

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd
Obor: Management energetiky a elektrotechniky



Hodnocení změny palivové základny teplárenského zdroje

Evaluation of the change in the fuel base of the heat source

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracoval: Bc. Kristýna Petrová
Vedoucí práce: Ing. Tomáš Králík, Ph.D.
Rok: 2020

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Petrová** Jméno: **Kristýna** Osobní číslo: **461039**
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**
Zadávající katedra/ústav: **Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd**
Studijní program: **Elektrotechnika, energetika a management**
Specializace: **Management energetiky a elektrotechniky**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Hodnocení změny palivové základny teplárenského zdroje

Název diplomové práce anglicky:

Fuel switching evaluation in heating station

Pokyny pro vypracování:

- 1) Zpracujte analýzu legislativních a nelegislativních pravidel upravující provozování teplárny v podmínkách ČR
- 2) Popište a analyzujte stávající stav vybraného teplárenského zdroje a důvody pro změnu palivové základny
- 3) Popište a analyzujte možná technická řešení změny palivové základny
- 4) Proveďte technicko ekonomické vyhodnocení

Seznam doporučené literatury:

- 1) Andrew Lake, Behnaz Rezaie, Steven Beyerlein: Review of district heating and cooling systems for a sustainable future, Renewable and Sustainable Energy Reviews
- 2) M. Tańczuk, J. Skorek, P. Bargiel, Energy and economic optimization of the repowering of coal-fired municipal district heating source by a gas turbine, Energy Conversion and Management
- 3) Wen Liu, Diederik Klip, William Zappa, Sytse Jelles, Gert Jan Kramer, Machteld van den Broek, The marginal-cost pricing for a competitive wholesale district heating market: A case study in the Netherlands, Energy

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Tomáš Králík, Ph.D., katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd FEL

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

Datum zadání diplomové práce: **27.01.2020**

Termín odevzdání diplomové práce: **22.05.2020**

Platnost zadání diplomové práce: **30.09.2021**

Ing. Tomáš Králík, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Mgr. Petr Páta, Ph.D.
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 svou diplomovou práci vypracovala samostatně a použila jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu.

V Praze dne

.....
Bc. Kristýna Petrová

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat svému vedoucímu diplomové práce Ing. Tomáši Králíkovi, Ph.D. za pomoc při zpracování práce, za individuální přístup a důležité podněty a připomínky. Dále bych v neposlední řadě chtěla poděkovat rodině a svým nejbližším přátelům, zvláště pak panu Syslovi, kteří mi připravili podmínky potřebné pro dokončení studia a této práce.

Bc. Kristýna Petrová

Název práce:

Hodnocení změny palivové základny teplárenského zdroje

Autor: Bc. Kristýna Petrová

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management

Obor: Management energetiky a elektrotechniky

Druh práce: Diplomová práce

Vedoucí práce: Ing. Tomáš Králík, Ph.D.

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd, Fakulta elektrotechnická, České vysoké učení technické v Praze

Konzultant: –

Abstrakt: Práce popisuje teplárenský zdroj využívající technologie kombinované výroby elektřiny a tepla. Popisuje omezení a možnosti takového zdroje. Přímou pro teplárnu Trmice stanovuje konkrétní možnosti změny palivové základny. A z ekonomického hlediska vyhodnocuje jednotlivé varianty. V poslední části se zabývá případnými změnami podmínek, které mohou ve výsledku změnit stanovené výsledky.

Klíčová slova: Teplárenství, Teplárenský zdroj, Kombinovaná výroba elektřiny a tepla

Title:

Evaluation of the change in the fuel base of the heat source

Author: Bc. Kristýna Petrová

Abstract: The thesis describes heating power plant using combined heat and power generation. It describes limitations and possibilities of this heating station. It determines concrete possibilities of switching fuel in heating station Trmice. Also it economically evaluates determined variants. Last part deal with possible changes of condotions which could change the determined results.

Key words: Heating indsutry, Heating Station, Combined Heat and Power Generation

Obsah

Úvod	9
1 Legislativní a nelegislativní omezení teplárenství	11
1.1 Zákony České republiky	11
1.1.1 Energetický zákon	11
1.1.2 Zákon o hospodaření energií	13
1.2 BREF a IPPC	14
1.3 Strategický rámec Česká republika 2030	15
1.3.1 Implementace	16
1.4 Vnístátní plán ČR v oblasti energetiky a klimatu	17
1.5 Zásoby uhlí	18
1.5.1 Černé uhlí	19
1.5.2 Hnědé uhlí	20
1.6 Emisní povolenky	21
1.6.1 Obchod s emisními povolenkami	22
1.6.2 Derogace	23
1.6.3 Ceny emisních povolenek	23
2 Teplárna Trmice	27
2.1 Historie Teplárny Trmice	28
2.2 Současný stav	29
2.2.1 Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	31
2.3 Dodávky uhlí	31
2.4 Struktura odběru	32
2.5 Emise	32
3 Varianty řešení	35
3.1 Hnědé uhlí	36
3.2 Biomasa	37
3.3 Zemní plyn	40
4 Ekonomický model	43
4.1 Předpoklady	43
4.2 Metoda čisté současné hodnoty	44
4.3 Výdaje	44
4.3.1 Investiční výdaje	44
4.3.2 Proměnné výdaje	45

4.4	Příjmy variant	47
4.5	Inflace	48
4.6	PRIBOR	48
4.7	Diskont	49
4.8	Shrnutí vstupů	49
5	Zhodnocení výsledků	51
6	Citlivostní analýzy	55
6.1	Diskont	55
6.2	Inflace	56
6.3	Ceny komodit	56
6.3.1	Hnědé uhlí	57
6.3.2	Zemní plyn	57
6.3.3	Biomasa	58
6.4	Emisní povolenky	59
6.5	Kurz Eura	60
6.6	Snížení odběru energií	61
6.7	Podpora OZE	61
	Závěr	65
	Literatura	66

Úvod

Problematika těžby uhlí je v České republice a zvláště na severu Čech velmi diskutovanou otázkou. Zásoby v dolech jsou omezené a prolamování limitů není veřejností přijímáno dobře. Těžba se zastavuje i na místech, kde předem stanovených limitů ještě nebylo dosaženo a to buď z důvodů ekologických nebo sociálních. To znamená, že by muselo dojít ke stěhování občanů a demolici některých budov. Proto se od těžby uhlí ustupuje a jsou vyhledávány alternativy buď v podobě jiných fosilních paliv jako je zemní plyn nebo v podobě obnovitelných zdrojů energie.

Dalším problémem v oblasti teplárenství je legislativa, kde dochází ke zpřísnování limitů emisí skleníkových plynů a dalších nežádoucích emisí jako například oxidů dusíku, síry nebo rtuti. Těmto přísným hodnotám jsou teplárenské zdroje nuceny se neustále přizpůsobovat, ale zároveň výrazně nenavýšovat ceny tepla pro odběratele, kteří by mohli v případě vysokých cen investovat do vlastních zdrojů tepelné energie. Kromě maximálních hodnot emisí některých látek jsou zde i omezení v podobě emisních povolenek, které umožňují každému zdroji uvolnit určité množství oxidu uhličitého podle počtu vlastněných povolenek nebo investovat do ekologizace zařízení a svojí část těchto povolenek následně obchodovat na trhu. Naopak pro zastaralá zařízení s vysokými emisemi oxidu uhličitého je nutné nakupovat větší množství povolenek. Tato skutečnost je dalším strašákem pro velké teplárny a to zvláště v případě nárůstu ceny emisních povolenek, kterou určuje trh.

Z těchto důvodů je motivací této práce uvést příklad konkrétního teplárenského zdroje spalujícího hnědé uhlí v podobě Teplárny Trmice. Rozebrat její situaci v současnosti a budoucnosti a zanalyzovat možné alternativy zdroje tepla a elektrické energie buďto v podobě investice do stávajících zastaralých zařízení nebo investice do zařízení nového.

Kapitola 1

Legislativní a nelegislativní omezení teplárenství

V následující kapitole budou popsány vlivy ať už legislativního či nelegislativního rázu, které mají vliv na provoz teplárenského zdroje v České republice nejprve z obecného hlediska a později z pohledu Teplárny Trmice, která je obsahem této práce.

1.1 Zákony České republiky

Provoz teplárenského zdroje musí být mimo jiné v souladu se zákony České republiky, které se týkají této oblasti. Prvním zákonem, který se věnuje energetice, pod kterou spadá i teplárenství, je Zákon 458/2000 Sb. O podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (Energetický zákon), dále se jedná o Zákon 406/2000 Sb. Zákon o hospodaření energií.

1.1.1 Energetický zákon

Energetický zákon je ze dne 28. listopadu 2000, nicméně v dnešní době je již platné znění účinné od 1.1. 2020, které bude dále rozebráno. Tento zákon se skládá ze šesti částí. První část se zaměřuje na vymezení pojmů a podmínek týkajících se podnikání a státní správy ve všech odvětvích energetiky. Pojmy teplárenství vymezuje §2 odst. 2 c), kde jsou přesně popsány definice distributora tepelné energie, dodavatele, spotřebitele a další pojmy nutné pro fungování trhu s tepelnou energií. Vzhledem k tomu, že součástí Teplárny Trmice je kromě šesti kotlů také 125 km tepelných napáječů, jedná se dle těchto definic kromě o výrobce a dodavatele podle odstavce 2, ale také o distributora dle odstavce 1. Odstavec 15 stejného paragrafu také uvádí, že taková soustava zásobování tepelnou energií je zřizována a provozována ve veřejném zájmu.

Do první části patří mimo jiné §3, který označuje výrobu tepelné energie a její rozvod za předmět podnikání v oblasti energetiky, proto je pro toto podnikání vyžadována licence, kterou uděluje Energetický regulační úřad. V případě, kdy jde o zásobování

teplem pouze jednoho objektu a zákazníka, není licence potřeba, ale v případě teplárny jde o zásobování celých měst, proto je licence nutná k jejímu provozu. Definici licence a podmínky jejího udělení jsou stanoveny v §4 a §5. Licence se v oboru teplárenství uděluje na dobu maximálně 25 let fyzické nebo právnické osobě po splnění podmínek a podání žádosti pro výrobu tepelné energie a na dobu neurčitou pro její rozvod. Nutnými podmínkami jsou: dosažení věku 21 let, úplná způsobilost k právním úkonům, bezúhonnost a odborná způsobilost (dokončené vysokoškolské vzdělání technického směru a 3 roky praxe v oboru nebo dokončené středoškolské vzdělání technického směru a 6 let praxe v oboru). V případě udělení licence právnické osobě musí uvedené podmínky splňovat členové statutárního orgánu. Vzhledem k tomu, že Teplárna Trmice je zavedeným fungujícím podnikem, který zásobuje nejen občany města, ale také například nemocnici, byla tato licence v minulosti udělena a není důvod se domnívat, že by v budoucnu nebyla prodloužena.

Odstavec 9 §7 uvádí, že dále se teplárenstvím zabývá díl 3 Zákona o energetice, který patří stále do první části a začíná §76, který určuje povinnosti a práva účastníků trhu s tepelnou energií. Povinností fungující teplárny je poskytovat energii každému, kdo splňuje podmínky, které umožňují tento odběr. Potenciálním zákazníkům teplárny je tedy odběr tepelné energie vždy zaručen, ale z pohledu provozovatele není zaručena stálá spotřeba. Zákazníci mají možnost odstoupení od smlouvy a zajištění vlastní dodávky například v podobě lokálního zdroje tepla. Zákon se u §76 odkazuje na již v úvodu této kapitoly zmiňovaný Zákon o hospodaření energií a to při zmínce o územní energetické koncepci, jejíž soulad s požadovaným dodáním energie je podmínkou pro poskytování tepelné energie odběrateli. Pro tyto účely je uzavírána tzv. Smlouva o dodávce tepelné energie. V případě Teplárny Trmice je tepelná energie k zákazníkům dodávána přes zprostředkovatele, který teplo přeprodává z výměnkových stanic. Dalšími povinnostmi držitele licence, kterým je v takovém případě provozovatel teplárny, jsou povinnosti související s udržením licence jako je poskytování pravdivých informací Energetickému regulačnímu úřadu, informování jej o změnách a podobně.

Dalšími paragrafy důležitými pro provoz tepláren byly dříve §81 a §82, které byly také součástí třetí části Zákona o energetice a zabývaly se výstavbou zdrojů tepelné energie a jejich následnou autorizací. Zákon stanovoval, že i rekonstrukce technologické části stávajícího zdroje, která přinášela změnu paliva, byla výstavbou nového zdroje tepelné energie, na který musela být udělena autorizace. Autorizace je narozdíl od licence nenároková, což znamená, že nemusí být udělena ani po splnění podmínek a podání žádosti, o jejím udělení či neudělení rozhoduje Ministerstvo průmyslu a obchodu po posouzení písemné žádosti. Nicméně ve verzi zákona platné od 1.1. 2020 jsou §81 a §82 vypuštěny. Vzhledem ke složité situaci v oblasti emisních a povolenek a těžby uhlí, které popisují následující kapitoly, nedochází v dnešní době k výstavbě nových tepláren.

Část druhá, třetí a čtvrtá Zákona o energetice se zabývá změnami některých dalších zákonů. Pátá část byla zrušena a část šestá se věnuje účinnosti zákona (Zákon o energetice nabyl účinnosti 1. ledna 2001).

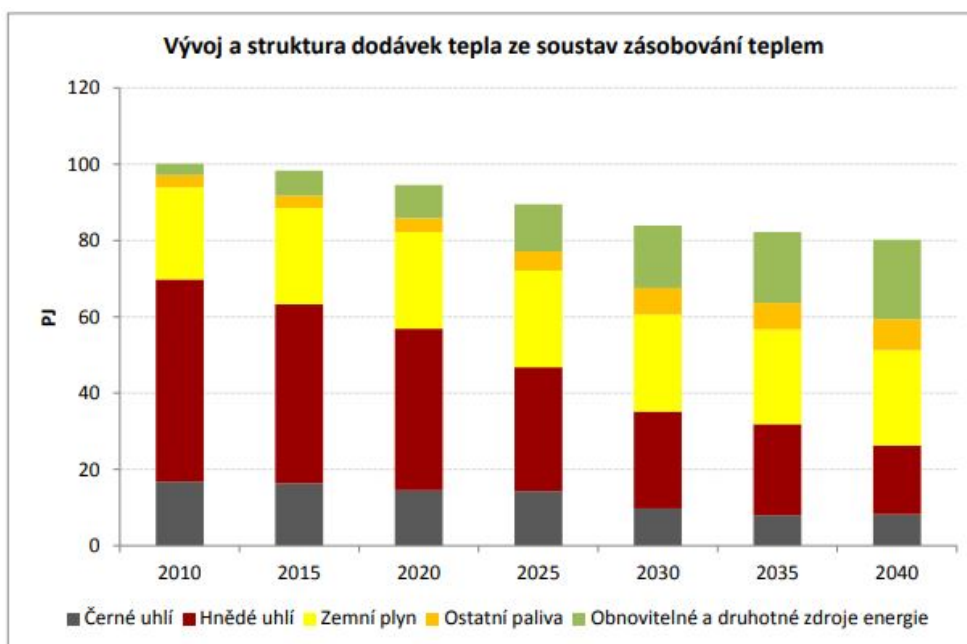
1.1.2 Zákon o hospodaření energií

Aktuální znění zákona o hospodaření energií nabylo účinnosti 1. ledna 2018. Pro teplárenské odvětví je zvláště důležitá hlava II tohoto zákona, která se zabývá energetickou koncepcí. Státní energetická koncepce je schvalována vládou na 25 let a vyjadřuje cíle státu v rámci trvale udržitelného rozvoje. Územní energetická koncepce je koncepcí, která se zabývá cílemi a nakládáním s energiemi pro jednotlivé části České republiky.

Dále je pro teplárenské zdroje důležitá hlava IV Zákona o hospodaření energií, ve které jsou uvedena některá opatření pro zvyšování hospodárnosti energie. Hned §6 uvádí, že u nově zřízených zdrojů energie je nutné dodržet minimální určenou účinnost užití této energie. Dále je zde zdůrazněna nutnost pravidelných kontrol, za které je zodpovědný držitel licence. V praktické části této práce budou proto zvažovány pouze investice do technologií splňující podmínky tohoto zákona, což znamená i v případě nulové varianty, tedy setrvání u výroby tepelné a elektrické energie pouze z uhlí, zahrnutí nutných investic pro fungování v souladu se zákony České republiky.

Státní energetická koncepce

Státní energetická koncepce je dokument aktualizovaný vládou České republiky v květnu 2015 pro následujících 25 let, původní verze dokumentu pocházela z roku 2004. Tento dokument vzniká z důvodu přiblížení občanům a podnikům strategie a plány státu v oblasti energetiky a vývoje energetického mixu. Snahou je dále zaručit dostupnost energií za přijatelné ceny pro všechny občany a zároveň udržet stávající podniky v oblasti výroby energií a poskytnout jim údaje pro další rozhodování v tomto odvětví. Dle státní energetické koncepce je jedním z cílů v oblasti teplárenství snižování celkové spotřeby tepla v důsledky přijímání úsporných opatření. K tomuto snižování spotřeby dochází například při zateplování sídlišť a výměně oken za několikakomorová plastová u velkých starších budov jako jsou nemocnice, školy a podobně. [39]



Obrázek 1.1: Vývoj a struktura dodávek tepla ze soustav zásobování teplem [39]

Obrázek 1.1 ukazuje předpokládaný vývoj dodávek tepelné energie v porovnání s minulostí. Z grafu je zřejmý již zmiňovaný pokles spotřeby a také významné snížení spotřeby uhlí pro výrobu tepelné energie. Na úkor spotřeby uhlí se předpokládá nárůst dodávky tepelné energie z obnovitelných zdrojů energie. Tomuto grafu odpovídá i předpokládaný návrh změny palivové základny Teplárny Trmice a tedy alespoň částečný přechod na alternativní palivo dostupné v Ústeckém kraji.

1.2 BREF a IPPC

Kromě zákonů České republiky je také třeba brát ohled na dokumenty vydané Evropskou unií, které je Česká republika součástí již od května roku 2004. Evropská unie jako společenství má za snahu celkově snižovat emise skleníkových plynů v různých zemědělských a průmyslových oblastech. Z toho důvodu vzniklo nařízení EU nazývané Integrovaná prevence a omezování znečištění, jinak označované jako IPPC (Integrated Pollution Prevention Control). Nařízení Evropské unie jsou závazné narozdíl od směrnic, které mají pouze doporučující charakter. Toto nařízení má preventivní charakter a snaží se o snížení emisí z dlouhodobého hlediska. Jde tedy o referenční dokument BREF, který je kromě energetiky vydáván pro kategorie výroby a zpracování kovů, zpracování nerostů, chemický průmysl, nakládání s odpady a ostatní průmyslové činnosti. Pro tyto účely je třeba využívat nejlepších dostupných technik neboli BAT (Best Available Techniques). [18] [29]

Toto pro běžné teplárenské zařízení znamená použití technologií, které jsou v dané oblasti dostupné a použitelné, ale zároveň disponují nejvyšší možnou účinností s co možná nejnižšími nežádoucími emisemi. Pokud mluvíme o technikách, jde nejen

o samotnou technologii, ale i o její návrh, vybudování nebo likvidaci. Dostupné techniky jsou takové, které jsou technicky a ekonomicky přijatelné v daném odvětví, ale také zda jsou dostupné v dané lokalitě (nicméně nemusí být v České republice vyráběny). Nejlepší techniky jsou takové, které nejvíce chrání životní prostředí. [29]

Pro příklad uveďme teplárenské zařízení, kde se zvažuje instalace nových kotlů. Pro co nejnižší emise se nabízí spalování biomasy, nicméně se zařízení nachází v oblasti, kde tohoto zdroje není dostatek, ale naopak se nachází například na jižní Moravě v oblasti těžby zemního plynu. Pak se jako nejlepší dostupná technika jeví spalování zemního plynu, jelikož se také eliminuje dovoz jiného pevného zdroje (např. uhlí nebo biomasa dovážená na větší vzdálenosti) přičemž i nákladní doprava je producentem nežádoucích emisí. Obdobná situace by nastala i v případě, kdy by biomasa byla v okolí zdroje dostupná v dostatečném množství, ale nebyla by k dostání potřebná technika.

