

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

FAKULTA STAVEBNÍ

**KATEDRA EKONOMIKY A
ŘÍZENÍ VE STAVEBNICTVÍ**



**EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ
ALTERNATIVNÍCH ZDROJŮ ENERGIE**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracovala:

Bc. Popova Natalia

Vedoucí práce:

Ing. Michal Vondruška, Ph.D.

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Popova** Jméno: **Natalia** Osobní číslo: **453150**
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**
Zadávací katedra/ústav: **Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví**
Studijní program: **Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Stavební management**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Ekonomické vyhodnocení alternativních zdrojů energie

Název diplomové práce anglicky:

Economic evaluation of alternative energy sources

Pokyny pro vypracování:

Výzkum výhodné varianty zdroje alternativní energie pro rodinný dům z ekonomického hlediska. Zohlednění investičních a provozních nákladů v průběhu životního cyklu topného systému.

Seznam doporučené literatury:

BROŽ, K., ŠOUREK, B.: Alternativní zdroje energie. 1. vydání. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003. 213 s.
Heating Systems, Plant and Control. Antony R. Day, Martin S. Ratcliffe, Keith Shepherd. ISBN: 978-0-470-77445-8 February 2008 Wiley-Blackwell 336 Pages.
ČSN 06 0210 Výpočet tepelných ztrát při ústředním vytápění. ČNI 1993.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Michal Vondruška, Ph.D., katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví FSv

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **27.09.2021**

Termín odevzdání diplomové práce: **02.01.2022**

Platnost zadání diplomové práce: _____

Ing. Michal Vondruška, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

prof. Ing. Renáta Schneiderová Heralová, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Jiří Máca, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomantka bere na vědomí, že je povinna vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studentky

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze dne 2.1.2022

Podpis

Poděkování

Ráda bych poděkovala panu Ing. Michalu Vondruškovi, Ph.D. za vedení diplomové práce, profesionální přístup a rady.

1 Obsah

1	Úvod	10
2	Případová studie	12
2.1	Stavební řešení.....	12
2.2	Konstrukční a materiálové řešení.....	12
2.2.1	Základy a spodní stavba.....	12
2.2.2	Svislé nosné konstrukce.....	13
2.2.3	Vodorovné nosné konstrukce.....	13
2.2.4	Fasáda.....	13
2.2.5	Tepelné ztráty, stavební konstrukce.....	13
2.2.6	Energetická bilance.....	14
3	Energetická politika Evropské unie a České republiky	15
3.1	Energetická politika EU v letech 2006–2007 rok.....	15
3.2	Energetická politika EU v roce 2014.....	16
3.3	Národní energeticko-klimatický plán v České republice.....	17
4	Dotační programy	19
5	Energetické zdroje v České republice	21
5.1	Elektřina.....	21
5.1.1	Výroba elektřiny – palivo.....	21
5.1.2	Složky cen elektřiny.....	22
5.1.3	Změny cen elektřiny a jejich příčiny.....	23
5.1.4	Předpoklady vývoje cen elektřiny.....	24
5.2	Zemní plyn.....	26
5.2.1	Import plynu – palivo.....	26
5.2.2	Plynovod v České republice.....	27
5.2.3	Zásobníky plynu.....	28
5.2.4	Složky cen plynu.....	29
5.2.5	Změny cen plynu a jejich příčiny.....	29
5.2.6	Předpoklady vývoje cen plynu.....	31
6	Geotermální zdroje	33
6.1	Trh tepelných čerpadel.....	33
6.2	Princip tepelného čerpadla.....	34
6.3	COP (Coefficient of performance).....	35
6.4	SCOP (Seasonal Coefficient of Performance).....	35
6.5	Tepelné čerpadlo.....	36
7	Legislativa	37
7.1	Povolování odpojení od centrálního zásobování teplem.....	37
7.2	Povolování vrtu pro tepelné čerpadlo „země-voda“.....	38
8	Investiční a provozní náklady	40
8.1	Elektrokotel.....	40
8.1.1	Investiční náklady.....	40
8.1.2	Provozní náklady.....	40
8.1.3	Rekapitulace.....	42

8.2	Plynový kotel.....	42
8.2.1	Investiční náklady	43
8.2.2	Provozní náklady	43
8.2.3	Rekapitulace.....	45
8.3	Tepelné čerpadlo „vzduch – voda“	45
8.3.1	Investiční náklady	45
8.3.2	Provozní náklady	47
8.3.3	Rekapitulace.....	49
8.4	Tepelné čerpadlo „země – voda“	49
8.4.1	Provedení – plošný kolektor	50
8.4.2	Provedení – vrty.....	50
8.4.3	Investiční náklady	50
8.4.4	Provozní náklady	51
8.4.5	Rekapitulace.....	53
9	<i>Vyhodnocení a porovnání variant.....</i>	54
9.1	Dynamické metody hodnocení.....	54
9.2	Posouzení zdrojů vytápění s plynovým kotlem	59
9.3	Posouzení zdrojů vytápění elektrickým kotlem	61
9.4	Posouzení centrálního zásobování teplem s tepelnými čerpadly	63
10	<i>Vyhodnocení ekologického dopadu.....</i>	68
10.1	Úvod do posuzování životního cyklu – Life-cycle assessment (LCA).....	68
10.1.1	Definice cíle a rozsahu	68
10.1.2	Inventarizační analýza životního cyklu – LCI.....	69
10.1.3	Hodnocení dopadu životního cyklu – LCIA	69
10.1.4	Interpretace.....	69
10.1.5	Hranice	69
10.2	Simulace životního procesu.....	71
10.2.1	SimaPro 8 Analyst.....	71
10.2.2	Ecoinvent 3	71
10.2.3	ReCiPe 2016	72
10.2.4	Vstupní údaje	73
10.2.5	Simulace v SimaPro 8 Analyst.....	74
10.2.6	Vyhodnocení výsledků SimaPro 8 Analyst.....	77
11	<i>Závěr.....</i>	79
12	<i>Literatura a použit zdroje.....</i>	81
13	<i>Seznam použitých zákonů a norem</i>	88
14	<i>Jiné zdroje</i>	89
15	<i>Seznam obrázků.....</i>	90
16	<i>Seznam tabulek</i>	91
17	<i>Použitý software</i>	92
18	<i>Seznam příloh.....</i>	92
	Příloha 1.....	93
	Příloha 2.....	94
	Příloha 3.....	95
	Příloha 4.....	96

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá ekonomickým vyhodnocením alternativních zdrojů energie. Porovnání zdrojů je provedeno na exaktním příkladu rodinného domu s klasickými zdroji vytápění. Navíc je zde zohledněno posouzení životního cyklu vybraných zdrojů pomocí softwaru SimaPro 8 Analyst. Do ekonomického vyhodnocení budou zahrnuty investiční i provozní náklady s ohledem na faktor času. Z tohoto důvodu budou prozkoumány možné příčiny kolísání cen elektřiny a plynu na trhu. Pro komplexní pochopení problematiky je třeba popsat energetickou politiku Evropské unie a České republiky.

Klíčová slova

Tepelné čerpadlo, plynový kotel, elektrický kotel, alternativní zdroje tepla, otopná soustava, investice, čistá současná hodnota, posuzování životního cyklu, metoda ReCiPe.

Abstract

The thesis deals with the economic evaluation of alternative energy sources. A family house with a classic heating source, was taken as a paradigm so as to be compared with other types of energy sources. In addition, SimaPro8 Analyst software was used for the life cycle assessment of selected resources, as for the economic evaluation, investment and operating costs will be included in correlation with the time factor. The economic evaluation will include investment and operating costs with correlation to the time factor. For this reason, possible causes of fluctuations in electricity and gas prices on the market will be examined. For a comprehensive understanding of the issue, the energy policies of European Union and Czech Republic needs to be described.

Keywords

Heat pump, gas boiler, electric boiler, alternative heat sources, heating system, investment, net present value, life cycle assessment, ReCiPe method.

Seznam symbolů a zkratk

EU – Evropská unie

ERÚ – Energetický regulační úřad

TČ – Tepelné čerpadlo

CZT – Centrální zásobování teplem

MPO – Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky

OZE – Obnovitelné zdroje energie

KVET – Kombinovaná Výroba Elektrické energie a Tepla

DZ – Decentrální zdroje

COP – topný faktor (coefficient of performance)

TUV – Teplá užitková voda

HDO - Hromadné dálkové ovládání

LCA – Posuzování životního cyklu

LCAI – Inventarizační analýza životního cyklu

LCI – Hodnocení dopadu životního cyklu

1 Úvod

V posledním desetiletí je výroba a spotřeba energie velmi diskutovaným tématem mj. i v Evropské unii a je jedním z hlavních zdrojů nepříznivého vlivu na životní prostředí a zdraví člověka. Výroba energie ovlivňuje atmosféru emisemi skleníkových plynů, pevnými částicemi a vlhkostí. Hydrosféra je ovlivňována spotřebou vody, vytvářením umělých nádrží a znečištěním vod. Litosféra se také výrazně mění v důsledku nadměrné spotřeby zdrojů fosilních paliv a uvolňování toxických látek. Navíc rostoucí spotřeba energie zvyšuje závislost státu na importu vybraných nerostných zdrojů a také ovlivňuje mezinárodní bezpečnost státu z hlediska spolehlivosti dodávek surovin z nedemokratických států. Na základě výše uvedených příčin prosazuje Evropská komise odpovídající energetickou politiku. Vytápění má na spotřebě energie významný podíl, proto má Evropská komise zájem na rozvoji alternativních trendů ve vytápění.

V první části diplomové práce zohledňuji rozhodnutí v energetické politice obecně a také opatření, která se týkají energetické politiky České republiky. Následně popisuji, jaké mechanismy užívá stát pro motivaci občanů v dodržení jím stanovených cílů. Uvádím také legislativu jako omezující faktor pro rozvoj některých alternativních zdrojů. Za účelem následného ekonomického vyhodnocení vybraných zdrojů vytápění popisuji nejčastější energetické zdroje používané v České republice. Zkoumám také příčiny kolísání cen energetických zdrojů v ČR za poslední dekádu i v současnosti.

Vytápění zajišťuje komfort bydlení při správné distribuci tepla v místnostech a zabraňuje vzniku a šíření vlhkosti, plísní a hub. S neustálým růstem cen plynu, elektřiny a práce ve stavebnictví je diskuse o vhodném vytápění každým rokem aktuálnější, právě proto se tato práce zabývá vytápěním, konkrétně v rodinných domech.

Pro tuto práci jsem se rozhodla vybrat typizovaný rodinný dům z hlediska velikosti a spotřeby energie, abych na konkrétním příkladu mohla provést ekonomické vyhodnocení alternativních zdrojů energie ve srovnání s klasickými variantami elektrických a plynových kotlů.

Ve druhé části diplomové práce navrhuji konkrétní zdroje energie vyhovující vybranému rodinnému domu. Vypočtu investiční a provozní náklady a také popíšu nutné opatření k prodloužení životnosti. Kritériem pro konečné vyhodnocení bude čistá současná hodnota.

V poslední části diplomové práce se zabývám vlivem vybraných zdrojů vytápění na životní prostředí a zdraví člověka. Pomocí softwaru SimaPro 8 Analyst provádím posouzení životního cyklu zařízení (LCA).

2 Případová studie

Pro přesnější srovnání zdrojů energie jsem zvolila referenční rodinný dům v katastrálním území Březiněves. Tento objekt byl vybrán s ohledem na to, že se jednalo o typický rodinný dům pro středně velkou rodinu, který se v současné době v České republice běžně staví. Byl typický jak z hlediska rozměru, tak i tepelných ztrát, což bylo pro tuto práci nejdůležitější. (viz Příloha 5)

Jednalo se o novostavbu rodinného domů o dvou patrech. Dle katastru nemovitosti byl pozemek zapsán jako orná půda a byl také chráněn zemědělským půdním fondem. [1] Dispozice domu byla řešená s ohledem na ubytování pro rodinu, tedy s důrazem na praktičnost a na dostatek místa pro potřeby čtyřčlenné rodiny.

2.1 Stavební řešení

Stavby nebyly podsklepené a měly dvě nadzemní podlaží. Jednalo se o jednoduchou vyzdívanou stěnovou konstrukci ztuženou v úrovni nadpraží oken a dveří železobetonovým věncem. Stropy tvořily železobetonové desky. Základy byly tvořeny betonovými dvoustupňovými pasy a patkami, které byly provázány se základovou železobetonovou deskou. Střecha byla sedlová, měla nosnou konstrukci z dřevěných sbíjených vazníků se sklonem 30-35° s krytinou ze skládaných plochých betonových šablon (např. Bramac Tegalit v barvě tmavě šedé). Střešní konstrukce nebyla zateplena, půdní prostor nebyl obytný, byl využit pouze částečně jako úložný prostor. Zateplení střechy bylo provedeno minerální izolací uloženou pod a mezi spodní pásnicí vazníků. Voda ze střechy objektu byla odváděna venkovními okapními svody přes jímače střešních splavenin a vnitřními dešťovými svody svodnými potrubími do dešťové kanalizace.

2.2 Konstrukční a materiálové řešení

2.2.1 Základy a spodní stavba

Pozemek byl mírně skloněný k východu. Jeho nadmořská výška dosahovala cca 269–282 m n.m. Skalní podklad byl budován horninami svrchní křídy – turonem, vápnitými

slínovci a jílovci bělohorského souvrství. Horninový podklad byl na pozemku kryt více než 3 m kvartérními zeminami, což bylo pro zakládání objektů rozhodující. Kvartérní pokryv lokality byl tvořen eolickými sedimenty, které byly kryty humózními hlínami. Humózní hlíny byly zjištěny ve výšce 0,35-0,60 m. Jednalo se o černozemě na spraších. V jižní části pozemku se nacházela rozsáhlá část navážky.

Všechny konstrukce byly založeny do únosné vrstvy, kterou tvořily spraše a sprašové hlíny, tuhé/pevné až pevné. Jelikož byl okolní terén v mírném svahu, nacházela se základová spára, cca 1,4 m až 1,8 m, pod původním terénem, což zároveň vyhovovalo i nezámrzné hloubce.

2.2.2 Svislé nosné konstrukce

Svislé nosné konstrukce byly v 1. NP až 2. NP tvořeny zdívkem z bloků Porotherm na systémovém tenkovrstvém polyuretanovém lepidle.

2.2.3 Vodorovné nosné konstrukce

Stropní konstrukce byly z monolitického železobetonu. Objekt tvořil jeden dilatační celek.

2.2.4 Fasáda

Obvodové zdivo bylo zatepleno kontaktním zateplovacím systémem (ETICS) z polystyrenu tl. 160 mm. Povrchová úprava byla provedena silikonově pryskyřičnou zatíranou probarvenou omítkovinou.

2.2.5 Tepelné ztráty, stavební konstrukce

Tepelné ztráty byly vypočteny dle EN ISO 13790 a dle ČSN EN 12831, pro oblastní výpočtovou teplotu -13 °C, poloha budovy byla nechráněná, krajinná oblast byla bez intenzivních větrů. Jednalo se o nový objekt, jehož stavební konstrukce splnily požadavky ČSN 73 0540-2 na tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a požadavky na energetickou náročnost budovy dle vyhlášky MPO č.78/2013.

Základní tepelné ztráty objektu činily 8,907 kW. Vytápěcí systém byl rozdělen do dvou okruhů: podlahové vytápění s teplotním spádem 45 °C/40 °C a otopná tělesa 55 °C/45 °C. Podlahové vytápění bylo provedeno systémovou deskou „Varionova“ s tepelnou izolací. Otopná tělesa byla instalována jen v koupelnách a byla ve tvaru topných žebříků s integrovanou topnou vložkou. Byl tedy instalován zásobník teplé vody o objemu 155 litrů.

Ukazatelé pro potřeby práce byly:

- spotřeba tepla – 8,907 kW
- spotřeba tepla za rok – vytápění 16 MWh (57,6 GJ)
- spotřeba tepla za rok – ohřev TV 4 MWh (14,4 GJ)
- spotřeba tepla za rok – celkem 20 MWh (72,0 GJ)
- napěťová soustava – 3 NPE ~ 50 Hz, 400 V / TN-C-S
- celková plocha pozemku – 859 m²
- zastavěná plocha pozemku – 155 m²
- užitná plocha objektu – 219,5 m²

2.2.6 Energetická bilance

Měření elektrické energie bylo provedeno u RD na jeden fakturační elektroměr.

ENERGETICKÁ BILANCE RD BŘEZINĚVES			
Energetická bilance RD:	Instalovaný příkon (kW)	Koef. soudobosti	Soudobý příkon (kW)
Osvětlení	2,0	0,60	1,2
Zásuvky, čerpadlo, top. žebříky	5,0	0,60	3,0
Sušička	2,0	0,60	1,2
Pračka	2,0	0,60	1,2
Myčka	2,0	0,60	1,2
El.deska+el. trouba+digestoř	6,0	0,60	3,6
CELKOVÝ INSTALOVANÝ PŘÍKON OBJEKTU (kW)	19,0		
CELKOVÝ SOUDOBY PŘÍKON OBJEKTU (kW)			11,4
NAVRHOVANÝ HLAVNÍ JISTIČ OBJEKTU			3x25A

Tab. 1 Navrhovaný hlavní jistič objektu (zdroj [Technická zprava projektu])

3 Energetická politika Evropské unie a České republiky

Energetická politika určuje cíle a záměry dlouhodobého rozvoje energetiky země a zároveň mechanismy státní energetické politiky. Tato politika je jednou z důležitých priorit Evropské unie. V současnosti EU čelí rostoucí spotřebě energie, kolísání cen a přerušování dodávek, proto probíhá práce na zajištění dodávek ze spolehlivých zdrojů za konkurenceschopné ceny. Mezinárodní spolupráce má zásadní význam na řešení globálních energetických problémů, jako jsou změna klimatu, ochrana životního prostředí a nestálé ceny.

Cesta EU k transformaci priorit ekonomiky a energetiky s přihlédnutím k ekologickým hlediskům začala v roce 1993 připojením se k *Rámcové úmluvě o změně klimatu*. V roce 1995 byla vydána *Bílá kniha*, která poprvé zohlednila bezpečnost dodávek, konkurenceschopnost a ochranu životního prostředí. V dubnu roku 1998 byl podepsán *Kjótský protokol*, který stanovil konkrétní závazky ke snížení skleníkových plynů pro celou EU a její jednotlivé členy.

V dalších kapitolách jsem zohlednila nejdůležitější body vývoje energetické politiky EU, jež se týkal České republiky.

3.1 Energetická politika EU v letech 2006–2007 rok

V březnu roku 2006 EU v rámci energetické strategie zveřejnila „*Zelenou knihu o bezpečné, konkurenceschopné a udržitelné energetice pro Evropu*“. Pozornost byla věnovaná především následujícím otázkám:

- Konkurence a vnitřní energetický trh
- Zlepšení energetické účinnosti a dosažení energetických a klimatických cílů
- Zvýšení výroby energie v EU a diverzifikování dodavatelů a tras
- Bezpečnost mechanismů dodávek, solidarita mezi členy dohody
- Podpora inovačního přístupu v energetice

- Rozvíjení vnější politiky v oblasti energetiky [2]

Tímto byly představeny základní koncepty toho, čím by se Evropská unie měla řídit. V roce 2007 bylo představeno „*Sdělení Komise Evropské radě a Evropskému parlamentu. Energetická politika pro Evropu*“, ve kterém byl zaveden speciální postup, podle něhož by měly postupovat jednotlivé státy. Hlavními body, jež byly v dokumentu zohledněny:

- Zavedení systému obchodování s emisemi (emisními povolenkami) jako podpora snižování CO₂
- Zvýšení podílu energie z obnovitelných zdrojů ze 7 % na 20 % do roku 2020
- Snižování skleníkových plynů alespoň o 20 % do roku 2020 ve srovnání s rokem 1990
- Plnohodnotný přechod na nízkouhlíkovou energetiku se značným podílem obnovitelných zdrojů energií do roku 2050
- Docílení využívání minimálně 10 % energie z biopaliv
- Podněcení konkurence vnitřního trhu energetiky: nezávislost regulačních orgánů, možnost širší volby provozovatele energie
- Zvýšení účinnosti využití energie v budovách, v dopravě
- Podpora nové průmyslové revoluce za pomoci nízkouhlíkových zdrojů energie [3]

3.2 Energetická politika EU v roce 2014

V roce 2014 proběhlo další svolání Evropské rady ohledně změny klimatu a energetiky. Zasedání navrhlo další ambiciózní pokroky v oblasti energetiky, jako:

- Snižování skleníkových plynů až o 40 % oproti roku 1990
- Minimální podíl využívání obnovitelných zdrojů energie bude 27 % do roku 2030
- Zajištění do roku 2020 10% propojení elektrických sítí pro členské státy, které zůstávají pozadu
- Zvýšení energetické účinnosti o 27 % [4]

Nicméně v roce 2018 byly některé záměry přezkoumány a rozhodlo se o kompromisních řešeních. V rámci zasedání bylo rozhodnuto o snížení skleníkových plynů jen o 32 % s možnou změnou řešení v roce 2023.

3.3 Národní energeticko-klimatický plán v České republice

Veškerá nařízení Evropské komise nebyla platná pro jednotlivé členy EU, jednalo se o celkový podíl všech zemí dohromady. Proto v návaznosti na plány EU Evropská komise nařídila vytvoření „*Národního akčního plánu energetické účinnosti / efektivity*“ (NAPEE) (dále Akční plán) pro každý stát Evropské unie.

První akční plán v roce 2007 představil konkrétní opatření nutné pro dosažení výsledku nařízeného Evropskou komisí. Další akční plány navíc zahrnovaly vyhodnocení a splnění výsledku předchozího akčního plánu. Celkem bylo představeno pět akčních plánů v průběhu let 2007-2017. Cílem bylo vyhodnocení provedených kroků jednotlivými státy, vyhodnocení dopadu přijatých podpůrných programů a vyhodnocení průběhu integrace nových strategií a směrnic s ohledem na pokrok k dosažení cílů nařízených Evropskou komisí. [5] Výsledkem tohoto výzkumu by měl být „*Vnitrostátní plán České republiky v oblasti energetiky a klimatu,*“ s návrhem cílů s horizontem pro období 2021-2030 a s výhledem do roku 2050. Hlavními aspekty zohledněnými v tomto dokumentu byly:

- Snížení emise o 30 % do roku 2030 oproti roku 2005
- Snížení emise o 80 % do roku 2050 oproti roku 1990
- Podíl obnovitelných zdrojů energií zvýšit na 22 %
- Snížení spotřeby energie v jednotlivých sektorech
- Snížení podílu uhlí na výrobu elektřiny na 11-21 % do roku 2040 (stav v roce 2016 byl 50 %)
- Zvýšení podílu jaderné energie na 46-58 % do roku 2040 (stav v roce 2016 byl 29 %)
- Podíl plynu v energetice zachytit na úrovni 5-15 % do roku 2040 (stav v roce 2016 byl 8 %)
- Propojení energetické soustavy nejméně o 15 % do roku 2030 [6]

Pro motivaci konečného uživatele k plnění stanovených cílů byly zavedeny speciální finanční a daňové mechanismy a strategie. Pro dosažení výše uvedených cílů bylo důležité integrovat nové technologie, nahrazovat zastaralé zařízení, které nepříznivě ovlivňují životní prostředí, novými technologiemi. Důležité bylo také provedení rekonstrukcí objektů s cílem zvýšení energetické účinnosti. Přehled opatření pro období 2021–2030:

Dotační programy pro domácnosti:

- Nová Zelená úsporám 2021–2030
- Operační program Životní prostředí 2021–2027
- Integrovaný regionální operační program 2021–2027
- Program Panel 2021–2030
- Program Úspory energie s rozumem [6]

Dotační programy pro služby:

- Operační program Životní prostředí 2021–2027
- Operační program Doprava 2021–2027
- Program EFEKT 2021–2027
- Podpora Ecodriving [6]

Dotační programy pro průmysl:

- Operační program Konkurenceschopnost 2021–2027
- Operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost 2014-2020 (SC 3.2): Program Úspory energie [6]

Daňové opatření:

- Zdanění pohonných hmot
- Zdanění paliv v domácnostech [6]

Politické opatření:

- Dobrovolné schéma v oblasti zvyšování energetické účinnosti
- Dobrovolná dohoda s distributory a prodejci spotřebičů energie
- Informační kampaň v oblasti zvyšování povědomí o energetické účinnosti [6]

4 Dotační programy

Díky státním dotačním programům obyvatelstvo získalo možnost snížit cenu alternativních zdrojů energií a zajistit jejich dostupnost pro spotřebitele. Pro krajské rozpočty zůstaly dotace důležitou podmínkou pokrytí deficitu na trhu a pro realizace dotačních programů.

Nyní Státní fond životního prostředí České republiky poskytuje dotace na výměnu starého kotle na tuhá paliva za nový ekologičtější zdroj tepla. V seznamu možných variant jsou tepelná čerpadla, kotel na biomasu a kondenzační plynový kotel s min. energetickou třídou A.

Existují jenom dvě varianty dotačních programů pro zdroje vytápění. Jedná se o Zelená úsporám a tzv. kotlíková dotace. Zelená úsporám vyhovuje všem vlastníkům rodinných domů, kteří se rozhodnou pro zvýšení energetické účinnosti domu a snížení nákladů. Dotace se uplatňuje v případě, pokud odběratel vyměňuje neekologický zdroj vytápění jako elektrický kotel, lokální topidla atd. za nový ekologický.

Kotlíková dotace se uplatňovala jen pro domácnosti s nižšími příjmy, příjem se počítal tak, aby nebyl vyšší než 170 900 Kč na osobu za rok. Seniori, nezletilé děti a studenti do 26 let se v programu automaticky počítali jako nízkopříjmoví. Nejvyšší očekávanou podporou byla dotace ve výši 130 000 Kč na tepelné čerpadlo a 100 000 Kč na plynový kondenzační kotel. Nicméně tento typ dotace skončí 1. září 2022. Kvůli tomu jsem nezhlednila tento typ dotace ve výpočtech. [7]

Do programu Zelená úsporám se mohli zapojit lidé bez ohledu na jejich příjem. Podporující částky byly nižší, avšak stále dostatečně motivující pro odběratele. Pro tepelné čerpadlo spolu s přípravou teplé vody mohli odběratelé získat dotaci ve výši 100 000 Kč a pro plynový kondenzační kotel až 35 000 Kč. [8] Pro souhlasné rozhodnutí o přidělení dotace bylo nezbytné splnit následující kritéria:

- Projektová dokumentace (v případě výměny starého zdroje za nový stačila příprava dokumentace odbornou dodavatelskou firmou nebo osobou oprávněnou k instalaci požadovaných zdrojů podle zákona o hospodaření energií § 10d č. 406/2000 Sb.)

- Žádost o dotace podaná výhradně elektronicky

Čerpání prostředků bylo možné jen na přímé realizační náklady. Žadatel musel prokázat nabytí zařízení a s ním souvisejících nákladů. Dotace v případě výměny zastaralého zdroje za nový byla poskytnuta po dodání a instalaci zařízení a s tím souvisejících zkoušek a revizí. Do výdajů nebylo možné zařadit úpravu potrubí topné vody s výjimkou na připojení k akumulární nádrži.

5 Energetické zdroje v České republice

Energetické zdroje byly motorem sociálního a ekonomického rozvoje. Energie byly potřebná k podpoře prakticky všech aspektů lidské spokojenosti – přístupu k vodě, zemědělské produktivity, zdravotní péče, vzdělání, vytváření pracovních míst, udržitelnosti životního prostředí a dalších oblastí. Investice do energetiky tvořila velký podíl na hrubém domácím produktu, zatímco energetické emise tvořily největší procento antropogenních emisí skleníkových plynů.

V následující kapitole jsem zkoumala energetické zdroje v České republice obecně. Zohlednila jsem přesně, jakými kanály byla energie dodávána a jaký byl podíl jednotlivých surovin na výrobě energie. Zvážila jsem také, jaké aspekty přesně ovlivňovaly tvorbu cen energií a jakým problémům by mohlo Česko v budoucnu čelit.

Hlavními distribučními kanály v České republice byly:

- Distribuční síť elektřiny
- Distribuční síť plynu
- Teplárenská distribuce

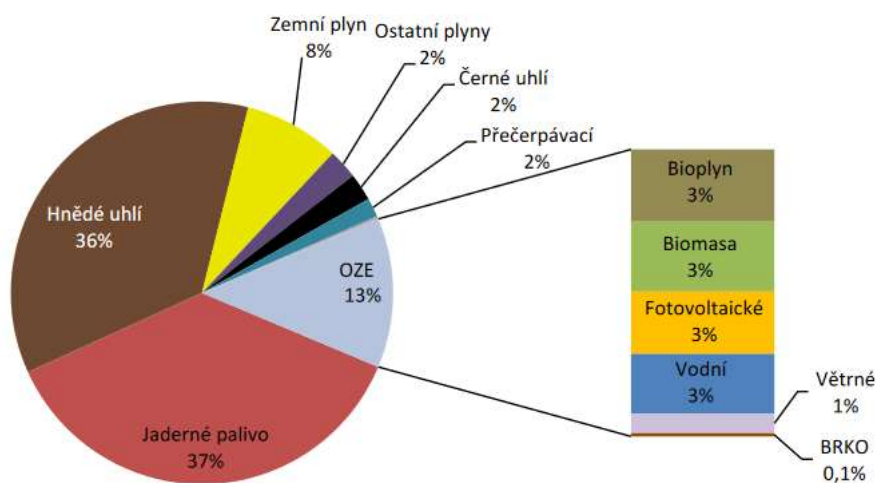
5.1 Elektřina

5.1.1 Výroba elektřiny – palivo

V České republice se elektřina v elektrárnách vyráběla především z jaderného paliva (37 %) a hnědého uhlí (cca 36 % - 46 %), záleželo na množství vyrobené energie za rok. Dalšími palivy byly obnovitelné zdroje energie (OZE) – 13 % a zemní plyn – 8 % atd. [9]

Jaderné elektrárny v naší zemi jsou dvě, a to Dukovany a Temelín, společně ročně vyrobí cca 30 000 GWh. Hlavním dodavatelem jaderného paliva za posledních 10 let byla společnost „*TVEL*” z Ruské federace. V závěru roku 2021 se rozhodovalo o dodavateli na dalších 10 let, do konce roku 2021 by měl být tendr uzavřen. [9] [10]

Hnědé uhlí se těžilo hlavně ve čtyřech společnostech: Severní energetická a.s., Vršanská uhelná a.s., Severočeské doly a.s. a Sokolovská uhelná a.s. Za rok 2018 bylo vytěženo 39,2 mil. tun a z toho bylo využito pro výrobu elektřiny v elektrárnách 77,5 %. Každý rok se využilo 72 % až 77,5 % hnědého uhlí pro výrobu elektřiny. Kromě těžby probíhal dovoz surovin, od roku 2010 hlavně z Polska cca 200 tis. tun a z Německa cca 1 mil. tun ročně. [11] [12]



Obr. 1 Podíl paliv a technologií na výrobě elektřiny brutto - 2020 [9]

5.1.2 Složky cen elektřiny

Cena elektřiny se skládá z regulovatelné, neregulovatelné části a daně. Hlavní státní správou pro řízení regulovatelné části ceníku byl Energetický regulační úřad. Neregulovatelné části záležely na zvoleném obchodníkovi.

