



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

EFEKTIVNOST OPATŘENÍ SNIŽUJÍCÍ  
ENERGETICKOU NÁROČNOST RODINNÉHO DOMU

THE EFFECTIVENESS OF MEASURES TO REDUCE THE ENERGY INTENSITY  
OF FAMILY HOUSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Dominika Menšíková

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. GABRIELA KOCOURKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	B3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3607R038 Management stavebnictví
<b>Pracoviště</b>	Ústav stavební ekonomiky a řízení

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Dominika Menšíková
<b>Název</b>	Efektivnost opatření snižující energetickou náročnost rodinného domu
<b>Vedoucí práce</b>	Ing. Gabriela Kocourková, Ph.D.
<b>Datum zadání</b>	30. 11. 2021
<b>Datum odevzdání</b>	27. 5. 2022

V Brně dne 30. 11. 2021

---

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

---

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

## PODKLADY A LITERATURA

Jana KORYTÁROVÁ. Ekonomika investic. Brno: Cerm, 2020. 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

Pasivní domy 2012, Sborník z konference Pasivní domy 2012 Centrum pasivních domů, Brno 2012, ISBN 978-80-904739-2-

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Cílem práce je charakteristika specifík nízkoenergetických a pasivních domů a zhodnocení jejich výhod oproti vyšším nákladům spojených s jejich výstavbou.

1. Charakteristika nízkoenergetických a pasivních domů.
2. Tvorba cen ve stavebnictví.
3. Energetická náročnost budov.
4. Návrh a kalkulace nákladů konkrétních opatření u stávajícího rodinného domu.
5. Zhodnocení nákladů a posouzení jejich doby návratnosti.

Požadovaným výstupem je zhodnocení opatření snižující energetickou náročnost stávajícího rodinného domu.

## STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

---

Ing. Gabriela Kocourková, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce

## ABSTRAKT

V bakalářské práci je zpracováno porovnání a následné ekonomické vyhodnocení investice do dvou různých variant vedoucí ke snížení energetické náročnosti v rodinném domě. Teoretická část charakterizuje a definuje pojmy nízkoenergetických a pasivních domů. Dále se zabývá tvorbou energetických průkazů budov a dotacemi z programu Nová zelená úsporám. Součástí teoretické části jsou komplexně definované pojmy z investic a cen ve stavebnictví. Praktická část se věnuje vyhodnocením dvou opatření rodinného domu. Rodinný dům, který splňuje požadavky z programu Nová zelená úsporám a dosáhne na potřebné dotace a rodinného domu, který bude odpovídat nízkoenergetickému standardu. Zpracovává návrhy a kalkulace stavebně materiálových nákladů pro konkrétní opatření RD. V poslední části této práce je vypočítána doba návratnosti pro obě varianty vedoucí k snížení energetické náročnosti rodinného domu a výběr konkrétního opatření investorem.

## KLÍČOVÁ SLOVA

nízkoenergetický dům, energetická náročnost objektu, průkaz energetické náročnosti budov, dotace, efektivnost

## ABSTRACT

The bachelor's thesis aims to compare and evaluate the investments of two different alternatives leading to the reduction of energy intensity of the family house. The theoretical part characterizes and defines the concepts of low-energy and passive houses. Moreover, it addresses the topic of the creation of energy certificates for buildings supported by the New Green program. The theoretical part discusses comprehensive and in-depth definitions of concepts of investments along with funding in the construction industry. The practical part is devoted to the evaluation of two measurements of a family house. A family house meeting the requirements of the program New Green savings, that will be eligible for necessary funds while succeeding in meeting the low energy standards. Furthermore, the research conducted calculations of construction and material costs for specific family house measures. Finally, the last section of this research presents a return of investment for both varieties of the family house, including of the family house, including appropriate applicable measurements for the investor.

## KEYWORDS

low-energy house, home energy consumption, energy performance certificates, heating, efficiency

## PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Efektivnost opatření snižující energetickou náročnost rodinného domu* zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27. 5. 2022

---

Dominika Menšíková  
autor práce

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Dominika Menšíková *Efektivnost opatření snižující energetickou náročnost rodinného domu*.  
Brno, 2022. 63 s., 64 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební,  
Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí práce Ing. Gabriela Kocourková, Ph.D.

## PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucí bakalářské práce paní doktorce Ing. Gabriele Kocourkové za odborné vedení a poskytnutí cenných rad a informací při zpracování bakalářské práce. Dále děkuji Ing. Lucii Rybkové za trpělivost, významné praktické rady a ochotu poskytnout velké množství podkladů. A především děkuji rodičům, prarodičům a sestře za celoživotní podporu a předávání životních zkušeností a moudr.

# Obsah

ÚVOD.....	10
1 DOMY S NÍZKOU POTŘEBOU ENERGIE .....	11
1.1 Historie .....	11
1.2 Základní kritéria domů s nízkou potřebou energie .....	12
1.2.1 Kategorie budov s nižší, minimální nebo nulovou potřebou energie .....	12
1.3 Faktory ovlivňující energii na vytápění těchto domů .....	14
1.4 Program NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM .....	19
1.4.1 Oblast podpory A.....	19
1.4.2 Oblast podpory C.....	20
1.5 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁTOČNOSTI BUDOVI .....	21
1.5.1 Specifika rizik.....	24
2 INVESTICE, INVESTOR, DOBA NÁVRATNOSTI .....	25
2.1 Dělení investic podle předmětu investování.....	25
2.2 Dělení investic podle délky trvání .....	25
2.2.1 Investiční prostor .....	26
2.3 Investor .....	26
2.4 Diskontovaná doba návratnosti.....	27
3 CENY VE STAVEBNICTVÍ.....	28
3.1 Cena .....	28
3.2 Cena stavebního objektu.....	28
3.2.1 Skladebná cena stavebního objektu formou rozpočtu .....	29
3.2.2 Sestavení rozpočtu podle podkladů KROS 4.....	29
4 POSOUZENÍ OPATŘENÍ DOMU V PETROVICÍCH U KARVINÉ .....	30
4.1 Stávající stav RD .....	31
4.1.1 Průkaz energetické náročnosti budovy .....	34
4.2 Základní opatření zateplení RD .....	36
4.2.1 Průkaz energetické náročnosti budovy .....	39
4.2.2 Stavebně materiálové náklady, dotace.....	41
4.3 Rodinný dům, který lze klasifikovat jako nízkoenergetický dům .....	42
4.3.1 Průkaz energetické náročnosti budovy .....	46



4.3.2	Stavebně materiálové náklady, dotace.....	48
5	VÝSLEDNÉ POROVNÁNÍ INVESTICE.....	50
5.1	Porovnání nákladů pro vytápění rodinného domu.....	50
5.2	Výpočet diskontované doby návratnosti dle PENB.....	51
5.2.1.	Výpočet doby návratnosti pro základní opatření .....	52
5.2.2	Výpočet doby návratnosti pro optimalizované opatření.....	52
5.3	Výpočet diskontované doby návratnosti dle reálné spotřeby investora pro původní stav RD .....	53
5.3.1	Výpočet doby návratnosti pro základní opatření .....	53
5.3.2	Výpočet doby návratnosti pro optimalizované opatření.....	54
5.4	Zhodnocení varianty investorem .....	55
	ZÁVĚR .....	58
	Zdroje.....	59
	Seznam zkratk .....	61
	Seznam obrázků.....	62
	Seznam tabulek .....	62
	Seznam grafů .....	63
	Seznam příloh .....	63

## ÚVOD

Energetická náročnost domů je v dnešní době velmi diskutovaným tématem z důvodu rostoucích cen za energie na provoz domů zejména těch starších. Cena energie je v současné době značně deformována a rovněž neodráží skutečnou cenu neobnovitelných zdrojů energie a zásahy do životního prostředí, které se těžce vyčísľují. Vzhledem k tomu, že řada stávajících objektů nesplňují parametry úsporných domů, nenapomáhají tím snižování emisí skleníkových plynů a z toho důvodu nechrání tak naše životní prostředí. Problematika výroby a využívání energií je probíraným problémem na celosvětové úrovni již několik desítek let. V dnešní době při realizaci nového objektu musíme dodržovat mnoho zásad a norem k snížení energetické náročnosti budov. A však u stávajících budov, kde nebyl kladen důraz na energetickou náročnost, má velký potenciál správné a kvalitní opatření směřující ke snížení energetické náročnosti a docílení tak stavu energeticky šetrných domů. Z ekonomického hlediska, opatření, které vede ke snížení energetické náročnosti domu je velká úspora nákladů na celkový provoz domu zejména na vytápění.

Bakalářská práce se bude zabývat investicí do zateplení rodinného domu ze sedmdesátých let. Budou porovnány dvě opatření a výsledné zhodnocení investice s dobou návratnosti. Teoretická část se bude věnovat krátce historickému vývoji nízkoenergetických domů. Dále bude popisovat základní principy pro docílení nižší energetické náročnosti domu. Bude se věnovat programu Nová zelená úsporám a rozdělí do potřebných podoblastí pro rekonstrukci rodinného domu. Také bude podrobně definován současný průkaz energetické náročnosti domů a krátce se bude zabývat definicemi v investicích a cenách ve stavebnictví.

V praktické části budou posouzena dvě efektivnosti opatření rodinného domu a k nim vystavené potřebné energetické průkazy domu. Bude sestaven rozpočet pro oba stavy rodinného domu pomocí cenové soustavy ÚRS na stavebně materiálové náklady a k nim náležité dotace z programu Nová zelená úsporám. V poslední kapitole budou porovnány doby návratnosti do obou opatření a náklady potřebné pro vytápění domu v základním a optimalizovaném opatření. Na závěr bakalářské práce bude zhodnocena varianta a výběr typu opatření investorem.

# 1 DOMY S NÍZKOU POTŘEBOU ENERGIE

## 1.1 Historie

Tyto domy nejsou žádný moderním vynálezem dnešní doby. Využívají se již řadu let, ale pouze nebyly pojmenovány. Lidé se odjakživa snažili postavit domy, které by jim v budoucnu ušetřily výdaje za vytápění. Již od středověku začali vznikat na různých místech světa domy, na kterých obyvatelé zkoušeli různé principy izolací pro co nejmenší únik tepla, jako např. mech, hlína, tráva atd. Avšak v dnešní době využíváme mnoho pokročilých technologií a můžeme tyto domy tak dovést k dokonalosti. [1]

První vědecký výzkum domů s nízkou spotřebou energií se ve velkém rozběhl v sedmdesátých letech v souvislosti s globálními ropnými šoky a energetickou krizí. Pokusy probíhaly v Kodani, kde vznikl první skutečně nízkoenergetický dům.

Další řada experimentů s kvalitně zateplenými budovami probíhala v Severní Americe. Jedním z nejzajímavějších projektů se stala stavba energeticky úsporného domů ve Skalistých horách. [1]

Ani ropnou krizi zasažena Evropa nezůstala se svými výzkumy pozadu. Hlavně němečtí vědci se pustili do rozsáhlých pokusů stavět energeticky úsporné domy. Stavěli, ale na odlišných principech než například v Americe. Kladli hlavně důraz na delší životnost staveb s ohledem na kvalitu vybraných materiálů. Přesto, ale i tady docházelo k problémům především ve vzduchotěsnosti a velkým tepelným ztrátám díky nekvalitní vyplni otvorů. A v této oblasti vynikalo také Švédsko. Právě zde se snažili vyřešit tyto konstrukční problémy a stavěli domy s kvalitními výplněmi otvoru a ventilaci. I přes tyto problémy se Německo udrželo v čele konstrukce evropských a nízkoenergetických domů dodnes. Stále se snaží zdokonalit metody a možnosti energetických šetrných domů. [1]

Historie těchto domů zasahuje i na český venkov, kde „světnici“-společnou místnost obývala průměrná rodina s pěti až desíti dětmi. Vzduch spalovaný a odváděný pecí přiváděl do stavby netěsnostmi čerstvý vzduch. Takovéto udržitelné bydlení bylo srovnatelné s dnešní energetickou spotřebou nízkoenergetického domů 50 kWh/m<sup>2</sup> za rok. [2]

## 1.2 Základní kritéria domů s nízkou potřebou energie

*„Potenciál úspor v obsluze budov se pohybuje na úrovni 80 - 90 % ve srovnání s výstavbu minulého století. Vzhledem k tomu, že obsluha budov se na celkové spotřebě energie podílí 35 - 40 %, otevírá se zde značná šance pro všechny. Zájem prakticky každého z nás i pracovat a žít v komfortním prostředí.“ [2]*

### 1.2.1 Kategorie budov s nižší, minimální nebo nulovou potřebou energie

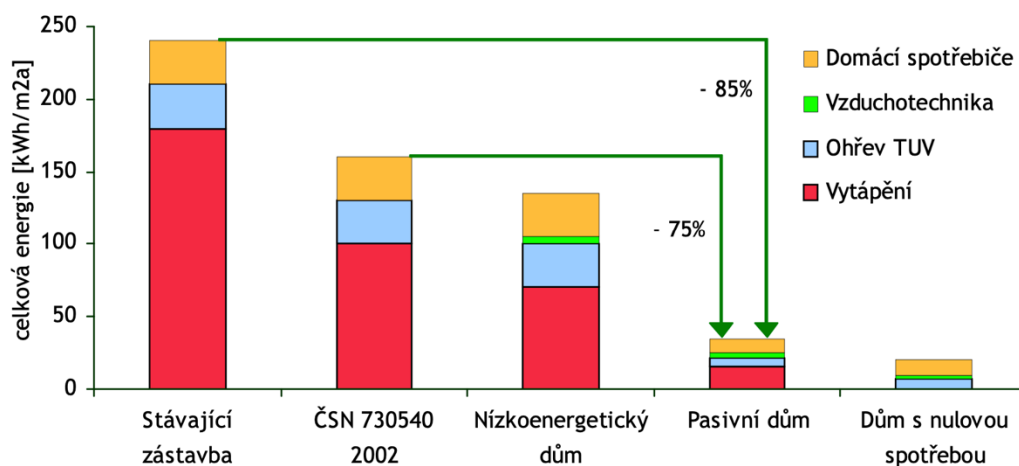
V současné době se při stavbě domů s nízkou spotřebou energie domů vychází ze základních principů zpočátku výstavby takto šetrných domů, tyto technologie se, ale zdokonalují a hledají se nové možnosti, jak snížit energetickou náročnost rodinných domů.

Další klady jsou ve snížených nákladech na měsíční a roční výdaje na provoz domu. Proto se neustále zvyšují nároky na stavební materiály a konstrukční prvky pro výstavu takových domů. Všechny tři uvedené varianty domů s nízkou nebo nulou spotřebou energie obsahují v podstatě stejné principy a stavební technologie pouze v jiných mírách. Investor musí zvážit a porovnat náklady těchto domů, jelikož u pasivních a nulových domů bude potřebovat větší investiční náklady, ale provozní zůstanou o poznání nižší než u nízkoenergetického domu.

Nízkoenergetický, pasivní a nulový dům však nejsou jedinými reprezentanty energetických úsporných domů. Na trhu existují také budovy nové generace. Tyto domy nazýváme energeticky pozitivní budovy, které udržují úroveň pasivních a nulových domů a byl zde instalován například fotovoltaický systém a vytváří si energii sám. [3]

Rozdělení do těchto kategorií není nijak složité. Hodnotíme kolik celkové energie do domu dodáme.