Referenční dokument týkající se IPPC v Českém jazyce je volně dostupný na webových stránkách Ministerstva průmyslu a obchodu a obsahuje limity, které musí nová zařízení splňovat, aby spadala do kategorie nejlepších dostupných technik. Kromě emisí skleníkových plynů, oxidů síry a dusíku, jsou uvedeny i limity pro tepelnou účinnost při využití různých typů paliv nebo zařízení. Dále jsou popsány emise do vody, emise hluku a zbytky ze spalování a vedlejší produkty. Právě zvyšování tepelné účinnosti vede k celkovému snižování emisí. Tabulka níže shrnuje účinnosti jednotlivých typů zařízení spalujících černé a hnědé uhlí pro stávající a nová zařízení. [19]

palivo	kombinovaná technologie	tepelná účinnost jednotky (čistá) (%)	
		nová zařízení	stávající zařízení
černé a hnědé uhlí	Kogenerace	75-90	75-90
černé uhlí	PC (DBB a WBB)	43-47	Dosažitelné zlepšení tepelné účinnosti závisí na specifickém zařízení, ale při použití BAT u stávajících zařízení se jakožto indikace předpokládá úroveň 36 - 40 % nebo postupné zlepšování o více než 3 %
	FBC	>41	
	PFBC	>42	
hnědé uhlí	PC (DBB)	42-45	36 - 40 % nebo postupné zlepšování o více než 3 %
	FBC	>40	
	PFBC	>42	
PC: spalování práškového paliva FBC: spalování ve fluidním loži WBB: výtavný kotel		DBB: granulační kotel PFBC: spalování v tlakovém fluidním loži	

Tabulka 1.1: Přehled tepelných účinností v rámci opatření BAT [19]

Jak je vidět z tabulky, nejlepší dostupná technika pro kotle spalující hnědé uhlí vyžaduje účinnost až o 9 % vyšší než je požadováno u stávajících zařízení, nicméně i u fungujících zařízení je vyžadováno neustálé zlepšování. Teplárna Trmice spadá do první kategorie s kogenerací a s 87% účinností splňuje požadavky.

1.3 Strategický rámec Česká republika 2030

Dokument Česká republika 2030 je strategickým rámcem vydaným v roce 2017, který reaguje na dokument Strategický rámec udržitelného rozvoje přijatý v roce

2010 a nahrazuje jej. Zároveň vychází z tzv. Cílů udržitelného rozvoje přijatých Organizací spojených národů v roce 2015, které také cílí na zlepšení jednotlivých oblastí do roku 2030. Těchto cílů je celkem 17 a zaměřují se především na kvalitu života občanů jednotlivých národů, rovnost občanů a trvale udržitelný rozvoj. Bod 7 má zajistit přístup k cenově dostupným, spolehlivým udržitelným a moderním zdrojům energie pro všechny. To kromě zdvojnásobení dosavadní energetické účinnosti znamená také zvýšení podílu energie z obnovitelných zdrojů. Cílem tohoto bodu je také pomoc při budování infrastruktury pro dodávky energie v rozvojových státech.[40]

V rámci tohoto strategického rámce je pro teplárenství zajímavý cíl zrušení závislosti ekonomického růstu na růstu materiálové a energetické spotřeby (tzv. decoupling) a také podpora tzv. zelené ekonomiky, která je postavená na vzájemné posilující se vazbě hospodářského růstu a odpovědnosti za životní prostředí. Snižování ekonomické náročnosti budov by mohlo vést ke snižování odebíraného tepla z teplárenských zdrojů a podpora zelené ekonomiky by mohla znamenat vyšší podporu obnovitelných zdrojů energie, která pro zdroj tepla z uhlí také není pozitivní.[40]

Pro Teplárnu Trmice je pozitivní cíl podpory středních a větších podniků, jelikož jsou pro rozvoj ekonomiky České republiky klíčové. Dále v druhé části dokumentu týkající se hospodářského modelu je zmiňováno zásobování tepelnou energií jako nezbytný zdroj pro budovy, kde není možné nebo efektivní samotatné získávání tepla. Dále je ale také zmiňováno, že aktuální systém teplárenství je třeba transformovat pro využívání nízkouhlíkových zdrojů, ale také druhotných zdrojů, mezi které patří například komunální odpad, vyjeté oleje nebo skládkové plyny. Proto jsou existující teplárny i nadále perspektivní pro vývoj ekonomiky.[40]

1.3.1 Implementace

Pro uskutečnění cílů stanovených v dokumentu Česká republika 2030 byl vydán druhý dokument s názvem Implementační plán Strategického rámce Česká republika 2030. Tento dokument uvádí doporučení v podobě zvyšování daní spotřeby fosilních paliv mimo kombinovanou výrobu elektřiny a tepla v zařízeních nespádajících do systému emisního obchodování. Této části se tedy teplárenské zdroje nemusí obávat.[20]

Tepláren se ale týkají další dva body, které doporučují sledování statistik pro určení účinných soustav zásobování teplem a vyčlenění prostředků pro rekonstrukce těchto účinných soustav. Jako možnost podpory je uvedeno bezplatné přidělování povolenek pro rekonstrukce. Dále je doporučeno zvážit snížení sazby DPH uplatňované na teplo. Poslední zmiňované body by na teplárny působily velmi pozitivně.[20]

1.4 Vnistrostátní plán ČR v oblasti energetiky a klimatu

V prosinci roku 2018 vstoupilo v platnost nařízení Evropského parlamentu a Rady, které ukládá za povinnost sestavení vnistrostátního plánu v oblasti energetiky a klimatu. Tento plán pro Českou republiku byl vydán Ministerstvem průmyslu a obchodu v listopadu 2019 a někdy je nazýváme také Národní klimaticko-energetický plán. Stanovované cíle se vztahují k porovnání s rokem 2005 a jde o snížení o 0-40 % proti tomuto roku. Jde tedy o plnění cílů, ke kterým se členské státy zavázaly již v roce 2015 podepsáním Pařížské dohody. Evropský parlament a Rada rozhodovali o výši minimálního snížení emisí v jednotlivých státech vzhledem k jejich aktuální situaci. Česká republika se zavázala ke snížení emisí o 30 % proti roku 2005, přestože z nařízení EU plyne požadavek pro ČR alespoň 14 %. Tohoto cíle má být dosaženo lineárním snižováním emisí oxidu uhličitého v jednotlivých letech. Co se týká obnovitelných zdrojů energie, Česká republika plánuje do roku 2030 zvednout procentuální podíl OZE v konečné spotřebě energií na 30 %. [51]

V oblasti teplárenství je součástí plánu zajistit potřebné kapacity zemního plynu pro nahrazování uhlí, s čímž souvisí i rozvoj přepravní soustavy plynu. Tento fakt nahrává možnosti změny palivové základny Teplárny Trmice z uhlí na zemní plyn. Dále je cílem zachovat stávající efektivní zdroje, vzhledem k tomu, že Teplárna Trmice využívá kombinovanou výrobu elektřiny a tepla, dá se mezi tyto zdroje zařadit a pro stát je žádoucí, aby tento centrální zdroj tepla fungoval i nadále. Ambicí státu je také zvednout podíl kombinované výroby elektřiny a tepla na dodávkách tepelné energie na 60 %. Dále je zde snaha o přechod menších a středních zařízení pro dodávky tepla na částečné spalování lokální biomasy, což nahrává variantě změny části spalovaného uhlí na biomasu dostupnou v Ústeckém kraji. [51]

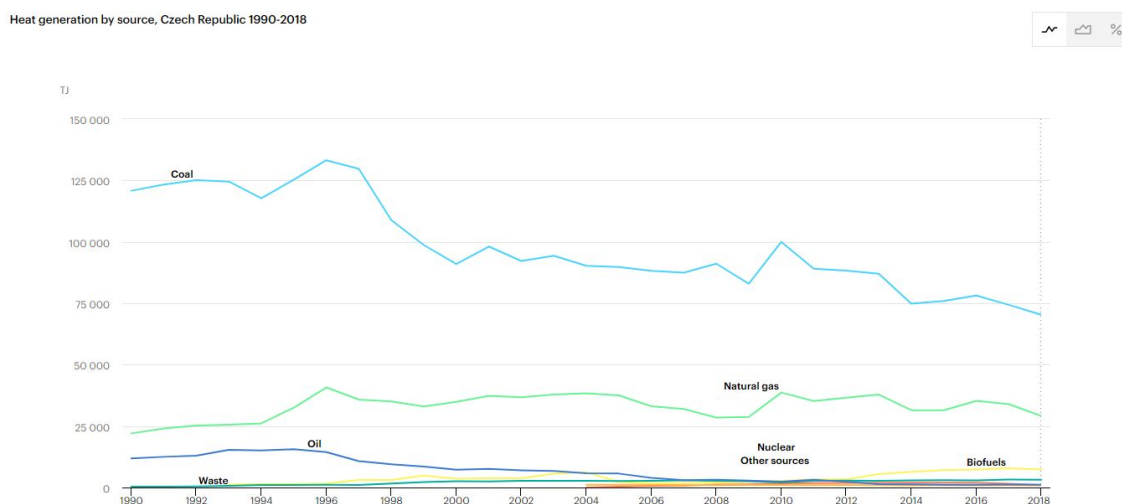
1.5 Zásoby uhlí

Tabulka 1.2 ukazuje, že nejvíce uhlí je spotřebováváno na výrobu elektrické energie, ale výroba tepla je také významnou položkou na seznamu účelů, ke kterým je uhlí využíváno.

2017	černé uhlí energetické	černé uhlí koksovatelné	hnědé uhlí	koks	brikety	celkem
Spotřeba na výrobu elektřiny	2 006	–	29 295	0	0	31 301
Spotřeba na prodané teplo	772	–	3 669	1	0	4 442
Provozovací spotřeba energetika	294	–	1 388	0	0	1 682
Transformace (výroba jiných paliv)	278	3 297	1 537	1 667	0	6 779
Spotřeba na výrobu tepla ve firmách	283	–	1 127	440	20	1 870
Spotřeba na výrobu tepla v domácnostech	344	–	1 513	32	155	2 044
Celkem	3 977	3 297	38 529	2 140	175	48 118

Tabulka 1.2: Přehled využití uhlí v roce 2017 [48]

Dále z obrázku 1.2 vidíme, že drtivá většina vyrobeného tepla stále pochází právě z uhlí, přestože meziročně jeho podíl společně se podílem využití ropy klesal a od roku 2004 stoupal podíl biopaliv.



Obrázek 1.2: Spotřeba paliva na výrobu tepla v letech [16]

Z výše uvedených důvodů jsou další podkapitoly věnovány omezenosti zásob černého a hnědého uhlí na území České republiky, která v dohledné době postihne nejen teplárenské zdroje, které uhlí spalují. Bez ohledu na legislativu a ceny emisních povolenek, budou teplárny nuceny přejít na jiné zdroje tepelné energie, jelikož

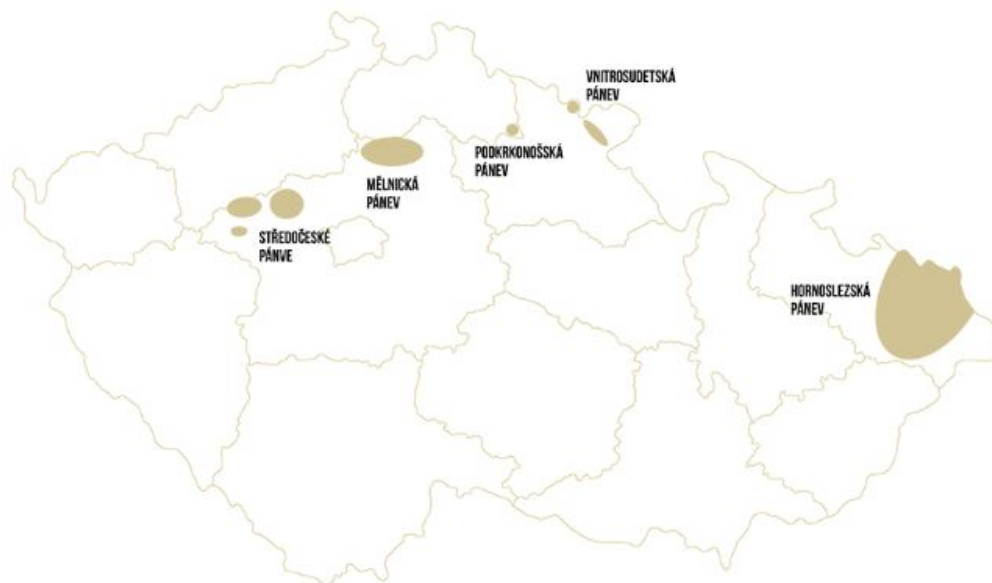
uhlí do budoucna na území České republiky není dostatek. Celkové zásoby a jejich vytěžitelný podíl ukazuje tabulka 1.3. Podíl vytěžitelných zásob je proti celkovým zásobám výrazně nižší z toho důvodu, že na spoustě míst není možné nebo povoleno uhlí těžit. Například nedaleké město Teplice se částečně rozkládá na úložišti hnědého uhlí, ale jelikož se jedná o lázeňské město, jeho demolice pro těžbu uhlí a stěhování tisíců občanů je nereálná. Právě zmiňovaná Teplárna Trmice vyrábí tepelnou energii spalováním hnědého uhlí, jehož ložiska se nachází v severních a západních Čechách (viz kapitola Hnědé uhlí a obrázek 1.4).

Tisíce tun	Černé uhlí			Hnědé uhlí		
	2010	2017	2018	2010	2017	2018
Zásoby celkem	16 421 504	16 283 583	16 278 409	9 005 702	8 673 268	8 392 162
Vytěžitelné zásoby na využívaných ložiskách	168 917	22 453	29 192	915 100	669 166	634 154
Produkce paliva (výroba; množství za úpravou)	11 435	5 415	4 470	43 774	39 306	39 191

Tabulka 1.3: Přehled zásob uhlí [48]

1.5.1 Černé uhlí

Vytěžitelné zásoby černého uhlí na území České republiky jsou ke konci roku 2018 odhadovány na 29,2 milionů tun. Toto množství by mělo vydržet na dobu dalších 7 let. Oproti roku 2010 byla těžba černého uhlí méně než poloviční a v roce 2018 byla opět snížena na 4,5 milionů tun. Oblasti těžby černého uhlí v České republice jsou zvýrazněny na obrázku 1.2. Jedná se hlavně o Hornoslezskou pánev, Mělnickou, Vnitrosudetskou, Podkrkonošskou pánev a o Středočeské pánve. Přestože je černé uhlí kvalitnější a má větší výhřevnost, je v České republice hojně využíváno uhlí hnědé. [21]

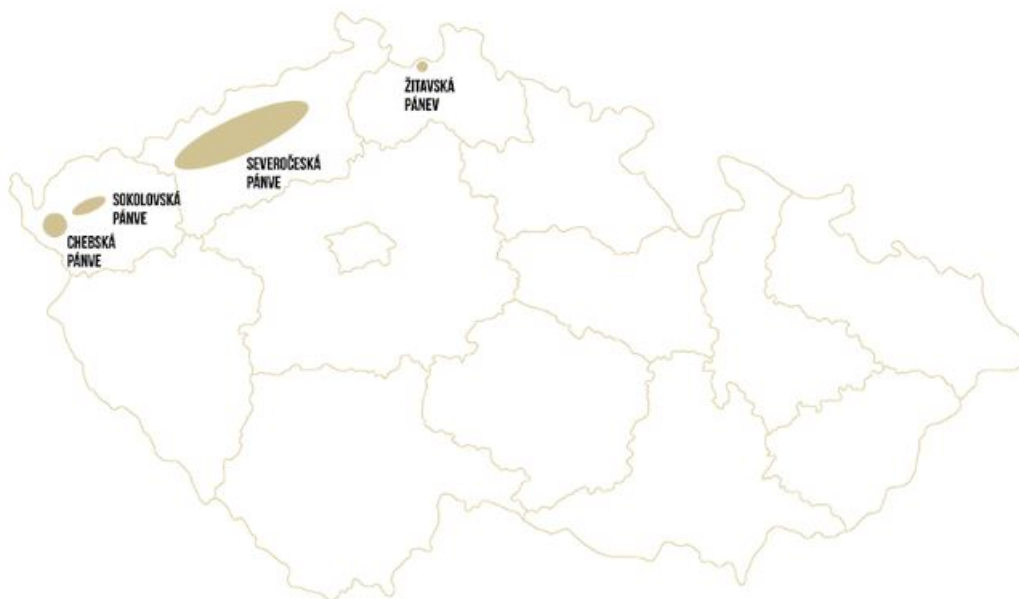


Obrázek 1.3: Oblasti těžby černého uhlí [carbounion.cz]

Vzhledem ke vzdálenostem ložisek černého uhlí od Teplárny Trmice (nejbližší se nachází ve Středočeském kraji) se neuvažuje možnost přechodu z hnědého na uhlí černé.

1.5.2 Hnědé uhlí

Teplárna Trmice spaluje hnědé uhlí z oblasti Severočeské pánve, což je největší ložisko hnědého uhlí v České Republice (všechny oblasti těžby hnědého uhlí jsou vyobrazeny na obrázku 1.4). Dalšími menšími ložisky jsou Sokolovská, Chebská a Žitavská pánve. Přestože je hnědé uhlí méně kvalitní a má nižší výhřevnost než uhlí černé, je v České republice více využíváno pro jeho větší množství v úložištích a snazší dostupnost v povrchových dolech, se kterou jde ruku v ruce nižší cena. Na celém území České republiky je odhadované množství vytěžitelných zásob 634,2 milionů tun. Oproti roku 2010 vytěžené množství kleslo, přesto je životnost zásob odhadována na příštích 16 let. Množství vytěženého hnědého uhlí mezi rokem 2017 a 2018 již neklesalo a bylo tedy vytěženo přibližně 39,2 milionů tun. [21] Jednou ze čtyř společností na území České republiky, která těží hnědé uhlí, je společnost Severočeské doly skupiny ČEZ, která těží v lomech Libouš a Bílina. Právě z těchto lomů odebírá Teplárna Trmice uhlí. Toto zásobování hnědým uhlím je dále popsáno v kapitole Dodávky uhlí, která se zaměřuje konkrétněji na uhlí dodávané do trmické teplárny.

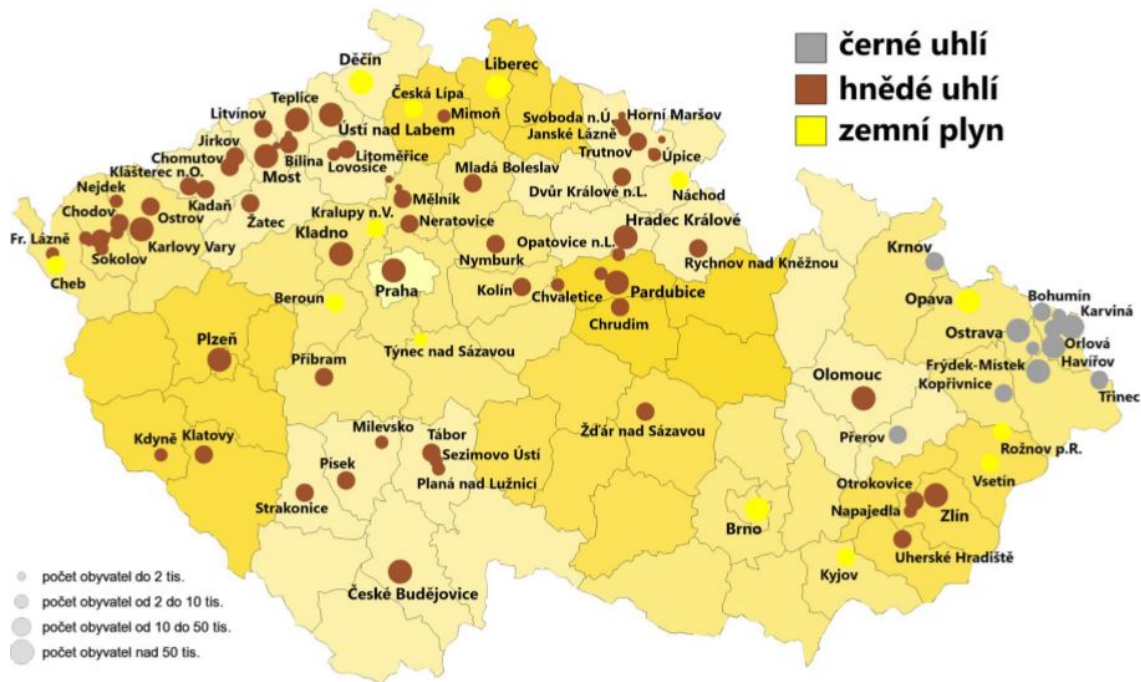


Obrázek 1.4: Oblasti těžby hnědého uhlí [carbounion.cz]

1.6 Emisní povolenky

Dalším důležitým faktorem v oblasti teplárenství a dokonce jedním z nejdůležitějších je cena emisních povolenek. Emisní povolenka je právo vypustit do ovzduší 1 tunu oxidu uhličitého a v současné době je s nimi obchodováno v rámci Evropské unie. Tento obchod motivuje subjekty, které mají možnost snížit své emise k jejich snížení, aby mohly získat jejich prodejem a zároveň je regulován celkový objem vypuštěných emisí. [12] Systém obchodování s povolenkami v rámci unie se nazývá EU ETS (Emissions Trading System) a vznikl v roce 2010, jedná se o největší systém obchodování s emisemi na světě. [23] V rámci vnitrostátního plánu České republiky v oblasti energetiky a klimatu se uvádí, že cílem EU ETS je snížení emisí alespoň o 40 % oproti roku 1990. Samotný obchod je více popsán v následující části 1.6.1.