Regulovatelná část

- Distribuce energie – plat za příkon, cena za distribuci elektřiny [13]
- Související služby – systémové služby, činnost zúčtování OTE, podpora výkupu elektřiny z OZE, KVET, DZ [13]

Neregulovatelná část

- Dodávka elektřiny – stálá platba, cena za dodávku elektřiny [13]

Daně

- Daň z elektřiny
- Daň z přidané hodnoty [13]

5.1.3 Změny cen elektřiny a jejich příčiny

Na základě Obr. 2 je patrné, že v průběhu let **2007–2009** došlo ke zvýšení cen za elektřinu. Pravděpodobným důvodem byla světová finanční krize v roce 2008. V době krize se projevovala všeobecná nedůvěra k finančním aktivům a objevila se tendence vyvádět finanční prostředky z měn do reálných aktiv. Příkladem této změny situace byl komoditní sektor, což demonstroval nárůst cen surovin. Kvůli tomu, že obchodníci nakupovali elektřinu s předstihem, se růst cen objevil se zpožděním.

V letech **2010-2013** byl vysledován průměrný růst cen za dodávku elektřiny. V této době došlo k poklesu cen za silovou elektřinu o 27 % z 1,88 Kč/kWh na 1,367 Kč/kWh, ale zároveň došlo k růstu cen v regulovatelné složce elektřiny. Růst se týkal cen za podporu výkupu elektřiny z POZE o 91 % z 0,0522 Kč/kWh na 0,583 Kč/kWh. [14]

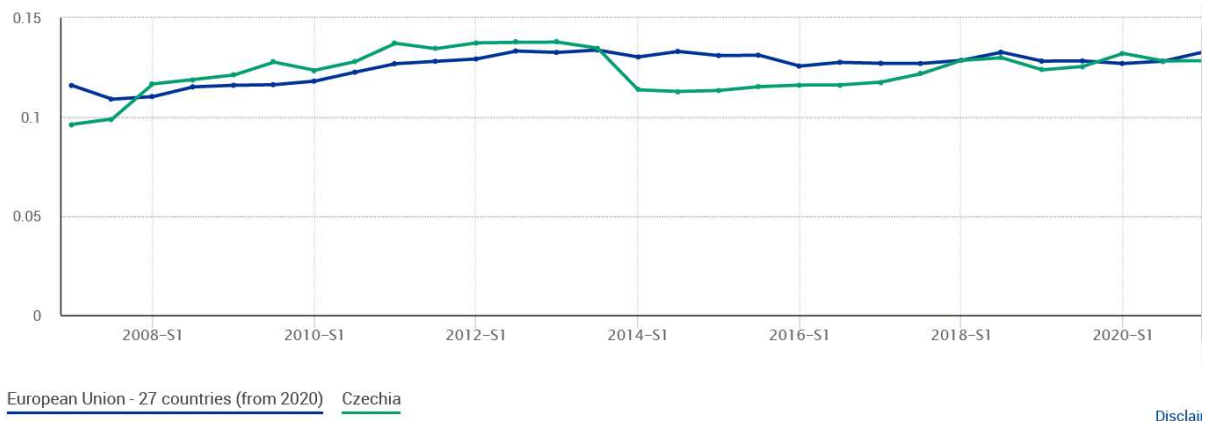
Na základě zákona č. 165/2012 Sb. Zákon o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů byl v ceně elektřiny započten příspěvek na podporu obnovitelných zdrojů energie. [63] Kvůli tomu, že tento způsob výroby měl mnohem větší náklady ve srovnání s tradičními elektrárnami, státní podpora a regulace zůstaly důležitou podmínkou rozvoje alternativní energetiky.

V roce **2014** došlo k náhlému snížení cen. Energetickým regulačním úřadem bylo rozhodnuto o snížení cen výkupu elektřiny POZE a o snížení distribuční ceny u obchodníka. Celkové snížení ceny elektřiny v roce 2014 bylo o 10 %. [14]

Od roku **2015** do roku **2019** byl vysledován mírný růst cen za elektřinu.

V důsledku pandemie COVID-19 došlo v roce 2020 k nejnižší výrobě a spotřebě elektřiny za 18 let. Oproti roku 2019, kdy ČR vyrobila 86 988 GWh, v roce 2020 bylo vyrobeno jen 81 400 GWh, pokles byl 6%. [11] [15] Bylo také zaznamenáno pětileté minimum spotřeby (o 3,5 %). Jedinou výjimkou byly domácnosti, u nichž došlo k růstu

spotřeby elektřiny o 4,7 %. [15] Kvůli celkovému snížení spotřeby elektřiny v roce 2020 byl předpoklad snížení ceny v následujícím roce. Avšak kvůli snížení výroby se ceny významně nesnížily.



Obr. 2 Průběh cen elektřiny v EUR (€) pro domácnost od roku 2007 do roku 2021 [11]

5.1.4 Předpoklady vývoje cen elektřiny

Pandemie COVID-19

V průběhu roku 2021 došlo k oživení ekonomiky, kvůli zmírnění omezení zavedených proti šíření COVID-19, což zvýšilo poptávku po surovinách na výrobu elektřiny, nicméně výroba se do konce roku nestihla vrátit na předpandemické hodnoty.

Obchodování s emisemi

Jednou z příčin zvýšení cen byl růst cen emisních povolenek. Jednalo se o to, že pro země Kjótského protokolu byl zaveden speciální mechanismus obchodování „*International Emission Trading*“. [16] Mechanismus byl zaveden s cílem snížení skleníkových plynů. Princip spočíval v tom, aby podniky, které produkovaly velké množství emisí, kupovaly povolenky, a tím byly motivovány k redukci skleníkových plynů. Množství povolenek bylo regulováno Evropskou unií a řízeno tržním způsobem. Každý rok Evropská unie snižovala množství povolenek, a tím se zvyšovala poptávka.



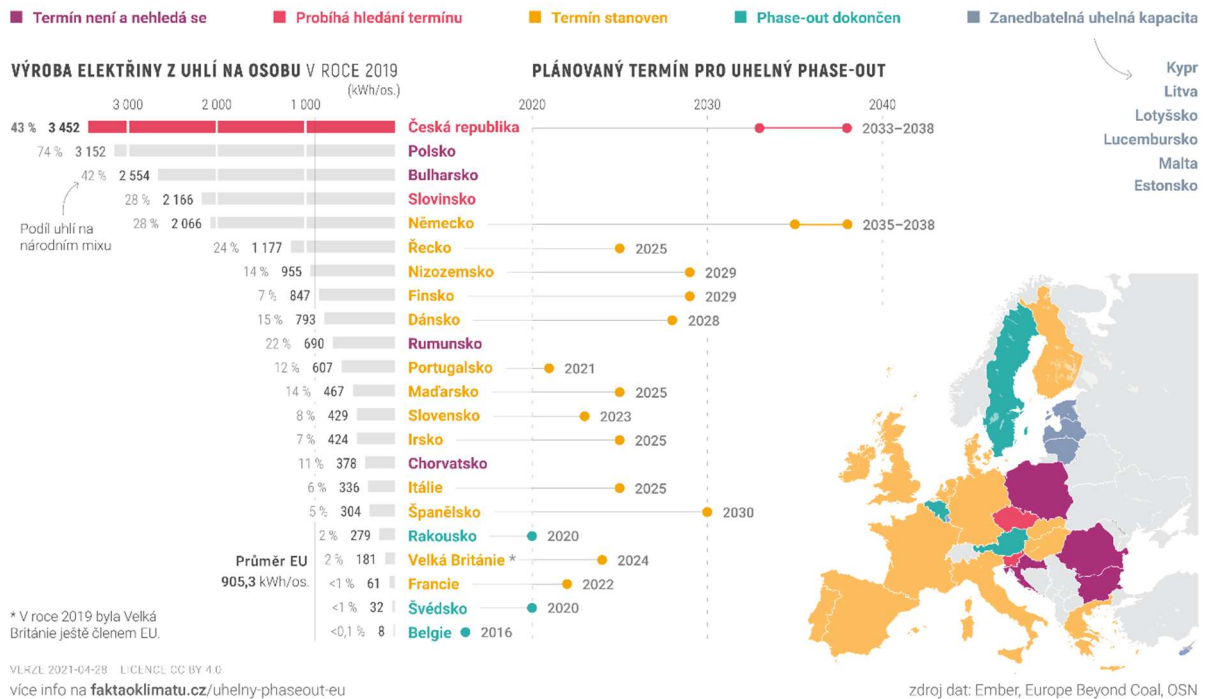
Obr. 3 Ceník emisních povolenek v EUR za tunu CO2 [17]

Uhelné elektrárny

V kapitole 3.3 bylo uvedeno, že ve „Vnitrostátním plánu České republiky v oblasti energetiky a klimatu“ bylo jedním z cílů snížení podílu uhlí na výrobě elektřiny na 11-21 % do roku 2040 (stav v roce 2016 byl 50 %, stav v roce 2020 byl 36 %).

V současné době v ČR aktivně probíhala jednání o uzavření uhelných elektráren. Na posledním zasedání Uhlé komise dne 20. 7. 2021 se jednalo o přesném datu odstavení elektráren. V současné době byl stanoven jako nejzazší termín odstavení rok 2038, ale z pohledu některých členů Uhlé komise by odstavení mohlo proběhnout dříve. Členové Uhlé komise apelovali na to, že vývoj tržní situace a růst cen emisních povolenek by mohly vést k dřívějšímu útlumu elektráren, např. už v roce 2033. A proto musí být provedeno vyhodnocení dopadu a rozpracovaná strategie dřívějšího odstavení elektráren. [19]

V letech 2029 až 2035 by také mohlo dojít k nárůstu cen za plyn vzhledem k vyřazení z provozu uhelných elektráren v Německu, Dánsku, Nizozemsku, Finsku a dalších státech. (viz Obr. 4) Byl by možný růst poptávky plynu jako alternativní suroviny pro vytápění.

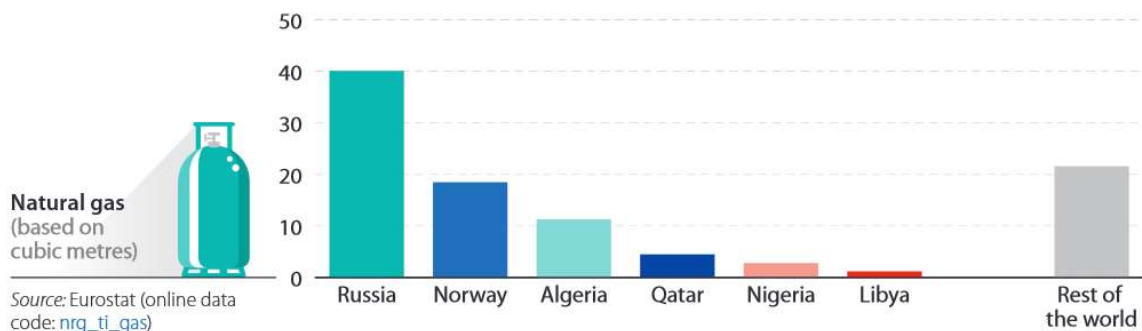


Obr. 4 Uhelný phase-out ve státech EU [18]

5.2 Zemní plyn

5.2.1 Import plynu – palivo

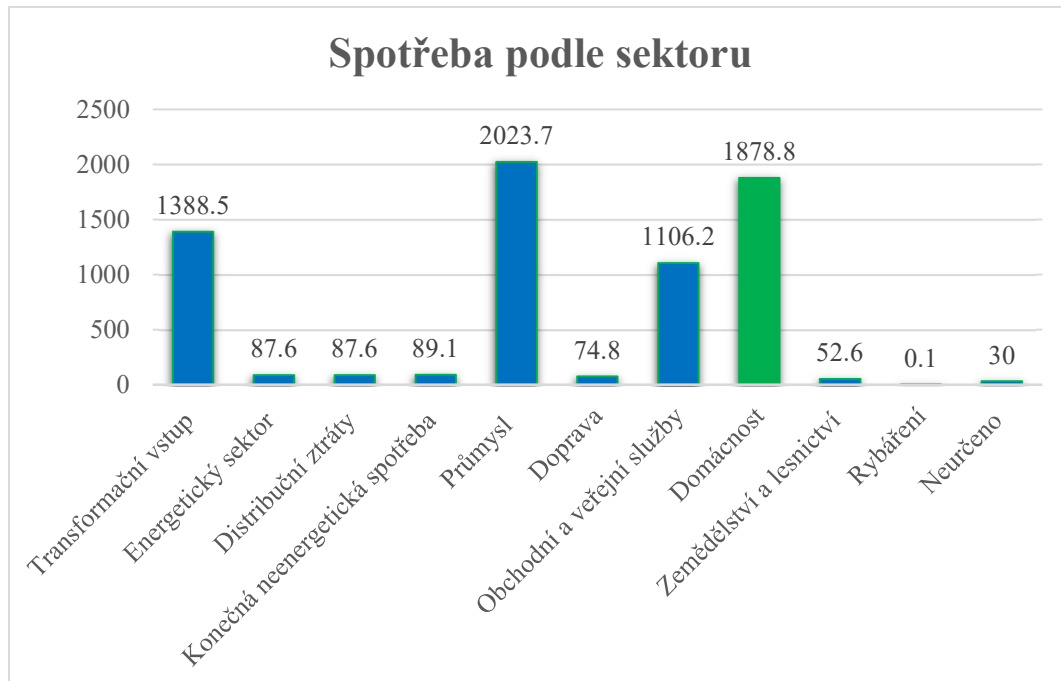
Největší podíl plynu v Evropské unii byl import z Ruské federace (cca 40 %), dalším důležitým importérem zůstávalo Norsko (cca 20 %). (Obr. 5)



Obr. 5 Původ importu plynu 2018 [20]

V roce 2018 činila celková roční spotřeba plynu v České republice 6 819,1 ktoe (1 toe je tuna ropného ekvivalentu, 1 tis. m³ = 0,812 toe). Část poptávky vykrývala domácí

těžba plynu, ale v roce 2018 činila jen 179,6 ktoe, což bylo 2,5 % celkové spotřeby. Nejvýznamnější plynová ložiska v ČR se nacházela na jižní a severní Moravě. Z Obr. 6 vyplývá, že největší podíl spotřeby plynu byl v průmyslu a v domácnostech. [11]



Obr. 6 Spotřeba plynu podle sektoru v r. 2018 [11]

5.2.2 Plynovod v České republice

Jediným dodavatelem zajišťujícím vnitrostátní dodání a tranzitní předání plynu v ČR byl NET4GAS s.r.o. Dodával plyn převážně z Ruska a Norska. Celková délka potrubí byla 3 973 km a bylo možné jej rozdělit na 4 hlavní větve. Vnitrostátní přeprava plynu se skládala ze samotného plynovodu, předávacích stanic, kompresních stanic, zásobníků plynu a regulačních stanic. Plynovod musel být podporován požadovaným tlakem, který zajistil kompresní stanice v Břeclavi, Kouřimi, Kralicích, Otvicích a Veselé nad Lužnicí. [21]

Komodita byla předávána takovým způsobem, že z hraniční předávací stanice proudil plyn do předávací soustavy. Pokračoval pak přes 100 předávacích stanic do vnitrostátní přepravy plynu. [21]



Obr. 7 Přepravní soustava [21]

5.2.3 Zásobníky plynu

Zásobníky plynu významně přispěly ke spolehlivosti dodávek plynu spotřebitelům. Umožnily vyrovnat denní a sezonní výkyvy ve spotřebě plynu, například uspokojily špičkovou poptávku v zimním období. Podzemní zásobníky garantovaly zásobování spotřebitelů zemním plynem bez ohledu na roční období, kolísání teplot a okolnosti vyšší moci.

Největším provozovatelem zásobníků byla společnost Innogy Gas Storage (dřív RWE Gas Storage CZ). Ve vlastnictví měla 6 zásobníků plynu, které se nacházely v Hájích, Lobodicích, Štramberku, Třanovicích, Tvrdonicích. Všechny uvedené zásobníky byly sloučeny do jednoho virtuálního zásobníku. Další provozovatelé byly společnosti MND Gas Storage a.s. a Moravia Gas Storage a.s., každá s jedním uložištěm. Maximální množství provozních zásob bylo celkem 3 402 mil. m³ a maximální výkon těžby plynu byl 76,3 mil. m³. [22] [21]

5.2.4 Složky cen plynu

Cena plynu se skládala principiálně stejně jako cena elektřiny (viz 5.1.2). Energetický regulační úřad upravoval regulovatelnou část ceny, neregulovatelná část záležela na vybraném obchodníkovi.

Regulovatelná část

- Distribuce plynu
- Poplatek za zúčtování činnosti OTE (operátora trhu s elektřinou) [23]

Neregulovatelná část:

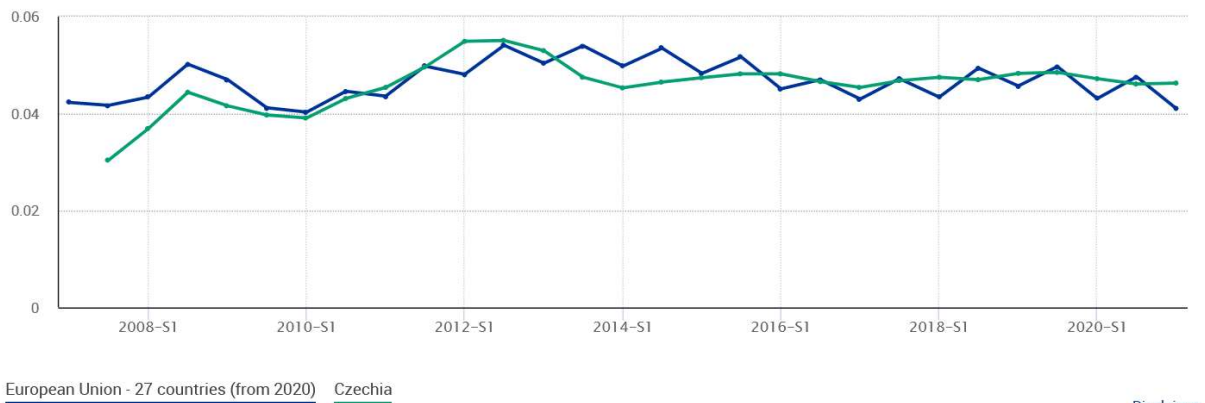
- Variabilní část
- Stálé měsíční platby [23]

Daně:

- Daň ze zemního plynu
- Daň z přidané hodnoty [23]

5.2.5 Změny cen plynu a jejich příčiny

Na Obr. 8 je patrné, že cena plynu se v průběhu roku **2008** zvýšila. V roce 2007 došlo k hypoteční krizi v Americe, která v roce 2008 byla předpokladem a předchůdcem globální finanční krize. Pokles kurzu dolaru, zrychlující se inflace, kolaps akciových a úvěrových trhů na začátku roku vyvolaly příliv spekulativních investičních prostředků do surovin. Nicméně ekonomická bublina brzy praskla a srazila ceny na minimum.

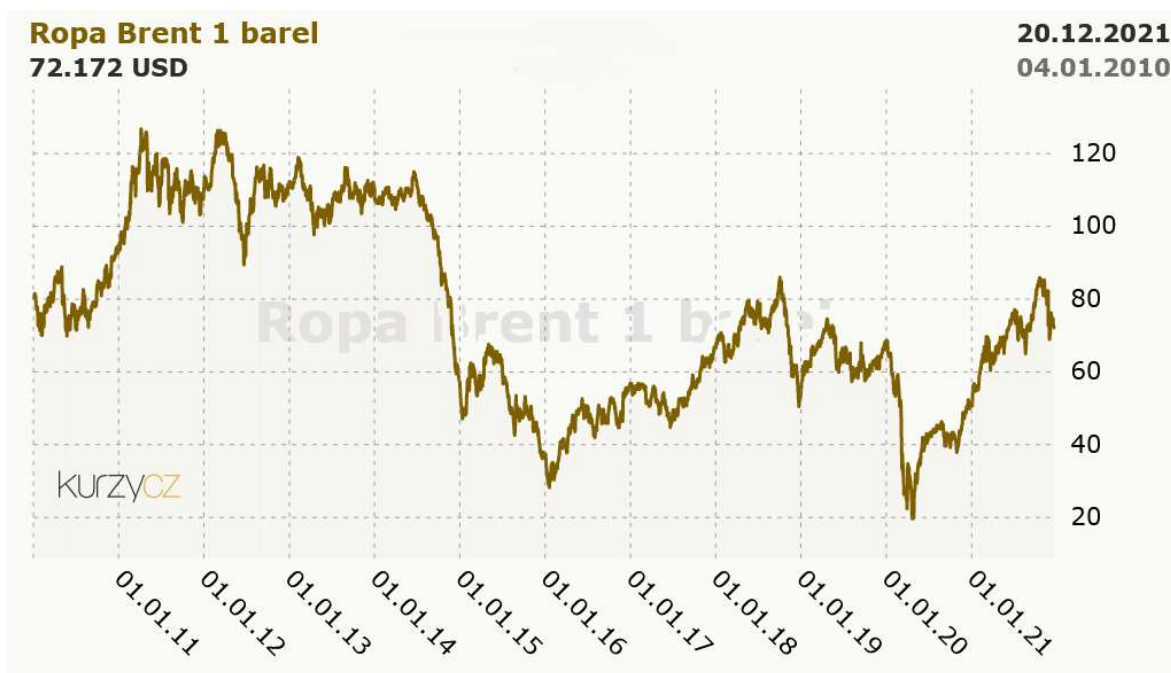


Obr. 8 Průběh cen plynu v EUR pro domácnost od 2007 do 2021 roku [11]

Další zvýšení cen proběhlo v letech 2011-2012. Pro pochopení problému bylo třeba analyzovat typy smluv s cenotvorbou plynu na trhu. Hlavními typy smluv pro Evropskou unii byly:

- *Oil price escalation (OPE)* – dlouhodobá smlouva, kde byla cenotvorba založena na principu nahrazování ceny plynu za konkurenční zdroje energie s korigováním o náklady za přepravu přes mezinárodní hranici. Hlavní měnicí složkou byl konkurenční energetický zdroj, obvykle se jednalo o ropné produkty nebo ropu. V teorii se tento typ cenotvorby označoval speciálním vzorcem „*sliding-price formula*”. [24] [25]
- *Gas-to-Gas Competition (GOG)* – dlouhodobá smlouva typu „*take-or-pay*” s možností úpravy a přepočtu jednou za měsíc nebo za čtvrtletí, který se zaměřoval na kolísání cen u konkurenčních zdrojů energie a pravidelné revize cenových podmínek (zpravidla každé tři roky). V případě sporu o cenu mohlo být vyvoláno arbitrážní řízení. [24] [25]

V ČR stejně jako v ostatních státech EU byl do roku 2015 nejvíce využíván typ dlouhodobé smlouvy *Oil price escalation (OPE)* s nahrazováním cen plynu za konkurenční zdroj energie – ropu. V průběhu let 2010-2011 došlo ke značnému zvýšení cen ropy, což vedlo k růstu ceny plynu (viz Obr. 8 a Obr. 9). Jako následek tohoto vývoje byl typ smlouvy OPE podroben velké kritice ze strany EU a bylo rozhodnuto o podepsání nové smlouvy dodání plynu na základě typu *Gas-to-Gas Competition (GOG)*, což mělo zabránit výraznému kolísání cen. [25]



Obr. 9 Vývoj cen ropy Brent za 1 barel od 1. 10. do 20. 12. 2021 [28]

V současné době má Česká republika podepsanou smlouvu na dodávku plynu se společností „Gazprom“ z Ruské federace do roku 2035.

5.2.6 Předpoklady vývoje cen plynu

Předpoklady vývoje cen plynu byly podobné vývoji cen elektřiny. Avšak uvedu další možné příčiny změn cen.

Klimatické změny

V letech 2020/2021 došlo k výrazně dlouhé a mnohem chladnější zimě než v minulých letech, což se projevilo na zásobách plynu v celé EU. Takové změny vyvažují zvýšenou poptávku. Nicméně zásobníky plynu v ČR byly ve srovnání s ostatními členskými státy dostatečně objemné, aby zajistily až 1/3 celkové roční spotřeby.

Pandemie COVID-19

V průběhu roku 2021 došlo k oživení ekonomiky v důsledku zmírnění omezení zavedených proti šíření COVID -19, a tím došlo ke zvýšení poptávky plynu.

Nord Stream 2

„*Nord Stream 2*“ je nový plynovod přivádějící plyn z Ruska do Německa přes Baltské moře. Nový plynovod má kapacitu 55 mld. m³ plynu za rok, což je více než 1/4 celkového importu do EU (dle dat 2020). Projekt vlastní několik soukromých firem: Gazprom (51 %), Wintershall Dea AG (15 %), PEG Infrastruktur AG (E.ON) (15 %), N.V. Nederlandse Gasunie (9 %), ENGIE (9 %). [26]

Nicméně existovaly politické překážky komplikující spuštění plynovodu. Jednalo se hlavně o energetické bezpečnosti EU. V minulosti Ruská federace měla zkušenost s omezováním dodávky plynu s cílem politického tlaku. Evropský parlament uváděl téměř dvě desítky případů pravděpodobného nátlaku ze strany Ruska. Například, 50% snížení dodávky plynu do Slovenska a sousedních států v říjnu 2014 roku v souvislosti se sankcemi EU proti Rusku. Avšak pravděpodobně je Rusko více závislé na dovozu plynu do EU. V roce 2019 EU představovala až 73 % exportu plynu. [27]

Spuštění plynovodu má potencionálně pozitivní dopad na cenu plynu hlavně kvůli zvýšení nabídky plynu a takže kvůli snížení poplatků za tranzit přes Ukrajinu a Polsko, protože „*Nord Stream 2*“ má pravděpodobně nahradit stávající plynovody vedoucí z Ruské federace přes tyto státy. [27]

Obchodování s emisemi

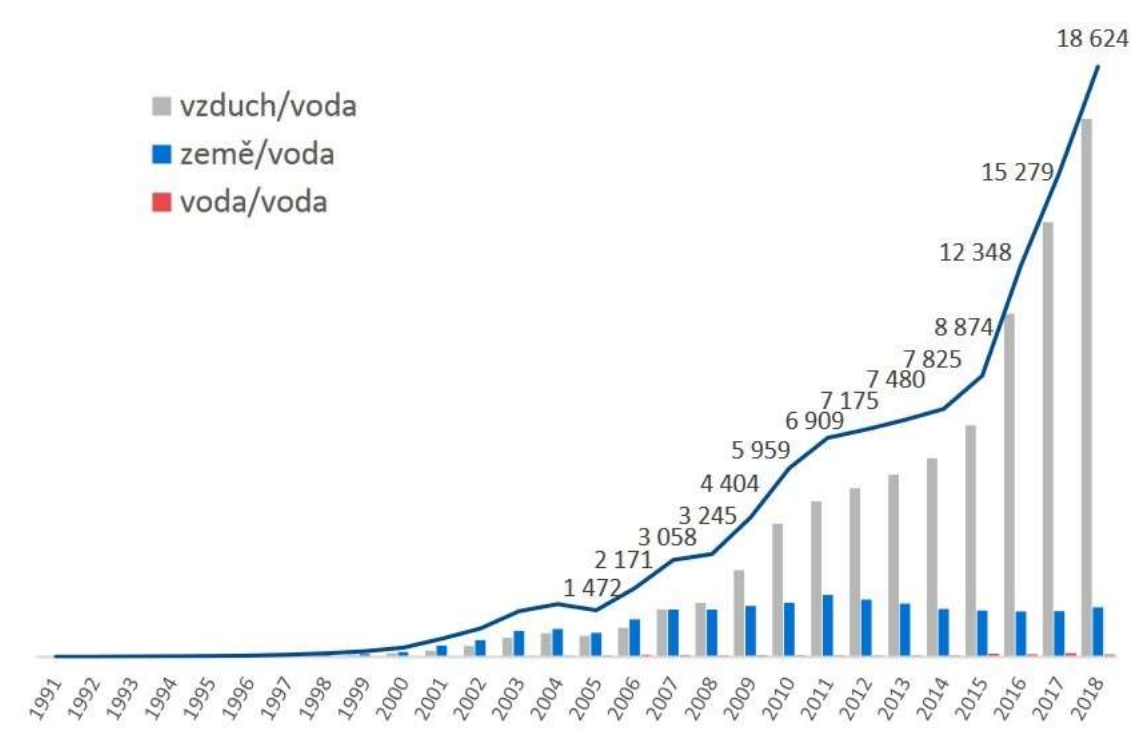
Zvýšení cen emisních povolenek by také mohlo mít dopad na vývoj cen plynu. Podrobněji viz 5.1.4.