Česká republika se nachází v klimatickém pásmu 300 m.n.m. je zde cca. 60 prosluněných dní. Opravdu lze za optimálních podmínek a dodržení vícero faktorů, které jsou popsány v další kapitole navrhnout nebo rekonstruovat domy, které budou disponovat menší potřebou energie na komfortní život v domě a snížit vysoké náklady na život v rodinných zázemích. [2]



Obrázek 1 Potřeba tepla na vytápění

[Zdroj: 2]

### Potřeba energie na vytápění v objektech:

viz obrázek č.1

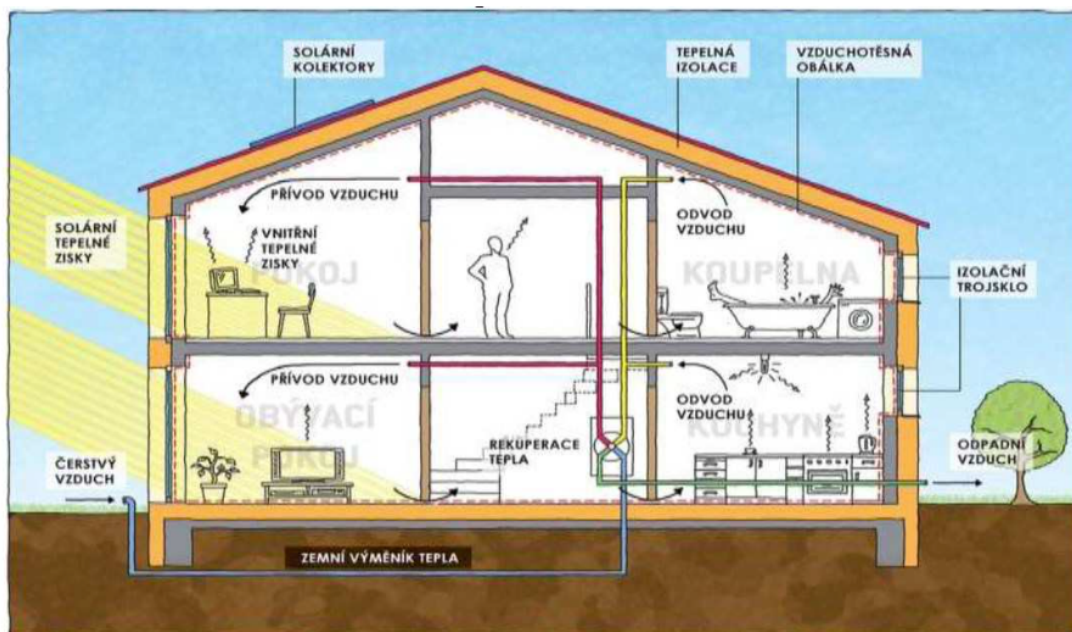
- Dosud běžné budovy *cca 180kWh/(m²a)*
- Budova dle platné normy *cca 100 kWh/(m²a)*
- **Nízkoenergetický dům** *15-50 kWh/(m²a)*
- Pasivní dům *< 15 15-50 kWh/(m²a)*
- Nulový dům *veškerou potřebu tepla na vytápění pokryje vlastní výrobou z OZE*
- Plusový dům *díky OZE více vyrobí, než spotřebuje [2]*

### NÍZKOENERGETICKÝ DŮM

Nízkoenergetické budovy jsou charakterizovány **nízkou** spotřebou tepla na vytápění dosahovaného zejména optimalizovaným stavebním řešením obálky budovy. Za nízkoenergetickou budovu se obvykle považuje budova, jejíž potřeba tepla na vytápění je výraznější než aktuální požadavek národních předpisů. [3] Potřeba energie na vytápění viz obrázek č. 1.

### PASIVNÍ DŮM

Pasivní budovy jsou charakterizovány **minimalizovanou** potřebou energie na zajištění požadovaného stavu vnitřního prostředí a **minimalizovanou** potřebou primární energie z neobnovitelných zdrojů na jejich provoz díky optimalizované mu stavebnímu řešení a dalším opatřením. [3] Potřeba energie na vytápění viz obrázek č. 1.



Obrázek 2 Schéma pasivního domu

[Zdroj: 4]

Původní koncept byl formulován takto: „Pasivní dům je stavba, jejíž potřeba tepla na vytápění je natolik nízká, že samostatný topný systém zbytečný. Teplo lze zajistit existujícím systémem větráním, který je nezbytný hygienických důvodů.“ [2]

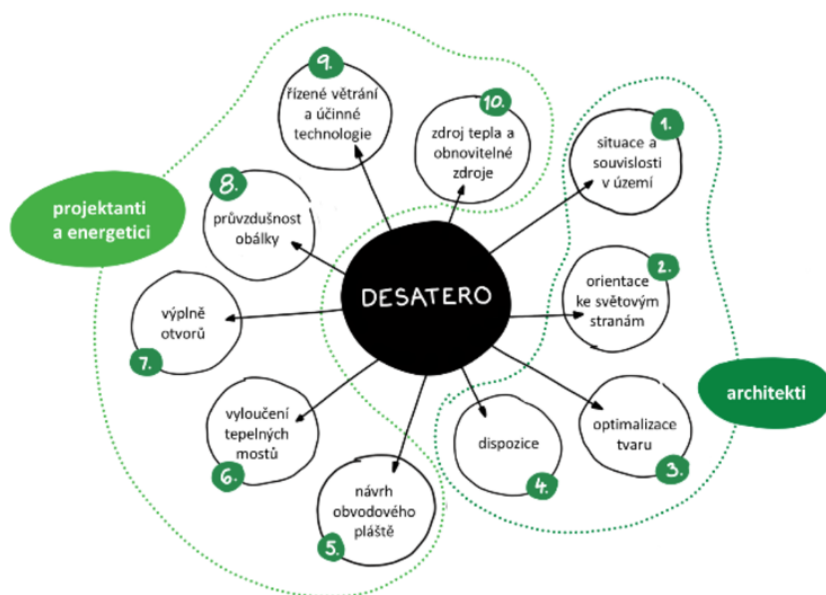
## NULOVÝ DŮM

Nové domy mají téměř nulovou spotřebou energie, jejíž potřeba energie je ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů. [5]

Od roku 2020 by se dle implementované Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU by se stavět pouze domy s téměř nulovou spotřebou energie, kde pasivní dům tvoří základ. [5] Potřeba energie na vytápění viz obrázek č. 1.

### 1.3 Faktory ovlivňující energii na vytápění těchto domů

Pokud dodržujeme základní principy a aspekty pro dům s nízkou spotřebou energie, které budou popsány v této podkapitole. Je velká pravděpodobnost, že dům nebude pouze odpovídat aktuálním předpisům a normám pro použité konstrukce a bude dosaženo co nejlepší efektivity domu.



Obrázek 3 Desatero pro snížení energie domu

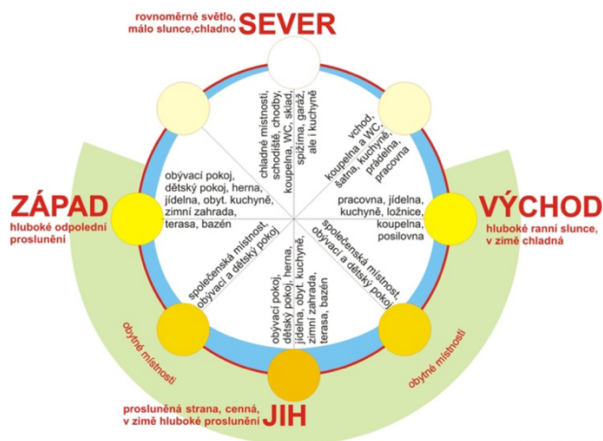
[Zdroj: 6]

- **Situace a souvislosti v území**

Ideální snahou pro umístění takového domu na pozemku, aby dům dosáhl nejlepší energetické bilance. Měl by mít obslužnou komunikaci ze severu tak, aby z jihu byl větší prostor pro zahradu a zeleň, ale také pro vnitřní obytné prostory, aby dům získával solární zisky z prosklených otvorů orientované na jih nebo západ. Dům „posunujeme“ k severní straně a východní hranici pozemku, ale je zde nutno dodržet odstupové vzdálenosti. Další pozitivní faktor bude slunce ze západu. Mnoho územních a regulačních plánů s umísťováním domů s nízkou potřebou energie nepočítá a prakticky regulační plány pouze znemožňují optimální umístění těchto staveb. [7]

- **Orientace ke světovým stranám a optimalizace tvaru, dispozice**

Dům by měl mít co nejvíce kompaktní tvar. Ideální tvarem by byla koule, ovšem z hlediska využití v praxi nejideálnější krychle nebo kvádr. Složité tvary a komplikované detaily vytvářejí tepelné mosty. Vnitřní dispozice by měla být rozmístěna s ohledem na světové strany viz obrázek č. 4. Největší zasklené otvory by měly být nejlépe umístěny na jih. Pokud si majitel přeje jiné dispoziční řešení domu je vhodné nejlépe umístit okna na jihovýchod nebo jihozápad. [4]



Obrázek 4 Orientace domu a s ním místností vůči světovým stranám

[Zdroj:8]

- **Návrh obvodového pláště**

Jedna z nejdůležitějších kritérií pro snižování energetické náročnosti domu. Jedná se o veškeré konstrukce, které jsou vystaveny venkovnímu prostředí, přilehlému nevytápěnému nebo sousední nevytápěné budově, aby izolace fungovala musí být provedena bez přerušení, spár a zbytečných prostupů, které by vytvářely tepelné mosty. Tyto konstrukce musí zabezpečit dostatečný součinitel prostupu tepla (U), který udává množství tepla, které projde konstrukcí a ploše jeden metr čtvereční při rozdílu venkovní a vnitřní teplotě. U vyjadřuje kvalitu tepelných vlastností konstrukce – **čím je hodnota U nižší, tím lepší izolační vlastnosti konstrukce má.** [4]

Tabulka 1 Požadované U podle typu konstrukce

[Zdroj:4]

Typ konstrukce	Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla U konstrukcí [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Hodnota U konstrukcí pro pasivní domy [W/(m <sup>2</sup> .K)]
Obvodová stěna	0,30	0,10–0,15
Střecha	0,24	0,08–0,12
Podlaha na terénu	0,45	0,12–0,15
Okna	1,5	0,8



- **Vyloučení tepelných mostů**

Tepelné mosty vznikají při nedodržení technických zásad a doporučení od výrobců izolací. Dochází ke zvýšení tepelného toku na rozdíl od běžného výseku konstrukce.

**Rozdělujeme tepelné mosty do čtyř typů, které se můžou vzájemně prolínat:**

- tepelné mosty způsobené nevýhodným tvarem stavebního objektu  
*„Tyto tepelné mosty vznikají u stavebního díla zvětšením jeho povrchu, který absorbuje nebo vydává teplo.“ [9]*
- tepelné mosty způsobené materiály se značně rozdílnou tepelnou vodivostí  
*„Tepelné mosty způsobené materiály se značný rozdílem tepelné vodivosti, vznikají tam, kde se jeden stavební díl skládá z různých stavebních materiálů, které mají velmi odlišnou schopnost vést teplo.“ [9]*
- tepelné mosty způsobené prouděním  
*„Tepelné mosty způsobené prouděním vznikají tam, kde dochází k prostupu látky pláštěm budovy, přičemž je současně přenášena energie. K těmto tepelným mostům patří například místa, kde se nacházejí jiné netěsnosti konstrukce a také prostupy pro vodovodní vedení.“ [9]*
- tepelné mosty způsobené místním teplotním rozdílem  
*„Tepelné mosty způsobené místním teplotním rozdílem vznikají tam, kde dochází k vyššímu prostupu tepla směrem ven v důsledku místního zvýšení povrchové teploty na rozdíl od ostatní plochy konstrukce. Čím vyšší je rozdíl teplot mezi vnitřkem a vnějškem, tím větší je teplo tepelný tok a tím větší jsou tepelné ztráty.“ [9]*

Klíčovou roli hraje dobře zpracovaná projektová dokumentace a technický dozor, ale ne všechny tepelné mosty můžou ovlivnit.

- **Výplně otvorů**

Okna u domů s nízkou potřebou energie by měla splňovat kromě funkčních a estetických požadavků také požadavky energetické. Okna jsou při nové stavbě takovýchto domů nejslabší prvek, pozitivní užitek pro dům jsou solární zisky při správném umístění

a kvalitě prosklení. Dle nejnovějších norem pro pasivní a nulové domy musí splňovat podmínku součinitele prostupu tepla menší než  $U_w = 0,8 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ). Obvykle však mají ještě menší hodnotu z důvodu rychlé inovace a používání do výplní vzácné plyny. [4]

- **Neprůvzdušnost**

Další hlavní podmínka je míra těsnosti obálky. Dům by měl být dostatečně zaizolován, aby „nedýchal“ přes konstrukce a neunikalo teplo současně s vlhkostí hrozí nebezpečí kondenzace uvnitř konstrukce. Hlavní chod větrání a zpětného zisku tepla zajišťuje rekuperační výměník nikoliv netěsnosti v domě. Je proto nutno dbát na vzduchotěsnou obálku bez přerušení. Ke kontrole, zda je stavba správně utěsněná provádíme Blower-door test. [4]

- **Řízené větrání a účinné technologie**

Nezákladnější problém pro majitelé stávajících starších budov bývá nedostatečné větrání v obytných místnostech. Uživatelům se nechce v zimním období pouštět dovnitř chladný vzduch. U nízkoenergetického domů se o tento problém stará systém řízeného větrání se zpětným ziskem tepla z odpadního vzduchu. Řízeným větráním je do domu přiváděn čistý vzduch a ohříván teplým vzduchem v rekuperačním výměníku. Tím nevytváří tak teplotní rozdíly a disponuje také filtry, které snižují prašnost. [4]

- **Zdroj tepla a obnovitelné zdroje**

Energicky nenáročné domy mají natolik nízké tepelné ztráty, že zdrojem tepla může být prakticky cokoliv. Uvádí se, že do detailů zpracovaný pasivní dům by měla vytopit i rychlovarná konvice. Avšak i tyto domy potřebu energie mají. [10]

- obnovitelné zdroje energie – biomasa (pelety), brikety u větších objektů, štěpka, sláma, bioplyn, využití solární energie, fototermicky nebo fotovoltaicky inovativní technologie
- efektivní využití neobnovitelných zdrojů – plynový kondenzační kotel, kombinace obnovitelných a neobnovitelných zdrojů jako je solární ohřev teplé vody a plynový kotel nebo elektrická akumulární nádrž [10]

Potřebu primární energie můžeme nejvýrazněji ovlivnit volbu zdroje. Jednou z variant je elektřina, která se řadí k zdrojům s nejnižšími pořizovacími náklady. U elektřiny je faktor energetické proměny nevýhodný, jelikož pro potřebu 1 kWh elektrické energie v domě se spotřebuje 3 kWh z neobnovitelných zdrojů. Další volbou primárního zdroje může být biomasa. Kladem tohoto zdroje je vysoká účinnost 84 až 90 % s nízkou spotřebou paliva.

Biomasa neuvolňuje při svém spalování žádné CO<sub>2</sub>. Spojení obnovitelný zdrojů a lokální produkce s vysoce energeticky úsporným pasivním domem je to obzvláště vhodné ekologické řešení. Další druh zdroje je solární energie. Pro tento typ energie potřebuje investor zakoupit solární konektory, které jsou za poněkud vyšší cenu, ale na druhé straně má minimální provozní náklady. Využívá se většinou jako doplňující systém pro ohřev teplé vody. [10]

Nelze usoudit, která varianta zdrojů je nejekonomičtější, protože v komplexním hodnocení vystupuje více faktorů, nejen cena paliva, ale je neznámá i změna ceny zdrojů v čase. Obecně lze, ale říct, že vytápění v pasivním domě by mělo být spojené s ohřevem teplé vody - například akumulacním zásobníkem tepla umožňující průtočný ohřev teplé vody s možností připojení více zdrojů nejlépe těch obnovitelných. [10]

## **1.4 Program NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM**

Výstavba nebo rekonstrukce rodinných domů nejsou v této době úplně jednoduché z finančního hlediska, kdy cena některých stavebních materiálů vzrostla mnohdy i více než o sto procent. Pro podporu budoucích majitelů/investorů do takových domů je velmi oblíbený dotační program, který pomáhá s řešením těchto finančních problémů.