Určitá část povolenek je přidělována bezplatně, zbytek si musí subjekty dokupovat. Aktuálně je na teple z teplárenských zdrojů, které emisní povolenky musí nakupovat, závislá spousta měst, konkrétně 3,5 milionu obyvatel ve městech vyznačených na mapě vyobrazené v obrázku níže. Mezi největšími městy (nad 50 tisíc obyvatel) lze nalézt i Ústí nad Labem, které je závislé na tepelné energii dodávané z Teplárny Trmice. [49]



Obrázek 1.5: Města závislá na tepelné energii z tepláren [49]

1.6.1 Obchod s emisními povolenkami

V rámci evropského obchodování s emisními povolenkami vznikl český Rejstřík obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů. Tento rejstřík spravuje OTE a.s. V rámci splnění nařízení Evropské Komise, je každá stát EU povinen vést takový rejstřík, který má jednotné náležitosti a tím pádem slouží jako rejstřík Kjótského protokolu. Toto navazuje je na sepsání Rámcové úmluvy OSN v roce 1992 a právě následného Kjótského protokolu o změně klimatu v roce 1997, kde se jednotlivé státy zavázaly ke snížení produkce skleníkových plynů. Produkce jednotlivých států je uvedena právě ve zmiňovaných rejstříkách a je vyjádřena jednotkami AAU, což je jednotka odpovídající jedné tuně vypuštěného oxidu uhličitého do ovzduší. [7]

V rámci obchodů EU ETS je tedy stanoveno maximální celkové prodávané množství povolenek, čímž je korigován celkový počet vypuštěných emisí oxidu uhličitého v daném roce. Déle je nutno podotknout, že maximální množství neboli tzv. cap je stanoveno zvláště pro letectví a zvláště pro stacionární zařízení, kam patří i právě analyzovaná teplárna. Tyto oblasti jsou oddělené, jelikož v letectví funguje přidělování jinak a to tak, že se celkové množství nesnižuje a zároveň je většina povolenek přidělována společně bezplatně. [7]

Dále mohou státy ke snížení emisí přispět tzv. JI projekty a CDM projekty. V případě JI projektů neboli projektů společně zaváděných projektů je po povolení od Ministerstva životního prostředí ČR nebo mezinárodním výborem tzv. JISC možné investovat do ekologizace některých ostatních zemí, které jsou určeny Přílohou I Rám-

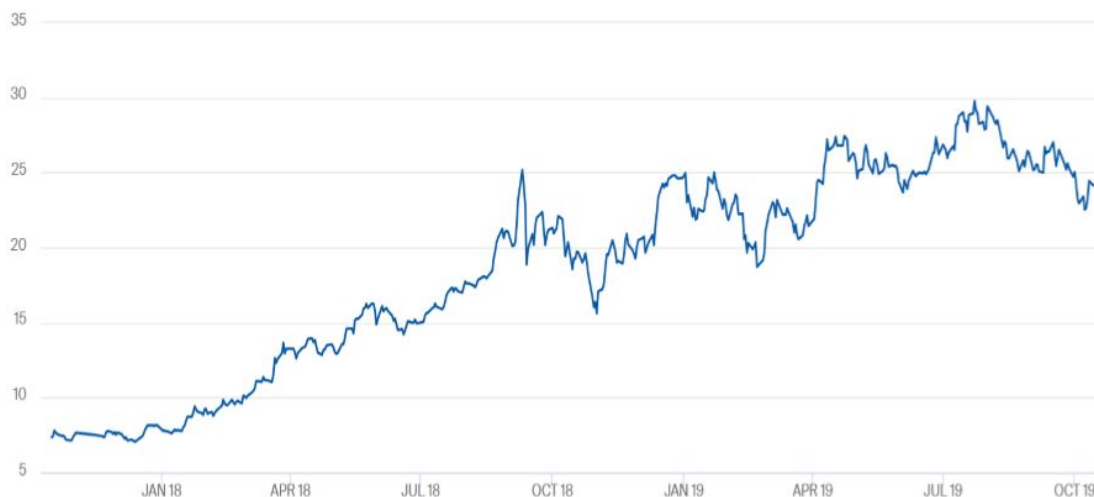
ové úmluvy. Tuto možnost investování mají opět jen státy uvedené v této Příloze. Mezi tyto státy patří například i Česká republika a jiné státy Evropy. Na základně těchto projektů jsou generovány ERU jednotky (Emission Reduction Unit), se kterými lze také dále obchodovat nebo je vyměnit za emisní povolenky, to lze ale pouze do určité výše nároku daného státu. Dalšími zmiňovanými projekty jsou CDM projekty neboli mechanismy čistého rozvoje. Zde se jedná opět o státy uvedené v Příloze I, které mohou investovat do zemí třetího světa. Tyto projekty je také nutno schvalovat. Tyto projekty generují jednotky CER (Certified Emission Reduction), ty jsou obdobně jako jednotky ERU dále obchodovatelné nebo vyměnitelné za emisní povolenky. [7]

1.6.2 Derogace

Pojem derogace se týká již výše zmiňovaného přidělování emisních povolenek zdarma. Jde o postupné snižování počtu zdarma přidělovaných povolenek od roku 2013 do roku 2020. Tento proces se týká jak výroby elektřiny, tak teplárenství (ale jak jsem výše rozebírala, netýká se leteckého sektoru). V případě teplárenství je pokles počtu přidělovaných povolenek nižší než u výroby elektrické energie. Dalším plánovaným postupem od roku 2021 v oblasti výroby tepla je alokace povolenek 60% hodnoty odpovídající výrobě stejného objemu tepla na bázi plynu. [23] Jak je již uvedeno v předchozí kapitole týkající se implementace strategického rámce Česká republika 2030, další možností alokace emisních povolenek zdarma je případná rekonstrukce vedoucí ke snížení emisí teplárenského zdroje.

1.6.3 Ceny emisních povolenek

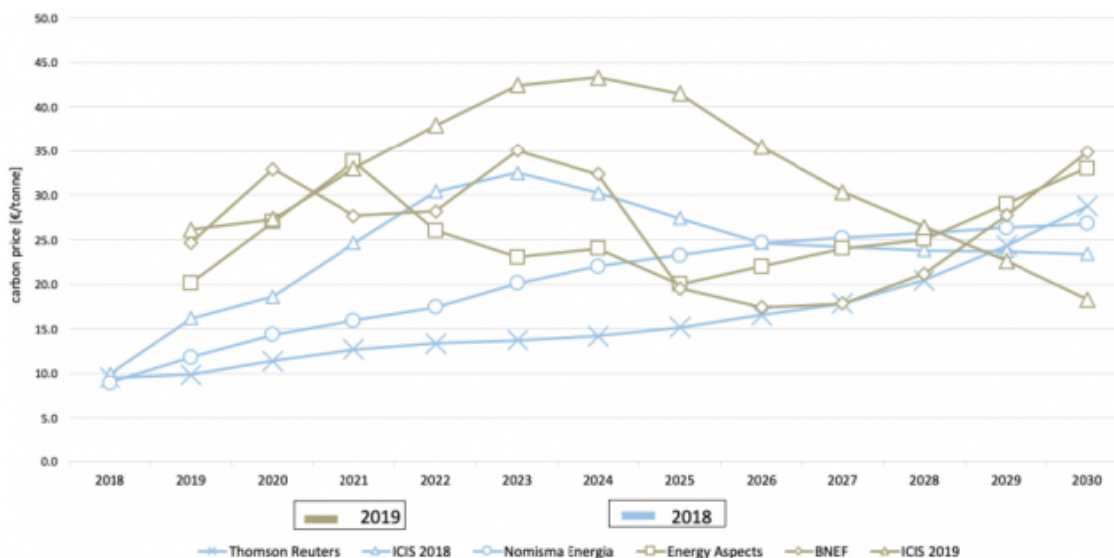
Proč je cena emisních povolenek pro další vývoj tepláren důležitá, zobrazuje graf v obrázku 1.6. Tento graf vyobrazuje vývoj cen od začátku roku 2018 až do října roku 2019. Z grafu lze pozorovat několikanásobný nárůst cen i v tak krátkém období jako jsou dva kalendářní roky. Tento další cenový vývoj bude mít zásadní vliv na teplárenský zdroj. [49] Proto se dále podívám na možnosti dalšího vývoje emisních povolenek v následující podkapitole.



Obrázek 1.6: Vývoj cen emisních povolenek v EUR [49]

Budoucí vývoj

Množství vypouštěných emisí bude mít výrazný vliv pro výběr palivové základny teplárny, jelikož i do budoucna se předpokládá další nárůst cen povolenek. Nákup povolenek je pak tedy významnou položkou na seznamu výdajů a proto každá ušetřená tona emisí oxidu uhličitého hraje svou roli. Předpokládaný vývoj v příštích letech podle dat agentury Reuters je pro rok 2020 průměrně přes 33 EUR za povolenku. To činí meziroční nárůst, oproti průměrné ceně povolenky v roce 2019, až o 30 %. [49]



Obrázek 1.7: Odhady budoucího vývoje cen emisních povolenek v EUR [31]

Obrázek 1.7 ukazuje různé prognózy vývoje cen emisních povolenek do roku 2030. Jednotlivé křivky odpovídají datům z různých zdrojů. Modré křivky označují data odhadovaná v roce 2018, hnědé křivky značí data z roku 2019. Jak je vidět například na datech společnosti ICIS, která se zabývá sběrem a analýzou dat (v grafu křivky s body označenými trojúhelníky), i hodnoty odhadované jednou společností se s odstupem roku mění. Je tedy otázkou, jak bude vypadat skutečný vývoj v budoucnosti, na čem se ale všechny společnosti shodovaly byl fakt, že minimálně do roku 2023 cena emisních povolenek i nadále poroste. [31]

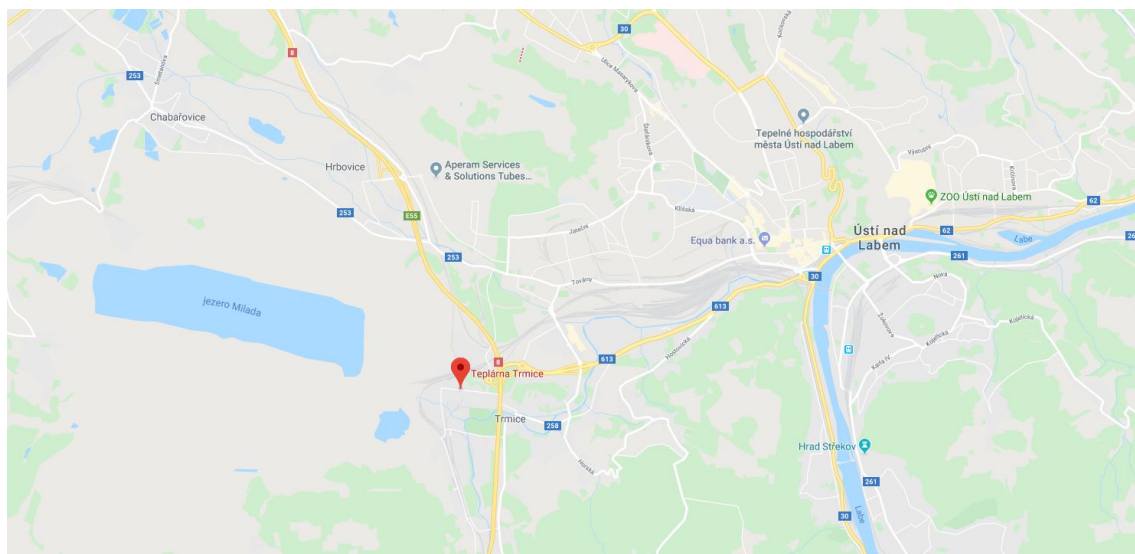
Nicméně v aktuální situaci, kdy je v České republice vyhlášen nouzový stav z důvodu šíření koronaviru, dochází po celém světě k poklesu ekonomické aktivity a snížení spotřeby energií. To je způsobeno zastavenou činností některých výrobních podniků, ale také škol a zábavních podniků jakými jsou například kina, divadla nebo i bary. Tento pokles se nejprve na cenách emisních povolenek neprojevoval, ale v druhé polovině dubna 2020 již byl zaznamenán pokles cen o více než 4 eura za povolenku, což je pokles přibližně o 20 %. [26]

Další vývoj ohledně výroby a spotřeby energií se dá v tomto velmi specifickém a neobvyklém případě jen těžko odhadovat, proto bude hrát v ekonomickém výpočtu změny palivové základny Teplárny Trmice významnou roli citlivostní analýza týkající právě cen emisních povolenek.

Kapitola 2

Teplárna Trmice

Teplárna Trmice se nachází v Ústeckém kraji nedaleko města Ústí nad Labem, a to v přilehlé obci Trmice. Ale zároveň je dostatečně blízko krajskému městu pro snadnou, rychlou a relativně levnou dopravu tepla do Ústí nad Labem. Celková délka jejích tepelných napáječů činí 125 km. Pro krajské město je tato teplárna velmi důležitá, jelikož zásobuje teplem přibližně 30 tisíc domácností a část průmyslových podniků, které hrají na severu Čech významnou roli. Kromě domácností a průmyslu je důležitá také pro terciární sektor (hotely, obchody a školská a zdravotnická zařízení). Polohu Teplárny Trmice vzhledem k Ústí nad Labem lze vidět na obrázku 2.1. [37]



Obrázek 2.1: Mapa Trmic a Ústí nad Labem [Google Maps]

O provoz teplárny se stará společnost ČEZ a.s. Do koncernu ČEZ a.s. patří i společnost ČEZ teplárenská a.s., která vlastní všechny akcie společnosti Martia a.s., která

také působí v objektu Teplárny Trmice a sice se stará o strojní údržbu zařízení. Společnost Martia založená v roce 1990 sídlí v Ústí nad Labem, ale její pobočky se nachází v Děčíně, Dětmarovicích, Hodoníně, Ledvicích, Liberci, Mělníku, Ostrově, Počeradech, Poříčí, Praze, Prunéřově, Trmicích a Tušimicích. Zabývá se realizací dodávek montáží a servisu v oblasti měření a regulace v teplárenství a řízení budov a v rámci Skupiny ČEZ se v posledních letech orientuje také na oblast elektro. Martia převzala strojní údržbu Teplárny Trmice v roce 2016 společně s Elektrárnou Tisová. [27] [55]



Obrázek 2.2: Fotografie současné podoby teplárny Trmice

2.1 Historie Teplárny Trmice

V nedávné době oslavila Teplárna Trmice stoleté výročí jejího založení, při této příležitosti proběhl den otevřených dveří pro širokou veřejnost. V rámci exkurzí se lidé mohli dozvědět historii i současném stavu teplárny. Toto jubileum se váže právě k samotným počátkům teplárenství v Trmicích, kdy byly v roce 1914 provedeny první výkopové práce a byly položeny základy elektrárny. Nejprve šlo tedy o zdroj elektrické energie, jelikož v oblasti severních Čech byl nedostatek elektrického výkonu. Prvotní výstavbu provedla společnost Nordböhmisches Elektrizitätswerke, která sídlila v Děčíně. Následně v roce 1916 došlo k uvedení do provozu prvních čtyř kotlů, turbosoustrojí a 2 chladících věží. Tehdejší instalovaný výkon elektrárny činil 6 MW. Postupem času bylo třeba instalovaný výkon zvyšovat a proto v letech 1918-1931 došlo k postupné výstavbě a následnému zprovoznění dalších 12 kotlů, 4 chladících věží a 4 turbosoustrojí. Poté v průběhu let docházelo k odstavení, rekonstruování i bourání jednotlivých částí elektrárny. V roce 1965 došlo ke změně majitele a trmická elektrárna se stala součástí závodů SČE Děčín, následně v roce 1973 byl podnik SČE Děčín převeden do podniku Severočeské elektrárny Komořany.

Přestože spadala stále pod elektrárny, od roku 1959 do roku 1974 probíhaly v elektrárně rozsáhlé rekonstrukce, které měly vést k zahájení využívání elektrárny jako zdroje tepla, tyto rekonstrukce zahrnovaly mimo jiné i výstavbu dálkového parovodu topné páry pro přilehlé Ústí nad Labem nebo nového 220 m vysokého komína. Na konci dubna roku 1976 se elektrárna přejmenovala na Teplárnu Trmice, která již měla za úkol pouze zásobovat teplem krajské město. Tato změna vedla k uzavření a likvidaci městské elektrárny na Špitálském náměstí v Ústí nad Labem, tato původní elektrárna v centru města se stala střediskem rozvodu tepla trmické teplárny. Vzhledem k větší spotřebě vody bylo nezbytné také vybudovat novou čerpací stanici pro přívod vody, ta vznikla na levém břehu nedaleké řeky Labe. [1] [37]

Co se týče modernějších dějin Teplárny Trmice, v roce 1994 byla započata její ekologizace. To vedlo ke zprovoznění odsíření v roce 1997, ale také ke zprovoznění paroplynové jednotky v roce 1998. Nicméně v roce 2011 došlo k ukončení provozu paroplynové jednotky a o rok později k její demontáži a odvezení do zahraničí. V roce 2015 se teplárna začala připravovat na další ekologická opatření, jako je snížení emisí oxidů síry a dusíku. [1] [37]

2.2 Současný stav

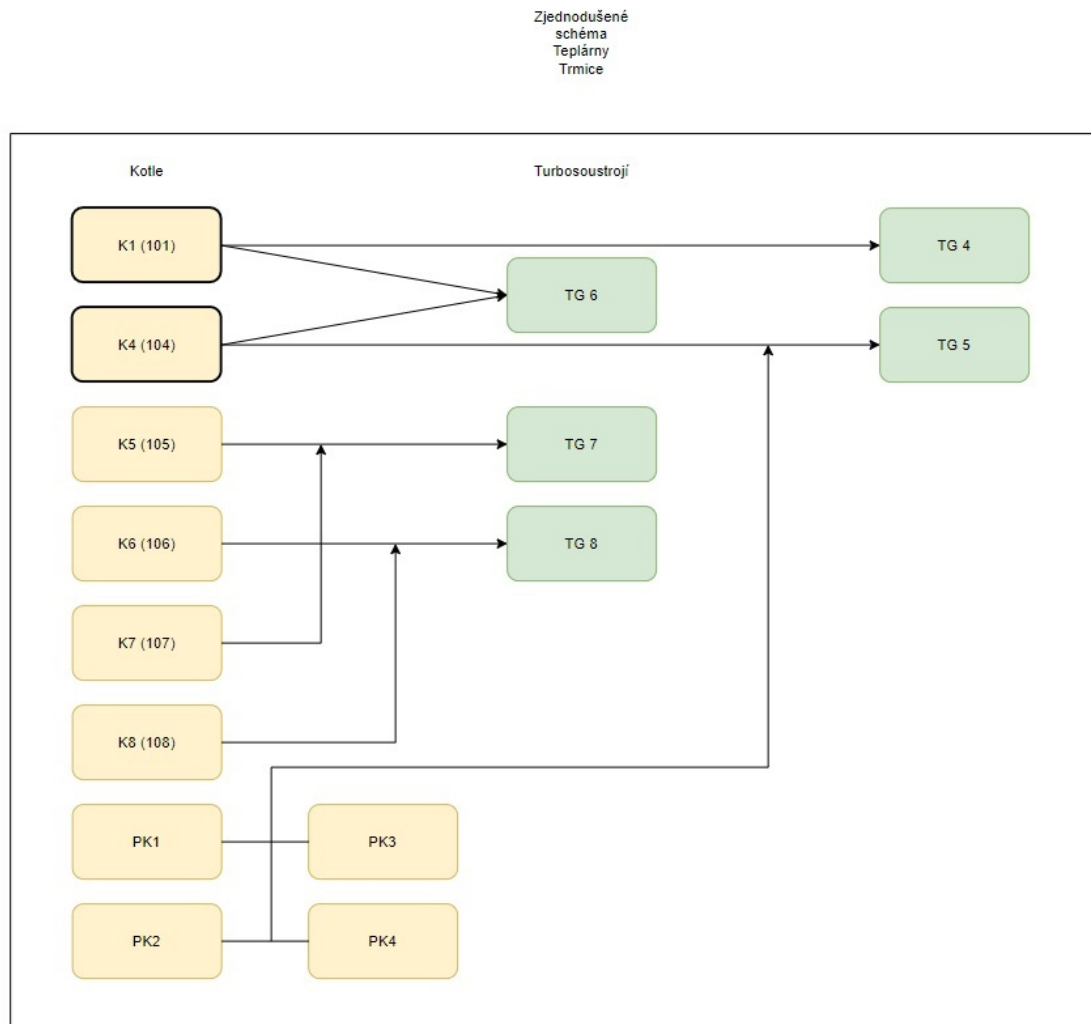
Jak je již zmíněno v předchozí kapitole shrnující historii teplárny, primárním účelem tohoto zdroje je zásobovat město Ústí nad Labem tepelnou energií. Aktuálně se v teplárně nachází 10 kotlů s celkovým instalovaným výkonem 469,2 MWt. První čtyři kotle jsou plynové, další dva z kotlů jsou práškové, spalují tedy předem nadržené uhlí, další čtyři kotle jsou roštové, což znamená, že spalované uhlí se nachází na pásových roštech, které se neustále pohybují. Pára z kotlů putuje do 6 turbogenerátorů pro výrobu elektrické energie s instalovaným výkonem 89 MWe. Teplo je v Ústí nad Labem odebíráno z více než 1300 odběrných míst a je jím zásobováno přibližně 30 tisíc domácností. [37]

Voda pro výrobu páry je odebírána z levého břehu řeky Labe pod zdymadlem Střekov, kde se nachází vodní elektrárna. Voda je z řeky do teplárny čerpána tzv. Labským řadem a štolou.