6 Geotermální zdroje

6.1 Trh tepelných čerpadel

Trh tepelných čerpadel (dále jen „TČ“) každoročně roste a v roce 2018 se zvýšila poptávka TČ v Evropě o 41 % oproti roku 2010. [29] V České republice byl sledován stejný trend, při porovnání dat „*Statistického zjišťování MPO*“ je vidět, že prodej TČ do roku 2009 nepřekročil počet 3200 kusů ročně, přičemž v roce 2018 bylo prodáno 18 624 kusů TČ. [30]

V současné době je TČ vlastníky rodinných domů aktivně využíváno, tento podíl vzrostl za rok 2018 až o 91 %. Jednou z hlavních výhod tohoto způsobu vytápění byla nízká spotřeba elektrické energie a zároveň vysoký výkon. Stát navíc podporoval občany speciálními státními dotačními programy (viz 4). Důvodem pro podporu ze stany státu je snížení produkce skleníkových plynů ze strany TČ. [30]



Obr. 10 Počet prodaných tepelných čerpadel celkem a dle typu [30]

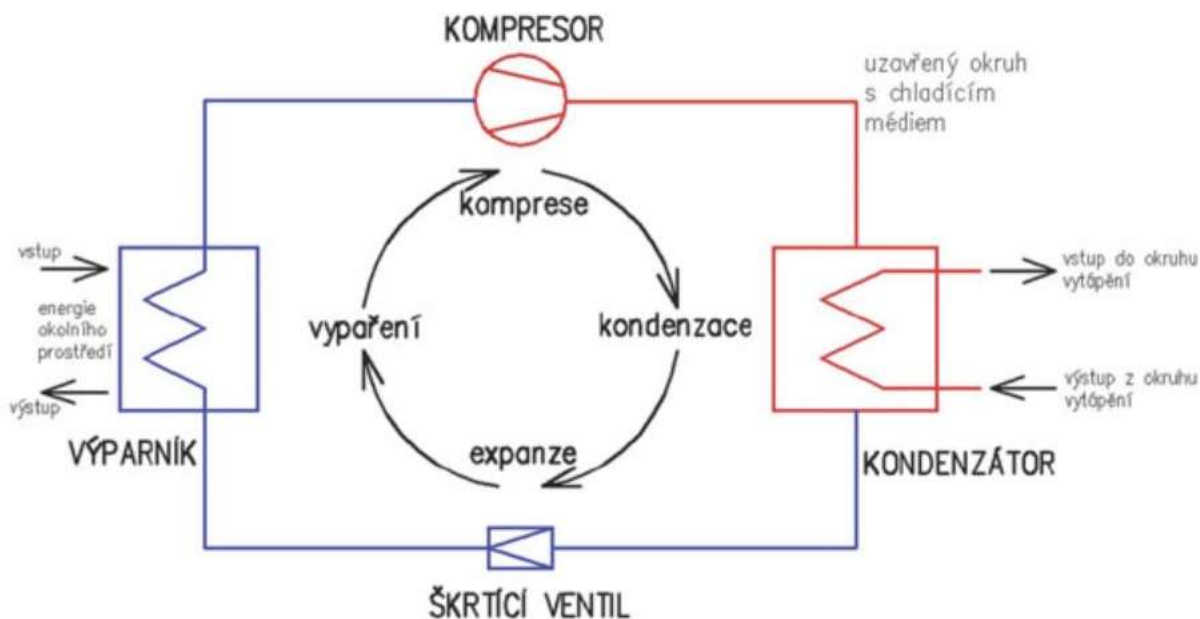
Část obcí v České republice není plynofikována, a tak zde nadále zůstává elektřina a kotle na tuhá paliva jako jediný možný zdroj tepla, spolu s dálkovým vytápěním. Například,

v současné době podíl plynofikace v obcích do 1999 obyvatel je 76 %, do 500 obyvatel 49 %.
[31]

6.2 Princip tepelného čerpadla

V souladu s druhým termodynamickým zákonem se tepelná energie bez jakýchkoli vnějších vlivů může pohybovat pouze z vysoké teploty na nižší. Termodynamicky je TČ podobné chladiči. Avšak v chladicím stroji je hlavním cílem „vyrábět“ chlad prostřednictvím extrakce tepla z prostředí výparníkem a kondenzátorem uvolnit teplo do okolního prostředí, přičemž TČ funguje přesně opačně. TČ předává vnitřní energii z nízkoteplotního energetického zdroje na energetický zdroj s vyšší teplotou. V tomto případě je výparník výměníkem tepla, který zpracovává nízkopotenciální tepelnou energii a pomocí elektrické energie ji předává do kondenzátoru, jež generuje teplo v místě jeho potřeby. [32]

Nízkopotenciální tepelná energie ve výparníku odpaří pracovní látku tzv. chladivo, které tvoří tzv. primární okruh. Vypařením předává nízkoteplotní zdroj svou energii chladivu, které kompresor následně nasává a stlačuje do kondenzátoru. Při stlačení narůstá teplota odpařeného chladiva a přičemž samotná práce kompresoru generuje další teplo. Takto vytvořené topné médium vstupuje do kondenzátoru, kde předává své teplo do tzv. sekundárního okruhu. Při tomto předání tepelné energie chladivo opět kondenzuje a vrací se přes tzv. škrťací ventil zpět do výparníků, čímž se celý cyklus uzavírá. [32] [33]



Obr. 1 Princip tepelného čerpadla [33]

6.3 COP (Coefficient of performance)

Tato hodnota ukazuje, kolikrát tepelné čerpadlo vyrobí více energie, než spotřebuje, to znamená, že COP určuje rozdíl mezi vyrobenou a spotřebovanou energií tepelného čerpadla. [32]

$$COP = \frac{|Q|}{E}$$

COP by se mělo vypočítat na základě normy EN 14511. Je považována za přesnější, protože zohledňuje energii potřebnou k provozu oběhového čerpadla a kompresoru.

COP se vždy měří podle určitých parametrů. Například COP při 7/45 znamená, že tyto hodnoty jsou platné při venkovní teplotě 7 °C a teplotě látky 45 °C.

6.4 SCOP (Seasonal Coefficient of Performance)

SCOP udává průměrnou účinnost za topnou sezónu, jedná se o celkový poměr přijaté tepelné energie z TČ za celou sezónu ke spotřebované elektrické energii za stejnou sezónu. [32]

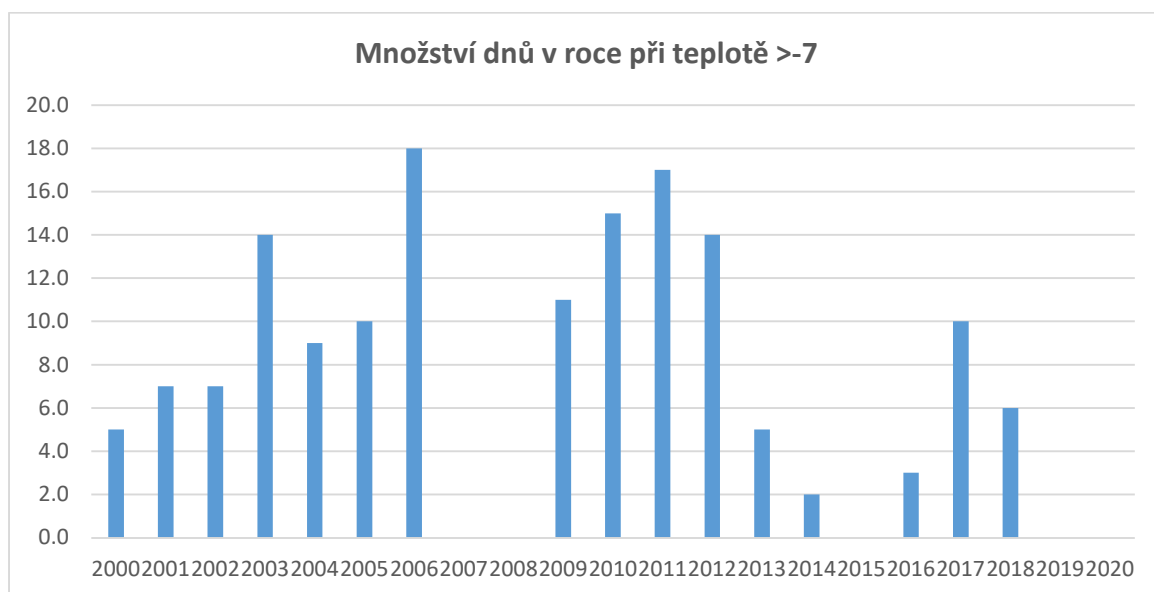
SCOP zohledňuje klima umístěného objektu, proto má pro různé klimatické zóny různé parametry. Kromě toho výpočty SCOP zohledňují změnu teploty teplotnosné látky v závislosti na změně okolní teploty. [32]

6.5 Tepelné čerpadlo

Rozlišuje se několik typů TČ: “voda – voda”, “země – voda”, “vzduch – voda” a “vzduch – vzduch”. Nejvíce používanou variantou zůstává TČ typu „vzduch – voda“. Výhodou tohoto typu je, že nevyžaduje povolení, projektovou dokumentaci, hloubení výkopu a vrtání nebo provedení jiných technicky náročných instalací, díky tomu je instalace tohoto zařízení levnější než např. varianta „země – voda“.

TČ “vzduch – voda” je závislé na venkovní teplotě. Při nízkých teplotách se snižuje jeho topný faktor COP. Principem jeho fungování je odebírání tepla z venkovního vzduchu, které se přeměňuje a předává se do systému vytápění domu.

TČ se zpravidla navrhuje na 80 % potřebného výkonu nikoliv na 100 %. V takovém případě by byl návrh předimenzovaný. To se dělá z ekonomických důvodu, protože je málo dnů, kdy venkovní teploty na našem území klesají pod $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$. [34] Průměrná teplota v blízkosti Prahy je 4°C . Z toho důvodu jsem ve svém návrhu navrhovala TČ na teplotu $2\text{ }^{\circ}\text{C}$. [35]



Obr. 11 Množství dnů v roce při teplotě nižší než $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ [34]

7 Legislativa

V této kapitole byla zohledněna legislativa, která byla potřebná pro pochopení návrhů a výpočtů v následujících kapitolách.

7.1 Povolování odpojení od centrálního zásobování teplem

Obyvatelé bytových domů z různých důvodů rozhodovali o odpojování od centrálního vytápění. Výhodou takového řešení bylo snížení nákladů na energie. Zákon takové změny nezakazoval, ale provedení nebylo legislativně i technicky snadné.

Podle energetického zákona § 77 odst. 5 č. 458/2000 Sb.

„Změna způsobu dodávky nebo změna způsobu vytápění může být provedena pouze na základě stavebního řízení se souhlasem orgánů ochrany životního prostředí a v souladu s územní energetickou koncepcí. Veškeré vyvolané jednorázové náklady na provedení těchto změn a rovněž takové náklady spojené s odpojením od rozvodného tepelného zařízení včetně odstranění tepelné přípojky nebo předávací stanice uhradí ten, kdo změnu nebo odpojení od rozvodného tepelného zařízení požaduje.“ [64]

Na základě uvedené informace žadatel musel k odpojení od CZT získat stavební povolení. Přičemž žádost byla posuzována úřadem jako změna dokončené stavby. Veškeré náklady hradil žadatel odpojení. [36]

Podle zákona o ochraně ovzduší § 16 odst. 7 č. 201/2012 Sb.

„Právnícká a fyzická osoba je povinna, je-li to technicky možné, u nových staveb nebo při změnách stávajících staveb využít pro vytápění teplo ze soustavy zásobování tepelnou energií nebo zdroje, který není stacionárním zdrojem. Tato povinnost se nevztahuje na rodinné domy a stavby pro rodinnou rekreaci a na případy, kdy energetický posudek prokáže, že využití tepla ze soustavy zásobování tepelnou energií nebo zdroje energie, který není stacionárním zdrojem, není pro povinnou osobu ekonomicky přijatelný.“ [65]

Žadatel musí obhájit ekonomickou přijatelnost změny typu vytápění a musí nechat vytvořit energetický posudek, který podle zákona o hospodaření energií § 10 č. 406/2000 Sb. mohl provést jen energetický specialista s oprávněním získaným od MPO. [66] [36]

K žádosti stavebního povolení musel žadatel doložit závazná stanoviska dotčených orgánů státní správy. Důležitým dotčeným orgánem v tomto řízení byl krajský úřad, který chrání zájmy zákona o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb.

Nezbytné požadavky k povolení jsou stanoveny v zákoně č 183/2006 Sb. (stavební zákon) v § 11:

- Žádost o stavební povolení
- Projektovou dokumentaci – obsah částí A až E
- Závazná stanoviska dotčených orgánů
- Průkaz energetické náročnosti budov
- Energetický posudek [36]

7.2 Povolování vrtu pro tepelné čerpadlo „země-voda“

Z hlediska povolovacích procesů je provedení TČ „země – voda“ administrativně a technicky komplikované. Pokud se jedná o vrt délky nad 30 m a výkon TČ je do 20 kW, je postup povolovacího procesu následující:

Povinnosti projekční firmy

- Na základě zákona č. 254/2001 Sb. autorizovaný inženýr v oboru vodohospodářských staveb ve spolupráci s oprávněnou osobou v oboru hydrologie vypracuje projektovou dokumentaci pro územní řízení. [67]
- Na základě připomínek územního řízení autorizovaný projektant dopracuje projektovou dokumentaci pro stavební povolení vodního díla a pro povolení k nakládání s podzemní vodou. Součástí dokumentace musí být vyjádření osoby s odbornou způsobilostí k nakládání s podzemní vodou. Kompletní dokumentace je podána na vodovodní úřad. [67]

Povinnosti realizační firmy

- Po získání stavebního povolení a nabytí právní moci musí projektant s oprávněním v pracích prováděných hornickým způsobem připravit prováděcí dokumentaci vodního díla. Tato dokumentace slouží pouze pro realizaci díla a nemusí být žádným způsobem vyřízená. [68]
- Dodavatel vrtných prací musí podat ohlášení Českému báňskému úřadu podle vyhlášky č. 104/1988 Sb. [69]
- Po dokončení díla musí autorizovaný projektant v oboru vodohospodářských staveb dodat projektovou dokumentaci skutečně provedených prací pro následující kolaudaci díla a uvedení stavby do provozu.

8 Investiční a provozní náklady

8.1 Elektrokotel

8.1.1 Investiční náklady

Pro rodinný dům se spotřebou tepla 8,907 kW byl navrhnout elektrický kotel „*BOSCH – Tronic Heat 3500*“ s výkonem 12 kW a na přípravu teplé vody byl navrhnout stacionární nepřímě ohříváný zásobník „*BOSCH –W 160-5 P1 B*“. V celkové ceně elektrokotle bylo již obsaženo oběhové čerpadlo a expanzní nádoba na 7 litrů. Kotel odpovídá kategorii D podle energetické třídy dle stupnice energetické náročnosti. [37] K celkové ceně byly navíc započteny teplotní čidla, regulační ventily a další potřebné armatury, dovoz a montáž zařízení. Náklady byly spočítány dle ceníku elektrokotle. [38] (viz Příloha 1).

8.1.2 Provozní náklady

8.1.2.1 Náklady na energii

Do provozních nákladů bylo nutné zahrnout spotřebu elektřiny. Byla vybrána cenová nabídka se smlouvou na dobu neurčitou od distribuční firmy „*PREdistribuce, a.s.*“, která zásobovala elektřinou pražský okruh. V tomto případě byla použita distribuční sazba D57d pro elektrické topení, která byla platná od 31. 12. 2021. Ve výpočtech v obchodní části byla zvažena cena vysokého a nízkého tarifu dle platného HDO. [39] [40] (viz Tab. 2) Ve výpočtech byla předpokládána celková spotřeba tepla 20 MWh za rok (72,02 J).

Celkový soudobý příkon objektu byl 11,4 kW. Příkon navrhovaného elektrokotle byl 12 kW. Celkový příkon objektu byl 23,4 kW. Napěťová soustava podle údajů z technické zprávy (viz 2.2.6) byla 3x400 V. Dle vzorce byl hlavní jistič objektu navržen na 60 A:

$$I_{nom} = \frac{P_{max}}{U} = \frac{23400}{400} = 58.5 A$$

Je nutné uvést, že v průběhu zpracování této diplomové práce došlo k výraznému zvýšení cenové nabídky za elektřinu ve srovnání se shodnou nabídkou tarifu platnou od 1. 1. 2021 až na 33,15 %.

	Obchodní sazba	Spotřeba [MWH]	J. cena [CZK]	Cena celkem bez DPH [CZK]	Cena celkem s DPH 21% [CZK]
Obchodní část ceny	Vysoký tarif	20	2,874.00	57,480.00	69,550.80
	Stála platba (12 měs)	-	89.00	1,068.00	1,292.28
Distribuční část ceny	Vysoký tarif	3.33	194.54	647.82	783.86
	Nízký tarif	16.67	110.14	1,836.03	2,221.60
	č. jističe 32 A (12 měs)*	-	1,222.00	12,141.79	14,691.57
Ostatní poplatky	Daň z elektřiny	20	28.30	566.00	684.86
	Systémové služby	20	93.30	1,866.00	2,257.86
	Činnost OTE (12 měs)	-	3.91	46.92	56.77
Celková cena	Poplatek na POZE (12 měs)	20	495.00	9,900.00	11,979.00
	Celková roční platba			85,552.56	103,518.60

Tab. 2 Celková roční platba za elektřinu (zdroj [vlastní zpracování])

8.1.2.2 Náklady na životní cyklus

Elektrický kotel

V elektrickém kotli neprobíhají žádné spalovací procesy, a tím podle zákona odpadá nutnost provádět revizi zařízení. Avšak pro odhalení problému v budoucnu je vhodné zajistit odbornou kontrolu. Z toho důvodu navrhuji každoroční servis elektrokotle za 1180 Kč bez DPH. Tato cena představuje průměr na trhu a může kolísat v závislosti na ročním období. [43]

Doba životnosti elektrického kotle se ve zdrojích výrazně liší kvůli rozdílnosti jednotlivých dílů. K nejčastějším problémům elektrických kotlů patří porucha elektrického topného tělesa a automatického ovládání. Doba životnosti elektrického topného článku je přibližně 8-10 let. [41] Cena opravy topného článku je cca 1990 Kč bez DPH. Nicméně pokud se daný elektrický kotel již neprodává, bývá komplikované pořídit vhodné topné těleso, může být proto nezbytné investovat do nového zdroje. V této práci byly zvažovány jen údržba a oprava zdroje. [43]

Nepřímotopný zásobník

Nepřímotopný zásobník je na rozdíl od přímotopných ohřivačů vody s trubkovým ohřívacím tělesem zaměřen na velmi dlouhou životnost (cca 50-60 let). Kromě toho zařízení nevyžaduje revizi ani kontrolu, stačí jen jednou do roka provést preventivní opatření, přivést horkou vodu o 90 °C a propláchnout zásobník až do vymizení mikroflóry. [42]

8.1.3 Rekapitulace

Celkové investiční a provozní náklady za první rok provozu byly:

PČ	Popis	Cena bez DPH [CZK]	Cena s DPH [CZK]
Celkové investiční náklady		55,360.0	63,664.0
1	Investiční náklady	55,360.0	63,664.0
Celkové provozní náklady		86,732.6	104,946.4
2	Služby	1,180.0	1,427.8
3	Celkové náklady dodávky elektriny	85,552.6	103,518.6
Celkové náklady na konci prvního roku		142,092.56	168,610.40

Tab. 3 Rekapitulace cen elektrického kotle (zdroj [vlastní zpracování])

8.2 Plynový kotel

Bez ohledu na existenci velkého množství alternativ jako elektřina, topný olej, biomasa atd., plyn stále zůstává nejaktuálnějším zdrojem pro vytápění. Ve srovnání s jinými možnostmi je plyn relativně levný a vysoce účinný. Kromě toho je přívod plynu automatizovaný, včetně regulace plamene. Kotel lze snadno instalovat v kuchyni díky nepřítomnosti sazí a nečistot. Například při využití biomasy je nutné mechanické doplňování paliva a očištění.

8.2.1 Investiční náklady

Na základě spotřeby tepla, která činila 8,9 kW, byl navrhnout jako zdroj plynový kondenzační kotel s automatickou kontrolou spalování „BAXI Luna Platinum+ 1.12“ s výkonem 2,2 – 12 kW. Kotel byl v sestavě s nepřímotopným zásobníkem teplé vody „BAXI 160l“. [44]

Kromě samotného kotle a zásobníku TUV byla do investičních nákladů zahrnuta sada koaxiálního odkouření pro odvod spalin na střechu, materiál pro propojení zařízení v kotelně a veškeré potřebné armatury. Byly tedy započteny náklady na montáž zařízení, dovoz materiálů a servisní prohlídka spolu s revizí spalinových cest před uvedením do provozu. [45] (viz Příloha 2)

8.2.2 Provozní náklady

8.2.2.1 Náklady na energii

Do provozních nákladů bylo potřeba zahrnout dodávku plynu. Pro katastrální území Březiněves byl vybrán dodavatel plynu „Pražská plynárenská a.s.“. Náklady byly spočítány prostřednictvím nabídky cen platných od 1. 1. 2022 s fixací na 1 rok, při roční spotřebě tepla 20 MWh (72,02 J). [46]

Stejně jako v předchozí kapitole je nutné uvést, že v průběhu zpracování této diplomové práce došlo k navýšení všech cenových nabídek. V tomto případě, při srovnání ceníku platného do 1. 11. 2021, cena nových tarifů narostla až o 40 %.

PČ	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK/MWh]	Cena celkem bez DPH [CZK/MWh]	Cena celkem s DPH 21% [CZK]
Náklady z rozpočtu					51,158.88	61,902.24
05: Celkové konečné ceny dodávky zemního plynu						
1	Součet cen za odebrané množství ZP odebrané	MWh/rok	20	2,416.26	48,325.20	58,473.49
2	Součet cen za stálý měsíční plat	měs	12	236.14	2,833.68	3,428.75

Tab. 4 Celkové konečné ceny dodávky zemního plynu (zdroj [vlastní zpracování])

8.2.2.2 Náklady na životní cyklus plynového kotle

Plynový kotel

Průměrná životnost plynového kotle je 8-11 let. Hlavním parametrem pro hodnocení životnosti zdroje je výměník. V navrhnutém zdroji „BAXI Luna Platinum+ 1.12“ je nerezový výměník. Při ideální kvalitě vody a správné údržbě nemůže tento typ plynového kotle fungovat déle než 10 let. [47] Pro výpočet navrhuji délku životnosti na 10 let.

Kontrola a revize plynového kotle

Jednou z důležitých náležitostí v průběhu životnosti plynového kotle je jeho včasná kontrola. Prevence a identifikace možných závad umožňuje předcházet vzniku mimořádných událostí. Nepřetržitý provoz kotle vede k rychlému opotřebení a nestabilní dodávka zemního plynu vede k předčasnému selhání zařízení.

Provádění preventivních opatření pro údržbu kotle, tedy samostatné nastavení a očištění, by mělo být svěřeno kvalifikovanému technikovi, který podle „*Vyhlášky o čištění, kontrole a revizi spalinové cesty má živnostenský list v oboru kominik a je revizním technikem spalinových cest*“. Je třeba provádět pravidelnou kontrolu a čištění spalinové cesty. Pro plynové kondenzační kotle do 50 kW je lhůta kontroly a čištění min. 1x za 2 roky. [70]

Nedodržení včasné kontroly může vést k vážným důsledkům. Zablokování potrubí může způsobit poruchu topného systému a narušení těsnosti plynovodu, což může způsobit až požár či výbuch.

Přibližné náklady revize spalinových cest, prohlídku a čištění plynového kotle se na trhu pohybovaly okolo 2400 Kč. Cena se může lišit dle ročního období, například před začátkem topné sezony bývá cena nejvyšší. [43]

8.2.3 Rekapitulace

Celkové investiční a provozní náklady za první rok provozu byly:

PČ	Popis	Cena bez DPH [CZK]	Cena s DPH [CZK]
Celkové investiční náklady		112,680.0	129,582.0
1	Investiční náklady	112,680.0	129,582.0
Celkové provozní náklady		53,558.9	64,806.2
2	Služby	2,400.0	2,904.0
3	Celkové náklady dodávky zemního plynu	51,158.9	61,902.2
Celkové náklady na konci prvního roku		166,238.88	194,388.24

Tab. 5 Rekapitulace cen plynového kotle (zdroj [vlastní zpracování])

8.3 Tepelné čerpadlo „vzduch – voda“

8.3.1 Investiční náklady

8.3.1.1 Tepelné čerpadlo „NIBE F2140“

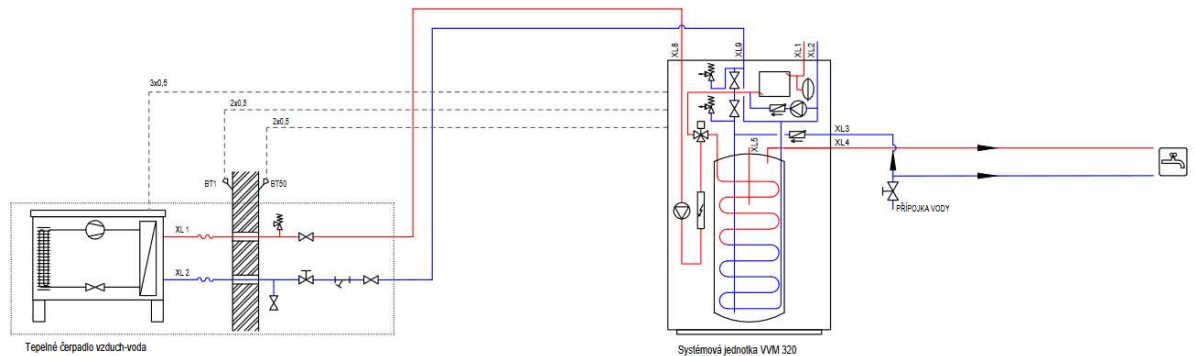
Maximální spotřeba tepla pro vytápění objektu byla 8,9 kW. Nejvhodnější volbou pro tyto údaje bylo TČ s výkonem 8 kW od výrobce „NIBE F2140“. TČ bylo navrženo tak, aby dohřívalo teplotonosnou látku do 45 °C, a tím pokrylo veškeré teplotní ztráty. [48] (viz Příloha 3)

8.3.1.2 Vnitřní systémová jednotka „VVM 320“

Pro maximálně pohodlný provoz doporučuje společnost NIBE společně s TČ „NIBE F2140“ pořídit vnitřní systémovou jednotku „VVM 320“. Zařízení obsahuje ohřívač teplé vody na 180 l, vyrovnávací nádobu na 26 l a doplňující elektrokotel na 9 kW. [49]

Elektrokotel byl osazen před trojcestný ventil (viz Obr. 12), aby dohříval teplotonosnou látku pro teplou vodu od 45 °C do, z hygienického hlediska potřebných, 55 °C. Kromě toho

při nízkých venkovních teplotách, kdy TČ nemůže zvládnout pokrývat veškeré tepelné ztráty, elektrokotel dohřívá teplonosnou látku na potřebných 45 °C.



Obr. 12 Principiální schéma zapojení TČ s VVM 320 [49]

Většina systémů byla realizovaná paralelním připojením akumuláční nádrže. Sloužila jako akumulátor k hromadění přebytečného tepla z TČ, a tím snížila počet startů kompresoru. Objem akumuláční nádrže se vypočítal tak, že na 1 kW výkonu TČ muselo být cca 25 litrů.

V tomto případě se jako vytápěcí systém použilo podlahové vytápění, které obsáhne velký objem topné vody, díky čemuž je možné obejít se bez akumuláční nádrže. Nicméně takto navržený systém by neměl mít termostatické hlavice a regulátor průtoku vody, aby mohla být zachována plynulost systému. Je však nezbytné umístit vypouštěcí ventil. [71]

Takový topný systém vyžadoval detailní a komplexní hydraulický návrh, protože všechny okruhy podlahového vytápění musely mít stejný odpor. Přívodní a vratné potrubí v topných okruzích musely být přesně dimenzovány tak, aby byl zajištěn minimální požadovaný průtok topného média v souladu s technickými parametry TČ. [71]

8.3.1.3 Odvod kondenzátu

Bylo důležité integrovat topný kabel pro odvod kondenzátu. Po cyklu odmrazování venkovní jednotky voda musela v kapalném stavu včas opustit venkovní jednotku. V opačném případě by v systému namrzával led, který by následně vytlačil rám, a tím ulomil ventilátor.

Vzhledem k cenové nabídce a konzultaci s technickým poradcem společnosti NIBE s.r.o. byl oceněn celkový systém. Dodavatel společnosti doporučil pořídit TČ F2040 – 8 kW společně s vnitřní systémovou jednotkou VVM 320 a vyhřívaným odvodem kondenzátu. Cena obsahovala armatury a přípojovací kabely potřebné pro instalaci zařízení. [50] [71]

PČ	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem bez DPH [CZK]	Cena celkem s DPH 15% [CZK]
Náklady z rozpočtu					261,200.00	300,380.00
01: Kotelny a strojovny						
1	F2040-8 + VVM 320	soubor	1	223,500.00	223,500.00	257,025.00
2	KVR 10-30 - vyhřívání odvod	soubor	1	7,000.00	7,000.00	8,050.00
02: Armatury						
3	ROT 10 - bezdrátový pokojový	kus	3	1,900.00	5,700.00	6,555.00
03: Služby						
4	Montáž + instalační materiál + dovoz	soubor	1	25,000.00	25,000.00	28,750.00

Tab. 6 Investiční náklady – Tepelné čerpadlo „vzduch – voda“ (zdroj [vlastní zpracování])

8.3.2 Provozní náklady

8.3.2.1 Náklady na energii

Spotřeba elektřiny TČ “vzduch – voda” závisela na topném faktoru COP, který se lišil v závislosti na venkovní teplotě. Ve svém návrhu jsem uvažovala COP = 2,96 odpovídající ohřevu teplotnosné látky do 45 °C při venkovní teplotě 2 °C. Roční spotřeba tepla pro TČ byla 6,76 MWh (roční spotřeba tepla pro RD 20 MWh $\rightarrow \frac{20 \text{ MWh}}{2,96}$). Teplá voda v TUV vždy byla dohřívána ve VVM 320 pomocí integrovaného elektrokotle do 55 °C.