Program spadá pod ministerstvo životního prostředí a poskytuje nevratné dotace na opatření k energetickým úsporám. [11]

Žadatel o takovéto dotace může být fyzická nebo právnická osoba, stavebník či vlastník nemovitosti. Dotační program poskytuje širší škálu dotací na zateplení, kotle, kamna a tepelná čerpadla, dešťovou a odpadní vodu, stínicí techniku, zelené střechy, řízené větrání s rekuperací a mnoho dalších programů. [11]

### **1.4.1 Oblast podpory A**

V bakalářské práci se zabýváme dotacemi na zateplení stávajícího rodinného domu. Řešíme oblast podpory A - Snižování energetické náročnosti stávajících rodinných domů. Tato oblast podpory se vztahuje na zateplení konstrukcí obálky. Tím jsou obvodové stěny, střecha, stropy, podlahy. Dále také se tato podpora vztahuje na výměnu výplní otvorů. [11]

Podle rozsahu a kvality dosažených energetických parametrech budovy skutečně realizovaného opatření se určuje dotační podoblast podpory od A.0 až A.3. Tuto dotační částku vyhodnotí program NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM nikoliv majitel/investor sám.

*Tabulka 2 Maximální výše podpory na jednotlivé typy konstrukcí*

[Zdroj: 12]

RD - Typ konstrukce	A.0 a A.1 (Kč/m <sup>2</sup> )	A.2 (Kč/m <sup>2</sup> )	A.3 (Kč/m <sup>2</sup> )
Obvodová stěna	500	600	800
Střešní konstrukce	500	600	800
Výplně otvorů	2100	2750	3800
Podlaha na terénu	700	900	1200
ostatní konstrukce, stropy	330	400	550

Další dotační podoblastí, kterou dosáhne žadatel o A.0 až A.3 je podoblast A.4 - Podpora na zpracování odborného posudku a zajištění dozoru. Maximální taková výše podpory je 25 000 Kč.

Stávající vlastníci rodinných domů musí tuto žádost podat výhradně online. Dotaci lze uplatnit u budov s datem žádosti o stavební povolení před **1.7.2013**. Musí splnit veškeré závazné podmínky pro žadatele. Dotace pro tento program je v rozmezí od 30 000 Kč – 650 000 Kč nejvýše však 50 % z celkových výdajů. Čím kvalitnější zateplení je provedeno na stávající budově, tím vyšší dosažená míra podpory je. Výsledná zhodnocení této částky závisí na ploše zateplované konstrukce a také na dosažených energetických parametrech budovy. [11]

#### **1.4.2 Oblast podpory C**

Tato oblast podpory se věnuje efektivnímu využití zdrojů tepla. Přispívá na neekologické zdroje tepla jako jsou uhlí, koks, uhelné brikety za ekologicky šetrnější zdroje (kotel na biomasu, tepelné čerpadlo) a na napojení na soustavu zásobování teplem. Dále také na výměnu solárních termických a fotovoltaických systémů a na instalaci systémů nuceného větrání se zpětným získáváním tepla z odpadního vzduchu.

V praktické části této bakalářské práce bude řešena podoblast C.4 - Instalace systémů nuceného větrání se zpětným získáváním tepla do dokončených rodinných domů

Minimální požadována účinnost zpětného zisku tepla je 75 %. Dotační podoblast je rozvětvena na typ C.4.1 - Centrální systém nuceného větrání se zpětným získáváním tepla (větrání je zřízeno jednou centrální rekuperační jednotkou) a C.4.2. - Decentrální systém nuceného větrání se zpětným získáváním tepla (jedná se o lokální rekuperační jednotky v místnostech). [11]

Tabulka 3 Výše podpory (Kč/dům)

[Zdroj: 12]

C.4.1	Centrální systém nuceného větrání se zpětným získáváním tepla	100 000
C.4.2	Decentrální systém nuceného větrání se zpětným získáváním tepla	75 000

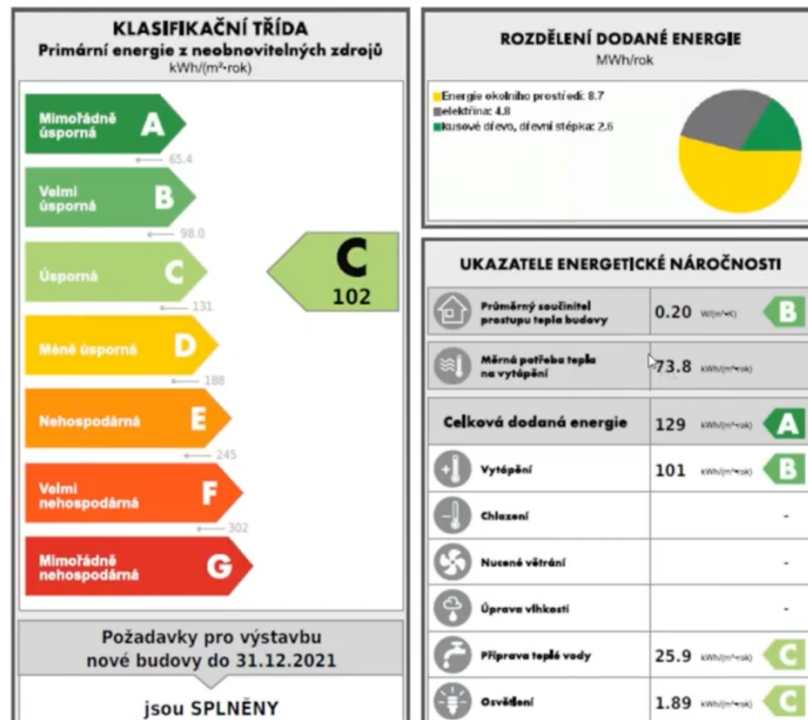
Podpora je dána fixní částkou. Tato žádost je omezena na maximálních 50 % řádně doložených dokladů. Při realizaci v *Moravskoslezském* a Ústeckém kraji je podpora zvýšena o **10 %**.

## 1.5 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁTOČNOSTI BUDOVY

Průkaz energetické náročnosti neboli PENB ukazuje, jak moc je stavba hospodárná a kolik energie bude potřebovat na svůj provoz. Tento průkaz potřebujeme u novostavby, rekonstrukce, prodeje bytu nebo nájmu bytu a budovy ve vlastnictví orgánů veřejné moci. Skládá se z grafické části a textové části (protokolu). PENB je komplexní dokument, který zahrnuje veškeré energie, které lze ovlivnit architektonickým a stavebním návrhem domu. [13]

Tento dokument je často zaměňován s energetickým štítkem obálky budovy EŠOB, který není tak komplexní a zahrnuje pouze ztrátu objektu na základě tepelně technických vlastností. Pro nízkoenergetické nebo nulové domy není tento štítek klíčový.

Průkaz energetické náročnosti budovy hodnotí standartní provoz domu při „průměrné“ zimě, teplotě v interiéru, teplotě svícení či koupání. PENB obsahuje cca 15 stran vypočítaných hodnot, které jsou uvedeny v první nejdůležitější grafické straně. Dále je hodnocený, porovnáním s referenční budovou, která je na pohled úplně stejná jako hodnocený dům. Má předem určený typ zateplení, způsob vytápění, srovnatelnou účinnost systémů atd. První grafická strana PENB protokolu viz obrázek č.5.



Obrázek 5 Průkaz energetické náročnosti budovy

[Zdroj: 16]

Doba platnosti je standardně 10 let od data vystavení nebo do doby nejbližší provedené větší změny dokončené budovy. [13]

### Charakteristika ukazatelů na grafické části PENB:

- **Energeticky vztažná plocha**

Plocha měřena po jednotlivých podlažích, vždy k vnějším okrajům obvodových stěn. Vztažná plocha je větší než užitná plocha. Na tuto plochu se vážou veškeré výpočty v průkazu PENB. [13]

- **Klasifikační třída primární energie z neobnovitelných zdrojů**

Hlavní a nejvýraznější klasifikační třída na průkazu PENB udává hodnotu, která se vypočítá z druhu energie a k němu stanovený koeficientem. Rozdělení do klasifikačních tříd A (varianta nejlepší) – G (varianta nejhorší). Nejhorší klasifikační třídu MIMOŘÁDNĚ NEHOSPODÁRNÁ bude mít například elektrina. Plyn na tom bude o poznání lépe. [13]

- **Splnění požadavků**

Splnění požadavků najdeme vlevo. Pokud je požadavek na výstavbu či rekonstrukci vyhovuje je napsáno „**jsou SPLNĚNY**“ a není potřeba dělat jiné projektové úpravy domu. [13]

Tento průkaz je zpracován podle vyhlášky č. 264/2020 a požadavky pro výstavbu do 31.12.2021 však od 1.1.2022 vstoupili v platnost přísnější požadavky na výstavbu nových budov s téměř nulovou potřebou energie. [14]

- **Rozdělení dodané energie**

Graf vpravo nahoře udává představu o poměru primární energie domu při jejím typizovaném užívání.

- **Průměrný součinitel prostupu tepla**

Hodnota, kde se projevív kvalita obálky budovy. U-průměrný součinitel prostupu tepla vyjadřuje prostup tepla rozdíl mezi dvěma prostředími vzájemně oddělenými stavební konstrukcí o daném tepelném odporu R. Do průměrného součinitele tepla vstupují také tepelné mosty, které můžeme zanedbat případně pokud působení je menší než 5%. U-součinitel prostupu tepla pro veškeré objekty dle norem a pasivní domy viz. tabulka č. 1.

$$U_T(U) = \frac{1}{R_T} \tag{1}$$

Kde:

$R_T$  odpor konstrukce při prostupu tepla

Pro výpočet potřebujeme znát měrnou ztrátu prostupu tepla, která se stanovuje dle předpisů. Poté jednotlivé vypočítané hodnoty, které se vypočítají pro každou konstrukci zvlášť přiřadíme odpovídající kategorii a musí splňovat požadované normy. [15]

- **Měrná potřeba tepla na vytápění**

Hodnota, která představuje tepelně izolační vlastnosti budovy. Nepřihlíží k topnému systému nebo zdroji tepla. Vyjadřuje množství tepla vztaženou na jednotku plochy kWh/ (m<sup>2</sup>.rok). Jedná se o energetický výstup, který zařadí dům právě do kategorie nízkoenergetický, pasivní, nulový atd.

- **Celková dodaná energie**

Veličina uvádí energii, která vstupuje do budovy. Například množství elektřiny, plynu nebo množství obsažené v palivu (uhlí, peletky, biomasa). Do celkové dodané energie vstupují také sluneční kolektory nebo fotovoltaické panely. [13]

Tato hodnota byla dříve hlavním ukazatelem energetické náročnosti budovy, ale dnes už tomu tak není. **Na prvním místě jsou primární energie z neobnovitelných zdrojů.**

- **Dílčí ukazatelé energetické náročnosti**

Tato část ukazuje energetickou náročnost systémů budovy (vytápění, chlazení, příprava teplé vody, osvětlení atd. Majitel může zhodnotit v jakém systému spotřebuje nejvíc energie a kde má dům rezervy. Veškeré hodnoty jsou vztaženy na jeden metr čtvereční energeticky vztažené plochy. [13]

### 1.5.1 Specifika rizik

Tuto problematiku v dnešní době řeší celý svět nebo minimálně ty nejvyspělejší státy. Celkové obavy lze rozdělit na tři hlavní body proč se snažíme snižovat energetickou náročnost.

- Neobnovitelné zdroje, které vytěžíme mohou dojít a musíme se naučit s nimi hospodařit. [16]
- Energetická soběstačnost nezávislost na nestabilních dodávkách. Dodávka plynu v ČR je z velké části dodávaná z Ruska a ze Severních zemích. Mohla by se tato geopolitika jakkoliv změnit a přestat dodávat například plyn. Evropská Unie by se měla naučit fungovat bez závislosti na ostatních zemích. [16]
- Ekologické hledisko. Značné změny klimatu, které jsou silně ovlivněno aktivitami člověka. Hlavní příčinou oteplování jsou emise CO<sub>2</sub> a dalších plynů. Emise CO<sub>2</sub> je zejména vlivem spalování fosilních paliv pro **energetické účely budovy**, doprava. [16]



## 2 INVESTICE, INVESTOR, DOBA NÁVRATNOSTI

Investice jsou definovány jako obětování jisté současné hodnoty ve prospěch budoucí nejisté hodnoty. [17]

Investice lze dělit podle *předmětu investování a podle délky trvání*. [17]

### 2.1 Dělení investic podle předmětu investování

Podle předmětu investování základního kapitálu můžeme investice rozdělit na investice reálné, nehmotné a finanční.

- **Investice reálné:** tyto investice jsou vždy vázány na konkrétní objekt či podnikatelskou činnost. Zahrnují nákup strojů, pozemků, uměleckých děl, drahých kovů
- **Investice nehmotné:** investice, kterým nelze přiřadit přesný peněžitý zisk, protože k výdajům potřebným pro tyto investice jej nemůžeme vyčíslit. Jsou to především do vzdělání, do vědy a výzkumu, marketingové investice atd.
- **Investice finanční:** investice, které chápeme majetkové transakce mezi lidmi. Finanční investicí vznikne fyzický papírový kontrakt, který investorovi uděluje určitá majetková práva. Ve většině případů se jedná o investice do cenných papírů, mezi které řadíme např. akcie, dluhopisy, majetkové a podílové listy, renty atd. [17]

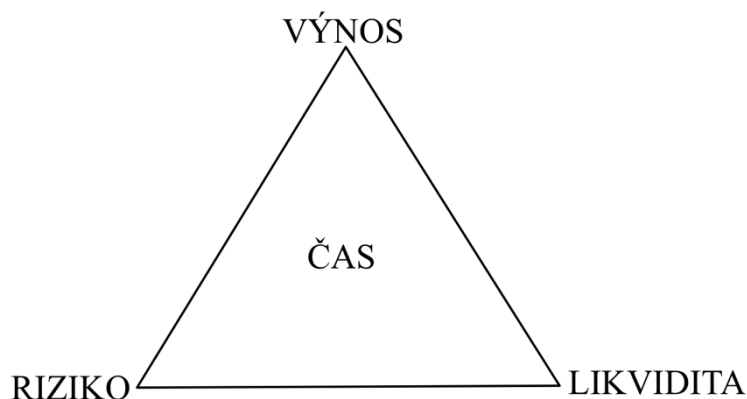
V této bakalářské práci se podle tohoto dělení budu věnovat investicím reálným.

### 2.2 Dělení investic podle délky trvání

- **Investice krátkodobé:** Jsou to takové investice, které mají délku trvání kratší než jeden rok. [17]
- **Investice dlouhodobé:** Investice s délkou trvání delší než jeden rok. [17]

### 2.2.1 Investiční prostor

Do investičního prostoru vstupují tři základní prvky viz. obrázek č. 6. Jedná se o riziko, likvidita a výnos. Tyto atributy jsou závislé na čase, který nalezneme v trojúhelníku uprostřed. V základním investičním prostoru nikdy nenalezneme, že budou všechny tři složky dosahovat svého maxima. Můžeme pouze zvolit kombinaci, která pro investora bude mít nejvýhodnější poměr třech základních atributů. [17]



Obrázek 6 Investiční trojúhelník

[Zdroj:17]

- **Výnos:** Jedná se o veškeré příjmy neboli hmotné toky investice od prvního vložení finančních prostředků až po její likvidaci či prodej. [17]
- **Riziko:** Složka, která znázorňuje možné odchýlení skutečných výnosů od výnosů očekávaných. Většinou platí, že nejrizikovější investice jsou zároveň i těmi nejziskovějšími. [17]
- **Likvidita:** stupeň likvidity znázorňuje za jaký časový úsek/rychlost jsme schopni naši investici zhodnotit opět na finanční prostředky. Za nejlikvidnější investice zpravidla považujeme peníze a za nejméně likvidní např. nepřenositelné cenné papíry a nemovitosti. [17]

### 2.3 Investor

Za investora můžeme považovat kohokoli, jak fyzickou, tak právnickou osobu, bankovní instituce, investiční fondy apod., kdo chce investováním zhodnotit své prostředky. Každý investor je zodpovědný za své investice a musí zvážit veškerá rizika, která může investice přinést.[18]

## 2.4 Diskontovaná doba návratnosti

Doba návratnosti investice je velmi důležitým kritériem pro investora. Dává představu o časovém rozpětí po kterou bude ohrožený jeho investiční kapitál.

