

Porovnání a výběr optimální varianty vytápění pro rodinný dům

Petr Halbrštát

Bakalářská práce
2023

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
Ústav počítačových a komunikačních systémů

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Petr Halbrštát
Osobní číslo: A20240
Studijní program: B0688A140008 Informační technologie v administrativě
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Porovnání a výběr optimální varianty vytápění pro rodinný dům
Téma práce anglicky: Comparison and Selection of the Optimal Heating Option for a Family House

Zásady pro vypracování

1. Vypracujte literární rešerši na dané téma.
2. Analyzujte státní dotace na podporu zateplení a vytápění RD.
3. Analyzujte typy a paliva ekologického vytápění RD.
4. Navrhněte vhodnou variantu vytápění pro RD.
5. Zabývejte se vybranými právními aspekty.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. MURTINGER, Karel. *Úsporný rodinný dům*. Grada, 2013. ISBN 978-80-247-8658-2.
2. NEDBÁLEK, Karel, *ELIMINACE DEPENDANCE ENERGIÍ RODINNÝCH DOMKŮ, ANEB ENERGIJE NA VYTÁPĚNÍ Z MÍSTNÍCH ZDROJŮ*, in Věda a perspektivy, ročník 2022, číslo 6 ISSN 2695-1592
3. NEDBÁLEK, Karel, *Expert na ušlý zisk, hypotetický zisk a újmu*, Slušovice: Čibe a.s., advokátní kancelář Mgr. Karel Nedbálek a otec, 2022, s. 190. ISBN 978-80-908245-9-1.
4. QUASCHNING, Volker. *Obnovitelné zdroje energií*. Praha: Grada, 2010, 296 s. Stavitel. ISBN 9788024732503.
5. TYWONIAK, Jan. *Nízkoenergetické domy 3: nulové, pasivní a další*. Praha: Grada, 2012, 195 s. Stavitel. ISBN 9788024738321.
6. ZIMA, Radek. *Topíme dřevem*. Grada, 2022, 112 s. ISBN 978-80-271-4317-7.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. JUDr. Ing. Karel Nedbálek, Ph.D., MBA.**
Ústav elektroniky a měření

Datum zadání bakalářské práce: **2. prosince 2022**
Termín odevzdání bakalářské práce: **24. května 2023**

doc. Ing. Jiří Vojtěšek, Ph.D. v.r.
děkan



doc. Ing. Petr Šilhavý, Ph.D. v.r.
garant oboru

Ve Zlíně dne 8. prosince 2022

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Cílem mé bakalářské práce na téma „Porovnání a výběr optimální varianty vytápění pro rodinný dům“ je zhodnotit a vybrat optimální variantu pro zakoupení nového zdroje vytápění v jednotlivých modelových situacích. V úvodu teorie se zaměřuji na tepelné ztráty domu, prostředí rodinného domu a úspornými druhy budov. Následně se zaměřím na uvedení jednotlivých druhů moderního vytápění rodinných domů, které splňují emisní limity. Prostor v mé bakalářské práci jsem věnoval dotacím a finančním investicím, pro jejich důležitost při výběru nového zdroje vytápění, jelikož dokážou zrychlit finanční návratnost nového tepelného zdroje.

Klíčová slova:

Vytápění, rodinný dům, návratnost investice, tepelné čerpadlo, úspora energie, dotační programy, kotel na tuhá paliva, plynový kondenzační kotel

ABSTRACT

The aim of my bachelor thesis on "Comparison and selection of the optimal heating option for a family house" is to evaluate and select the optimal option for purchasing a new heating source in individual model situations. In the beginning of the theory, I focus on the heat loss of the house, the environment of the family house and the energy efficient building types. I then focus on the introduction of diverse types of modern heating systems for houses that meet the emission limits. I devote space in my bachelor thesis to subsidies and financial investments, because of their importance when choosing a new heating source, as they can accelerate the financial return of a new heat source.

Keywords:

Heating, detached house, return on investment, heat pump, energy saving, subsidy programs, solid fuel boiler, gas condensing boiler

Rád bych poděkoval vedoucímu své bakalářské práce, advokátnímu koncipientovi, panu doc. JUDr. Ing. Karlu Nedbálkovi, PhD., MBA za praktické rady s mou prací a připomínky, které mi posloužily při tvorbě mé bakalářské práce. V neposlední řadě bych také rád poděkoval své rodině a přátelům za podporu během mého studia na vysoké škole.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 VNĚJŠÍ PROSTŘEDÍ	11
1.1 TEPLOTA VENKOVNÍHO VZDUCHU	11
1.1.1 Otopná sezona	12
1.2 VÍTR.....	12
1.3 TLAK VZDUCHU.....	12
1.3.1 Vlhkost vzduchu.....	13
1.4 SLUNEČNÍ ZÁŘENÍ	14
1.5 ENERGIE.....	14
1.5.1 Primární energie	15
1.5.2 Spotřeba energie v domácnostech.....	15
2 VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ	17
2.1 MIKROKLIMA INTERIÉRU.....	17
2.2 PRAŠNOST A CHEMICKÉ LÁTKY	18
2.3 VĚTRÁNÍ	19
2.3.1 Rozdělení větracích systémů.....	19
2.4 TEPELNÁ POHODA	20
2.5 TEPELNÁ ZTRÁTA	21
2.5.1 Součinitel prostupu tepla.....	21
2.6 DRUHY ENERGETICKY ÚSPORNÝCH BUDOV	22
2.6.1 Nízkoenergetický domy	23
2.6.2 Pasivní domy	23
2.6.3 Nulové domy.....	23
3 INVESTICE	25
3.1 NPV.....	25
3.2 INVESTIČNÍ MOŽNOSTI.....	26
3.2.1 Investice do tepelného čerpadla	26
3.2.2 Investice do dřeva	27
3.2.3 Investice do akcií.....	27
3.2.4 Investice do dluhopisů.....	28
3.3 NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM	29
3.4 NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM LIGHT	30
3.5 KOTLÍKOVÁ DOTACE	31
4 EMISNÍ POVOLENKY	32
4.1 PRINCIP OBCHODOVÁNÍ S POVOLENKAMI	32
4.2 EVROPSKÝ SYSTÉM PRO OBCHODOVÁNÍ S EMISEMI	33
4.3 SMĚŘOVÁNÍ FINANČÍ VYBRANÝCH Z EMISNÍCH POVOLENEK	34
5 VYTÁPĚNÍ DŘEVEM	35

5.1	TYPY SPOTŘEBIČŮ	35
5.2	TEPLOVODNÍ VÝMĚNÍK.....	36
5.3	DVOJSTUPŇOVÉ SPALOVÁNÍ	36
5.4	PALIVA.....	36
5.5	AKUMULAČNÍ NÁDRŽE	37
6	VYTÁPĚNÍ PLYNEM.....	38
6.1	PLYNOVÉ KOTLE	38
6.2	KONDENZAČNÍ PLYNOVÉ KOTLE.....	39
6.3	ZEMNÍ PLYN	40
6.4	BUDOUCNOST TOPENÍM PLYNEM	40
7	VYTÁPĚNÍ ELEKTRINOU	41
7.1	TEPELNÉ ČERPADLO	41
7.2	PRINCIP TEPELNÉHO ČERPADLA.....	41
7.3	DRUHY TEPELNÝCH ČERPADEL.....	42
7.4	MOŽNÝ VÝVOJ CENY ELEKTRINY	43
II	PRAKTICKÁ ČÁST	44
8	POPIS KONKRÉTNÍHO OBJEKTU A JEHO PARAMETRŮ	45
8.1	POPIS RODINNÉHO DOMU.....	45
8.1.1	Podsklepená část rodinného domu	46
8.1.2	První nadzemní podlaží.....	47
8.1.3	Druhé nadzemní podlaží	48
8.2	SOUČASNĚ PROVEDENÉ VYLEPŠENÍ DOMU.....	49
8.2.1	Modernizace střechy	49
8.2.2	Podlahové konstrukce	49
8.2.3	Dveře a okna	49
8.2.4	Zdivo domu	50
9	VÝPOČET A KOMPARACE TEPELNÝCH ZTRÁT MEZI ON-LINE KALKULAČKAMI.....	51
9.1	VÝPOČET TEPELNÉ ZTRÁTY DOMU DLE KALKULAČKY ZELENÉ ÚSPORÁM	51
9.2	VÝPOČET TEPELNÉ ZTRÁTY DOMU DLE KALKULAČKY VYTÁPĚNÍ.CZ	55
9.3	VÝPOČET TEPELNÉ ZTRÁTY DOMU PODLE SPOTŘEBOVANÉ ENERGIE	57
9.4	POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ VYPOČTENÝCH TEPELNÝCH ZTRÁT	59
10	NAVRHOVANÉ NOVÉ ZDROJE VYTÁPĚNÍ DOMU.....	61
10.1	KOTEL NA TUHÉ PALIVA – BLAZE HARMONY BH 18.....	61
10.1.1	Výhody kotle.....	62
10.1.2	Nevýhody provozu kotle na tuhé paliva.....	63
10.2	TEPELNÉ ČERPADLO – NIBE S2125-12.....	64
10.2.1	Nevýhody provozu tepelného čerpadla.....	65
10.3	PLYNOVÝ KONDENZAČNÍ KOTEL – BRÖTJE WBC 22/24I	66
10.3.1	Nevýhody provozu kondenzačního plynového kotle.....	67
11	NAVRHOVANÉ PŘÍKLADY ŘEŠENÍ.....	68

11.1	1. MODELOVÁ DOMÁCNOST	70
11.2	2. MODELOVÁ DOMÁCNOST	72
11.3	3. MODELOVÁ DOMÁCNOST	74
ZÁVĚR		76
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		79
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....		89
SEZNAM OBRÁZKŮ		90
SEZNAM TABULEK.....		91
SEZNAM GRAFŮ		92

ÚVOD

Nad tématem mé bakalářské práce jsem velmi dlouho přemýšlel, chtěl jsem si vybrat a zpracovat téma, které se mi bude v mém následujícím životě nejen hodit, ale mohu ho i prakticky využít. Další důležitý bod, který mě přesvědčil o kvalitě vybraného tématu je aktuální mezinárodní politická krize, která nutí nejen politiky, ale i obyvatele státu vážně přemýšlet o alternativních zdrojích tepla pro vytápění svých rodinných domů a bytů.

V únoru roku 2022 vpadly ruská vojska na Ukrajinu, kde nejenom vyvolaly bezpečnostní otázky, ale i dostupnost dodávek paliv pomocí současné infrastruktury. Současně, ale vyvolaly i enormní zdražení elektřiny a plynu. Toto zdražení ještě více prohloubilo zvyšující se inflaci v České republice. Všechny tyto momenty probudily v celé Evropě zájem na řešení a šetření v situaci nově vzniklé energetické krize. Výraznou roli zde sehrává neustálý vliv masových sdělovacích prostředků, které hlásí o zdražování nebo nedostatku elektrického proudu či plynu. Zároveň je zde i tlak na obměnu vytápěcích paliv v domech nebo bytech. Posledním výrazným impulzem je pro mě otázka kvalitně a finančně vhodně vybraného tepelného zdroje, kvůli končícímu datu, kdy je možno vytápět dům pomocí neekologických kotlů první a druhé emisní třídy. Datum je stanoven během psaní bakalářské práce na 1. září roku 2024, byť stále ještě chybí vyměnit dle odhadů minimálně 250 tisíc neekologických kotlů. [1]

Stát se proto snaží pomáhat se situací pomocí státních dotací na výměnu a zateplení domu, které se nazývají Kotlíková dotace a Nová zelená úsporám. Výrazným cílem dotačních programů je zmenšení negativních environmentálních jevů, spojených s provozem a těžbou nerostných fosilních paliv. Programy jsou zaměřeny nejen na úsporné opatření, ale i na modernizaci chodu domácností v podobě instalace fotovoltaických elektráren a systému rekuperačního větrání domu. První program je speciálně určen a navrhnout pro potřeby méně majetných rodin. Pro možnost čerpání této podpory stát nastavil finanční limit ve výši 170 900 Kč čistého příjmu na osobu a rok v domácnosti, částka se počítá za rok 2020. [2]

Cílem mé bakalářské práce je navrhnout nový druh ekologičtějšího vytápění rodinného domu ve třech různých modelových situacích. Modelové situace se budou lišit různou tepelnou ztrátovostí, která se odvíjí od rozdílné míry provedených investic. Důraz je kladen na tři nejrozšířenější paliva pro vytápění, konkrétně na zemní plyn, dřevo a elektřinu. Přičemž ve všech případech se jedná o vybrání moderních a vysoce efektivní tepelných zdrojů, což se opět pozitivně projeví nejen na zlepšení vypouštěných emisí, ale i na finanční efektivitě.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VNĚJŠÍ PROSTŘEDÍ

V rámci správného výběru nového tepelného zdroje vytápění domu je třeba si zjistit základní znalosti o lokálním počasí a povětrnostních jevech, protože na každý dům dopadají jiné povětrnostní podmínky, které přímo ovlivňují teplotu domu. Pro výběr nového tepelného zdroje jsou nejdůležitější klimatické jevy: nadmořská výška, proudění vzduchu, venkovní teplota a doba slunečního záření. Extrémy v hodnotách nám určují maximální výkon našeho nového zdroje tepla, na které musí být dimenzované. Průměr výše zmíněných hodnot nám určuje, jaké množství energie spotřebujeme na ohřev našeho domu. [3]

1.1 Teplota venkovního vzduchu

Teplota, která je v okolí vytápěné budovy, ovlivňuje množství prostoupeného tepla z vnitřních ploch budovy a zároveň nám udává, jaké množství tepla budeme potřebovat na vytopení vyvětraného vzduchu v místnosti budovy. Nejdůležitějším parametrem pro zjištění výkonu, který potřebujeme pro vytopení budovy je tzv. výpočtová venkovní teplota, který se označuje t_e . Tento parametr nám označuje normované a předem dohodnuté venkovní teploty v zimních měsících, které se vyskytují v určitých oblastech naší republiky. Norma pro výpočet venkovní teploty má označení ČSN 06 0210 a určuje nám teploty t_e , pro určité oblasti následovně: $t_e = -12, -15, -18, \text{ a } -21$ stupňů Celsia. Alternativní norma pro teploty v ČR je ČSN 73 0540-3, která rozděluje ČR podle nadmořské výšky do čtyřech různých kategorií viz. Tabulka 1.

Tabulka 1: Teplotní oblasti ČR v zimním období [3]

Teplotní oblast	Průměrná nadmořská výška v oblasti (m.n.m.)	Základní návrhová teplota venkovního vzduchu (°C)
1	240	-12
2	320	-14
3	540	-16
4	820	-18

Norma pro návrhovou teplotu venkovního vzduchu byla vytvořena z maxim dvaceti hodnot měření z nejvyšších dvoudenních průměrů, co do minusových teplot v zimním období za posledních 20 let. [3]

1.1.1 Otopná sezona

Dle státem nařízené vyhlášky je stanovena topná sezona od 1. září do 31. května. Dodávka tepla ve výše stanoveném datumu začíná, pokud průměrná denní teplota venkovního vzduchu padne pod 13 °C ve dvou po sobě následujících dnech a podle předpovědi počasí se neočekává zvýšení teploty nad 13 °C následující den. V případě, že by venkovní teplota vystoupila opětovně nad 13 °C, po dobu alespoň dvou dnů a dále se počítá s teplým počasím, dodávka tepla se přeruší.

Pro statistické využití a porovnání intenzity topných sezón se využívají tzv. denostupně, které označují počty dní, které lze považovat za otopné dny. [4]

1.2 Vítr

Vítr je jeden z hlavních jevů, které ovlivňují spotřebu tepla na vytápění domu, z důvodu vnikajícího vzduchu do interiéru objektu přes netěsné dveře a okna domu, které je nutné nahřívát na pokojovou teplotu. Rychlost větru, která se uvádí jako průměr pro Českou republiku je zhruba 3,5 m/s. Na hřebenech českých hor je průměrná rychlost větru udávána zhruba na 8 m/s. [5]

Hodnota rychlosti větru se využívá na výpočet součinitele ztráty tepla. V rámci zjednodušení výpočtu se využívá konstanta v hodnotě 23 W/(m²K), která je přepočtena na vítr o rychlosti 3 m/s, což odpovídá průměrné rychlosti větru na většině území ČR. Problémy s větrem se vyskytují na návětrné straně domu, což může vést k problematickému řízení teploty vytápění. Udává se, že spotřeba tepla na vytopení návětrné strany domu, může být až o čtvrtinu vyšší než na závětrné straně domu při stejně velkých místnostech. [6]

Průměrná rychlost větru se se měří na specializovaných měřicích stanicích pomocí miskových anemometrů. Anemometry bývají při měření umístěny do výšky mezi 20 až 30 metrů nad zemí. Často jsou velké rozdíly mezi měřením během dne a během noci. Rozdíly v rámci měření během dne, jsou často pro malé rozdíly, zanedbávány v tepelně technických měřeních. V meteorologických příručkách je směr větru označován dle osmidílné větrné růžice a dále v jednotlivých procentech počtu pozorování. [5]

1.3 Tlak vzduchu

Neboli atmosférický tlak je síla, která působí kolmo na jakoukoliv plochu na povrchu země o velikosti jednotky 1 m². Tlak vzduchu je vyvolán silou sloupce vzduchu, který sahá od

úrovně mořské hladiny do úrovně horních částí atmosféry. Měří se v pascálech (Pa), v praxi meteorologů se ale vyskytuje s jednotkou hektopascal, který je roven stu pascalům. Na atmosférický tlak vzduchu má vliv: nadmořská výška, zeměpisná šířka, teplota vzduchu a obsah vodní páry ve vzduchu. Kvůli rozdílným tlakům v nadmořských výškách se jako základní atmosférický tlak nastavil tlak u mořské hladiny, který má průměrnou hodnotu ve výši 1013,25 hPa. [7]

Atmosférický tlak se logicky zmenšuje při stoupaní do vyšších nadmořských výšek, protože klesá rozdíl mezi výškou mořské hladiny a výškou atmosféry. Změna tlaku vzduchu, který se zmenšuje každých 100 výškových metrů se označuje vertikální tlakový gradient. Změna tlaku vzduchu probíhá nepravidelně s rostoucí výškou, klesání tlaku zpomaluje. Udává se, že ve výšce 5500 metrů nad mořem je tlak vzduchu na zhruba poloviční hodnotě vůči tlaku u moře, u nižších pater atmosféry se počítá s poklesem tlaku o 8 hPa každých 100 výškových metrů. [7]

Při výpočtech tepelných ztrát domu má tlak malý význam, a proto se běžně zanedbává změna tlaku vzduchu. Pouze u zařízení ve velmi vysokých horách, je třeba brát změnu tlaku na zvýšený zřetel. Udávaný tlak pro standardní oblasti České republiky je stanoven na 981,1 hPa. K výpočtu změny tlaku se využívá jednoduchý vzorec:

$$p_2 = p_1 \frac{1600 - \Delta H}{1600 + \Delta H}$$

Přičemž: p_2 a p_1 jsou tlaky na zkoumaných místech 1 a 2 [Pa]

ΔH je výškový rozdíl oblastí [m] [8]

1.3.1 Vlhkost vzduchu

Nepatří mezi důležité faktory při vytápění domu. Vlhkost je ovlivněna množstvím srážek v atmosféře. Zvýšením srážek se dále zvyšuje obsah vlhkosti v obvodových stěnách domu a následně se tím zvětšuje tepelná ztráta domu. Vlhkost je taktéž jako teplota ovlivněna geografickou polohou domu. Dále se vlhkost liší podle ročního období, denního času a množství spadlých srážek. Vzdušná vlhkost vzniká výparem vody z vodních ploch. [11]

1.4 Sluneční záření

Sluneční záření je kromě světla také podstatným zdrojem elektrické energie a tepla ze Slunce. Množství slunečního proudění se odvíjí od znečištění oblohy, polohy Slunce, orientaci na světové strany a geografické umístění vytápěné budovy. Nejnižší hodnoty tzv. solární konstanta dosahuje v horském prostředí a dále na málo znečištěném venkově, naopak nejvíce negativních hodnot se dočkáme ve velkých aglomeracích a v okolí velkých průmyslových staveb. [6]

Sluneční záření si je možno představit jako soubor vlnění o různých délkách, které se před vstupem na zemskou atmosféru podobají černému tělesu o teplotě 6000 K. Záření lze dělit na tři základní skupiny podle vlnové délky. [9]

1. **Ultrafialové sluneční záření** se vyznačuje vlnovou délkou menší než 390 nm, ultrafialové záření tvoří 7 % celkové energie elektromagnetického slunečního záření, které dopadá do zemské atmosféry. Značné množství se ho již vstřebává ozónem v atmosféře stratosféry.
2. **Viditelné sluneční záření** má vlnové délky v rozpětí od 390 nm do 760 nm, zde se vytváří okem viditelné barvy s odstínem fialové a červené a zároveň se zde vyskytuje 48 % celkové elektromagnetické energie před vstupem do atmosféry Země.
3. **Infračervené sluneční záření** má vlnovou délku větší než 760 nm a tvoří 45 % z celkové energie, která pochází ze slunečního svitu. [10]

1.5 Energie

Dostatečné množství energie je jeden z nejdůležitějších podmínek pro život a pro rozvoj civilizace. Již první živé organismy potřebovaly energii ze slunce ke svému životu. Prostředkem výrazné proměny lidské civilizace byly objevy fosilních paliv (ropa, uhlí, plyn a uran). Následovala závislost na výše uvedených palivech, které se čerpají téměř výhradně z neobnovitelných zdrojů. Bohužel spalováním a těžbou fosilních paliv měníme rychle klimatické podmínky na Zemi, které ohrožujeme skleníkovými plyny a tím pádem se povrch Země rychle zahřívá, což ohrožuje stabilitu a biodiverzitu živé složky na Zemi. Energie má speciální vlastnost, že se nedá na rozdíl od ostatních materiálů recyklovat nebo jen velmi omezeně. Tímto způsobujeme ohromné množství zbytkového odpadního tepla, kterým ještě zrychlujeme proces ohřívání planety. Dnes již není žádného sporu, že se musí vyrobenou

energií šetřit a hledat možnosti, jak s ní efektivně zacházet. Zvláště velkým místem na úsporu energií je vytápění domů a bytů. Nutnost hledat řešení zrychluje v poslední době kvůli stále se zvětšujícím problémům široké veřejnosti s finančními nároky na vytápění jejich domů. Největší problém je samozřejmě u starých a nezateplených domů, u kterých je spotřeba energie na vytápění nejvyšší, a proto se zde nejvíce vyplatí investice do zateplení a hledání nového efektivnějšího zdroje vytápění. [12]

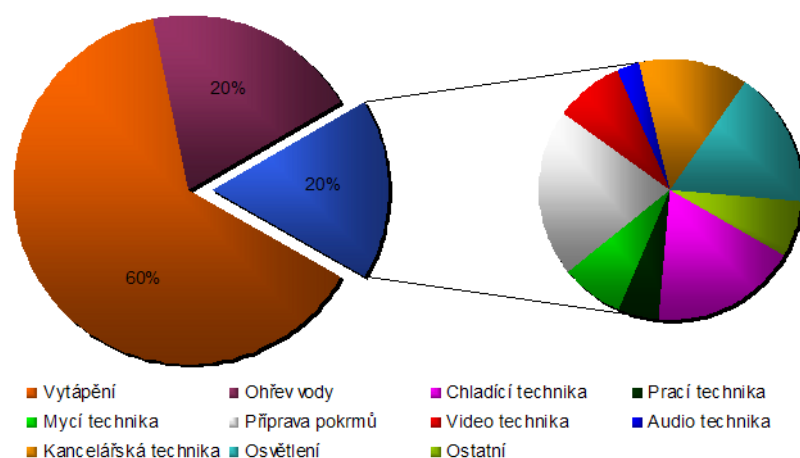
1.5.1 Primární energie

Při hodnocení náročnosti budov se většinou díváme do budoucna a řešíme ekologickou a peněžní efektivitu v horizontu 20 až 30 let. Je nutné brát na zřetel možnost změny legislativy ohledně vytápění, a proto je potřeba se zajímat o co nejmodernější technologie vytápění.

Ideální scénář nastává, pokud je budova navrhnutá a zefektivněna do té podoby, že dokáže více energie vyprodukovat, než potřebuje pro svůj provoz. Častým případem jsou domácí elektrárny na obnovitelné zdroje, nejčastěji solární panely, které s akumulátory dokážou nejen pokrýt potřebu elektřiny pro domácnost. Zvládnou vyrábět i přebytky do akumulátorů na použití v období menší výroby elektřiny ze solárních panelů. V takovém případě se stává dům téměř nezávislý na dodávce elektrické energie ze sítě. [13]

1.5.2 Spotřeba energie v domácnostech

Ve starších domech se většina energie spotřebovává na vytápění domu, dále na ohřev vody a až dále následují další energetické výdaje, jako spotřeba při vaření a provozování domácích spotřebičů.



Obrázek 1: Rozdělení spotřeby energie v domácnosti [94]

Obecně platí, že zateplené a moderní domy mají podíl energie, které potřebují na ohřev domácnosti nižší a zároveň roste podíl spotřebované energie na ohřev vody a spotřebu domácími spotřebiči. Zde je třeba si uvědomit, že každá domácnost má jiné preference a styl života, který výrazně ovlivňuje spotřebu energií. Snižování spotřeby na ohřev teplé vody a vaření má výrazně menší vliv na spotřebu energií, pokud srovnáme potenciál šetření modernizací zdroje tepla domácnosti. Spotřeba domácích spotřebičů stoupá úměrně s rostoucím komfortem domácnosti, zde platí, že spotřebiče mívají menší energetické nároky na provoz než předchozí generace spotřebičů, ale celkové množství spotřebičů roste. Tudíž i podíl spotřebované energie na obsluhu spotřebičů roste. [12]

Podobně se v České republice vyvíjí i situace v průměrné obytné ploše k životu. Dle českého ministerstva životního prostředí bylo v ČR v roce 1991 zhruba 4 miliony domácností. Za následující dekádu tento počet vzrostl o 230 tisíc nových míst k životu a tím pádem roste celková plocha obytných míst v ČR a samozřejmě také průměrná plocha na jednoho obyvatele. Obytná plocha vzrostla od sedmdesátých let minulého století o polovinu a od roku 1991 do roku 2001 o více než 12 %. S růstem obytných ploch samozřejmě roste i nutnost tyto plochy vytápět a tím roste i spotřeba energií na vytápění domu. Za předpokladu nerealizace úsporných opatření, jak na straně obvodového pláště domu, tak na straně zdroje vytápění domu. [12,14]

2 VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ

Pro moderní bydlení na úrovni 21. století je třeba brát, kromě pohledu na vnější prostředí důraz i na vnitřní prostředí. Hlavním důvodem jsou hlavně zhoršující se podmínky pro život v interiéru domu a tím pádem nevhodné, až zdraví ohrožující podmínky pro život člověka. Západní člověk stále větší procento svého života tráví ve vnitřním prostoru, což je další závažný argument rozboru vnitřního prostředí.