Celkový soudobý příkon objektu byl 11,4 kW. Příkon TČ při venkovní teplotě 2 °C a ohřevu teplotnosné látky do 45 °C byl 1,7 kW. Příkon doplňujícího elektrokotle integrovaného do VVM 320 byl 9 kW. Celkový příkon objektu byl 22,1 kW. Napěťová soustava podle údajů z technické zprávy (viz 2.2.6) byla 3x400 V. Dle vzorce byl hlavní jistič objektu navržen na 60A:

$$I_{nom} = \frac{P_{max}}{U} = \frac{22100}{400} = 55.25 \text{ A}$$

Pro výpočet byla použita zvýhodněná distribuční sazba D56d pro tepelné čerpadlo. [39]

Výpočet ceny pro TČ	Obchodní sazba	Spotřeba [MWH]	J. cena [CZK]	Cena celkem bez DPH [CZK]	Cena celkem s DPH 21% [CZK]
Obchodní část ceny	Vysoký tarif	6.76	2,874.00	19,418.92	23,496.89
	Stála platba (12 měs)	-	89.00	1,068.00	1,292.28
Distribuční část ceny	Vysoký tarif	1.13	224.26	252.74	305.82
	Nízký tarif	5.63	148.44	835.68	1,011.17
	č. jističe 32 A (12 měs)	-	440.44	5,285.28	6,395.19
Ostatní poplatky	Daň z elektřiny	6.76	28.30	191.22	231.37
	Systémové služby	6.76	93.30	630.41	762.79
	Činnost OTE (12 měs)	-	3.91	46.92	56.77
Celková cena	Poplatek na POZE (12 měs)	6.76	495.00	3,344.59	4,046.96
	Celková roční platba za TČ			31,073.76	37,599.25
Výpočet ceny pro dohřev vody	Obchodní sazba	Spotřeba [MWH]	J. cena [CZK]	Cena celkem bez DPH [CZK]	Cena celkem s DPH 21% [CZK]
Obchodní část ceny	Vysoký tarif	0.90	2,874.00	2,586.60	3,129.79
Distribuční část ceny	Vysoký tarif	0.90	224.26	201.83	244.22
Ostatní poplatky	Daň z elektřiny	0.90	28.30	25.47	30.82
	Systémové služby	0.90	93.30	83.97	101.60
Celková cena	Poplatek na POZE (12 měs)	0.90	495.00	445.50	539.06
	Celková roční platba za elektrokotel			3,343.37	4,045.48
Celková roční platba			34,417.13	41,644.73	

Tab. 7 Celková roční platba za elektřinu – Tepelné čerpadlo „vzduch – voda“ (zdroj [vlastní zpracování])

8.3.2.2 Náklady na životní cyklus tepelného čerpadla „vzduch – voda“

Nejčastější poruchy zařízení jsou spojeny s nesprávně provedenou instalací. TČ jsou spolehlivá zařízení, která obsahují minimální množství prvků podléhajících opotřebení a poruchám, v zásadě se jedná o:

- Kompresor
- Mechanické prvky řídicího systému TČ – spínače, elektromagnetické spínače atd.
- Elektronická automatika řídicího systému TČ

Nicméně odborníci určili následující problémy soustavy TČ:

- Porucha nízkého tlaku – většinou spočívala v úniku freonu z vnitřního okruhu zařízení. Rovněž s únikem freonu docházelo k úniku oleje, který sloužil jako mazadlo v kompresoru. [51]
- Snížení kvality oleje – tato závada vedla k postupnému snížení výkonu kompresoru. Z toho důvodu musela být prováděna pravidelná kontrola. [51]
- Porucha vysokého tlaku – většinou spočívala v tom, že ve výměníku neprotékala topná voda. Mohlo se jednat o poruchu způsobenou poškozením oběhového čerpadla, zavzdušněním systému nebo zašpiněním sítka v topení. [51]

Do provozních nákladů musela být zahrnuta servisní prohlídka systému 1x ročně. Prohlídka není nařízena zákonem, je jen doporučena. V rámci servisu se prováděla korekce systému podle skutečné spotřeby tepla a dalších parametrů. Přibližná cena na trhu byla cca 4000 Kč.

8.3.3 Rekapitulace

Celkové investiční a provozní náklady za první rok provozu byly:

PČ	Popis	Cena bez DPH [CZK]	Cena s DPH [CZK]
Celkové investiční náklady		261,200.0	300,380.0
1	Investiční náklady	261,200.0	300,380.0
Celkové provozní náklady		38,417.1	46,484.7
2	Služby	4,000.0	4,840.0
3	Celkové náklady dodávky elektřiny	34,417.1	41,644.7
Celkové náklady na konci prvního roku		299,617.13	346,864.73

Tab. 8 Rekapitulace cen tepelného čerpadla „vzduch – voda“ (zdroj [vlastní zpracování])

8.4 Tepelné čerpadlo „země – voda“

Další nejvíce používanou variantou je TČ „země – voda“. Oproti TČ „vzduch – voda“ není teplotní stabilita ovlivněna přírodními faktory a ročním obdobím. Půda pod bodem mrazu udržuje stabilní kladnou teplotu. K odběru tepla se používají zemní vrty

hluboké 50–100 m (zemní geotermální vrty) nebo zemní kolektory uložené rovnoběžně s povrchem země o hloubce 0,80–1,50 m.

8.4.1 Provedení – plošný kolektor

Pro předběžný návrh plochy zemního kolektoru byla použita norma VDI 4640 - maximální extrakční kapacita půdy. Vzhledem k tomu, že v lokalitě podle technické zprávy (viz 2.2.1) převládaly eolické sedimenty, což patří k soudržné půdě, byla zvážena střední hodnota extrakční kapacity 20 W/m². Pro výkon TČ 8 kW byla potřeba plocha kolektoru 400 m². V tomto případě nebylo pro takové účely místo. [52] (viz Příloha 5)

8.4.2 Provedení – vrty

Další variantou je zemní geotermální vrt. Ve spolupráci s projekčním oddělením GEROTop spol. s r.o. byl proveden návrh. Zemní vrt je systém pro sběr nízkopotenciální tepelné energie představující vertikální zemní výměníky tepla (sondy) instalované ve vrtech. V našem případě byl navržen jeden vrt délky 110 m a vystrojení 4x32x3,2 mm. Prostor mezi sondou a stěnami vrtu musí být vyplněn štěrkopískovou směsí do úrovně označení hydrostatické hladiny vody. V tomto případě bylo navrženo vyplnění roztokem bentonitu. Sonda je jedna trubková smyčka tvaru U, která je vyrobena ze dvou materiálů PE 100 a PN 20. [72]

8.4.3 Investiční náklady

Investiční náklady byly rozděleny do dvou částí. Kvůli tomu, že zařízení v kotelně budovy zajišťoval dodavatel TČ, vrtné práce však prováděla speciální dodavatelská firma vrtných prací.

8.4.3.1 Interiér – Kotelna

Vhodným návrhem pro potřeby vytápění, které činilo 8,9 kW, bylo TČ „NIBE F1126“ s výkonem 8 kW. Součástí jednotky byl elektrokotel o výkonu 6 kW. [53] Princip byl stejný jako v části [8.3.1.2], při nízkých teplotách elektrokotel dohříval teplotonosnou látku na potřebnou teplotu a také ohříval TUV do 55 °C. Do soustavy byl tedy doplněn nepřímotopný zásobník tepla 200 l OKC NTR/HP pro pitnou vodu a akumulací zásobník 50 l NAD 50 v1.

Ceny za zařízení byly stanoveny na základě ceníku firmy „NIBE s.r.o.“. [50] Ceny za dodávku materiálů, dopravu a kompletní montáž kotelní TČ byly oceněny ve spolupráci s manažerem technické podpory TČ „NIBE“. [71]

PČ	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem bez DPH [CZK]	Cena celkem s DPH 15% [CZK]
Náklady z rozpočtu					498,997.60	584,822.84
01: Kotelny a strojovny					229,600.00	264,040.00
1	F1126-8 tepelné čerpadlo s výkonem 8 kW	soubor	1	180,300.00	180,300.00	207,345.00
2	Nepřímotopný zásobník OKC NTR/HP	kus	1	15,500.00	15,500.00	17,825.00
3	Akumulační nádrž NAD 50 v1	soubor	1	5,100.00	5,100.00	5,865.00
02: Armatury						
4	ROT 10 – bezdrátový pokojový termostat	kus	3	1,900.00	5,700.00	6,555.00
03: Služby						
5	Montáž + instalační materiál + dovoz	soubor	1	23,000.00	23,000.00	26,450.00

Tab. 9 Investiční náklady – Tepelné čerpadlo „země – voda“ (zdroj [vlastní zpracování])

8.4.3.2 Exteriér – Vrty

Cena byla stanovena na základě konzultace s dodavatelskou firmou „GEROtop spol. s r.o.“ včetně vrtných prací, vystrojení geotermálního vrtu, materiálů pro dopojení horizontálního vedení geotermálních vertikálních vrtů do kotelní a ostatních služeb jako doprava atd. [72] (viz Příloha 4).

8.4.4 Provozní náklady

8.4.4.1 Náklady na energii

Spotřeba elektřiny TČ „země – voda“ závisela na topném faktoru COP. Ve svém návrhu jsem uvažovala o COP = 3,62 odpovídající ohřevu teplotonosné látky na 45 °C. Roční

spotřeba tepla pro TČ byla 5,52 MWh (roční spotřeba tepla pro RD 20 MWh $\rightarrow \frac{20 \text{ MWh}}{3,62}$).

Teplá voda v TUV by vždy měla být dohřívána pomocí integrovaného elektrokotle v soustavě TČ do 55 °C. [53]

Celkový soudobý příkon objektu byl 11,4 kW. Příkon TČ při ohřevu teplotnosné látky do 45 °C byl 2,04 kW. Příkon doplňujícího elektrokotle integrovaného do TČ byl 6 kW. Celkový příkon objektu byl 19,44 kW. Napěťová soustava podle údajů z technické zprávy (viz 2.2.6) byla 3x400 V. Dle vzorce byl hlavní jistič objektu navržen na 50A:

$$I_{nom} = \frac{P_{max}}{U} = \frac{19440}{400} = 48.6 \text{ A}$$

Pro výpočet byla použita zvýhodněná distribuční sazba D56d pro TČ. [39]

Výpočet ceny pro TČ	Obchodní sazba	Spotřeba [MWH]	J. cena [CZK]	Cena celkem bez DPH [CZK]	Cena celkem s DPH 21% [CZK]
Obchodní část ceny	Vysoký tarif	5.52	2,874.00	15,878.45	19,212.93
	Stála platba (12 měs)	-	89.00	1,068.00	1,292.28
Distribuční část ceny	Vysoký tarif	0.92	224.26	206.32	249.65
	Nízký tarif	4.60	148.44	683.55	827.09
Ostatní poplatky	č. jističe 32 A (12 měs)	-	1,003.90	12,046.80	14,576.63
	Daň z elektřiny	5.52	28.30	156.35	189.19
	Systémové služby	5.52	93.30	515.47	623.72
	Činnost OTE (12 měs)	-	3.91	46.92	56.77
Celková cena	Poplatek na POZE (12 měs)	5.52	495.00	2,734.81	3,309.12
	Celková roční platba			33,336.67	40,337.37
Výpočet ceny pro dohřev vody	Obchodní sazba	Spotřeba [MWH]	J. cena [CZK]	Cena celkem bez DPH [CZK]	Cena celkem s DPH 21% [CZK]
Obchodní část ceny	Vysoký tarif	0.90	2,874.00	2,586.60	3,129.79
	Distribuční část ceny	Vysoký tarif	0.15	224.26	33.64
Ostatní poplatky	Nízký tarif	0.75	148.44	111.33	134.71
	Daň z elektřiny	0.90	28.30	25.47	30.82
Celková cena	Systémové služby	0.90	93.30	83.97	101.60
	Poplatek na POZE (12 měs)	0.90	495.00	445.50	539.06
	Celková roční platba za elektrokotel			3,286.51	3,976.68
	Celková roční platba			36,623.18	44,314.04

Tab. 10 Celková roční platba za elektřinu – Tepelné čerpadlo „země – voda“ (zdroj [vlastní zpracování])

8.4.4.2 Náklady na životní cyklus tepelného čerpadla „země – voda“

Životnost TČ „země-voda“ je cca 20 let, zatímco životnost TČ „vzduch-voda“ je o 20-30 % nižší, což je cca 15 let. Poruchy zařízení jsou stejné jako u systému „vzduch-voda“

(viz 8.3.2.2). Do provozních nákladů byla zahrnuta servisní prohlídka 1x ročně za cca 4000 Kč.

Životnost sond

Při kalkulaci nákladů na vrty bylo nutné počítat s tím, že doba provozu geotermální sondy je min. 50 let. Doba provozu byla ovlivněna výběrem potrubí, které bylo použito k výrobě kolektoru. Životnost nerezové oceli je 70 let, polymer vydrží 50-60 let. V prvním roce instalace kolektoru je možné sednutí, které vyžaduje dodatečné úpravy a korekce. Zbytek času by měl primární okruh pracovat s plným odvodem tepla a účinností

8.4.5 Rekapitulace

Celkové investiční a provozní náklady za první rok provozu byly:

PČ	Popis	Cena bez DPH [CZK]	Cena s DPH [CZK]
Celkové investiční náklady		498,997.6	584,822.8
1	Investiční náklady	498,997.6	584,822.8
Celkové provozní náklady		40,623.2	49,154.0
2	Služby	4,000.0	4,840.0
3	elektriny	33,336.7	40,337.4
Celkové náklady na konci prvního roku		539,620.78	633,976.88

Tab. 11 Rekapitulace cen tepelného čerpadla „země – voda“ (zdroj [vlastní zpracování])

9 Vyhodnocení a porovnání variant

9.1 Dynamické metody hodnocení

Pro vyhodnocení efektivity investičních nákladů projektu se tradičně používají následující ukazatelé:

Čistá současná hodnota (Net Present Value, NPV)

Čistá současná hodnota je používána v investičním vyhodnocení k posouzení různých typů investic. To je zisk, který vlastník projektu obdrží během plánovacího období po zaplacení všech daní, výplaty mezd, zaplacení příslušných provozních nákladů a vypořádání s věřitelem nebo investorem, včetně úroků nebo diskontů. Investice je zisková, pokud NPV je kladná, a čím vyšší je hodnota NPV, tím je investice ziskovější.

$$NPV = \sum_0^T DCF = \sum_0^T \frac{CF}{(1+r)^T} - IN$$

DCF – diskontovaný cash flow [Kč]

CF – cash flow, peněžní toky ve vybraném roce [Kč]

r – diskontní sazba [%]

T – doba životnosti projektu [roky]

IN – investiční výdaj [Kč]

Pro výpočet bylo třeba zohlednit potřebné ekonomické ukazatele:

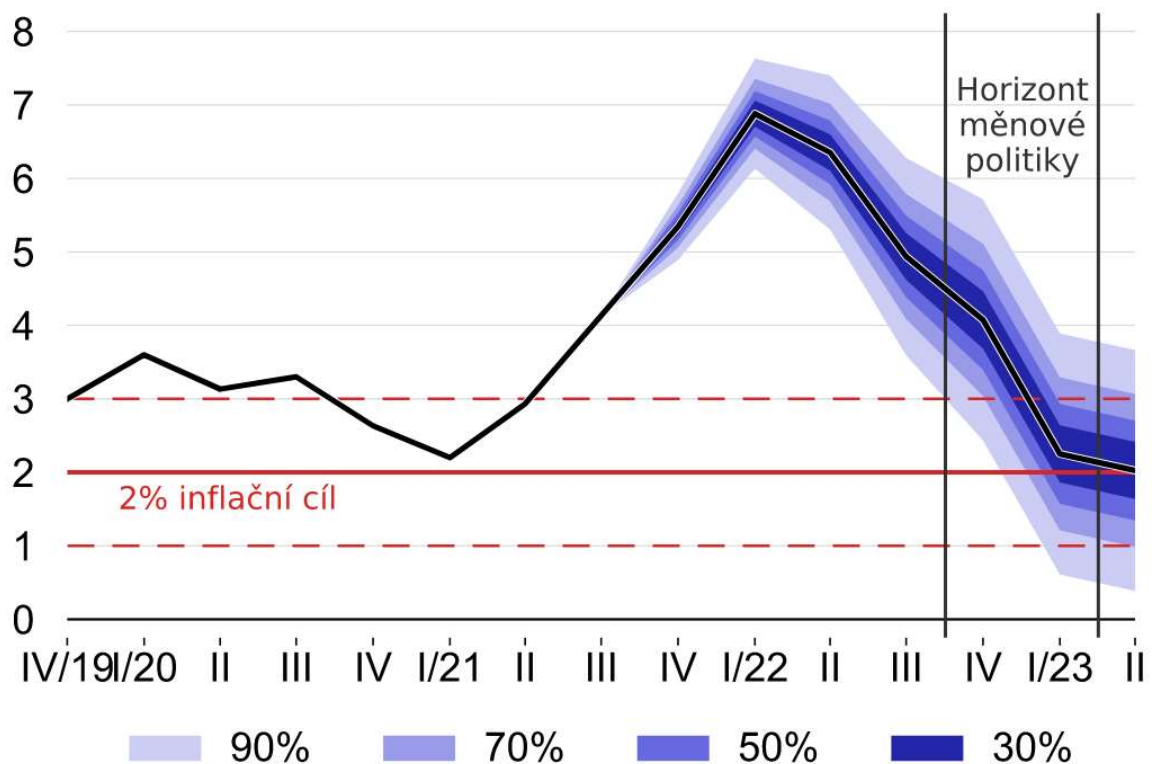
Inflace

Průměrná roční míra inflace v ČR za rok 2021 činila 3,2 %. Stejný ukazatel byl i v roce 2020. V posledních měsících roku 2021 bylo patrné skokové zvýšení míry inflace vyjádřené přírůstkem indexu spotřebitelských cen ke stejnému měsíci předchozího roku, např. v říjnu 2021 byla 5,8 %. [54] V příštím roce lze tedy očekávat růst inflace. Na základě

prognózy České národní banky (dále jen ČNB) se očekává zvýšení celkové inflace až na 7,0% v příštím roce, přičemž inflační cíl ČNB pro rok 2023 je 2,0 %. Při výpočtu je předpokládána inflace pro rok 2022 7,0 %, v dalších letech 2,0 %. [55]

Provozní (investiční) výdaje

$$= \text{cena na údržbu (cena na pořízení nového zdroje)} * (1 + \text{celková inflace})$$



Obr. 13 Prognóza ČNB – podzim 2021 (zveřejněna 4. 11. 2021) [55]

Cena elektřiny

V kapitole 5.1.2 bylo popsáno, že cena elektřiny se skládá z regulovatelných a neregulovatelných složek. Energetický regulační úřad stanovil vývoj regulovatelných složek na následující rok s cílem stabilizace cen nebo jejího mírného růstu. Podíl regulovatelných složek v celkové ceně byl cca 60 %. [14] Neregulovatelná část (dodávka elektřiny) je nakupována na burzách a cena se řídí trhem.

V této diplomové práci byl zohledněn předpoklad vývoje ceny za elektřinu na základě analýzy z kapitol 5.1.3, 5.1.4 a *Analýzy cen*. [14] Přesný odhad vývoje ceny nebyl předmětem této práce. Ve výpočtech bylo použito 10% zdražení elektrické energie na následujících 10 let.

$$\text{Provozní výdaje (energie)} = \text{cena za elektřinu} * \\ (1 + \text{průměrný růst elektřiny v daném roce})$$

Cena plynu

Podíl regulovatelných složek je oproti elektřině menší o cca 20-30 %, v závislosti na konkrétním distributorovi. [14] Neregulovatelná část je nakupována na burzách prostřednictvím distributorů jako EG.D, a.s., Pražská plynárenská Distribuce, a.s. a GasNet, s.r.o. Cena plynu více závisí na momentálním stavu trhu a z toho důvodu je obtížné předpokládat její vývoj, i přestože díky cenotvorbě plynu na základě smlouvy „*Gas-to-gas competition*“ (GOG) je cena plynu více kompetitivní.

V diplomové práci byl zohledněn předpoklad vývoje ceny za plyn na základě analýzy z kapitol 5.2.5, 5.2.6 a *Analýzy cen*. [14] S přihlédnutím ke všemu výše uvedenému a navzdory skokovému růstu cen plynu v letošním roce byl pro příští roky navržen mírný růst cen za plyn. Nicméně takový růst by nemusel být platný, pokud by došlo k další mimořádné situaci ve světě. Přesný odhad vývoje ceny nebyl předmětem této práce. Ve výpočtech bylo použito 10% zdražení elektrické energie na následujících 10 let.

$$\text{Provozní výdaje (energie)} \\ = \text{cena na plyn} * (1 + \text{průměrný růst plynu v daném roce})$$

Diskontní sazba

Jedná se o měnovou politickou úrokovou sazbu, za kterou Česká národní banka poskytuje úvěry komerčním bankám. Diskontní sazba je používána pro dlouhodobé bankovní úvěry. Pro příští rok se Česká národní banka rozhodla navýšit diskontní sazby na 1,75 %. [56]

Vzorce použité ve výpočtu

Daně = *provozní výdaje (údržba, energie) * daňová sazba*

Výdaje celkem =

= *daně + provozní výdaje (údržba, energie)*

+ *investiční výdaje – dotace*

Cash flow (CF) =

= *výdaje celkem (referenční investice)*

– *výdaje celkem (porovnaná investice)*

$$\text{Kumulovaný } CF_T = \sum_0^T CF_T$$

$$\text{Diskontovaný } CF_T (DCF_T) = \sum_0^T \frac{CF}{(1+r)^T} - IN$$

$$\text{Kumulovaný } DCF_T = \sum_0^T DCF_T$$

r – diskontní sazba [%]

T – doba životnosti projektu [roky]

IN – investiční výdaj [Kč]

V následujících kapitolách byl proveden výpočet čisté současné hodnoty pro vyhodnocení ekonomické přijatelnosti vybraných zdrojů vytápění. Výpočet byl vztažen k srovnávacímu zdroji energie. Ve výpočtech byl zvážen faktor času (inflace, růst cen za plyn a elektřinu), dále dotace Zelená úsporám pro TČ 100 000 Kč a pro plynový kotel 35 000 Kč. Dotace mohla být však uplatněna jen při výměně neekologického zdroje za nový, byl proto zohledněn návrat peněz jen při porovnání s elektrickým kotlem. Výpočet byl vztažen k horizontu 20 let kvůli průměrné životnosti TČ „země-voda“. Byly rovněž započteny údržba a investiční výdaje zařízení. Jednotlivé ceny byly uvedeny v Tab. 12.

Veškeré výpočty byly prováděny v Microsoft Excel. Některé sloupce v kapitolách 9.2 a 9.3 byly skryty pro přehlednost. Ve výpočtech bylo zvaženo DPH podle tohoto rozdělení:

- 15 % - pro investiční náklady, pořízení zdrojů energie
- 21 % - pro služby, cenu za energie, opravy

PČ	Popis	Cena bez DPH [CZK]	Cena s DPH [CZK]
Plynový kotel			
1	Investiční náklady	112,680.0	129,582.0
2	Provozní náklady - Služby	2,400.0	2,904.0
3	Provozní náklady - Plyn	51,158.9	61,902.2
4	Dotace	35,000.0	
Elektrický kotel			
1	Investiční náklady	55,360.0	63,664.0
2	Provozní náklady - Služby	1,180.0	1,427.8
3	Provozní náklady - Elektřina	85,552.6	103,518.6
4	Oprava topného članku	1,990.0	2,407.9
Tepelné čerpadlo "vzduch-voda"			
1	Investiční náklady	261,200.0	300,380.0
2	Provozní náklady - Služby	4,000.0	4,840.0
3	Provozní náklady - Elektřina	34,417.1	41,644.7
4	Dotace	100,000.0	
Tepelné čerpadlo "země-voda"			
1	Investiční náklady	498,997.6	584,822.8
2	Provozní náklady - Služby	4,000.0	4,840.0
3	Provozní náklady - Elektřina	33,336.7	40,337.4
4	Dotace	100,000.0	

Tab. 12 Rekapitulace investičních a provozních nákladů (zdroj [vlastní zpracování])

9.2 Posouzení zdrojů vytápění s plynovým kotlem

fáze projektu rok	investiční	provozní										
		2021	2022	2030	2031	2035	2036	2037	2038	2039	2040	
Náklady na plynový kotel před investicí												
investiční výdaje	CZK 112,680.00			CZK 137,469.60								
provozní výdaje (údržba)		CZK 2,400.00	CZK 2,544.00	CZK 2,928.00	CZK 2,976.00	CZK 3,168.00	CZK 3,216.00	CZK 3,264.00	CZK 3,312.00	CZK 3,360.00	CZK 3,408.00	
provozní výdaje (energie)		CZK 51,158.88	CZK 51,670.47	CZK 55,763.18	CZK 56,274.77	CZK 58,321.12	CZK 58,832.71	CZK 59,344.30	CZK 59,855.89	CZK 60,367.48	CZK 60,879.07	
daně (15/21%)	CZK 16,902.00	CZK 11,247.36	CZK 11,385.04	CZK 32,945.59	CZK 12,442.66	CZK 12,912.72	CZK 13,030.23	CZK 13,147.74	CZK 13,265.26	CZK 13,382.77	CZK 13,500.28	
Výdaje celkem	CZK 129,582.00	CZK 64,806.24	CZK 65,599.51	CZK 229,106.37	CZK 71,693.43	CZK 74,401.84	CZK 75,078.94	CZK 75,756.04	CZK 76,433.15	CZK 77,110.25	CZK 77,787.35	
Náklady na elektrický kotel												
investiční výdaje	CZK 55,360.00			CZK 1,990.00								
provozní výdaje (údržba)		CZK 1,180.00	CZK 1,250.80	CZK 1,439.60	CZK 1,463.20	CZK 1,557.60	CZK 1,581.20	CZK 1,604.80	CZK 1,628.40	CZK 1,652.00	CZK 1,675.60	
provozní výdaje (energie)		CZK 85,552.56	CZK 86,408.09	CZK 93,252.29	CZK 94,107.82	CZK 97,529.92	CZK 98,385.45	CZK 99,240.97	CZK 100,096.50	CZK 100,952.03	CZK 101,807.55	
daně (15/21%)	CZK 8,304.00	CZK 18,213.84	CZK 18,408.37	CZK 20,303.20	CZK 20,069.91	CZK 20,808.38	CZK 20,993.00	CZK 21,177.61	CZK 21,362.23	CZK 21,546.85	CZK 21,731.46	
Výdaje celkem	CZK 63,664.00	CZK 104,946.40	CZK 106,067.26	CZK 116,985.09	CZK 115,640.93	CZK 119,895.90	CZK 120,959.64	CZK 122,023.39	CZK 123,087.13	CZK 124,150.87	CZK 125,214.61	
Cash flow (CF)	CZK 65,918.00	CZK (40,140.16)	CZK (40,467.75)	CZK 112,121.27	CZK (43,947.51)	CZK (45,494.06)	CZK (45,880.70)	CZK (46,267.34)	CZK (46,653.98)	CZK (47,040.62)	CZK (47,427.26)	
Kumulovaný CF	CZK 65,918.00	CZK 25,777.84	CZK (14,689.91)	CZK (196,668.79)	CZK (240,616.29)	CZK (420,272.71)	CZK (466,153.41)	CZK (512,420.75)	CZK (559,074.74)	CZK (606,115.36)	CZK (653,542.62)	
Diskontovaný CF (DCF)	CZK 65,918.00	CZK (39,449.79)	CZK (39,771.74)	CZK 110,192.90	CZK (43,191.65)	CZK (44,711.61)	CZK (45,091.60)	CZK (45,471.59)	CZK (45,851.58)	CZK (46,231.57)	CZK (46,611.56)	
Kumulovaný DCF	CZK 65,918.00	CZK 26,468.21	CZK (13,303.53)	CZK (192,152.55)	CZK (235,344.20)	CZK (411,910.71)	CZK (457,002.31)	CZK (502,473.90)	CZK (548,325.48)	CZK (594,557.05)	CZK (641,168.60)	