Pro uskladnění sypkého odpadu v podobě popílku, který v teplárně vzniká při spalování uhlí, je využíván přilehlý vytěžený povrchový lom 5. Květen. Vzhledem k tomu, že se lom nachází v bezprostřední blízkosti teplárny, není toto řešení logisticky náročné a proto není třeba platit velké částky za dopravu materiálu. Zároveň se v této lokalitě nachází železniční stanice, kam je v nákladních vlacích dováženo hnědé uhlí. Do areálu teplárny jsou proto vedeny dopravní pásy, po kterých putuje uhlí do teplárny a naopak popílek k místu uskladnění. Dalším produktem teplárny je směs, která je pro teplárnu sice odpadem, ale je možné ji dále prodávat. Zmiňovaným produktem je struska, tato látka je odpadním produktem procesu spalování. Prodaný materiál dále putuje na stavby a opravy dopravních komunikací.

Následující obrázek je zjednodušeným schématem Teplárny Trmice. Šestý turbogenerátor, který není ve schématu zakreslen je označován jako TG 105, nachází se

u TG 6 a slouží pro vlastní spotřebu teplárny. Turbosoustrojí TG 6, TG 7 a TG 8 jsou kondenzační a TG 4 a TG 5 jsou protitlaké.



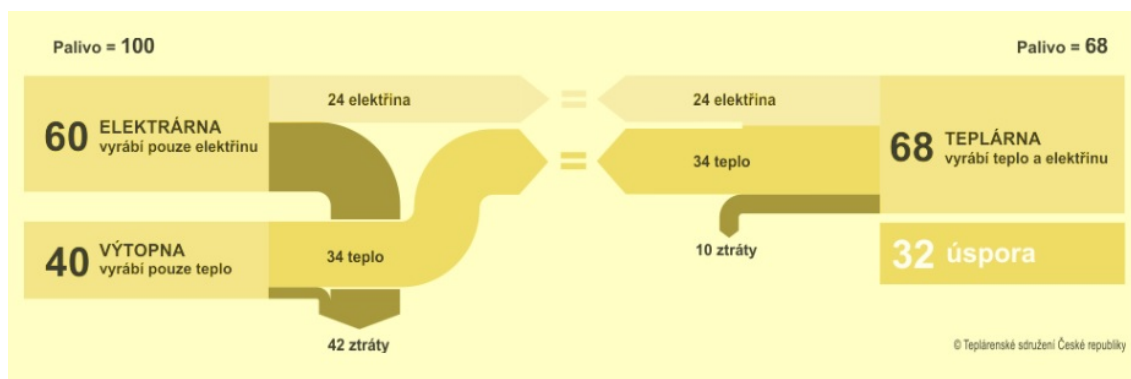
Obrázek 2.3: Zjednodušené schéma Teplárny Trmice [vlastní úprava dle interních dat]

Dále se chci zaměřit na nejstarší dva roštové kotle K1 a K4, které jsou ve schématu zvýrazněny, právě těchto kotlů se týká praktická část této práce. Kotle jsou v současné chvíli zastaralé a je otázkou, zda je i nadále nechat v provozu s investicí pro jejich renovaci, nebo je vyměnit za novější plynové kotle. Nutno také podotknout že přímo v areálu se již nachází silo na biomasu s menším automatickým dopravníkem vedeným právě k roštovým kotlům. Ale v případě úvahy opětovného uvedení zařízení do provozu bude nutné uvažovat i rekonstrukci tohoto zařízení, jelikož není možné očekávat, že po letech mimo provoz bude zařízení bezchybně fungovat. Na podrobnější rozbor těchto možností se zaměřím v kapitole 3.

2.2.1 Kombinovaná výroba elektřiny a tepla

Pro pokrytí nákladů výroby tepla a zároveň stanovení ceny, která nepovede k odpojování zákazníků a přechodu na decentrální zdroje výroby tepla, využívají některé teplárenské zdroje kombinovanou výrobu elektřiny a tepla neboli zkráceně KVET. Tohoto úsporného systému kogenerace využívá právě i Teplárna Trmice. Pára vyrobená z kotlů slouží k výrobě elektrické energie, ale zároveň je dále využívána jako teplo pro domácnosti a výrobní podniky. Jelikož tento systém pracuje s vyšší účinností než klasická výroba elektrické energie bez kogenerace, je i v zájmu státu tuto výrobu podporovat. [24] Pro výrobu elektrické energie v teplárně slouží protitlaké parní turbosoustrojí TG 7 a TG 8 a kondenzační turbíny označované TG 4, TG 5 a TG 6, které byly také vyobrazeny ve schématu 2.3.

Následující obrázek 2.4 poukazuje na úsporu paliva v případě kombinované výroby elektrické a tepelné energie při stejném vyrobeném množství elektřiny.

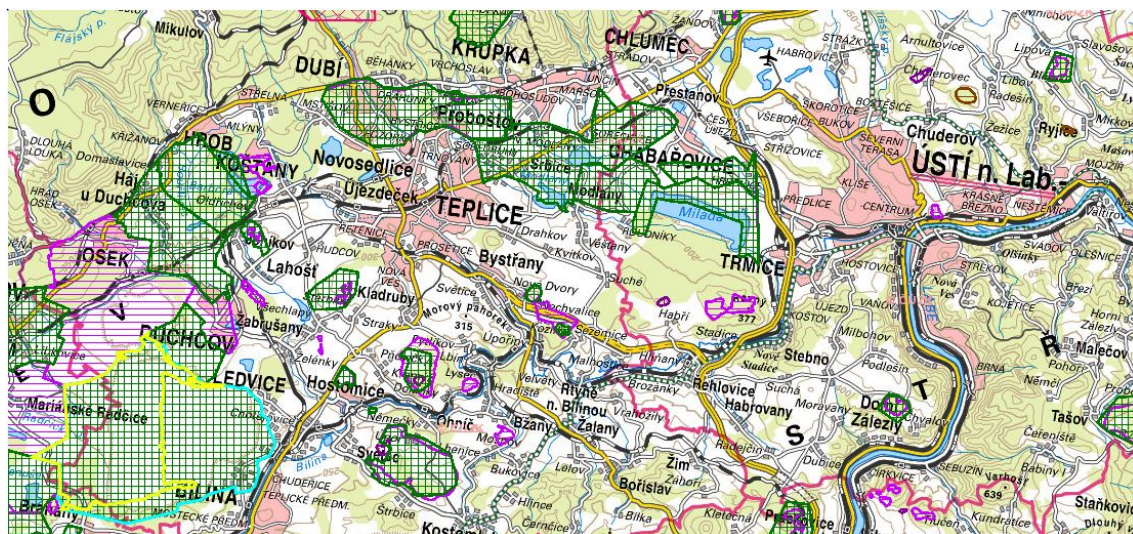


Obrázek 2.4: Schéma kombinované výroby elektřiny a tepla [24]

2.3 Dodávky uhlí

Jak je již vyobrazeno v předchozí kapitole týkající se hnědého uhlí, severní Čechy se přímo nabízí pro využívání hnědého uhlí. Vzhledem k tomu, že se zde nachází rozsáhlá úložiště v oblasti Severočeské pánve, není nutné platit za drahou dopravu. V minulosti bylo k dodávkám uhlí do Teplárny Trmice využíváno velmi blízkého lomu Chabařovice. Nicméně v lomu Chabařovice byla v roce 1997 ukončena těžba a byly prováděny sanační a rekultivační práce v rámci kterých došlo k výsadbě nových stromů a zatopení lomů. Toto dalo vzniknout dnešnímu již pro veřejnost otevřenému jezeru Milada, které je do budoucna zamýšleno k rekreačním účelům. [15] Vzhledem k uzavření tohoto lomu je dnes Teplárna Trmice zásobována hnědým uhlím z lomu Bílina společnosti Severočeské doly a.s. Lom Bílina se nachází mezi městy Bílina a Ledvice a jeho chráněná ložisková území jsou na mapě v obrázku 2.5. zvláště žlutou a světle modrou barvou. Chráněné ložiskové území bývalého

velkolomu Chabařovice je část zeleně vyšrafovaných území, která se nachází mezi Chabařovicemi a Trmicemi kolem oblasti dnešního jezera Milada.



Obrázek 2.5: Lomy v okolí Teplárny Trmice [mapy.geology.cz]

Přestože se zásoby vytěžitelného hnědého uhlí snižují každým rokem, existuje možnost nezměněného chodu Teplárny Trmice a odběru uhlí z lomu Bílina až do roku 2040 a to z hlavně z toho důvodu, že společnost Severočeské doly a.s. je součástí koncernu řízeného společností ČEZ a.s., jehož součástí je i Teplárna Trmice.

2.4 Struktura odběru

Teplárna Trmice neprodává tepelnou a elektrickou energii koncovým zákazníkům, ale pouze menším dodavatelům, kteří energii přeprodávají do jednotlivých domácností. Koncových domácností po celém Ústí nad Labem, které odebírají energii z Teplárny Trmice, je až 30 000. Velkým odběratelem je Masarykova nemocnice, která má několik částí po celém Ústí nad Labem. Dále je pro chod teplárny důležitá jedna z velkých průmyslových společností, která se nachází taktéž v Ústí nad Labem. Vzhledem k tomu, že smlouvy na odběr energií jsou uzavírány na delší časový horizont, není třeba se obávat významného snížení odběrů. Nicméně je také třeba držet se cen dohodnutých ve zmíněných smlouvách.

2.5 Emise

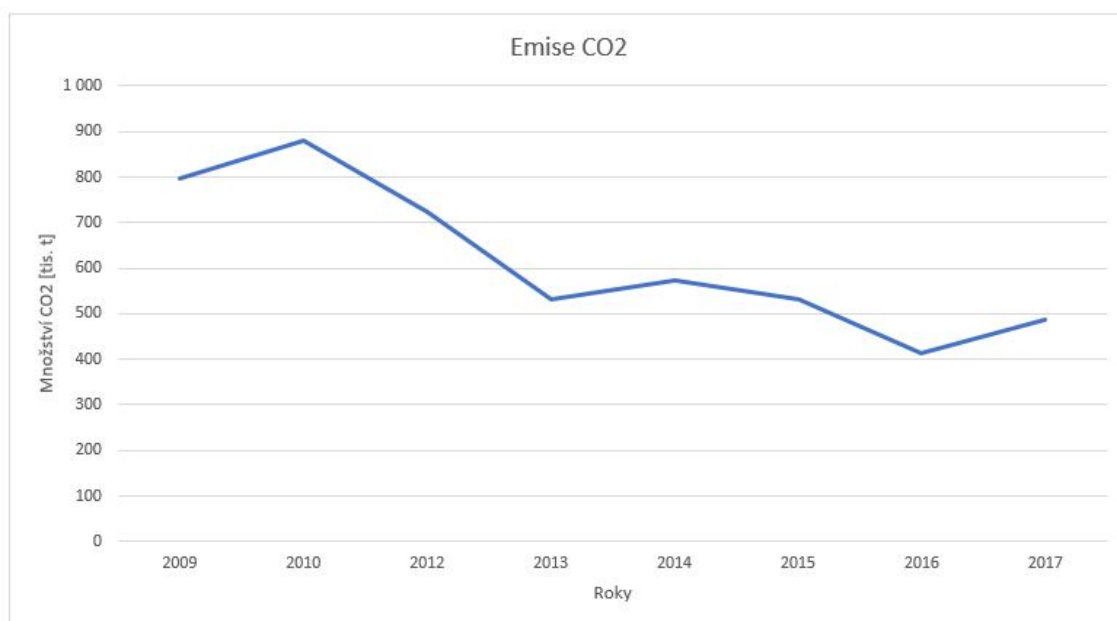
Jak shrnuje první kapitola pojednávající o omezeních teplárenských zdrojů, důležitou roli při výběru zdroje tepelné a elektrické energie hraje množství emisí vypouštěných

do okolí. Nejdůležitější jsou emise oxidu uhličitého, na jehož vypouštění do ovzduší je třeba vyčlenit odpovídající množství emisních povolenek, jejichž část sice byla doposud přidělována bezplatně, ale toto přidělované množství klesalo a nyní je nutné povolenky nakupovat.

Emise	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017
CO2 [t]	797000	879000	722000	531000	574000	532000	412000	486000
Nox [t]	1410	1370	1150	880	1070	998	806	1020
Sox [t]	1700	1880	2200	1740	2450	2870	2490	3070
Hg [kg]	129	138	109	79,6	16,7	12,1	18,7	18,3

Tabulka 2.1: Emise Teplárny Trmice v letech [13]

Hodnoty emisí vypouštěných do ovzduší Teplárnou Trmice od roku 2009 shrnuje tabulka 2.1. Pokles hodnot v roce 2013 neznámí rekonstrukce vedoucí ke snižování emisí, ale pouze ke snížení výroby v daném roce způsobené změnami ve vedení teplárny. V rámci BAT rozebíraných v kapitole o integrované prevenci a omezení znečištění je plánovaná rekonstrukce pro následující roky, která povede ke snížení emisí rtuti, také oprava odsíření a čištění spalin od oxidů dusíku. Následující graf znázorňuje meziroční změny emisí oxidu uhličitého vypouštěných teplárnou v tisících tun.



Obrázek 2.6: Emise oxidu uhličitého v letech [13]

Kapitola 3

Varianty řešení

V současné době jsou největší konkurencí teplárenských zařízení lokální kotelny přímo v blízkosti zásobovaných domácností nebo podniků, jelikož tyto malé lokální zdroje nemusí nakupovat emisní povolenky. Aby větší teplárna na okraji města reagovala na tuto konkurenci a zároveň na blížící se nedostatek uhlí, nabízí se několik variant. Jednou z variant možné změny je výroba tepla spalováním biomasy, další spalováním zemního plynu. Třetí možností v budoucnosti teplárny je podlehnout konkurenci a ukončení provozu. Vzhledem k tomu, že v této práci jde o návrh změny palivové základny teplárenského zdroje, bude dále uvažován provoz zařízení. Ale vzhledem k velikosti rozsahu takové rekonstrukce a zároveň dostupnosti paliva, půjde o částečnou změnu palivové základny, tedy nahrazení nejstarších roštových kotlů K1 a K4 (viz kapitola 2.2), které v případě udržení v provozu budou vyžadovat opravy. Kromě kotlů je ale také nutná oprava zařízení pro odsíření (DeSox) a instalace zařízení pro čištění spalin od oxidů dusíku (DeNox). Tyto opravy jsou vyžadovány pro udržení teplárny v rámci limitů BAT, které jsou rozebrány v předchozí kapitole 1.2. Nicméně tato rekonstrukce je vyžadována pro všechny tři zmiňované varianty, proto není nutné ji v porovnání uvádět. Ostatní uhelné kotle v teplárně nejsou v porovnání uvažovány, jelikož jejich provoz nesouvisí s jednotlivými variantami změny K1 a K4. Pokud by se vedení teplárny rozhodlo pro celkovou obnovu teplárny namísto renovace dvou nejstarších kotlů, cena rekonstrukce celého takto velkého zdroje najednou by dosahovala obrovských výšek, které by nemusely být únosné ani pro tak velkou společnost jako je ČEZ a.s. Podíl analyzovaných kotlů na chodu teplárny činí necelou 1/5 ročního vyrobeného tepla, přesněji 19,23 %. (V případě jednoduchého odhadu na základě instalovaných výkonů kotlů, by investice do celkové rekonstrukce teplárny na zemní plyn mohla činit až 9 miliard korun). Dále budou tedy hodnoceny tyto varianty:

- Spalování pouze hnědého uhlí
- Spoluspalování biomasy a hnědého uhlí
- Spalování zemního plynu a hnědého uhlí

V případě spalování částečně hnědého uhlí a částečně jiného paliva tedy dojde oproti

stávajícímu stavu ke snížení objemu odebíraného uhlí od dodavatele a dále předpokládám celkové snížení emisí v souvislosti s různými emisními faktory paliv. Tabulka 3.1 níže, která je sestavená z dat vyhlášky O energetickém auditu Ministerstva průmyslu a obchodu, ukazuje srovnání hodnot emisních faktorů jednotlivých zdrojů. Fakt, že biomasa má emisní faktor oxidu uhličitého nulový a zemní plyn téměř poloviční oproti hnědému uhlí, napovídá, že právě cena emisních povolenek bude hrát v ekonomickém výpočtu pro změnu palivové základny významnou roli.

V případě biomasy tedy bude zcela nulová položka nákupu emisních povolenek, v případě zemního plynu se významně sníží oproti stávajícímu stavu.

Palivo / energie		Emisní faktor (t CO ₂ /MWh)
Pevná paliva	Černé uhlí tříděné	0,33
	Hnědé uhlí tříděné	0,36
	Jiné pevné palivo	0,34
	Koks	0,39
	Proplástek	0,34
Kapalná paliva	Těžký topný olej (nízkosirný)	0,28
	Jiná kapalná paliva	0,28
	TOEL	0,26
	Benzín	0,25
	Plynový olej (nízkosirný)	0,26
Plynná paliva	Zemní plyn	0,20
	Koksárenský plyn	0,16
	Propan-butan	0,24
	Vysokopecní plyn	0,87
	Jiné plynné palivo	0,20
Elektřina		1,01
Biomasa		0

Tabulka 3.1: Emisní faktory CO₂ [30]

Kromě nákladů na emisní povolenky se ale také nabízí marketingový tah, kdy se teplárna může prezentovat spalováním paliva s nižším emisním faktorem, než má uhlí. Zvláště právě v Ústeckém kraji, kde se teplárna nachází, je tato problematika diskutovaná a společnost ČEZ, která teplárnu vlastní, by tak mohla získat plusové body při kontaktu s širokou veřejností.

3.1 Hnědé uhlí

Nejjednodušší ze zmiňovaných variant je setrvání teplárny ve stávajícím stavu výroby tepla a elektřiny z hnědého uhlí. To ale neznamená, že nedojde k žádným

změněm. Jak jsem již zmiňovala v úvodu kapitoly, kotle K1 a K4 jsou nejstaršími kotli v teplárně a budou tedy vyžadovat rekonstrukce pro udržení v provozu.

Výhodou této varianty by byl již zavedený funkční stav, kdy aktuálně teplárna uhlí spaluje a má spolehlivého dodavatele na následujících 20 let. Nevýhodou je pak nejasná budoucnost paliva, která se týká objemu zásob uhlí, již zmiňovaná v kapitole 1.5.2

3.2 Biomasa

Za biomasu jsou považovány zbytky živočichů, živočišný odpad, ale také části rostlin, které jsou využitelné právě v energetice. Právě části rostlin jsou považovány za biomasu využitelnou v energetice. Biomasu lze rozdělit do skupin podle několika kritérií. Podle přírodních zdrojů, ze kterých biomasa pochází, ji lze dělit na fytomasu a dendromasu. Fytomasa pochází ze zemědělské půdy a rostlin a dendromasa ze dřevin nebo stromů. [2] Dle vlastností lze biomasu dělit do tří kategorií na suchou, vlhkou a speciální. Pro účely teplárenského zdroje se hodí biomasa suchá, jelikož ji lze přímo spalovat. Vlhká slouží například pro výrobu bioplynu a speciální pro výrobu energetických látek jako je bionafta. [52]

Zpracování biomasy

Obecně biomasu lze v energetice zpracovávat dvěma základními způsoby. Prvním z nich je v bioplynové stanici, druhým pak spalováním.

Bioplynová stanice První možnost je zpracování biomasy v bioplynové stanici (BPS). Zde dochází ke spotřebě nejen cíleně pěstovaných rostlin, ale i vedlejších produktů zemědělství či biologicky rozložitelných odpadů. Energie z paliva není v tomto případě získána pálením biomasy, ale je získána ve formě plynu. Samotný proces může začít tříděním a uskladněním biomasy v areálu bioplynové stanice. Následně je palivo přesunuto do fermentoru, což je místo, kde dochází k biologickým procesům, díky kterým se z biomasy uvolňuje bioplyn. V horní části fermentoru či mimo fermentor je zásobník na zmíněný plyn, kam se postupně uvolňovaný plyn ukládá. Samotný bioplyn pak projde ještě dalšími úpravami jako je například odsíření či sušení, po očištění už se jedná o biometan, který je připraven například i k vtláčení do distribuční soustavy. [47]

Důvod proč uvádím princip bioplynových stanic je ten, že očištěný biometan lze využívat stejně jako běžný zemní plyn. Nicméně jediná biometanová stanice v České republice se nachází na severní Moravě, konkrétně v Rapotíně na Šumpersku. Jedná se o první takovou stanici u nás, která vtláčí plyn do distribuční sítě. Tato technologie umožňuje učinit z plynu obnovitelný zdroj obdobně jako je tomu u elektřiny vyráběné z obnovitelných zdrojů. Ale velkou výhodou výroby biometanu je, že není závislá na počasí. Možnost dodávky biometanu do teplárenského zdroje je ale aktuálně spíše optimistickým výhledem do budoucna, zvláště v současné chvíli, kdy je

tato technologie zřízena téměř 300 kilometrů daleko od popisovaného teplárenského zdroje. [33]

Spalování biomasy Druhým způsobem využití biomasy je v příslušném kotli, kde dochází k jejímu pálení. Jedná se tedy o stejný princip, jako u pálení uhlí. A stejně jako je tomu u uhlí, tak i před pálením biomasy je potřeba toto palivo náležitě rafinovat. Já se zaměřím konkrétně na štěpku, jelikož právě tu budu uvažovat v dalších částech své práce. Dřevní štěpka se dá rozdělit na dva typy podle toho, jestli je pěstovaná přímo pro spalování nebo se jedná o odpad původně pěstovaný pro jiné účely.