Hygienici by stanovili kvalitu vnitřního prostoru jako soubor fyzikálních, biologických a chemických faktorů prostředí. Pro výše zmíněné faktory jsou proto stanoveny limity jejich koncentrací v domácnostech, které by se neměly překračovat. Naprostým základem kvalitního prostředí v interiéru je větrání, které dokáže ovlivňovat všechny faktory. Větrání má, ale bohužel velkou nevýhodu ve značném množství ztraceného tepla. Nesmíme, ale zapomenout na dostačenou výměnu vzduchu a zároveň si uvědomit, že pomocí zateplování domu, výměny oken a dveří, se zmenšuje objem vzduchu, který se mění bez větrání a tím pádem se může množství nevhodných látek v domě zvětšovat. [15]

2.1 Mikroklima interiéru

Jedná se o soubor třech základních veličin: teploty, relativní vlhkosti a rychlosti proudění vzduchu. Je třeba hledat komplexní řešení, neboť se veličiny navzájem doplňují a ovlivňují navzájem. Současní lidé, si zvykli na vysoký komfort života, ke kterému patří neodmyslitelně vyšší pokojové teploty v porovnání s našimi předky. Typickým příkladem je kniha „Pokynů a zásad pro větrání škol“, kde se uvádí že mají být školy vytápěny v rozmezí 17 až 19 °C. Dnešní školy jsou projektovány na 22 °C s odchylkou dvou stupňů na obě strany. V reálném měření ze škol jsou výsledky měření často kolem 27 °C. Je třeba si uvědomit, že pocitově vnímané teplo je značně individuální otázka.

Ideální vlhkost je udávána na 40 % a během topení bývá i nižší v kombinaci s větráním. Při vysokém objemu vlhkosti v interiéru domova je častým jevem růst plísní, což opět ukazuje na důležitost větrání domu. [15]

Nynějšími normou zabývající se kvalitou vnitřního prostoru je norma ČSN EN 15251. [16]

2.2 Prašnost a chemické látky

Problémem domácností je vyskytující se prach. Jedná se o soubor pevných látek, především aerosoly, což jsou biologické částice. Mezi aerosoly patří: plísně, spóry, zvířecí chlupy, roztoči, šváby, hmyz, myši, výkaly domácích mazlíčků a pyly. Většina aerosolů jsou pro člověka zdraví nebezpečné a toxické.

Plynných těkavých látek můžeme v domácnosti identifikovat na 2000 druhů, ale v průměru se v domácnosti vyskytuje 50 druhů. Nejhorší z nich jsou označovány jako organické těkavé látky, které se označují jako VOCs. Dlouhodobé působení plynných těkavých látek v lidském organismu vyvolává neurologické změny a při prudkém působení velkých dávek se může objevit otrava plyny. Výjimkou zde nejsou ani karcinogenní plynné těkavé látky. Většina plynných těkavých látek jsou lidskými alergeny.

Velké množství nevhodných látek si dovážíme do naší domácnosti v podobě: kosmetiky, prostředků na úklid, voňavek a vonných svíček. Tyto produkty obvykle obsahují alergické a zdraví nevhodné látky, které mohou vyvolat v člověku alergie.

Nebezpečí pro člověka číhá i u spalování plynu v domácnosti. Jedná se zde o oxidy uhlíku a dusíku. Problém nastává při větším množství oxidu uhličitého (CO_2) ve vzduchu naší domácnosti, neboť zde dochází ke zmenšení procenta kyslíku ve vzduchu a ve tkáních všech živých organismů. Nadlimitní koncentrace oxidu uhelnatého (CO) má za následek nebezpečný jev v podobě zabránění okysličování krve. Průběh zmenšování kyslíku v krvi se projevuje od únavy, špatného dýchání, poruch kardiovaskulárního systému, až po ztrátu vědomí a smrt. Dalšími plyny, které vznikají při spalování plynu jsou oxidy dusíku NO a N_2O , tyto oxidy se špatně rozpouští ve vodě, tím pádem se jim „daří“ snadno vnikat do plic. Člověk při kontaktu s oxidy dusíku prožívá únavu a zhoršení okysličování krve. Při dlouhodobém kontaktu s oxidy dusíku může vzniknout snížená obranyschopnost lidské imunity a náchylnost k zánětům dýchacích cest.

Česká republika má kvůli svému podloží zvýšený výskyt radonu, který se nejčastěji usazuje v domácnostech s málo častým větráním. Radon se po vdechnutí do lidských dýchacích cest rozpouští, ale nikde se neusazuje, na rozdíl od jeho dceřiných prvků. Jeho dceřiné prvky se usazují v dýchacích cestách a ozařují buňky a tkáně, u kterých mohou vyvolat zhoubné nádory. [16]

2.3 Větrání

Pro nezbytné zajištění kvalitního a hygienicky vyhovujícího vnitřního prostoru je nutné zajistit dostatečné množství čerstvého vzduchu. [17]

Základním požadavkem je výměna alespoň 25 m³/h čerstvého vzduchu s výjimkou staveb v Praze, kde je hodnota nastavena na 15 m³/h. Samozřejmostí, je upravit množství větraného vzduchu s ohledem na aktivitu jedinců v interiéru budovy. Větráním se zabývá vyhláška číslo 20/2012 Sb., která specifikuje a stanovuje nároky na výměnu vzduchu, přičemž se zde uvažují parametry: plocha budovy a počet místností. [15]

2.3.1 Rozdělení větracích systémů

- 1. Přírozené větrání** – Je systém založený na fyzikálních principech pohybů vzduchu v atmosféře. Pomocí těchto znalostí byli naši předkové schopni postavit i velmi složité větrací systémy, které sloužili jako teplovzdušné vytápění. Tepelné průduchy a větrací šachty jsou dodnes viditelné na českých hradech a zámcích. Systémy mají nejvyšší účinnost v zimě, neboť zde je nejvyšší rozdíl v teplotách uvnitř budovy vůči venkovní teplotě. Běžnými prvky přirozeného větrání jsou: světlíky, větrací šachty a samozřejmě netěsnosti ve dveřích a oknech.
- 2. Nucené větrání** – Je podmíněno využitím ventilátoru na pohyb vzduchu. Největší výhodou nuceného větrání je jeho nezávislost na teplotě, tlaku a proudění vzduchu, neboť pomocí ventilátoru lze dopravit vzduch na všechny místa. Ventilátor má za úkol odsát pomocí vzduchového vedení vzduch z místnosti a tím způsobit podtlak, pomocí kterého se přes vhodné větrací zařízení propouští čerstvý vzduch. Na nuceném větrání je založeno i teplovzdušné vytápění domu. To funguje na přivedení teplejšího vzduchu do místnosti, kde teplejší vzduch předá teplo dosavadnímu vzduchu, proto tento systém vzduch pouze cirkuluje a nevětrá ho. Větracího efektu lze dosáhnout pomocí přísávání čerstvého vzduchu do cirkulačního okruhu teplovzdušného vytápění.
- 3. Hybridní větrání** – Jedná se o kombinaci předchozích dvou systémů. Úkolem pro hybridní větrání je výměna vzduchu a zároveň co nejnižší spotřeba energie. V tomto systému je třeba mít řídicí systém, který na základě dat o kvalitě vzduchu nastavuje parametry větrání. Primárně se systém zabývá koncentrací CO₂ ve vzduchu, což je ale finančně nákladná záležitost vzhledem k nutnosti mít CO₂ čidla v domě. [18]

2.4 Tepelná pohoda

Člověk přirozeně produkuje teplo v rámci svých fyziologických potřeb, zde záleží na fyzické aktivitě a prostředí, kde se člověk vyskytuje. V případě, že člověk potřebuje větší množství tepla, než je schopen vyprodukovat dochází k jeho podchlazení. Opačným extrémem je přehřátí lidského těla. [18]

Dospělý člověk při základních výkonech produkuje zhruba 58 W/m^2 , přičemž průměrná plocha dospělého člověka je $1,8 \text{ m}^2$.

Tabulka 2: Rozdíly měrného tepelného výkonu člověka na m^2 tělesné plochy [18]

Činnost	Měrný energetický výdej $q \text{ (W/m}^2\text{)}$
Spánek	41
Klidné sezení	58
Kancelářská práce	58-70
Vaření	83-116
Pomalá chůze (3,2 km/h)	116
Rychlá chůze (6,4 km/h)	221
Hoblování	350
Squash	320-450

Tepelná pohoda člověka je tedy stav, když dosáhneme rovnováhy mezi vyrobenou tepelnou energií a odevzdáním tepla vydaného. Člověk je před nadměrným teplem chráněn zvýšeným množstvím vyrobeného potu, kdežto před chladem nemá žádnou přirozenou obranu. Pro člověka je ale důležitější teplo (radiální), které se skládá nejen z tepla těla, ale i teploty a směru proudění vzduchu, což dokazuje oblíbenost sedění u kamen v zimě. Dále je pro zajištění tepelného pohodlí nutné zajistit průběžné prohřívání velkého pokoje rovnoměrně, neboť lidský termoregulační systém má velké problémy s teplotně rozdílným prostředím např. studená okna a teplé zdi v interiéru.

Optimem pro vytápění místností v zimním období je 21,5 °C s odchylkou dvou stupňů. Teplota stěn, oken ani stropu by tudíž neměla být nižší než 19,5 °C. V létě je ideální teplotou pro zajištění tepelné pohody, teplota 26 °C, opět se dvoustupňovou odchylkou. Přičemž ideálním scénářem by bylo, pokud bychom v domácnosti měli o 4 až 6 °C méně, než je ve venkovním prostoru. Tento rozdíl je považován za příjemné prostředí pro teploty v teplých letních měsících a zároveň tento rozdíl ještě není tak vysoký, aby nám mohl způsobit zdravotní problémy. V letních měsících by neměla rychlost proudění vzduchu přesáhnout 0,1 m/s. [18]

2.5 Tepelná ztráta

Energetické ztráty budov v České republice se určuje podle normy ČSN EN 12 831, která je jako jediná platná. Po nastudování a správném vypočtení tepelné ztráty lze adekvátně navrhnout řešení na zmenšení ztrát domu. Tepelná ztráta domu je jeden s nejdůležitějších parametrů pro výběr nového tepelného zdroje. Při dnešních cenách energií nabývá významu výpočet a nalezení nových úspor na domu, ještě důležitějších rozměrů nežli dříve, nehledě na snahu společnosti omezit vypouštění skleníkových plynů do ovzduší. [19]

Tepelná ztráta domu se skládá z několika částí: prostup tepla u vytápěného objektu, tepelná ztráta větráním, teplotní korekční činitel, ztráty při přerušovaném vytápění domu. [8]

V dnešní době se do popředí zájmu dostávají tepelné ztráty při větrání. Je to způsobeno vyvinutím modernějších a efektivnějších materiálů na obvodových stěnách domů. Těmito moderními materiály se razantně podařilo snížit tepelné ztráty prostupem tepla. [20]

2.5.1 Součinitel prostupu tepla

Součinitel nám ukazuje množství tepla, které nám unikne na 1 m² a rozdílu teplot 1 K. [21]

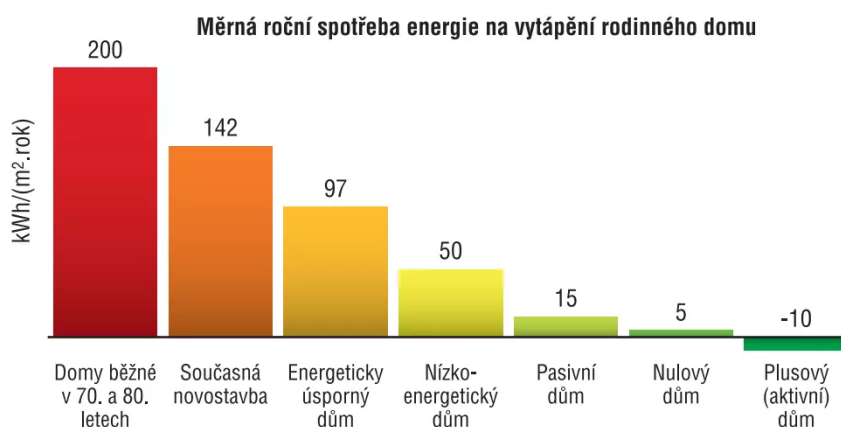
V 80. letech dvacátého století došlo k snížení součinitele prostupu tepla z hodnoty 1,4 na 1 W/(m²K). [21] Přičemž proces zlepšování vlastností cihel se odehrává průběžně od počátku druhé poloviny 20. století. První evolucí bylo nahrazení plné cihly, modernějším pojetím tzv. CDm cihly, což označuje příčně děrovanou cihlu. Druhou etapou bylo nahrazení příčně děrovaných cihel, velkoformátovými cihlami, označovánými jako typ CDK. Ve třetí etapě se objevil typ P+D, což se odkazuje na zkratku pero-drážka. Tyto cihly jsou často označovány jako „dnešní“ typ cihel „Therm“, vyznačují se styčnou spárkou mezi jednotlivými bloky P+D cihel. Nejmodernější cihly jsou dnes označovány jako cihly broušené, které mají, jak z názvu

vyplývá broušený ložné plochy. Tento typ se v České republice začal vyskytovat v počátcích 21. století. [22]

Všemi inovacemi na straně cihel bylo dosaženo vylepšení tepelně-izolačních vlastností na jedenáctinásobek původních izolačních hodnot pálených cihel. Během posledních 50 ti let se se zvětšily nároky na prostup tepla přibližně šestkrát. Cihly jsou tudíž stále moderní materiál, který prošel výrazným rozmachem a nyní splňuje i nejpřísnější požadavky na moderní zateplení domu, nehledě na dobu trvanlivosti a neměnnosti svých izolačních hodnot. [22]

2.6 Druhy energeticky úsporných budov

V dnešní době je již samozřejmostí při stavbě nebo zásadní rekonstrukci domu myslet na energetickou náročnost budovy. Budovy se dělí na pět základních kategorií: postarší domy z druhé poloviny 20. století, novostavby a moderní výstavba, nízkoenergetické domy, nulové a pasivní domy. [8] Domy v západním světě se také rekonstruuji ke snížení množství skleníkových plynů na jejich obsluhu tím, že se zmenší spotřeba energie na provoz domu. Proto je taky zájem státu poskytovat dotace, které lidem pomůžou k nákupu obnovitelných zdrojů elektřiny, typicky solárních panelů. Typy energetické náročnosti budovy se určují nejenom pro rodinné domy, ale i pro veřejné budovy. Typicky pro školy, školky, úřady, nemocnice, budovy pro seniory, rehabilitační zařízení. V současné době jsou povoleny jen nízkoenergetické, pasivní a nulové domy, v rámci výstaveb novostaveb. [23]



Obrázek 2: Srovnání energetické náročnosti druhů budov [23]

2.6.1 Nízkoenergetický domy

Tyto domy mají široké rozpětí materiálů. Nejčastější materiály jsou: cihly, tvárnice, vápen-cové bloky a dřevo. Na druhou stranu se v této kategorii již nevyskytují materiály s nízkou úrovní akumulace tepla. V této kategorii domů se počítá se skoro 50 % úsporou na nákladech na provoz z porovnání s klasickými domy. Nízkoenergetické domy by měly být schopné uspořit okolo dvou třetin energie na vytopení a provoz domu. V rámci národní normy ČSN 73 0540-2 se tento typ úsporných domů musí držet do 50 kWh/(m²*rok), za celkové náklady na provoz domu. [24]

Normovaná spotřeba je zde často dosahována pomocí zateplení obalu domu. Zateplení obalu domu se skládá se zateplení: obvodových stěn, stropů, podlah a střechy. Správně provedená a vhodně vybraná izolace obalu domu zajišťuje i vzduchotěsnost pláště domu. [25]

2.6.2 Pasivní domy

V této kategorii domů se dostáváme do rozsahu maximálně 15 kWh/(m²*rok) za celkové náklady na provoz domu. Domy této kategorie již ve velkém spoléhají na teplo, které je vyzářeno pomocí Slunce do místností, odpadního tepla spotřebičů a vyzářeného tepla od lidí. Nízkému úbytku tepla se dosahuje pomocí velmi kvalitních izolací domu, oken a dveří s velmi nízkými tepelnými ztrátami. U pasivních domů se také velmi často vyskytuje automatické řízení větrání, které bývá již doplněno o rekuperaci tepla se vzduchu. [26]

Vytápění bývá stavěno na teplovzdušném větrání. V létě je klimatická pohoda domu zajištěna kvalitní vzduchotechnikou a klimatizační jednotkou. [26]

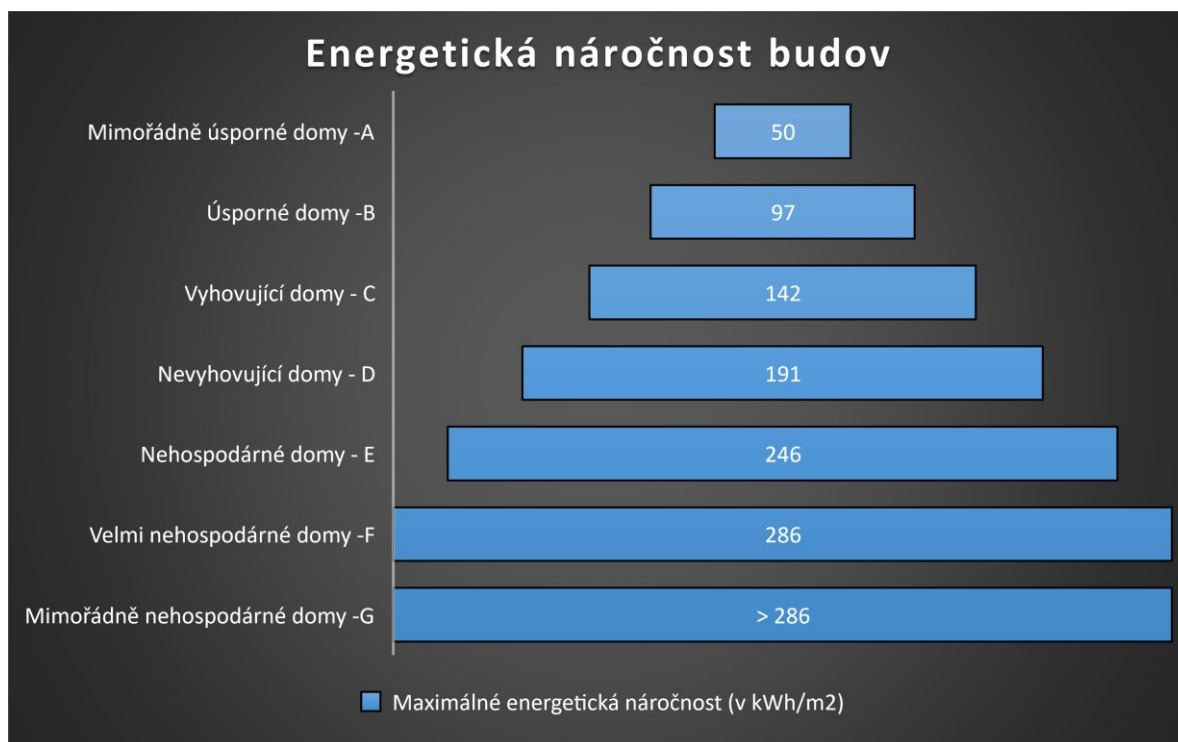
Celkově tedy úspory na vytápění domu mohou dosahovat až 90 %, při stále vysokém komfortu bydlení. Současně náročnost na výstavbu pasivního domu se již mnoho neliší od klasické novostavby domu, proto je doporučeno i s ohledem na budoucnost investovat do pasivního domu. [27]

2.6.3 Nulové domy

Nulové domy jsou nejvíce ekologickými stavbami. Jejich energetická náročnost na provoz je skoro rovna 0, tedy normovaně maximálně 5 kWh/(m²*rok). Tento typ domů nemá žádný zdroj aktivního vytápění. Veškeré teplo se skládá z tepla Slunce, které proudí do domu, tepla produkovaného obyvateli domu a odpadním teplem z domácí elektroniky. Zvládnout provozovat nulový dům je ovlivněno klimatem v okolí domů a směrovými proporcemi domu, kde je třeba si pohlídat orientaci domu na jih. [27]

U nulových domů je samozřejmě kladen výrazný důraz na použití obnovitelných zdrojů energie, v tomto případě typicky fotovoltaických panelů. Zde se dá podle výkonu elektrárny uvažovat o prodeji přebytků do veřejné sítě, nebo akumulaci přebytečné energie do baterií. [23]

Spotřeba se kvůli výrobě a prodeji přebytečné energie dokonce může stát záporná. Neboli, více energie vyrobí, než potřebují na provoz domu. Velkou výhodou je, že pokud nastane blackout v síti, tento dům si vystačí po nějakou dobu v plně autonomním režimu, nehledě na dodávky elektriny přes síť.[28]



Graf 1: Energetická náročnost jednotlivých druhů budov [73]

3 INVESTICE

Pro naprostou většinu obyvatelstva České republiky je velmi důležitá cena za spotřebovanou energii. Proto se lidé rozhodují investovat do zateplení domů nebo pořizují nový úspornější zdroj tepla. Samozřejmostí u takové výrazné investice je značné očekávání v návratnost investice a její budoucí profit do rodinného rozpočtu. Při dlouhodobě špatné návratnosti by se lidé zaměřili na nákupy: cenných papírů, akcií, stavebního spoření, přičemž úroky a dividendy by sanovaly cenu za energie domu. [12]

Návratnost jde lehce vyvodit z množství peněz, které jsme investovali do vylepšení domu. Tuto částku následně podělíme předpokládanými úsporami a vyjde nám za kolik let by se měla investice zaplatit a začít nám generovat zisk. Pokud do výpočtu budeme vkládat i předpoklady růstu cen, míru inflace, úroky na provoz půjčky, dostaneme se na mnohem přesnější odhad návratnosti investice. [12]

3.1 NPV

Jedná se o vylepšenou metodu na porovnání investic. Při této komparační metodě je důležitým ukazatelem aktuální hodnota peněz, které chceme svěřit na investici. Pomocí metody NPV se jde zaměřit na porovnání investice a vložení peněz do akcií nebo fondů s podobným rizikem. Investice se vyplátí, pokud je hodnota NPV vyšší než 0. [12]

Výsledky u takto obtížných propočtů nelze brát zcela vážně. Hlavní odchylky mohou nastat při výrazné změně cen energie, míře inflace v České republice, což při výpočtu na více než dekádu může způsobit zcela jiné výsledky, než bude realita. [28]

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{PP_t}{(1+i)^t} - K$$

Obrázek 3: Vzorec na výpočet čisté současné hodnoty [29]

- Přičemž:
- n = doba životnosti
 - i = diskontní úroková míra
 - PP_t = peněžní příjem za daný rok
 - K = vstupní investice

Výsledky výpočtů:

1. $NPV > 0$ Výnosy převyšují nad náklady – Investujeme
2. $NPV < 0$ Výnosy nedosahují nákladů – Neinvestujeme
3. $NPV = 0$ Výnosy se rovnají nákladům – Neinvestujeme [29]

3.2 Investiční možnosti

Domácnosti mají v dnešní době spousty možností, kde investovat své těžce ušetřené peníze. Proto očekávají za svou investici výnos nebo úsporu. V případě investice do zateplení nebo do nového zdroje vytápění domu očekáváme výraznou úsporu financí.

Existuje spousta dalších finančních produktů, do kterých lze investovat finance: například akcie, cenné papíry, kryptoměny, drahé kovy, sběratelské předměty. Výše výnosnosti vybrané investice, se určuje podle diskontní úrokové míry. [30]

Základem všeho je tzv. Magický trojúhelník neboli tři pojmy: likvidita, riziko a výnos. Jelikož se jedná o trojúhelník, nelze dosáhnout nikdy ideálního stavu u všech třech proměnných. Proto je důležité si vybrat jednu ze třech strategií, která je pro nás klíčová. Je naprosto samozřejmé, že s vyšším rizikem ztráty se pojí vyšší teoretický výnos investice. [31]

3.2.1 Investice do tepelného čerpadla

Jelikož je celá práce zaměřena na nové ekologické zdroje tepla, jako první s investicí bych zmínil nákup tepelného čerpadla. Investice tohoto ražení by měla být poměrně bezpečná a zároveň výnosy, by měly být každoroční ve formě uspořené peněz za energie. Výhodu této investice spatřuji hlavně v předpokladu trvalého růstu cen energií. Cena na burzách konstantně kolísá, tudíž nelze vyvrátit ani pád cen, který se konal během ekonomické krize v letech 2008 až 2014. [30]

V roce 2022 zdražila průměrná cena elektřiny o 62 %, na což byl stát nucen reagovat pomocí stropu na energie v hodnotě 6 050 Kč za 1 MWh elektřiny, byť bez poplatků na distribuci energie k zákazníkovi. Reálná cena státního stropu byla okolo 8000 Kč za 1 MWh elektřiny. Není bez zajímavosti, že růst o tak zásadní procenta, byl nejvyšší ze všech států Evropské unie. Přičemž, jsme dosud stát, který je schopen si veškerou svou energii vyrobit ve svých elektrárnách. [32]

Dle analytiků během roku 2023 budou pomalu klesat ceny elektřiny. Tento jev už naznačují nejen čísla na burzách, ale i první dodavatelé, kteří dodávají energie za nižší ceny, než je

stanoven státní strop na cenu energie. Státem daný strop je naplánován do konce roku 2023. Výraznou změnou může být „nastartování“ všech francouzských jaderných elektráren, což by mohlo způsobit propad až o 80 euro za 1 MWh. Analytici tedy neočekávají v nejbližších letech návrat cen na předválečnou úroveň. [33]

Největší rizikem je možnost závady na tepelném čerpadle, které by zamezilo jeho provozu. Následná částka na opravu závady je tedy možným rizikem investice. [30]

3.2.2 Investice do dřeva

Pokud budeme pokračovat v investicích do „teplé pohody domova“, nemůžeme s ohledem na oblast východu Zlínského kraje vynechat investici do dřeva. Budeme-li uvažovat jen nad velmi bezpečnými investicemi typu: stavební spoření, úroky na účtech, penzijní pojištění, tak téměř jistě se nám nepodaří porazit míru inflace. A o nějakém zhodnocení peněz netřeba ani mluvit. Určitou jistotou je nákup dřeva na palivo. [34]

Cenu nákupu lesa ovlivňují tyto základní faktory: stáří porostu, druhové složení dřevin, přístupové cesty k pozemku a momentální situace na trhu se dřevem. Očekávaná doba růstu kvalitního lesního porostu je odhadována na 80 let. Dá se očekávat, že pro velké množství lidí, je možná alternativa zakoupení perspektivních lesních pozemků. Předpokládaný zisk ve výši 750 000 Kč za vytěžení jakostního hektaru lesa (bude po odečtení nákladů na zalesnění a péči o les ve výši 250 000 Kč), roven zisku 500 000 Kč. Celkový výnos investice je 5,2 % po dobu 80 let. Jedná se tudíž o dlouhodobou konzervativní investici. [93]

3.2.3 Investice do akcií

Investicí do akcií se rozumí mít vlastnictví v určité společnosti ve velikosti poměru svých akcií k celkovému množství všech akcií společnosti. Dále mám hlasovací právo ve společnosti. Důležitým právem je i nárok na vyplácení dividend společnosti. Akcie nemá žádnou splatnost, tudíž se jedná o dlouhodobý cenný papír. Akcie mohou růst nebo klesat v závislosti na burzovním vývoji společnosti. [29]

Zájmem vlastníka akcie by měla být snaha o růst nominální ceny akcie a zároveň časté vyplácení dividendy. Rizikovost u vlastnění akcií je nepoměrně vyšší, při porovnání s vlastněním dluhopisů. Rizikovost tkví v omezených možnostech predikce vývoje společnosti. Při kolapsu a likvidaci firmy se nejprve finančně vyrovnají vlastníci dluhopisů a až sekundárně vlastníci akcií. [35]

Dle zákona o obchodních korporacích (Zákon č. 90/2012 Sb.), existuje více druhů akcií. Naprostá většina akcií jsou tzv. kmenové akcie bez speciálních práv. „Lepší“ akcie se skrývají pod označením prioritní akcie. Prioritní akcie mají nárok na prioritu při vyplácení dividend. Další výhodou je, že pokud nastane krach společnosti opět vlastníci prioritních akcií budou odškodněni prioritně. Existuje ještě velké množství speciálních akcií, ale pro své malé použití je vynechám. [36]

3.2.4 Investice do dluhopisů

Dluhopisy v České republice upravuje Zákon č. 190/2004 Sb. Dluhopis je cenný papír, který mi dává záruku vyplacení částky dluhu a zároveň zisku za poskytnutí peněz. Dlužník mi je povinen splatit celou částku. [30]

Věřitel každým rokem získává výnos z dluhopisů, pokud je výnos konstantní označujeme dluhopisy jako dluhopisy s pevným zúročením. Pokud je dluhopis nastaven na proměnlivou velikost výnosu, označuje dluhopis jako dluhopis s proměnlivým zúročením. Existují i dluhopisy, ve kterých veškerý výnos získám až po splacení celé částky dlužníkem. Označují se jako dluhopisy s nulovým zúročením. [31]

Doba splatnosti se liší, obvykle se pohybuje od řádu měsíců až po několik dekad. Nejběžnější délkou dluhopisu je dluhopis na 3 až 5 let. [31]

Druhy dluhopisů:

1. **Státní dluhopisy** – Jak již z názvu vyplývá jde o státní dluhopisy. Slouží ke zmenšení schodku rozpočtu. U vyspělých států je nízká rizikovost dluhopisu z důvodu pokrytí vládou. I zde platí základní pravidla magického trojúhelníku, tudíž malé riziko = malý zisk.
2. **Komunální dluhopisy** – Opět, jak dokládá název jedná se o dluhopisy obcí a měst. Jsou určeny na zajištění financování místních investic. Stejně jako u státních dluhopisů je zde malé riziko nezaplacení dluhopisu, ale také nízký finanční výnos.
3. **Podnikové dluhopisy** – Jsou vydávány velkými podniky, které si slibují od dluhopisů investice do rozšíření továrny. Výnos je zde vyšší, což ale jak vyplývá z magického trojúhelníku sebou nese větší rizikovost investice. Důležité pro investora je mít důkladný přehled o finančním zdraví společnosti, do které budu vkládat své finance pomocí dluhopisů. [37]

3.3 Nová Zelená úsporám

Domy v České republice se staví a udržují po několik desetiletí. Proto se snažíme je modernizovat a vylepšovat. Obvyklým vylepšením je výměna oken, dveří, zateplení fasády, výstavba fotovoltaické elektrárny. S těmito obvyklými úpravami domu nám může pomáhat stát pomocí vypsanych dotačních titulů. [12]

V České republice jsou tři základní dotační programy na podporu ekologičtějšího bydlení a to jmenovitě: Nová zelená úsporám, Nová zelená úsporám light a Kotlíková dotace. Veškeré informace o množství finanční pomoci a detailech dotačních titulů jsou na stránkách ministra životního prostředí. [30]

Nová zelená úsporám je dlouhodobě jedna s nejúspěšnějších dotačních programů České republiky. Je spravován Ministerstvem životního prostředí. Dotační program je velmi široce pojatý a dokáže pojmout projekty od novostaveb domů, výměny tepelného zdroje domu, výstavby obnovitelných zdrojů energie až po částečné vylepšení současných domů a bytů. [30]

Nezanedbatelným bonusem je rozvoj podnikatelských aktivit, napojeným na dotační programy. Především jsou podpořeny: stavební firmy, výroba a projektanti. Jedná se dále o snahu státu zmenšit množství skleníkových plynů a celkové energie na potřeby vytopení domů v ČR. Peníze jsou získávány přes prodej emisních povolenek. Procesem prodeje a obchodu s emisními povolenkami se zabývá zákon č. 383/2012 Sb. [38]

Dotační podpora je rozdělena do třech základních kategorií: A, B, C.