Tab. 13 Výpočet čisté současné hodnoty (NPV), porovnání plynového kotle s elektrickým kotlem (zdroj [vlastní zpracování])

fáze projektu	investiční	provozní										
		2021	2022	2030	2031	2035	2036	2037	2038	2039	2040	
Náklady na plynový kotel před investicí												
investiční výdaje	CZK 112,680.00			CZK 137,469.60								
provozní výdaje (údržba)		CZK 2,400.00	CZK 2,544.00	CZK 2,928.00	CZK 2,976.00	CZK 3,168.00	CZK 3,216.00	CZK 3,264.00	CZK 3,312.00	CZK 3,360.00	CZK 3,408.00	
provozní výdaje (energie)		CZK 51,158.88	CZK 51,670.47	CZK 55,763.18	CZK 56,274.77	CZK 58,321.12	CZK 58,832.71	CZK 59,344.30	CZK 59,855.89	CZK 60,367.48	CZK 60,879.07	
daně (15/21%)	CZK 16,902.00	CZK 11,247.36	CZK 11,385.04	CZK 32,945.59	CZK 12,442.66	CZK 12,912.72	CZK 13,030.23	CZK 13,147.74	CZK 13,265.26	CZK 13,382.77	CZK 13,500.28	
Výdaje celkem	CZK 129,582.00	CZK 64,806.24	CZK 65,599.51	CZK 229,106.37	CZK 71,693.43	CZK 74,401.84	CZK 75,078.94	CZK 75,756.04	CZK 76,433.15	CZK 77,110.25	CZK 77,787.35	
Náklady na tepelné čerpadlo "vzduch - voda"												
investiční výdaje	CZK 261,200.00					CZK 344,784.00						
provozní výdaje (údržba)		CZK 4,000.00	CZK 4,240.00	CZK 4,880.00	CZK 4,960.00	CZK 5,280.00	CZK 5,360.00	CZK 5,440.00	CZK 5,520.00	CZK 5,600.00	CZK 5,680.00	
provozní výdaje (energie)		CZK 34,417.13	CZK 34,761.30	CZK 37,514.67	CZK 37,858.84	CZK 39,235.53	CZK 39,579.70	CZK 39,923.87	CZK 40,268.04	CZK 40,612.21	CZK 40,956.39	
daně (15/21%)	CZK 39,180.00	CZK 8,067.60	CZK 8,190.27	CZK 8,902.88	CZK 8,991.96	CZK 61,065.86	CZK 9,437.34	CZK 9,526.41	CZK 9,615.49	CZK 9,704.57	CZK 9,793.64	
dotace												
Výdaje celkem	CZK 300,380.00	CZK 46,484.73	CZK 47,191.58	CZK 51,297.55	CZK 51,810.80	CZK 450,365.39	CZK 54,377.04	CZK 54,890.29	CZK 55,403.53	CZK 55,916.78	CZK 56,430.03	
Cash flow (CF)	CZK (170,798.00)	CZK 18,321.52	CZK 18,407.93	CZK 177,808.81	CZK 19,882.63	CZK (375,963.55)	CZK 20,701.90	CZK 20,865.76	CZK 21,029.61	CZK 21,193.47	CZK 21,357.32	
Kumulovaný CF	CZK (170,798.00)	CZK (152,476.48)	CZK (134,068.55)	CZK 177,183.72	CZK 197,066.35	CZK (118,266.19)	CZK (97,564.28)	CZK (76,698.53)	CZK (55,668.91)	CZK (34,475.44)	CZK (13,118.12)	
Diskontovaný CF (DCF)	CZK (170,798.00)	CZK 18,006.40	CZK 18,091.33	CZK 174,750.68	CZK 19,540.67	CZK (369,497.35)	CZK 20,345.85	CZK 20,506.89	CZK 20,667.93	CZK 20,828.96	CZK 20,990.00	
Kumulovaný DCF	CZK (170,798.00)	CZK (152,791.60)	CZK (134,700.26)	CZK 171,198.78	CZK 190,739.44	CZK (119,169.68)	CZK (98,823.83)	CZK (78,316.94)	CZK (57,649.02)	CZK (36,820.06)	CZK (15,830.06)	

Tab. 14 Výpočet čisté současné hodnoty (NPV), porovnání TČ „vzduch-voda“ s plynovým kotlem (zdroj [vlastní zpracování])

fáze projektu	investiční	provozní									
		2021	2022	2030	2031	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Náklady na plynový kotel před investicí											
investiční výdaje	CZK 112,680.00			CZK 137,469.60							
provozní výdaje (údržba)		CZK 2,400.00	CZK 2,544.00	CZK 2,928.00	CZK 2,976.00	CZK 3,168.00	CZK 3,216.00	CZK 3,264.00	CZK 3,312.00	CZK 3,360.00	CZK 3,408.00
provozní výdaje (energie)		CZK 51,158.88	CZK 51,670.47	CZK 55,763.18	CZK 56,274.77	CZK 58,321.12	CZK 58,832.71	CZK 59,344.30	CZK 59,855.89	CZK 60,367.48	CZK 60,879.07
daně (15/21%)	CZK 16,902.00	CZK 11,247.36	CZK 11,385.04	CZK 32,945.59	CZK 12,442.66	CZK 12,912.72	CZK 13,030.23	CZK 13,147.74	CZK 13,265.26	CZK 13,382.77	CZK 13,500.28
Výdaje celkem	CZK 129,582.00	CZK 64,806.24	CZK 65,599.51	CZK 229,106.37	CZK 71,693.43	CZK 74,401.84	CZK 75,078.94	CZK 75,756.04	CZK 76,433.15	CZK 77,110.25	CZK 77,787.35
Náklady na tepelné čerpadlo "země - voda"											
investiční výdaje	CZK 498,997.60										
provozní výdaje (údržba)		CZK 4,000.00	CZK 4,240.00	CZK 4,880.00	CZK 4,960.00	CZK 5,280.00	CZK 5,360.00	CZK 5,440.00	CZK 5,520.00	CZK 5,600.00	CZK 5,680.00
provozní výdaje (energie)		CZK 33,336.67	CZK 33,670.03	CZK 36,336.97	CZK 36,670.33	CZK 38,003.80	CZK 38,337.17	CZK 38,670.53	CZK 39,003.90	CZK 39,337.27	CZK 39,670.63
daně (15/21%)	CZK 74,849.64	CZK 7,840.70	CZK 7,961.11	CZK 8,655.56	CZK 8,742.37	CZK 9,089.60	CZK 9,176.41	CZK 9,263.21	CZK 9,350.02	CZK 9,436.83	CZK 9,523.63
dotace											
Výdaje celkem	CZK 573,847.24	CZK 45,177.37	CZK 45,871.14	CZK 49,872.53	CZK 50,372.70	CZK 52,373.40	CZK 52,873.57	CZK 53,373.75	CZK 53,873.92	CZK 54,374.09	CZK 54,874.27
Cash flow (CF)	CZK (444,265.24)	CZK 19,628.88	CZK 19,728.37	CZK 179,233.84	CZK 21,320.72	CZK 22,028.44	CZK 22,205.37	CZK 22,382.30	CZK 22,559.23	CZK 22,736.15	CZK 22,913.08
Kumulovaný CF	CZK (444,265.24)	CZK (424,636.36)	CZK (404,908.00)	CZK (82,621.60)	CZK (61,300.87)	CZK 25,751.31	CZK 47,956.68	CZK 70,338.98	CZK 92,898.20	CZK 115,634.36	CZK 138,547.44
Diskontovaný CF (DCF)	CZK (444,265.24)	CZK 19,291.28	CZK 19,389.06	CZK 176,151.19	CZK 20,954.03	CZK 21,649.57	CZK 21,823.46	CZK 21,997.34	CZK 22,171.23	CZK 22,345.12	CZK 22,519.00
Kumulovaný DCF	CZK (444,265.24)	CZK (424,973.96)	CZK (405,584.90)	CZK (88,841.51)	CZK (67,887.48)	CZK 17,667.49	CZK 39,490.95	CZK 61,488.29	CZK 83,659.52	CZK 106,004.64	CZK 128,523.64

Tab. 15 Výpočet čisté současné hodnoty (NPV), porovnání TČ „země-voda“ s plynovým kotlem (zdroj [vlastní zpracování])

9.3 Posouzení zdrojů vytápění elektrickým kotlem

fáze projektu	investiční	provozní										
		2021	2024	2027	2028	2029	2030	2031	2035	2039	2040	
Náklady na elektrický kotel před investicí												
investiční výdaje									CZK 1,990.00			
provozní výdaje (údržba)		CZK 1,180.00	CZK 1,298.00	CZK 1,368.80	CZK 1,392.40	CZK 1,416.00	CZK 1,439.60	CZK 1,463.20	CZK 1,557.60	CZK 1,652.00	CZK 1,675.60	
provozní výdaje (energie)		CZK 85,552.56	CZK 88,119.14	CZK 90,685.72	CZK 91,541.24	CZK 92,396.77	CZK 93,252.29	CZK 94,107.82	CZK 97,529.92	CZK 100,952.03	CZK 101,807.55	
daně (15/21%)		CZK 18,213.84	CZK 18,777.60	CZK 19,331.45	CZK 19,516.07	CZK 19,700.68	CZK 19,885.30	CZK 20,487.81	CZK 20,808.38	CZK 21,546.85	CZK 21,731.46	
Výdaje celkem		CZK 104,946.40	CZK 108,194.74	CZK 111,385.97	CZK 112,449.71	CZK 113,513.45	CZK 114,577.19	CZK 118,048.83	CZK 119,895.90	CZK 124,150.87	CZK 125,214.61	
Náklady na plynový kotel												
investiční výdaje	CZK 112,680.00							CZK 137,469.60				
provozní výdaje (údržba)		CZK 2,400.00	CZK 2,640.00	CZK 2,784.00	CZK 2,832.00	CZK 2,880.00	CZK 2,928.00	CZK 2,976.00	CZK 3,168.00	CZK 3,360.00	CZK 3,408.00	
provozní výdaje (energie)		CZK 51,158.88	CZK 52,693.65	CZK 54,228.41	CZK 54,740.00	CZK 55,251.59	CZK 55,763.18	CZK 56,274.77	CZK 58,321.12	CZK 60,367.48	CZK 60,879.07	
daně (15/21%)	CZK 16,902.00	CZK 11,247.36	CZK 11,620.07	CZK 11,972.61	CZK 12,090.12	CZK 12,207.63	CZK 12,325.14	CZK 12,442.66	CZK 12,912.72	CZK 13,382.77	CZK 13,500.28	
Výdaje celkem	CZK 129,582.00	CZK 64,806.24	CZK 66,953.71	CZK 68,985.02	CZK 69,662.12	CZK 70,339.22	CZK 70,916.32	CZK 71,693.43	CZK 74,401.84	CZK 77,110.25	CZK 77,787.35	
Cash flow (CF)	CZK (129,582.00)	CZK 40,140.16	CZK 41,241.03	CZK 42,400.95	CZK 42,787.59	CZK 43,174.23	CZK (114,529.17)	CZK 46,355.41	CZK 45,494.06	CZK 47,040.62	CZK 47,427.26	
Kumulovaný CF	CZK (129,582.00)	CZK (89,441.84)	CZK 33,121.32	CZK 159,164.25	CZK 201,951.83	CZK 245,126.06	CZK 130,596.89	CZK 176,952.29	CZK 356,608.71	CZK 542,451.36	CZK 589,878.62	
Diskontovaný CF (DCF)	CZK (129,582.00)	CZK 39,449.79	CZK 40,531.72	CZK 41,671.69	CZK 42,051.68	CZK 42,431.67	CZK (112,559.38)	CZK 45,558.14	CZK 44,711.61	CZK 46,231.57	CZK 46,611.56	
Kumulovaný DCF	CZK (129,582.00)	CZK (90,132.21)	CZK 30,322.99	CZK 154,198.09	CZK 196,249.78	CZK 238,681.45	CZK 126,122.06	CZK 171,680.20	CZK 348,246.71	CZK 530,893.05	CZK 577,504.60	

Tab. 16 Výpočet čisté současné hodnoty (NPV), porovnání elektrického kotle s plynovým kotlem (zdroj [vlastní zpracování])

fáze projektu	investiční	provozní										
		2021	2024	2027	2028	2029	2030	2031	2035	2039	2040	
Náklady na elektrický kotel před investicí												
investiční výdaje								CZK 1,990.00				
provozní výdaje (údržba)	CZK 1,180.00	CZK 1,298.00	CZK 1,368.80	CZK 1,392.40	CZK 1,416.00	CZK 1,439.60	CZK 1,463.20	CZK 1,557.60	CZK 1,652.00	CZK 1,675.60		
provozní výdaje (energie)	CZK 85,552.56	CZK 88,119.14	CZK 90,685.72	CZK 91,541.24	CZK 92,396.77	CZK 93,252.29	CZK 94,107.82	CZK 97,529.92	CZK 100,952.03	CZK 101,807.55		
daně (15/21%)	CZK 18,213.84	CZK 18,777.60	CZK 19,331.45	CZK 19,516.07	CZK 19,700.68	CZK 19,885.30	CZK 20,069.91	CZK 20,808.38	CZK 21,546.85	CZK 21,731.46		
Výdaje celkem	CZK 104,946.40	CZK 108,194.74	CZK 111,385.97	CZK 112,449.71	CZK 113,513.45	CZK 114,577.19	CZK 117,630.93	CZK 119,895.90	CZK 124,150.87	CZK 125,214.61		
Náklady na tepelné čerpadlo "vzduch - voda"												
investiční výdaje	CZK 261,200.00								CZK 344,784.00			
provozní výdaje (údržba)	CZK 4,000.00	CZK 4,400.00	CZK 4,640.00	CZK 4,720.00	CZK 4,800.00	CZK 4,880.00	CZK 4,960.00	CZK 5,280.00	CZK 5,600.00	CZK 5,680.00		
provozní výdaje (energie)	CZK 34,417.13	CZK 35,449.65	CZK 36,482.16	CZK 36,826.33	CZK 37,170.50	CZK 37,514.67	CZK 37,858.84	CZK 39,235.53	CZK 40,612.21	CZK 40,956.39		
daně (15/21%)	CZK 39,180.00	CZK 8,067.60	CZK 8,368.43	CZK 8,635.65	CZK 8,724.73	CZK 8,813.81	CZK 8,902.88	CZK 8,991.96	CZK 61,065.86	CZK 9,704.57	CZK 9,793.64	
dotace	CZK 100,000.00											
Výdaje celkem	CZK 200,380.00	CZK 46,484.73	CZK 48,218.07	CZK 49,757.81	CZK 50,271.06	CZK 50,784.31	CZK 51,297.55	CZK 51,810.80	CZK 450,365.39	CZK 55,916.78	CZK 56,430.03	
Cash flow (CF)	CZK (200,380.00)	CZK 58,461.67	CZK 59,976.67	CZK 61,628.15	CZK 62,178.65	CZK 62,729.14	CZK 63,279.64	CZK 65,820.13	CZK (330,469.49)	CZK 68,234.09	CZK 68,784.59	
Kumulovaný CF	CZK (200,380.00)	CZK (141,918.33)	CZK 36,360.20	CZK 219,593.18	CZK 281,771.83	CZK 344,500.97	CZK 407,780.61	CZK 473,600.74	CZK 337,924.62	CZK 607,558.01	CZK 676,342.60	
Diskontovaný CF (DCF)	CZK (200,380.00)	CZK 57,456.19	CZK 58,945.13	CZK 60,568.21	CZK 61,109.24	CZK 61,650.26	CZK 62,191.29	CZK 64,688.09	CZK (324,785.74)	CZK 67,060.53	CZK 67,601.56	
Kumulovaný DCF	CZK (200,380.00)	CZK (142,923.81)	CZK 32,288.50	CZK 212,370.05	CZK 273,479.29	CZK 335,129.55	CZK 397,320.84	CZK 462,008.93	CZK 328,666.31	CZK 593,662.28	CZK 661,263.83	

Tab. 17 Výpočet čisté současné hodnoty (NPV), porovnání TČ „vzduch-voda“ s elektrickým kotlem (zdroj [vlastní zpracování])

fáze projektu	investiční	provozní										
		2021	2024	2027	2028	2029	2030	2031	2035	2039	2040	
Náklady na elektrický kotel před investicí												
investiční výdaje								CZK 1,990.00				
provozní výdaje (údržba)	CZK 1,180.00	CZK 1,298.00	CZK 1,368.80	CZK 1,392.40	CZK 1,416.00	CZK 1,439.60	CZK 1,463.20	CZK 1,557.60	CZK 1,652.00	CZK 1,675.60		
provozní výdaje (energie)	CZK 85,552.56	CZK 88,119.14	CZK 90,685.72	CZK 91,541.24	CZK 92,396.77	CZK 93,252.29	CZK 94,107.82	CZK 97,529.92	CZK 100,952.03	CZK 101,807.55		
daně (15/21%)	CZK 18,213.84	CZK 18,777.60	CZK 19,331.45	CZK 19,516.07	CZK 19,700.68	CZK 19,885.30	CZK 20,069.91	CZK 20,808.38	CZK 21,546.85	CZK 21,731.46		
Výdaje celkem	CZK 104,946.40	CZK 108,194.74	CZK 111,385.97	CZK 112,449.71	CZK 113,513.45	CZK 114,577.19	CZK 117,630.93	CZK 119,895.90	CZK 124,150.87	CZK 125,214.61		
Náklady na tepelné čerpadlo "země - voda"												
investiční výdaje	CZK 498,997.60											
provozní výdaje (údržba)	CZK 4,000.00	CZK 4,400.00	CZK 4,640.00	CZK 4,720.00	CZK 4,800.00	CZK 4,880.00	CZK 4,960.00	CZK 5,280.00	CZK 5,600.00	CZK 5,680.00		
provozní výdaje (energie)	CZK 33,336.67	CZK 34,336.77	CZK 35,336.87	CZK 35,670.23	CZK 36,003.60	CZK 36,336.97	CZK 36,670.33	CZK 38,003.80	CZK 39,337.27	CZK 39,670.63		
daně (15/21%)	CZK 74,849.64	CZK 7,840.70	CZK 8,134.72	CZK 8,395.14	CZK 8,481.95	CZK 8,568.76	CZK 8,655.56	CZK 8,742.37	CZK 9,089.60	CZK 9,436.83	CZK 9,523.63	
dotace	CZK 100,000.00											
Výdaje celkem	CZK 473,847.24	CZK 45,177.37	CZK 46,871.49	CZK 48,372.01	CZK 48,872.18	CZK 49,372.36	CZK 49,872.53	CZK 50,372.70	CZK 52,373.40	CZK 54,374.09	CZK 54,874.27	
Cash flow (CF)	CZK (473,847.24)	CZK 59,769.03	CZK 61,323.25	CZK 63,013.96	CZK 63,577.52	CZK 64,141.09	CZK 64,704.66	CZK 67,258.23	CZK 67,522.50	CZK 69,776.78	CZK 70,340.34	
Kumulovaný CF	CZK (473,847.24)	CZK (414,078.21)	CZK (231,799.16)	CZK (44,447.99)	CZK 19,129.53	CZK 83,270.63	CZK 147,975.29	CZK 215,233.52	CZK 481,942.12	CZK 757,667.82	CZK 828,008.16	
Diskontovaný CF (DCF)	CZK (473,847.24)	CZK 58,741.07	CZK 60,268.55	CZK 61,930.18	CZK 62,484.05	CZK 63,037.93	CZK 63,591.80	CZK 66,101.45	CZK 66,361.18	CZK 68,576.68	CZK 69,130.56	
Kumulovaný DCF	CZK (473,847.24)	CZK (415,106.17)	CZK (235,962.15)	CZK (51,833.24)	CZK 10,650.82	CZK 73,688.75	CZK 137,280.55	CZK 203,382.01	CZK 465,503.48	CZK 736,486.97	CZK 805,617.53	

Tab. 18 Výpočet čisté současné hodnoty (NPV), porovnání TČ „země-voda“ s elektrickým kotlem (zdroj [vlastní zpracování])

9.4 Posouzení centrálního zásobování teplem s tepelnými čerpadly

V této kapitole bylo provedeno porovnání centrálního zásobování teplem (dále jen CZT) s tepelnými čerpadly a byla vypočtena čistá současná hodnota. Jak již bylo zmíněno v kapitole 7.1 podle zákona o ochraně ovzduší § 16 odst. 7 č. 201/2012 Sb. právnická nebo fyzická osoba, která požaduje odpojení z CZT, musí prokázat ekonomickou přijatelnost nového zdroje vytápění.

Předpokládaná cenová nabídka se smluvním označením „na vstupu do předávací stanice“ a tarifní pásmo A. Odebrané množství se vypočítalo s cenou 503,80 Kč/GJ a sjednané množství za 270,60 Kč/GJ. Ceny byly uvedeny včetně DPH. Ve výpočtech bylo zvaženo 72 GJ (20 MWh) za sjednané množství a 72 GJ za odebrané množství, ale v reálném provozu bude odebrané množství variabilní hodnotou. [58]

fáze projektu	investiční	provozní										
		2021	2022	2028	2029	2035	2036	2037	2038	2039	2040	
Příjmy celkem												
provozní příjmy (sjednané množství)	CZK 19,483.20	CZK 19,678.03	CZK 20,847.02	CZK 21,041.86	CZK 22,210.85	CZK 22,405.68	CZK 22,600.51	CZK 22,795.34	CZK 22,990.18	CZK 23,185.01		
provozní příjmy (odebrané množství)	CZK 36,273.60	CZK 36,636.34	CZK 38,812.75	CZK 39,175.49	CZK 41,351.90	CZK 41,714.64	CZK 42,077.38	CZK 42,440.11	CZK 42,802.85	CZK 43,165.58		
Příjmy celkem	CZK 55,756.80	CZK 56,314.37	CZK 59,659.78	CZK 60,217.34	CZK 63,562.75	CZK 64,120.32	CZK 64,677.89	CZK 65,235.46	CZK 65,793.02	CZK 66,350.59		
Náklady na tepelné čerpadlo "vzduch - voda"												
investiční výdaje	CZK 261,200.00					CZK 344,784.00						
provozní výdaje (údržba)	CZK 4,000.00	CZK 4,240.00	CZK 4,720.00	CZK 4,800.00	CZK 5,280.00	CZK 5,360.00	CZK 5,440.00	CZK 5,520.00	CZK 5,600.00	CZK 5,680.00		
provozní výdaje (energie)	CZK 34,417.13	CZK 34,761.30	CZK 36,826.33	CZK 37,170.50	CZK 39,235.53	CZK 39,579.70	CZK 39,923.87	CZK 40,268.04	CZK 40,612.21	CZK 40,956.39		
daně (15/21%)	CZK 39,180.00	CZK 8,067.60	CZK 8,190.27	CZK 8,724.73	CZK 8,813.81	CZK 61,065.86	CZK 9,437.34	CZK 9,526.41	CZK 9,615.49	CZK 9,704.57		
dotace	CZK 100,000.00											
Výdaje celkem	CZK 200,380.00	CZK 46,484.73	CZK 47,191.58	CZK 50,271.06	CZK 50,784.31	CZK 450,365.39	CZK 54,377.04	CZK 54,890.29	CZK 55,403.53	CZK 55,916.78	CZK 56,430.03	
Cash flow (CF)	CZK (200,380.00)	CZK 9,272.07	CZK 9,122.79	CZK 9,388.72	CZK 9,433.04	CZK (386,802.64)	CZK 9,743.28	CZK 9,787.60	CZK 9,831.92	CZK 9,876.24	CZK 9,920.56	
Kumulovaný CF	CZK (200,380.00)	CZK (191,107.93)	CZK (181,985.14)	CZK (126,317.65)	CZK (116,884.61)	CZK (455,857.26)	CZK (446,113.98)	CZK (436,326.37)	CZK (426,494.45)	CZK (416,618.21)	CZK (406,697.64)	
Diskontovaný CF (DCF)	CZK (200,380.00)	CZK 9,112.60	CZK 8,965.89	CZK 9,227.24	CZK 9,270.80	CZK (380,150.01)	CZK 9,575.71	CZK 9,619.27	CZK 9,662.82	CZK 9,706.38	CZK 9,749.94	
Kumulovaný DCF	CZK (200,380.00)	CZK (191,267.40)	CZK (182,301.51)	CZK (127,591.45)	CZK (118,320.65)	CZK (451,463.30)	CZK (441,887.59)	CZK (432,268.33)	CZK (422,605.50)	CZK (412,899.12)	CZK (403,149.18)	

Tab. 19 Výpočet čisté současné hodnoty (NPV), porovnání TČ „vzduch-voda“ s centrálním zásobováním teplem (zdroj [vlastní zpracování])

fáze projektu	investiční	provozní										
		2021	2022	2028	2029	2035	2036	2037	2038	2039	2040	
Příjmy celkem												
provozní příjmy (sjednané množství)	CZK 19,483.20	CZK 19,678.03	CZK 20,847.02	CZK 21,041.86	CZK 22,210.85	CZK 22,405.68	CZK 22,600.51	CZK 22,795.34	CZK 22,990.18	CZK 23,185.01		
provozní příjmy (odebrané množství)	CZK 36,273.60	CZK 36,636.34	CZK 38,812.75	CZK 39,175.49	CZK 41,351.90	CZK 41,714.64	CZK 42,077.38	CZK 42,440.11	CZK 42,802.85	CZK 43,165.58		
Příjmy celkem	CZK 55,756.80	CZK 56,314.37	CZK 59,659.78	CZK 60,217.34	CZK 63,562.75	CZK 64,120.32	CZK 64,677.89	CZK 65,235.46	CZK 65,793.02	CZK 66,350.59		
Náklady na tepelné čerpadlo "země - voda"												
investiční výdaje	CZK 498,997.60											
provozní výdaje (údržba)	CZK 4,000.00	CZK 4,240.00	CZK 4,720.00	CZK 4,800.00	CZK 5,280.00	CZK 5,360.00	CZK 5,440.00	CZK 5,520.00	CZK 5,600.00	CZK 5,680.00		
provozní výdaje (energie)	CZK 33,336.67	CZK 33,670.03	CZK 35,670.23	CZK 36,003.60	CZK 38,003.80	CZK 38,337.17	CZK 38,670.53	CZK 39,003.90	CZK 39,337.27	CZK 39,670.63		
daně (15/21%)	CZK 74,849.64	CZK 7,840.70	CZK 7,961.11	CZK 8,481.95	CZK 8,568.76	CZK 9,089.60	CZK 9,176.41	CZK 9,263.21	CZK 9,350.02	CZK 9,436.83	CZK 9,523.63	
dotace	CZK 100,000.00											
Výdaje celkem	CZK 473,847.24	CZK 45,177.37	CZK 45,871.14	CZK 48,872.18	CZK 49,372.36	CZK 52,373.40	CZK 52,873.57	CZK 53,373.75	CZK 53,873.92	CZK 54,374.09	CZK 54,874.27	
Cash flow (CF)	CZK (473,847.24)	CZK 10,579.43	CZK 10,443.23	CZK 10,787.59	CZK 10,844.99	CZK 11,189.35	CZK 11,246.75	CZK 11,304.14	CZK 11,361.54	CZK 11,418.93	CZK 11,476.32	
Kumulovaný CF	CZK (473,847.24)	CZK (463,267.81)	CZK (452,824.58)	CZK (388,959.94)	CZK (378,114.96)	CZK (311,839.76)	CZK (300,593.01)	CZK (289,288.87)	CZK (277,927.33)	CZK (266,508.40)	CZK (255,032.08)	
Diskontovaný CF (DCF)	CZK (473,847.24)	CZK 10,397.48	CZK 10,263.61	CZK 10,602.06	CZK 10,658.46	CZK 10,996.91	CZK 11,053.31	CZK 11,109.72	CZK 11,166.13	CZK 11,222.54	CZK 11,278.94	
Kumulovaný DCF	CZK (473,847.24)	CZK (463,449.76)	CZK (453,186.15)	CZK (390,419.92)	CZK (379,761.46)	CZK (314,626.13)	CZK (303,572.81)	CZK (292,463.09)	CZK (281,296.96)	CZK (270,074.43)	CZK (258,795.48)	

Tab. 20 Výpočet čisté současné hodnoty (NPV), porovnání TČ „země-voda“ s centrálním zásobováním teplem (zdroj [vlastní zpracování])

9.5 Vyhodnocení porovnaných zdrojů

Ve vyhodnocení porovnaných zdrojů byly porovnány kapitoly: 9.2 Posouzení zdrojů vytápění s plynovým kotlem a 9.3 Posouzení zdrojů vytápění elektrickým kotlem. Čistá současná hodnota po 20 letech byla uvedena v Tab. 21 a Tab. 22:

Popis	ČSH
Elektrický kotel	(641,168.6)
Tepelné čerpadlo "vzduch-voda"	(15,830.1)
Tepelné čerpadlo "země-voda"	128,523.6

Tab. 21 Porovnání s plynovým kotlem (zdroj [vlastní zpracování])

Popis	ČSH
Plynový kotel	577,504.6
Tepelné čerpadlo "vzduch-voda"	661,263.8
Tepelné čerpadlo "země-voda"	805,617.5

Tab. 22 Porovnání s elektrickým kotlem (zdroj [vlastní zpracování])

Varianta zdroje energie – elektrokotel:

Při zvažování elektrického kotle jako zdroje energie byla čistá současná hodnota po 20 letech záporná. Investice je v žádném případě nenávratná.

Investice z ekonomického hlediska byla nevýhodná.

Varianta zdroje energie – plynový kotel:

Při zvažování plynového kotle jako zdroje energie byla čistá současná hodnota po 20 letech kladná. Diskontní doba návratnosti již ve 4. roce.

Investice z ekonomického hlediska byla výhodná.

Varianta zdroje energie – tepelné čerpadlo „vzduch-voda“:

Při porovnání TČ „vzduch-voda“ s referenčním zdrojem vytápění, **plynovým kotlem**, byla **čistá současná hodnota** po 20 letech **záporná**. Avšak je nutné uvést, že doba životnosti TČ je průměrně 15 let a ve výpočtu byla zvážena výměna zdroje za nový. V případě prvního TČ diskontovaná doba návratnosti nastala v 10. roce, což by mohlo být považováno za hranu životnosti. Nicméně po výměně zdroje v 15. roce za nový diskontní doba návratnosti nastává již v 21. roce exploatace.

Investice z ekonomického hlediska byla nevýhodná při referenčním zdroji vytápění, což byl plynový kotel.

Při porovnání TČ „vzduch-voda“ s referenčním zdrojem vytápění, **elektrickým kotlem**, byla **čistá současná hodnota** po 20 letech **kladná**. Diskontní doba návratnosti nastává již ve 4. roce exploatace.

Investice z ekonomického hlediska byla výhodná, při referenčním zdroji vytápění, což byl elektrický kotel.

