutární město Opava*. [online]. Copyright © [cit. 29.11.2022].  
Dostupné z: <https://www.opava-city.cz/cz/mesto-urad/vyhlasiky-predpisy/poplatky/>
- [70] Zákon č. 248/2005 Sb. o rozhlasových a televizních poplatcích a o změně některých zákonů

## 11 Seznam použitých zkratek

a.j.	a jiné
a.s.	akciová společnost
atd.	a tak dále
č.	číslo
DPH	daň z přidané hodnoty
DOSS	dotčené orgány státní správy
EPS	expandovaný polystyren
XPS	extrudovaný polystyren
HSV	hlavní stavební výroba
Kč	koruna česká
kk	kuchyňský kout
MJ	měrná jednotka
m n. m.	metr nad mořem
např.	například
OZE	obnovitelné zdroje energie
odst.	odstavec
OSN	Organizace spojených národů
PHPP	Passive House Planning Package (mezinárodní metodika)
p.a.	per annum (ročně)
p.m.	per mensem (měsíčně)
p.q.	per quartale (kvartálně)
POZE	podpora na obnovitelné zdroje energie
PENB	protokol o energetické náročnosti budov
PSV	přidružená stavební výroba
RPSN	roční procentní sazba nákladů
RD	rodinný dům
sb.	sbírka
s.r.o.	společnost s ručením omezeným
THP	technicko – hospodářský pracovník

tzv.	takzvaný
tzn.	to znamená
WC	toaleta
vč.	včetně

## 12 Seznam obrázků

Obrázek 1 - Náklady životního cyklu stavby [13].....	19
Obrázek 2 - Procentuální vyjádření spotřeby vody v domácnosti [18] .....	20
Obrázek 3 - Vliv sklonu panelu na dávku slunečního záření v jednotlivých měsících [39] .....	30
Obrázek 4 - Vnitřní dispozice a orientace ke světovým stranám [45] .....	36
Obrázek 5 - Objemový faktor budovy [47].....	37
Obrázek 6 - Jednotková cena [zdroj autor].....	40



## 13 Seznam tabulek

Tabulka 1 - Ovlivnění nákladů v různých fázích životního cyklu [zdroj autor dle 1]..	16
Tabulka 2 - Délka trvání jednotlivých částí investiční fáze [zdroj autor] .....	17
Tabulka 3 - Odpor na vnitřní a vnější straně konstrukce [30] .....	26
Tabulka 4 - Požadavky na pasivní budovy [32] .....	27
Tabulka 5 – Náklady v investiční fázi [zdroj autor].....	53
Tabulka 6 – Skutečná spotřeba elektrické energie vč. ceny (2019–2021) [zdroj autor] .....	54
Tabulka 7 – Odhadovaná spotřeba elektrické energie vč. ceny (2022 a následující) [zdroj autor].....	55
Tabulka 8 – Výpočet elektrické energie v roce 2024 a následujících [zdroj autor] ...	56
Tabulka 9 – Výpočet potřeby kusového dřeva pro vytápění [zdroj autor] .....	57
Tabulka 10 – Skutečná spotřeba vody vč. ceny (2019–2021) [zdroj autor] .....	57
Tabulka 11 – Odhadovaná spotřeba vody vč. ceny (2022 a následující) [zdroj autor] .....	58
Tabulka 12 – Splátky hypotečního úvěru a úroky z jistiny [zdroj autor].....	60
Tabulka 13 - Porovnání zateplení konstrukcí [zdroj autor].....	63
Tabulka 14 - Soupis investičních vícenákladů [zdroj autor] .....	66
Tabulka 15 – Přepoččet spotřeby elektrické energie [zdroj autor].....	67
Tabulka 16 - Celková roční platba za elektrickou energii [zdroj autor].....	68
Tabulka 17 – Výpočet potřeby kusového dřeva pro vytápění [zdroj autor] .....	68
Tabulka 18 – Splátky hypotečního úvěru a úroky z jistiny [zdroj autor].....	70
Tabulka 19 – Provozní náklady porovnávaných budov [zdroj autor].....	74
Tabulka 20 - Diskontované náklady v jednotlivých letech [zdroj autor] .....	76





## **14 Seznam grafů**

Graf 1 – Kumulované náklady v průběhu let [zdroj autor].....	75
Graf 2 – Bilance úspor [zdroj autor] .....	77



## **15 Seznam příloh**

Příloha č. 1 – Nízkoenergetický dům

1-01 Půdorys 1NP

1-02 Řez A-A´

1-03 Pohledy

1-04 Energetický štítek budovy

1-05 Položkový rozpočet dodavatele stavby

Příloha č. 2 – Pasivní dům

2-01 Zjednodušený půdorys 1NP

2-02 Zjednodušený řez A-A´

2-03 Energetický štítek budovy

Příloha č. 3 – Podrobné vyúčtování elektrické energie pasivního domu

Příloha č. 4 – Rozpis provozních nákladů

Příloha č. 5 – Bilance úspor