1. **Oblast A** – Je zaměřena na již vystavěné rodinné domy. Dotace je zde mířena na snížení množství energie na provoz RD. Konkrétně na: zateplení domu, výměnu oken a dveří či do zateplení střešní konstrukce.
2. **Oblast B** – Je zaměřena na podpoření výstavby nových domů či bytů, které jsou velmi nízkoenergeticky náročné.
3. **Oblast C** – Je zaměřena na obnovu zdrojů vytápění za ekologičtější zdroje tepla. V dnešní době typicky za nové tepelné čerpadlo nebo za kotle na biomasu v lokálním nebo samočinném provedení. Dále se v té oblasti vyskytuje i oblíbené dotace na fotovoltaické panely, přípravu teplé vody, systémy na řízení větrání vzduchu, využívání tepla z odpadních vod. [39]

4. **Oblast D** – Je zaměřen na instalace venkovní stínící techniky, podporu v této oblasti lze sjednat pouze v součinnosti z uplatnění oblasti A – (zateplení domu). Dále jsou podporovány „zelené střechy“, které jsou osázeny vegetací. Součástí oblasti D je vyhledávaná podpora tzv. „Dešťovka“, což je dotační program na podporu šetrného řízení spotřeby vody a využití dešťové vody v domácnosti. Nově je zde podporována i možnost pořízení dobíjecí stanice na elektromobily.
5. **Oblast E** – Je zaměřena na snížení ceny projektů, které jsou potřeba mít k dispozici, v rámci platného projektu. Podpora v té oblasti je v rozmezí 5 až 35 tisíc Kč. [40]

Na Novou zelenou úsporám mohou dosáhnout fyzické i právnické osoby, pokud mají ve vlastnictví upravovanou budovu. Žádosti o dotace jsou podávány elektronicky buď přes datovou schránku nebo přes e-mail. V rámci žádosti se zasílají veškeré písemnosti, které jsou nutné ke úspěšnému zažádání o dotaci. Žádosti bývají kontrolovány v řádu několika měsíců. Po schválení dotace a výstavbě projektu nastává výplata dotace na účet. [41]

Velikost dotace je ovlivněna oblastí dotace a velikostí změn, které jsou zpracovány v projektu. [41] Například na zateplení budovy lze získat maximálně 650 tisíc Kč, za nejvýše 50 % celkových nákladů na projekt, přičemž maximální cena za 1 m² je 3800 Kč. V Nové zelené úsporám lze maximálně získat dotaci 140 000 Kč na zakoupení tepelného čerpadla, které je uzpůsobeno přípravě teplé vody, pomocí ohřevu fotovoltaickým systémem. Na fotovoltaické systémy lze získat dotaci v maximální míře 200 000 Kč. Dotace se liší podle instalovaného výkonu a velikosti akumulčního systému pro vyrobenou energii. [42]

3.4 Nová Zelená úsporám light

Je velmi nový dotační program na podporu nízkopříjmového obyvatelstva České republiky, které má zájem o čerpání dotací na vylepšení stávajícího rodinného domu. Dále je potřeba splňovat alespoň jednu z podmínek: pobírat invalidní důchod 3. stupně, pobírat starobní důchod nebo od 12.9.2022 pobírat příspěvek na bydlení. [43]

Projekt má za úkol zvýšit tepelnou pohodu domácnosti s co nejvyšším efektem a zároveň pokud možno s co nejnižšími náklady. Proto se tento projekt snaží mířit na největší tepelné ztráty domu. Maximální dotace je v hodnotě 150 000 Kč, tuto částku lze rozdělit mezi vícero dotací podporovaných stavebních úprav. Podání žádosti je zjednodušené a je zde možnost se obrátit na místní akční skupiny, které mají za úkol zdarma pomoci uchazečům o dotace. Velkou výhodou je možnost realizace stavebních činností svépomocí. [43]

Dotace je zaměřena na: zateplení fasády a stropu, výměnu oken a dveří, zateplení střechy nebo stropu. [44]

Očekává se, že za dotyčný cenový limit lze maximálně zateplit fasádu o zhruba 60 m², neboť cena za 1 m² zateplení fasády se pohybuje v ceně 2500 Kč i s prací. Další ohromnou výhodou projektu je, že jde žádat až o 100 % proplacení ceny faktur, do výše zmíněného limitu. V případě výměny oken je nastaven limit na 12 000 Kč za kus a dveří na 18 000 Kč za kus. [44]

3.5 Kotlíková dotace

Je zaměřena v aktuální podobě, na podporu výměny neekologických zdrojů tepla za ekologické. Hlavním hybatelem je zákaz provozu zdroje tepla, který nedosahuje alespoň třetí a vyšší emisní třídy, dle normy ČSN EN 303-5. Tento zákaz vytápění nastává k 1. září 2024. Kotlíková dotace primárně slouží na podporu chudšího obyvatelstva ČR. Pro zbytek národa zde slouží dotační program Nová zelená úsporám, která ale neposkytuje takovou výši podpory.

Dotaci lze získat na výměnu kotle s 1. nebo 2. emisním stupněm. V projektu jsou podporovány následující zdroje vytápění: kotel na biomasu a tepelná čerpadla. Do dubna roku 2022 byla podporována i výměna plynových kondenzačních kotlů, které ale vinou vysoké ceny plynu přestaly být podporovány.

Finanční limit proplacení projektů je nastaven až na 95 % z výdajů na výměnu zdroje tepla. Stát má připraveny finance v hodnotě 5 miliard Kč, což by mělo postačit na výměnu 50 000 kotlů. Limit podpory na výměnu tepelného čerpadla je nastaven na 180 000 Kč. Kotel na biomasu, včetně akumulčních nádrží má nastavený strop podpory na 130 000 Kč.

Do ceny projektu je možno zahrnout široké množství stavebních úprav, které přímo souvisí s investicí do nového zdroje vytápění domu. Samozřejmostí je i podpora nákupu akumulčních nádrží na teplou vodu, při projektech s kotlem na biomasu. [45]

Pro regiony České republiky, které mají trvale nejhorší znečištění vzduchu, stát připravil velmi zajímavou nabídku, v podobě bezúročné půjčky na výměnu kotle v dotačním programu Kotlíková dotace. Místní obce zde plní roli prostředníka, tím pádem zaručují podmínky pro oboustranně výhodnou spolupráci při výměně zdroje vytápění domu. [46]

4 EMISNÍ POVOLENKY

V zemské atmosféře se vyskytuje zhruba 1 % znečišťujících látek, které označujeme jako polutanty. Polutanty znečišťují ovzduší a tím ničí zdraví nejen lidí, ale celých živých systémů. Ne všechny významné státy světa postupují svědomitě ke snižování vypouštění polutantů do ovzduší. Množství polutantů v ovzduší neustále roste. [47]

Ochranou planety Země se zabývá Kjótský protokol. Ten stanovil skleníkové plyny vypouštěné člověkem, které jsou nejzásadnějším problémem. Jedná se o: oxid uhličitý, metan, oxid dusný, částečně fluorované uhlovodíky, plně fluorované uhlovodíky a fluorid sírový. [48]

Největší prioritou je omezení vypouštění oxidu uhličitého. Ten dokáže po vniku do atmosféry v ní přetrvávat více než 100 let. Omezení emisí dalších plynů je momentálně vedlejší prioritou. [49]

Celosvětové trendy se proto snaží o zrychlený ústup od emisně náročných zdrojů energie. Což dokládají investice do obnovitelných zdrojů elektřiny a výstavba jaderných elektráren. Dalším krokem jsou státní investiční pobídky na výměnu zdrojů vytápění a podpora emisně úsporných opatření na domech a bytech. [47]

4.1 Princip obchodování s povolenkami

Systém funguje na principu „Cap and Trade“. „Cap“ označuje strop emisí, které může legálně podnik vypustit do ovzduší. „Trade“ označuje obchod s volnými emisními povolenkami. Celý obchod je nastaven tak, že firmy, které svůj emisní strop nevyčerpají mohou zbytek „svých“ povolenek prodat na burze a tím pádem zvýšit svůj zisk. [50] Jedna emisní povolenka je rovna 1 tuně oxidu uhličitého. [51]

Bohužel, trh s emisními povolenkami mívá zásadní nedostatek v necelosvětovém pojetí šetření klimatu. Do systému emisních povolenek se nepřipojily ani západní mocnosti jako USA a Kanada. [47]

Obchod a správu s povolenkami mají na starosti jednotlivé státy. I zde jsou více i méně úspěšné státy s ohledem na šetření emisemi, což podporuje tržní prostředí s povolenkami. Nejbohatší státy si mohou svých emisních závazků dosáhnout i pomocí tzv. mechanismu čistého rozvoje. Jedná se o investice do zmenšení vypouštění emisí v cizím státě. Investor si může ušetřené emise odečíst od vypuštěných emisí ve své zemi. Pomocí tohoto mechanismu si Čína ve velkém zlepšuje svou emisní politiku. [52]

4.2 Evropský systém pro obchodování s emisemi

Patří mezi stěžejní programy Evropské unie, které pomáhají bojovat s klimatickými změnami. Spadá zde veškerý letecký provoz nad územím EU. V roce 2021 zahrnoval tento systém více než 10 000 továren a elektráren. Do systému spadá 31 států. Emise, které jdou přes tento systém, jsou odhadem polovinou všech emisí na území Evropské unie. [53]

Základ evropského systému je velmi jednoduchý. Povolenky mají jasně stanovenou cenu na konkrétní období. Firmám jsou přidělovány na základě dražeb nebo darování. Darovány jsou především znevýhodněným podnikům nebo odvětvím, které jsou do emisního systému povolenek začleněny nově. Samozřejmostí je volný trh s povolenkami na emise skleníkových plynů. [54]

- 1. Fáze obchodu s emisními povolenkami** – Tato fáze probíhala mezi lety 2005 až 2007. Přezdívalo se jí zkušební fáze a nebrala na vědomí závazky plynoucí z Kjótských dohod. Primárním cílem bylo nastavení obchodu a tržních mechanismů spojených s obchodováním povolenek. První fáze dokonce neměla za úkol snižovat emise ani nevytyčila žádné plány na jejich snížení. Cílem byla „pouhá“ analýza dosavadního tempa vypouštění skleníkových plynů do ovzduší. Tato fáze pouze analyzovala vypouštění oxidu uhličitého do ovzduší, další nebezpečné plyny byly přidány až v pozdějších fázích. [55]
- 2. Fáze obchodu s emisními povolenkami** – Druhá fáze byla platná v letech 2008 až 2012. Na rozdíl od první fáze jsou zde implementovány výsledky Kjótského protokolu. 90 procent všech emisních povolenek bylo dodáno podnikům zdarma, zbytek se musel nakoupit pomocí dražby. Odhady států na potřebu emisí byly značně nadnesené, což vedlo k přebytku volných emisních povolenek. V této fázi Evropa procházela ekonomickou krizí, která zlepšovala a modernizovala průmysl v EU, což opět zmenšovalo potřebu emisních povolenek. Vše vyvrcholilo nezájmem o dražby emisí a jejich pád na téměř nulovou hodnotu. [56]
- 3. Fáze obchodu s emisními povolenkami** – Třetí fáze se odehrávala mezi lety 2013 až 2020. V této fázi již bylo všechno řízeno Evropskou komisí. Plán na snižování emisí byl nastaven na 1,74 % za každý započatý rok. [57] Kriticky bylo pohlíženo na možnost převést si nespotřebované emisní povolenky ze druhé fáze do třetí fáze snižování evropských emisí. Tento jev byl pro podniky velmi finančně výhodný,

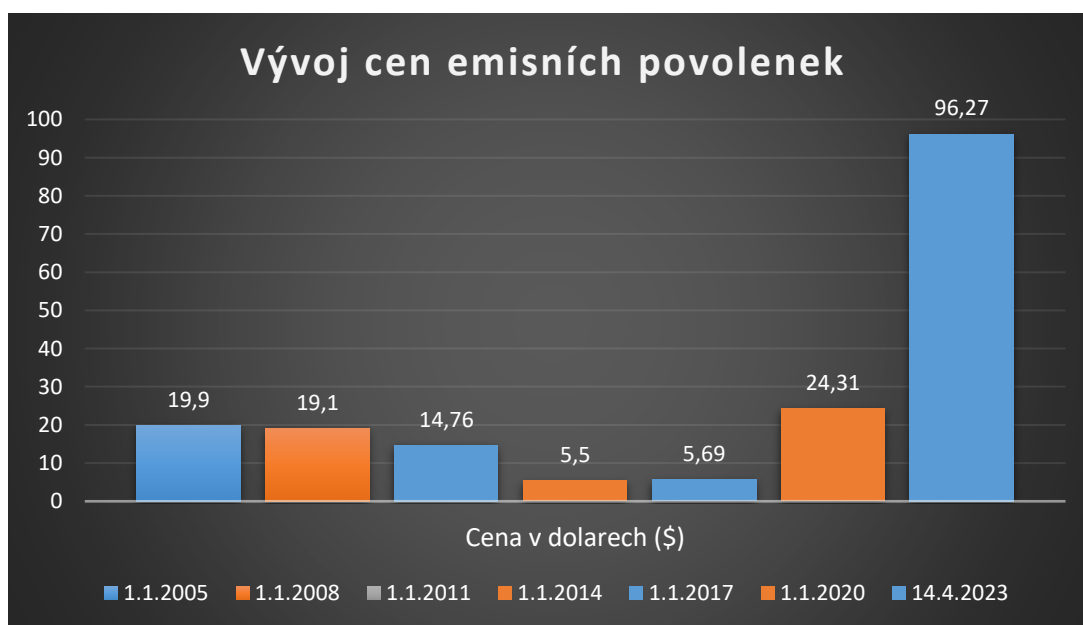
neboť v předchozí fázi byly povolenky za výrazně nižší cenu než ve třetí fázi. Kde zároveň jsou i limity na vypouštění znečišťujících plynů opět přísnější. [58]

4. **Fáze obchodu s emisními povolenkami** – Čtvrtá fáze je právě aktuální. Tato fáze trvá od roku 2021 až do konce roku 2030. Plány na snižování jsou poměrně striktní, konkrétně je zde naplánováno snížení skleníkových emisí o 43 % v porovnání s rokem 2005. [59] Plán ze třetí fáze na procentuální pokles emisí vypouštěných v podobě skleníkových plynů byl zvýšen na 2,14 %. [59] Výraznou změnou je celkové předělání systému na přidělování bezplatných emisních povolenek. Tyto povolenky jsou i nadále distribuovány, jen s větší mírou přesnosti. [60]

4.3 Směřování financí vybraných z emisních povolenek

V České republice se na trhu s povolenkami vyskytuje asi 250 podniků, jejichž továrny potřebují nakupovat emisní povolenky. Všechny peníze vydělané nákupem emisních povolenek skončí ve státním rozpočtu ČR. Příjmy do státní pokladny jsou vyčísleny na částku 30 miliard Kč. Finanční prostředky jsou bohužel rozmělněny v rozpočtu a na podporu a modernizaci projektů s environmentálním zaměřením končí „jen“ 8 miliard. [61]

Jeden z největších projektů, které jsou financovány z peněz z prodeje emisních povolenek je dotační program Nová zelená úsporám. Další finance jsou potřeba do modernizačního fondu ČR. Tento fond má za úkol vylepšit teplárny a elektrárny, modernizovat dopravu a podporovat výstavbu obnovitelných zdrojů energie v České republice. [62]



Graf 2 : Vývoj cen emisních povolenek v průběhu let [zdroj: autor]

5 VYTÁPĚNÍ DŘEVEM

Oheň je pro lidstvo klíčový pomocník již od nepaměti. Důležitost ekologického vytápění dřevem se rozpoutáním konfliktu na východě Ukrajiny a zvýšením ceny elektřiny a plynu dostala opět na výši. Je třeba si uvědomit, že les během svého života vyrábí kyslík a pohlcuje podstatné množství oxidu uhličitého do sebe. Zásadní výhodou vytápění dřevem je jeho teoretická nekonečnost. Neboť při správném hospodaření nám dřevo postupně dorůstá a les se regeneruje. Kvalitně vyrobená kamna dokážou fungovat velkou spoustu let. [34]

5.1 Typy spotřebičů

1. **Otevřené krby** – Vyznačují se velmi neekonomickým provozem. Jejich efektivita je přibližně pouhých 15 %. Dále se s nimi pojí další nepříjemnosti jako: dým do místnosti, zadržování komínu, nízká výhřevnost i zvýšené nebezpečí požáru. Naštěstí tento typ spotřebičů je již minulostí. I pro tento typ vytápění existuje modernizace v podobě na zakázku vyrobených dvířek. Dvířka zvýší efektivitu hoření a zmenší riziko požáru. Avšak i po vylepšení se nedostaneme na efektivní úroveň vytápění domu. [34]
2. **Krbová kamna** – Jsou moderním a stylovým doplňkem do domácnosti. U kvalitně vyrobených krbových kamen dosahují účinnost přes 80 %. Nevýhodou jejich provozování je zvýšený prach v místnosti. Velkou devízou tohoto typu vytápění je výhled na oheň přes dvířka kotle. Pomocí čehož jsme schopni poměrně přesně regulovat výkon kotle. Obvykle mají snadno čistitelný kouřovod, což zlepšuje čištění komínové soustavy. [34]
3. **Peletová kamna** – Tento typ kamen dosahuje velkých efektivit ve spalování. Podmínkou provozu kamen na pelety je přístup k elektřině. Součástí otopného celku je i zásobník na peletové palivo, které se podle nastaveného „setupu“ sype do spalovací komory kotle. Kamna lze pomocí internetu řídit na dálku a tím si velice přesně regulovat teplotu v otápném domu. Při moderních systémech si lze zvýšit teplotu doma i na dálku. Při využití kvalitního paliva je množství odpadního popelu minimální. Elektřinou se zapalují pelety při začátku topení. [34]
4. **Akumulační kamna** – Jsou speciálně vyvinutým typem pro potřeby nízkoenergetických domů. U těchto domů se orientačně počítá s desetinou potřebou výkonu kotle. Obvykle mají akumulční kamna okolo 2 kW. Fungují na principu nahřívání

několik set kilogramů těžkého vnitřku kamen. Naakumulované teplo se průběžně odevzdává zpět do místnosti i dlouho po vyhasnutí kotle. [34]

5.2 Teplovodní výměník

Je stále oblíbenějším doplňkem u krbových kamen. Jedná se o řešení pro členité byty a domy. Pomocí teplovodního vytápění jsme schopni vytápět všechny místnosti, kde umístíme radiátory. Zde si je třeba pohlídat potřebný výkon výměníku, který je často uváděn v celkové hodnotě. Ta se skládá z tepla vyzářeného přímo ze zdroje tepla a pak následně tepla předaného do vodního oběhu radiátorů. Nepříjemností u teplovodních výměníků je nutnost pravidelně čistit a udržovat výměník. Výměník se zanáší usazeninami, které nám snižují efektivitu spalování a zvyšují emise plynů odcházejících do komínu, což se všechno projevuje ve zvýšeném množství spáleného paliva. Pro zvýšení bezpečnosti provozu kotle s teplovodním výměníkem se doporučuje investice do UPS záložní baterie. Investicí do záložní baterie nám odpadá nebezpečí přetopení systému při výpadku elektrické energie. [34]

5.3 Dvojstupňové spalování

Často anglicky označováno jako „Clear burning“. V dřívější době se používalo jen jednoduché spalování. To mělo zásadní nevýhodu ve zvýšeném množství spáleného paliva, značném znečištění vycházející z komína a celkově nízké efektivitě spalování. Princip spalování u jednostupňových kamen je založen na přívodu vzduchu pod rošt kotle, což se projevuje u nedohoření částí plynů a prachu a jejímu ztracení v komíně. [34]

Dvojstupňové spalování je založeno na základní myšlence, a to spálit co nejvíce efektivně vložené palivo. Čímž zvýšíme efektivitu spalování, snížíme vypouštěné emise a ušetříme náklady na pořízení paliva. Tento systém primárně zlepšuje využití spalování plynů a částic při co nejmenším množství vzduchu. [34]

5.4 Paliva

Historicky nejvíce používaným palivem je dřevo. I dnes je dřevo nejrozšířenější formou paliva na biomasu. V průběhu modernizace a ekologizace vytápění se objevují alternativy v podobě spalování briket, pelet a štěpky. [63]

1. **Kusové dřevo** – Jde o palivo, jehož vlastnosti se odvíjí od hustoty v suché podobě a samozřejmě množství vlhkosti v kusu dřeva. [63] Absolutně suchého dřeva, lze dosáhnout pouze v laboratorních podmínkách, důvodem je vzdušná vlhkost

v atmosféře Země. Teplo, které dřevo potencionálně vydá se odčítá od spotřebované energie na odpaření vody ze dřeva při hoření. Nejhmotnější dřevo, které se běžně v ČR vyskytuje je habr s váhou 770 kg/1 m³ vysušeného dřeva. Opačným extrémem je smrk s váhou pouhých 470 kg/1 m³ vysušeného dřeva. Při správně optimalizovaném topení jsme schopni dosáhnout efektivity až 3 kW z 1 kilogramu dřeva. [34]

2. **Brikety a pelety ze dřeva** – Materiál pochází z dřevního odpadu, který je stlačen do požadovaného tvaru. Kvalitně zakoupené palivo tohoto typu má již z továrny nízkou vlhkost. [34] Do pelet se přidává lignit, který působí jako pojivo paliva. Při rozšíření spalování briket nastávaly velké potíže s jakostí vyrobeného paliva. Kvalitní palivo obsahuje normu DIN plus, která vychází z rakouské normy. Udává se, že 1 tuna pelet zabere 1,54 m³ místa a zároveň poskytne výhřevnost 5000 kWh. [63]
3. **Vlhký dřevní odpad** – Existují i speciální kotle na spalování této odpadní látky. Ekonomicky má tato návratnost smysl v dlouhodobém zásobování vlhkým dřevem za naprosto minimální finanční prostředky, či zcela zdarma. Speciální kotle, jsou uzpůsobeny na spalování paliva při nestandardně vysoké teplotě a s velkou tepelnou ztrátou unikajícího tepla do komínu. V tomto případě je spalování i ekologické, neboť z komína bude vycházet téměř jen vodní pára. Nízká efektivita celého procesu spalování, je neoddiskutovatelným faktem. Což opět nahrává nutnosti nakupovat surovinu za velmi nízkou cenu. [63]

5.5 Akumulační nádrže

Jako jedna z podmínek pro úspěšné udělení dotace z Kotlíkové dotace je i zakoupení akumulčních nádrží k novému kotli na biomasu. Akumulační nádrže slouží jako vyrovnávací prvek v soustavě, který do sebe ukládá přebytečné vyrobené teplo z kotle. [12] Tento prvek se přidává kvůli mnohem vyšší efektivitě nových typů kotlů, které jsou navrženy se systémem dvojstupňového spalování. Tento typ moderních kotlů by se neměl využívat s nižším výkonem než 40 %. Při nižším výkonu se zastaví spalování plynů a prachu a rapidně se zvyšuje spotřeba paliva a zároveň i vypuštění škodlivých emisí do ovzduší. [64] Dalším výraznou výhodou nádrží je možnost topit pouze ob den v jarních a podzimních klimatických podmínkách. Po vyhasnutí kotle se bere teplá voda naakumulovaná v akumulčních nádržích a vytápí dům. Na trhu se vyskytují nádrže všech velikostí od 200 l až po obrovské nádrže v objemech přes 100 000 litrů. [65]

6 VYTÁPĚNÍ PLYNEM

Bylo jedno s klíčových druhů vytápění domů ve střední Evropě. Masivní rozšíření vytápění plynem vedlo ke zlepšení stavu ovzduší. V expanzi plynofikace nastaly problémy v podobě enormního růstu cen plynu. Zemního plynu jsou podle odhadů zásoby zhruba na 150 let. Vysoké efektivity spalování (až 98 %) a zároveň hospodárného nízkoteplotního vytápění bylo možno dosáhnout finančně dostupného zdroje pohodlného vytápění domu. [23]

Výhodou plynových kotlů je jejich snadná regulace výkonu a tím snadno upravitelná teplota v interiéru domova. Plynem se samozřejmě dá vytápět pouze v plynofikovaných obcích a městech. V odloučených místech, se nabízí alternativa v podobě zásobníků na plyn, který se musí dovážet v cisternách. Při modernějším pojetí plynové infrastruktury domu se zároveň počítá i s ohřevem teplé vody plynem. [66]

6.1 Plynové kotle

Jednoduché plynové kotle mají velmi nízkou nákupní cenu. Jsou označovány jako konvenční plynové kotle. Nedosahují efektivity kondenzačních plynových kotlů. Běžně se, ale vyskytují ve starších, mnohdy nerekonstruovaných domech. V těchto domech jsou staré litinové radiátory, které potřebují značné množství ohřáté vody k provozu. Proto jsou často konvenční plynové kotle provozovány až při teplotách kolem 80 °C. Takto vysoká teplota je ale potřeba ke správnému fungování konvenčních plynových kotlů, kde by neměla teplota padnout pod 60°C. Pod touto teplotou vzniká kondenzace a jejím působením by se mohla objevit koroze, která by v dlouhodobém měřítku vedla až ke znehodnocení zdroje tepla. [66]

Na trhu jsou dva základní druhy konvenčních plynových kotlů.