Účelně pěstované rychle rostoucí dřevo má řadu benefitů. Například je palivo koncentrováno na jednom místě, a to sice plantážích. Umístění na plantážích poté přináší i výhodu nižší údržbové náročnosti, a to díky možností využití standardizované techniky. Konečné zpracování na štěpku je také jednoduché v tom smyslu, že takové palivo je homogenní, obdobné velikosti a bez škodlivin. Dřevo po sklizni, je nutné zbavit listí a vody, která tvoří až 55 % objemu. [47]

Oproti předchozímu typu se odpadní štěpka získává ze zbytků, které vznikly po úpravě dřeva za jiným účelem. Takovou úpravou je myšleno například technologické zpracování dřeva pro stavební či nábytkářské účely. Při těchto procesech vzniká odpad ve formě odřezků, pilin či hoblin. Tyto zbytky jsou následně zpracovány buď stěpkováním, či dezintegrací neboli drcením. Většinou se však používá stěpkování, jelikož transport paliva v této formě je daleko jednodušší. [47]

Samotný proces stěpkování probíhá ve strojích, jejichž součástí je řada nožů a jejich účelem je vstupní surovinu homogenizovat. Výstupem tohoto postupu mohou být velmi jemné či i několik centimetrů velké kusy dřeva, které dohromady tvoří stěpku jako celek. Transport výsledného produktu je pak realizován nejčastěji ve velkorozměrových nádobách, které umožňují jednoduché překládání paliva. V rámci automatizace se využívají transportní pásy, podobně jako je tomu u uhlí. [47]

Biomasa a Teplárna Trmice

Konkrétně pro případ Teplárny Trmice je vhodná právě dřevní štěpka, jelikož by jí bylo možné přímo do teplárny přepravovat na zmiňovaných pásech vedoucích od vlakového nádraží obdobně jako je tomu v případě hnědého uhlí. Jak jsem již avizovala v kapitole 2.2 teplárna v rámci systému dopravních pásů disponuje silem pro uskladnění biomasy s automatickým dopravníkem vedoucím k roštovým kotlům. K této přístavbě došlo v době dřívější ekologizace teplárny. Ale vzhledem k tomu, že toto zařízení bylo po dlouho dobu mimo provoz, v rámci této varianty budu uvažovat částku na renovaci a znovuvedení do provozu. Nutno podotknout že toto silo slouží k uskladnění na velmi omezenou dobu, jinak se biomasa začne rozkládat a palivo pak nemá potřebnou výhřevnost. Silo tedy slouží pouze k uskladnění množství pro krátkou dobu, kdy po dopravních pásech do teplárny putuje hnědé uhlí. Část paliva je tedy vždy připravena před příslušným kotlem, ať už na uhlí či biomasu, a pásy proto nemusí být v nepřetržitém provozu.

V případě celkového přechodu tedy výroby tepla ze 100 % biomasy by byla kromě kompletní rekonstrukce kotlů nutná také rekonstrukce nebo přístavba stávajících přepravních pásů, jelikož objemově je nutné spálit větší množství biomasy než uhlí pro dosažení stejné hodnoty vyrobeného tepla a objem prostoru nad přepravními pásy by pro takto velké množství štěpky byl nedostatečný ani v případě, že by pásy byly v nepřetržitém provozu. Nicméně pro částečný přechod, který je rozebírán v této práci jsou stávající pásy postačující.

Stávající analyzované kotle K1 a K4 umožňují, vzhledem k tomu, že jsou roštové (jiné práškové kotle, které se také nachází v teplárně, toto neumožňují), spalovat biomasu. Dle technických specifikací kotlů je účinnost kotlů nejvyšší v případě spalování v poměru 30 % biomasy a 70 % hnědého uhlí, a sice 87,9 %. Proto jsem se rozhodla v případě spalování využít právě tohoto poměru. Ale v rámci citlivostních analýz budu zkoumat i varianty odlišných poměrů spalování.

Nutné investice do varianty spalování biomasy jsou tedy opravy kotlů K1 a K4 a zároveň renovace sila a dopravníku ze sila ke kotlům.

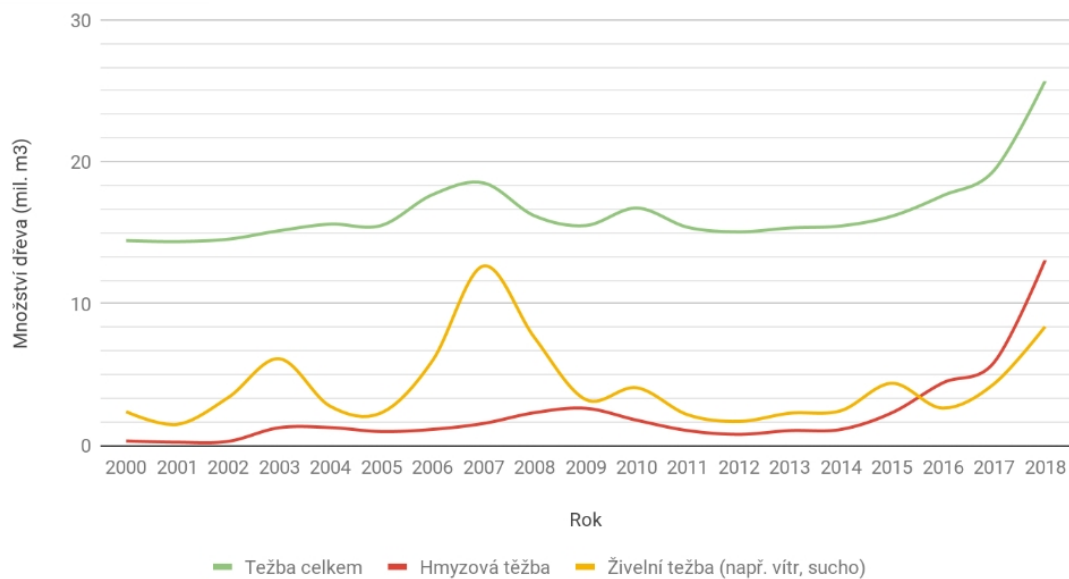
Dostupnost biomasy

Kromě výhod zvolené možnosti paliva pro teplárenský zdroj je ale také nutné se zamyslet nad případnou dostupností takového paliva. Dle Studie Ústeckého kraje přibližná roční hodnota vytěžitelné dřevní štěpky k energetickým účelům na území Ústeckého kraje činí 550 000 GJ. Také je zde uvedeno, že více než 2/3 tohoto materiálu ovládá jediná společnost a sice TRONEKO s.r.o., která se zabývá těžbou dřeva, lesnictvím, úpravami a dalším prodejem dřevního materiálu. Uvažovala jsem tedy uzavření smlouvy na nákup dřevní štěpky od společnosti TRONEKO jako výhradního dodavatele. [14]

Dalším aspektem, na který je potřeba se zaměřit u varianty biomasy je riziko dodávky obecně odkudkoliv z českých lesů. Od roku 2015 se převážně kvůli zvýšenému působení kůrovce v České republice těží více dřeva, než bylo plánováno. Běžně se ročně v České republice vytěží okolo 16 milionů metrů krychlových dřeva. Od počátku kůrovcové kalamity dochází k exponenciálnímu nárůstu těžby, kdy v roce 2018 toto číslo dosahovalo již 26 milionů. Největší část této těžby se pak odehrávala na Moravě a v jižních Čechách. Zatímco zbytky po zpracování dřeva tvořily v roce 2016 necelých 12 % vytěženého dřeva, tak v roce 2018 se toto číslo snížilo na 8,5 %, což ale stejně ve výsledku znamenalo navýšení jejího množství na 2,2 milionů metrů krychlových. Pro účely teplárenských zařízení se spotřeba štěpky pohybuje okolo 25 % celorepublikové spotřeby, což například pro rok 2017 znamenalo 4,5 milionů metrů krychlových dřeva. V návaznosti na tuto skutečnost MPO prosadilo spalování biomasy společně s uhlím, které je dotačně podpořeno formou zelených bonusů. V roce 2018 tato podpora činila 53 korun na každý vyrobený gigajoule tepla. Aktuální nutnost vykácet napadené stromy sice vede k nadměrné dodávce v dnešní době, ale v budoucnu může dojít k nedostatku do doby než lesní porosty dorostou pro požadované těžené množství dřeva. [11]

Data shrnuje obrázek 3.1, který uvádí množství vytěženého dřeva v letech. I z to-

hoto grafu je patrné, že od roku 2015 výrazně stoupala těžba. Ukazatel množství těžby způsobené hmyzem vykazuje obrovský nárůst převážně v této oblasti, kdy se v předchozích letech hmyzová těžba dala označit za okrajovou.



Obrázek 3.1: Vytěžené množství dřeva v letech[11]

Proto by se v budoucnu mohlo stát, že potřebné množství dřevní štěpky nebude na trhu dostupné a teplárna bude nucena se vrátit zpět ke spalování hnědého uhlí. Tato nevýhoda může být zahrnuta například při rozhodování se u variant se stejnou současnou hodnotou, kdy by toto zvýšené riziko variantu znevýhodnilo před jinou možností, u které bude dostupnost paliva méně riziková.

3.3 Zemní plyn

Další variantou pro změnu palivové základny je přechod na jiný typ fosilního paliva, kterým je zemní plyn. Zemní plyn je složen převážně z metanu, dále částečně z etanu, propanu, butanu a dalších plynů ve stopovém množství. V domácnostech je využíván k vytápění nebo vaření. Nejčastěji se vyskytuje společně s ropou, ale je možné jej těžít i z nekonvenčních nalezišť například jako břidlicový plyn.

Že varianta přechodu teplárenského zdroje na zemní plyn je reálná, ukazují i obdobné teplárny v blízkosti jiných měst. Například v Teplárně Otrokovice byla v minulém roce zahájena výstavba plynového kotle, který má do budoucna nahradit stávající uhelné kotle. [53] Dále Teplárna Písek dostala v roce 2019 ocenění za ekologizaci, kdy mazutovou výtopenou nahradila moderním plynovým kotlem. [44]

Roštové kotle K1 a K4, které by byly případnými kotly na zemní plyn nahrazeny, mohou dodávat až 50 tun za hodinu. Nové kotle na zemní plyn od společnosti Bosch,

jejichž cena je zahrnuta ve výpočtech mohou dodávat maximálně 48 tun páry za hodinu, což nám říká, že instalovaný výkon těchto kotlů je velmi podobný a plynové kotle se tedy dají uvažovat jako ekvivalent stávajícího řešení a to vzhledem k tomu, že stávající kotle nespalují uhlí na 100 % instalovaného výkonu.

Tato varianta z technického hlediska zahrnuje výměnu stávajících 2 roštových kotlů za plynové. Vzhledem k tomu, že se jedná o nové kotle namísto pouhé opravy stávajících, bude tato investice vyšší než u předchozích variant.

Výhodou této varianty je významné zjednodušení dopravy, kdy je plyn do teplárny dovážen v potrubí a není tedy nutná vlaková doprava ani dopravní pásy. Jako nevýhoda se proto může jevit zdánlivé ušetření na chodu dopravních pásů, ale tyto pásy jsou v teplárně dva základní (jeden delší, který přivádí uhlí z nádraží do teplárny a druhý menší, který doručuje uhlí přímo k jednotlivým kotlům), které společně dováží uhlí ke všem uhelným kotlům zároveň, kotle jsou proto instalované v řadě. Z toho vyplývá, že při vyřazení dvou kotlů nemůže dojít k omezení provozu dopravních pásů. Dále ale není třeba řešit uskladnění tohoto paliva jako je tomu například s oxidující štěpkou v silu. A obecně běžná údržba plynových kotlů je podstatně jednodušší než u kotlů roštových, proto očekávám nižší výdaje vyvolané právě roční údržbou.

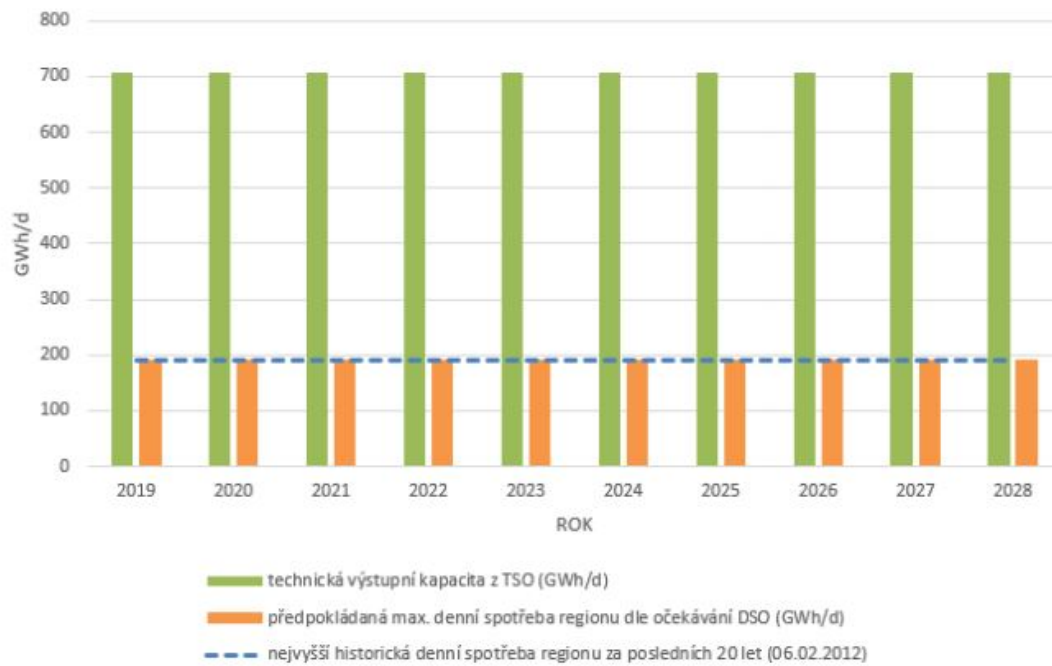
Dostupnost zemního plynu

Obdobně jako u předchozích variant, je i v případě částečného přechodu na zemní plyn nutné zjistit dostupnost tohoto paliva. Vzhledem k tomu, že Česká republika není ve spotřebě zemního plynu soběstačná a zároveň se jeho ložiska nachází převážně na Moravě, je třeba ověřit dostupnost tohoto paliva přímo v Ústeckém kraji. Plynovod pro stávající čtyři plynové kotle je již do areálu teplárny zaveden, ale je nutné se podívat, jestli jsou v distribuční síti dostatečné rezervy pro další velkoodběr pro teplárenský zdroj.

Na podzim roku 2018 započala stavba plynovodu Antilopa, který propojí Krušné hory s plynovodem Nord Stream 2. Tento plynovod má být dostavěn koncem letošního roku a počátkem roku 2021 by měl zahájit provoz. Téměř stejným místem již prochází v ČR plynovod Gazela vybudovaný v roce 2010. [50]

Dále přepravní společnost Net4Gas vydává desetiletý plán rozvoje přepravní soustavy v České republice, který předává Ministerstvu průmyslu a obchodu a Energetickému regulačnímu úřadu. V rámci tohoto plánu je rozebírána přepravní kapacita plynovodů v ČR a spotřeba v minulých letech společně s předpokládanou spotřebou v budoucnu. Graf 3.2 porovnává předpokládanou denní spotřebu regionu a technickou výstupní kapacitu. Jak je z grafu patrné, kapacita několikanásobně převyšuje předpokládanou spotřebu a případný další odběr by neměl způsobovat problémy. [10]

SEVEROZÁPADNÍ ČECHY (GasNet, s.r.o.)



Obrázek 3.2: Porovnání výstupní kapacity a maximální denní spotřeby plynu v regionu [10]

Kapitola 4

Ekonomický model

Pro ekonomické výpočty jednotlivých variant byl využíván program Microsoft Excel. Výpočty modelu pro zemní plyn a biomasu budou porovnány s výpočty pro hnědé uhlí, které je v teplárně aktuálně využíváno pro výrobu páry v kotlích K1 a K4. Pro účely porovnání variant budu hodnotit pouze části, které se liší, což je v celkovém měřítku přibližně $1/5$ (přesněji 19,23 %) vyrobeného tepla.

Vzhledem k tomu, že tržby z prodaného tepla a elektřiny budou u všech variant stejné, budou porovnány výdaje daných variant. Pro výpočet bude použita metoda výdajového NPV, která zohledňuje budoucí hodnotu peněz. V následujících podkapitolách budou popsány nejprve předpoklady nutné pro výpočet, dále metoda a postup výpočtu, následně jednotlivé složky vstupující do ekonomického modelu a poté bude sestaven celkový výpočet s porovnáním variant.

4.1 Předpoklady

Pro aplikaci metody výdajového NPV a její vyčíslení je nutné nejprve rozebrat přijaté předpoklady. Mezi tyto předpoklady spadá, že Teplárna Trmice nebude v příštích 20 letech uzavřena (z důvodu životnosti investic) a její tržby budou pokrývat náklady pro uplatnění daňového štítu zmiňovaného v kapitole 4.3.2. Jako další bod je nutné předpokládat spolehlivost vybraných dodavatelů pro dodávky paliva, která umožní chod teplárenského zdroje bez nežádoucích prostojů. Dále je v rámci mého modelu předpokládáno, že veškeré drobné výnosy z prodeje jiných komodit než je teplo a elektřina (ty nejsou rozebírány, jelikož jsou u všech variant stejné) budou zároveň příjmy, tedy že budou splatné v roce prodeje. S těmito příjmy souvisí i předpoklad toho, že veškerý vyprodukovaný materiál k prodeji bude v daném roce odkoupen odběrateli. Posledním z předpokladů týkajících se přímo teplárny je ten, že společnost ČEZ teplárenská nedisponuje finančním kapitálem pro pořízení investic, ale na tyto si půjčuje od společnosti ČEZ a.s.

Vzhledem k tomu, že se jedná o na trhu velmi silnou skupinu ČEZ a.s., tyto předpoklady hodnotím jako reálně dosažitelné.

4.2 Metoda čisté současné hodnoty

Jednou z metod pro porovnání investic z hlediska výdajů je metoda diskontovaných výdajů. Tato metoda patří mezi pokročilejší, jelikož již například oproti metodě průměrných ročních výdajů bere v potaz budoucí hodnotu peněz. Zároveň zohledňuje rizika zahrnutá v diskontní míře podniku. Jde tedy o porovnání NPVC (Net Present Value Cost), což je vlastně výdajovou alternativou NPV (Net present value). V porovnání více variant budu volit tu, která bude mít sumu diskontovaných výdajů nejnižší. [38]

$$NPVC = \frac{V_1}{(1+d)^1} + \frac{V_2}{(1+d)^2} + \dots + \frac{V_n}{(1+d)^n} = \sum_{i=1}^n \frac{V_i}{(1+d)^i}$$

V_i značí výdaje v roce i po odečtení daňového štítu a drobných (zdaněných) příjmů, d je diskont podniku a n je celková doba životnosti investice. Porovnávány jsou zde výdaje z důvodu toho, že náklady v sobě zahrnují odpisy, čímž by došlo ke zdvojenému započtení hodnoty investice do celkových výsledků. [38]

4.3 Výdaje

Veškeré výdaje uvažované v tomto modelu vyjma odpisů a úmoru jsou výdaji a náklady současně. Úmor zde spadá právě do analyzovaných výdajů a vyjadřuje splácení hodnoty investice společnosti ČEZ a.s. Odpisy jsou naopak náklady, které do konečného výsledku nevstupují, jen je z jejich výše vypočten daňový štít. Více v kapitole 4.3.2 a 4.3.2.

Výdaje se obecně skládají z provozních proměnných výdajů, provozních fixních a konečně pak investičních. V rámci svého modelu použiji provozní proměnné a investiční. Výše jednotlivých druhů výdajů se bude lišit pro jednotlivé varianty. Rozvedu nejprve ty investiční.

4.3.1 Investiční výdaje

Investiční výdaje jsou spojeny s úpravou stávajících, ale rovněž i nákupem nových zařízení. Spadají tam ale i výdaje spojené s budováním nové infrastruktury. Nyní k samotným variantám.

Uhlí Pro provoz kotlů, které budou spalovat uhlí, je nezbytné provést generální opravu. Celková cena této rekonstrukce byla teplárnou stanovena na **400 milionů korun** a nastane v nultém roce investice. V desátém roce nastane další investiční výdaj pro zachování funkčnosti na další období, jehož výše bude dle teplárny **180 milionů korun**, zde se jedná o opravy, které nebudou tak rozsáhlé jako je tomu v nynější době.