Varianta zdroje energie – tepelné čerpadlo „země-voda“:

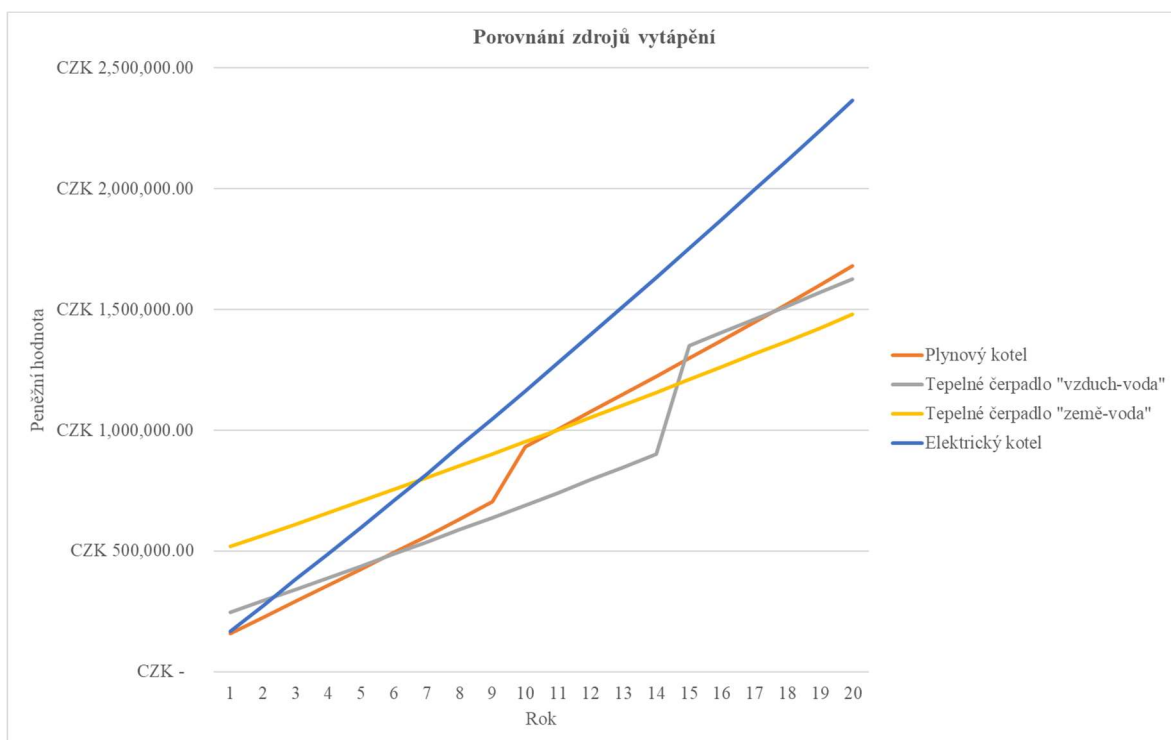
Při porovnání TČ „země-voda“ s referenčním zdrojem, **plynovým kotlem**, byla **čistá současná hodnota** po 20 letech **kladná**. Diskontní doba návratnosti nastává v 15. roce exploatace.

Investice z ekonomického hlediska byla výhodná, při referenčním zdroji vytápění, což byl plynový kotel.

Při porovnání TČ „země-voda“ s referenčním zdrojem, **elektrickým kotlem**, byla **čistá současná hodnota** po 20 letech **kladná**. Diskontní doba návratnosti nastává v 8. roce exploatace.

Investice z ekonomického hlediska byla výhodná, při referenčním zdroji vytápění, což byl elektrický kotel.

Grafické porovnání investic obsahuje veškeré investiční i provozní náklady a dotace:



Obr. 14 Grafické porovnání investic (zdroj [vlastní zpracování])

Varianta zdroje energie – centrální zásobování teplem:

Popis	ČSH
Tepelné čerpadlo "vzduch-voda"	(403,149.2)
Tepelné čerpadlo "země-voda"	(258,795.5)

Tab. 23 Porovnání s centrálním zásobováním teplem (CZT) (zdroj [vlastní zpracování])

V této variantě bylo posouzeno centrální zásobování teplem s tepelnými čerpadly. Čistá současná hodnota byla v obou případech záporná. Investice nebyla v žádném případě nenávratná. Pokud by se jednalo o připojení objektu do CZT, nepodařilo bych v tomto případě se od CZT odpojit kvůli ekonomické neprokatelnosti dle zákona o ochraně ovzduší § 16 odst. 7 č. 201/2012 Sb.

Investice z ekonomického hlediska byla nevýhodná.

10 Vyhodnocení ekologického dopadu

10.1 Úvod do posuzování životního cyklu – Life-cycle assessment (LCA)

LCA je strukturovaný a mezinárodně standardizovaný nástroj, který se řídí normami environmentálního managementu: ISO 14040:2006 – Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework a ISO 14044:2006 – Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines. Hlavním úkolem této metody je kvantifikace emisí, spotřeb surovin, hodnocení životního prostředí a také zdravotních dopadů spojených s procesy, produkty nebo činnostmi. Tato metoda pomáhá z environmentálního hlediska identifikovat konkrétní místa v životním cyklu pro zlepšení. Pomáhá získat dostatečné informace pro rozhodování v marketingu, průmyslu a společnostech z hlediska stanovení priorit a návrhů produktu nebo procesu. [59]

Metoda LCA posuzuje celý životní cyklus produktu od těžby surovin, výroby až do využití a konečné likvidace nebo recyklace, včetně všech kroků distribuce. Ekologický životní cyklus produktu pokračuje, i když jeho životní cyklus skončil. LCA je rozdělen do čtyř kroků:

- Definice cíle a rozsahu
- Inventarizační analýza životního cyklu – LCI
- Hodnocení dopadu životního cyklu – LCIA
- Interpretace [59]

10.1.1 Definice cíle a rozsahu

V první fázi byly přesně definovány předmět výzkumu, cíle analýzy, předpoklady a ohraničení. Měly by být tedy určeny hranice, dle nichž se zvolí procesy a rozsah analýzy. Zohlednily se navíc požadavky na kvalitu dat, fáze životního cyklu a výběr kategorie dopadů. [59]

10.1.2 Inventarizační analýza životního cyklu – LCI

Druhá fáze zahrnovala sběr dat týkajících se vstupů materiálů, energie a všech výstupů, a to včetně exhalace do vzduchu, vody a zeminy. Veškerá data musela být vztažena k funkční jednotce definované v první fázi. Data mohla být představena v tabulkách a již v této fázi bylo možné provést předběžné hodnocení. Výsledkem inventarizační analýzy bylo poskytnutí informace o všech vstupech a výstupech ve formě elementárního proudu do a z životního prostředí ze všech procesů, které byly zapojeny do studie. [59]

10.1.3 Hodnocení dopadu životního cyklu – LCIA

Třetí fáze byla zaměřena na vyhodnocení dopadů na životní prostředí kvantifikovaných v LCI. V této fázi bylo určeno, co přesně se bude měřit. Například mohl být zhodnocen dopad produktu na změnu klimatu v ekvivalentu CO₂, potenciál toxicity pro člověka měřený v ekvivalentu 1,4-DB (1,4 dichlorbenzenu) nebo se environmentální náklady vypočítaly ve měně. Nejčastěji se hodnotila toxicita pro člověka, potenciál globálního oteplování, eko toxicita, acidifikace oceánů a eutrofizace. Důležitá byla kritéria jako recyklovatelnost produktu a přínosy recyklace pro životní prostředí. Hodnota každého dopadu na životní prostředí by měla být přiřazena k vybraným kategoriím dopadu specifikovaných v LCI. [59]

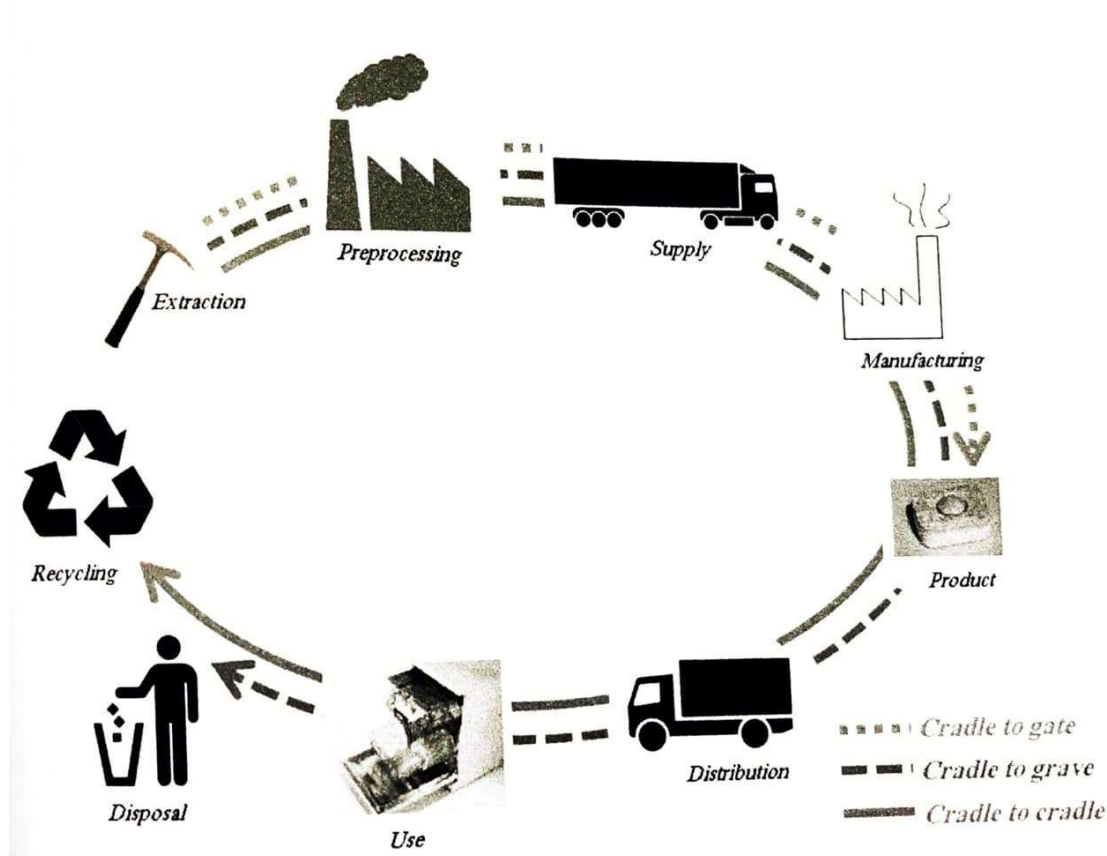
10.1.4 Interpretace

Čím více údajů bylo zohledněno, tím spolehlivější byly závěry a doporučení. Pro přesnější interpretace musela být vhodně vybrána, spolehlivě měřena a správně analyzována data. Závěry a doporučení závisely na cílech stanovených v první fázi. [59]

10.1.5 Hranice

Bylo již uvedeno, že LCA se zabývá několika fázemi: těžbou materiálů, zpracováním a výrobou, využitím produktu a likvidací nebo recyklací produktu. Při identifikaci prvků, které mají negativní dopad na životní prostředí, je možné se na tyto prvky zaměřit a snížit je, nebo odstranit ty dopady v každé jednotlivé fázi, které jsou nejvíce škodlivé, a tím snížit

negativní vliv na životní prostředí. Proto bylo důležité vymezit konkrétní fáze, které v cyklu probíhaly. [59]



Obr. 15 Rámec posuzování životního cyklu [59]

Kromě toho musely být určeny hranice životního cyklu dle stanovených cílů výzkumu v první fázi „*Definice cíle a rozsahu*“. Nejběžnější volbou hranic byly „cradle-to-cradle“ a „cradle-to-grave“. Níže jsou zohledněny další možné volby hranic:

- „Cradle-to-grave“ – jedná se o kompletní posouzení životního cyklu od těžby suroviny („kolébky“) až do fáze využití a likvidace („hrob“)
- „Cradle-to-cradle“ – jedná se o zvláštní typ hodnocení, kdy jsou posuzovány stejné fáze jako v „Cradle-to-grave“, avšak místo fáze likvidace se používá fáze recyklace, jde o 100% využití odpadu
- „Cradle-to-gate“ – jedná se o částečný životní cyklus produktu, který zahrnuje těžbu suroviny („kolébku“) a přepravu do továrny (před distribucí ke spotřebiteli). Jsou zde vynechány kroky využití a likvidace produktu

- „Gate-to-gate“ – zahrnuje pouze jeden proces v rámci celého výrobního řetězce (např. zpracování v továrně)
- „Well-to-wheel“ – jedná se přepravu pohonných hmot a vozidel. Vztahuje se na celý proces toku energie, od těžby zdroje energie až po samotné využití vozidla. [59]

10.2 Simulace životního procesu

V této kapitole bylo provedeno posouzení životního cyklu pro zdroje tepla: TČ „vzduch-voda“, TČ „země-voda“ a plynový kotel. V simulaci byly zohledněny jen zdroje tepla bez zásobníků teplé vody a vytápěcí soustavy. Pomocí softwaru SimaPro 8 Analyst, který obsahuje sadu procesů a datových souborů, byly vybrány procesy odpovídající životnímu cyklu zdrojů, jež byly popsány v předchozích kapitolách.

Z databáze byly vybrány Ecoinvent 3 a analytická metoda ReCiPe. V softwaru byly analyzovány fáze LCI a LCIA s cílem zhodnotit vliv na životní prostředí a zdraví člověka. Pro přesnost analýzy musely být vybrány hranice životního cyklu. Pro účely této práce nebylo nutné zabývat se využitím produktu po likvidaci, proto byl navržen cyklus „Cradle-to-grave“.

10.2.1 SimaPro 8 Analyst

SimaPro 8 Analyst je jeden z nejpoužívanějších softwarů pro hodnocení životního cyklu – LCA. Je profesionálním nástrojem pro shromažďování, analýzu a monitoring udržitelnosti produktů a služeb. V softwaru jsou integrovány různé databáze jako Ecoinvent 3, Agri-footprint atd. Simapro zahrnuje nástroj pro vyhodnocení dopadu na životní prostředí a lidské zdraví a identifikuje místa s největší spotřebou surovin a energie. [60]

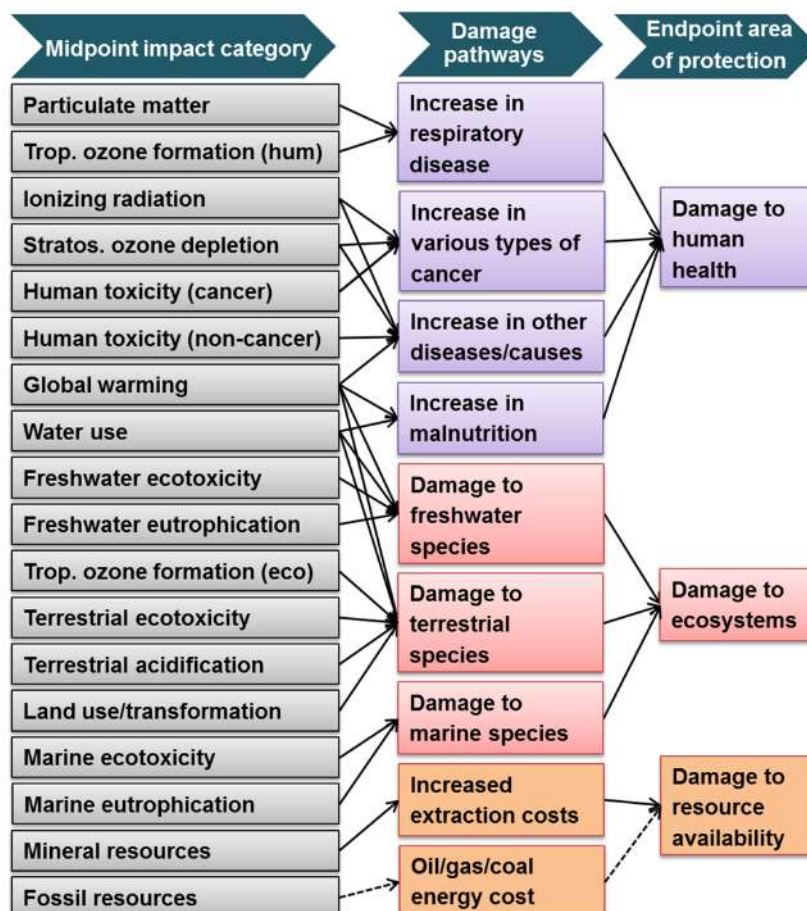
10.2.2 Ecoinvent 3

Databáze Ecoinvent je jedna z největších databází na trhu a je vyhovujícím zdrojem dat pro posouzení životního cyklu dle norem ISO 14040 a 14044. Základní kostrou databáze jsou datové sady inventarizace LCI, které představují jednotlivé procesy. Datové sady Ecoinvent zahrnují různé oblasti jako energie, těžbu surovin, dopravu, stavební materiály,

elektroniku, zpracování odpadu atd. Veškeré soubory dat jsou propojené. Tato softwarová databáze obsahuje materiálová a energetická data pro vstupy a výstupy do životního cyklu produktu. Suroviny a energie jsou vstupem do životního cyklu produktu a odpady a emise do vody, vzduchu a zeminy jsou výstupem [61]

10.2.3 ReCiPe 2016

ReCiPe je metoda pro hodnocení dopadu životního cyklu LCIA. Tato metoda se rozděluje do dvou úrovní: středové ukazatele a koncové ukazatele. Středové ukazatele se zaměřují na jednotlivé problémy životního prostředí jako změnu klimatu, spotřebu fosilních paliv, toxickou nebezpečnost pro člověka atd. (viz Obr. 16). Koncové ukazatele zohledňují dopad na životní prostředí na třech úrovních: nepříznivé ovlivňování lidského zdraví, dopad na životní prostředí a spotřeba surovin. Výsledky LCIA při převádění středových ukazatelů na koncové výrazně zjednodušují interpretaci, v důsledku převodu se navíc zvyšuje nejistota výsledků. [62]



Obr. 16 Struktura metody ReCiPe 2016 [62]

10.2.4 Vstupní údaje

Procesy v softwaru byly vybrány tak, aby byly podobné údajům referenčního RD. Základní spotřeba tepla pro vytápění byla 8,907 kW, roční spotřeba tepla pro vytápění a ohřev TUV byla 20 MWh (72,0 GJ) a vytápěcí systém byl navržen pro podlahové vytápění s teplotním spádem 45 °C/40 °C. TČ byla navržena s výkonem 8 kW, plynový kotel 2–12 kW a elektrický kotel 12 kW. Hodnocení zdrojů bylo vztaženo k celkové produkci tepla za celý životní cyklus TČ „země–voda“, což bylo 400 MWh.

Proces tepelného čerpadla „vzduch–voda“

Datový soubor: *Heat, air-water heat pump 10kW {Europe without Switzerland} | production | APOS, U (Vytápění tepelným čerpadlem "vzduch-voda" 10kW {Evropa bez Švýcarska} | výroba tepla, tepelné čerpadlo vzduch-voda 10kW | APOS, U)*

Tento datový soubor představuje výrobu tepla TČ „vzduch-voda“ pro RD v Evropě kromě Švýcarska. Datový soubor je založen na jednotce TČ provozovaného ve Švýcarsku a extrapolovaného na evropské podmínky. Tento proces zahrnuje TČ s výkonem 10 kW a sezónním faktorem výkonu (SCOP) 2,8. Předpoklad životnosti zdroje je 20 let. Soubor dat je založen na následujících referenčních hodnotách: typizovaný RD s požadavkem na vytápění 10 kW, roční spotřebou tepla pro vytápění 20 MWh a nízkoteplotní soustavou distribuce tepla 50/40 °C. Navíc datový soubor zahrnuje chladivo R134a a přívod elektřiny. Tato datová sada nezahrnuje rozvody tepla v RD ani akumulční zásobník tepla. [73]

Proces tepelného čerpadla „země–voda“

Datový soubor: *Heat, borehole heat pump {Europe without Switzerland} | heat production, borehole heat exchanger, brine-water heat pump 10kW | APOS, U (Vytápění tepelným čerpadlem "země-voda" {Evropa bez Švýcarska} | výroba tepla, vrtný výměník, tepelné čerpadlo země-voda 10kW | APOS, U)*

Tento datový soubor představuje výrobu tepla TČ „země–voda“ a vrtem pro typizovaný RD v Evropě. Datový soubor, stejně jako v přechozím bodě, zahrnuje jednotku TČ „země–voda“ provozovaného ve Švýcarsku a extrapolovaného na evropské podmínky.

TČ je s výkonem 10 kW a sezónním faktorem výkonu (SCOP) 3,9. Životnost se předpokládá na 20 let pro TČ a 50 let pro vrt. Soubor dat je založen na následujících referenčních hodnotách: typizovaný RD s požadavkem na vytápění 10 kW, roční spotřebou tepla pro vytápění 20 MWh a nízkoteplotní soustavou distribuce tepla 50/40 °C. Navíc datový soubor zahrnuje emise chladiva během provozu a přívod elektřiny [73]

Proces plynového kotle

Datový soubor: *Heat, natural gas {Europe without Switzerland} | heat production, natural gas, at boiler condensing modulating <100kW | APOS, U (Vytápění zemním plynem {Evropa bez Švýcarska} | výroba tepla, zemní plyn, kondenzační kotel <100kW | APOS, U)*

Tento datový soubor představuje výrobu tepla plynovým kondenzačním kotlem pro typizovaný RD v Evropě. Datový soubor zahrnuje jednotku plynového kotle provozovaného ve Švýcarsku a extrapolovaného na evropské podmínky. Datový soubor zahrnuje plyn z nízkotlaké sítě a elektřinu potřebnou pro provoz zdroje. [73]

Proces elektrického kotle

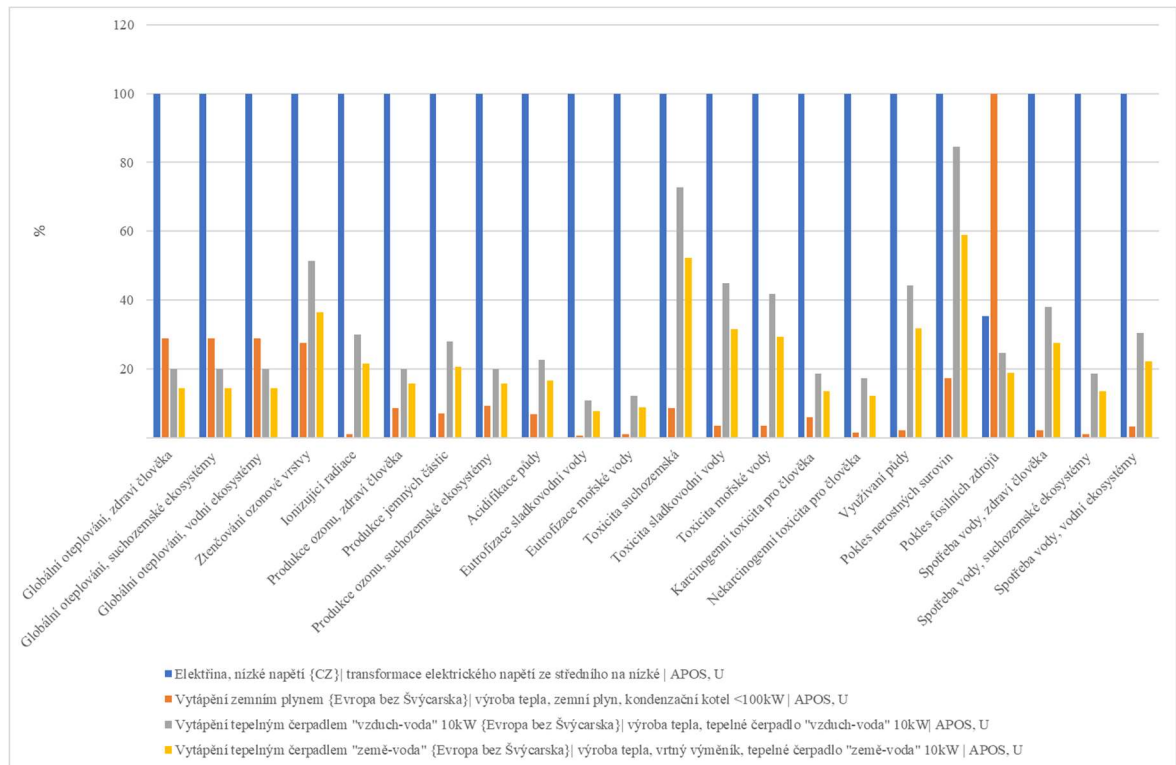
Datový soubor: *Electricity, low voltage {CZ} | electricity voltage transformation from medium to low voltage | APOS, U (Elektřina, nízké napětí {CZ} | transformace elektrického napětí ze středního na nízké | APOS, U)*

V databázi neexistuje soubor výroby tepla elektrickým zdrojem, proto byl pro srovnání posuzován přívod elektrické energie nízkého napětí v České republice. Tento soubor představuje transformaci elektrického napětí ze středního na nízké. Datový soubor zahrnuje ztráty během transformace napětí. [73]

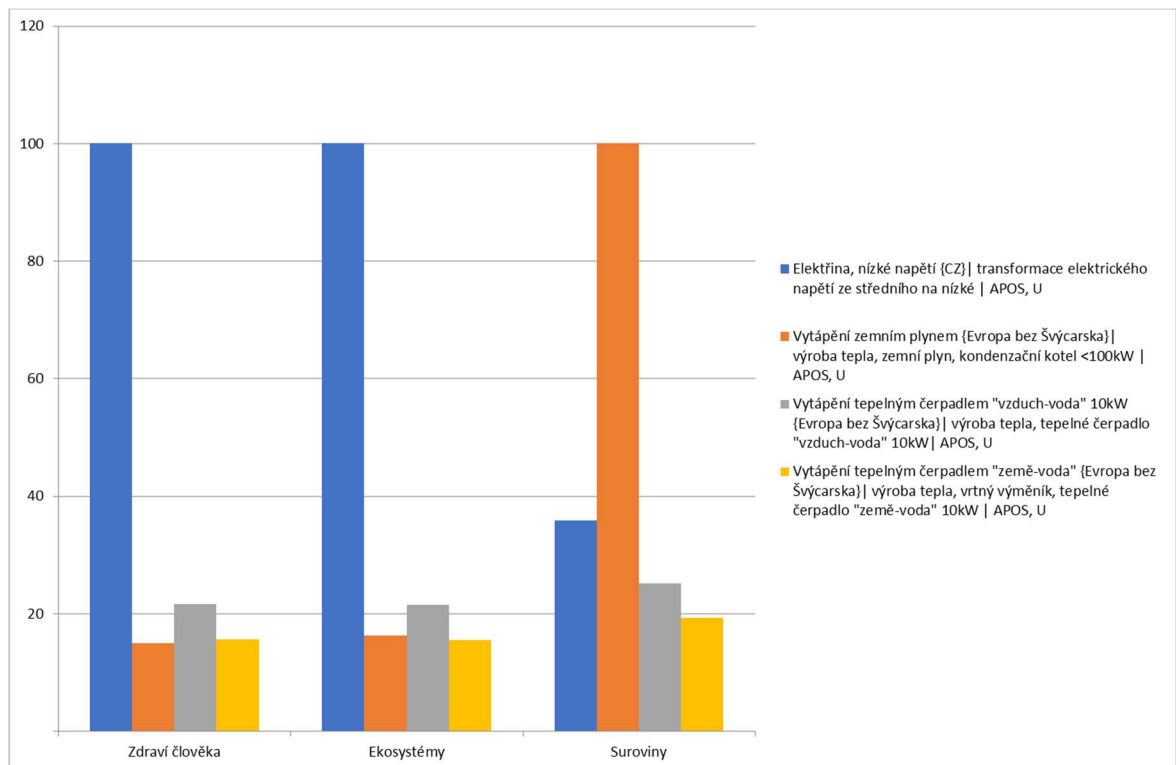
10.2.5 Simulace v SimaPro 8 Analyst

V programu SimaPro 8 Analyst bylo provedeno srovnání procesů všech 4 variant, které byly uvedeny v 10.2.4. Jednalo se o zohlednění celého životního cyklu a s tím spojenou spotřebu energie za celou životnost. V simulaci byla posuzována životnost zdrojů 20 let a

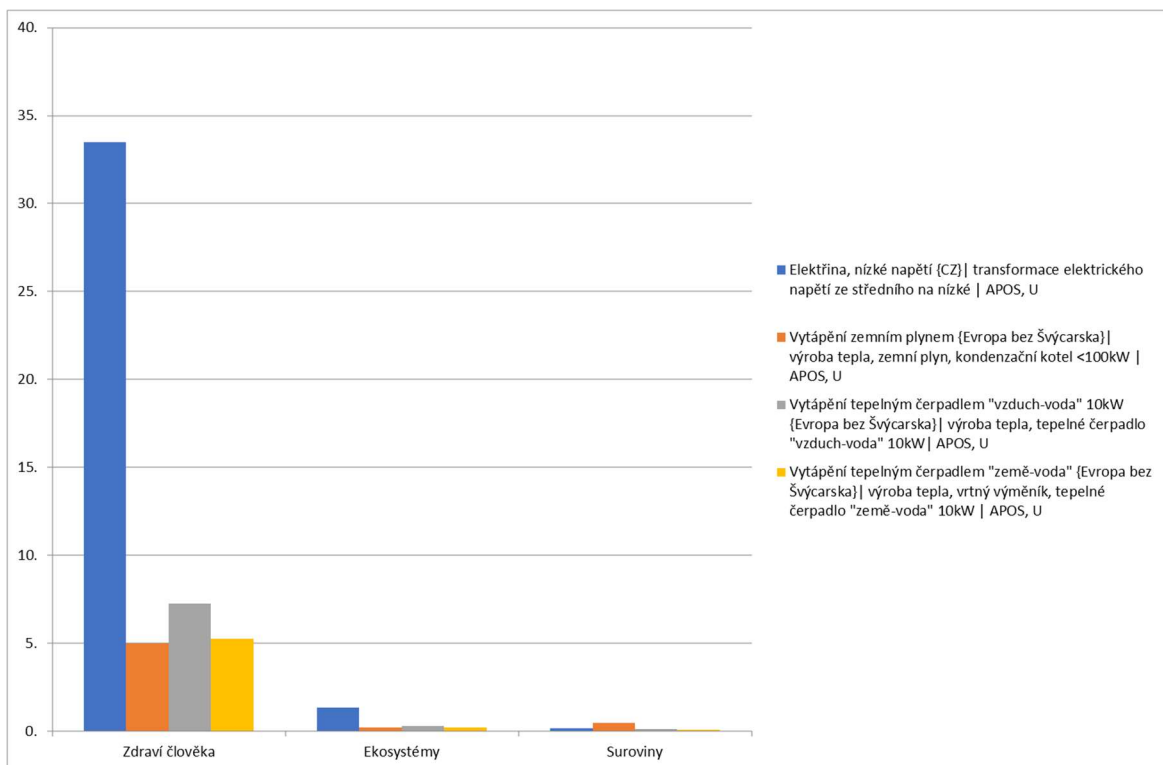
dále celkově za cyklus, kdy jeden cyklus představoval spotřebu 400 MWh (celková roční spotřeba byla 20 MWh).