1. **Atmosférické konvenční plynové kotle** – Jsou jednodušším typem. Jejich základní princip spočívá ve spalování plynu v otevřené spalovací komoře. Vzniklé spaliny stoupají samovolně přirozeným tahem vzhůru do komína. Atmosférické kotle si berou vzduch z místnosti, kde je kotel provozován. Což vede ke zmenšení efektivity vytápění tímto systémem konvenčního plynového kotle. Zároveň je ještě potřeba zajistit dostatečné množství čerstvého vzduchu v místnosti ke spalování. [67]
2. **Turbo konvenční plynové kotle** – Mají svou spalovací komoru na plyn uzavřenou a zároveň se nespolehají na přirozený tah spalin. Odvod spalin je řešen ventilátorem, který žene spaliny do komínové soustavy. Vzduch potřebný pro spalování plynu je

dodáván z venku, proto nám odpadá nutnost zajišťovat čerstvý vzduch do místnosti. Tyto všechny vylepšení sebou nesou i menší spotřebu plynu. [67]

Evropská komise vydala nařízení č. 813/2013, které je v platnosti na celém území EU. Nařízení přikazuje zákaz vyvíjet pro evropský trh plynové kotle na zemní plyn, které mají nižší efektivitu než 86 % a zároveň mají vyšší výkon než 70 kW. Toto nařízení nabralo platnost k 26.9.2015. Kotle se nižší efektivitou se mohou dále využívat k ohřevu domova. Dovoleno je i doprodej skladových zásob plynových kotlů, které nespĺňují efektivitu nastavenou nařízením EU. Evropská unie si od nařízení slibovala podporu mnohem efektivnějších kondenzačních plynových kotlů a s tím související úsporu nerostných surovin, tedy zemního plynu. [68]

6.2 Kondenzační plynové kotle

Předchozí plynové kotle měly jen velmi omezenou vlastnost regulace velikosti plamene, tudíž téměř pracovaly jen v režimu 0 % nebo 100 % výkonu. Kondenzační kotle dokážou regulovat výkon a tím pádem nedochází k zásadním tepelným ztrátám při ohřevu komínové soustavy. Základním principem je kondenzace vody ze spalin ve výměníku kotle. Zemní plyn obsahuje poměrně výrazné procento vody, které se při spalování uvolňuje. Vypařená voda, obsahuje poměrně vysoké množství energie. Tato „bonusová“ energie způsobuje matoucí čísla efektivit kondenzačních kotlů. Často jsou udávány hodnoty okolo 108 % efektivit, což by odpovídá zhruba 98 % efektivitě spalování plynů a 10 % náleží zkondenzované teplé vodě. Účinnost žádného kotle nemůže být větší než 100 %, proto je potřeba brát na zřetel účinnost spáleného plynu, který v sobě obsahuje i teplo vyrobené kondenzací vody ve spalinách. [69]

Úspornost provozu kotle lze zvyšovat správnou regulací výkonu spotřebiče. U moderních kondenzačních kotlů se využívá pro regulaci výkonu mikropočítač, který vyhodnocuje aktuální potřebu výkonu kotle. Pro správné řízení výkonu je zapotřebí dodávat mikropočítači údaje o teplotě venkovního vzduchu. Následně si sám podle venkovní teploty a požadované teploty v domě nastaví adekvátní úroveň ohřevu teplé vody do radiátorové soustavy. Tudíž, při nejnižší venkovní teplotě adekvátně musí růst výkon kotle. Zároveň při teplejších dnech stačí ohřívát nižší teplotu vody a tím pádem se efektivita vytápění zvyšuje. [69]

Nevýhodou vzniku zkondenzované vody je nutnost ji odvádět. Vzniklá voda má mírně kyselé pH, které se pohybuje kolem hodnoty 5. Proto se nesmí bez neutralizace vypouštět do kanalizace. Neutralizace se běžně provádí přidáním vápence nebo dolomitu do vzniklé

zkondenzované vody. Dále je třeba brát na zřetel stavební úpravu mnohdy nevyhovujícího komína. Staré komíny by vzniklý kyselý kondenzát mohl zásadně poškodit. Komíny se proto vylepšují o polypropylenovou vnitřní vložku a vnější ocelovou vložku do komína. Výhodou takto upraveného komína je možnost nasávat vzduch pomocí něho, čímž vyloučíme potřebu nasávání vzduchu z místnosti plynové kotelny. Stavební úpravy komína je nutné započítat do celkové investice přestupu na nový moderní plynový kondenzační kotel. [70]

6.3 Zemní plyn

Je dlouhodobě považován za nejčistější zdroj fosilního paliva. Při spalování zemního plynu uniká do ovzduší méně oxidu uhličitého v porovnání se spalováním ropných produktů nebo uhlí. Zemní plyn vznikl rozpadem mělkých pobřežních rostlin před 300 miliony let. Nejprve z rostlin vznikalo černé a hnědé uhlí a následně působením teploty a tlaku pod zemí se začal objevovat zemní plyn.

Zemní plyn se skládá z několika plynů, dominantním jsou metan a sirovodík. Pro zajištění dostatečné kvality paliva se plyn po vytěžení musí složitou chemicko-fyzikální cestou očistit od nevhodných látek. Odpadní voda, kterou zemní plyn obsahuje se musí vysušit a odstranit, neboť by způsobovala poškození koroze na plynovodních rozvodech. Kvůli složitější infrastruktuře a procesu těžby ve srovnání s uhlím a ropou se začalo s masivním rozšířením spalování zemního plynu až v 60. letech minulého století. Plynové zásobníky a vytěžené plynné podzemí má předpoklad v hraní klíčové role při nástupu masivní infrastruktury na spalování vodíku v budoucnosti. Proto například Německo masivně investuje do úprav stávajících podzemních zásobníků na zemní plyn. [63]

6.4 Budoucnost topením plynem

Cena plynu bohužel raketově vystřelila vzhůru, a tak se stává vytápění plynem neúnosně nákladné pro většinu společnosti. Na ten popud Evropská komise představila plán REPowerEU, který si dává za úkol do roku 2030 změnit vytápění v rodinných domech. Konkrétně v třiceti milionech domácností EU změnit vytápění ze zemního plynu na vytápění tepelným čerpadlem.

Nelze si myslet, že dnešní úroveň cen po zdražení je konečná. Téměř jistě se dá předpokládat neustálý růst cen energií. Klíčovou roli v ufinancování vytápění zemním plynem je tepelná ztráta domu a nastavený tepelný komfort v domě. [71]

7 VYTÁPĚNÍ ELEKTRINOU

Moderní zařízení v podobě tepelného čerpadla, lze považovat za jeden s nejlepších zdrojů vytápění současnosti. Dokonce se předpokládá, že vytápění tepelným čerpadlem je nejvhodnějším druhem vytápění u nízkoenergetických a pasivních domů. Majitelé tepelného čerpadla nebo jiného tepelného zdroje na elektřinu mohou žádat o dvoutarifní sazbu na elektřinu. Dvoutarifní sazba se dělí na nízký a vysoký tarif. V nízkém tarifu dosahuje nižších cen za energii. Nízký tarif lze využívat minimálně dvacet hodin denně. [72]

7.1 Tepelné čerpadlo

Tepelné čerpadlo je moderním druhem vytápění dnešní doby. Čítá v sobě zásadní výhody, jak na poli finančního provozu vytápění domu, tak po ekologické stránce. Vhodně navržený systém domu, který obsahuje: fotovoltaické panely, akumulátory v dostatečné kapacitě a tepelné čerpadlo lze dosáhnout plně autonomního domu, jehož vytápění probíhá zcela nezávisle na okolním prostředí. Důležité pro provoz tepelného čerpadla, je provozování nízkotepeelného vytápění. Tohoto vytápění dosáhneme pomocí integrovaného podlahového vytápěním v domě a radiátorové soustavy vytápěné průběžně na nízkou teplotu. [73]

Klíčovým pojmem u problematiky tepelných čerpadel je COP faktor. Tento pojem označuje v překladu topný faktor tepelného čerpadla. S logiky věci, čím vyšší bude topný faktor, tím méně budeme potřebovat elektrické energie a tím méně zaplatíme za provoz tepelného čerpadla. Topné faktory se běžně vyskytují v rozmezí od 2,5 až 5,5. Hodnota topného faktoru nám jednoduše ukazuje kolika-násobek 1 kW elektřiny odebrané ze sítě, přeměníme na počet kW tepla. Tudiž, při faktoru COP 4, dosáhneme 4 kW tepla s 1 kW elektřiny. [74]¹

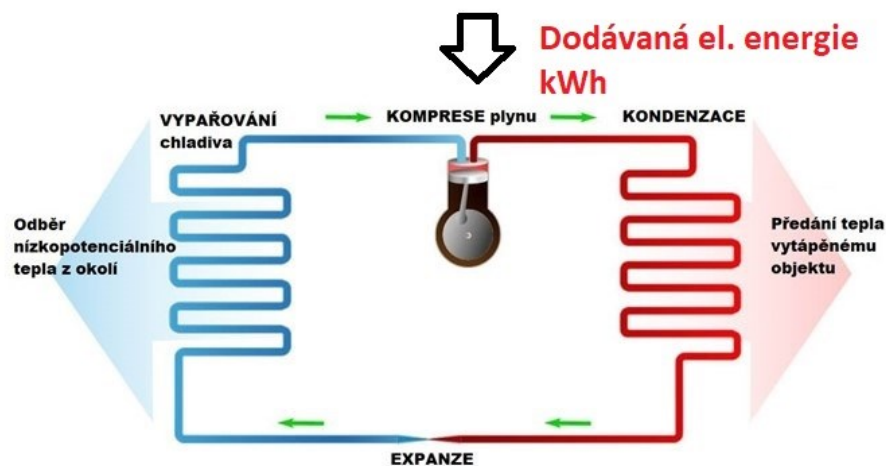
7.2 Princip tepelného čerpadla

Každé tepelné čerpadlo obsahuje čtyři základní součásti: Kondenzátor, výparník, expanzní ventil a kompresor. Nejprve tepelné čerpadlo odebírá z venkovního prostředí teplo. Přičemž,

¹ Pokud bychom uvažovali při pořízení nového tepelného čerpadla s podporou státních dotačních programů. Je potřeba si zakoupit tepelného čerpadlo s COP faktorem 4,5 a více. Méně efektivní tepelné čerpadla nebudou při kontrole projektu proplacena. [75]

každý typ tepelného čerpadla jiným způsobem obvykle z vody, země nebo vzduchu. Odebrané teplo se dostane k chladicí kapalině čerpadla, které má velmi nízkou teplotu bodu varu. Procesem odpařování chladicí kapaliny čerpadla se odpařené páry stlačí na vysoký tlak v kompresoru. Následně chladicí kapalina při vysoké teplotě v kondenzátoru zchladne, předá své naakumulované teplo do ohřívané vody. Energie takto odevzdaného tepla, musí být vyšší než na začátku při odebírání tepla výparníkem. Posledním krokem je průchod chladicí kapaliny přes expanzní ventil. V něm se navrátí tlak kapaliny na původní hodnoty a začíná ve výparníku opět celý princip fungování nanovo. [74]

Nejjednodušeji si lze představit princip fungování tepelného čerpadla na příkladu lednice. Odborně jde tzv. Carnotův cyklus. Samozřejmostí je přidávání elektrické energie do termodynamických jevů, tak aby nedocházelo k porušení druhého zákona termodynamiky. [76]



Obrázek 4: Zjednodušený princip tepelného čerpadla [73]

7.3 Druhy tepelných čerpadel

Tepelné čerpadlo, jak jsem již zmínil, energii získává buď ze vzduchu, vody nebo země. Všechny tři metody jsou rozšířené a záleží jen na preferenci zákazníků, který druh tepelné čerpadla bude preferovat. Jednotlivé varianty vytápění se od se liší nejen použitým výparníkem, ale i složitostí celého systému. Všechny druhy tepelného čerpadla samozřejmě fungují na stejném fyzikálním principu. S rozdílnou složitostí implementací jednotlivých druhů plně souvisí i finanční náročnost na zakoupení a údržbu topného systému. [77]

1. **Vzduch-voda** – Nejběžnější typ tepelného čerpadla, který zároveň funguje na nejjednodušším principu výroby tepla. Jak vyplývá z názvu, tepelnou energii tepelné čerpadlo získává ze vzduchu a přenáší jej do vody otopné soustavy domu. Velkou devízou tohoto systému je snadné uvedení tepelného čerpadla do provozního

stavu, kdy pouze stačí připojení venkovní jednotky do vytápěné soustavy domu. Z pohledu financí se jedná o nejlevnější druh tepelného čerpadla, byť je zde nutné počítat se zhruba o třetinu vyššími náklady na provoz v komparaci s pokročilejšími typy tepelných čerpadel. [78]

2. **Země-voda** – Alternativou k získávání tepelné energie ze vzduchu je tepelná energie z hlubinných vrtů nebo podzemních kolektorů energie. Benefitem je zhruba o třetinu menší spotřeba elektrické energie v komparaci se základním druhem vzduch-voda. Uživatelé tohoto druhu tepelného čerpadla, kteří žijí v chladnějších oblastech, ocení nižší závislost na venkovní teplotě. Hlubinné vrty se vrtají až do hloubky 150 metrů, na což je potřeba stavebního povolení. Podzemní kolektory se obvykle rozprostírají v hloubce 1,5 metru pod zemí a mají plochu svých trubek rozprostřenou i na několika stovkách metrů čtverečných. [79]
3. **Voda-voda** – Je v základním principu velmi podobný předešlému principu. Tepelné energie se buď získává s kolektorových podzemních polí, nebo pomocí vrtu. Plošné kolektory jsou vůbec neekonomičtější řešením zapojení tepelného čerpadla a zároveň se jedná o nejtíšší způsob provozu. Bohužel, je zde nutnost mít v blízkosti domu vodní nádrž, ze které se získává tepelná energie a zároveň je nutné mít povolení od správce lokálního povodí. Alternativou je přečerpávání vody z vrtu nebo podzemní studny do tepelného čerpadla a tím předávání tepelné energie obsažené ve vodě. Systém je vhodný u velkých průmyslových tepelných čerpadel, neboť je zde nasnadě využít odpadní tepelnou energii vody z továren. Toto použití sice přináší nejvyšší tepelný COP faktor, ale je na druhé straně náklady na výstavbu a udržení systému v provozu jsou nejvyšší. [80]

7.4 Možný vývoj ceny elektřiny

Cena za 1 kWh je naprosto klíčovým ukazatelem pro efektivitu vytápění pomocí elektrokotlů a tepelných čerpadel. I moderní tepelné čerpadla, které mají topný faktor 5, tak stále potřebují 20 % elektřiny na provoz. Ceny elektřiny byly v posledních letech poměrně konstantní, razantní změna nastala na počátku roku 2021 z oživení postpandemické situace v Evropě a růstu napětí na východě Evropy. Ceny elektřiny se bohužel nevrátí na hodnoty roku 2020. Při vytápění tepelným čerpadlem lze dosáhnout na sazbu D57d, čímž se nám podaří náklady na elektřinu snížit o zhruba třetinu. Někteří odborníci odhadují ceny elektřiny pro rok 2030 na úrovni 15 Kč za 1 kWh elektřiny. Což by provoz TČ značně znevýhodnilo. [71]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 POPIS KONKRÉTNÍHO OBJEKTU A JEHO PARAMETRŮ

8.1 Popis rodinného domu

Bakalářská práce se zabývá rodinným domem, který se nachází na jižním Valašsku. Je vzdálen necelými 4 kilometry na západ od Valašských Klobouk, od krajského města Zlína je vzdálen zhruba 35 kilometrů. Rodinný dům je určený k celoročnímu obývání. Obsahuje částečně podsklepenou část a dvě obývaná patra. Dům byl postaven ve druhé polovině 60. let minulého století. Rodinný dům je převážně orientován severovýchod. Obec je plynofikována, stejně jako popisovaný rodinný dům. Plynová přípojka je v současném stavu primárně využívána jako prostředek na ohřev teplé vody v domě a sekundárně jako záložní zdroj vytápění domu. Současné vytápění domu obstarává kotel na tuhá paliva Viadrus U 26, který spaluje hnědouhelné brikety a palivové dříví. V nejbližší době se zvažuje zateplení domu a tím dosažení zmenšené tepelné ztráty, která bude mít přímý vliv na snížení množství energie potřebné k vytopení rodinného domu.²

Tabulka 3: Výpočtové okrajové podmínky lokality Vsetín [95]

Lokalita	Vsetín
Nadmořská výška (m.n.m)	346
Venkovní výpočtová teplota (°C)	-15
Délka topného období (dny)	236
Průměrná venkovní teplota přes topné období (°C)	3,2
Venkovní teplota, při níž se zahajuje vytápění domu (°C)	-13

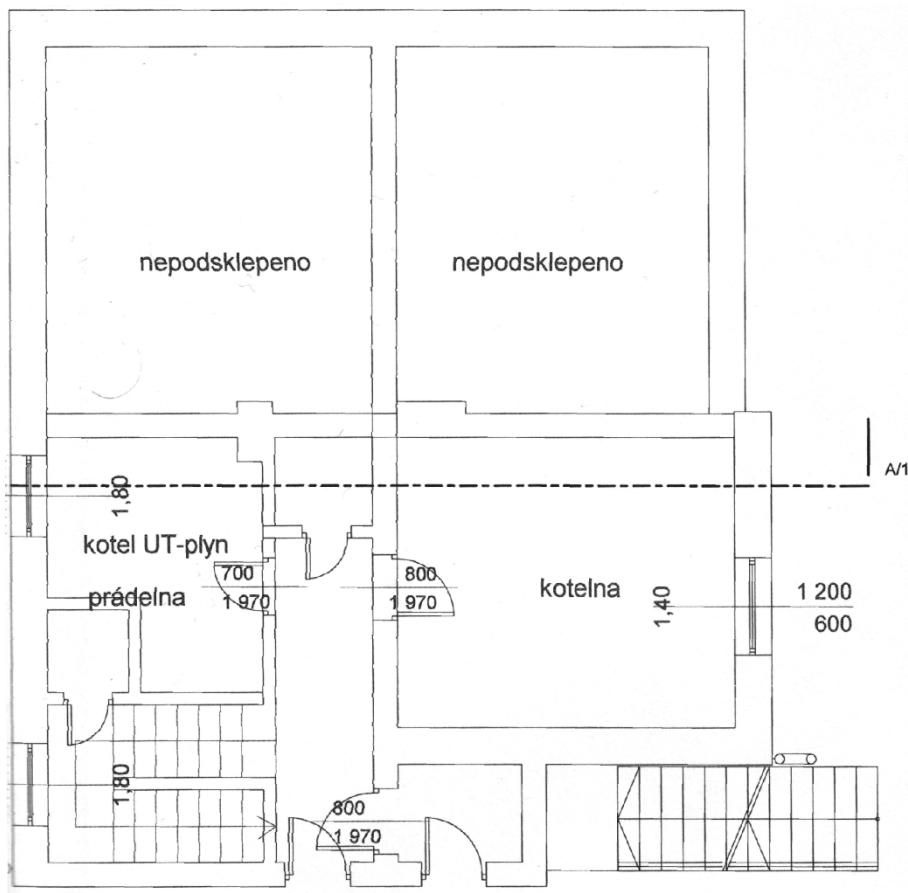
² Základní údaje o povětrnostních podmínkách v okolí domu nám poskytuje norma ČSN 38 3350. Jako referenční bod jsem zvolil data z města Vsetín, neboť je nejbližší popisovanému místu s normovaných měst na seznamu

8.1.1 Podsklepená část rodinného domu

Podsklepena je pouze poloviční část domu. Ve sklepě se nachází kotelna na tuhá paliva a technickoprovozní infrastruktura domu. Sklepní prostory jsou propojeny s přízemím domu schodištěm. Ve sklepení domu se taktéž nachází plynový ohříváč teplé vody.

Tabulka 4: Parametry podsklepené části domu [zdroj: autor]

Označení místnosti	Název místnosti	Plocha místnosti (m ²)	Objem místností (m ³)
001	Schodiště	5,25	10,29
002	Chodba	6,67	13,07
003	Umývárna	7,56	14,81
004	Kotelna	13,66	26,79
005	WC	1,33	2,63



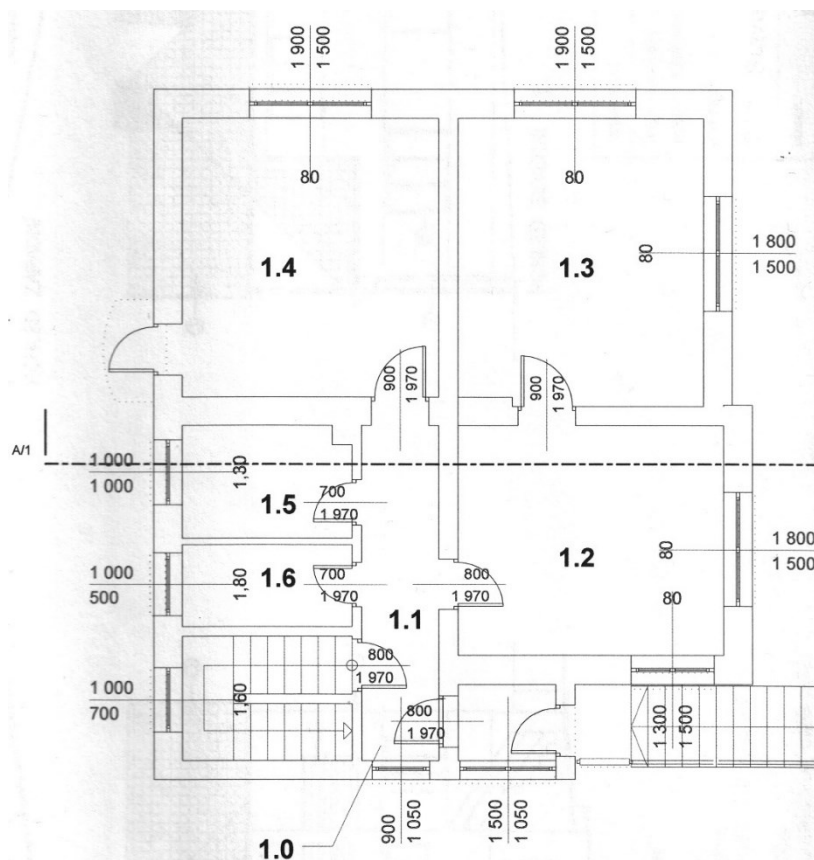
Obrázek 5: Půdorys sklepních prostor RD [zdroj: autor]

8.1.2 První nadzemní podlaží

Přízemí domu je navrženo k trávení většiny času v domě. Dominantou je propojený prostor kuchyně a obývacího pokoje.

Tabulka 5: Parametry prvního nadzemního patra domu [zdroj: autor]

Označení místnosti	Název místnosti	Plocha místnosti (m ²)	Objem místnosti (m ³)
101	Kuchyň	17,8	45,57
102	Obývací pokoj	17,11	43,8
103	Koupelna, WC	4,46	11,42
104	Technická místnost	3,6	9,22
105	Schodiště	5,6	14,34
106	Pokoj	18,91	48,41
107	Předsíň	2,06	5,27
108	Chodba	8,12	20,79



Obrázek 6: Půdorys prvního nadzemního patra RD [zdroj: autor]

8.2 Současně provedené vylepšení domu

Popisovaný dům procházel mezi lety 2012 až 2015 rozsáhlou modernizací. Modernizace se týkala kompletní výměny vedení elektřiny a vody v domě. Dominantou domu se stal nový pultový vikýř orientovaný na jihovýchod.

8.2.1 Modernizace střechy

Modernizací domu byla kompletně změněna složitě pojatá střecha za jednoduchou sedlovou střechu domu. Při rekonstrukci byla instalována stříbrná odrazová folie, která odráží teplo zpět do domu. Nebylo opomenuto ani zateplení stropu pod střechou minerální vatou a taktéž byly zatepleny šikminy ve stropě druhého patra. Základem stropů druhého patra je lehký sádkartonový strop zateplený již zmíněnou minerální vatou, která je doplněna o parozábranu. V koupelně je instalován odolnější sádkartonový strop, který lépe snáší vyšší vlhkost vzduchu a popřípadě i kontakt s vodou.

8.2.2 Podlahové konstrukce

Podlaha v přízemí prošla kompletní výměnou, vyměnil se škváro-asfaltový podklad nepodsklepených částí domu, protože toto řešení nevyhovuje tepelnému standardu pro moderní bydlení. Následně prošla výměnou celá podlaha. Základ podlahy tvoří železobetonová vrstva, na niž byla pokladena izolační vrstva s polystyrény. Do ní bylo nainstalováno nízkotepelné podlahové vytápění, které je nejefektivnějším zdrojem vytápění moderních budov. Nejsvrchnější vrstvou podlahy je anhydritová vrstva, která je uzpůsobena speciálně pro nízkotepelné vytápění domu pomocí podlahového vytápění.

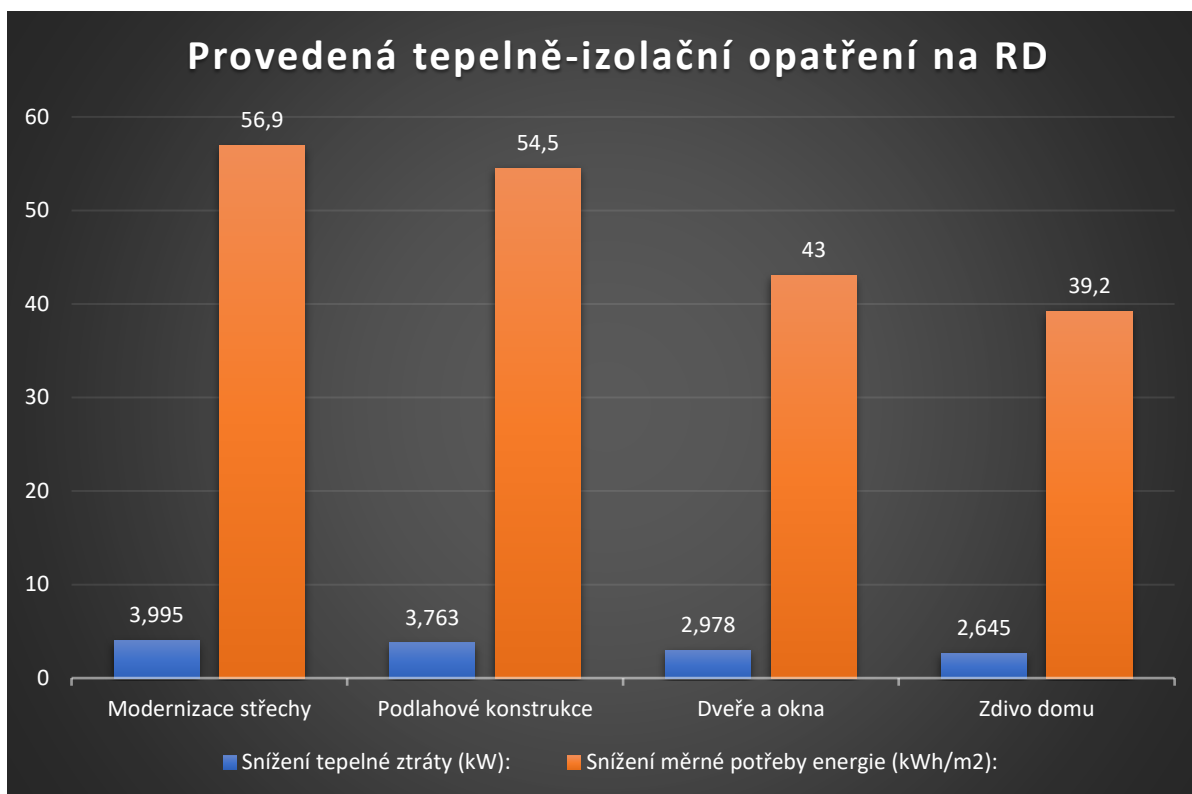
Použitým materiálem v obytných částech domu na podlahách jsou vinylové krytiny, výjimku tvoří pouze koupelny a chodby v domě.