Využíváme vzorec prosté doby návratnosti, kde roční CF je diskontované pomocí sazby určené pro daný rok a vytváří nám tak reálnější peněžní tok. [19]

$$TN_p = \frac{IN}{CF} \quad (2)$$

Kde:

$TN_p$  Prostá doba návratnosti (Payback Period)  
 $IV$  investiční výdaj  
 $CF$  roční Cash Flow (roční příjem – úspora v důsledku investice)

$$DCF = \frac{CF}{(1+i)^n}$$

Kde: (3)

$CF$  roční peněžní tok (roční příjem – úspora v důsledku investice)  
 $i$  diskontovaná sazba  
 $n$  rok, který se počítá

Na základě vypočítaných diskontovaných ročních peněžních toků se podle prvního vzorce vypočítá diskontovaná doba návratnosti.

Kde:

$IN$  náklady na investici (investiční výdaj)  
 $DCF$  diskontovaný roční peněžní (roční příjem – úspora v důsledku investice)

## 3 CENY VE STAVEBNICTVÍ

### 3.1 Cena

Cenou rozumíme peněžně vyjádřenou hodnotu. Je základní kategorií tržní ekonomiky. „Cena vyjadřuje všechny základní ekonomické vztahy, je syntetickým vyjádřením řady ekonomických skutečností, odráží poměry v ekonomice na jednotlivých jejích trzích i mezi jednotlivými jejich subjekty.“ [20]

#### **Ceny zahrnují:**

- Ceny v investiční výstavbě (novostavby, rekonstrukce, modernizace)
- Ceny nemovitostí (stávající objekty)

Ve smyslu právních norem jsou ceny ve stavebnictví:

#### **Smluvní, které se dále dělí:**

- Volné (sjednané ve smlouvě)
- Regulované (podle zákona je možná regulace cen)

#### **Zjištěné (podle zákona o oceňování majetku), dále se dělí na ceny majetku:**

- movitého
- nemovitého
- finančního

#### **Obvyklá cena**

Je stanovena z ceny srovnatelného zboží, která je nejlépe schopna zastoupit zboží v základních užitných vlastnostech z pohledu kupujícího. Pokud této ceně nenajdeme srovnatelné zboží, vycházíme z vývoje cen a potřebných nákladů určitého zboží v čase.

Cenu ovlivňuje:

- kvalita zboží, technická úroveň, sériovost, užitné vlastnosti riziko výroby
- nezávislost vývoje poptávky
- nezávislost vývoje obvyklých nákladů (růst cen vstupních surovin, materiálů, mezd) [20]

### 3.2 Cena stavebního objektu

Žádný předpis nemůže rozhodnout jakým způsobem budeme postupovat při tvorbě ceny. Výjimkou jsou stavby financované z veřejných prostředků. [20]

### 3.2.1 Skladebná cena stavebního objektu formou rozpočtu

Sestavení této nabídkové ceny jednotlivých konstrukčních prvků nazýváme rozpočet. Rozpočet je jeden z nejoblíbenějších a nejrozšířenějších typem ceny.

**Struktura rozpočtu závisí na:**

- účelu, pro který je rozpočet zpracován

Cena pro dodavatele za stavební dílo formou nabídkové ceny. Cena objektu je včetně vedlejších nákladů. Však cena pro investora je pouze orientační neboli poptávková, která je včetně vedlejších nákladů a vstupuje do souhrnného rozpočtu.

- míře podrobnosti dokumentace stavby

Z hlediska podrobnosti dokumentace stavby je vytvořen rozpočet podle prvku (konstrukční nebo technologický) stanovenou jako kalkulační jednice (stavební objekt, technologická etapa, skupinový prvek, konstrukční prvek jednotkový)

- použitých oceňovaných podkladech

Využití vlastních cenových podkladů nebo převzatých podkladů a pomůcek. [20]

### 3.2.2 Sestavení rozpočtu podle podkladů KROS 4

Stavební software je určen pro tvorbu rozpočtů, kalkulací staveních prací a sledování stavební zakázky. Využívá cenovou soustavu ÚRS, která je ucelený systém informací, metodických návodů a postupů pro stanovení ceny stavebního díla.

**ÚRS Praha, a.s. cenové podklady:**

- rozpočtové ukazatele
- katalogy popisů a směrných cen stavebních prací
- sazebník orientačních sazeb přímých nákladů nebo orientační sazby přímých nákladů zakalkulovaných do směrných cen stavebních prací
- sborník plánovaných cen materiálů [20]

## 4 POSOUZENÍ OPATŘENÍ DOMU V PETROVICÍCH U KARVINÉ

V rámci praktické části budou řešeny a následně vyhodnoceny dva možné způsoby rekonstrukce a modernizace rodinného domu. Budou navrženy různé energetické stavy domu. V prvním opatření bude dům základně izolován tak, aby splňoval alespoň minimální požadavkům dotačního programu Nová zelená úsporám. V druhém energetickém stavu budeme dbát na kvalitnější izolování, aby dosáhl větší podpory z téhož programu a mimo jiné splňoval požadavky nízkoenergetického standardu.

*V podkapitolách praktické části práce jsou vypočteny potřebné hodnoty u veškerých konstrukcí pomocí programu DEKSOFT. Dále program vyhodnocuje průkaz energetické náročnosti domu. Vyhotovené průkazy a vztahená dotační podpora z NZÚ ke konkrétním opatřením odpovídají potřebným normám a vyhláškám k platnému datu 4.8.2021.*

Deksoft pro vyhodnocení PENB využíval tyto platné zákony, normy a vyhlášky:

- Zákon č. 406/2000 Sb., zákon o hospodaření energií
- Vyhláška MPO č. 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov
- ČSN 73 0540-1 (73 0540) Tepelná ochrana budov
- ČSN 73 0540-2 (73 0540) Tepelná ochrana budov
- ČSN 73 0540-3 (73 0540) Tepelná ochrana budov
- ČSN 73 0540-4 (73 0540) Tepelná ochrana budov
- ČSN EN ISO 13789 (73 0565) Tepelné chování budov tepla
- ČSN EN ISO 6946 (73 0558) Stavební prvky a stavební konstrukce
- ČSN EN ISO 13370 (73 0559) Tepelné chování budov
- ČSN EN ISO 52016-1 Energetická náročnost budov
- ČSN 73 0331-1 Energetická náročnost budov

[21]

## 4.1 Stávající stav RD

Rodinný dům investorů byl postaven v 70 letech, disponuje dvěma bytovými jednotkami. Objekt je podsklepený a má dvě nadzemní podlaží. Obě nadzemní podlaží jsou vytápěné. Suterén v domě není vytápěn. Zastřešení rodinného domu je řešeno pultovou dvoupříčnou střechou. Stávající okna jsou plastová s dvojsklem, realizace byla provedena v roce 2009. Objekt je situován v zástavbě rodinných domů v obci Petrovice u Karviné (okres Karviná, kraj Moravskoslezský). Řešený objekt se nachází na parcele číslo 1199/1200 v katastrálním území Petrovice u Karviné.



Obrázek 7 Původní stav RD

[Zdroj: Vlastní]

### Identifikační údaje

- Obec: Petrovice u Karviné
- Parcelní číslo pozemku: 1199/1200
- Orientační období výstavby: 1973
- Památková ochrana budovy: bez památkové ochrany

### Geometrické charakteristiky

- Objem budovy s upravovaným vnitřním prostředím: 694,3 m<sup>3</sup>
- Celková plocha hodnocené obálky budovy: 511,9 m<sup>2</sup>
- Objemový faktor tvaru budovy: 0,74 m<sup>2</sup>/ m<sup>3</sup>
- Celková energeticky vztažná plocha budovy: 234,2 m<sup>2</sup>
- Podíl průsvitných konstrukcí v ploše svislých konstrukcích: 13,8 %

## Popis stavu konstrukcí s jejich součiniteli prostupu tepla

Obvodové stěny v současném stavu nejsou opatřeny žádnou tepelnou izolací jsou vyzděny z cihel plných pálených tl. 450 mm ( $U_j = 1,449 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$ ) dále škvárobetonových tvárníc ve dvou tloušťkách tl.450 mm ( $U_j = 1,091 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$ ) a tl. 300 mm ( $U_j = 1,449 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$ ). Vnitřní nosné zdivo je vyzděno z cihel plných pálených tl. 75 mm ( $U_j = 2,734 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$ ). Dvouplášťová střecha s tepelnou izolací EPS 150S 80 mm ( $U_j = 0,497 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$ ). Podlaha na terénu s tepelnou izolací 150S 40 mm ( $U_j = 0,989 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$ ).

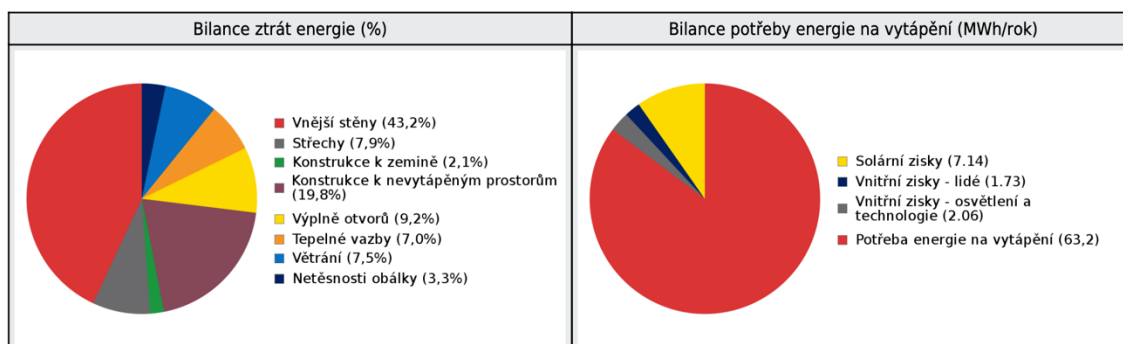
### Další konstrukce:

- strop nad suterénem ( $U_j = 1,343 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$ )
- schodišťové rameno a podesty ( $U_j = 2,352 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$ )

### Výplně otvorů:

- okna plastová s izolačním dvojsklem ( $U_{j,w} = 1,7 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$ )
- luxfery na schodišti ( $U_{j,w} = 4,0 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$ )
- vstupní dveře ( $U_{j,D} = 1,7 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$ )
- vnitřní dveře k nevytápěnému prostoru ( $U_{j,D} = 2,0 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$ )
- sklepní okna v nevytápěném prostoru ( $U_{j,D} = 4,5 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$ )

**Pozn. Tučně jsou vyznačeny hodnoty součinitele prostupu tepla, které odpovídají požadavkům  $U_N$  dle normy ČSN 73 0540-2: 2011.** *Vnější stěny ( $U_{N,j} = 0,3 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$ ), střecha ( $U_{N,j} = 0,24 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$ ), konstrukce na zemině ( $U_{N,j} = 0,45 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$ ), konstrukce k nevytápěným prostorům ( $U_{N,j} = 0,6 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$ ), dveře ( $U_{N,j} = 1,7 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$ ), okna ( $U_{N,j} = 1,7 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$ ).*



Graf 1 Bilance tepelných toků stávajícího stavu

[Zdroj: Vlastní]



Celkové tepelné ztráty RD pro tento stav jsou tvořeny prostupem tepla přes konstrukce obálky budovy. Největší tepelné ztráty vznikají ve vnějších stěnách a konstrukcemi k nevytápěným prostorům viz graf č.1. Na tyto ztráty bude kladen největší důraz při obou opatřeních rodinného domu. Další ztráty jsou cíleným větráním, netěsností obálky a dalších faktorů obsaženy v koláčovém grafu. Pomocí softwaru DEKSOFT byla vypočítána výsledná bilance potřeb energie na vytápění budovy, kterou bude nutné doplnit soustavou vytápění. **Měrná potřeba tepla na vytápění činí 270 kWh/ (m<sup>2</sup>.rok)).** Tato hodnota se uvádí v PRŮKAZU ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY a klasifikuje dům jako velmi nevhodný.

### Popis technických systémů

#### Vytápění:

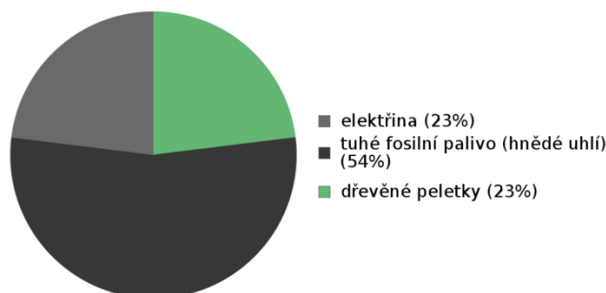
- kotel na pevná paliva 4. třídy: Benekov B20 (hnědé uhlí / dřevěné pelety)
- elektrické vytápění (doplňkové)

#### Ohřev TUV:

- elektrický ohřívaný zásobník o objemu 180 l

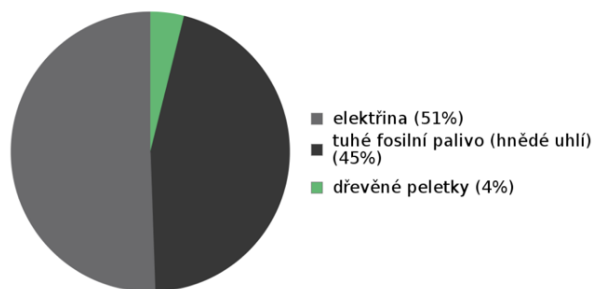
#### Větrání:

- přirozené



Graf 2 Dodaná energie dle energonositele původní stav

[Zdroj: Vlastní]



Graf 3 Dodaná energie neobnovitelných zdrojů dle energonositele původní stav

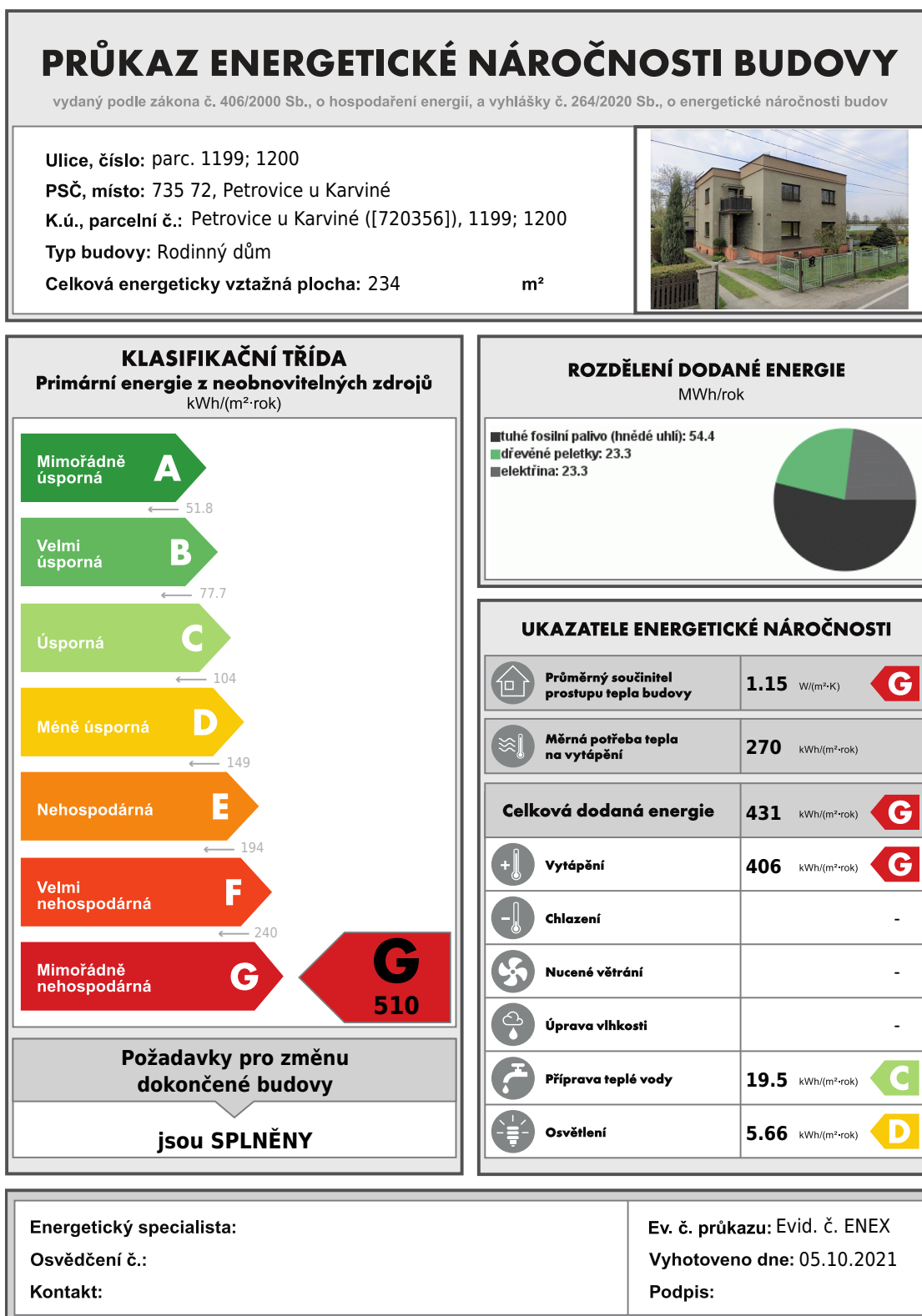
[Zdroj: Vlastní]