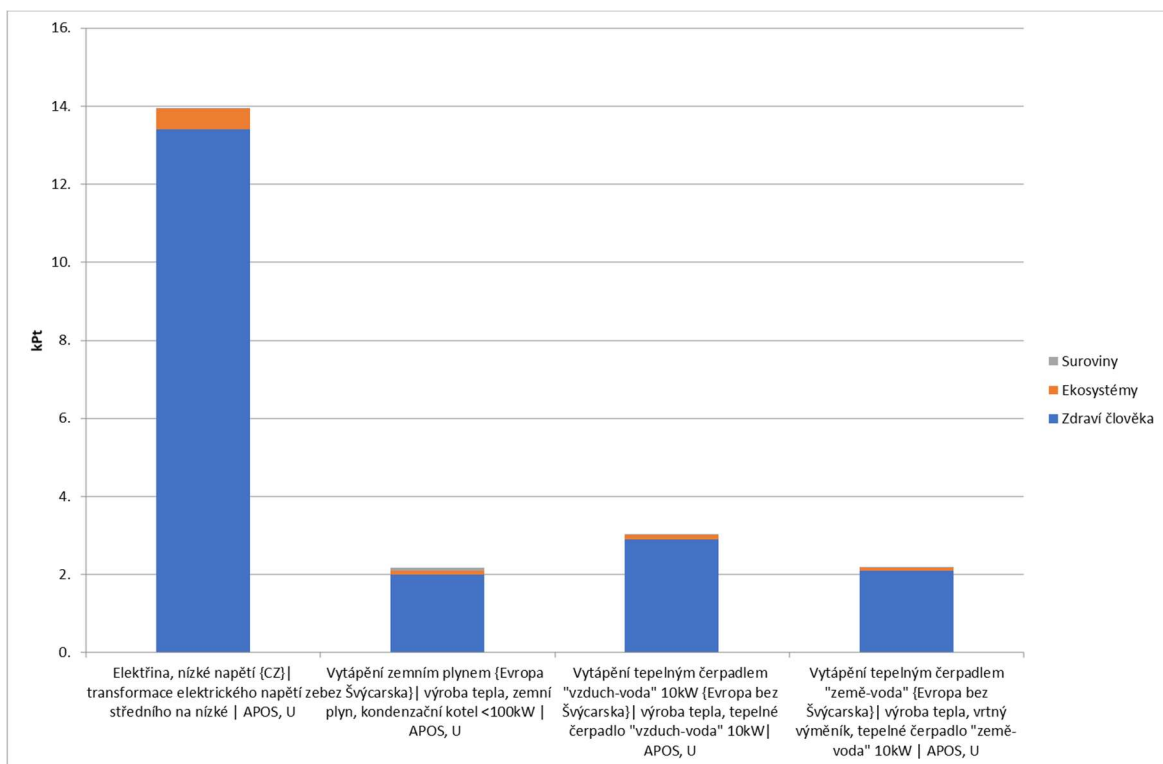
Obr. 17 Porovnání zdrojů – charakterizace (zdroj [výstup ze SimaPro 8])



Obr. 18 Porovnání zdrojů – posouzení škod (zdroj [výstup ze SimaPro 8])



Obr. 19 Porovnání zdrojů – vážení (zdroj [výstup ze SimaPro 8])



Obr. 20 Porovnání zdrojů – celkový výsledek (zdroj [výstup ze SimaPro 8])

10.2.6 Vyhodnocení výsledků SimaPro 8 Analyst

Varianta zdroje energie – elektrokotel

Z „Obr. 20 Porovnání zdrojů – celkový výsledek“ je patrné, že využití elektrické energie vede k největším dopadům na zdraví člověka ve srovnání s ostatními zdroji a zároveň má oproti ostatním variantám největší vliv na životní prostředí. Hodnota v celkovém výsledku je 14 kPt (Pt – points), což je 7krát více než ostatní zdroje. Jednotlivé dopady podrobně rozebírají středové ukazatele „Obr. 17 Porovnání zdrojů – charakterizace“. Je tedy jasně patrné, že elektrická energie má největší dopad téměř na všechny ukazatele

Z enviromentálního hlediska využívání elektrického kotle bylo nevýhodné.

Varianta zdroje energie – plynový kotel

Dle „Obr. 20 Porovnání zdrojů – celkový výsledek“ je varianta s plynovým kotlem výhodnější oproti elektrickému kotli a TČ „vzduch-voda“. Nicméně z „Obr. 17 Porovnání zdrojů – charakterizace“ a „Obr. 18 Porovnání zdrojů – posouzení škod“ je patrné, že plynový kotel má podílově největší dopad na vyčerpání fosilních zdrojů. Ze středních ukazatelů Obr. 17 a Obr. 18 lze také vidět, že plynový kotel má větší dopad na globální oteplování (zdraví člověka, suchozemské ekosystémy a sladkovodní ekosystémy) než TČ.

Z enviromentálního hlediska využívání plynového kotle bylo nevýhodné.

Varianta zdroje energie – tepelné čerpadlo „vzduch-voda“

Z „Obr. 20 Porovnání zdrojů – celkový výsledek“ je patrné, že varianta s TČ „vzduch-voda“ má větší vliv na zdraví člověka než plynový kotel a TČ „země-voda“. Ze středových ukazatelů Obr. 17 a Obr. 18 TČ lze vyčíst, že TČ „vzduch-voda“ má značný dopad na životní prostředí a přírodní zdroje jako například: nerostné suroviny, ozonová vrstva, suchozemská toxicita, sladkovodní toxicita, mořská toxicita a využívání půdy.

Je nutné si uvědomit, že TČ využívá elektrickou energii a množství využití elektrické energie záleží na koeficientu COP, který je v případě TČ „vzduch-voda“ variabilní hodnota, měnící se v závislosti na venkovní teplotě. Čím větší koeficient COP, tím výhodnější je tato varianta z environmentálního hlediska.

Z environmentálního hlediska využívání TČ „vzduch-voda“ bylo nevýhodné.

Varianta zdroje energie – tepelné čerpadlo „země-voda“

Při srovnání jednotlivých grafů viz Obr. Až Obr. 20 je patrné, že obě varianty TČ figurují ve stejných ukazatelích, a to jak už jde o dopad na zdraví člověka, životní prostředí, nepřirodní zdroje. Ovšem varianta TČ „země-voda“ má v každém sledovaném ukazateli prokazatelně nižší dopad. Pravděpodobně je to díky koeficientu COP, který se v případě využití TČ „země-voda“ nemění v závislosti na venkovní teplotě, ale je konstantní hodnotou.

Z environmentálního hlediska využívání TČ „země-voda“ bylo výhodné.

Je však nutné si uvědomit, že využití metody posuzování životního cyklu (LCA) je spojeno s kritikou v podobě vysoké úrovně nejistoty, která vyplývá z povahy této metody. LCA počítá s velkým množstvím proměnných, kdy kvalita a kvantita dat mohou do značné míry ovlivnit výsledek, případně vést k vysoké variabilitě těchto výsledků. Nesrovnalost v datech může vést k tomu, že dvě nezávislé studie analyzující stejné produkty mohou generovat velmi odlišné výsledky.

11 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo ekonomické vyhodnocení použití různých zdrojů energie pro vytápění rodinného domu. Kromě klasických zdrojů energie jako plynový kotel a elektrický kotel, byla hodnocena ekonomická výhodnost alternativních zdrojů energie jako tepelné čerpadlo, v provedení „vzduch-voda“ a „země-voda“.

Pro potřeby komparace byl vybrán referenční rodinný dům s typickými rozměry a tepelnou ztrátou pro středně velkou rodinu v České republice.

Při ekonomickém vyhodnocení byly zváženy investiční a provozní náklady s přihlédnutím k faktoru času, kde byly zohledněny předpoklady kolísání cen nákupu plynu a elektřiny z minulosti do současnosti. Přičemž jako hlavní kritérium pro vyhodnocení investice byla určena čistá současná hodnota navrženého řešení.

Na základě provedených výpočtů se z ekonomického hlediska jevil nejvýhodnější volbou na území bez připojení k plynu vytápění rodinného domu tepelným čerpadlem typu „vzduch – voda“ a „země – voda“. Při srovnání s elektrickým kotlem byla čistá současná hodnota u obou variant kladná a diskontní doba návratnosti u typu „vzduch – voda“ byla 4 roky a u typu „země – voda“ byla 8 let.

Nicméně díky malým investičním nákladům a relativně příznivým cenám za plyn, na území s provedenou plynifikací zůstává plynový kotel ekonomicky nejvýhodnějším zdrojem vytápění. Při srovnání s plynovým kotlem byla čistá současná hodnota u tepelného čerpadla „země – voda“ po 20 letech kladná, přesto diskontní doba návratnosti nastávala až v 15. roce exploatace. V tomto srovnání byla čistá současná hodnota u tepelného čerpadla „vzduch – voda“ po 20 letech záporná.

Rovněž při zvažování environmentálního dopadu bylo doporučeno tepelné čerpadlo typu „země-voda“. Z pohledu LCA, jednotlivých dopadů na zdraví člověka i vlivu na životní prostředí, bylo tepelné čerpadlo „země-voda“ nejvíce výhodné.

V současné době se Evropská unie, a jejím prostřednictvím také Česká republika, snaží snížit podíl nerostných surovin, především fosilních paliv, potřebných při výrobě elektřiny i tepla. Díky zavádění energetické politiky se značným ohledem na environmentální hlediska bude pokračovat snaha nahradit stávající zdroje výhodnějšími variantami. Tepelná čerpadla tak budou pravděpodobně v následujících letech více podporována díky své environmentálně šetrnější výrobě i provozu.

12 Literatura a použit zdroje

1. Nahlížení do katastru nemovitostí. [online] [cit. 17.10.2021]

Dostupné z: <https://nahlizenidokn.cuzk.cz/>

2. Ministerstvo průmyslu a obchodu. COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITI. GREEN PAPER. A European Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy. [online] [cit. 22.10.2021]

Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/27528/28456/312140/priloha001.pdf>

3. Komise evropských společenství. Sdělení komise Evropské radě a Evropskému parlamentu. Energetická politika pro Evropu. V Bruselu dne 10.1.2007 [online] [cit. 31.10.2021]

Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/30084/32907/347596/priloha001.pdf>

4. Evropská rada, 23.–24. října 2014. RÁMEC POLITIKY V OBLASTI KLIMATU A ENERGETIKY DO ROKU 2030. [online] [cit. 31.10.2021]

Dostupné z: <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-169-2014-INIT/cs/pdf>

5. Ministerstvo průmyslu a obchodu. Národní akční plán energetické účinnosti ČR. [online] [cit. 31.10.2021]

Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/energeticka-ucinnost/strategicke-dokumenty/narodni-akcni-plan-energeticke-ucinnosti-cr--150542/>

6. Ministerstvo průmyslu a obchodu. Vnitrostátní plán České republiky v oblasti energetiky a klimatu. [online] [cit. 31.10.2021]

Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/vnitrostatni-plan-ceske-republiky-v-oblasti-energetiky-a-klimatu--252016/>

7. Státní fond životního prostředí České republiky. Dotace a půjčky. Kotlíková dotace. [online] [cit. 31.10.2021]

Dostupné z: <https://www.sfzp.cz/dotace-a-pujcky/kotlikove-dotace/domacnosti-s-nizsimi-prijmy/>

8. Nová zelená úsporám. Závazné pokyny pro žadatele a příjemce podpory programu Nová zelená úsporám v rámci Národního plánu obnovy. RODINNÉ DOMY. Platné od 21. 9. 2021 [online] [cit. 31.10.2021]

Dostupné z: https://novazelenausporam.cz/files/documents/storage/2021/10/05/1633434577_NZ%C3%9A%20RD%20-%20Z%C3%A1vazn%C3%A9%20pokyny%20pro%20%C5%BEadatele.pdf

9. Roční zpráva o provozu elektrizační soustavy České republiky za rok 2020

Dostupné z: https://www.eru.cz/documents/10540/6616306/Rocni_zprava_provoz_ES_2020.pdf/edc0cb03-700a-43a7-8c08-a1ccb3f2d173 [online] [cit. 19.11.2021]

10. Česká závislost na Rusku: jak změnit dodavatele jaderného paliva, ropy a plynu. [online] [cit. 19.11.2021]

Dostupné z: <https://ekonomickydenik.cz/zavislost-na-rusku-nejsnadneji-lze-zmenit-dodavatele-jaderneho-paliva-problem-je-se-zemnim-plynem/>

11. Eurostat – Energy data, 2020 edition [str. 54] [online] [cit. 06.11.2021]

Dostupné z: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/11099022/KS-HB-20-001-EN-N.pdf/bf891880-1e3e-b4ba-0061-19810ebf2c64?t=1594715608000>

12. Uhlí v České republice [online] [cit. 20.11.2021]

Dostupné z: <https://energetika.tzb-info.cz/19810-uhli-v-ceske-republice>

13. Jaké jsou složky celkové ceny za dodávku elektřiny? [online] [cit. 20.11.2021]

Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energie/208-jake-jsou-slozky-celkove-ceny-za-dodavku-elektřiny>

14. Kalkulátor cen energií. Analýza cen [online] [cit. 06.12.2021]

Dostupné z: <https://kalkulator.tzb-info.cz/cz/analyza-cen-elektricke-energie>

15. Energetický regulační úřad. Výroba elektřiny byla loni nejnižší za 18 let, spotřeba klesla na pětileté minimum [online] [cit. 21.11.2021]

Dostupné z: <https://www.eru.cz/cs/-/vyroba-elektřiny-byla-loni-nejnizsi-za-18-let-spotřeba-klesla-na-petilete-minimum>

16. United Nation. Climate Change. International Emissions Trading. [online] [cit. 21.11.2021]
Dostupné z: <https://unfccc.int/international-emissions-trading>
17. ECX EUA Futures, Continuous Contract #1 (C1) (Front Month) [online] [cit. 21.11.2021]
Dostupné z: https://data.nasdaq.com/data/CHRIS/ICE_C1-ecx-eua-futures-continuous-contract-1-c1-front-month
18. Fakta o klimatu. Uhelný phase-out ve státech EU [online] [cit. 21.11.2021]
Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/uhelny-phaseout-eu>
19. Zápis z 8. zasedání Uhelné komise (20.7.2021) [online] [cit. 24.12.2021]
Dostupné z: https://www.mpo.cz/assets/cz/rozcestnik/ministerstvo/kalendar-akci-vse/2021/8/Zapis-z-jednani-UK-_20-7-2021_.pdf
20. Eurostat - Key figures on Europe, Statistics illustrated, 2020 edition [str. 56] [online] [cit. 06.11.2021]
Dostupné z: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/11432756/KS-EI-20-001-EN-N.pdf/6b9097d9-ea05-a973-d931-c08334db979b?t=1602776043000>
21. RWE Gas storage cz. [online] [cit. 06.11.2021]
Dostupné z: <https://www.net4gas.cz/cz/home/>
22. Energický regulační úřad. ROČNÍ ZPRÁVA O PROVOZU PLYNÁRENSKÉ SOUSTAVY ČESKÉ REPUBLIKY ZA ROK 2020. [str. 13] [online] [cit. 06.11.2021]
Dostupné z: https://www.eru.cz/documents/10540/6657134/Rocni_zprava_provoz_PS_2020.pdf/27ad93d5-d4d1-4843-a0b5-c3ba542186b8
23. Energický regulační úřad. Indikativní cena plynu. (6.12.2021) [online] [cit. 07.12.2021]
Dostupné z: <https://www.eru.cz/-/indikativni-cena-komodity-plyn>

24. Zweifel Peter, Praktiknjo Aaron, Erdmann Georg, Energy economics: theory and applications, Springer International Publishing AG 2017, ISBN 9783662530207, 3662530201 (str. 214)
25. Global Wholesale Gas Price Survey 2021 (str. 50) [online] [cit. 05.12.2021]
Dostupné z: <https://www.igu.org/resources/global-wholesale-gas-price-survey-2021/>
26. Nord Stream. Secure gas supply for Europe. [online] [cit. 24.12.2021]
Dostupné z: <https://www.nord-stream.com/about-us/>
27. European Parliament. The Nord Stream 2 pipeline. Economic, environmental and geopolitical issues. [online] [cit. 24.12.2021]
Dostupné z: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/690705/EPRS_BRI\(2021\)690705_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/690705/EPRS_BRI(2021)690705_EN.pdf)
28. Ropa Brent – ceny a grafy ropy Brent, vývoj ceny ropy Brent 1 barel - 1 rok – měna USD [online] [cit. 05.12.2021]
Dostupné z: <https://www.kurzy.cz/komodity/ropa-brent-graf-vyvoje-ceny/>
29. IEA. Heat Pumps. [online] [cit. 14.11.2021]
Dostupné z: <https://www.iea.org/reports/heat-pumps>
30. Tepelná čerpadla – výsledky statistického zjišťování MPO [online] [cit. 17.10.2021]
Dostupné z: https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/statistika/obnovitelne-zdroje-energie/2019/5/Tepelna-čerpadla_souhrn_1.pdf
31. Ministerstvo pro místní rozvoj ČR. Odbor regionální politiky. Koncepce rozvoje venkova. (str. 21) [online] [cit. 17.10.2021]
Dostupné z: https://www.mmr.cz/getmedia/279d5264-6e9e-4f80-ba4a-c15a26144cd0/Koncepce-rozvoje-venkova_202001.pdf.aspx?ext=.pdf
32. Bašta J., Brož K., Cikhart J., Štorkan M., Valenta V. Topenářská příručka: 120 let topenářství v Čechách. Svazek 1. Praha: Gas, 2001. ISBN 80-86176-82-7, 80-86176-81-9 (soubor), 80-86176-83-5 (sv.2).

33. Specifikace tepelných čerpadel pro využití v TZB [online] [cit. 17.10.2021]
Dostupné z: <https://www.casopisstavbnictvi.cz/clanky-specifikace-tepelnych-cerpadel-pro-vyuziti-v-tzb.html>
34. Český hydrometeorologický ústav. Denní data. Data ze stanic sítě RBCN. [online] [cit. 07.11.2021]
Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/denni-data/data-ze-stanic-site-RBCN#>
35. Projekční podklady a pomůcky – Výpočet tepelných ztrát budov dle ČSN 06 0210:1994. Venkovní výpočtová teplota, průměrná teplota v otopném období, počet dnů otopného období. [online] [cit. 07.11.2021]
Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=podklady&id=2>
36. Ministerstvo průmyslu a obchodu. Změna způsobu vytápění v souvislosti s odpojením od soustavy zásobování tepelnou energií. [online] [cit. 19.12.2021]
Dostupné z: <https://www.mmr.cz/getmedia/e00f3861-e3f2-48b3-8268-9f0852e355d1/Odpojovani-final-web.pdf?ext=.pdf>
37. Technické údaje „*BOSCH – Tronic Heat 3500*“ [online] [cit. 30.10.2021]
Dostupné z: <https://www.bosch-thermotechnology.com/cz/cs/ocs/rodinne-domy-a-byty/tronic-heat-3500-1098090-p/>
38. Technický ceník – jednotlivé kapitoly – PDF. [online] [cit. 30.10.2021]
Dostupné z: <https://www.bosch-thermotechnology.com/cz/cs/rodinne-domy-a-byty/sluzby/dokumentace/ceniky/>
39. Skupina ČEZ, elektřina, smlouva na dobu neurčitou, domácnosti [online] [cit. 07.11.2021]
Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/elektrina-2021/moo/web_new-cenik_elektrina_dobu_neurcitou_moo_202110_predi.pdf

40. PREDistribuce. Stav HDO [online] [cit. 15.11.2021]
Dostupné z: <https://www.predistribuce.cz/cs/potrebuji-zaridit/zakaznici/stav-hdo/>
41. Основные неисправности электродкотлов и их ремонт [online] [cit. 05.12.2021]
Dostupné z: <https://kotle.ru/elektrokotly/remont-elektricheskikh-kotlov>
42. Водонагреватель косвенного нагрева: плюсы и минусы, устройство и подключение [online] [cit. 29.11.2021]
Dostupné z: <http://vodotopim.com/vodoprovod/vodonagrev-kosven.php>
43. Kotel na klíč. Revize kotlů [online] [cit. 05.12.2021]
Dostupné z: <https://www.kotelnaklic.cz/revize-kotlu/>
44. BAXI. Luna Platinum+. [online] [cit. 30.11.2021]
Dostupné z: <https://www.baxi.cz/kondenzacni-plynovye-kotle/luna-platinum-plus/>
45. BAXI. Ceníky. Kompletní ceník BAXI 10-2022 [online] [cit. 30.11.2021]
Dostupné z: <https://www.baxi.cz/ceniky/>
46. Pražská plynárenská. Garance 1 rok. Ceník plynu kategorii maloobděl/domácnost [online] [cit. 05.12.2021]
Dostupné z: https://www.ppas.cz/sites/default/files/ceniky/2021/38w_2022_01_Cen%C3%ADk_PPD_Garance1.pdf
47. Реальный срок службы котла и как продлить его работу [online] [cit. 28.11.2021]
Dostupné z: <https://kotle.ru/gazovye-kotly/srok-sluzhby-gazovogo-kotla>
48. NIBE F2040 – Technické údaje [online] [cit. 07.11.2021]
Dostupné z: <https://www.nibe.cz/tepelna-cerpadla-vzduch-voda/tepelne-cerpadlo-nibe-f2040#ke-stazeni>
49. NIBE VVM 320 - Návod k instalaci [online] [cit. 07.11.2021]
Dostupné z: <https://www.nibe.cz/systemove-vnitri-jednotky-a-regulace/nibe-vvm-320-vnitri-systemova-jednotka#ke-stazeni>

50. NIBE. Ceník [online] [cit. 07.11.2021]

Dostupné z: <https://www.nibe.cz/cenik>

51. Проблемы использования теплового насоса в системе отопления и рекомендации по их устранению. Базулин А. С. Липатов М. С. [online] [cit. 12.12.2021]

Dostupné z: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-ispolzovaniya-teplovogo-nasosa-v-sisteme-otopleniya-i-rekomendatsii-po-ih-ustraneniyu>

52. Základní zásady návrhu plošného zemního kolektoru pro tepelné čerpadlo země/voda. [online] [cit. 09.11.2021]

Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/10178-zakladni-zasady-navrhu-plosneho-zemniho-kolektoru-pro-tepelne-cerpadlo-zeme-voda>

53. NIBE F1126 – Návod k instalaci [online] [cit. 07.11.2021]

Dostupné z: <https://www.nibe.cz/tepelna-cerpadla-zeme-voda/tepelne-cerpadlo-nibe-f1126#ke-stazeni>

54. Inflace, spotřebitelské ceny. [online] [cit. 28.11.2021]

Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/inflace_spotrebitelske_ceny

55. Prognóza ČNB – podzim 2021 (zveřejněná 4. 11. 2021) [online] [cit. 03.12.2021]

Dostupné z: <https://www.cnb.cz/cs/menova-politika/prognoza/>

56. ČNB zvyšuje úrokové sazby [online] [cit. 04.12.2021]

Dostupné z: <https://www.cnb.cz/cs/cnb-news/tiskove-zpravy/CNB-zvysuje-urokove-sazby-00014/>

57. Analýza cen elektrické energie [online] [cit. 21.11.2021]

Dostupné z: <https://kalkulator.tzb-info.cz/cz/analyza-cen-elektricke-energie>

58. Pražská teplárenská. Příloha č. 4: Cenová pravidla pro tepelnou energii a nosná média. [online] [cit. 21.12.2021]

Dostupné z: <https://www.ptas.cz/data/folders/cenik-tepelne-energie-teple-vody-a-nosnych-medii-platny-od-1-12-2021-ceny-s-dph-f171.pdf>

59. Klemeš, Jiří, Assessing and measuring environmental impact and sustainability. 2015. ISBN 012799968X, 9780127999685 (str.134)

60. SimaPro. About SimaPro. [online] [cit. 21.12.2021]

Dostupné z: <https://simapro.com/about/>

61. SimaPro. Ecoinvent. [online] [cit. 21.12.2021]

Dostupné z: <https://simapro.com/databases/ecoinvent/>

62. ReCiPe 2016 v1.1 A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level. Report I: Characterization

Dostupné z: https://pre-sustainability.com/legacy/download/Report_ReCiPe_2017.pdf

13 Seznam použitých zákonů a norem

63. Zákon č. 165/2012 Sb. Zákon o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů [online] [cit. 21.11.2021]

Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-165>

64. Zákon č. 458/2000 Sb. Zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon)

Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-458>

65. Zákon č. 201/2012 Sb. Zákon o ochraně ovzduší.

Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-201#cast4>

66. Zákon č. 406/2000 Sb. Zákon o hospodaření energií

Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-406#cast1>

67. Zákon č. 254/2001 Sb. Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)

[online] [cit. 14.11.2021]

Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254#cast1>

68. Zákon č. 61/1988 Sb. Zákon České národní rady o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě. [online] [cit. 14.11.2021]

Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1988-61>

69. Vyhláška č. 104/1988 Sb. Vyhláška Českého báňského úřadu o racionálním využívání výhradních ložisek, o povolování a ohlašování hornické činnosti a ohlašování činnosti prováděné hornickým způsobem. [online] [cit. 14.11.2021]

Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1988-104>

70. Vyhláška č. 34/2016 Sb. Vyhláška o čištění, kontrole a revizi spalinové cesty

Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-34>

ČSN EN 14511-1: Klimatizátory vzduchu, jednotky pro chlazení kapalin, tepelná čerpadla pro ohřívání a chlazení prostoru a procesní chladiče, s elektricky poháněnými kompresory

ČSN 06 0210 - Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění

DIN - VDI 4640 BLATT 5 - Thermische Nutzung des Untergrunds

14 Jiné zdroje

71. Konzultace s manažerem technické podpory “*NIBE. s.r.o.*“

72. Konzultace s vedoucím projekce “*GEROtop spol. s.r.o.*“

73. Informace z programu “*SimaPro 8 Analyst*“

15 Seznam obrázků

Obr. 1 Podíl paliv a technologií na výrobě elektřiny brutto - 2020 [9]	22
Obr. 2 Průběh cen elektřiny v EUR (€) pro domácnost od roku 2007 do roku 2021 [11] ..	24
Obr. 3 Ceník emisních povolenek v EUR za tunu CO ₂ [17].....	25
Obr. 4 Uhelný phase-out ve státech EU [18]	26
Obr. 5 Původ importu plynu 2018 [20]	26
Obr. 6 Spotřeba plynu podle sektoru v r. 2018 [11]	27
Obr. 7 Přepavní soustava [21]	28
Obr. 8 Průběh cen plynu v EUR pro domácnost od 2007 do 2021 roku [11].....	30
Obr. 9 Vývoj cen ropy Brent za 1 barel od 1. 10. do 20. 12. 2021 [28]	31
Obr. 10 Počet prodaných tepelných čerpadel celkem a dle typu [30]	33
Obr. 11 Množství dnů v roce při teplotě nižší než -7 °C [34].....	36
Obr. 12 Principiální schéma zapojení TČ s VVM 320 [49]	46
Obr. 13 Prognóza ČNB – podzim 2021 (zveřejněna 4. 11. 2021) [55]	55
Obr. 14 Grafické porovnání investic (zdroj [vlastní zpracování]).....	67
Obr. 15 Rámec posuzování životního cyklu [59]	70
Obr. 16 Struktura metody ReCiPe 2016 [62]	72
Obr. 17 Porovnání zdrojů – charakterizace (zdroj [výstup ze SimaPro 8]).....	75
Obr. 18 Porovnání zdrojů – posouzení škod (zdroj [výstup ze SimaPro 8])	75
Obr. 19 Porovnání zdrojů – vážení (zdroj [výstup ze SimaPro 8]).....	76
Obr. 20 Porovnání zdrojů – celkový výsledek (zdroj [výstup ze SimaPro 8])	76

16 Seznam tabulek

Tab. 1 Navrhovaný hlavní jistič objektu (zdroj [Technická zprava projektu])	14
Tab. 2 Celková roční platba za elektřinu (zdroj [vlastní zpracování])	41
Tab. 3 Rekapitulace cen elektrického kotle (zdroj [vlastní zpracování])	42
Tab. 4 Celkové konečné ceny dodávky zemního plynu (zdroj [vlastní zpracování]).....	43
Tab. 5 Rekapitulace cen plynového kotle (zdroj [vlastní zpracování])	45
Tab. 6 Investiční náklady – Tepelné čerpadlo „vzduch – voda“ (zdroj [vlastní zpracování])	47
Tab. 7 Celková roční platba za elektřinu – Tepelné čerpadlo „vzduch – voda“ (zdroj [vlastní zpracování])	48
Tab. 8 Rekapitulace cen tepelného čerpadla „vzduch – voda“ (zdroj [vlastní zpracování])	49
Tab. 9 Investiční náklady – Tepelné čerpadlo „země – voda“ (zdroj [vlastní zpracování])	51
Tab. 10 Celková roční platba za elektřinu – Tepelné čerpadlo „země – voda“ (zdroj [vlastní zpracování])	52
Tab. 11 Rekapitulace cen tepelného čerpadla „země – voda“ (zdroj [vlastní zpracování])	53
Tab. 12 Rekapitulace investičních a provozních nákladů (zdroj [vlastní zpracování]).....	58
Tab. 13 Výpočet čisté současné hodnoty (NPV), porovnání plynového kotle s elektrickým kotlem (zdroj [vlastní zpracování]).....	59
Tab. 14 Výpočet čisté současné hodnoty (NPV), porovnání TČ „vzduch-voda“ s plynovým kotlem (zdroj [vlastní zpracování]).....	60
Tab. 15 Výpočet čisté současné hodnoty (NPV), porovnání TČ „země-voda“ s plynovým kotlem (zdroj [vlastní zpracování]).....	60
Tab. 16 Výpočet čisté současné hodnoty (NPV), porovnání elektrického kotle s plynovým kotlem (zdroj [vlastní zpracování]).....	61
Tab. 17 Výpočet čisté současné hodnoty (NPV), porovnání TČ „vzduch-voda“ s elektrickým kotlem (zdroj [vlastní zpracování]).....	62
Tab. 18 Výpočet čisté současné hodnoty (NPV), porovnání TČ „země-voda“ s elektrickým kotlem (zdroj [vlastní zpracování]).....	62
Tab. 19 Výpočet čisté současné hodnoty (NPV), porovnání TČ „vzduch-voda“ s centrálním zásobováním teplem (zdroj [vlastní zpracování])	64
Tab. 20 Výpočet čisté současné hodnoty (NPV), porovnání TČ „země-voda“ s centrálním zásobováním teplem (zdroj [vlastní zpracování]).....	64