8.2.3 Dveře a okna

Původní okna nesplňovala nároky na moderní dům pro 21. století, a tak se musela vyměnit za dvojskla plastových oken. Těmito modernějšími okny byla nahrazena kompletně všechna okna v domě. Vstupní, terasové a balkonové dveře byly taktéž vyměněny za moderní izolační dveře.

8.2.4 Zdivo domu

Stávající zdivo bylo zachováno pouze v přízemním patře, toto cihlové zdivo obsahuje břízo-litovou fasádu. Celková tloušťku zdiva zde dosahuje 450 mm a prozatím neobsahuje žádnou tepelnou izolaci. Druhé nadzemní patro je vystavěno z moderních cihlových bloků značky Heluz s tloušťkou 440 mm. Celý rodinný dům má plánované kompletní zateplení domu, jenž sníží výrazně energetickou ztrátovost domu, čímž v kombinaci s moderním zdrojem vytápění se rapidně sníží náklady na vytápění objektu.



Graf 3: Vizualizace úspor pomocí jednotlivých provedených opatření na RD [zdroj: autor]

9 VÝPOČET A KOMPARACE TEPELNÝCH ZTRÁT MEZI ON-LINE KALKULAČKAMI

Samotný výpočet v popisovaném rodinném domu bude vykonán ve dvou různých kalkulačkách tepelné ztráty domu. Výpočet na on-line kalkulačce odborném webu TZB-info, bohužel neplní stávající platné normy ČSN 06 210. Tudíž jsem ho z důvodu aktuálnosti má práce vynechal a používám jeho modernější podobu. Modernější verze obsahuje výstupy energetického štítku budovy a hlavně udává informace o potencionální výši dotace, která by náležela majiteli domu po naplánovaném zateplení domu.

Z výše uvedených důvodů jsem vybral kalkulačku, která se vytvořila pro projekty vedené v dotačním programu Zelená úsporám. Tato kalkulačka je optimalizována, tak aby ji mohlo využívat daleko širšímu spektru uživatelů. Každopádně je správné, že kalkulačka nové ČSN normy je navržena tak, aby lidé měli zpětnou vazbu na vypočtené tepelné ztráty od prodejců tepelných čerpadel. Dále je schopna vypočítat i procentuální vyjádření úspory při nových tepelně-izolačních opatřeních, vygenerovat základní grafy a hodnotu měrné spotřeby energie na kWh/m²

Na závěr jsem pro komparaci dat zadal tepelné vlastnosti domu do kalkulačky na stránkách Vytápění.cz. Kalkulačka sama uvádí, že poskytuje pouze orientační údaje o tepelné ztrátě domu a o množství energie potřebné k vytopení domu za celý rok.

9.1 Výpočet tepelné ztráty domu dle kalkulačky Zelené úsporám

Nejprve je potřeba stanovit nejbližší možnou lokalitu domu, v mém případě Vsetín. Nastavením lokality se nám automaticky vyplní data relevantní k výpočtu tepelné ztráty a měrné potřeby energie domu.

LOKALITA / UMÍSTĚNÍ OBJEKTU	
Město / obec / lokalita	Vsetín <input type="text"/> ?
Venkovní návrhová teplota v zimním období θ_e	-17 °C
Délka otopného období d	225 dní
Průměrná venkovní teplota v otopném období θ_{em}	3.2 °C

Obrázek 8: Tepelné vlastnosti lokality Vsetín [81]

Druhým krokem je nastavení upřesňujících dat o chování jednotlivé domácnosti. Nejprve se adekvátně zvolí vnitřní teplota, přičemž obvykle se porovnává tepelná ztráta domu při vnitřní teplotě 20 °C. Důležitým údajem při výpočtu je celkový objem, který se skládá ze všech vytápěných místností domu, tudíž se vynechá při výpočtech plocha: garáží, lodžií a sklepů. Objem vytápěných místností popisovaného rodinného domu je roven 361,49m³. Celková plocha ochlazované konstrukce domu se vypočítává automaticky s uživatelem zadaných údajů o konstrukci domu.

Pro ekonomickou podstatu zateplení a jeho návratnosti je důležitý následující údaj o celkové ploše podlah domu. Opět se jedná o údaj bez neobývaných ploch domu a zároveň o nevytápěných ploch domu. Celková plocha podlahy se na konci výpočtu automaticky vynásobí s dotačním nárokem, který je vypočten v hodnotě 122 443 Kč. Přepočet tvaru budovy, který je roven celkové ploše domu / objemu domu, se taktéž vypočte automaticky s uživatelem stanovených dat.

Trvalý tepelný zisk se vypočte na základě dat o členech domácnosti a tepelného zisku od spotřebičů v domě. Tudíž trvalý tepelný zisk je v mém případě roven 380 W. Konkrétně se skládá se 4 lidí, kde je uváděno, že každý člověk vyzařuje po 70 W, tudíž $4 * 70 \text{ W} = 280 \text{ W}$. Zbylých 100 W připadá na trvalý tepelný zisk od elektrických spotřebičů.

CHARAKTERISTIKA OBJEKTU

Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{int} obvyklá teplota v interiéru se uvažuje 20 °C	20 °C
Objem budovy V vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje nevytápěné podkrovní, garáž, sklepy, lodžie, římsy, atiky a základy	361,49 m ³
Celková plocha A součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy (automaticky, z níže zadaných konstrukcí)	507,489 m ²
Celková podlahová plocha A_c podlahová plocha všech podlaží budovy vymezená vnitřním lícem obvodových stěn (bez neobyvatelných sklepů a oddělených nevytápěných prostor)	144,05 m ²
Objemový faktor tvaru budovy A / V	1,4 m ⁻¹
Trvalý tepelný zisk H_+ Obvyklý tepelný zisk zahrnuje teplo od spotřebičů (cca 100 W/byt), teplo od lidí (70 W/os.) apod.	380 W
Solární tepelné zisky H_{s+} <input checked="" type="radio"/> Použít velice přibližný výpočet dle vyhlášky č. 291/2001 Sb <input type="radio"/> Zadat vlastní hodnotu vypočtenou ve specializovaném programu	976 kWh / rok

Obrázek 9: Vlastnosti rodinného domu [81]

Třetí částí je už výpočet jednotlivých součinitelů propusti tepla na uvažovaném rodinném domu. Před samotným výpočtem je důležité mít detailní přehled o všech materiálech, které jsou na domě použity. Jen tak lze dosáhnout adekvátní hodnoty tepelné ztráty domu. Samozřejmě jsou i údaje o plochách domu, které pokrývají jednotlivé materiály na zateplené domu.

Postup se stále opakuje, do kolonky součinitele prostupu tepla se zadá údaj např. 0,20, jenž odpovídá hodnotě součinitele prostupu tepla pro cihlu Heluz Plus broušená 440 mm. Tato cihla je použita jako materiál na stěně 2. Druhý sloupec slouží pro výpočet úspory při zateplení domu / výměně oken nebo dveří. Zapisují se zde tloušťky nového izolačního materiálu domu, které se musí přepočítat na koeficient součinitele tepelné prostupnosti domu bílého expandovaného polystyrenu. Bílý expandovaný polystyren má tepelnou prostupnost 0,040 W/m²K. Tato prostupnost je s ohledem na novější tepelně-izolační materiály již zastaralá. Třetí sloupec označuje plochu využití jednotlivých materiálů na domě. Poslední sloupec nám ukazuje rozdíl mezi měrnou ztrátou prostupnosti tepla v současnosti a teoretický budoucí stav po rekonstrukci.

Na posledních dvou řádcích je možnost přidat do výpočtu tepelné ztráty domu materiálové vrstvy, které nejsou v základní nabídce on-line kalkulačky. Pod jinou konstrukcí 1, se skrývají dvě původní dřevěné dveře, které mají ohromný součinitel prostupu tepla o hodnotě 6,5 W/m²K. Pod druhou dodatečnou konstrukcí je přidán sokl podsklepené části domu. Je vystaven s naprosto identické kombinace pálené cihly a břizolitu a jeho plocha na domě je 38,33 m².³

³ Solární tepelné zisky, se uvádějí podle vyhlášky číslo 291/2001 Sb. Na lokalitu v okolí města Vsetín připadají solární tepelné zisky 1159 kWh za rok

OCHLAZOVANÉ KONSTRUKCE OBJEKTU / ZATEPLENÍ, VÝMĚNA OKEN

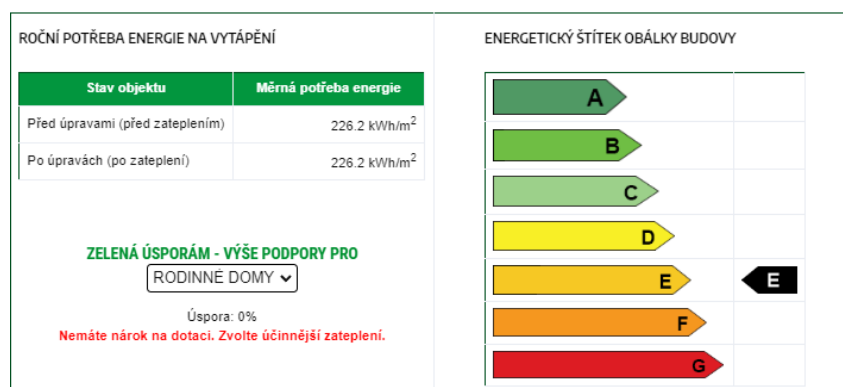
Konstrukce	Součinitel prostupu tepla před zateplením U_i [W/m ² K]	Tloušťka zateplení d [mm] / nová okna U_i [W/m ² K]	Plocha A_i [m ²]	Číselník teplotní redukce b_i [-]		Měrná ztráta prostupem tepla $H_{n_i} = A_i \cdot U_i \cdot b_i$ [W/K]	
				Před úpravami	Po úpravách	Před úpravami	Po úpravách
Stěna 1	1.35		113,74	1.00	1.00	153.5	153.5
Stěna 2	0.20		78,41	1.00	1.00	15.7	15.7
Podlaha na terénu	0.68		66,39	0.40	0.40	18.1	18.1
Podlaha nad sklepem (sklep je celý pod terénem)				0.45	0.45	0	0
Podlaha nad sklepem (sklep částečně nad terénem)	0.68		77,66	0.65	0.65	34.3	34.3
Střecha	0.20		24,23	1.00	1.00	4.8	4.8
Strop pod půdou	0.11		66,39	0.80	0.80	5.8	5.8
Okna - typ 1	1.1		34,089	1.00	1.00	37.5	37.5
Okna - typ 2	1.1		2,367	1.00	1.00	2.6	2.6
Vstupní dveře	0.88		3,3	1.00	1.00	2.9	2.9
Jiná konstrukce - typ 1	6,5	?	2,584	1.00	1.00	16.8	16.8
Jiná konstrukce - typ 2	1,35	?	38,33	1.00	1.00	51.7	51.7

Obrázek 10: Součinitele prostupnosti tepla přes jednotlivé vrstvy RD [81]

Ve výpočtu současného stavu domu se předpokládají standardní tepelné mosty.

Větrání se hygienicky počítá minimálně 25 m³ čerstvého vzduchu na osobu/hodinu. Koeficient přítomnosti osoby v domě je určen na hodnotu 0,7. Posledním údajem o dopočítání potřebného množství vzduchu na výměnu je objem domu v m³. Výpočtem byla zjištěna potřebná intenzita větrání 0,39. Dům nemá zabudovaný systém rekuperace vzduchu.

Výsledkem celého procesu výpočtu je stanovení současné tepelné ztráty domu a potřeba roční energie na vytápění domu. Výsledek výpočtu ukázal, že aktuální měrná potřeba energie je 226,2 kWh/m². Energetický štítek domu nám ukazuje, že aktuálně spadá dům do kategorie E – tedy nevhodná budova.



Obrázek 11: Měrná potřeba energie a energetický štítek obálky RD [81]

Celková ztráta domu před zateplením je vypočtena programem ZELENÁ ÚSPORÁM na 16 484 W neboli 16,484 kW. Největší podíl ztrát padá na: obvodový plášť domu, jiné konstrukce domu a větrání. [81]

Typ konstrukce (větrání)	Tepelná ztráta [W]
Obvodový plášť	6,262
Podlaha	1,938
Střecha	395
Okna, dveře	1,591
Jiné konstrukce	2,536
Tepelné mosty	1,878
Větrání	1,884
--- Celkem ---	16,484

Obrázek 12: Detaily konstrukce tepelné ztráty RD [81]

9.2 Výpočet tepelné ztráty domu dle kalkulačky Vytápění.cz

Hned po otevření webové aplikace na výpočet tepelné ztráty na tomto webu, nás autoři upozornují na pouze odhad tepelné ztráty domu. Dále uvádějí, že úplný výpočet, který by odpovídal ČSN normě zpracovávají odborné organizace. [82]

Hlavní nevýhodu této kalkulačky je velmi limitovaná možnost nastavených údajů o domě. Nejzásadnější nevýhoda je v nemožnosti nastavit si tepelnou propustnost jednotlivých vrstev v domě. Výhoda se naopak skrývá v naprosto jednoduchém ovládaní, které je uzpůsobeno i pro velice širokou veřejnost. Při konečném vypočtení tepelné ztráty domu, se nám také vypočte roční potřeba tepla na vytopení domácnosti.

Samotný výpočet se skládá pouze ze dvou samostatných částí, což je samo o sobě značně zjednodušeno v porovnání s první popisovanou kalkulačkou. V první části opět nastavíme nejbližší město, podle již několikrát zmiňované normy ČSN 38 3350 o klimatických podmínkách v jednotlivých částech České republiky. Podle dat z normy již vyplní základní hodnoty, stejně jako v případě minulé kalkulačky.

Údaje závislé na lokalitě:

Vaše lokalita:

klimatické údaje dle ČSN 38 3350

Venkovní výpočtová teplota: °C

Střední venkovní teplota topného období: °C

Počet dnů topného období:

Obrázek 13: Údaje o popisované lokalitě RD [82]

Ve druhé části již zadáváme údaje o „vlastnostech“ domu. Nejprve vybereme polohu objektu vůči krajině, kde jsem zvolil střední ochranu budovy před nepříznivými klimatickými podmínkami. Po výpočtu prosklení budovy, které mi vyšlo na 18 % procent plochy fasády, jsem zvolil možnost nízkého prosklení objektu. Dalším údajem udávaném do výpočtu je průměrná teplota v interiéru domu, kterou jsem v rámci komparace s minulým výpočtem nechal na identické hodnotě 20 °C. Předposledním údajem je klíčový údaj o celkové ploše vytápěné budovy. Tato hodnota je očištěna od nevytápěných ploch domu, jakou jsou například: lodžie a sklepy. Posledním potřebným údajem v této kalkulačce je průměrná výška místností sečtená s průměrem izolace na stropěch domu.

Ostatní údaje:

Poloha objektu:

chráněná poloha objektu v krajině
budovy uvnitř zástavby nepřevyšující okolí, nízké domy v zalesněné krajině atp.

nechráněná poloha objektu v krajině
budovy značně převyšující okolí, budovy na okrajích měst atp.

velmi nepříznivá poloha objektu v krajině
budovy značně převyšující okolí v řídké zástavbě, v nezalesněné krajině atp.

Prosklení objektu:

nízké prosklení objektu
méně než 20% fasády

standardní prosklení objektu
20 - 40% fasády

nadměrné prosklení objektu
více než 40% objektu

Průměrná vnitřní výpočtová teplota: °C

Celková vytápěná plocha objektu: m²
Vytápěná podlahová plocha je plocha přímo, či nepřímo vytápěných místností, kde má být dodržována teplota v zimním období.

Průměrná konstrukční výška: m
Konstrukční výškou se rozumí světlá výška + tloušťka stropu

Obrázek 14: Ostatní údaje o RD [82]

Snaha o maximální zjednodušení všechno, vyplývá i z finálního rozdělení domu do pěti různých kategorií podle roku stavby domu.

	Tepelná ztráta objektu:	Roční potřeba tepla na vytápění:	
Pasivní dům:	1.5 kW	2161 kWh/rok	(7.8 GJ/rok)
Nízkoenergetický dům:	4.6 kW	5042 kWh/rok	(18.2 GJ/rok)
Dům, jehož tepelné vlastnosti splňují současné požadavky:	12.4 kW	24528 kWh/rok	(88.3 GJ/rok)
Dům, jehož tepelné vlastnosti odpovídají letem 1993 - 2003:	14.6 kW	28857 kWh/rok	(103.9 GJ/rok)
Dům, jehož tepelné vlastnosti odpovídají letem před r. 1993:	17.4 kW	34432 kWh/rok	(124.0 GJ/rok)

Obrázek 15: Vypočtená tepelná ztráta a potřeba tepla na vytápění RD za rok [82]

Popisovaný rodinný dům má v současném stavu použité některé materiály, které se dají považovat za stále moderní. Přičemž, ale podstatná část obvodových stěn stále podle kalkulačky webu Vytápění.cz, by spadala do kategorie domů před rokem 1993. V této souvislosti bych vyzdvihнул hlavně 113,74 m² původních zdí se součinitelem prostupu tepla o hodnotě 1,35 a 38,33 m² dosud nezatepleného soklu domu se součinitelem prostupu tepla taktéž 1,35. Provedenými stavebními úpravami, které zmenšují tepelnou ztrátu jsem se již věnoval v kapitole 8.2.

Podle širokého zjednodušení vstupních dat o domě jsem předpokládal větší odchylku tepelné ztráty domu. Při porovnání s kalkulačkou Zelená úsporám na odborném webu TZB-info.cz. Logickým pohledem na popisovaný rodinný dům mi dává smysl vypočtený výsledek z první kalkulačky o současné hodnotě tepelné ztráty 16,484 kW. V porovnání se zařazením do výsledných skupin druhé kalkulačky. Ta zařadila dům mezi kategorie domů odpovídajícím rokům 1993-2003 a odpovídajícím domům před rokem 1993. Přičemž výrazně blíže je svými tepelnými vlastnosti domům postaveným před rokem 1993.

9.3 Výpočet tepelné ztráty domu podle spotřebované energie

Pro zajištění adekvátnosti vypočtené tepelné ztráty domu a měrné potřeby energie, jsem použil patřičná data spotřeby paliv za celou minulou topnou sezonu. Vypočítal jsem porovnání k teoretickým výpočtům postavených na průstupu tepla přes jednotlivé konstrukce domu a geografických podmínek domu. Popisovaný rodinný dům se v současné době vytápí kombinací hnědouhelných briket, zemního plynu, suchého měkkého a tvrdého dříví. Po zjištění celkového přitopeného množství jsem data přepočtl na vhodné jednotky. U zemního plynu se počítá se spotřebovanými m³ za rok. U hnědého i černého uhlí se udává výpočet ve spotřebovaných kilogramech za rok, totožně se přistupuje i ke spotřebovanému dřevu. Na závěr se přičte spotřebovaná elektrická energie použitá k vytápění rodinného domu.

Druhou částí přepočtu reálně spáleného paliva k vytápění domu je přepočtení všech výše uvedených paliv na požadované jednotky. Zemní plyn a uhlí je běžně nakupováno ve „správných“ jednotkách pro výpočet, tedy v případě zemního plynu m^3 a kilogramy v případě uhlí. Přepočet dřeva je mírně složitější, neboť se běžně počítá dřevo v m^3 , a ne v požadovaných kilogramech. Rodinný dům, který popisují spálí za průměrnou topnou sezonu 13 m^3 dřeva, z čehož je 10 m^3 suchého smrku o váze 440 kg/m^3 a zbývající 3 m^3 suchého buku o váze 570 kg/m^3 . Po vynásobení a sečtení váhy smrku a dubu je celková váha rovna 6110 kg dřeva. [34]

1. současná spotřeba	roční		spotřeba energie na topení	
zemní plyn v m^3 / rok	266	x 9,5 =	2527	kWh
hnědé uhlí v kg / rok	2700	x 4,5 =	12150	kWh
černé uhlí v kg / rok		x 6,0 =		kWh
dřevo v kg / rok	6110	x 4,5 =	27495	kWh
elektrická energie v kWh / rok		x 1 =		kWh

Obrázek 16: Vypočtená spotřeba energie na vytápění RD za rok [83]

Spotřebu energie tedy dostaneme převedením množství jednotlivých paliv na kWh. Paliva se převádí na kilowatthodiny pomocí vynásobení se s výhřevností jednotlivých paliv.

Ve druhé části výpočtu se od celkové spotřebované energie na vytápění domu, přepočtené na kWh, postupně odečte koeficient spotřeby energie na ohřev vody. Pro zjednodušení se využívá 1 MWh na osobu a rok, tudíž pro 4 členů rodinu je potřeba odečíst 4 MWh neboli 4000 kWh. Celková suma spotřebované energie na vytopení rodinného domu je rovna 38172 kWh za celý rok 2022. [83] Tepelná ztráta RD dle reálné spotřeby energie je 19,286 kW.

Ve třetí části pouze vypočtenou hodnotu spotřebované energie vydělíme metry čtverečnými vytápěné plochy domu, která je rovna 144 m^2 . Celkovou vytápěnou plochu použijeme naprosto stejnou jako v případě teoretických výpočtů tepelné ztráty domu a měrné potřeby energie.

3. celková spotřeba za vytápění				SPOTŘEBA ENERGIE NA 1 m^2
	38172	kWh	144	m^2 = 265 kWh / m^2
:				

Obrázek 17: Vypočtená spotřeba energie 1 m^2 RD [83]

9.4 Porovnání výsledků vypočtených tepelných ztrát

Výsledky všech třech kalkulaček vyšly přibližně podobně. Za klíčové bych bral hlavně porovnání kalkulačky Zelená úsporám s reálnou spotřebou domu. Kalkulačka Zelená úsporám počítá tepelnou ztrátu domu a měrnou potřebu podle současné normy ČSN. V kombinaci se široce nastavitelnými údaji, poloze domu a možnosti nastavit si detaily zateplení jednotlivých konstrukcí. Využití této kalkulačky, již ale vyžaduje určité množství vědomostí o problematice tepelných ztrát domu. Odměnou pro uživatele je ve výsledku přehledný údaj o jednotlivých tepelných ztrátách a možnostech jejich eliminace.

Výpočet na stránkách Vytápění.cz je doporučitelný pro naprosto širokou veřejnost, která si chce co nejjednodušeji zjistit přibližnou tepelnou ztrátu domu. Široké uplatnění bych viděl v možnosti oponovat některým nekorektním firmám, které se zabývají instalací tepelných čerpadel. Bohužel se stává, že si lidé nechají namontovat tepelné čerpadlo o nevyhovujícím výkonu. Poté mohou nastat velké potíže s efektivitou topení, které se samozřejmě odrazí na nákladech na vytopení domu.

Reálná měrná ztráta tepla poslouží jako komparační údaj. Hodnota bude vyšší, neboť oba předešlé výpočty byly počítány na normovaných 20 °C. Běžná teplota v domě se vyskytuje okolo 23 °C, což bude jistě mírně zkreslovat výsledky výpočtů.

Srovnání vypočtených hodnot:

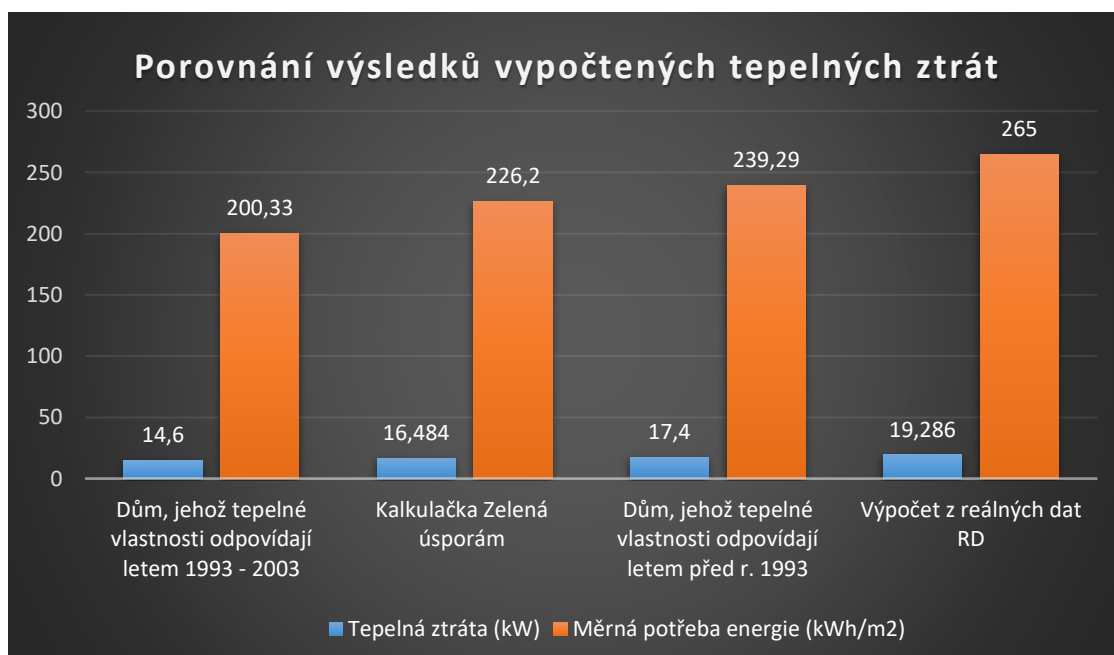
- 1. Kalkulačka Zelená úsporám** – tepelná ztráta = 16,484 kW
 - měrná potřeba energie = 226,2 kWh/m²
 - energetický štítek = E – nevhodná budova
- 2. Kalkulačka Vytápění.cz** – tepelná ztráta = 14,6 až 17,4 kW
 - měrná potřeba energie = 200,33 až 239,29 kWh/m²
 - energetický štítek = E – nevhodná budova
- 3. Výpočet z reálných dat RD** – tepelná ztráta = 19,286 kW
 - měrná potřeba energie = 265 kWh/m²
 - energetický štítek = F – velmi nevhodná budova

Tepelná ztráta odpovídá domu, který je v současnosti svými tepelnými vlastnostmi mírně nad nejnevhodnějšími domy vystavenými před rokem 1993. Výsledek dává smysl, protože se zatím jedná o nedokončenou rekonstrukci domu ze druhé poloviny 60. let. Nejzásadnější modernizační činnost, která se přímo dotýká tepelně-izolačních vlastností domu je popsána v kapitole 8.2. V budoucích kapitolách budu uvádět tepelnou ztrátu po dokončení zateplení a její vliv na vytápění domu.