Tento stav budovy dle vyhlášky o energetické náročnosti budov č. 264/2020 Sb., Podle § 6 „Požadavky a energetickou náročnost budovy stanovené na nákladově optimální úrovni“, kterou byla vypočítaná pomocí softwaru DEKSOFKT nesplňuje průměrný součinitel prostupu tepla budovy, který je  $U_j = 1,15 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)} > U_{N,j} = 0,42 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ ) dále nesplňuje hodnocení pro celkovou dodanou energii  $430,92 \text{ kWh/ (m}^2\cdot\text{rok)} > 179,41 \text{ kWh/ (m}^2\cdot\text{rok)}$ ) také neodpovídá požadavkům pro hodnocení neobnovitelné primární energie  $510,28 \text{ kWh/ (m}^2\cdot\text{rok)} > 181,76 \text{ kWh/ (m}^2\cdot\text{rok)}$ ).

***Celková výkresová dokumentace stávajícího stavu domu viz příloha č. 7.***

#### 4.1.1 Průkaz energetické náročnosti budovy

Dle vypočítaných hodnot v předchozí podkapitole pomocí softwaru DEKSOFKT byl vyhotoven energetický štítek budovy viz obrázek č. 8. Každé vypočítané hodnotě bylo přiřazené klasifikační písmeno. Písmeno **G** (MIMOŘÁDNĚ NEHOSPODÁRNÁ) bylo přiřazeno pro primární zdroje z neobnovitelných zdrojů na které se v této době velmi poukazuje a také proto je na štítku nejvýraznějším dále také pro celkovou dodanou energii a také pro průměrný součinitel prostupu tepla budovy. **Měrná potřeba tepla na vytápění činí  $270 \text{ kWh/ (m}^2\cdot\text{rok)}$  = MIMOŘÁDNĚ NEHOSPODÁRNÁ.**



Energetický specialista:  
 Osvědčení č.:  
 Kontakt:

Ev. č. průkazu: Evid. č. ENEX  
 Vyhotoveno dne: 05.10.2021  
 Podpis:

Obrázek 8 PENB původní stav

[Zdroj: Vlastní]

## 4.2 Základní opatření zateplení RD

*Toto opatření bude spočívat v zateplení obvodových stěn, strop nad druhým nadzemním podlažím, stropu nad suterénem a střechy, které budou vyhovovat doporučeným hodnotám dle normy ČSN 73 0540-2: 2011.*

*Stávající otvorové výplně budou zachovány ze stávajícího stavu odpovídají požadovaným normovým hodnotám platné v době osazení oken (rok 2009, tedy dle ČSN 73 0540-2:2007). Schodišťové okno z luxfer na jihozápadní straně objektu bude odstraněno a zazděno.*

Stávající zdroje tepla pro vytápění a ohřev vody budou zachovány. Dispoziční řešení domu nebude nijak měněno.

### Geometrické charakteristiky

- Objem budovy s upravovaným vnitřní m prostředím: 775,1 m<sup>3</sup>
- Celková plocha hodnocené obálky budovy: 547,3 m<sup>2</sup>
- Objemový faktor tvaru budovy: 0,71 m<sup>2</sup> / m<sup>3</sup>
- Celková energeticky vztažná plocha budovy: 247,5 m<sup>2</sup>
- Podíl průsvitných konstrukcí v ploše svislých konstrukcích: 11,8 %

### Popis základního opatření konstrukcí s jejich součiniteli prostupu tepla

Obvodové stěny budou opatřeny tepelnou izolací z polystyrenu EPS-GREY tl. 150 mm ( $\lambda_{D,MAX} = 0,332 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ ) s výjimkou stěny u vstupu pro kterou bude využita TI tl. 100 mm ( $\lambda_{D,MAX} = 0,032 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ ). Zateplení stropu nad suterénem ze strany suterénu bude opatřena tepelnou izolací z polystyrenu EPS-GREY tl. 60 mm ( $\lambda_{D,MAX} = 0,332 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ ). Na zateplení stropu nad 2.NP (střechy) bude použita foukaná izolace tl. 300 mm ( $\lambda_{D,MAX} = 0,338 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ ).

### Nové konstrukce:

- Stěna CPP tl. 450 mm + 150 EPS-G ( $U_j = 1,888 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ )
- Stěna CPP tl. 450 mm + 100 EPS-G ( $U_j = 0,262 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ )
- Stěna škarobeton tl. 300 mm + 150 EPS-G ( $U_j = 1,888 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ )
- Stěna škarobeton tl. 300 mm + 100 EPS-G ( $U_j = 0,262 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ )
- Stěna škarobeton tl. 450 mm + 150 EPS-G ( $U_j = 0,179 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ )

- Střecha s foukanou izolací CLIMATIZER tl. 300 mm ( $U_j = 0,125 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ )
- Strop nad suterénem + 60 EPS-G ( $U_j = 0,339 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ )
- Schodišťové rameno a podesta 60 EPS-G ( $U_j = 0,459 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ )

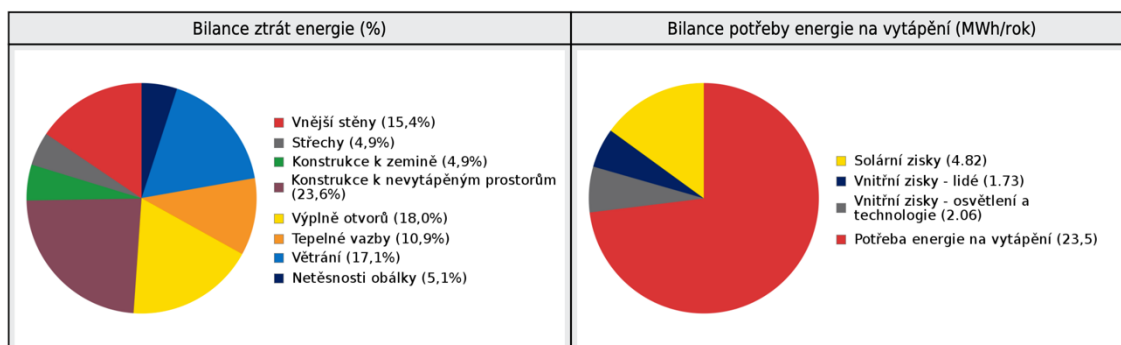
#### Další nijak opatřené konstrukce:

- Stěna vnitřní CPP tl. 75 mm ( $U_j = 2,734 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ )
- Stěna vnitřní škarobeton tl. 300 mm ( $U_j = 1,311 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ )
- Podlaha na terénu ( $U_j = 0,989 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ )

#### Původní výplně otvorů:

- okna plastová s izolačním dvojsklem ( $U_j = 1,7 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ )
- vstupní dveře ( $U_j = 1,7 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ )
- vnitřní dveře k nevytápěnému prostoru ( $U_j = 2,0 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ )
- sklepní okna v nevytápěném prostoru ( $U_j = 4,5 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ )

**Pozn. Tučně jsou vyznačeny hodnoty součinitele prostupu tepla, které neodpovídají požadavkům  $U_N$  dle normy ČSN 73 0540-2: 2011. Vnější stěny ( $U_{N,j} = 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ ), střecha ( $U_{N,j} = 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ ), konstrukce na zemině ( $U_{N,j} = 0,45 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ ), konstrukce k nevytápěným prostorům ( $U_{N,j} = 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ ), dveře ( $U_{N,j} = 1,7 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ ), okna ( $U_{N,j} = 1,7 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ ).**



Graf 4 Bilance tepelných toků základního opatření

[Zdroj: Vlastní]

Díky zateplení vnějších stěn se podíl ztrát energie rozdělil na podobné výseky v koláčovém grafu viz graf č. 4. Největší ztráta energie v tomto opatření vznikla ve výplních otvorů, konstrukcemi k nevytápěným prostorům a větráním. To ukazuje, jaké

další opatření bude efektivní pro druhý optimalizovaný stav RD, aby byl méně náročný na vytápění oproti tomuto stavu zateplení. Pomocí software DEKSOFT byla vypočítána výsledná bilance potřeb energie na vytápění budovy, kterou bude nutné dodat soustavou vytápění. **Měrná potřeba tepla na vytápění činí 44,3 kWh/ (m<sup>2</sup>.rok)).** Tato hodnota se uvádí v PRŮKAZU ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY a odpovídá normám dle ČSN 73 0540-2: 2011.

### Popis technických systémů

#### Vytápění:

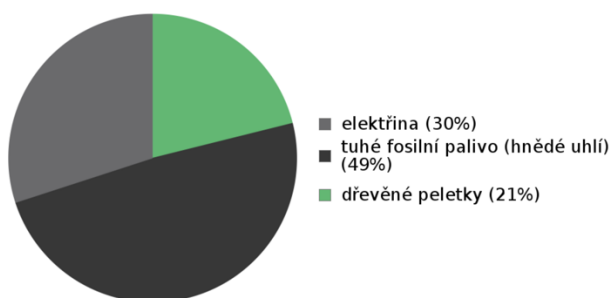
- kotel na pevná paliva 4. třídy: Benekov B20 (hnědé uhlí / dřevěné pelety)
- elektrické vytápění (doplňkové)

#### Ohřev TUV:

- elektrický ohřívaný zásobník o objemu 180 l

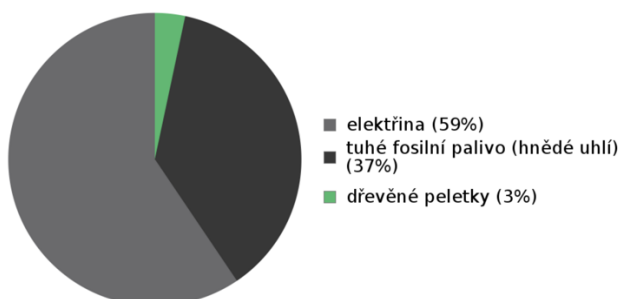
#### Větrání:

- přirozené



Graf 5 Dodaná energie dle energonositele základního opatření

[Zdroj: Vlastní]



Graf 6 Dodaná energie neobnovitelných zdrojů dle energonositele základního opatření

[Zdroj: Vlastní]

Tento stav budovy dle vyhlášky o energetické náročnosti budov č.264/2020 Sb., Podle § 6 „Požadavky a energetickou náročnost budovy stanovené na nákladově optimální úrovni“, kterou byla vypočítaná pomocí softwaru DEKSOFT splňuje průměrný součinitel prostupu tepla budovy, který je  $U_j = 0,38 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)} < U_{N,j} = 0,41 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ ) dále splňuje hodnocení pro celkovou dodanou energii  $166,52 \text{ kWh/ (m}^2\cdot\text{rok)} < 174,00 \text{ kWh/ (m}^2\cdot\text{rok)}$ ) pouze neodpovídá požadavkům pro hodnocení neobnovitelné primární energie  $218,38,28 \text{ kWh/ (m}^2\cdot\text{rok)} > 176,10 \text{ kWh/ (m}^2\cdot\text{rok)}$ ).

#### 4.2.1 Průkaz energetické náročnosti budovy

Dle vypočítaných hodnot v předchozí podkapitole pomocí softwaru DEKSOFT byl vygenerován energetický štítek budovy pro základní opatření rodinného domu. Opět ke každé vypočítané hodnotě bylo přiřazené klasifikační písmeno. **F (VELMI NEHOSPODÁRNÁ)** bylo přiřazeno pro primární zdroje z neobnovitelných zdrojů. Znovu nedostačující klasifikační hodnocení, jelikož v tomto opatření nebude nijak zasahováno do zdrojů pro vytápění a ohřevu vody a větrání budovy zůstalo přirozeně. Pro celkovou dodanou energii a průměrný součinitel prostupu tepla budovy se posunula klasifikační třída na lepší **D (MÉNĚ ÚSPORNÁ)** viz obrázek č. 9. **Měrná potřeba tepla na vytápění činí  $94,9 \text{ kWh/ (m}^2\cdot\text{rok)}$  = LZE KLASIFIKOVAT JAKO VARIANTU ÚSPORNĚJŠÍ.**

*Toto opatření Vyhovělo podmínkám pro získání dotace z programu Nová Zelená úsporám z oblasti podpory (A-Snižování energetické náročnosti stávajících rodinných domů).*



Obrázek 9 PENB základního opatření

[Zdroj: Vlastní]



## 4.2.2 Stavebně materiálové náklady, dotace

Pomocí programu Kros, který pracuje s cenovou soustavou ÚRS, byl sestaven rozpočet. Náklady zahrnují práci, materiál a další související náklady pro tento stav opatření RD. Provozní náklady stavby (dodávku energií) bude zajišťovat investor.

*Tabulka 4 Náklady na základní opatření*

*[Zdroj: Vlastní]*

<b>1) Náklady z rozpočtu</b>	<b>598 353,62</b>
HSV - Práce a dodávky HSV	533 773,65
6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní	484 107,07
9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání	46 782,93
998 - Přesun hmot	2 883,65
PSV - Práce a dodávky PSV	44 579,97
764 - Konstrukce klempířské	35 579,97
767 - Konstrukce zámečnické	9 000,00
VRN - Vedlejší rozpočtové náklady	20 000,00
VRN9 - Ostatní náklady	20 000,00
<b>2) Ostatní náklady</b>	<b>0,00</b>
<b>Celkové náklady za stavbu 1) + 2)</b>	<b>598 353,62</b>

*Tabulka 5 Celkové náklady s DPH-první opatření*

*[Zdroj: Vlastní]*

Cena bez DPH	598 353,62 Kč
DPH 15 %	89 753,04 Kč
<b>Cena včetně DPH</b>	<b>688 106,47 Kč</b>

Celkový rozpočet viz příloha č. 4

*Stavebně materiálové náklady jsou platné k datu 4.8.2021.*

### **Dotace pro toto základní opatření**

Podpora z programu Nová Zelená úsporám investor obdržel dotaci v oblasti podpory A - Snižování energetické náročnosti stávajících rodinných domů a to A.1 - Snižování energetické náročnosti (mělká komplexní renovace) a A.4 - Zpracování odborného posudku a zajištění odborného technického dozoru viz tabulka č. 6.