Biomasa V případě použití biomasy bude rovněž potřebné provést zmíněný investiční výdaj, který je spojen s generální opravou stávajících kotlů, které umožňují spoluspalování biomasy, a to až do poměru 1:1. V závislosti na zvoleném poměru paliv se liší účinnost kotle. Mimo jiné bude potřeba provést obnovu stávajícího sila na biomasu společně s příslušnými dopravníkovými pásy. Celková výše investice, zahrnující tedy opravu kotlů a zároveň sila a menšího dopravníku, byla dle interních odhadů stanovena na **415 milionů korun**. Dále bude nutné po deseti letech provést údržbu většího rozsahu na obou kotlích. Částka této investice by měla činit dle dostupných informací **190 milionů**.

Plyn Poslední varianta investice spočívá v pořízení nových plynových kotlů. Cena jednoho z nich je 300 milionů korun. Celková investice je tedy stanovena na **600 milionů korun**. Jejich životnost je stanovena na 20 let a počítá se pouze s běžnou údržbou, která není ve srovnání s údržbou roštových kotlů finančně náročná.

4.3.2 Proměnné výdaje

Ty jsou tvořeny různými složkami, které jsou nejčastěji ovlivněny typem použitého paliva a jejich výše se odvíjí od vyrobeného množství výsledného produktu. Nicméně vyrobené množství tepla je ve vešech variantách uvažováno stejné. První z nich bude právě zmiňované palivo. K dalším variabilním výdajům by se daly považovat také výdaje na vodu a zaměstnance, nicméně tyto budou pro všechny tři varianty stejné. Pro zajímavost vyčíslila průměrné roční náklady na zaměstnance teplárny, kterých je celkem 210. Průměrnou roční výplatu jsem stanovila dle výroční zprávy společnosti ČEZ teplárenská [54] a činí něco málo přes 870 tisíc korun ročně, nutno podotknout, že průměr zahrnuje i manažerské pozice (ale bez nejvyššího vedení). Celkem budou roční náklady na 210 zaměstnanců činit přes 183 milionů korun. Postupně tedy uvedu proměnné výdaje opět pro jednotlivé varianty.

Palivo

Výdaje na palivo jsou dány několika parametry. Základním parametrem je výhřevnost paliva, která definuje jeho potřebné množství, samozřejmě s ohledem na účinnost kotle pro zvolené palivo, a to na základě celkově potřebného tepla. Podíl těchto dvou čísel nakonec vynásobím jednotkovou cenou paliva, čímž získám výdaje na palivo.

Uhlí V současné době pálené uhlí z lomu Bílina má výhřevnost $13,93 \text{ GJ/t}$ a účinnost tohoto spalování je necelých 87 %. Výhřevnost po uvážení účinnosti kotle je $12,09 \text{ GJ/t}$. Odběrová cena činí **450 korun** za tunu, tato cena byla stanovena na základě ceníku dodávajícího z lomu Bílina. [45] Společně s tím je nutné odebírat vápenec, který se používá v procesu odsíření za účelem splnění ekologických limitů. Jeho cena je $3\,000 \text{ Kč/t}$ [5] a spotřeba činí 26 kg na tunu uhlí. Dohromady tedy GJ tepla stojí $43,6 \text{ Kč}$.

V případě ostatních kotlů využívaných v Teplárně je společně s uhlím nakupován také mazut, který je využíván k roztápění kotlů, ale v případě roštových kotlů, mazut není potřeba, proto v této variantě není zahrnut.

Biomasa Dle telefonické konzultace s potenciálním dodavatelem je jednotková cena závislá na odebraném množství. S ohledem na vyšší poptávky teplárny byla cena za tunu odhadnuta na **1 450 Kč** včetně dopravy. Výhřevnost nabízené jednotky činí $13,24 \text{ GJ/t}$. Biomasa je spalována současně s uhlím, a to v určitém poměru. V závislosti na tomto poměru se mění i účinnost kotle. Nejvyšší účinnost je dosahováno při poměru 7 jednotek uhlí a 3 jednotky biomasy a to skoro 88 %, proto jsem uvažovala právě tento poměr. Tato účinnost ovlivňuje tedy i množství spáleného uhlí. [8]

Plyn Cena m^3 plynu, jehož výhřevnost je zaokrouhleně $0,033 \text{ GJ/m}^3$ je **7,6 Kč**. Tato cena byla stanovena na základě dostupných informací. [28]. GJ tepla v tomto případě stojí po započtení 97 % účinnosti navrženého kotle 234 korun.

Emisní povolenky

V závislosti na typu použitého paliva se mění počet potřebných povolenek. Čím menší emisní faktor paliva je, tím méně bude povolenek potřeba. Více v předchozí kapitole 3. Výdaje na emisní povolenky jsou získány jako součin emisního faktoru, množství vyrobeného tepla pomocí daného paliva a cenou emisní povolenky. Pro připomenutí uvedu jednotlivé emisní faktory dle MPO. Uhlí $10,05 \text{ t/GJ}$, plyn 6 t/GJ a biomasa 0 t/GJ . Cena emisní povolenky v nultém roce činí 641 K. Její hodnota v čase je navyšována o vyšší inflace, která bude rozebrána později v rámci kapitoly 4.5.

Údržba

Opět se v závislosti na zvolené palivové základně liší výdaje, tentokrát ty na údržbu. Zatímco plynový kotel nepotřebuje nijak zvláště velkou údržbu, mimo testování těsnosti a jiných drobných revizí, tak v případě pálení tuhých paliv je údržba složitější a degradace zařízení znatelnější. Po analýze interních dat jsem dospěla k závěru, že nejdražší bude údržba varianty s biomasou, kdy mimo kotle se nutně udržovat i část dedikovanou pro biomasu, jakou je například silo či jemu náležející dopravníkový pás. Částka činí **11 milionů korun**. V těsném závěsu je varianta spalování uhlí a tedy **10 milionů**. Naopak nejmenší údržbu mají již zmíněné plynové kotle, kde údržba je odhadnuta na **1 milion korun ročně**. Výše údržby je ve všech případech každý rok navyšována o míru inflace.

Odpisy

Odpisy jsou v rámci vybrané metody použity pro daňový štít. Ten budu odečítat od celkových výdajů. Jeho velikost je závislá na typu odpisování a vyšší daňové sazby,

která je v případě České republiky 19 %. Co se týče možnosti volby odpisování, tak se nabízí rovnoměrné či zrychlené odpisování. Ačkoliv suma odpisů je vždy stejná, tak na základě stanovených předpokladů vyplynulo, že bude výhodnější použít zrychlené odpisování. Toto je dánopůsobením diskontu ve výpočtu čisté současné hodnoty. Realizované investice spadají do 3. odpisové třídy, kde je doba odpisování stanovena na 10 let. Bude tedy využito zrychleného odpisování.

Daňový štít

Vzhledem k tomu, že Teplárna Trmice je součástí silné skupiny ČEZ, lze přijmout předpoklad, že tato společnost bude schopna svými tržbami pokrýt náklady. Z tohoto důvodu je možné zahrnout do výpočtu daňový štít již zmiňovaný výše v podkapitole Odpisy. Dojde tedy ke snížení ročních nákladů o součin daňové sazby (19 %) a ročních odpisů. Odpisy jsou v tomto případě rozděleny na dobu životnosti investice, tedy 20 let. Tato částka se ve výsledku pohybuje v řádu milionů korun, proto usuzuji, že není zanedbatelná.

Úmor a úrok

Jelikož jsem v rámci předpokladů stanovila, že společnost si bude na investice půjčovat, tak je nutné stanovit kolik a na jak dlouho. Splátky jsem určila, že bude splácen konstantní úmor a dobu tak, aby korespondovala se životností realizovaných investic čili 10 let.

Úrok je placen vždy ze zbývající výše úvěru. Jako úroková míra slouží úroková míra ve výši $\text{PRIBOR} + 0,3 \%$. Tato sazba může tedy být v čase proměnlivá. V rámci mého modelu uvažuji, že tato míra bude konstantní a to ve výši 2 %. Více v kapitole 4.6. Samozřejmě by se nabízely i jiné možnosti splácení dluhu, jako například anuitní. Jelikož si však firma půjčuje od mateřské společnosti, tak uvažuji, že nebude jejím cílem na této půjčce významně vydělat. I proto jsem zvolila nejlevnější možnou cestu.

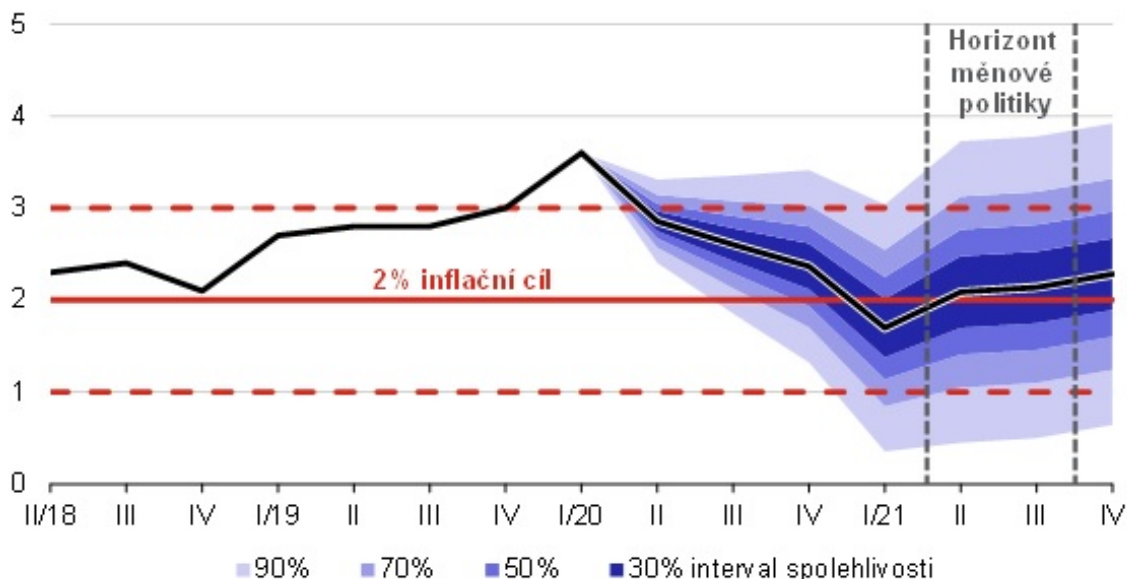
4.4 Příjmy variant

V rámci výdajového NPV se příjmy neřeší. Alespoň ne tedy ty, které jsou pro všechny varianty společné. Ty, které jsou pro jednotlivé varianty jedinečné by však bylo nesprávné opomenout, přestože vykazují jen malé částky v poměru k ostatním položkám jako je například údržba. Od celkových výdajů je tedy odečítám, ale rovněž bude nutné přičíst zaplacenou daň z těchto příjmů, a to na základě přijatých předpokladů (Veškeré vyprodukované množství bude odkoupeno a zapláceno v daném roce). Variantami, které takové příjmy mají jsou pouze spalování uhlí a spalování uhlí společně s biomasou. U plynu není realizován žádný specifický příjem, který by byl spojen právě s touto variantou. U dvou zbylých je příjem realizován z prodeje odpadního materiálu, kterým je škvára. Množství, jaké teplárna může prodat se odvíjí

od množství spáleného uhlí. Struska je dále prodávána za 300 K/t. [4]. Prostředky tedy takto získané snižují celkové výdaje. Stejně se chová i daňový štít.

4.5 Inlace

Inlace má v modelu vliv na většinu vstupů, ceny paliv jsou eskalovány po deseti letech hodnotu inflace, protože je uvažována smlouva na 10let. Ostatní výdaje a příjmy jsou eskalovány každý rok. Hodnota inflace odpovídá průměrné inflaci v prvním období roku 2020 [17] a zároveň hodnotě pro červen 2020 dle ČNB. Tuto hodnotu odhaduji jako průměrnou hodnotu do příštích let, jelikož v prvním období roku 2020 inflace roste (v roce 2019 byla průměrná inflace 2,8 % [17]), ale dle prognóz České národní banky bude inflace v příštích obdobích naopak klesat. Jak je vidět na obrázku 4.1 hodnota 2,9 %, kterou jsem zvolila, se pro rok 2021 nachází v tmavě zabarvené oblasti, což znamená, že je tato hodnota do budoucna očekávána s 30-50% pravděpodobností. [35]



Obrázek 4.1: Prognóza ČNB [35]

4.6 PRIBOR

Výše úrokové sazby, za kterou si společnost ČEZ teplárenská půjčuje finanční prostředky od společnosti ČEZ a.s. se odvíjí od velikosti sazby PRIBOR, konkrétně $\text{PRIBOR} + 0,3 \%$. [54] Vzhledem k tomu, že uvažuji půjčku na deset let, uvažuji konstantní úrokovou sazbu s hodnotou $\text{PRIBOR} = 2 \%$. Pro tuto hodnotu jsem se rozhodla po prozkoumání trendu vývoje v minulých obdobích. [34]

4.7 Diskont

Pro hodnocení investic je nutné znát diskontní míru podniku. V tomto případě byl pro výpočet diskontu využit model CAPM (Capital Assets Pricing Model), který určí náklady na vlastní kapitál a dále tzv. WACC (Weighted Average Cost of Capital) neboli vážený průměr nákladů na podnikový kapitál. [42]

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

Kde r_d značí náklady na cizí kapitál, t je míra zdanění zisku, D je tržní hodnota cizího kapitálu (dluhu) v Kč, C je celkový kapitál v Kč, r_e jsou náklady na vlastní kapitál a E značí tržní hodnotu vlastního kapitálu v Kč.

Dále je nutné dopočítat náklady na vlastní kapitál a to podle následujícího vzorce:

$$r_e = r_f + \beta_L * (r_m - r_f)$$

Přičemž r_f vyjadřuje bezrizikový výnos. Vzhledem k tomu, že Česká republika má mezi státy relativně nízké kreditní riziko vyjádřené mezinárodním hodnocením AA-, což je v ratingové tabulce čtvrté nejvyšší hodnocení, lze za bezrizikový výnos brát státní dluhopisy, jelikož u států s vysokým ratingem se nepředpokládá, že by stát nebyl schopný dostát svým závazkům. [36] Procento výnosů dlouhodobých dluhopisů České republiky činilo k 1.5.2020 1,4 %. r_m značí riziko trhu, které se dle dané lokality dá dohledat v tabulkách na webových stránkách www.damodaran.com. β_L je parametrem rizika, parametr β_u je také dohledatelný na webových stránkách www.damodaran.com, ale je třeba jej vztáhnout na zadluženost konkrétního podniku a to podle vzorce:

$$\beta_L = \beta_u * (1 + (1 - t) * \frac{D}{E})$$

Dle těchto vzorců byl vypočten diskont **6.38%**, ale vzhledem k tomu, že společnost ČEZ teplárenská má velmi nízkou úrokovou sazbu (PRIBOR+0,3 % [54]) pro půjčování cizího kapitálu, jelikož je dceřinou společností ČEZ a.s., byl diskont využitý k výpočtům navýšen na **8 %**. Hodnota diskontu 8 % odpovídá riziku trhu 9 %, které je v teplárenství v ČR reálné.

I pro tuto hodnotu bude v následujících kapitolách provedena citlivostní analýza.

4.8 Shrnutí vstupů

Před samotnou prezentací výsledků uvádím dvě tabulky, 4.1 a 4.2, které shrnují vstupní data použitá v modelu. První tabulka zahrnuje data, která jsou společná pro všechny tři uvažované varianty a druhá pak data rozdělená podle daných variant.

Společná vstupní data		
Roční inflace	2,9	%
Vychozí cena emisní povolenky	641	Kč
Roční nárůst ceny povolenky	2,9	%
Diskontní míra	8	%
Teplo vyrobené na K1 a K4	756 745	GJ

Tabulka 4.1: Společná vstupní data

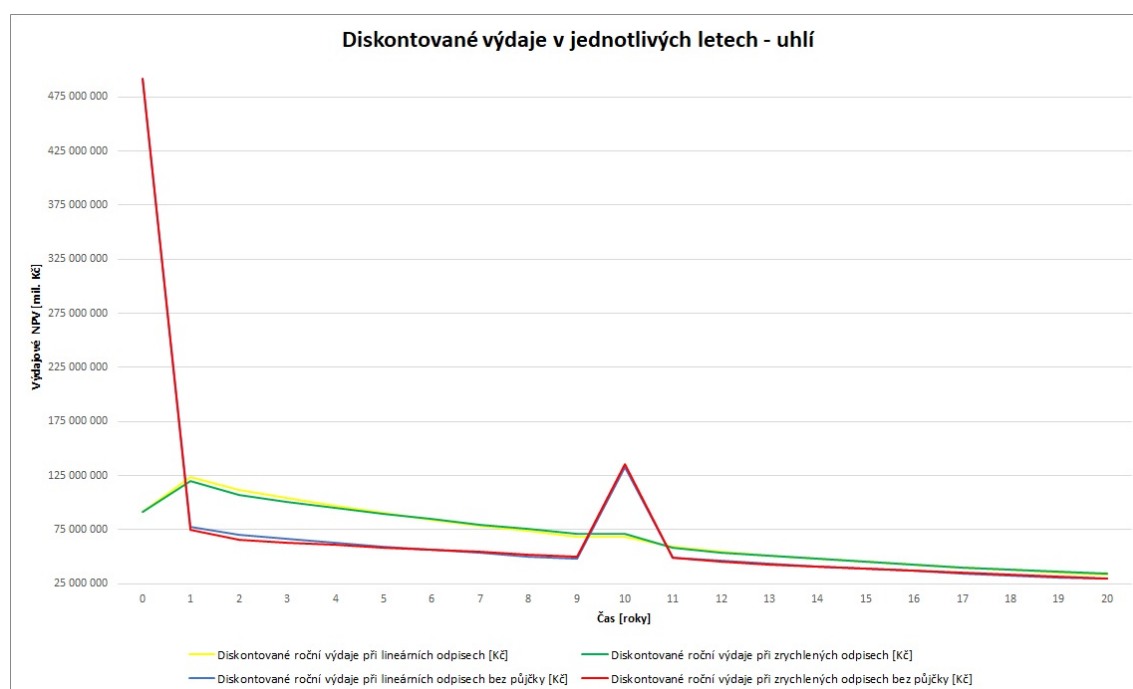
Data jednotlivých variant				
Varianta/parametr	Uhlí	Biomasa	Plyn	Jednotka
Výše investice 0. rok	400	415	600	mil. Kč
Výše investice 10. rok	180	190	0	mil. Kč
Výhřevnost jednotky paliva při z	12,11	11,64	0,03	GJ
Cena jednotky paliva	450	7,6	1450	Kč
Emisní faktor	0,1	0,06	0	t/GJ

Tabulka 4.2: Vstupní data jednotlivých variant

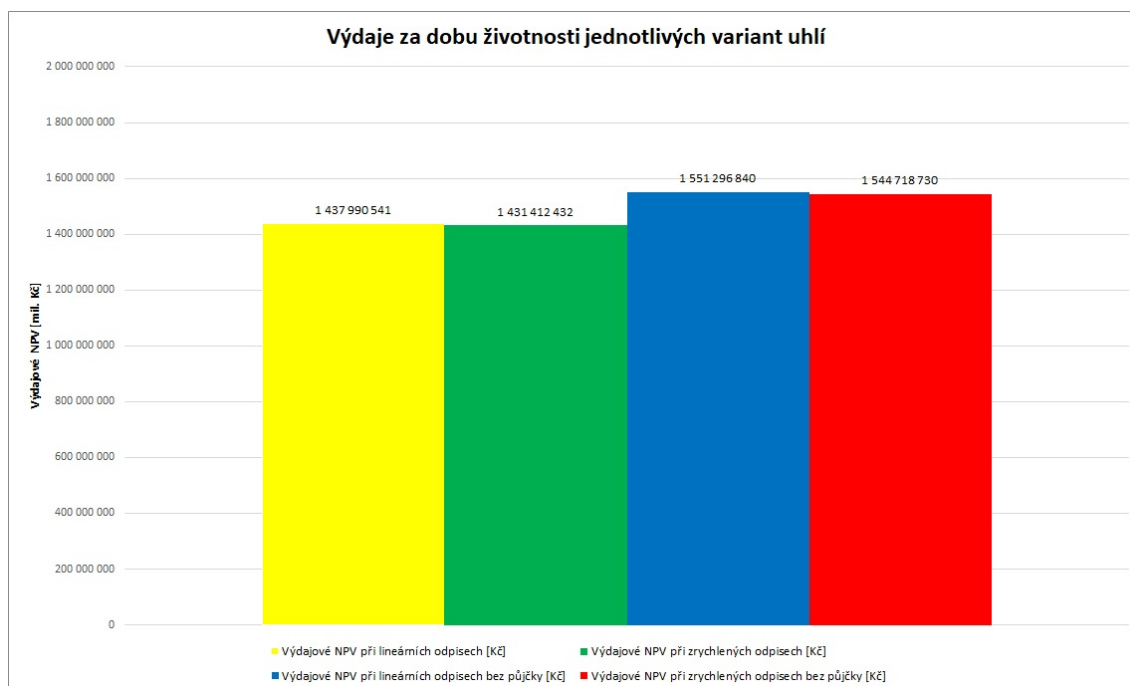
Kapitola 5

Zhodnocení výsledků

Před přikročením k samotnému porovnání jednotlivých NPV variant je třeba se rozhodnout pro porovnávanou variantu v rámci každé spalované suroviny. Grafy 5.1 a 5.2 toto ukazují pro uhlí. Uvažovala jsem, že si společnost na investice bere půjčku, nicméně v těchto grafech je vyobrazena i varianta toho, že by teplárna disponovala dostatečnými peněžními prostředky pro pořízení investice bez úvěru. Dále je zde vidět porovnání variant v rámci typu odpisů. Pro všechny tři analyzované varianty ale byla nejvýhodnější možnost zrychleného odpisování, proto jsem se rozhodla pro ukázkou vložit pouze grafy pro uhlí, jelikož i pro ostatní varianty vypadají grafy velmi obdobně.