Rozdíl mezi měrnou potřebou energie u odborné kalkulačky Zelená úsporám a výpočtem na základě reálných dat o spotřebě rodinného domu za rok 2022 je primárně založen na dvou faktorech. Prvním faktorem je zajištění efektivity spalování paliva v kotli na tuhá paliva Viadrus Hercules U26, která má účinnost 75 % při spalování hnědouhelných briket nebo dřeva. [84]

Druhým faktorem, který vytváří rozdíl je vytápění domu na vyšší teplotu než na 20 °C, což logicky vede ke zvýšené spotřebě paliva a tím rostoucí tepelné ztrátě domu.

I přes oba zmíněné faktory, které by teoreticky mohli výrazně promluvit do rozdílu hodnot je dle mého rozdílu 17 % velice nízký. Konkrétně rozdíl je 17 % mezi teoretickým výpočtem na aktuálně normově platné kalkulačce odborného webu TZB-info.cz a reálným výpočtem spotřebované energie na vytápění rodinného domu za rok 2022. Tento docela nízký rozdíl, opět potvrzuje důvěryhodnost výsledků teoretického výpočtu tepelné ztráty a měrné spotřeby tepla rodinného domu.



Graf 4: Porovnání výsledků vypočtených tepelných ztrát [zdroj: autor]

10 NAVRHOVANÉ NOVÉ ZDROJE VYTÁPĚNÍ DOMU

Po výpočtu tepelné ztráty domu lze adekvátně vybrat nový zdroj vytápění pro rodinný dům. Je třeba mít na paměti, že výpočet probíhal v normovaných podmínkách pro extrémní zimy a tím pádem stanovil nejhorší možnou tepelnou ztrátu. V případě lokality Vsetín a okolí se jedná o teplotu - 17 °C, která se ale v posledních zimách vyskytuje zcela minimálně. Tím pádem pro zajištění efektivity zdroje tepla je vhodné hledat zdroje tepla s výkonem, který zvládne efektivně pokrývat rozsah tepelné ztráty domu.

Po studiu odborných článků jsem stavil následující nové zdroje vytápění pro rodinný dům. Všechny zmíněné zdroje tepla jsou plně schváleny Státním fondem životního prostředí a jsou zařazeny na seznam výrobků, jež jsou podpořeny dotačními tituly Nová zelená úsporám a Kotlíková dotace. [85]

V rámci výběru nového tepelného čerpadla jsem zvolil renomovanou značku NIBE, ve verzi vytápění vzduch – voda, z důvodu jednodušší implementace do stávající infrastruktury domu. Tepelné čerpadlo země – voda by bylo stavebně velmi složité, neboť v okolí domu je sad ovocných stromů, tudíž by instalace zemních kolektorů byla značně komplikovaná. Zástupcem moderních kotlů spalující biomasu s funkcí dvojestupňové spalování jsem vybral vysoce technologicky vyspělý kotel od České firmy BLAZE HARMONY, která sídlí v ne-dalekém Lipníku nad Bečvou. Jako zástupce plynových kondenzačních kotlů jsem také zvolil špičkového výrobce, konkrétně firmu BRÖTJE. Tento kotel umí nejen vytápět efektivně rodinný dům, ale i ohřívat teplou užitkovou vodu.

10.1 Kotel na tuhé paliva – BLAZE HARMONY BH 18

Po extrémním zdražení plynu se projevil zvýšený zájem o úsporné kotle na tuhé paliva. Zájem se již začíná také projevovat na zvýšené poptávce po kusovém dřevu, které samozřejmě při vyšší poptávce zvyšuje svou cenu. I tak je ale vytápění dřevem stále finančně dostupné. V popisovaném kotli lze spalovat nejen již zmíněné kusové dřevo, ale i dřevěné brikety, dřevěnou štěpku a dřevěné piliny. Netřeba dodávat, že by se u všech paliv mělo jednat o kvalitní a vysušené palivo. Kotel je uzpůsoben ECODESIGNU, přičemž plní energetickou třídu A+. Také po emisní stránce je kotel uzpůsoben na vysoký standard, neboť splňuje pátou emisní třídu dle národní normy ČSN EN 303-5. [86]

10.1.1 Výhody kotle

Kotel má velmi velký rozptyl regulovatelnosti výkonu kotle, což nám dává možnost instalace zmenšeného objemu akumulčních nádrží na vodu, takže se kromě úspory po finanční stránce uspoří i místo v kotelně domu. Výkon je tento kotel schopen regulovat po procentních bodech a automaticky ho řídit dle potřeby získání energie na nastavenou teplotu domu. I při zmírněném výkonu kotle, výrobce HARMONY garantuje identické množství vypouštěných spalin, jako při plném zatížení tepelného zdroje. Možnost takto regulovat zdroj tepla zákazníci nejvíce ocení v jarních a podzimních měsících. Pro potřeby popisovaného rodinného domu dostačuje nejméně výkonný model DH 18 kde, jak název vypovídá se jedná o tepelný zdroj s výkonem 18 kW. Jeho efektivita spalování paliva je udávána na 92 %. Proti svým výkonnějším edicím může nastat problém s limitací maximální délky polen, kde u modelu DH 18 musí být maximální délka polen 330 mm a méně. U výkonnějších edicí je maximální délka polen stanovena na 500 mm.

Kotel stojí 106 183 Kč. V této ceně je dodán samotný kotel, automatická řídicí jednotka, všechny potřebná čidla, odtahový ventilátor a integrovaný směšovač. Za příplatek necelých 11 000Kč je možnost koupit vylepšenou edici, která obsahuje navíc Lambda sondu se servo pohonem. Lambda sonda se stará o zlepšené spalování paliva a nízké vypouštěné emise, při spalování polen ze dřeva. Součástka funguje na principu snímání množství kyslíku, které se pohonem servo motoru reguluje a tím se přesně ovládá požadovaný výkon kotle.



Obrázek 18: Zplynovací funkce kotle [86]

Unikátností výrobce je systém na detekci paliva ve spalovací komoře zdroje tepla. Při zjištění nízkého stavu paliva se vypne ventilátor kotle a kotel se přepne do režimu udržování stavu stáložáru. Vrstva žhavých uhlíků vydrží několik hodin a po přiložení dalšího paliva pokračuje proces hoření. Tím pádem se uživatelům šetří každodenní práce na znovu roztápnění kotle. V případě úplného vyhasnutí kotle, není nutné kotel čistit před dalším zatopením. Založit nový oheň je možno na dohořelých uhlících od minulého vytápění rodinného domu. Druhým patentovaným systémem Českého výrobce je třípásmový přísun vzduchu. Kotle mají tři přísuny vzduchu: primární, sekundární a vysoušecí. Tento unikátní systém je navrhnut pro optimální spalování širokého spektra paliva. Předsoušecí vzduch se spustí při potřebě vysokého množství vlhkosti obsažené ve spalovaném palivu. V tomto specifickém režimu se vzduch dostává do vrchní poloviny kotle, kde má za úkol vysušet palivo, tak aby se co nejefektivněji spálilo a bylo vypouštěno co nejmenší množství spalin, a to vše při udržení vysoké účinnosti energie z paliva. [86]

10.1.2 Nevýhody provozu kotle na tuhé paliva

Zásadní problém může nastat v nutnosti zakoupení nebo provozu ohřívače teplé vody. Ohřev teplé vody se většinou řeší dokoupením průtokového plynového ohřívače, který v netopnou sezonu plně ohřívá teplou vodu pro provoz domácnosti. V topnou sezónu kotel na tuhé paliva pomáhá výrazně předeřhřívat teplou vodu a tím výrazně snižovat množství energie k ohřevu teplé vody.

Další potíže mohou nastat s další investicí, která se bude týkat kvalitního vyvločkování komína, neboť takto sofistikované zařízení potřebuje pro svůj provoz silný komínový tah. V celkové investici je třeba připočítat platné revize na zdroj tepla, jež jsou podle zákona od roku 2017 povinné. Revize je minimálně nutné provádět jednou za tři kalendářní léta. Taktéž je nutné provádět revizi spalovacích cest, ta by se měla provádět alespoň třikrát za jednu topnou sezonu.

Vzhledem k ocelové konstrukci kotle, je potřeba z důvodu prodloužení životnosti dbát na suché palivo. Jedná se o poměrně složitý topný systém, jehož vstupní investice jsou okolo 200 000 Kč, což již není úplně zanedbatelná částka. Kontrolu jakosti paliva by si měli budoucí zájemci ohlídat i u pelet. Někteří výrobci pelet prodávají méně jakostní piliny, které buď obsahují větší podíl vlhkosti, nebo jsou vyrobeny z materiálu o nižší výhřevnosti. Stejně u ostatních běžných paliv na výhřev domu, tak u biomasy platí poměrně rychlý růst cen. U kusového dřeva se pomalu blíží ceně 2500 Kč za prostorový metr. Jedním z klíčových

důvodů, růstu cen je pomalý konec kůrovcové kalamity, která dodávala obrovské množství levného palivového dřeva. Do dalších let je očekáván růst o zhruba 20 %. Růst je zapříčiněn inflací v České republice a dále legislativou, která zatím nereguluje vývoz palivového dřeva do zahraničí. V okolních zemích je zvýšená poptávka po českém palivovém dřevu, což dále zvyšuje cenu i na našem trhu se dřevem. U dřevěných pelet a briket se taktéž počítá s růstem o zhruba 20 %, zde jsou hlavní potíže se zákazem dovozu pelet z Běloruska a Ruska a taktéž dovoz z válčící Ukrajiny je značně omezen. Dalším faktorem je v Evropě nestálý rozvoj vytápění pomocí těchto kotlů, což sebou nese zvyšování cen za topné suroviny. [71]

10.2 Tepelné čerpadlo – NIBE S2125-12

Moderní tepelná čerpadla patří mezi nejpohodlnější vytápění z pohledu uživatelského komfortu. Pro moderní úsporné domy se jedná o velice perspektivní druh vytápění. Popularita tepelných čerpadel vzrostla v důsledku válečného konfliktu na Ukrajině a enormnímu nárůstu cen plynu. Dalším faktorem, který zvýšil zájem o tepelná čerpadla jsou státní dotace na podporu moderního vytápění domů a bytů v České republice. Pro použití v popisovaném rodinném domu jsem zvolil druh tepelného čerpadla vzduch – voda. Set tepelného čerpadla se skládá z venkovní jednotky a vnitřní řídicí jednotky. Konkrétní vybrané tepelné čerpadlo NIBE S2125 má sezónní topný faktor SCOP vyšší než hodnota 5. Při běžném zimním počasí posledním zim v České republice, tedy 2 °C dosahuje topný faktor stále slušné hodnoty 3,83. Tedy s 1 kW spotřebované elektrické energie, tepelné čerpadlo vytvoří 3,83 kW tepla. Z energetického štitku spotřebiče dále vyplývá, že při nízkotepelném vytápění na 35 °C, tak abychom optimálně využívali potenciálu zabudovaného podlahového vytápění v domě je ideální tepelná ztráta 7–8 kW, kterou je v plánu dosáhnout po dokončení rekonstrukce domu. Vytápění domu s aktuální tepelnou ztrátou, jež jsem vypočítal v minulé kapitole, by bylo velice neefektivní a bylo by potřeba zakoupit vyšší řadu tepelných čerpadel, které jsou schopny pokrývat vyšší tepelné ztráty domu. [87]

Cena tohoto tepelného čerpadla i s řídicí jednotkou a montáží vychází na 316 595 Kč. Dále je třeba započítat poměrně drahý materiál na zapojení a zprovoznění topné soustavy, které i s jednotkou pro připojení do tepelné soustavy podlahového vytápění odhaduji na 30 000 Kč. Dá se tedy odhadnout cena tepelného čerpadla na zhruba 350 000 Kč. Přesná cena se musí stanovit s dodavatelem a s firmou, která bude provádět zapojení a revizi tepelného čerpadla. Je třeba dále zajistit odvod zkondenzované vody od tepelného čerpadla. Výrobce uvádí, že může vzniknout až 50 litrů odpadní vody za den, která se musí odvést. Proto se obvykle

budují vsakovací jímky do nezámrazné hloubky, kde je vzniklý vodní kondenzát odváděn. V případě popisovaného domu by byl kondenzát odváděn do kanalizace.



Obrázek 19: TČ NIBE S2125-12 [87]

10.2.1 Nevýhody provozu tepelného čerpadla

Topení pomocí tepelného čerpadla je velmi závislé na dodávce elektřiny. Při výpadku elektřiny je domácnost bez zdroje vytápění. Další problémy mohou nastat při enormním zdražení elektrické energie, ze které se vyrábí teplo do domácností. S rostoucí potřebou elektrické energie v Evropské unii se dále zvyšuje rizikovost prudkého nárustu cen. Nárůst cen za elektřinu také může způsobit probíhající očista elektrické energie od fosilních druhů paliva. Negativní výhledy hovoří až o částce 15 Kč / 1 kWh, což by pro vytápění rodinného domu mělo značně negativní dopad na finanční efektivitu provozu tepelného čerpadla. [71]

Samotná tepelná čerpadla svým bohem v posledních letech značně podražují. Problémy mohou také nastat v případě instalace zdroje vytápění neodbornou firmou, kterých se bohužel v poslední době „vyrojilo“ značné množství. Tepelná čerpadla jsou ideálně provozována v domech s nízkou tepelnou ztrátou, kde se plošně využívá jejich předností. Největší efektivity vytápěním tepelným čerpadlem, lze dosáhnout v kombinaci: zateplení domu, fotovoltaiky s bateriovým systémem a speciálním tarifem na elektřinu D57d, který je uzpůsoben vytápění domu pomocí tepelného čerpadla. Tato kombinace je ale velmi finančně nákladná. V mých očích je ale naprosto správná, určitou podporu zmírnění vložených financí poskytují již několikrát zmíněné dotační tituly.

Ve velmi chladných oblastech Evropy mají tepelná čerpadla výrazně nižší efektivitu. Tento jev vzniká z nízké venkovní teploty, pokud čerpadlo již není schopno vytápět samovolně vytápěný objekt, nastává tzv. bivalentní bod. Tento bod označuje spuštění záložního zdroje vytápění, který pomáhá do vytápět objekt. Tento popisovaný jev nastává v teplotách zhruba

při - 20 °C, proto se v České republice až na výjimky nevyskytuje. Efektivita provozu v nejchladnějších oblastech se řeší za pomoci instalace geotermálních tepelných čerpadel, které využívají teplo ze zemních vrtů. [88]

V aktuálním prudkém rozšíření tepelných čerpadel nastal problém s hlukem. Doporučuje se neinstalovat venkovní jednotku v blízkosti oken domu, popřípadě v blízkosti ložnice u vnitřních jednotek. Venkovní hluk upravuje zákon č. 272/2011 sbírky. Ve dvanáctém paragrafu tohoto zákona se udává maximální hluk v dB. Konkrétně zákon udává maximální hluk ve venkovních prostorech přes den na 50 decibelů, přes noc na 40 decibelů.

10.3 Plynový kondenzační kotel – BRÖTJE WBC 22/24i

Plynové kondenzační kotle měly před pár lety hrát klíčovou roli v modernizaci vytápění na území Evropské unie, kde by sloužily jako přechodové palivo při změně fosilních paliv na udržitelné obnovitelné zdroje energie. Dalším výrazným benefitem plynových kotlů je jejich pohodlí a uživatelský komfort vytápění domů. S velice prudkým růstem cen je momentálně vytápění domů pomocí plynu značně finančně nákladné. Obdobně zareagovala také Evropská unie, která přestala dotovat pořízení nového kondenzačního kotle přes dotační programy na obnovu vytápěcí infrastruktury.

Vybral jsem druh plynového kondenzačního kotle, který v sobě ukrývá zásobník na teplou vodu, tudíž odpadá nutnost mít další zařízení na ohřev teplé vody. Pořizovací cena kotle je 75 028 Kč. [89] Normovaná efektivita kotle je až 108 %, což oproti starým plynovým nebo i modernizovaným turbo plynovým kotlům bude generovat výrazné úspory potřeby energie na vytápění domu. V porovnání se zastaralými plynovými kotli se může úspora „vyšplhat“ až na 30 %. Tento plynový kotel patří mezi nejnovější typy kotlů od výrobce BRÖTJE, obsahuje přepracovanou řídicí jednotku kotle, která se vyznačuje lepším řízením a regulací výkonu kotle. Lepší regulaci tedy i spotřebě energie dále napomáhá instalace tzv. ekvitermní regulace, která reaguje na změnu teploty v exteriéru domu. Tuto regulaci je nutné propojit s řídicí deskou plynového kotle. Regulace funguje na snímání venkovní teploty a predikci budoucího vývoje, ze které se přímo nastavuje nutný topný výkon plynného kotle. Plynový kotel podporuje také propojení integrovaného ohřivače teplé vody se střešním termickým ohřevem teplé vody do jednoho systému.

Velkou výhodou tohoto kotle je velice široký prostor k výkonové regulaci, tento konkrétní model je schopen fungovat v rozsahu 4,9 až 24 kW. Rozsahem je plynový kotel tedy schopen

vytápět široké spektrum rodinných domů s různorodým pojetím tepelné izolace domu. Stejně jako u tepelného čerpadla je vhodné vytápět dům přes nízkotepeelné vytápění pomocí integrovaného podlahového vytápění domu na 35 °C. Při tomto režimu se budeme blížit normované efektivitě 108 %. V režimu vysoko-tepeelného vytápění objektu, například při vytápění na 60 °C efektivita klesne na 105 %. Pomocí takto vysokých efektivit spalování paliva kotel bezpečně plní ekologické normy, kterým se v oblasti kondenzačních plynových kotlů přezdívá „Modrý anděl“. [90]

Dvě čísla v názvu odkazují na výkon 22 kW ve vytápěcím režimu a 24 kW jen v režimu ohřevu vody. Kotel se dodává v balíčku s příslušenstvím, které obsahuje např. ekvitermní regulaci, oběhové čerpadlo, dig. teploměr, manometr, expanzní nádobu a pojistný ventil.



Obrázek 20: BRÖTJE WBC 22/24i [90]

10.3.1 Nevýhody provozu kondenzačního plynového kotle

Mezi největší nevýhody patří, již zmíněná nepodpora nákupu ze strany dotačních titulů. Další kritický problém nastává s rozkolísaností trhu s plynem. Plyn byl považován za ekonomicky výhodnou surovinu, která je i přírodě ohleduplnější alternativou vůči fosilním palivům. Bohužel, po krizi a následné válce na Ukrajině došlo k naprosté změně strategie ohledně plynového vytápění domu. Poslední týdny navíc naznačují teoretické problémy při spalování výhradně norského plynu, který má mírně jiné složení látek. Otázka cenového vývoje a perspektivy vytápění domu plynem se nejeví jako optimistická do blízké budoucnosti. Při zapojení nového kotle je třeba připočítat poplatky za revizi spalinových cest a revizi odborného zapojení nového kotle na plyn. Moderní plynové kondenzační kotle mají předpokládanou dobu živostnosti zhruba 20 let vzhledem ke své složitosti.

11 NAVRHOVANÉ PŘÍKLADY ŘEŠENÍ

Ve své závěrečné kapitole bakalářské práce navrhnu řešení pro vytápění ve třech různých modelových situacích. Nejprve pro každou ze třech modelových situací vypočítám na odborné kalkulačce Zelená úsporám, kterou jsem popisoval v minulých kapitolách jednotlivé tepelné ztráty v modelech. Budeme uvažovat, že se ve všech modelových situacích bude jednat o popisovaný rodinný dům v jižním Valašsku. Stejně tak ve všech třech modelech, budeme vycházet z potřeb pro 4 osoby. Vybírat budeme primárně: vytápění tepelným čerpadlem, kotel na biomasu s dvojstupňovým spalováním a plynový kondenzační kotel. Všechny nastavené scénáře budou porovnány se teoretickým současným stavem a finanční nákladností na vytápění jednotlivých modelů rodinných domů.

- 1. Modelová domácnost** – Popisuje rodinný dům před nulovými investicemi do zlepšení tepelně-izolačních vlastností domu. Tedy domu, jehož tepelná ztráta a měrná potřeba energie na vytápění se rovná domům z druhé poloviny šedesátých let minulého století. Tato situace bude naznačovat chování domu ve velmi neefektivních podmínkách na moderní vytápění rodinných domů.
- 2. Modelová domácnost** – Znázorňuje současný stav rodinného domu, po jehož částečném tepelně-izolačním vylepšení, které popisují v předchozích kapitolách. Zde již můžeme uvažovat nad nízkotepelem vytápěním, tak abychom využívali potenciálu moderního vytápění, například pomocí tepelného čerpadla. Budeme zde počítat s tepelnou ztrátou vypočtenou na 16,484 kW a měrnou potřebou energie 226,2 kWh/m². Tento stav reprezentuje částečně rekonstruované domy v České republice, jež jsou stále klasifikovány písmenem E, tedy jako velmi nevhodné budovy na vytápění.
- 3. Modelová domácnost** – Znázorňuje stav zatepleného dvouposchodového domu, avšak bez rekuperační jednotky větrání. V této modelové situaci by nejlépe měli vycházet moderní nízkotepelem vytápění. Tento modelový příklad bude reprezentovat velkou skupinu řádně modernizovaných budov v České republice, které prošly v posledních letech významnou rekonstrukcí.

Nejprve sestavím pro každou modelovou situaci tabulku představených tepelných zdrojů a jim náležející dotace v programu Nová zelená úsporám a Kotlíková dotace. Ceny za 1 kWh elektrické energie a m³ zemního plynu budu brát s neaktuálnějších cen poskytovaných na běžném trhu pro fyzické osoby. Kvůli rozkolísanosti cen budu vynechávat spotovou

nabídku. Ceny za energie budu brát opět z odborného webu TZB-info, jež každodenně aktualizuje nabídku cen na trhu. Jejich velkou devízou je jedinečné schválení jejich kalkulátoru cen českým Energetickým regulačním úřadem. [91] Pro porovnání zahrnu do komparace nejlevnější ceny plynu a elektřiny a zároveň je porovnám s tradičním dodavatelem.

Samotný výpočet provedu přes odborné porovnání nákladů opět na kalkulačkách TZB-info. [92] Zde po všechny modelové příklady budu uvažovat stejnou spotřebu elektřiny na provoz elektronických spotřebičů domu. Samozřejmostí je opět zahrnutí klimatické oblasti České republiky na okres Vsetín. Poté se již kvůli tepelnému zisku zadají veškeré výkonnější spotřebiče v domě. Na závěr již zadáme cenu za 1 kWh elektřiny a stálým měsíční poplatek.

K 26. březnu, tedy k psaní této bakalářské práce vychází v sazbě D57d, která je určená pro vytápění domů pomocí TČ, nejvýhodněji nabídka od firmy EP ENERGY Trading. Pokud se nebudeme zaobírat spotovými cenami na trhu a budeme požadovat jistotu v podobě fixace ceny u důvěryhodného dodavatele. Cena je nastavena na 5,87 Kč za kWh vysokého tarifu a 5,14 Kč za kWh nízkého tarifu. Stálý měsíční poplatek je roven 549 Kč. Všechny částky jsou vyčísleny s DPH. U zemního plynu je kromě spotových cen nejlevnější nabídka od firmy Innogy. Zde vychází kWh na 2,61 Kč, v přepočtu na m³ na 27,49 Kč. Stálá měsíční platba vychází na 157,3 Kč. Opět všechny ceny jsou uváděny včetně DPH. Cena palivového dřeva za prostorový metr skládaný v nenaštípaných kládách je 2357 Kč za tvrdé bukové dříví a 1552 Kč za měkké dříví. Dá se tedy uvažovat nad průměrnou cenou 2100 Kč za prostorový metr, neboť tvrdého dřeva bude mnohem více za potřeby.

Do porovnání přidám i vytápění hnědým uhlím a dřevní štěpkou. Dřevní štěpka může být u uživatelů, kteří mají levné a zároveň velké množství suchého paliva k dispozici velmi zajímavá varianta, jak s ohledem na finance, tak pohodlnost využití.

Finanční návratnost vypočítám podle prosté doby návratnosti, s odečtením poskytovaných dotací. Návratnost bude vypočítána vůči teoretickému původnímu zdroji vytápění v jednotlivých modelových rodinných domech. V prvních dvou případech se bude návratnost počítat s pomocí Kotlíkových dotací, ve třetím modelovém příkladu se bude počítat s dotací Nové zelené úsporám.

11.1 1. Modelová domácnost

Nejdříve dle postupu práce popsaného v úvodu kapitoly stanovíme tepelnou ztrátu domu a jeho měrnou potřebu energie k vytopení RD. Výpočtem dle aktuálních standardů kalkulačky Zelená úsporám byly zjištěny následující hodnoty.

Tepelná ztráta modelového domu 1 = 29,8 kW

Měrná potřeba energie pro vytopení modelového domu 1 = 60 379 kWh

Celková potřeba energie pro modelový dům = 66 940 kWh

Energetický štítek modelového domu 1 = G – mimořádně nevhodná budova

V rámci takto extrémně nevhodných domů jsem musel zvolit výkonnější druhy jednotlivých vytápění, které by zvládly takto mohutnou tepelnou ztrátu. Tepelné zdroje, které jsou schopny vytápět takto energeticky náročné domy jsou ovšem mnohem dražší na investici.