Tabulka 6 Dotace pro základní opatření

[Zdroj: Vlastní]

<b>A.0 a A.1</b>	<b>koefficient pro MS kraj</b>	<b>Plocha (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Výše podpory (kč/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Celkem</b>
Obvodové stěny, průsvitné i neprůsvitné obvodové konstrukce obytných zimních zahrad, lehké obvodové pláště, střechy, stropy, podlahy nad exteriérem a ostatní konstrukce	1,1	461,00	500	253 550,00 Kč
Výplně otvorů (okna, střešní okna, dveře, světlíky a světlovody)	1,1	0,00	2100	0
Podlahy na terénu	1,1	0	700	0
<b>Celkem</b>				<b>253 550,00 Kč</b>
<b>A.4</b> Zpracování odb. posudku, zajištění odb. technického dozoru				<b>25 000,00 Kč</b>

Celková maximální možná výše dotace **278 550,00 Kč**.

V tabulce č. 7 je shrnuta maximální výše podpory viz tabulka č. 6 a celkové náklady viz. tabulka č. 5 pro základní opatření, které vede k snížení energetické náročnosti rodinného domu.

Tabulka 7 Celkové náklady základního opatření

[Zdroj: Vlastní]

	<b>Cena bez DPH</b>	<b>DPH</b>	<b>Cena včetně DPH</b>
Rozpočtovaná cena	598 353,62 Kč	89 753,04 Kč	688 106,47 Kč
Možná výše dotace			278 550,00 Kč
<b>Investiční náklady investora</b>			<b>409 556,47 Kč</b>

### 4.3 Rodinný dům, který lze klasifikovat jako nízkoenergetický dům

*Toto druhé opatření bude spočívat v zateplení obvodových stěn, strop nad druhým nadzemním podlažím, stropu nad suterénem a spodní strana schodišťových ramen, mezipodesty, podlahy. Stávající otvorové výplně budou vyměněny na nové, které budou odpovídat doporučeným hodnotám součinitele prostupu tepla pro otvorové výplně dle normy ČSN 73 0540-2:2011). Schodišťové okno z luxfer na jihozápadní straně objektu bude odstraněno a zazděno. Bude instalována jednotka pro větrání se zpětným získáváním tepla, která bude snižovat měrnou potřebu tepla na vytápění. Zdroj pro vytápění a ohřev vody budou nahrazeny novým tepelným čerpadlem. Dispoziční řešení domu opět nebude nijak měněno.*

Mnoho součinitelů prostupu tepla budou vyhovovat doporučeným hodnotám pro pasivní domy dle normy ČSN 73 0540-2: 2011. Ostatní pouze doporučeným hodnotám dle normy

ČSN 73 0540-2: 2011 z důvodu nemožné realizace či většímu zásahu do budovy a nepřijatelné návratnosti investičního nákladu do projektu.

### Geometrické charakteristiky

- Objem budovy s upravovaným vnitřním prostředím: 775,1 m<sup>3</sup>
- Celková plocha hodnocené obálky budovy: 547,3 m<sup>2</sup>
- Objemový faktor tvaru budovy: 0,71 m<sup>2</sup> / m<sup>3</sup>
- Celková energeticky vztažná plocha budovy: 247,5 m<sup>2</sup>
- Podíl průsvitných konstrukcí v ploše svislých konstrukcích: 11,8 %

### Popis optimalizovaného opatření konstrukcí s jejich součiniteli prostupu tepla

Pro zlepšení energetické náročnosti budovy budou provedeny následující opatření. Obvodové stěny budou opatřeny tepelnou izolací z polystyrenu EPS-GREY tl. 200 mm ( $\lambda_{D,MAX} = 0,332 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ ). Podlahy nad suterénem, spodní strana schodišťových ramen a mezipodest budou opatřeny tepelnou izolací EPS-GREY tl. 100 mm ( $\lambda_{D,MAX} = 0,332 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ ). Stěny mezi vytápěným a nevytápěným prostorem budou nově opatřeny tepelnou izolací EPS-GREY tl.80 mm ( $\lambda_{D,MAX} = 0,332 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ ). Nově bude podlaha na zemině opatřena izolantem z TI EPS-GREY ( $\lambda_{D,MAX} = 0,332 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ ). Zateplení stropu nad 2.NP (střechy) zůstane totožné jako v prvním stavu zateplení a bude využita foukaná izolace tl. 300 mm ( $\lambda_{D,MAX} = 0,338 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ ).

### Nové „vylepšené“ konstrukce:

- Stěna CPP tl. 450 mm + 200 EPS-G ( $U_j = 0,146 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ )
- Stěna škarobeton tl. 300 mm + 200 EPS-G ( $U_j = 0,146 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ )
- Stěna škarobeton tl. 450 mm + 200 EPS-G ( $U_j = 0,141 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ )
- Podlaha na terénu + 120 EPS-G ( $U_j = 0,272 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ )
- Strop nad suterénem + 100 EPS-G ( $U_j = 0,280 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ )
- Schodišťové rameno a podesta 100 EPS-G ( $U_j = 0,307 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ )
- Stěna vnitřní CPP tl. 75 mm + 80 EPS-G ( $U_j = 0,372 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ )
- Stěna vnitřní škarobeton tl. 300 mm + 80 EPS-G ( $U_j = 0,324 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ )

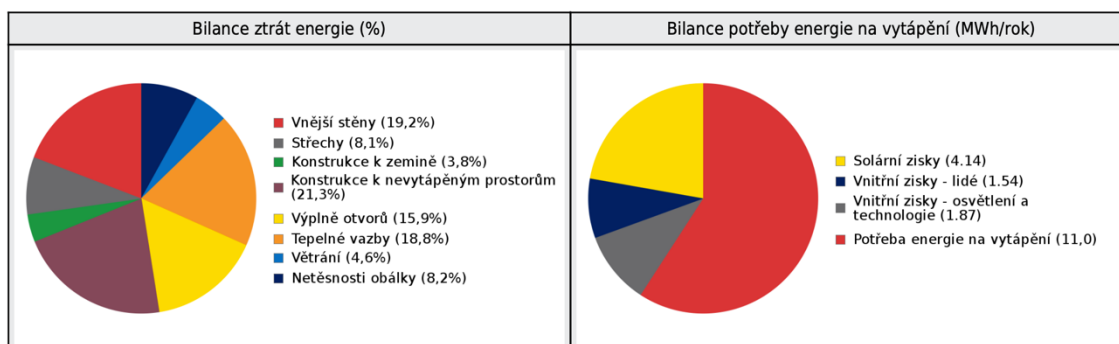
### Další nijak opatřené konstrukce oproti základnímu opatření:

- Střecha s foukanou izolací CLIMATIZER tl.300 mm ( $U_j=0,125 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ )

### Nové výplně otvorů:

- okna plastová s izolačním trojsklem ( $U_{j,w} = 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ )
- vstupní dveře ( $U_{j,D} = 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ )
- vnitřní dveře k nevytápěnému prostoru ( $U_j = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ )
- sklepní okna v nevytápěném prostoru ( $U_j = 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ )

**Pozn. Tučně jsou vyznačeny hodnoty součinitele prostupu tepla, které neodpovídají doporučeným požadavkům  $U_{pas,20}$  dle normy ČSN 73 0540-2: 2011.** *Vnější stěny ( $U_{pas,20} = 0,18-0,20 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ ), střecha ( $U_{pas,20} = 0,15$  až  $0,1 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ ), konstrukce na zemině ( $U_{N,j} = 0,22$  až  $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ ), konstrukce k nevytápěným prostorům ( $U_{pas,20} = 0,3-0,2 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ ), dveře ( $U_{pas,20} = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ ), okna ( $U_{pas,20} = 0,8-0,6 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ ).*



Graf 7 Bilance tepelných toků varianty, kterou lze klasifikovat jako nízkoenergetický dům

[Zdroj: Vlastní]

Celkově menší tepelné ztráty RD oproti předchozím stavům jsou podobně rozděleny do všech konstrukcí a faktorů ovlivňující ztráty energie viz graf č. 7. Pomocí software DEKSOFT byla vypočítána výsledná bilance potřeb energie na vytápění budovy, kterou bude nutné dodat soustavou vytápění. **Měrná potřeba tepla na vytápění činí 44,3 kWh/(m<sup>2</sup>.rok).** Tato hodnota se uvádí v PRŮKAZU ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY a klasifikuje dům jako *nízkoenergetický*.

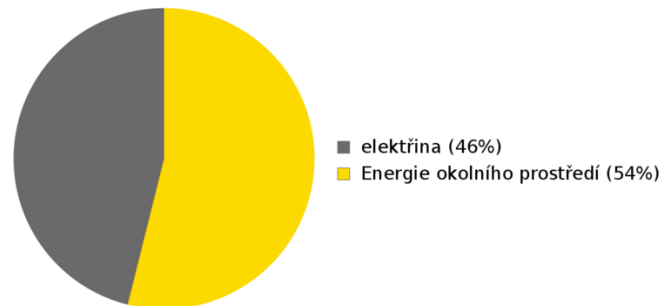
## Popis technických systémů

### Vytápění a ohřev TV:

- Tepelné čerpadlo vzduch / voda s elektrickým dohřevem + zásobník na teplou vodu o objemu 180 l.

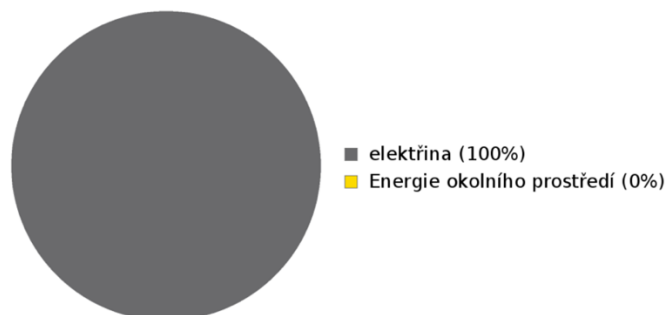
### Větrání:

- Systém řízeného větrání se zpětným získáváním tepla s účinností min. 85%



Graf 8 Dodaná energie dle energonositele pro optimalizované opatření

[Zdroj: Vlastní]



Graf 9 Dodaná energie neobnovitelných zdrojů dle energonositele pro optimalizované opatření

[Zdroj: Vlastní]

Tento druhý optimalizovaný stav budovy dle vyhlášky o energetické náročnosti budov č. 264/2020 Sb., podle §6 „Požadavky a energetickou náročnost budovy stanovené na nákladově optimální úrovni“, kterou byla vypočítaná pomocí softwaru DEKSOFT splňuje průměrný součinitel prostupu tepla budovy, který je  $U_j = 0,26 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)} < U_{N,j} = 0,41 \text{ W/ (m}^2\cdot\text{K)}$ ) dále splňuje hodnocení pro celkovou dodanou energii  $81,58 \text{ kWh/ (m}^2\cdot\text{rok)} < 174,66 \text{ kWh/ (m}^2\cdot\text{rok)}$ ) a v poslední řadě také odpovídá

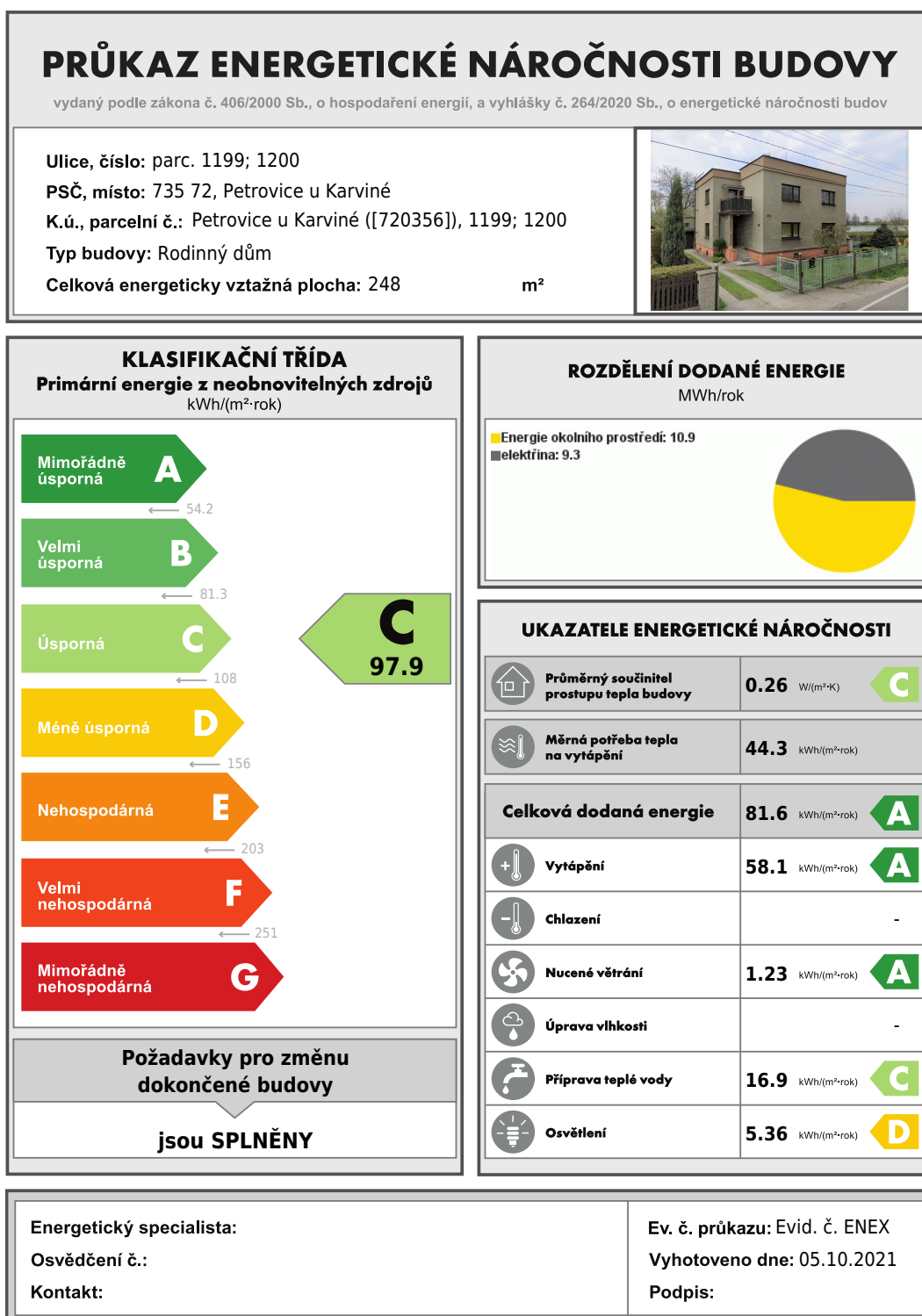
požadavkům pro hodnocení neobnovitelné primární energie  $97,89 \text{ (kWh/ (m}^2\text{.rok))} > 181,74 \text{ (kWh/ (m}^2\text{.rok))}$ .

#### **4.3.1 Průkaz energetické náročnosti budovy**

Dle vypočítaných hodnot v předchozí podkapitole pomocí softwaru DEKSOFT byl vygenerován energetický štítek budovy pro optimalizované opatření rodinného domu. Znovu ke každé vypočítané hodnotě bylo přiřazené klasifikační písmeno. **C (ÚSPORNÁ)** bylo přiřazeno pro primární zdroje z neobnovitelných zdrojů, jelikož budeme snižovat ekologickou stopu provozu budovy a získávat zpětnou energii. Další hodnocený prvek je celková dodaná energie, která je klasifikovaná jako nejlepší na stupnici písmenem **A (VELMI ÚSPORNÁ)**. Jako posledním hodnocený je průměrný součinitel prostupu tepla budovy jako celku, která splňuje třídu **C (ÚSPORNOU)** viz obrázek č. 10.