Obrázek 5.1: Srovnání diskontovaných výdajů v čase



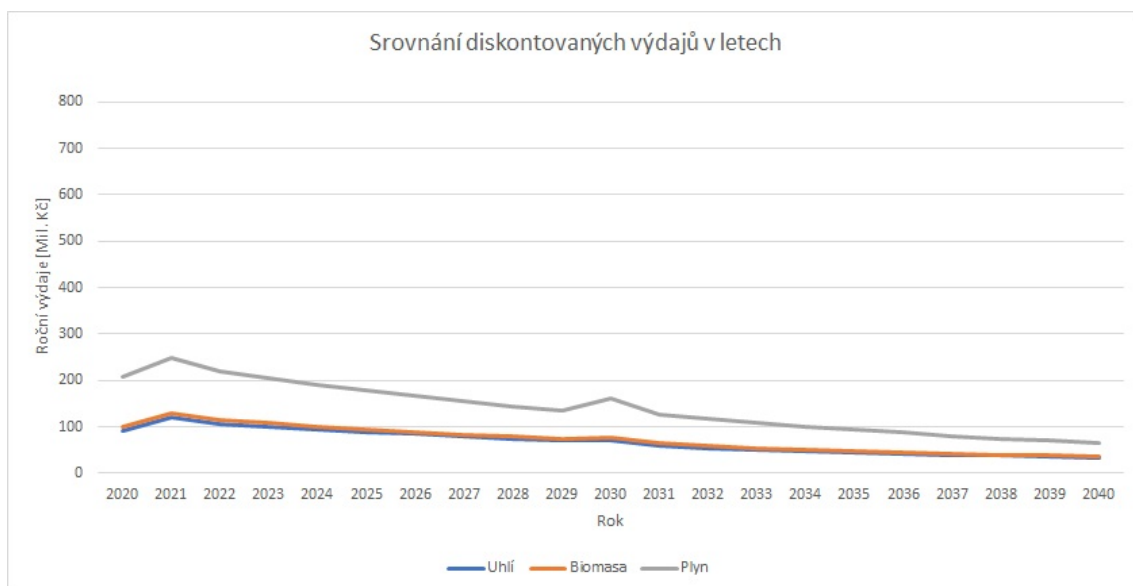
Obrázek 5.2: Srovnání diskontovaných výdajů v čase

Tabulka 5.1 shrnuje výsledky součtu diskontovaných výdajů variant. Vzhledem k tomu, že se jedná o výdaje, hledáme nejnižší hodnotu, kterou nabízí varianta provozu tepelnárny na hnědé uhlí. Relativně blízko k tomuto výsledku je i výsledek změny části palivové základny na biomasu. Velmi se liší výsledek rekonstrukce dvou kotlů na plynové, který vykazuje výrazně vyšší diskontované výdaje.

	Uhlí	Biomasa	Plyn
NPV	1 431 412 432	1 530 961 169	2 941 741 333

Tabulka 5.1: Srovnání NPV variant

Obrázek 5.3 ukazuje průběh diskontovaných výdajů v čase. Tento ukazuje, že varianta zemního plynu má výrazně vyšší náklady na provoz než zbývající dvě varianty. V roce 2030 došlo k nárůstu výdajů a to z toho důvodu, že byly navýšeny ceny komodit o hodnoty inflace (byla uvažována smlouva s dodavatelem na deset let) a také v případě zachování roštových kotlů došlo k další opravě. Bylo tedy navázáno s cenami zafixovanými na dalších deset let. Proto u varianty zemního plynu není nárůst tak vysoký (nedošlo zde k další investici).



Obrázek 5.3: Srovnání diskontovaných výdajů v čase

Za současně stanovených podmínek tedy doporučuji Teplárně Trmice zachovat stávající palivo a to hnědé uhlí a pouze investovat do rekonstrukcí umožňujících chod po dobu dalších dvaceti let a splnění emisních podmínek zmiňovaných v kapitole 1.2.

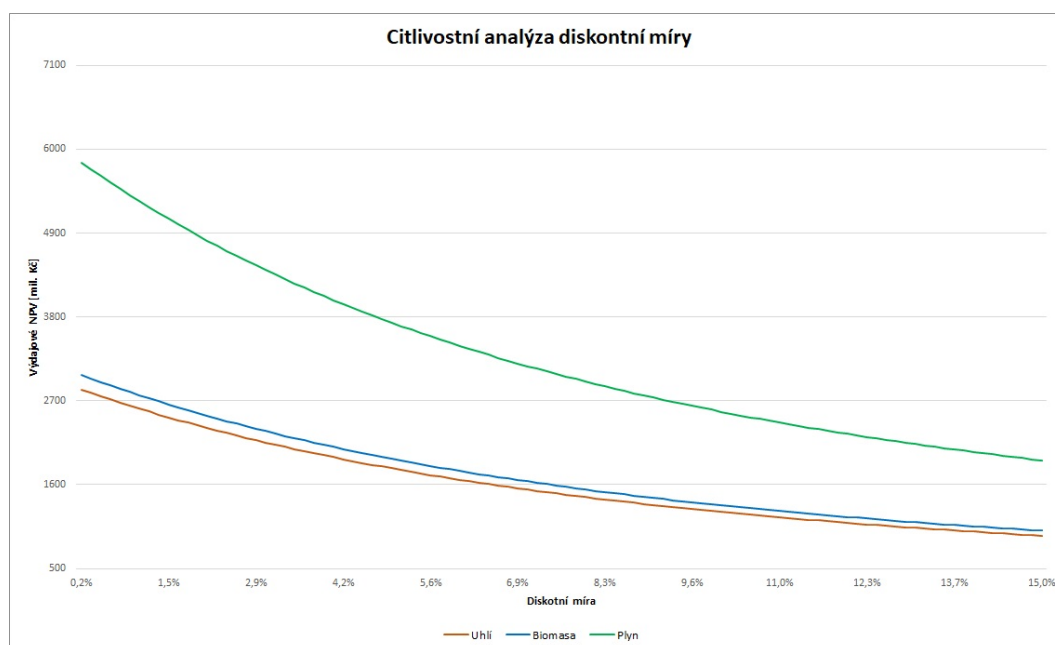
Kapitola 6

Citlivostní analýzy

V této kapitole budou rozebrány případné možnosti změny vstupních údajů do ekonomického modelu, které by mohly změnit jeho výsledky. Těmito možnostmi může být například uzavření smlouvy s výhodnějšími cenami paliv, jiný než předpokládaný vývoj inflace a podobně.

6.1 Diskont

Vzhledem k tomu, že hodnota diskontu byla zvýšena úvahou, vypracovala jsem citlivostní analýzu, která zahrnuje jak původní vypočtenou hodnotu 6,38 %, tak použitou hodnotu 8 %.

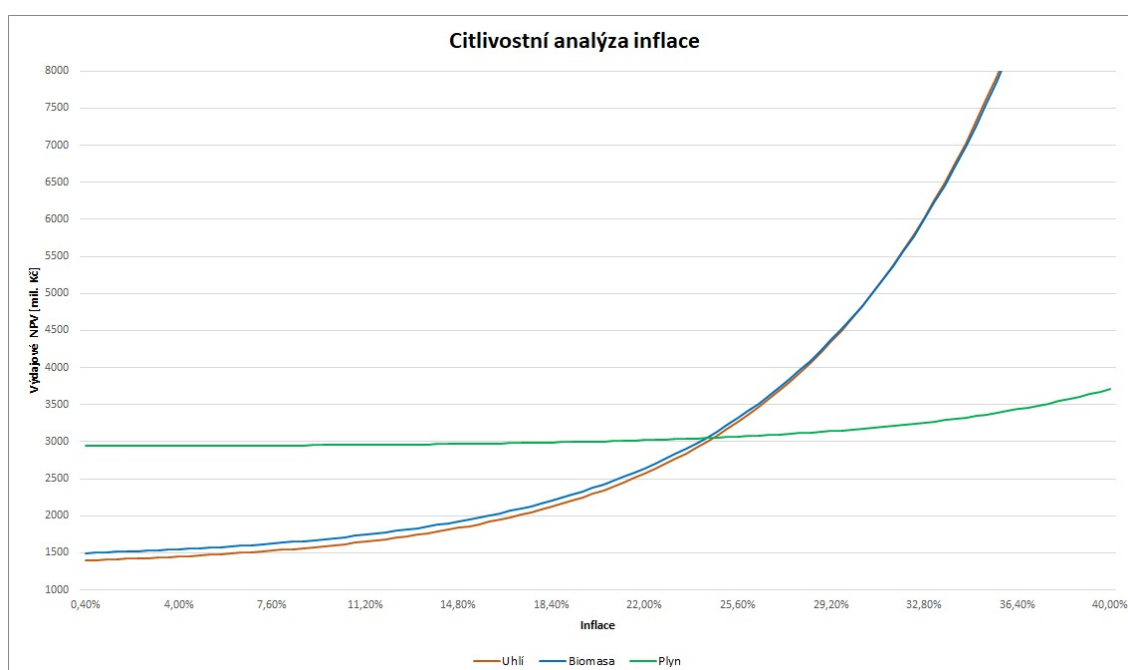


Obrázek 6.1: Vliv diskontní sazby na NPV variant

Nicméně jak je vidět v přiloženém grafu, hodnota diskontu na výsledné porovnání jednotlivých variant neměla vliv a stále má nejnižší diskontované náklady varianta spalování hnědého uhlí.

6.2 Inlace

Dále mě zajímalo, jak se budou měnit výsledky se změnou hodnoty iflace. Dle grafu 6.2 při inflacích vyšší než 24 % bude nejvýhodnější varianta spalování plynu, to je způsobeno náklady na údržbu, které eskalují v každém roce právě o hodnotu inflace a pro variantu plynu jsou výrazně nejnižší. Nicméně možnost tak obrovské hodnoty inflace hodnotím jako vysoce nepravděpodobnou.



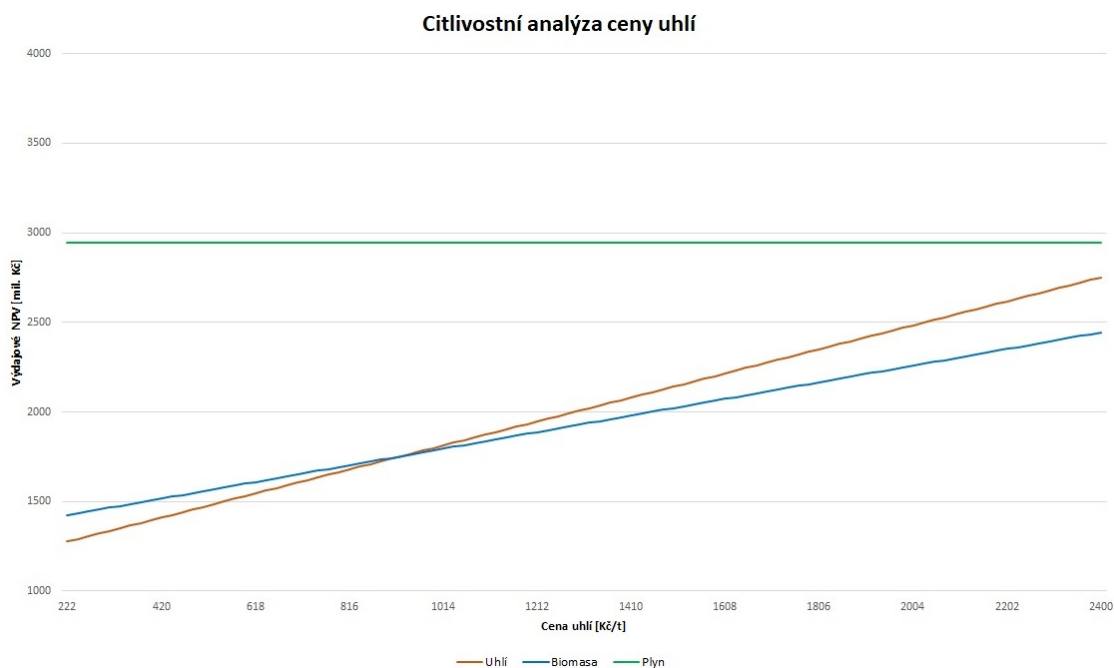
Obrázek 6.2: Vliv inflace na NPV variant

6.3 Ceny komodit

Dále budou v rámci citlivostních analýz sledovány ceny jednotlivých komodit, které by mohly mít vliv na celkový výsledek. Vzhledem k tomu, že se jedná o tak velký odběr paliva, je velmi pravděpodobné, že Teplárna Trmice uzavře s dodavatelem dlouhodobou smlouvu s výhodnější cenou, než jsou běžně dohledatelné ceny těchto paliv.

6.3.1 Hnědé uhlí

Právě hnědé uhlí má vliv hned na dvě ze tří variant. Vzhledem k tomu, že další čtyři kotle v teplárně spalují uhlí, je právě zde nejpravděpodobnější uzavření dlouhodobé smlouvy na dodávky s výhodnější cenou ze Severočeských dolů. Dále je ale také možné zdražení v budoucnu a to právě kvůli již dříve zmíněnému zužování vytěžitelných zásob v lomech. Z těchto důvodů byly v citlivostní analýze uvažovány ceny nižší i vyšší než je stanovená cena.

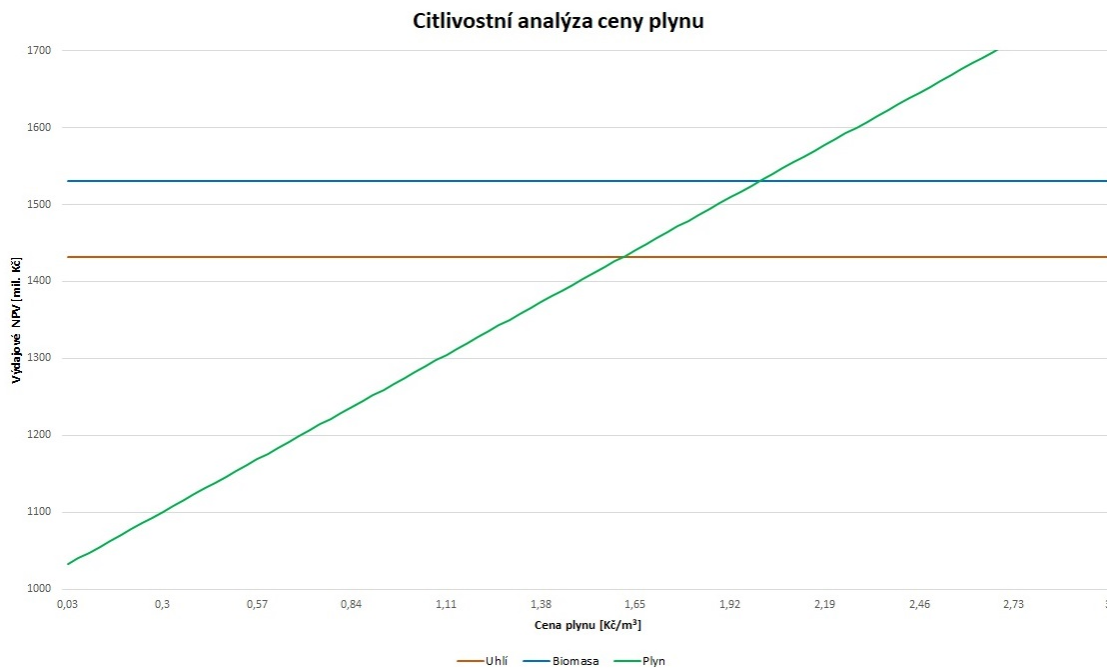


Obrázek 6.3: Vliv ceny hnědého uhlí na NPV variant

Graf 6.3 zobrazuje vliv ceny hnědého uhlí na celkové NPVC variant. Jak graf napovídá, při ceně **1000 Kč/tuna** a více dojde ke změně výsledků a výhodnější variantou se stává varianta se spalováním biomasy. K tomuto výsledku došlo z toho důvodu, že výdaje způsobené tak vysokou cenou uhlí společně s potřebou nákupu emisních povolenek přesáhly jinak vysoké výdaje na nákup dřevní štěpky a součet diskontovaných nákladů pro spalování uhlí je tedy vyšší.

6.3.2 Zemní plyn

Zemní plyn je jednou ze dvou komodit, která má vliv pouze na jednu variantu. Vzhledem k tomu, že právě varianta přechodu na plynové kotle je možností, která má nejvyšší počáteční investiční náklady, zajímala mě cena plynu, kterou by musel dodavatel nabídnout, aby tato varianta nebyla tou nejhorší. Výsledky ukazuje obrázek 6.4.

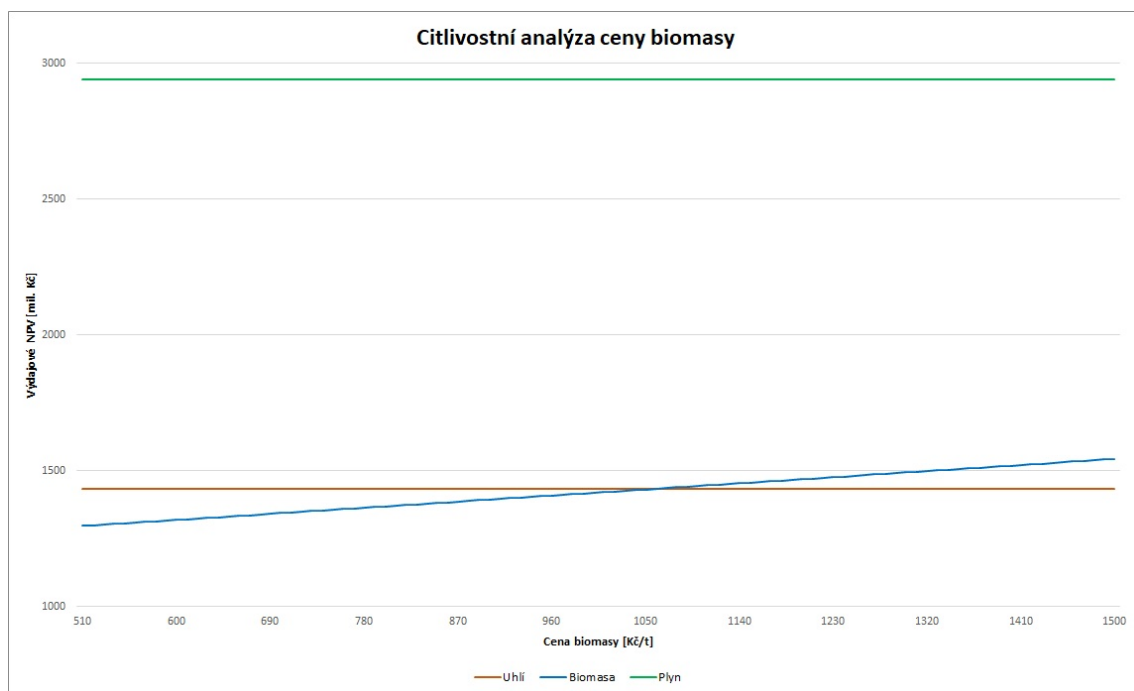


Obrázek 6.4: Vliv ceny zemního plynu na NPV variant

Jak je vidět z grafu, investice do kotlů na zemní plyn je natolik vysoká, že by metr krychlový zemního plynu musel stát méně než 2 Kč, aby se varianta investice do kotle na zemní plyn vyplatila více než varianta biomasy. Kdyby metr krychlový plynu stál dokonce jen 1,6 Kč, varianta zemního plynu by se vyplatila více než varianta spalování biomasy. Tyto ceny hodnotím jako nereálné.

6.3.3 Biomasa

Citlivostní analýza týkající se ceny biomasy byla zajímavější než u zemního plynu, jelikož NPV varianty biomasy je relativně blízká hodnota NPV varianty hnědého uhlí. Očekávala jsem tedy reálnější výši ceny pro změnu preferované varianty. Při provádění této analýzy mě tedy zajímala cena dřevní štěpky, kterou by musel nabídnout dodavatel, aby se varianta biomasy vyplatila oproti uhlí. Výsledky znázorňuje graf níže.