Tabulka 7: Pořizovací cena tepelných zdrojů pro 1. modelovou situaci [zdroj: autor]

Tepelný zdroj:	NIBE F1345-24	BLAZE HARMONY BH33	BRÖTJE WHBK 22/24
Náklady (Kč)	503 910	167 371	98 964
Dotační SVT kód:	SVT20736	SVT22995	SVT22802
Dotace ze NZÚ (Kč):	100 000	80 000	0
Dotace z KD (Kč):	180 000	130 000	0

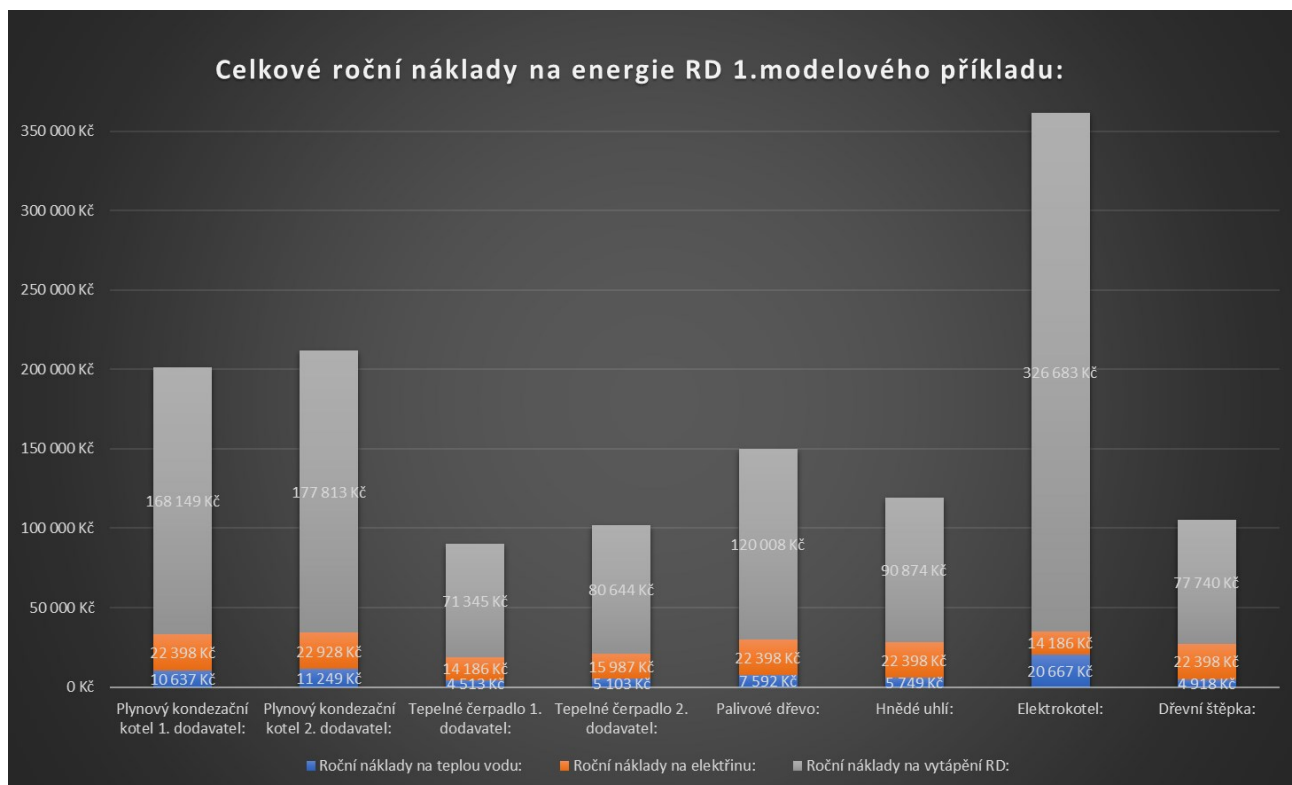
Převedením na roční spotřebu energie k vytopení prvního modelového domu jsou náklady následující:

Tabulka 8: Celkové náklady tepelných zdrojů pro 1. modelovou situaci [zdroj: autor]

Tepelný zdroj:	Dodavatel energie:	Roční potřeba paliva:	Roční náklady na teplotu vodu:	Roční náklady na elektřinu:	Roční náklady na vytápění RD:	Celkové roční náklady:
Plynový kondezační kotel:	Innogy	68 501 kWh	10 637 Kč	22 398 Kč	168 149 Kč	201 184 Kč
	ČEZ Prodej	68 501 kWh	11 249 Kč	22 928 Kč	177 813 Kč	211 990 Kč
Tepelné čerpadlo:	EP ENERGY Trading	14 758 kWh	4 513 Kč	14 186 Kč	71 345 Kč	90 044 Kč
	E.ON Energie	14 758 kWh	5 103 Kč	15 987 Kč	80 644 Kč	101 734 Kč
Palivové dřevo:	EP ENERGY Trading	18 472 kg	7 592 Kč	22 398 Kč	120 008 Kč	149 998 Kč
Hnědé uhlí:	EP ENERGY Trading	14 443 kg	5 749 Kč	22 398 Kč	90 874 Kč	119 021 Kč
Elektrokotel:	EP ENERGY Trading	67 878 kWh	20 667 Kč	14 186 Kč	326 683 Kč	361 536 Kč
Dřevní štěpka:	EP ENERGY Trading	21 752 kg	4 918 Kč	22 398 Kč	77 740 Kč	105 056 Kč

Z výsledků je patrné, jak velké rozdíly v celkových nákladech jsou mezi jednotlivými zdroji vytápění v případě modelové situace rodinného domu s tepelnou ztrátou téměř 30 kW. Tepelné čerpadlo dokázalo svou finanční úspornost. Osobně nepředpokládám instalaci tepelného čerpadla, do takto zastaralého domu. Spíše bych vzhledem k celkovým nákladům na

pořízení jednotlivých nových vytápěcích technologií zvažoval instalaci automatických kotlů na dřevní štěpku nebo na hnědé uhlí. V obou případech je rozdíl mezi celkovými náklady na energii vůči tepelnému čerpadlu poměrně nízký, vzhledem k velkému rozdílu počátečních investic. Přičemž, u obou kotlů je vzhledem na automatický provoz očekáván vysoký uživatelský komfort provozu. Porovnání jasně ukázalo, že vytápění rodinných domů prostým elektrokotlem patří do minulosti, vzhledem k obrovským nákladům na neefektivní využití elektrické energie.



Graf 5: Celkové roční náklady na energie RD 1. modelového příkladu [zdroj: autor]

Pro návratnost budeme uvažovat nad teoretickým aktuálním stavem v prvním modelovém domě. Stav odpovídá prostému kotli na dřevo s efektivitou 75 %. Jehož celkové náklady na energie domu včetně elektřiny do spotřebičů jsou vyčísleny na 178 920 Kč za rok. [92]

1. **Návratnost tepelného čerpadla** – investice by se vrátila za 3,64 roku
– roční úspora = 88 876 Kč
2. **Návratnost plynového kond. kotle** – investice by se nevrátila
3. **Návratnost nového kotle na dřevo** – investice by se vrátila za 1,3 roku
– roční úspora = 28 922Kč
4. **Návratnost aut. kotle na hnědé uhlí** – investice by se vrátila za 1,9 roku
– roční úspora = 59 899 Kč

11.2 2. Modelová domácnost

Nejdříve dle postupu práce popsaného v úvodu kapitoly stanovíme tepelnou ztrátu domu a jeho měrnou potřebu energie k vytopení RD. Druhá modelová situace vychází z dat vypočtených v kapitole o tepelné ztrátě domu, kde byly zjištěny následující údaje.

Tepelná ztráta modelového domu 2 = 16,484 kW

Měrná potřeba energie pro vytopení modelového domu 2 = 34 426 kWh

Celková potřeba energie pro modelový dům = 40 986 kWh

Energetický štítek modelového domu 2 = E – nevhodná budova

V rámci druhého modelového domu budu uvažovat nad tepelnými zdroji, jež jsem detailně představil v desáté kapitole. Vzhledem k téměř polovičnímu potřebnému výkonu tepelných zdrojů, budou i pořizovací ceny příznivější než v prvním modelovém příkladu.

Tabulka 9: Pořizovací cena tepelných zdrojů pro 2. modelovou situaci [zdroj: autor]

Tepelný zdroj:	NIBE F2040-16	BLAZE HARMONY BH18	BRÖTJE WBC 22/24i
Náklady (Kč)	316 325	148 975	98 028
Dotační SVT kód:	SVT5401	SVT22993	SVT22802
Dotace ze NZÚ (Kč):	100 000	80 000	0
Dotace z KD (Kč):	180 000	130 000	0

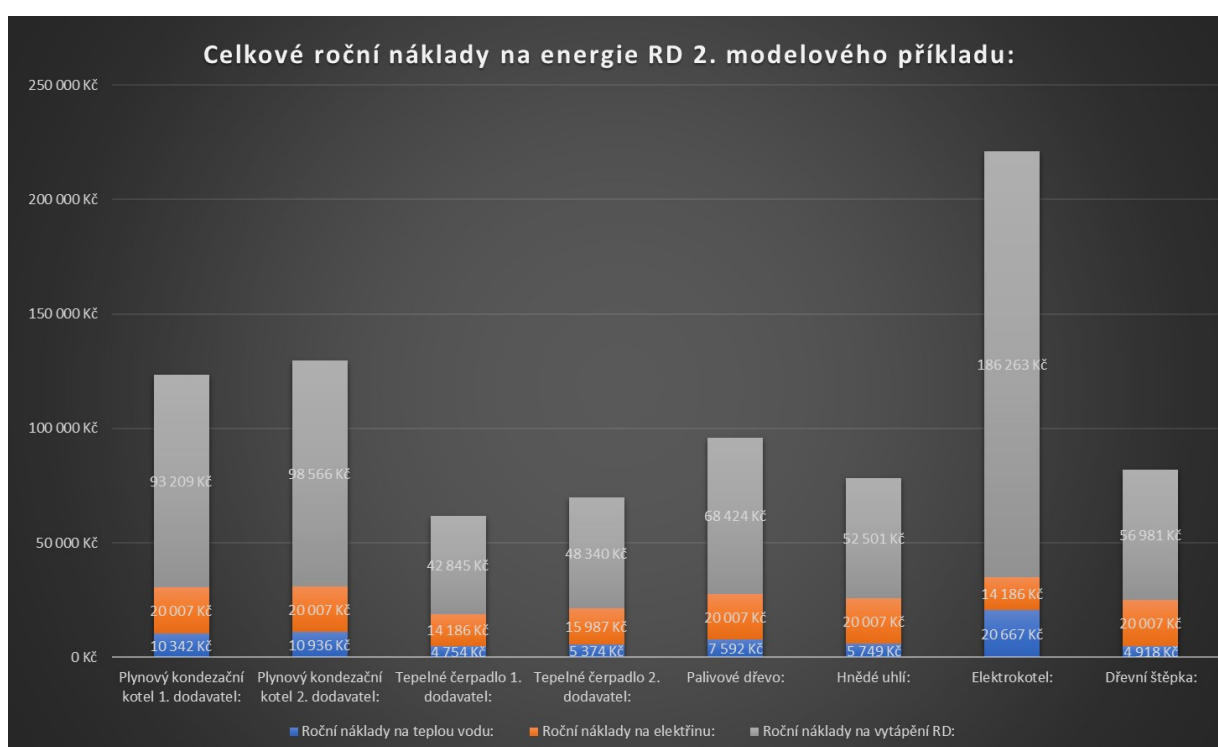
Převedením na roční spotřebu energie k vytopení druhého modelového domu jsou náklady následující:

Tabulka 10: Celkové náklady tepelných zdrojů pro 2. modelovou situaci [zdroj: autor]

Tepelný zdroj:	Dodavatel energie:	Roční potřeba paliva:	Roční náklady na teplou vodu:	Roční náklady na elektřinu:	Roční náklady na vytápění RD:	Celkové roční náklady:
Plynový kondezační kotel:	Innogy	39 675 kWh	10 342 Kč	20 007 Kč	93 209 Kč	123 558 Kč
	ČEZ Prodej	39 675 kWh	10 936 Kč	20 007 Kč	98 566 Kč	129 509 Kč
Tepelné čerpadlo:	EP ENERGY Trading	9 260 kWh	4 754 Kč	14 186 Kč	42 845 Kč	61 785 Kč
	E.ON Energie	9 260 kWh	5 374 Kč	15 987 Kč	48 340 Kč	69 701 Kč
Palivové dřevo:	EP ENERGY Trading	11 004 kg	7 592 Kč	20 007 Kč	68 424 Kč	96 023 Kč
Hnědé uhlí:	EP ENERGY Trading	8 332 kg	5 749 Kč	20 007 Kč	52 501 Kč	78 257 Kč
Elektrokotel:	EP ENERGY Trading	40 259 kWh	20 667 Kč	14 186 Kč	186 263 Kč	221 116 Kč
Dřevní štěpka:	EP ENERGY Trading	12 661 kg	4 918 Kč	20 007 Kč	56 981 Kč	81 906 Kč

Stejně jako v případě prvního modelového rodinného domu, tak i zde je poměrně přesvědčivě neefektivnější variantou vytápění pomocí tepelného čerpadla. Přičemž rozdíl celkových nákladů mezi vytápěním pomocí plynového kondezačního kotle a tepelným

čerpádlem, jsou více jak dvojnásobné. I v tomto případě si vedly více než obstojně varianty vytápění pomocí automatického kotle na hnědé uhlí a varianta se dřevní štěpkou. Vytápění druhého domu pomocí kusového dřeva se opět jeví jako poměrně neefektivní varianta, hlavním důvodem jsou vysoké ceny vstupního dřeva. Nehledě na neautomatický provoz kotle. I přes použití vysoce efektivního kotle na dřevo, který pomocí dvojstupňového spalování dosahuje efektivitu 92 %. Plynové kondenzační kotle vzhledem k současným vysokým cenám i přes svůj neoddiskutovatelný uživatelský komfort jsou finančně velmi nevýhodné. Vytápění i méně tepelně ztrátového domu pomocí elektrokotle je varianta, která nemá žádný finanční smysl.



Graf 6: Celkové roční náklady na energie RD 2. modelového příkladu [zdroj: autor]

Pro návratnost budeme uvažovat nad momentálním stavem v druhém modelovém domě. Stav odpovídá současnému kotli na uhlí a dřevo s efektivitou 75 %, jehož celkové náklady na energie domu včetně elektřiny do spotřebičů jsou vyčísleny na 82 490 Kč za rok. [92]

1. **Návratnost tepelného čerpadla**
 - investice by se vrátila za 15,27 roku
 - roční úspora = 20 705 Kč
2. **Návratnost plynového kond. kotle**
 - investice by se nevrátila
3. **Návratnost nového kotle na dřevo**
 - investice by se nevrátila
4. **Návratnost aut. kotle na hnědé uhlí**
 - investice by se vrátila za 27,04 roku
 - roční úspora = 4233 Kč

11.3 3. Modelová domácnost

Po důkladném zateplení obvodového pláště rodinného domu polystyrenem se součinitel prostupu tepla o hodnotě 0,04 W/m²K o tloušťce 180 mm a snížením tepelných mostů RD. Byly zjištěny následující energetické vlastnosti třetího modelového domu.

Tepelná ztráta modelového domu 3 = 8,071 kW

Měrná potřeba energie pro vytopení modelového domu 3 = 16 137 kWh

Celková potřeba energie pro modelový dům = 22 697 kWh

Energetický štítek modelového domu 3 = C – úsporná budova

V rámci třetího modelového domu budu uvažovat nad tepelnými zdroji, jež postačují k vytápění poměrně úsporného RD. Vzhledem k vysoké pravděpodobnosti, že domácnosti u třetího modelového domu nedosáhnou na Kotlíkovou dotaci, budu brát na zřetel dotaci NZÚ.

Tabulka 11: Pořizovací cena tepelných zdrojů pro 3. modelovou situaci [zdroj: autor]

Tepelný zdroj:	NIBE S2125-12	BLAZE HARMONY BH12	BRÖTJE WBC 22/24i
Náklady (Kč)	350 595	146 177	98 028
Dotační SVT kód:	SVT30921	SVT22992	SVT22802
Dotace ze NZÚ (Kč):	100 000	80 000	0
Dotace z KD (Kč):	180 000	130 000	0

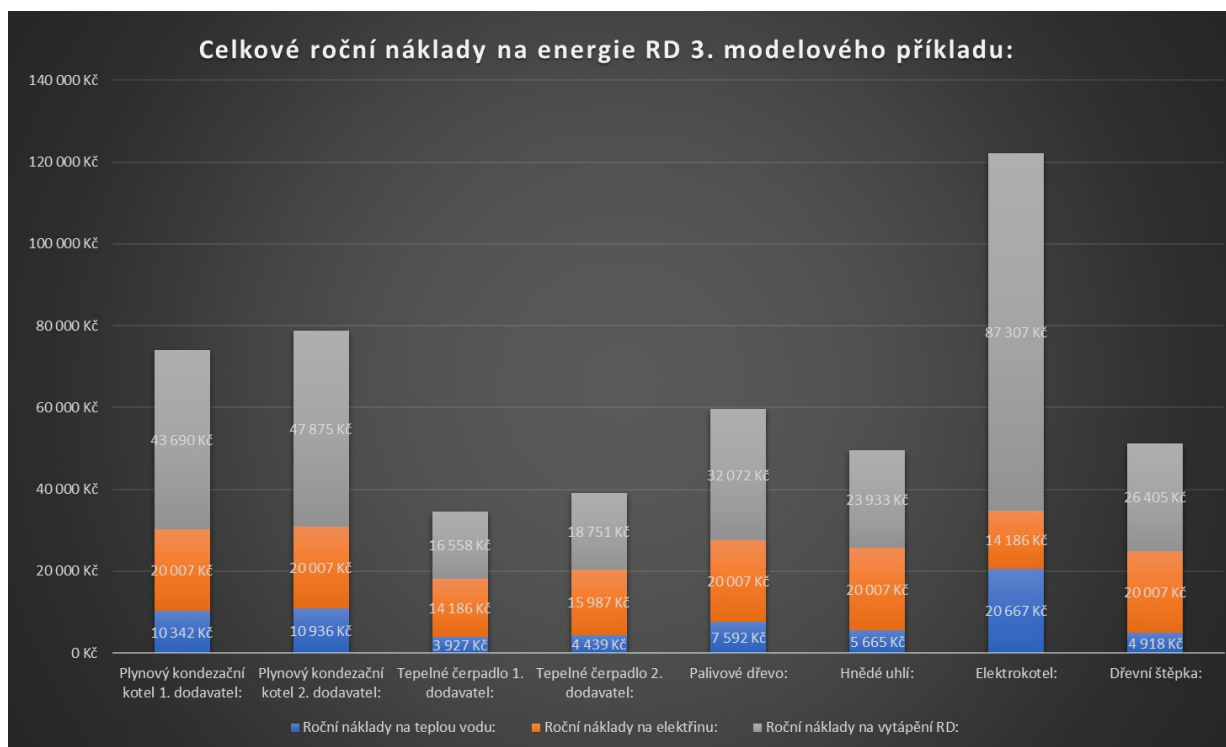
Převedením na roční spotřebu energie k vytopení druhého modelového domu jsou náklady následující:

Tabulka 12: Celkové náklady tepelných zdrojů pro 3. modelovou situaci [zdroj: autor]

Tepelný zdroj:	Dodavatel energie:	Roční potřeba paliva:	Roční náklady na teplou vodu:	Roční náklady na elektřinu:	Roční náklady na vytápění RD:	Celkové roční náklady:
Plynový kondezační kotel:	Innogy	20 702 kWh	10 342 Kč	20 007 Kč	43 690 Kč	74 039 Kč
	ČEZ Prodej	20 702 kWh	10 936 Kč	20 007 Kč	47 875 Kč	78 818 Kč
Tepelné čerpadlo:	EP ENERGY Trading	3 991 kWh	3 927 Kč	14 186 Kč	16 558 Kč	34 671 Kč
	E.ON Energie	3 991 kWh	4 439 Kč	15 987 Kč	18 751 Kč	39 177 Kč
Palivové dřevo:	EP ENERGY Trading	5 742 kg	7 592 Kč	20 007 Kč	32 072 Kč	59 671 Kč
Hnědé uhlí:	EP ENERGY Trading	4 485 kg	5 665 Kč	20 007 Kč	23 933 Kč	49 605 Kč
Elektrokotel:	EP ENERGY Trading	21 007 kWh	20 667 Kč	14 186 Kč	87 307 Kč	122 160 Kč
Dřevní štěpka:	EP ENERGY Trading	6 531 kg	4 918 Kč	20 007 Kč	26 405 Kč	51 330 Kč

Analogicky ke dvěma předchozích modelovým situacím i zde poměrně přesvědčivě nejefektivnější variantou pro ekonomický provoz RD je tepelné čerpadlo. V posledních zimních obdobích stále více nahrává udržení sezonního topného faktoru na hodnotě pět, ze kterého následně vychází ekonomický provoz v různých modelových situacích. Celkově je viditelné,

že s poměrně úsporným domem se rozdílly na veškeré energie v domě značně zmenšily. Roční náklady elektrokotle jsou více než trojnásobné vůči modernímu tepelnému čerpadlu. Pořízení TČ přes dotační programy je cesta, kterou se bude vydávat stále větší množství majitelů rekonstruovaných rodinných domů. Ve třetím modelovém případě opět dobré finanční výhodnosti dosáhly varianty vytápění pomocí automatického hnědouhelného kotle s efektivitou spalování 88 % a kotle na spalování dřevní štěpky. V tomto případě bych se vyhnul instalaci, neboť v obou případech se jedná o částečně neautomatické vytápění RD.



Graf 7: Celkové roční náklady na energie RD 3. modelového příkladu [zdroj: autor]

Pro návratnost budeme uvažovat nad teoretickým stavem v třetím modelovém domě. Stav odpovídá staršímu plyn. kondenzačnímu kotli s efektivitou 102 %. Jehož celkové náklady na energie domu, včetně elektřiny do spotřebičů jsou vyčísleny na 82 697 Kč za rok. [92]

1. **Návratnost tepelného čerpadla**
 - investice by se vrátila za 5,22 roku
 - roční úspora = 48 026 Kč
2. **Návratnost nového plyn. kond. kotle**
 - investice by se vrátila za 11,32 roku
 - roční úspora = 8 658 Kč
3. **Návratnost nového kotle na dřevo**
 - investice by se vrátila za 2,87 roku
 - roční úspora = 23 026 Kč
4. **Návratnost aut. kotle na hnědé uhlí**
 - investice by se vrátila za 3,46 roku
 - roční úspora za = 33 092 Kč

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout nový zdroj vytápění pro rodinný dům, tak aby se náklady na vytápění, pokud možno co nejvíce snížily. Zároveň byl hledán nový tepelný zdroj, který je nejenom úsporný, ale je i uživatelsky komfortní.

První kapitoly teoretické části jsem věnoval vnějším podmínkám a vnitřním podmínkám, které přímo ovlivňují vytápění domů. Vnější podmínky jsou důležitým parametrem při výpočtu tepelných ztrát domu. Vnitřní prostředí domů je neustálé téma, pohodlnost člověka vedla ke stále vyšší teplotě uvnitř vytápěných místností. Tento trend se zastavil až v právě probíhající energetické krizi, která přiměla velkou část společnosti ke snížení teploty vytápění jejich domácností. Kapitola se dále věnuje moderním domům, které mají velmi nízkou potřebu energie k provozu domácnosti. Výstavba takto moderních domů je značně podporována státem pomocí dotačního programu Nová zelená úsporám.

Druhá část teoretické části je věnována investicím a problematice obchodu s emisními povolenkami. Pro velkou část české společnosti nastala otázka budoucnosti vytápění jejich domů a bytů. Jedná se o rozhodnutí, jehož důsledky budou výrazně ovlivňovat rodinný rozpočet. Je důležité zvážit další možné investice, jako jsou v textu zmíněné dluhopisy, akcie nebo zakoupení lesních pozemků. Modernizaci topné infrastruktury napomáhá i prodej emisních povolenek, ze kterých se podporují opatření v dotačním programu Nová zelená úsporám.

Závěrečná část teoretické části bakalářské práce je věnována třem efektivním zdrojům pro moderní vytápění domů či bytů. Nejprve popisují vytápění rodinného domu dřevem. V kapitole se věnuji technologiím, které se často kombinují v tepelném systému domů, ve kterých se spaluje dříví. Mezi tyto technologie patří: dvojstupňové spalování, akumulární nádoby a teplovodní výměník. Druhý popisovaný efektivní zdroj vytápění je plynový kondenzační kotel. Jednalo se o velmi oblíbenou variantu vytápění rodinných domů, která je zároveň poměrně vlídná ke znečišťování životního prostředí. Popisoval jsem evoluce plynových kotlů přes „základní“ po „turbo“ plynové kotle, až po novodobé kondenzační plynové kotle. Vzhledem k růstu cen plynu, Evropská Unie prosazuje výměnu plynového vytápění za vytápění pomocí účinných tepelných čerpadel. Tepelná čerpadla jsou popisována v poslední kapitole teoretické části bakalářské práce. V této části se věnuji tzv. COP faktoru neboli topného faktoru tepelného čerpadla.

V praktické části jsem nejprve představil parametry popisovaného rodinného domu. Následně jsem v tabulkách uvedl jednotlivé místnosti a jejich plochu a objem. Další podkapitola se věnuje modernizacím, jež proběhly na popisovaném domu. Tyto změny se v závěrečné kapitole promítly v rozdílnosti prvního a druhého modelového domu.

Následující kapitola porovnává výpočty tepelné ztráty domu provedené přes tři různé metody výpočtu a na závěr porovnané vůči sobě. Všechny výpočty jsem detailně popisoval, tak aby podle nich byl i laik schopen vypočítat si své tepelné ztráty domu. Nejprve jsem tepelnou ztrátu počítal dle kalkulačky Nová zelená úsporám. Tepelná ztráta byla vypočtena na 16,484 kW, což odpovídá energetickému štítku E – nevhodná budova. Druhý výpočet probíhal přes aplikaci Vytápění.cz, jednalo se o naprosto základní výpočtovou aplikaci, která je navržena pro úplně laické použití a zjištění tepelných ztrát domu. Překvapila mě přesnost vypočtených hodnot, které se nijak extrémně neodlišovaly od daleko odbornějšího pojetí předešlého výpočtu. Pomocí aplikace na webu Vytápění.cz je tepelná ztráta domu v rozsahu 14,6 až 17,4 kW, což opět vyjadřuje energetický štítek úrovně E – nevhodná budova. Komparační výpočet probíhal skrze reálnou spotřebu veškeré energie popisovaného domu, která je využita k potřebě vytápění domu. Stejně jako u předešlých výpočtů popisují celý proces výpočtu tepelné ztráty. Výsledky se opět nijak extrémně nelišily teoretickým výpočtům, rozdíl činil jen 17 %. Tento rozdíl přisuzuji dvěma klíčovými faktorům. Prvním z nich je vyšší vytápěná teplota interiéru domu, než normovaných 20 °C a zároveň efektivitou stávající topné infrastruktury. Vypočtené hodnoty odpovídají tepelné ztrátě 19,286 kW, což odpovídá energetickému štítku F – velmi nevhodná budova.

Předposlední skupina kapitol je věnována výběru vhodného tepelného zdroje. S vybranými tepelnými zdroji je následně počítáno v závěrečné části věnující se ekonomické stránce provozu jednotlivých druhů kotlů. Všechny vybrané tepelné zdroje byly certifikovány, jako vhodné zařízení, na které je možno čerpat statní dotace. Čerpání dotací na plynové kondenzační kotle, již není možné.

Závěrečná kapitola je již věnována finanční stránce a návratnosti investic. Byly stanoveny tři modelové situace. První modelová situace odpovídá domu, který je nezateplen, neproběhly na něm žádná opatření, které by zlepšily jeho tepelně-izolační parametry. S tepelnou ztrátou 29,8 kW se řadí do skupin nejvíce energeticky náročných domů. I v těchto podmínkách se projevilo jako nejefektivnější zdroj vytápění moderní tepelné čerpadlo, konkrétně model NIBE F1345-24. Jeho náklady na roční energie domu jsou vypočteny na 90 044 Kč. Velmi dobrých výsledků zde dosáhlo vytápění dřevem, kde je návratnost investice

odhadnuta na 1,3 roku se započtením Kotlíkové dotace. Osobním překvapením pro mě byla efektivita provozu hnědohelného automatického kotle, tomu i bez podpory státních dotací vyšla návratnost na 3,46 roku, při ročních nákladech na vytápění 119 021 Kč.

Druhý modelový dům odpovídá současnému stavu popisovaného rodinného domu. Tedy domům, na kterých proběhl tepelně-izolační „upgrade“ v uplynulých letech. I zde jsou návratnosti počítány s pomocí kotlíkových dotací. Opět se ukázala efektivita vytápění tepelným čerpadlem, které bylo i v případě druhého modelového domu jasně nejefektivnější variantou vytápění. Celkové náklady na energie domu jsou vypočteny na 61 785 Kč. Stejně jako v předešlém případě se v „dobrém světle“ ukázalo vytápění hnědohelným automatickým kotlem a zároveň se ukazuje finanční neefektivita vytápění plynovým kondenzačním kotlem.