Měrná potřeba tepla na vytápění činí  $44,3 \text{ kWh/ (m}^2\text{.rok)}$ ). Tato hodnota je menší než  $50 \text{ kWh/ (m}^2\text{.rok)}$ ) = **LZE KLASIFIKOVAT JAKO NÍZKOENERGETICKÝ DŮM**.

*Toto opatření vyhovělo podmínkám pro získání dotace z programu Nová zelená úsporám z oblasti podpory (A - Snižování energetické náročnosti stávajících rodinných domů) a navíc také obdržel dotaci v oblasti podpory C - Efektivní využití zdrojů energie).*



**Energetický specialista:**  
**Osvědčení č.:**  
**Kontakt:**

**Ev. č. průkazu:** Evid. č. ENEX  
**Vyhotoveno dne:** 05.10.2021  
**Podpis:**

Obrázek 10 PENB optimalizovaného stavu

[Zdroj: Vlastní]

### 4.3.2 Stavebně materiálové náklady, dotace

Pomocí programu Kros, který pracuje s cenovou soustavou ÚRS, byl sestaven rozpočet. Náklady zahrnují práci, materiál a další související náklady pro tento stav opatření RD. Provozní náklady stavby (dodávku energií) bude zajišťovat investor.

Tabulka 8 Náklady optimalizovaného stavu

[Zdroj: Vlastní]

<b>1) Náklady z rozpočtu</b>	<b>1 287 600,57</b>
HSV - Práce a dodávky HSV	552 448,60
6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní	502 782,02
9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání	46 782,93
998 - Přesun hmot	2 883,65
PSV - Práce a dodávky PSV	715 151,97
764 - Konstrukce klempířské	31 079,97
767 - Konstrukce zámečnické	9 000,00
VRN - Vedlejší rozpočtové náklady	20 000,00
VRN9 - Ostatní náklady	20 000,00
<b>2) Ostatní náklady</b>	<b>0,00</b>
<b>Celkové náklady za stavbu 1) + 2)</b>	<b>1 287 600,57</b>

Tabulka 9 Celkové náklady s DPH-druhé opatření

[Zdroj: Vlastní]

Cena bez DPH	1 287 600,57 Kč
DPH 15 %	193 140,09 Kč
<b>Cena včetně DPH</b>	<b>1 480 740,72 Kč</b>

Celkový rozpočet viz příloha č. 5

Stavebně materiálové náklady jsou platné k datu 4.8.2021.

### Dotace pro opatření, které lze klasifikovat jako nízkoenergetický dům

Podpora z programu Nová zelená úsporám investor obdržel dotaci v oblasti podpory A - Snižování energetické náročnosti stávajících rodinných domů a to na nejvyšší možnou A.3 - Snižování energetické náročnosti. Důvodem nejvyšší možné dotace bylo většího



množství ploch zateplováných na obálce budovy, A.4 - Zpracování odborného posudku a zajištění odborného technického dozoru. Také obdržel dotaci v oblasti podpory C - Efektivní využití zdrojů energie v podoblasti C.4.1 - Instalace centrálního systémů nuceného větrání se zpětným získáváním tepla. Poslední finanční podpora byla z podoblasti C.5 - Podpora na zpracování odborného posudku a zajištění měření průvzdušnosti obálky budovy.

Tabulka 10 Dotace optimalizovaného stavu

[Zdroj: Vlastní]

<b>A.3</b>	koeficient pro MS kraj	Plocha (m <sup>2</sup> )	Výše podpory (kč/m <sup>2</sup> )	Celkem
Obvodové stěny, průsvitné i neprůsvitné obvodové konstrukce obytných zimmích zahrad, lehké obvodové pláště, střechy, stropy, podlahy nad exteriérem a ostatní konstrukce	1,1	473,00	800	416 240,00 Kč
Výplně otvorů (okna, střešní okna, dveře, světlíky a světlovody)	1,1	35,10	3800	146 718,00 Kč
Podlahy na terénu	1,1	38,3	1200	50 556,00 Kč
Celkem				613 514,00 Kč
! Částka přesáhla maximální výši podpory, max. přípustná výše je 550 000,00 Kč za obálku budovy!				
<b>A.4</b>	Zpracování odb. posudku, zajištění odb. technického dozoru			25 000,00 Kč
<b>C.4.1</b>	Centrální systém řízeného větrání se zpětným získáváním tepla			110 000,00 Kč
<b>C.5</b>	Zpracování odborného posudku a zajištění měření průvzdušnosti obálky budovy			5 000,00 Kč

Celková maximální možná výše dotace **690 000,00 Kč**.

V tabulce č. 11 je shrnuta maximální výše podpory viz tabulka č. 10 a celkové náklady viz. tabulka č. 9 pro optimalizované opatření, které vede k snížení energetické náročnosti rodinného domu.

Tabulka 11 Celkové náklady optimalizovaného opatření

[Zdroj: Vlastní]

	Cena bez DPH	DPH	Cena včetně DPH
Rozpočtovaná cena	1 287 600,57 Kč	193 140,09 Kč	1 480 740,72 Kč
Možná výše dotace			690 000,00 Kč
<b>Investiční náklady investora</b>			<b>790 740,72 Kč</b>

## 5 VÝSLEDNÉ POROVNÁNÍ INVESTICE

V této kapitole bude porovnána doba návratnosti a výhodnost investice pro investora do prvního základního a druhého optimalizovaného opatření RD. Budou zohledněny veškeré náklady na energie potřebné pro vytápění, stavebně materiálové náklady a dotace. V poslední podkapitole bude porovnána budova z vizuálního hlediska a fotodokumentace prvního základního opatření pro kterou se investor rozhodl.

### 5.1 Porovnání nákladů pro vytápění rodinného domu

Procentuální koeficienty na náklady pro vytápění RD, (*stávající stavu viz tabulka č. 12, základního opatření viz tabulka č. 13 a optimalizovaný stav viz tabulka č. 14*), za jeden rok jsou vypočteny pomocí softwaru DEKSOFT. Tyto koeficienty z energetických protokolů jsou vynásobené průměrnou cenou energonositele za kWh.

*Tabulka 12 Náklady na energii potřebné pro vytápění v stávajícím stavu*

*[Zdroj: Vlastní]*

Celková dodaná energie	[kWh/rok]	95 100,00
- z toho elektřina	[kWh/rok]	17 400,00
- z toho tuhé fosilní palivo	[kWh/rok]	54 400,00
- z toho peletky	[kWh/rok]	23 300,00
Cena paliva (elektřina)	[kč/kWh]	2,80
Cena paliva (uhlí)	[kč/kWh]	1,40
Cena paliva (peletky)	[kč/kWh]	1,40
<b>Celková cena za rok</b>	<b>[kč]</b>	<b>157 500,00</b>
Celková cena za měsíc	[kč]	13 125,00

*Pozn. Celkové náklady na roční vytápění SS viz tabulka č. 12 se odlišuje od reálných nákladů investora, které jsou o něco nižší. Důvodem je výpočet v programu DEKSOFT, kde byly pro výpočet energetické náročnosti budovy použity parametry typické pro užívání budovy, jako je např. výpočtová teplota pro režim vytápění, doba vytápění, doba otopného období, průměrné měsíční teploty vnějšího vzduchu, měrné tepelné zisky od osob a vybavení. **Reálná spotřeba energií závisí na způsobu užívání objektu.***

Tabulka 13 Náklady na energii potřebné pro vytápění v základním opatření

[Zdroj: Vlastní]

Celková dodaná energie	[kWh/rok]	35 320,00
- z toho elektřina	[kWh/rok]	6 460,00
- z toho tuhé fosilní palivo	[kWh/rok]	20 200,00
- z toho peletky	[kWh/rok]	8 660,00
Cena paliva (elektřina)	[kč/kWh]	2,80
Cena paliva (uhlí)	[kč/kWh]	1,40
Cena paliva (peletky)	[kč/kWh]	1,40
<b>Celková cena za rok</b>	<b>[kč]</b>	<b>58 492,00</b>
Celková cena za měsíc	[kč]	4 874,33

Tabulka 14 - Náklady na energii potřebné pro vytápění v optimalizovaném opatření

[Zdroj: Vlastní]

Celková dodaná energie	[kWh/rok]	14 380,00
- z toho elektřina	[kWh/rok]	5 580,00
- z toho slunce a energie prostředí *	[kWh/rok]	8 800,00
-	-	-
Cena paliva (elektřina)	[kč/kWh]	2,80
-	-	-
-	-	-
<b>Celková cena za rok</b>	<b>[kč]</b>	<b>15 624,00</b>
Celková cena za měsíc	[kč]	1 302,00

## 5.2 Výpočet diskontované doby návratnosti dle PENB

Výpočet diskontované doby návratnosti viz. tabulka č. 15, 16 pro základní a optimalizované opatření snižující energetickou náročnost rodinného domu dle protokolů PEBN. Vypočítané hodnoty doby návratnosti mohou být zkreslené z důvodů použitých parametrů pro typické užívání budovy vypočítaných z DEKSOFT.

*Pro výpočet diskontované doby návratnosti je použita diskontní sazba 4 %, která je určena na základě úrokové míry spořicíh účtů u komerčních bank.*

### 5.2.1. Výpočet doby návratnosti pro základní opatření

Náklady na základní opatření činilo 688 106,47 Kč s DPH viz tabulka č. 7 s výší dotací 278 550,00Kč viz tabulka č. 6. Po odečtení dotace od nákladů za materiál vychází částka 409 556,47 Kč. Pro toto opatření jsou celkové náklady na otop objektu za rok 58 492,00 Kč viz tabulka č. 13. Tuto hodnotu odečteme od stávajících nákladů na otop RD, které činí 157 500,00 Kč viz tabulka č. 12 a vychází roční ušetření za náklady potřebné pro vytápění 99 008,00 Kč. Vypočítaná hodnota bude Cash Flow. CF použijeme pro výpočet diskontované doby návratnosti viz tabulka č. 15.

Tabulka 15 Výpočet doby návratnosti základního opatření

[Zdroj: Vlastní]

ROK	N	CF	DF (4%)	CF DIS
0	409 556,47 Kč			
1	314 360,28 Kč	99 008,00 Kč	0,9615	95 196,19 Kč
2	222 817,48 Kč	99 008,00 Kč	0,9246	91 542,80 Kč
3	134 799,37 Kč	99 008,00 Kč	0,889	88 018,11 Kč
4	50 167,33 Kč	99 008,00 Kč	0,8548	84 632,04 Kč
5		99 008,00 Kč	0,8219	81 374,68 Kč

Provedené výpočty podle vzorce č. 2, 3

### 5.2.2 Výpočet doby návratnosti pro optimalizované opatření

Náklady na opatření, které lze klasifikovat jako nízkoenergetický dům činilo 1 480 740,72 Kč s DPH viz tabulka č. 11 s výší dotací pro tento druhý stav 690 00,00 Kč viz tabulka č. 10. Po odečtení dotace od nákladů na materiál vychází částka 790 740,72 Kč. Pro opatření jsou celkové náklady na otop domu za rok 15 624,00 Kč viz tabulka č. 14. Tuto hodnotu odečteme od stávajících nákladů na otop RD, které činí 157 500,00 Kč viz tabulka č. 12.a vychází nám roční ušetření za náklady potřebné pro vytápění 141 876,00 Kč. Vypočítaná hodnota bude pro nás Cash Flow. CF použijeme pro výpočet diskontované doby návratnosti viz tabulka č. 16.

Tabulka 16 Výpočet doby návratnosti optimalizovaného stavu

[Zdroj: Vlastní]

ROK	N	CF	DF (4%)	CF DIS
0	790 740,72 Kč			
1	654 326,95 Kč	141 876,00 Kč	0,9615	136 413,77 Kč
2	523 148,40 Kč	141 876,00 Kč	0,9246	131 178,55 Kč
3	397 020,63 Kč	141 876,00 Kč	0,8890	126 127,76 Kč
4	275 745,03 Kč	141 876,00 Kč	0,8548	121 275,60 Kč
5	159 137,14 Kč	141 876,00 Kč	0,8219	116 607,88 Kč
6	47 012,54 Kč	141 876,00 Kč	0,7903	112 124,60 Kč
7		141 876,00 Kč	0,7599	107 811,57 Kč

Provedené výpočty podle vzorce č. 2, 3

-Délka doby návratnosti v prvním stavu vychází:

čtvrtý rok (50 167,33 Kč / 81 374,68 Kč) = **4 roky a 7 měsíců**

-Délka doby návratnosti v druhém stavu vychází:

šestý rok (47 012,54 Kč / 107 811,57 Kč) = **6 roků a 5 měsíců**

### 5.3 Výpočet diskontované doby návratnosti dle reálné spotřeby investora pro původní stav RD

Výsledná délka diskontované doby návratnosti bude reálně o něco delší viz tabulka č. 17, 18. Důvodem jsou předdimenzované náklady na energie zahrnuté do protokolu PENB. Reálné náklady investora pro potřebou energii na vytápění stávajícího stavu RD bez jakéhokoliv opatření jsou cca 100 000,00 Kč.

Pro výpočet diskontované doby návratnosti je použita diskontní sazba 4 %, která je určena na základě úrokové míry spořicíh účtů u komerčních bank.

#### 5.3.1 Výpočet doby návratnosti pro základní opatření

Náklady na základní opatření činilo 688 106,47 Kč s DPH viz tabulka č. 5 s výší dotací 278 550,00 Kč viz tabulka č. 6. Po odečtení dotace od nákladů na materiál vychází částka 409 556,47 Kč. Pro opatření jsou celkové náklady na otop domu za rok 58 492,00 Kč viz tabulka č. 13. Tuto hodnotu odečteme od stávajících reálných nákladů na otop RD, které činí 100 000,00 Kč a vychází roční ušetření za náklady potřebné pro vytápění 41 508,00

Kč. Vypočítaná hodnota bude Cash Flow. CF použijeme pro výpočet diskontované doby návratnosti viz tabulka č. 17.

*Tabulka 17 Výpočet doby návratnosti dle dat investora první stav*

*[Zdroj: Vlastní]*

<b>ROK</b>	<b>N</b>	<b>CF</b>	<b>DF (4%)</b>	<b>CF DIS</b>
0	409 556,47 Kč			
1	369 646,53 Kč	41 508,00 Kč	0,9615	39 909,94 Kč
2	331 268,23 Kč	41 508,00 Kč	0,9246	38 378,30 Kč
3	294 367,62 Kč	41 508,00 Kč	0,8890	36 900,61 Kč
4	258 886,58 Kč	41 508,00 Kč	0,8548	35 481,04 Kč
5	224 771,16 Kč	41 508,00 Kč	0,8219	34 115,43 Kč
6	191 967,38 Kč	41 508,00 Kč	0,7903	32 803,77 Kč
7	160 425,45 Kč	41 508,00 Kč	0,7599	31 541,93 Kč
8	130 095,56 Kč	41 508,00 Kč	0,7307	30 329,90 Kč
9	100 932,04 Kč	41 508,00 Kč	0,7026	29 163,52 Kč
10	72 889,23 Kč	41 508,00 Kč	0,6756	28 042,80 Kč
11	45 925,64 Kč	41 508,00 Kč	0,6496	26 963,60 Kč
12	19 999,74 Kč	41 508,00 Kč	0,6246	25 925,90 Kč
13		41 508,00 Kč	0,6006	24 929,70 Kč

*Provedené výpočty podle vzorce č.2 a 3*

### **5.3.2 Výpočet doby návratnosti pro optimalizované opatření**

Náklady na optimalizované opatření činilo 1 480 740,72 Kč s DPH viz tabulka č. 9 s výší dotací 690 00,00 Kč viz tabulka č. 10. Po odečtení dotace od nákladů na materiál vychází částka 790 740,72 Kč. Pro opatření jsou celkové náklady na otop domu za rok 15 624,00 Kč viz tabulka č. 14. Tuto hodnotu odečteme od stávajících nákladů na otop RD, které činí 100 000,00 Kč a vychází roční ušetření za náklady potřebné pro vytápění 84 376,00 Kč. Vypočítaná hodnota bude Cash Flow. CF použijeme pro výpočet diskontované doby návratnosti viz tabulka č. 18.