Tab. 21 Porovnání s plynovým kotlem (zdroj [vlastní zpracování])	65
Tab. 22 Porovnání s elektrickým kotlem (zdroj [vlastní zpracování])	65
Tab. 23 Porovnání s centrálním zásobováním teplem (CZT) (zdroj [vlastní zpracování]) .	67

17 Použitý software

SimaPro 8 Analyst

Microsoft Excel

18 Seznam příloh

Příloha 1 – Elektrický kotel

Příloha 2 – Plynový kotel

Příloha 3 – Tepelné čerpadlo „vzduch – voda“

Příloha 4 – Tepelné čerpadlo „země – voda“

Příloha 5 – Situační výkres

Příloha 6 – Pohledy

Příloha 1

Elektrický kotel

Investiční náklady						
PČ	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem bez DPH [CZK]	Cena celkem s DPH 15% [CZK]
Náklady z rozpočtu					55,360.00	63,664.00
01: Kotelny a strojovny						
1	Elektrokotel Tronic Heat 3500 - 12	soubor	1	16,900.00	16,900.00	19,435.00
2	Stacionární nepřímě ohříváný zásobník W 160-5 P1 B	soubor	1	23,100.00	23,100.00	26,565.00
3	Propojovací potrubí mezi kotlem a otopnou soustavou	soubor	1	1,290.00	1,290.00	1,483.50
02: Armatury						
4	Modul pro řízení kotle nadřazenou regulací (včetně čidla venkovní teploty)	kus	1	5,600.00	5,600.00	6,440.00
5	Redukční ventil TV	kus	1	1,150.00	1,150.00	1,322.50
6	Teplotní čidlo TV	kus	1	1,580.00	1,580.00	1,817.00
7	Teplotní čidlo kotel	kus	1	240.00	240.00	276.00
03: Služby						
9	Montáž		1	5,000.00	5,000.00	5,750.00
10	Dovoz		1	500.00	500.00	575.00

Provozní náklady						
PČ	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem bez DPH [CZK]	Cena celkem s DPH 21% [CZK]
Náklady z rozpočtu					1,180.00	1,427.80
04: Služby						
1	Servis	soubor	1	1,180.00	1,180.00	1,427.80

	Obchodní sazba	Spotřeba [MWH]	J. cena [CZK]	Cena celkem bez DPH [CZK]	Cena celkem s DPH 21% [CZK]
Obchodní část ceny	Vysoký tarif	20	2,874.00	57,480.00	69,550.80
	Stála platba (12 měs)	-	89.00	1,068.00	1,292.28
Distribuční část ceny	Vysoký tarif	3.33	194.54	647.82	783.86
	Nízký tarif	16.67	110.14	1,836.03	2,221.60
	č. jističe 32 A (12 měs)*	-	1,222.00	12,141.79	14,691.57
Ostatní poplatky	Daň z elektřiny	20	28.30	566.00	684.86
	Systémové služby	20	93.30	1,866.00	2,257.86
	Činnost OTE (12 měs)	-	3.91	46.92	56.77
Celková cena	Poplatek na POZE (12 měs)	20	495.00	9,900.00	11,979.00
	Celková roční platba			85,552.56	103,518.60

Příloha 2

Plynový kotel

Investiční náklady							
PČ	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem bez DPH [CZK]	Cena celkem s DPH 15% [CZK]	
Náklady z rozpočtu					112,680.00	129,582.00	
01: Kotelny a strojovny							
1	Plynový kondenzační typu kotel Baxi Luna Platinum 1.12 GA, Q=2,1-12,4 kW, zemní plyn	soubor	1	53,390.00	53,390.00	61,398.50	
2	Sada koaxiálního svislého odkouření 60/100 mm, pro odvod spalin nad střechu včetně kolen a střešního nástavce	m	7	1,727.14	12,090.00	13,903.50	
3	Nepřímotopný zásobník pro přípravu užitkové vody o objemu 160 litrů např. BAXI 160 l	soubor	1	19,990.00	19,990.00	22,988.50	
4	Hydraulické propoení mezi kotlem a zásobníkem DN20	soubor	1	3,560.00	3,560.00	4,094.00	
5	Elektrické propojení mezi kotlem a zásobníkem včetně čidla zásobníku	soubor	1	2,890.00	2,890.00	3,323.50	
02: Armatury							
6	A7694146 - Odkalovací cyklonový magnetický filtr s odlučovačem nečistot	soubor	1	3,110.00	3,110.00	3,576.50	
7	Regulační jednotka např. Baxi QAA 75	kus	1	1,420.00	1,420.00	1,633.00	
8	Venkovní čidlo např. Baxi	kus	1	730.00	730.00	839.50	
03: Služby							
9	Montáž	soubor	1	8,900.00	8,900.00	10,235.00	
10	Dovoz	soubor	1	1,000.00	1,000.00	1,150.00	
11	Servisní prohlídka	soubor	1	3,800.00	3,800.00	4,370.00	
12	Revize spalinové cesty před zahajením provozu	soubor	1	1,800.00	1,800.00	2,070.00	

Provozní náklady							
PČ	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem bez DPH [CZK]	Cena celkem s DPH 21% [CZK]	
Náklady z rozpočtu					2,400.00	2,904.00	
04: Služby							
1	Roční kontrola a čištění plynového kotle, čištění spalinových cest 1x ročně	soubor	1	2,400.00	2,400.00	2,904.00	
PČ	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK/MWh]	Cena celkem bez DPH [CZK/MWh]	Cena celkem s DPH 21% [CZK]	
Náklady z rozpočtu					51,158.88	61,902.24	
05: Celkové konečné ceny dodávky zemního plynu							
1	Součet cen za odebrané množství ZP odebrané	MWh/rok	20	2,416.26	48,325.20	58,473.49	
2	Součet cen za stálý měsíční plat	měs	12	236.14	2,833.68	3,428.75	

Příloha 3

Tepelné čerpadlo „vzduch-voda“

Investiční náklady							
PČ	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem bez DPH [CZK]	Cena celkem s DPH 15% [CZK]	
Náklady z rozpočtu					261,200.00	300,380.00	
01: Kotelny a strojovny							
1	F2040-8 + VVM 320	soubor	1	223,500.00	223,500.00	257,025.00	
2	KVR 10-30 - vyhřívání odvod	soubor	1	7,000.00	7,000.00	8,050.00	
02: Armatury							
3	ROT 10 - bezdrátový pokojový	kus	3	1,900.00	5,700.00	6,555.00	
03: Služby							
4	Montáž + instalační materiál + dovoz	soubor	1	25,000.00	25,000.00	28,750.00	

Provozní náklady							
PČ	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem bez DPH [CZK]	Cena celkem s DPH 21% [CZK]	
Náklady z rozpočtu					4,000.00	4,840.00	
04: Služby							
1	Kontrola 1x ročně	soubor	1	4,000.00	4,000.00	4,840.00	

Výpočet ceny pro TČ	Obchodní sazba	Spotřeba [MWH]	J. cena [CZK]	Cena celkem bez DPH [CZK]	Cena celkem s DPH 21% [CZK]
Obchodní část ceny	Vysoký tarif	6.76	2,874.00	19,418.92	23,496.89
	Stála platba (12 měs)	-	89.00	1,068.00	1,292.28
Distribuční část ceny	Vysoký tarif	1.13	224.26	252.74	305.82
	Nízký tarif	5.63	148.44	835.68	1,011.17
	č. jističe 32 A (12 měs)	-	440.44	5,285.28	6,395.19
Ostatní poplatky	Daň z elektřiny	6.76	28.30	191.22	231.37
	Systémové služby	6.76	93.30	630.41	762.79
	Činnost OTE (12 měs)	-	3.91	46.92	56.77
Celková cena	Poplatek na POZE (12 měs)	6.76	495.00	3,344.59	4,046.96
	Celková roční platba za TČ			31,073.76	37,599.25

Výpočet ceny pro dohřev vody	Obchodní sazba	Spotřeba [MWH]	J. cena [CZK]	Cena celkem bez DPH [CZK]	Cena celkem s DPH 21% [CZK]
Obchodní část ceny	Vysoký tarif	0.90	2,874.00	2,586.60	3,129.79
Distribuční část ceny	Vysoký tarif	0.90	224.26	201.83	244.22
Ostatní poplatky	Daň z elektřiny	0.90	28.30	25.47	30.82
	Systémové služby	0.90	93.30	83.97	101.60
Celková cena	Poplatek na POZE (12 měs)	0.90	495.00	445.50	539.06
	Celková roční platba za elektrokotel			3,343.37	4,045.48
	Celková roční platba			34,417.13	41,644.73

Příloha 4

Tepelné čerpadlo „země-voda“

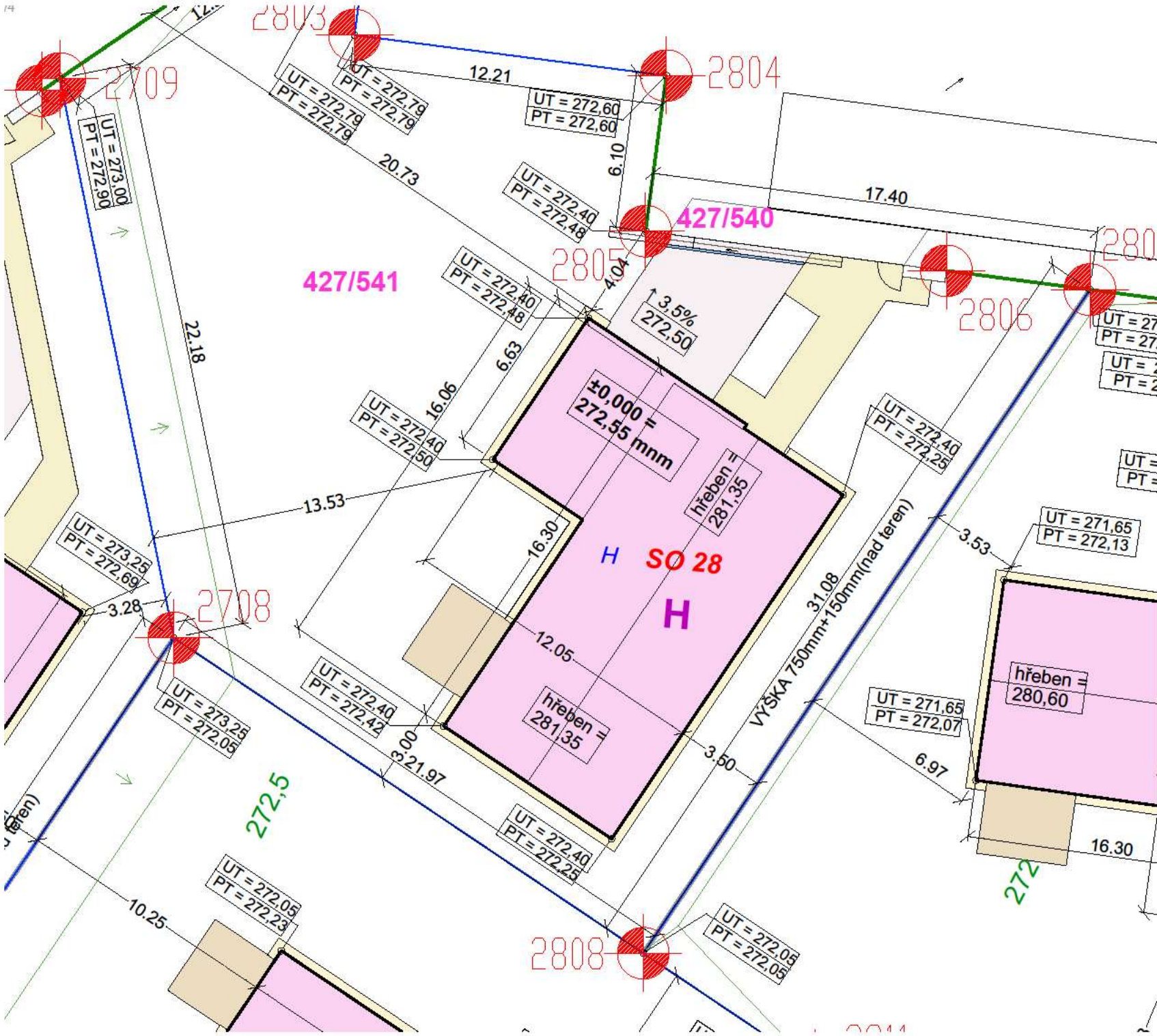
Investiční náklady									
PČ	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem bez DPH [CZK]	Cena celkem s DPH 15% [CZK]			
Náklady z rozpočtu					498,997.60	584,822.84			
01: Kotelny a strojovny					229,600.00	264,040.00			
1	F1126-8 tepelné čerpadlo s výkonem 8 kW	soubor	1	180,300.00	180,300.00	207,345.00			
2	Nepřímotopný zásobník OKC NTR/HP	kus	1	15,500.00	15,500.00	17,825.00			
3	Akumulační nádrž NAD 50 v1	soubor	1	5,100.00	5,100.00	5,865.00			
02: Armatury									
4	ROT 10 – bezdrátový pokojový termostat	kus	3	1,900.00	5,700.00	6,555.00			
03: Služby									
5	Montáž + instalační materiál + dovoz	soubor	1	23,000.00	23,000.00	26,450.00			
04: Vrtné práce včetně vystrojení geotermálních vertikálních vrtů						128,521.20	147,799.38		
04: Vrtné práce včetně vystrojení geotermálních vertikálních vrtů						12,355.20	1,354.70		
6	Vrtné práce - 1 x 110m: • vrtání do vyprojektované hloubky • instalace (zapuštění) geotermální vertikální sondy • tlaková zkouška sondy před zapuštěním a po zapuštění sondy do vrtu	m	110						
7	Vystrojení vrtů - Geotermální vertikální sonda GEROtherm • délka normované sondy 110 m • typ vystrojení: 4 x 32 x 3,0 mm, PE 100 RC, SDR11, PN16 • vratné U-koleno se separační jímkou z PE 100 RC, PN20 • bezpečnostní separační jímka u dna vrtu o objemu 40 cm ³ • průtok U-kolenem splňující VDI4640 • zvýšená ochranná funkce při zapuštění sondy - NOPY	kus	1	980.00	107,800.00	123,970.00			
8	Závaží GEROtherm® pro snadné zapuštění sondy • hmotnost 15,0 kg • litina	kus	1						
9	Injekční potrubí GEROtherm Tlaková injektáž vrtu - nemrzoucí termosměs GeoFlow • ekologicky nezávadná, odolná vůči zamrznání a tání (DIN 12371: 2010-07) • plní požadavky podle VDI 4640 • tepelná vodivost injektážní směsi = 2,00 W/(m.K) • spotřeba směsi na 1 m ³ - 1 020 kg • balení 25 kg	kus	1						
10		m	110						
11	Doprava a nastěhování vrtné soupravy • celková cena bude určena dle skutečných nákladů na dopravu	kpl	1						
12	Kontejnery pro řízený odvod vyvrtaného materiálu a vody • celková cena bude určena dle skutečných nákladů na dopravu	kpl	1						

05: Materiál pro dopojení horizontálního vedení geotermálních vertikálních vrtů do technické místnosti						16312.98
13	Redukce počtu větví vrtů GEROtherm® - přímá (snížení počtu okruhů)	kus	2	1072.00	2144.00	2465.60
	• redukce HOSE 2 x Ø 32 → 1 x Ø 40 mm, PE 100 RC, SRD 11, PN16					
	• 2 x elektrospojka Georg Fischer +GF+: Ø 32 mm, PE 100, SDR 11 • 1 x elektrospojka Georg Fischer +GF+: Ø 40 mm, PE 100, SDR 11					
14	Potrubí GEROtherm® RC Protect	m	18	58.00	1044.00	1200.60
	• Ø 40 x 3,7 mm, tlaková odolnost 16 bar (SDR11, PN16)					
	• vnější ochranná vrstva					
	• vyrobeno dle normy PAS 1075 typ 2 • 6 m tyč • ukládka BEZ pískového lože					
15	Elektrotvarovka pro spojení potrubí	kus	4	110.00	440.00	506.00
	• elektrospojka Georg Fischer +GF+: Ø 40 mm, PE 100, SDR 11					
16	Elektrotvarovka pro spojení potrubí	kus	2	306.00	612.00	703.80
	• elektrokoleno 90° Georg Fischer +GF+: Ø 40 mm, PE 100, SDR 11					
17	Tvarovka pro ukončení potrubí - kovový závit	kus	2	674.00	1348.00	1550.20
	• vložka k přechodce Georg Fischer +GF+: Ø 40-1 1/4", PE 100 - mosaz, vnější závit, SDR 11					
18	Izolace potrubí	m	8	37.40	299.20	344.08
19	Chránička izolace potrubí	m	6	83.00	498.00	572.70
	• KORUFLEX, Ø 90 mm (vnější), PEHD					
20	Nemrzoucí směs STABILfrost® - KONCENTRÁT	1	100	78.00	7800.00	8970.00
	• chemická báze - monoethylenglykol, bez zápachu					
	• koncentrát – poměr ředění 1 : 2,2 (STABILfrost® / voda)					
	• teplonosná antikorozní kapalina, šetrná k pryžovým těsněním • delší životnost oběhových čerpadel, doporučená výrobcem TČ v EU • množství koncentráту počítáno pouze pro primární okruh (ukončeno za prostupem do technické místnosti)					

06: Doporučené řešení prostupů páteřního vedení skrz stavební konstrukci						5287.70
21	GEROtop® Prostupová pažnice Typ FE/F 15 <ul style="list-style-type: none"> • pro vodorovné i svislé konstrukce, silnostěnné a plnostěnné PVC • vnitřní průměr pažnice: DN/ID 150 • vnější průměr pažnice: Ø 160 mm • kruhový límec: pro modifikované asfaltové pásy a nátěry a PVC fólie • šířka kruhového límce 150 mm • tlaková odolnost: vodotěsnost, plynotěsnost do 1,5 bar • délka pažnice 500 mm (možnost zkrácení na stavbě) • těsnící a fixační tmel PU 50 	kus	1	1631.00	1631.00	1875.65
22	Těsnící vložka PS Standard 150/2 x 40 <ul style="list-style-type: none"> • vnitřní průměr pažnice, nebo jádrového • vnější průměr potrubí, nebo kabelu: 2x Ø 40 mm • přítlačné kroužky: nerez V2A, tloušťka kroužku 5 mm • stahovací šrouby a matice Würth: V2A - šroub, V4A - matice • pryžový segment: EPDM, protiskluzový, nepodléhá stárnutí, otěruodolný • materiál těsnícího prvku: pryž EPDM (-40 až +120°C) • šířka pryžového těsnícího prvku 30 mm • tlaková odolnost: vodotěsnost, plynotěsnost do 3,0 bar • možná úhlová odchylka potrubí až 8° • chemická odolnost, zvuková a antivibrační izolace • bezúdržbová, krátké montážní časy, utažené šrouby není potřeba znovu dotahovat 	kus	1	2347.00	2347.00	2699.05
23	GEROtop® Těsnící a fixační tmel PU 50 <ul style="list-style-type: none"> • vysoce kvalitní, trvale elastický a přilnavý tmel pro těsnění a fixaci fóliového límce na podklad • použitelný i na vlhký betonový podklad • kartuš 290 ml • příslušenství pro tvarovky a pažnice s fóliovým límcem 	kus	1	620.00	620.00	713.00
07: Služby						2228.70
24	Doprava - Kytín	kpl	1	760.00	760.00	874.00
25	Balné	kpl	2	149.00	298.00	342.70
26	Nadměrná zásilka	kpl	1	400.00	400.00	460.00
27	Vratný zálohový obal - zasilání koncentrátu teplonosných směsí	kus	4	120.00	480.00	552.00

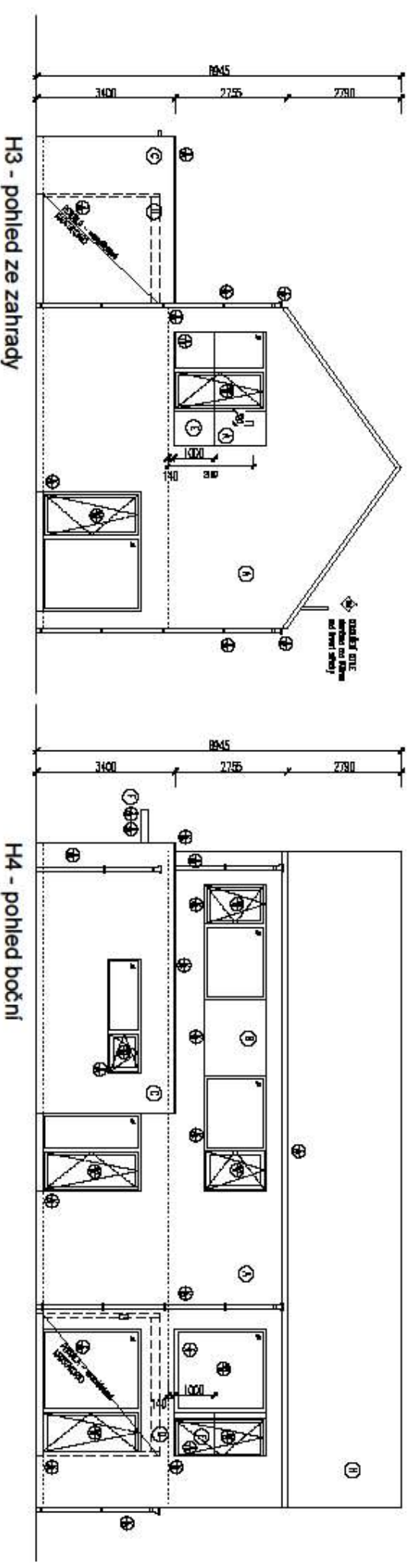
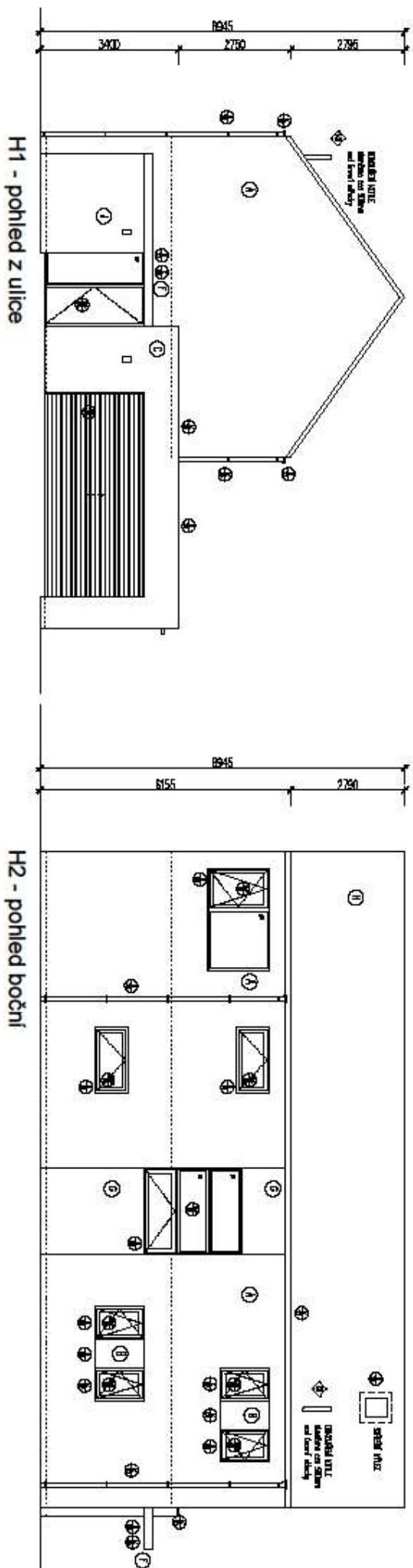
Provozní náklady						
PČ	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem bez DPH [CZK]	Cena celkem s DPH 21% [CZK]
Náklady z rozpočtu					4,000.00	4,840.00
04: Služby						
1	Kontrola 1x ročně	soubor	1	4,000.00	4,000.00	4,840.00

Výpočet ceny pro TČ	Obchodní sazba	Spotřeba [MWH]	J. cena [CZK]	Cena celkem bez DPH [CZK]	Cena celkem s DPH 21% [CZK]
Obchodní část ceny	Vysoký tarif	5.52	2,874.00	15,878.45	19,212.93
	Stála platba (12 měs)	-	89.00	1,068.00	1,292.28
Distribuční část ceny	Vysoký tarif	0.92	224.26	206.32	249.65
	Nízký tarif	5.52	148.44	820.11	992.33
	č. jističe 32 A (12 měs)	-	1,003.90	12,046.80	14,576.63
Ostatní poplatky	Daň z elektřiny	5.52	28.30	156.35	189.19
	Systémové služby	5.52	93.30	515.47	623.72
	Činnost OTE (12 měs)	-	3.91	46.92	56.77
Celková cena	Poplatek na POZE (12 měs)	5.52	495.00	2,734.81	3,309.12
	Celková roční platba			33,473.23	40,502.61
Výpočet ceny pro dohřev vody	Obchodní sazba	Spotřeba [MWH]	J. cena [CZK]	Cena celkem bez DPH [CZK]	Cena celkem s DPH 21% [CZK]
Obchodní část ceny	Vysoký tarif	0.90	2,874.00	2,586.60	3,129.79
	Distribuční část ceny	Vysoký tarif	0.15	224.26	33.64
Nízký tarif		0.75	148.44	111.33	134.71
Ostatní poplatky	Daň z elektřiny	0.90	28.30	25.47	30.82
	Systémové služby	0.90	93.30	83.97	101.60
Celková cena	Poplatek na POZE (12 měs)	0.90	495.00	445.50	539.06
	Celková roční platba za elektrokotel			3,286.51	3,976.68
Celková roční platba			36,759.74	44,479.29	



LEGENDA

- TERENNÍ ZLOM NAVRHOVANÝ / SMĚR KLESÁNÍ
- BRANKY V OPLOCENÍ
- POSUVNÁ TELESKOPICKÁ BRÁNA V OPLOCENÍ
- OPLOCENÍ Z PLETIVA S ŽIVÝM PLOTEM V. 1,5 M
- OPLOCENÍ MEZI POZEMKY V. 1,5 M; PLETIVO + PODHRAB. DESKY 0,3M (VAR. PODEZDÍVKY DO V. MAX. 1M)
- OPĚRNÁ STĚNA/PALISÁDA S OPLOCENÍM
- F** TYP STAVEBNÍHO OBJEKTU
- F** TYP RODINNÉHO DOMU
- SO 42** ČÍSLO STAVEBNÍHO OBJEKTU
- 427/90** PŮVODNÍ ČÍSLA PARCEL DOTČENÝCH STAVBOU (PLATNÁ PRO PŘEDCHOZÍ FÁZI PROJEKTU: DÚR)
- 427/290** ČÍSLA PRACEL DLE KN
- 427/90** ČÍSLA PARCEL DOTČENÝCH STAVBOU (NOVÁ, PLATNÁ PODLE KN)
- 2101 VYTYČOVACÍ BOD OPLOCENÍ



LEGENDA MATERIÁLŮ:

- Ⓐ KZS - BARVA KŘEČKOVÉ BÍLÁ - omítka hladká, zrnitost 1,5 mm
- Ⓑ KZS - ZAPUŠTĚNÝ Ø 40 mm - BARVA KŘEČKOVÉ BÍLÁ - omítka hladká, zrnitost 1,5 mm
PŘED PROVEDENÍM DÍŤEK BÍLÉ OXSITIN DOPRAVUJEME ARCHITEKTU NA VZDROCH 1X1 m
- Ⓒ OKLAD GARÁŽE - KOMPAKTNÍ DESKA S DŘEVKOVANÍM - SÍŤOPLAN DÍKSI 85 KLDORE EICHE
- Ⓓ PRŮSLA - ODELOVÁ KONSTRUKCE (PAL 2016) + VÝPLŇ DŘEVĚNÝ PRÁKÝ A TĚSNĚNÍ - HODSTANOVÁ
- Ⓔ ZÁBRADÍ - šlo třet bezpečnostní s řetí, correx
- Ⓕ MARKYZA NAD VSTUPEM - opalovaný - železný plech s ochrannou vrstvou laku Lindab (PAL 9025)
- Ⓖ KZS - ZAPUŠTĚNÝ Ø 40 mm - BARVA BĚLONĚMČÍ - omítka hladká, zrnitost 1,5 mm
PŘED PROVEDENÍM DÍŤEK BÍLÉ OXSITIN DOPRAVUJEME ARCHITEKTU NA VZDROCH 1X1 m
- Ⓗ KRYTINA ŠKALÍČKŮ STŘED - Brnoce Tegolit - Benaové černo
- Ⓙ OKLAD U VSTUPU - KOMPAKTNÍ DESKA UN BARVA - SÍŤOPLAN 0190 85 SICHANAZ