Závěrečný modelový případ domu reprezentuje zateplené domy bez rekuperační výměny vzduchu. Bylo počítáno s tepelnou ztrátou 8,071 kW, tedy s úspornou budovou označenou písmenem C. Není překvapení, že i v tomto případě je suverénně nejefektivnějším tepelným zdrojem tepelné čerpadlo, jehož celkové náklady na provoz domu jsou vyčísleny na 34 671 Kč, což jsou velice nízké náklady na roční provoz rodinného domu. Návratnost s pomocí programu Nová zelená úsporám je vypočtena na 5,22 roku, vůči hypotetickému zdroji vytápění pomocí plynového kondenzačního kotle. Velice příznivé návratnosti by se dosáhlo i pomocí varianty vytápění na biomasu, konkrétně by se investice navrátila za 2,87 roku. V tomto případě, by ale byly roční náklady na energetický provoz domácnosti vyčísleny na 59 671 Kč.

Stejně jako v předešlých modelových situacích s domy s nižší tepelnou ztrátou je i zde finančně velmi neefektivní provoz plynového kondenzačního kotle nebo elektrokotle. Variantu s hnědohelným automatickým kotlem bych vzhledem k ohledu na životnímu prostředí vynechal a zaměřil se na jiné, finančně dostupné varianty vytápění rodinných domů. Celkové náklady se do budoucna vzhledem k cenám jednotlivých energií můžou rapidně měnit.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ENBRA, A.S. Zákaz používání kotlů na tuhá paliva až v roce 2024?: Vyměnit všechna stará zařízení se ani tak nestihne. *TZB-info* [online]. 30.5.2022 [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vymeny-kotlu/23904-zakaz-pouzivani-kotlu-na-tuha-paliva-az-v-roce-2024>
- [2] STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. Domácnosti s nižšími příjmy. *SFŽP České republiky* [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.sfzp.cz/dotace-a-pujcky/kotlikove-dotace/domacnosti-s-nizsimi-prijmy/>
- [3] TEPLOTA VENKOVNÍHO VZDUCHU V ZIMNÍM OBDOBÍ. *Energetikainfo.cz* [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: https://www.energetikainfo.cz/searchcontent.phtml?getFile=2AXR_TUAMiBFGAgUc6BzY5pKR4a_RmSdJyeRJhvvhWt6GT3USXlrOHpUiWc63Tpt9QWd5c9HqRnoz27aFII0BA
- [4] Otopná sezona. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/otopna-sezona>
- [5] SZÉKYOVÁ, Marta. Větrání a klimatizace. 1. české vyd. Bratislava: Jaga, 2006, 359 s. ISBN 80-807-6037-3.
- [6] ČSN 73 0540–3. Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin. Praha: Český normalizační institut, 2011
- [7] KRÁLOVÁ, Magda. ATMOSFÉRICKÝ TLAK. Techmania Science Center: EDUPORTÁL [online]. 2007 [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: <http://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/tekutiny/atmosfericky-tlak>
- [8] SOVEK, Lukáš. *Integrovaný systém v budově – Inteligentní rodinný dům s využitím obnovitelných zdrojů energie – Řídicí systém s komunikací KNX* [online]. Zlín, 2014 [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://digilib.k.utb.cz/handle/10563/30210>.
- [9] BEDNÁŘ, Jan: Pozoruhodné jevy v atmosféře. Academia, Praha 1989
- [10] TVERSKOJ, Pavel Nikolajevič: Optické, elektrické a akustické jevy v atmosféře. Naše vojsko, Praha 1955
- [11] VLHKOST VZDUCHU. *Katedra fyziky Přf OU: informace studentům* [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <http://artemis.osu.cz/Gemet/meteo2/vlhkost.htm>

- [12] MURTINGER, Karel. *Úsporný rodinný dům*. Grada, 2013, 1 online zdroj (112 stran). ISBN 978-80-247-8658-2.
- [13] TYWONIAK, Jan. *Nízkoenergetické domy 3: nulové, pasivní a další*. Praha: Grada, 2012, 195 s. Stavitel. ISBN 9788024738321.
- [14] KUŠKOVÁ, Petra, Alena MARKOVÁ a Klára NAJMANOVÁ. *Češi ve spotřebitelském ráji (!?): Vývoj spotřeby českých domácností v posledních dvaceti letech* [online]. Praha: CENIA, 2009 [cit. 2023-02-19]. ISBN 978-80-85087-70-3. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/243F080C086028B1C12575DF003D0F56/\\$file/OVV-cesi_raj-20090630.pdf](https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/243F080C086028B1C12575DF003D0F56/$file/OVV-cesi_raj-20090630.pdf)
- [15] MATHAUSEROVÁ, Zuzana. Požadavky na jednotlivé faktory vnitřního prostředí budov a jejich zajištění: Vnitřní prostředí budov a jeho vliv na zdraví. *TZB-info* [online]. 2.2.2015 [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/regenerace-domu/12280-pozadavky-na-jednotlive-factory-vnitriho-prostredi-budov-a-jejich-zajisteni>
- [16] KABELE, Karel, Zuzana VEVERKOVÁ a Pavla DVOŘÁKOVÁ. Vnitřní prostředí budov. *ASB-portal.cz* [online]. Praha, 26. června 2015 [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/technicka-zarizeni-budov/vetrani-a-klimatizace/vnitri-prostredi-budov>
- [17] HERTL, David. *Integrovaný systém v budově rodinného domu před rekonstrukcí s využitím obnovitelných zdrojů energie* [online]. Zlín, 2017 [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://digilib.k.utb.cz/handle/10563/41251>. Diplomová práce. FAI UTB ve Zlíně.
- [18] RUBINOVA, Olga a Aleš RUBIN. Vnitřní prostředí budov a tepelná pohoda člověka. *TZB-info* [online]. 22.8.2005 [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/2650-vnitri-prostredi-budov-a-tepelna-pohoda-cloveka>
- [19] BROŽ, Tomáš. *Vyhodnocení tepelné ztráty rodinného domu* [online]. Praha, 2016 [cit.2023-02-19]. Dostupné z: F2-BP-2016 – Brož-Tomas-Bakalářská práce, Tomáš Brož 2016.pdf Bakalářská práce. ČVUT Fakulta strojní Praha
- [20] RUBINOVA, Olga a Aleš RUBIN. Tepelná ztráta větráním a zpětné získávání tepla. *TZB-info* [online]. 22.8.2005 [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/teorie-a-vypocty-vetrani-klimatizace/2988-tepelna-ztrata-vetranim-a-zpetne-ziskavani-tepla>

- [21] Součinitel prostupu tepla. *TZB-info* [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/315-soucinitel-prostupu-tepla>
- [22] HEINRICH, Pavel. Tepelně technické parametry cihel – minulost, současnost, budoucnost. In: *TZB-info* [online]. Topinfo s. r. o., 2012. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/8439-tepelne-technicke-parametry-cihel-minulostsoucasnost-a-budoucnost>
- [23] LUZAR, Petr. *Návrh nízkoenergetického inteligentního rodinného domu* [online]. Zlín, 2013 [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://adoc.pub/navrh-nizkoenergetického-inteligentniho-rodinneho-domu.html>. Diplomová práce. FAI UTB Zlín.
- [24] Nízkoenergetické domy. *TZB-info* [online]. 2013 [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/nizkoenergeticke-domy>
- [25] STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. *Rodinné domy: zateplení* [online]. Praha [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: <https://2014-2021.novazelenausporam.cz/nabidka-dotaci/rodinne-domy-zatepleni/>
- [26] Co je pasivní dům. *Centrum pasivního domu* [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <http://www.pasivnidomy.cz/co-je-pasivni-dum/t2>
- [27] HASELHUHN, Ralf a Petr MAULE. *Fotovoltaické systémy: energetická příručka pro elektrikáře, techniky, instalatéry, projektanty, architekty, inženýry, energetiky, manažery, stavitele, studenty, učitele, ostatní odborné a profesní soukromé nebo veřejné instituce a zájemce o fotovoltaický obor a energetickou nezávislost*. Plzeň: Česká fotovoltaická asociace, 2017. ISBN 978-80-906281-5-1.
- [28] CHADIM, Tomáš. Finanční kalkulátor pro hodnocení ekonomické efektivity investic. *TZB-info* [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/110-financni-kalkulator-pro-hodnoceni-ekonomicke-efektivnosti-investic>
- [29] *Čistá současná hodnota (NPV) a vnitřní výnosové procento (IRR)* [online]. 21.11.2016. Brno: Masarykova univerzita [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/sci/podzim2016/G5111/um/Metody_NPV_a_IRR.pdf
- [30] POSPÍŠILOVÁ, Kristýna. *Kalkulace investice do tepelného čerpadla* [online]. Brno, 2020 [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/th/rm61n/>. Bakalářská práce. Masarykova univerzita.

- [31] KUDĚLA, Lukáš. *Možnosti investování do akcií, dluhopisů, akciových a dluhopisových fondů dostupných v české republice* [online]. Brno, 2016 [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/zi11g/Kudela_Lukas_-_Bakalarska_prace.pdf. Bakalářská práce. Masarykova univerzita.
- [32] ČTK. *Elektrina v Česku zdražila nejvíc v celé EU. Meziročně o 62 procent.* *Idnes.cz: zpravodajství* [online]. 31.10.2022 [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/ekonomika/zahranicni/eu-cena-elektriny-a-plynu.A221031_124539_eko-zahranicni_tbr
- [33] KRÝŽOVÁ, Sofie. *Ceny energií 2023. Záleží i na tom, jaká bude druhá část zimy.* *Seznam Zprávy* [online]. 30.12.2022 [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.seznamzpravy.cz/clanek/ekonomika-firmy-v-levnejsi-energie-pristi-rok-prilis-nedoufejte-nove-smlouvy-ale-ctete-pozorne-221550>
- [34] ZIMA, Radek. *Topíme dřevem.* Grada, 2022.. ISBN 978-80-271-4317-7.
- [35] VESELÁ, Jitka. *Investování na kapitálových trzích.* Praha: ASPI, 2007, 703 s. ISBN 978-80-7357-297-6. str. 204
- [36] ČESKO. Zákon č. 90/2012 Sb. Zákon o obchodních společnostech a družstvech (zákon o obchodních korporacích). In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2012. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-90>
- [37] *Dluhopisy podle emitenta. Investujme* [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <http://investice.finance.cz/dluhopisy/co-jsouto-dluhopisy/dluhopisy-podle-emitenta/>
- [38] STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Nová zelená úsporám – O programu* [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.novazelenausporam.cz/oprogramu/>
- [39] ROSOVÁ, Veronika *Výběr optimální varianty vytápění pro rodinný dům* [online]. Praha, 2020 [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/86106>. Bakalářská práce. ČVÚT Praha.
- [40] STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. *Závazné pokyny pro žadatele a příjemce podpory programu Nová zelená úsporám v rámci Národního plánu obnovy: Rodinné domy* [online]. 21. 9. 2021. Praha [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: https://novazelenausporam.cz/files/documents/storage/2021/10/05/1633434577_NZ%C3%A9RD%20-%20Z%C3%A1vazn%C3%A9pokyny%20pro%20C5%BEadatele.pdf

- [41] STÁTNI FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. Krok za krokem. *Novazelenausporam.cz* [online]. 1.6.2022 [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: <https://novazelenausporam.cz/jak-na-to/krok-za-krokem/>
- [42] STÁTNI FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. Dotace pro rodinné domy. *Novazelenausporam.cz* [online]. [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: <https://novazelenausporam.cz/rodinne-domy/>
- [43] STÁTNI FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. Jak na to v NZÚ Light. *Novazelenausporam.cz* [online]. [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: <https://novazelenausporam.cz/jak-na-to/jak-na-to-v-nzu-light/>
- [44] NESVADBOVÁ, Jana. Od ledna startuje program Nová zelená úsporám Light.: Komu je určen a co s ním lze financovat. *Novinky.cz* [online]. 2. 1. 2023 [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/clanek/bydleni-tipy-a-trendy-od-ledna-startuje-program-nova-zelena-usporam-light-komu-je-urcen-a-co-s-nim-lze-financovat-40418207>
- [45] OPERAČNÍ PROGRAM ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ. Kotlíkové dotace: Program na výměnu nevyhovujících zdrojů tepla v domácnostech. *Opzp.cz* [online]. [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: <https://opzp.cz/o-programu/kotlikove-dotace/>
- [46] STÁTNI FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. *Prezentace Kotlíkové půjčky – tisková konference*. [online]. [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: <https://www.sfzp.cz/dokumenty/detail/?id=1767>
- [47] VRABEC, Vojtěch. *Background report: Emisní povolenky* [online]. 2015. Praha: Asociace pro mezinárodní otázky [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: <https://www.studentsummit.cz/wp-content/uploads/2019/02/PSS-Emisn%C3%AD-povolenky-UNEA.pdf>
- [48] Kyoto Protocol, *Targets for the first commitment period* [online], 1997, [cit. 2023-02-21], dostupné z: http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/3145.php.
- [49] *EPA Global Greenhouse Gas Emissions* [online], 2014, [cit. 2023-02-21], dostupné z: http://www.epa.gov/climatechange/pdfs/print_global-ghg-emissions-2014.pdf.
- [50] *How Cap and Trade Works* [online], 2014, [cit. 2023-02-21], dostupné z: <http://www.edf.org/climate/how-capand-trade-works>.

- [51] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/87/ES, článek 3, odstavec a) [online], 2003, [cit. 2023-02-22], dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:32003L0087&from=EN>.
- [52] KOPECKÝ, Václav a Jakub EBERLE. *Jak učit o změně klimatu?* [online]. Praha: AMO, 2011 [cit. 2023-03-30]. ISBN 978-80-87092-16-3. Dostupné z: <http://www.amo.cz/publikace/jak-ucit-o-zmene-klimatu.html>.
- [53] ICAP. *EU Emissions Trading System (EU ETS)*. [online]. 2021. [cit. 2023-02-23]. Dostupné z: <https://icapcarbonaction.com/en/ets-map>
- [54] HAITES, Erik. Carbon taxes and greenhouse gas emissions trading systems: what have we learned?. *Climate Policy* [online]. 2018, 18(8), 955-966 [cit. 2023-04-12]. ISSN 1469-3062. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14693062.2018.1492897>
- [55] ELLERMAN, Denny a Paul JOSKOW. The European Union's Emissions Trading System in perspective [online]. MASSACHUSETTS, 2008 [cit. 2023-04-12]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/233996249_The_European_Union%27s_Emissions_Trading_System_in_Perspective
- [56] Phases 1 and 2 (2005-2012) [online]. European Commission. [cit. 2023-02-23]. https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/pre2013_en#tab-0-0.
- [57] Čl. 9 směrnice EU ETS ve znění směrnice č. 2009/29/ES
- [58] ROSENZWEIG, Richard. *Global climate change policy and carbon markets: transition to a new era*. London: Palgrave Macmillan, 2016.
- [59] EVROPSKÁ KOMISE. *EU ETS handbook*. 2015. [online]. [cit. 2023-02-23]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/clima/sites/default/files/docs/ets_handbook_en.pdf
- [60] GRECMAN, Daniel. Evropský systém pro obchodování s CO2 vstoupí počátkem roku 2021 do své 4. fáze. *OEnergetice.cz* [online]. 25.10.2020 [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/emise-co2/evropsky-system-obchodovani-co2-vstoupi-pocatkem-roku-2021-sve-4-faze>
- [61] REDAKCE. Kam jdou peníze z emisních povolenek? Do státního rozpočtu, ukazuje analýza. *Energie bez emisí* [online]. [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: <https://energiebezemisi.cz/novinky-v-oboru/analyza-povolenky-rozpocet/>
- [62] BUŘÍLOVÁ, Irena. Stát vybírá na emisních povolenkách miliardy: Na životní prostředí z nich však jde minimum. *Ekonews: Byznys a udržitelnost* [online]. 25.10.2022

- [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: <https://www.ekonews.cz/stat-vybira-na-emisnich-povolenkach-miliardy-na-zivotni-prostredi-z-nich-vsak-jde-minimum/>
- [63] QUASCHNING, Volker. *Obnovitelné zdroje energií*. Praha: Grada, 2010, 296 s. Stavitel. ISBN 9788024732503.
- [64] DOLEŽEL, Michal. Emisní třídy kotlů na tuhá paliva. *EnviWeb* [online]. 28.11.2012 [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: <https://www.enviweb.cz/93816>
- [65] KALINA, Jiří. Zapojení obnovitelných zdrojů energie do otopné soustavy a význam akumulční nádrže. *TZB-info* [online]. 17.3.2009 [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/5489-zapojeni-obnovitelnych-zdroju-energie-do-otopne-soustavy-a-vyznam-akumulacni-nadrze>
- [66] SVATOŠOVÁ, Irena. Plynové kotle pro vytápění. *Fakulta bezpečnostního inženýrství VŠB* [online]. [cit. 2023-02-23]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/tzb-fbi/12.html>
- [67] BUFKA, Aleš, Jana VEVERKOVÁ a Miloslav MODLÍK. Plynové kotle: Výsledky statistického zjišťování v letech 2017–2019 [online]. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2020 [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/statistika/plynna-paliva/2020/5/Plynovе-kotle_publicace_2019_final.pdf
- [68] KOPAČKOVÁ, Dagmar. Co se změnilo u plynových kotlů od září 2015? *TZB-info* [online]. 3.7.2015 [cit. 2023-02-23]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-plynem/12934-co-se-zmeni-u-plynovych-kotlu-od-zari-2015>
- [69] FUČÍK, Zdeněk. Stručná teorie kondenzace u kondenzačních plynových kotlů. *TZB-info* [online]. 2.4.2004 [cit. 2023-02-23]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-plynem/1912-strucna-teorie-kondenzace-u-kondenzacnich-plynovych-kotlu>
- [70] NOVÁK, Zdeněk. Hlavní úskalí při instalaci kondenzačních kotlů. ASB [online]. 9.5.2014 [cit. 2023-02-23]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/technikazarizeni-budov/vytapani/hlavni-uskali-pri-instalaci-kondenzacnich-kotlu>
- [71] LYČKA, Zdeněk. Čím nahradit plynové kotle? Sociální hledisko, náklady a budoucnost. *TZB-info* [online]. 6.5.2022 [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vymeny-kotlu/23802-cim-nahradit-plynovе-kotle-socialni-hledisko-naklady-a-budoucnost>

- [72] BŘEZINOVÁ, Jana. Elektrické topení: Kdy se vyplatí?. *Elektrina.cz* [online]. 22.4.2020 [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/kdy-se-vyplati-elektricke-topeni>
- [73] NEDBÁLEK, Karel. Eliminace dependance energií rodinných domků, aneb energie na vytápění z místních zdrojů. In: *Věda a perspektivy*, ročník 2022, číslo 6 ISSN 2695-1592
- [74] BUDÍN, Jan. Tepelná čerpadla – princip funkce a rozdělení. *Oenergetice.cz* [online]. 25.3.2015 [cit. 2023-02-24]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/teplarenstvi/tepelna-cerpadla>
- [75] PROTHERM. Co je COP pro tepelná čerpadla?. *Protherm.cz* [online]. 2022 [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: <https://www.protherm.cz/pro-nase-zakazniky/technicka-podpora/slovnicek-pojmu/cop-pro-tepelna-cerpadla-2117088.html>
- [76] OSTRAVSKÁ UNIVERZITA. Carnotův cyklus. *Artemis.osu.cz* [online]. [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: <http://artemis.osu.cz/fypx1/Balnar/newpage5.htm>
- [77] STĚHULE, Dušan. *Optimalizace ohřevu teplé vody pomocí tepelného čerpadla dle venkovní teploty z energetického hlediska* [online]. Praha, 2021 [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/95300/F3-DP-2021-Stehule-Dusan-diplomova_prace.pdf?sequence=-1&isAllowed=y Diplomová práce. ČVUT FEL Praha.
- [78] Typy tepelných čerpadel. *IVT-tepelná čerpadla* [online]. [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/typy-tepelnych-cerpadel>.
- [79] KAPOUN, Michal. Co je to tepelné čerpadlo – základní části, druhy. *TZB-info* [online]. 30.4.2015 [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepel-nacerpadla/12629-co-je-to-tepelne-cerpadlo-zakladni-casti-druhy>.
- [80] MATUŠKA, Tomáš. Parametry pro hodnocení efektivity tepelných čerpadel: COP a SCOP. *TZB-info* [online]. 14.9.2015 [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/13196-parametry-pro-hodnoceniefektivity-tepelnych-cerpadel-cop-a-scop>.
- [81] REINBERK, Zdeněk, Roman ŠUBRT a Lucie ZELENÁ. On-line kalkulačka úspor a dotací Zelená úsporám. *TZB-info* [online]. [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/128-on-line-kalkulacka-uspor-a-dotaci-zelena-usporam>

- [82] Odhad tepelných ztrát a roční potřeby tepla. *Vytápění.cz* [online]. [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: <http://www.vytapeni.cz/kalkulacky/tepelne-zraty>
- [83] OKENNÍ A STAVEBNÍ CENTRUM. Výpočet spotřeby vašeho domu. *Staví-mednes.cz* [online]. [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: <https://stavimednes.cz/cs/content/36--vypočet-spotřeby-vašeho-domu>
- [84] VIADRUS HERCULES U 26: Návod k obsluze a instalaci kotle [online]. Bohumín, 2008 [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: <https://www.e-teplo.cz/soubory-produktu/1228809947.pdf>
- [85] STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. Seznam výrobků a technologií. *Svt.sfzp.cz* [online]. 2023 [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: <https://svt.sfzp.cz/>
- [86] BLAZE HARMONY. *Zplynovací kotel Blaze Harmony* [online]. [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: <https://www.blazeharmony.com/cs/www/kotle-na-drevo/zplynovaci-kotel-blaze-harmony#close>
- [87] NIBE. NIBE S2125: *Tepelné čerpadlo vzduch-voda* [online]. 2023 [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: <https://www.nibe.eu/cz/cs/produkty/tepelna-cerpadla/tepelna-cerpadla-vzduch-voda/s2125>
- [88] HOVAL spol. s r.o. *Pravda nebo lež? 7 mýtů o tepelných čerpadlech* [online]. [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: <http://vytapeni.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/16381-pravda-nebo-lez-7-mytu-o-tepelnych-cerpadlech>
- [89] Brötje WBC 22/24 i, 4,9-22/24kW. BEROP.cz [online]. [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: <https://berop.cz/p/product/brotje-wbc-22-24-i-4-9-22-24-kw/6229daba82ceab000db1d620>
- [90] GC SKUPINA. *WBS 14i a 22i, WBC 22/24i: Pro hospodárné vytápění a přípravu teplé vody* [online]. 2019 [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: https://www.broetje-topeni.cz/wp-content/uploads/2019/05/2019_BROTJE-WBS-WBC.pdf
- [91] KALKULÁTOR CEN ENERGÍÍ: Jediný nezávislý porovnávač cen elektřiny a plynu. *TZB-info* [online]. 2023, 23.3.2023 [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: <https://kalkulator.tzb-info.cz/>
- [92] Porovnání nákladů na vytápění, teplou vodu a elektrickou energii: Výpočet provozních a investičních nákladů u rodinných domů. *TZB-info* [online]. 2023 [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/138-porovnani-nakladu-na-vytapeni-teplou-vodu-a-elektrickou-energii-tzb-info>

- [93] NEDBÁLEK, Karel, *Expert na ušlý zisk, hypotetický zisk a újmu*, Slušovice: Čibe a.s., advokátní kancelář Mgr. Karel Nedbálek a otec, 2022, s. 190. ISBN 978-80-908245-9-1.
- [94] HALUZA, Miroslav a Jan MACHÁČEK. Spotřeba elektrické energie domácností, predikce a potenciální úspory pomocí BACS. *TZB-info* [online]. 7.5.2012 [cit. 2023-04-14]. Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/8570-spotreba-elektricke-energie-domacnosti-predikce-a-potencialni-uspory-pomoci-bacs>
- [95] Venkovní výpočtové teploty a otopná období dle lokalit: ČSN 38 3350. *TZB-info* [online]. [cit. 2023-04-14]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/25-venkovni-vypoctove-teploty-a-otopna-obdobi-dle-lokalit>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

EU	Evropská unie
ČR	Česká republika
Kč	Koruny české
COP	Topný faktor tepelného čerpadla
TČ	Tepelné čerpadlo
RD	Rodinný dům
kg	Kilogram
kWh	Kilowatthodina
MWh	Megawatthodina
°C	Stupně Celsia
mm	Milimetry
SCOP	Sezonní topný faktor tepelného čerpadla
dB	Decibel
dig.	Digitální
DPH	Daň z přidané hodnoty
NZÚ	Nová zelená úsporám
ha	Hektar

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Rozdělení spotřeby energie v domácnosti [94]	15
Obrázek 2: Srovnání energetické náročnosti druhů budov [23]	22
Obrázek 3: Vzorec na výpočet čisté současné hodnoty [29]	25
Obrázek 4: Zjednodušený princip tepelného čerpadla [73]	42
Obrázek 5: Půdorys sklepních prostor RD [zdroj: autor]	46
Obrázek 6: Půdorys prvního nadzemního patra RD [zdroj: autor]	47
Obrázek 7: Půdorys druhého nadzemního patra RD [zdroj: autor]	48
Obrázek 8: Tepelné vlastnosti lokality Vsetín [81]	51
Obrázek 9: Vlastnosti rodinného domu [81]	52
Obrázek 10: Součinitele prostupnosti tepla přes jednotlivé vrstvy RD [81]	54
Obrázek 11: Měrná potřeba energie a energetický štítek obálky RD [81]	54
Obrázek 12: Detaily konstrukce tepelné ztráty RD [81]	55
Obrázek 13: Údaje o popisované lokalitě RD [82]	56
Obrázek 14: Ostatní údaje o RD [82]	56
Obrázek 15: Vypočtená tepelná ztráta a potřeba tepla na vytápění RD za rok [82]	57
Obrázek 16: Vypočtená spotřeba energie na vytápění RD za rok [83]	58
Obrázek 17: Vypočtená spotřeba energie 1 m ² RD [83]	58
Obrázek 18: Zplynovací funkce kotle [86]	62
Obrázek 19: TČ NIBE S2125-12 [87]	65
Obrázek 20: BRÖTJE WBC 22/24i [90]	67

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Teplotní oblasti ČR v zimním období [3].....	11
Tabulka 2: Rozdíly měrného tepelného výkonu člověka na m ² tělesné plochy [18]..	20
Tabulka 3: Výpočtové okrajové podmínky lokality Vsetín [95]	45
Tabulka 4: Parametry podsklepené části domu [zdroj: autor]	46
Tabulka 5: Parametry prvního nadzemního patra domu [zdroj: autor]	47
Tabulka 6: Parametry druhého nadzemního patra domu [zdroj: autor].....	48
Tabulka 7: Pořizovací cena tepelných zdrojů pro 1. modelovou situaci [zdroj: autor]	70
Tabulka 8: Celkové náklady tepelných zdrojů pro 1. modelovou situaci [zdroj: autor]	70
Tabulka 9: Pořizovací cena tepelných zdrojů pro 2. modelovou situaci [zdroj: autor]	72
Tabulka 10: Celkové náklady tepelných zdrojů pro 2. modelovou situaci [zdroj: autor]	72
Tabulka 11: Pořizovací cena tepelných zdrojů pro 3. modelovou situaci [zdroj: autor]	74
Tabulka 12: Celkové náklady tepelných zdrojů pro 3. modelovou situaci [zdroj: autor]	74

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Energetická náročnost jednotlivých druhů budov [73]	24
Graf 2 : Vývoj cen emisních povolenek v průběhu let [zdroj: autor]	34
Graf 3: Vizualizace úspor pomocí jednotlivých provedených opatření na RD [zdroj: autor]	50
Graf 4: Porovnání výsledků vypočtených tepelných ztrát [zdroj: autor]	60
Graf 5: Celkové roční náklady na energie RD 1. modelového příkladu [zdroj: autor]	71
Graf 6: Celkové roční náklady na energie RD 2. modelového příkladu [zdroj: autor]	73
Graf 7: Celkové roční náklady na energie RD 3. modelového příkladu [zdroj: autor]	75