Tabulka 18 Výpočet doby návratnosti dle dat investora druhý stav

[Zdroj: Vlastní]

ROK	N	CF	DF (4%)	CF DIS
0	790 740,72 Kč			
1	709 613,20 Kč	84 376,00 Kč	0,9615	81 127,52 Kč
2	631 599,15 Kč	84 376,00 Kč	0,9246	78 014,05 Kč
3	556 588,88 Kč	84 376,00 Kč	0,8890	75 010,26 Kč
4	484 464,28 Kč	84 376,00 Kč	0,8548	72 124,60 Kč
5	415 115,64 Kč	84 376,00 Kč	0,8219	69 348,63 Kč
6	348 433,29 Kč	84 376,00 Kč	0,7903	66 682,35 Kč
7	284 315,97 Kč	84 376,00 Kč	0,7599	64 117,32 Kč
8	222 662,42 Kč	84 376,00 Kč	0,7307	61 653,54 Kč
9	163 379,85 Kč	84 376,00 Kč	0,7026	59 282,58 Kč
10	106 375,42 Kč	84 376,00 Kč	0,6756	57 004,43 Kč
11	51 564,77 Kč	84 376,00 Kč	0,6496	54 810,65 Kč
12		84 376,00 Kč	0,6246	52 701,25 Kč

Provedené výpočty podle vzorce č. 2, 3

-Délka doby návratnosti v prvním stavu vychází:

dvanáctý rok (19 999,74 Kč / 24 929,70 Kč) = **12 roků a 9 měsíců**

-Délka doby návratnosti v druhém stavu vychází:

šestý rok (51 564,77 Kč / 52 701,25 Kč) = **11 roků a 11 měsíců**

Doba návratnosti v obou opatření pro snížení energetické náročnosti domu vychází poměrně podobně, nelze tedy podle doby návratnosti posuzovat výhodnost investice, ale musí se zohlednit preference investora.

## 5.4 Zhodnocení varianty investorem

Investorem byla vybrána varianta základního opatření rodinného. Při rozhodování výběru opatření rodinného domu investor zohledňoval dvě hlavní specifika. Prvním důvodem pro preferování první varianty byly vysoké stavebně materiálové náklady pro druhé optimalizované opatření domu. Investor nechtěl být zavázán úvěrem nebo půjčkou pro financování druhého optimalizovaného opatření domu. Dalším důvodem pro nezvolení druhé varianty byla poměrně krátká životnost tepelného čerpadla, která se odhaduje zhruba 15 - 20 let a tudíž další potřebné investice po nedlouhé době uplynutí lhůty návratnosti.

**Celková výkresová dokumentace opatření snižující energetickou náročnost rodinného domu viz příloha č. 8.**



Obrázek 11 Vizualizace domu

[Zdroj: Vlastní]

Zateplení a fasáda rodinného domu základní variantou byla **dokončena 1.11.2021**. Na domě v této chvíli nejsou zateplené pouze sokly a také nejsou realizované veškeré vizuální dokončovací práce. Nový stav domu viz obrázek č. 12, 13. Lze tedy porovnat náklady potřebné pro vytápění RD pouze za 5 měsíců, tato hodnota může být irelevantní. *Investor uvádí, že spotřeba tuhého paliva se snížila o jednu tunu, což činí úsporu o cca 5000,00 Kč. Ze záloh po vyúčtovacím období k 1.4.2022 se investorovi vrátilo 14 300,00 Kč oproti stávajícímu stavu domu, kde měsíční zálohy pokrývaly náklady potřebné pro energii v domě a při zúčtování nebyly žádné zálohy vrácené. Nelze tedy úplně porovnat roční úsporu domu oproti stávající spotřebě energie, která by měla být 41 508,00 Kč viz tabulka č.17, ale při sečtení vratné zálohy vrácené z počátku měsíce dubna a ceně tuhého paliva potřebného pro otop zatepleného domu pro otopné měsíce vychází částka 19 300,00 Kč za úsporu v domě na 5 měsíců.*





*Obrázek 12 Nový stav domu*

*[Zdroj: Vlastní]*



*Obrázek 13 Nový stav domu pohled*

*[Zdroj: Vlastní]*

## ZÁVĚR

Vypracovaná bakalářská práce se zabývala problematikou snižující energetickou náročnost rodinného domu. Byly zhodnoceny výhodnosti dvou stavů opatření rodinného domu. První opatření spočívalo v základním zateplení domu, aby investor alespoň dosáhl dotací z programu Nová zelená úsporám a druhé opatření domu, který bude odpovídat nízkoenergetickému standardu.

Teoretická část se zabývala nejprve velmi stručně historií nízkoenergetických domů. Následovala komplexní formulace základních kritérií pro domy s nízkou potřebou energie a byly popsány faktory ovlivňující energii na vytápění těchto domů. V další kapitole byla popsány dotace z programu Nová zelená úsporám. Následoval přechod k jednomu z hlavních bodů práce, energetický štítek budovy, který byl detailně popsán. V závěru teoretické části byly popsány definice ve sféře investic a krátce tvorby cen ve stavebnictví.

V praktické části byl vyhodnocen stávající stav domu. Byly popsány jednotlivé konstrukce domu a k nim potřebné informace. Byl vyhotoven průkaz energetické náročnosti budovy a zatřídění do klasifikační třídy. Dále byly navrženy dva konkrétní opatření rodinného domu, které budou snižovat potřebu energie na vytápění. Pro konkrétní opatření byly vyhotoveny odpovídající průkazy energetické náročnosti budov. V další části bylo řešeno ekonomické porovnání dvou stavů. Byly vypočítány stavebně materiálové náklady a k nim odpovídající dotace z programu Nová zelená úsporám. Dále byly vypočítané náklady na vytápění rodinného domu v stávajícího stavu, základním a optimalizovaném stavu, které byly mezi sebou porovnány. Díky rozdílům v spotřebě na vytápění stávajícího stavu oproti dvou novým konkrétním opatřením byla vypočítána doba návratnosti do vynaložené investice. Doba návratnosti základního a optimalizovaného stavu však byla vypočítána také pro reálnou spotřebu stávajícího stavu RD, kterou uváděl investor. Poslední část se věnovala výběru energetického opatření investorem a zhodnocení efektivnosti investice v reálných číslech díky vráceným zálohám na vytápění.

## Zdroje

- [1] *Centrum pasivního domu* [online]. Brno, 2013 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.pasivnidomy.cz/z-historie-pasivnich-domu/t1083>
- [2] BROTÁNKOVÁ, Klára a Aleš BROTÁNEK. *Jak se žije v nízkoenergetických a pasivních domech*. Praha: Grada, 2012. Stavitel. ISBN 978-80-247-3969-4.
- [3] TYWONIAK, Jan. *Nízkoenergetické domy 3: nulové, pasivní a další*. Praha: Grada, 2012. Stavitel. ISBN 978-80-247-3832-1.
- [4] HAZUCHA, Juraj. *Centrum pasivního domu* [online]. c2013 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.pasivnidomy.cz/webove-infolisty-01-zakladni-principy/f2521>
- [5] *Tzbinfo* [online]. c2001-2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie>.
- [6] *Centrum pasivního domu: NOVOSTAVBY MUSÍ BÝT OD LEDNA ÚSPORNĚJŠÍ. CHYTRÝ NÁVRH MAJITELŮM UŠETŘÍ DESÍTKY TISÍC KORUN NA ENERGIÍCH ROČNĚ* [online]. 2021 [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <https://www.pasivnidomy.cz/novostavby-musi-byt-od-ledna-uspornejsi-chytry-navrh-majitelum-usetri-desitky-tisic-korun-na-energiich-rocne/t4933>
- [7] SMOLA, Josef. *Nízkoenergetické a pasivní rodinné domy. Zásady pro umístění na pozemku. Veronica: ČASOPIS PRO OCHRANU PŘÍRODY A KRAJINY* [online]. 2007 [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <http://www.casopisveronica.cz/clanek.php?id=1749>
- [8] BRANDEJSKÝ, Ing. arch. Petr. *ESTAV: Základní princip návrhu pasivního domu je jednoduchý* [online]. 2021 [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/9075.zakladni-princip-navrhu-pasivniho-domu-je-jednoduchy>
- [9] PREGIZER, Dieter. *Zásady pro stavbu pasivního domu*. Praha: Grada, 2009. Stavitel. ISBN 978-80-247-2431-7.
- [10] HAZUCHA, Juraj. *Centrum pasivního domu* [online]. c2013 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.pasivnidomy.cz/webove-infolisty-09-zdroje-energie/f2529>

- [11] *Státní fond životního prostředí ČR* [online]. Praha, 2021 [cit. 2022-05-18].  
Dostupné z:  
[https://novazelenausporam.cz/files/documents/storage/2021/10/05/1633434577\\_NZÚ%20RD%20-%20Závazné%20pokyny%20pro%20žadatele.pdf](https://novazelenausporam.cz/files/documents/storage/2021/10/05/1633434577_NZÚ%20RD%20-%20Závazné%20pokyny%20pro%20žadatele.pdf)
- [12] *MAMUTHERM: Zateplovací systémy* [online]. [cit. 2022-05-22]. Dostupné z:  
<https://www.mamutsro.cz/dotace/nova-zelena-usporam-rd>
- [13] *ArchEnergy* [online]. c2009-2021 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z:  
<https://budovyprukaz.cz/energeticky-stitek/jak-cist-prukaz/>
- [14] *Státní energetická inspekce* [online]. 2021 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z:  
<https://www.cr-sei.cz/?p=6330>
- [15] *Tzbinfo: Výpočet prostupu tepla vícevrstvou konstrukcí a průběhu teplot v konstrukci* [online]. c2001-2022 [cit. 2022-05-25]. Dostupné z:  
<https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/140-vypocet-prostupu-tepla-vicestvrstvou-konstrukci-a-prubehu-teplot-v-konstrukci>
- [16] G SERVIS CZ: Zpřísnění požadavků na energetickou (ne)náročnost budov od 1.1.2022. In: *Youtube* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z:  
<https://www.youtube.com/watch?v=Mkkq9kj-fVE>
- [17] KORYTÁROVÁ, PH.D., Doc.Ing.Jana. *Ekonomika investic: Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia*. Brno, 2006.
- [18] *KB: slovník* [online]. c2022 [cit. 2022-05-22]. Dostupné z:  
<https://www.kb.cz/cs/podpora/slovník/vyrazy-zacinajici-na-i/investor>
- [19] MALEČKOVÁ, Veronika, Martin SIVEK a Jakub JIRÁSEK. *Vybrané příklady z ekonomiky nerostných surovin: METODA DOBY NÁVRATNOSTI INVESTICE* [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava, 2012 [cit. 2022-05-18]. ISBN 978-80-248-2827-5.
- [20] TICHÁ, Ing.Alena, Ing.Leonora MARKOVÁ a Doc.Ing. Bohumil PUCHÁŘ, CSC. *Ceny ve stavebnictví 1: Rozpočtování a kalkulace*. Brno, 1999.
- [21] *DEKSOFT: Programy DEKSOFT* [online]. c2022 [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: <https://deksoft.eu/programy/index>

## Seznam zkratek

A	plocha
atd.	a tak dále
cca	cirka
CF	cash flow
CO <sub>2</sub>	oxid uhličitý
CPP	cihla plná pálená
ČSN	české technické normy
ČR	Česká republika
ENB	energetické náročnosti budov
EPS	expandovaný pěnový polystyren
EPS-G	expandovaný pěnový polystyren šedý
EU	Evropská unie
KČ	koruna česká
kWh	kilowatthodina
kWh/ (m <sup>2</sup> .rok)	kilowatthodina na metr čtvereční za rok
l	litr
m	metr
m <sup>2</sup>	metr čtvereční
m <sup>3</sup>	metr krychlový
mm	milimetr
m.n.m.	metrů nad mořem
NZÚ	Nová zelená úsporám
OZ	obnovitelné zdroje
PENB	průkaz energetické náročnosti budov
RD	rodinný dům
tl.	tloušťka
TI	tepelná izolace
TUV	teplá užitná voda
U	součinitel prostupu tepla
U <sub>N</sub>	součinitel prostupu tepla dle norem
U <sub>pas,20</sub>	součinitel prostupu tepla pro pasivní dům
W/ (m <sup>2</sup> .K)	watt na metr čtvereční a Kelvin
SS	současný stav

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Potřeba tepla na vytápění .....	13
Obrázek 2 Schéma pasivního domu.....	14
Obrázek 3 Desatero pro snížení energie domu .....	15
Obrázek 4 Orientace domu a s ním místností vůči světovým stranám.....	16
Obrázek 5 Průkaz energetické náročnosti budovy.....	22
Obrázek 6 Investiční trojúhelník.....	26
Obrázek 7 Původní stav RD .....	31
Obrázek 8 PENB původní stav .....	35
Obrázek 9 PENB základního opatření .....	40
Obrázek 10 PENB optimalizovaného stavu.....	47
Obrázek 11 Vizualizace domu.....	56
Obrázek 12 Nový stav domu .....	57
Obrázek 13 Nový stav domu pohled.....	57

## Seznam tabulek

Tabulka 1 Požadované U podle typu konstrukce.....	16
Tabulka 2 Maximální výše podpory na jednotlivé typy konstrukcí .....	20
Tabulka 3 Výše podpory (Kč/dům) .....	21
Tabulka 4 Náklady na základní opatření .....	41
Tabulka 5 Celkové náklady s DPH-první opatření.....	41
Tabulka 6 Dotace pro základní opatření.....	42
Tabulka 7 Celkové náklady základního opatření.....	42
Tabulka 8 Náklady optimalizovaného stavu.....	48
Tabulka 9 Celkové náklady s DPH-druhé opatření .....	48
Tabulka 10 Dotace optimalizovaného stavu.....	49
Tabulka 11 Celkové náklady optimalizovaného opatření.....	49
Tabulka 12 Náklady na energii potřebné pro vytápění v stávajícím stavu.....	50
Tabulka 13 Náklady na energii potřebné pro vytápění v základním opatření.....	51
Tabulka 14 -Náklady na energii potřebné pro vytápění v optimalizovaném opatření....	51
Tabulka 15 Výpočet doby návratnosti základního opatření .....	52
Tabulka 16 Výpočet doby návratnosti optimalizovaného stavu.....	53

Tabulka 17 Výpočet doby návratnosti dle dat investora první stav.....	54
Tabulka 18 Výpočet doby návratnosti dle dat investora druhý stav.....	55

## Seznam grafů

Graf 1 Bilance tepelných toků stávajícího stavu .....	32
Graf 2 Dodaná energie dle energonositele původní stav .....	33
Graf 3 Dodaná energie neobnovitelných zdrojů dle energonositele původní stav .....	34
Graf 4 Bilance tepelných toků základního opatření.....	37
Graf 5 Dodaná energie dle energonositele základního opatření .....	38
Graf 6 Dodaná energie neobnovitelných zdrojů dle energonositele základního opatření .....	38
Graf 7 Bilance tepelných toků varianty, kterou lze klasifikovat jako nízkoenergetický dům .....	44
Graf 8 Dodaná energie dle energonositele pro optimalizované opatření.....	45
Graf 9 Dodaná energie neobnovitelných zdrojů dle energonositele pro optimalizované opatření .....	45

## Seznam příloh

Příloha č.1 - PENB_protokol stávající stav
Příloha č.2 - PENB_protokol základní opatření
Příloha č.3 - PENB_protokol optimalizované opatření
Příloha č.4 - náklady základní opatření
Příloha č. 5 - náklady optimalizované opatření
Příloha č.6 - dotace NZÚ
Příloha č.7 - porovnání nákladů
Příloha č.8 - výkresová dokumentace stávajícího stavu
Příloha č.9 - výkresová dokumentace nového stavu