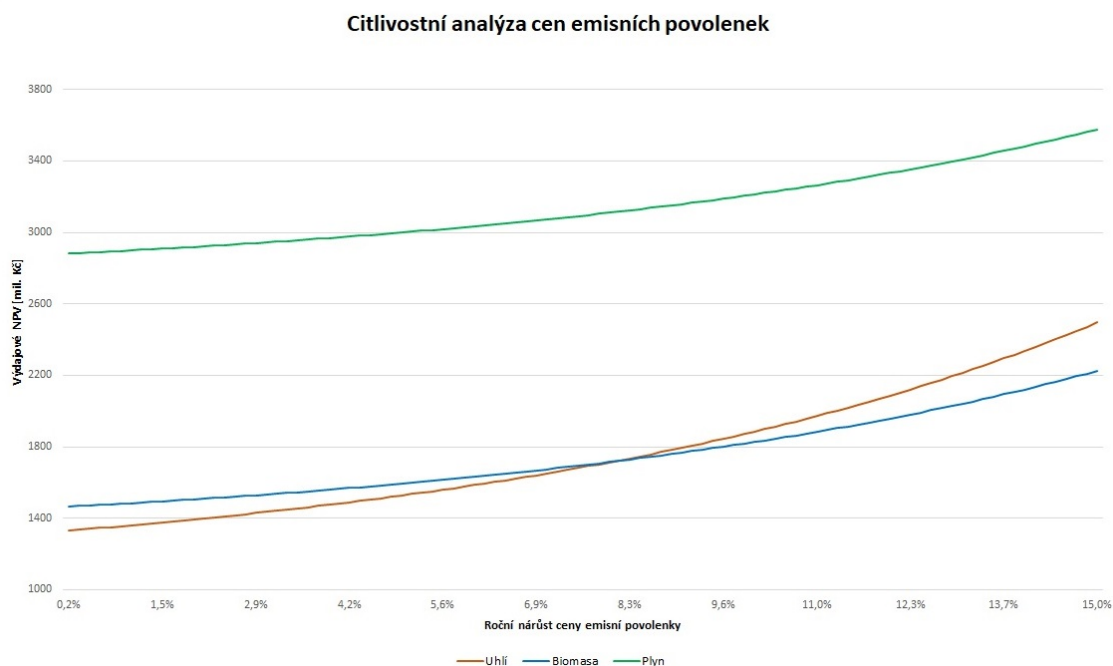
Obrázek 6.5: Vliv ceny štěpky na NPV variant

Jak graf napovídá, cena by se musela pohybovat pod hodnotou 1060 korun za tunu paliva. Při uzavření smlouvy na takovouto cenu nebo dokonce nižší, by varianta biomasy by byla nejvýhodnější.

6.4 Emisní povolenky

Otázka vývoje cen emisních povolenek na trhu zůstává velkou neznámou a je velmi obtížně odhadnutelná. V současné době došlo k poklesu cen (viz kapitola 1.6) v důsledku poklesu spotřeby energií kvůli šíření koronaviru. Od příštích let jsem ale uvažovala další nárůst a to o výši inflace. Právě kvůli obtížnosti odhadu vývoje bude důležitá tato citlivostní analýza, kdy nebudu měnit inflaci u ostatních vstupů, ale pouze nárůst zmiňovaných emisních povolenek.

Tato analýza mě zajímala především u varianty biomasy, kde je nejnížší množství nakupovaných povolenek a proto jejich rostoucí cena variantu zvýhodňuje. Respektive s nárůstem ceny emisních povolenek náklady na biomasu jako jediné nenarůstají.

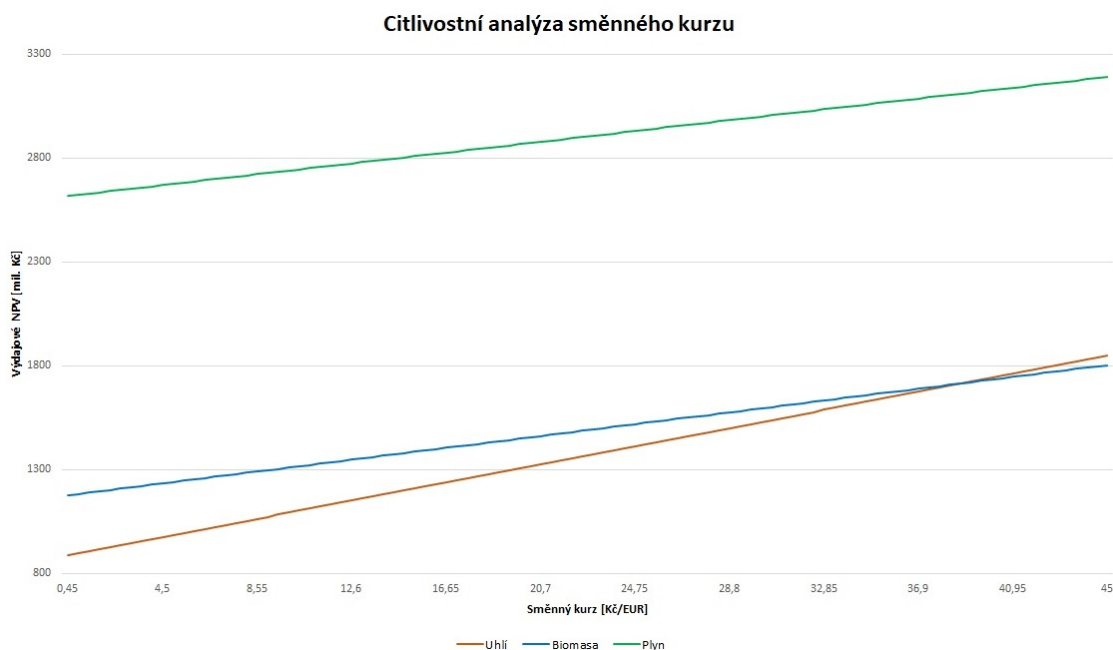


Obrázek 6.6: Vliv nárůstu cen emisních povolenek na NPV variant

Dle grafu 6.6 má varianta spalování pouze uhlí vyšší diskontované náklady až při ročním nárůstu emisních povolenek o přibližně 8 % ročně a více.

6.5 Kurz Eura

Vzhledem k tomu, že u paliva jsem hledala dostupnost v České republice, výše kurzu eura se projeví pouze na emisních povolenkách, které jsou v rámci EU ETS obchodovány po celé Evropské unii. Zajímalo mě tedy, na kolik bude muset stoupnout kurz eura, aby se vyplatila varianta biomasy (kurzem eura se tedy navyšuje suma zaplacená na povolenkách, která je pro biomasu nejnižší).



Obrázek 6.7: Vliv kurzu eura na NPV variant

Dle grafu 6.7 by kurz eura musel stoupnout až na 40 Kč/EUR, aby byla výhodná cena emisních povolenek.

6.6 Snížení odběru energií

V současné době je v České republice trend zateplování a následná úspora energií. Aktuálně je dokonce možné dostat dotace na zateplení bytových domů. [3] Pak je tedy potřeba zamyslet se nad tím, jaký vliv bude mít případný pokles spotřeby energií v příštích letech. Nicméně vzhledem k tomu, že teplo vyrobené z plynu nebo biomasy je dražší než teplo vyrobené z uhlí, bude teplárna v případě snižování prodaného množství tepla snižovat výrobu z plynu nebo z biomasy, čímž se případně dostane až pod hodnotu výroby z kotlů K1 a K4. Snížení odebíraného tepla z teplárny tedy na hodnocení investic nebude mít vliv.

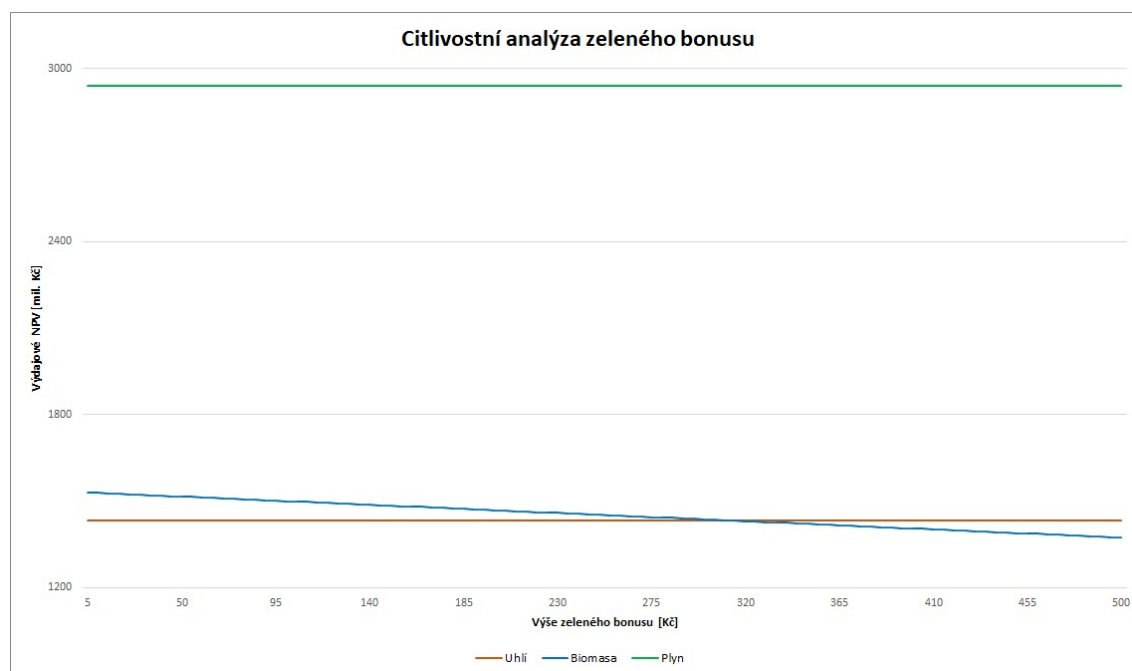
6.7 Podpora OZE

Pro některé zdroje vyrábějící elektrickou energii a teplo alespoň částečně z obnovitelných zdrojů je možné uvažovat státní dotace na provoz. O těchto zdrojích se píše v zákoně č. 145/2016 Sb. Je nutné splnit všechny podmínky pro obdržení dotace, mezi které patří osvědčení o původu elektřiny z vysokoúčinné kombinované výroby elektřiny a tepla, které ale Teplárna Trmice v současné situaci nesplňuje. Dále je

třeba měřit elektřinu vyrobenou pouze spoluspalováním biomasy, pro účely této citlivostní analýzy jsem proto uvažovala poměr vyrobeného tepla v kotlích K1 a K4 ku celkovému vyrobenému teplu ve všech kotlích, tento poměr byl již dříve zmiňován a činí 19,23 %.

Dotace je vyplácena dvěma možnostmi, první z nich je zelený bonus, druhá výkupní cena. Zelený bonus je konstantní částka přispívaná k MWh elektřiny, ať už je prodávána nebo používána k vlastní spotřebě. Nicméně je nutné si najít kupce a nevzniká tedy povinnost tuto elektřinu vykoupit. Na druhou stranu v případě výkupní ceny je stanovena částka, za kterou je provozovatel distribuční soustavy povinen elektřinu vykoupit. Vzhledem k tomu, že se jedná o společnost ČEZ a.s., která má široké zázemí (je provozovatelem distribuční soustavy), nepředpokládám, že bude mít problém s odbytem elektřiny, proto by se vyplatilo využít zelených bonusů. Tato úvaha platí v případě, že společnost nebude elektřinu prodávat společností ČEZ Distribuční (respektive bráno jako sama sobě v rámci koncernu).

Pokud by se tedy podmínky změnila, při současné hodnotě vyrobené elektrické energie (152 tis. MWh ročně z toho 29 tis MWh ze spoluspalování biomasy), by byla nutná dotace **310 Kč/MWh** nebo vyšší, která by zvýhodnila variantu biomasy natolik, že by se vyplatila oproti vyrantě spalování hnědého uhlí. Toto potvrzuje graf 6.8, kde je vidět, že při dotaci nad 310 Kč/MWh bude součet diskontovaných nákladů biomasy nižší než v případě spalování uhlí. Tato částka je uvažována stejná po celou dobu životnosti investice, tedy 20 let.



Obrázek 6.8: Vliv podpory výroby elektřiny z KVEE se spalováním biomasy na NPV variant

Z tohoto vyplývá, že spalování biomasy se zeleným bonusem by se vyplatilo, pokud by na něj teplárna dosáhla. Bonus aktuálně činí 970 Kč/MWh [6]. Pokud se budu zamýšlet nad výkupní cenou, která aktuálně činí 2142 Kč/MWh [6], ta se může vyplatit v závislosti na aktuální ceně prodávané elektřiny. Když tedy udělám rozdíl výkupní ceny a minimální ceny, o kterou potřebuji zvýhodnit elektřinu vyrobenou spalováním biomasy (tedy 320 Kč), dostanu částku 1822 Kč/MWh. Pokud částka, za kterou teplárna elektřinu prodává je vyšší, než tento rozdíl, pak se výkupní cena nevyplatí oproti zelenému bonusu.

Závěr

V prvních kapitolách této práce byly popsány omezení, které se týkají teplárenských zdrojů a to omezení jak legislativní, tak nelegislativní. Kromě zákonů České republiky je také třeba brát ohled na rozhodnutí Evropské unie. Mezi nelegislativní omezení se pak řadí omezení přírodních zdrojů a v neposlední řadě také vůle lidí, kteří nechtějí omezovat své pohodlí na úkor výroby energií.

Dále byl popsán vybraný zdroj tepelné a elektrické energie a to Teplárna Trmice. Kromě historie a současného stavu byly popsány dodávky uhlí a jejich dostupnost, která je pro chod teplárny klíčová, a struktura odběru.

Po popsání zdroje došlo k vyhledání možných variant změny palivové základny a byla popsána reálná proveditelnost daných řešení a dostupnost vybraných zdrojů. V této části práce jsem došla k závěru, že budou dále uvažovány tři varianty částečné změny palivové základny a sice změna paliva v případě dvou nejstarších roštových kotlů na spalování biomasy, přechod na spalování zemního plynu a setrvání u spalování pouze hnědého uhlí. Tyto tři možnosti byly dále hodnoceny v ekonomickém modelu této práce.

V rámci ekonomického modelu byla vyčísleny čisté současné hodnoty jednotlivých variant a následně porovnány. Jako ekonomicky nejvýhodnější variantou pro příštích 20 let fungování Teplárny Trmice se z tohoto porovnání ukázala být varianta spalování pouze hnědého uhlí.

V rámci citlivostních analýz, rozebíraných v následující kapitole práce, byly popsány podmínky pro případné možné změny tohoto rozhodnutí. Zde se ukázalo, že za některých okolností jako je pokles ceny dřevní štěpky, vysoký nárůst cen emisních povolenek nebo získání podpory pro výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů, bude varianta spalování biomasy výhodnější volbou. Varianta náhrady dvou kotlů kotli na zemní plyn disponovala vždy vyššími náklady než předchozí dvě zmíněné varianty.

Konečným výsledkem této práce bylo tedy doporučení pro Teplárnu Trmice zůstat u kombinované výroby elektřiny a tepla pouze z hnědého uhlí minimálně po dobu dalších 20 let, přestože bude nutné stávající zařízení renovovat. Toto rozhodnutí by se změnilo v případě uzavření výhodné smlouvy na nákup dřevní štěpky nebo nečekaně vysokého nárůstu cen emisních povolenek. V žádném z případů nedošlo k návrhu změny části palivové základny na zemní plyn.

Literatura

- [1] *100 let Teplárny Trmice: jak šel čas* [online]. Praha: ČEZ, 2016 [cit. 2020-1-27]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/webpublic/file/edee/ospol/fileexport/energie-a-zivotni-prostredi/teplarna-trmice-brozura.pdf>
- [2] *Biomasa. Tzb info* [online]. Praha, 2020 [cit. 2020-03-13]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/biomasa>
- [3] *Bytové domy mohou žádat peníze z nového programu pro zateplování. O Energetice* [online]. ČTK, 2020 [cit. 2020-05-12]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/teplarenstvi/bytove-domy-mohou-zadat-penize-z-noveho-programu-pro-zateplovani>
- [4] *Ceník- Halda, struska, zemina* [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: <http://www.kamenivomo.cz/cenikStruskaHaldaZemina.pdf>
- [5] *Ceník zboží Ok stavebniny* [online]. [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: <http://www.ok.cz/stavcm/cenik1.htm>
- [6] *Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 3/2019 ze dne 26. září 2019, kterým se stanovuje podpora pro podporované zdroje energie. Energetický regulační úřad* [online]. 2019 [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: https://www.eru.cz/documents/10540/5228943/ERV6_2019.pdf/7c470e71-3e3c-4f67-a6bd-5945852961d6
- [7] *ČASTO KLADENÉ OTÁZKY Rejstřík Unie.OTE* [online]. [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: https://www.povolenky.cz/cs/uzitecne-informace/pojmy_otazky_files/FAQs2.pdf
- [8] ČECH B., KOLAT P. *Zpráva ze zkoušek kombinovaného spalování hnědého uhlí a biopaliva DDGS na kotli K 4. VŠB - TU Ostrava, fakulta strojní, katedra energetiky, únor 2006. 96 s.*
- [9] *Daň z pevných paliv: Zákon č. 261/2007 Sb., o stabilizaci veřejných rozpočtů (část čtyřicátá šestá)* [online]. 2012 [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: <https://portal.pohoda.cz/dane-ucetnictvi-mzdy/ostatni-dane/ekologicke-dane/dan-z-pevných-paliv/>
- [10] *Desetiletý plán rozvoje přepravní soustavy v České republice 2019 - 2028* [online]. Net4Gas, 2018 [cit. 2020-05-03]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/documents/10540/3951565/Desetiletý+plan+rozvoje+prepravni+soustavy.pdf/54fe-46cd-8153-6f9cfdeea585>

- [11] DOLEŽAL, Jan : *Kůrovcová kalamita a její dopad na dostupnost dřevní biomasy*. Biom.cz [online]. 2019-07-01 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/kurovcova-kalamita-a-jeji-dopad-na-dostupnost-drevni-biomasy>>. ISSN: 1801-2655.
- [12] *Emisní obchodování*. Ministerstvo životního prostředí [online]. Praha, 2019 [cit. 2020-01-28]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/emisni_obchodovani
- [13] *European Pollutant Release and Transfer Register* [online]. Copenhagen, Denmark: European Environment Agency, 2020 [cit. 2020-03-09]. Dostupné z: <https://prtr.eea.europa.eu/###/facilitydetails?FacilityID=12973&ReportingYear=2017>
- [14] FERKL, Ing. Jan. *Posouzení využitelnosti těžebních zbytků pro energetické účely na území Ústeckého kraje* [online]. 2012 [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: https://www.kr-ustecky.cz/assets/File.ashx?id_org=450018&id_dokumenty=1667790
- [15] *Chabařovice*. PKÚ, Palivový kombinát Ústí, s.p. [online]. Ústí nad Labem [cit. 2020-01-27]. Dostupné z: <https://www.pku.cz/lokality/chabarovice/>
- [16] *IEA: data and statistics* [online]. 2020 [cit. 2020-01-28]. Dostupné z: <https://www.iea.org/data-and-statistics>
- [17] *Inflace - 2019, míra inflace a její vývoj v ČR*. Kurzy.cz [online]. 2020 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://www.kurzy.cz/makroekonomika/inflace/2019/?imakroGraphFrom=1.1.2019>
- [18] *Integrovaná prevence a omezování znečištění (IPPC)*. Ministerstvo životního prostředí [online]. Praha, 2019 [cit. 2020-02-06]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/integrovana_prevence_omezovani_znecistovani
- [19] *Integrovaná prevence a omezování znečištění (IPPC): Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách pro velká spalovací zařízení*. Ministerstvo životního prostředí [online]. Praha, 2019 [cit. 2020-02-06]. Dostupné z: https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/prumysl-a-zivotni-prostredi/ippc-integrovana-prevence-a-omezovani-znecisteni/referencni-dokumenty-bref/2017/1/lcp_31-3-2010_complete.pdf
- [20] *Implementační plán Strategického rámce Česká republika 2030*, Dostupné z: <https://bit.ly/2RZZYtb>
- [21] *Jak velké jsou zásoby uhlí v ČR? Přinášíme vám přehled!* Skupina Carbounion [online]. 27.8.2018, , 1 [cit. 2020-01-25]. Dostupné z: <https://www.carbounion.cz/radce/jak-velke-jsou-zasoby-uhli-v-cr-prinasime-vam-prehled>
- [22] JIRÁSEK, J., SIVEK, M., LÁZNIČKA, P. *Ložiska nerostů*. Ostrava: Anagram, 2017. ISBN 978-80-7342-206-6
- [23] KOBOSIL, Jiří. *Příprava velkých energetických staveb*. Praha, 2019.

- [24] *Kombinovaná výroba elektřiny a tepla* [online]. [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: <http://www.kombinovana-vyroba.cz/>
- [25] *Lesy Hl.m.Prahy* [online]. 2020 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://www.lhmp.cz/lesy2/prodej-dreva/><https://www.lhmp.cz/lesy2/prodej-dreva/>
- [26] MAJLING, Eduard. *Ceny emisních povolenek prudce padají, za poslední týden ztratily 20 %*. Průmyslová ekologie [online]. 2020, 23.4.2020 [cit. 2020-05-01]. Dostupné z: <https://www.prumyslovaekologie.cz/info/ceny-emisnich-povolenek-prudce-padaji-za-posledni-tyden-ztratily-20->
- [27] *Martia a.s.* Ústí nad Labem: Martia, 2019 [cit. 2020-01-25]. Dostupné z: <http://www.martia.cz/cs/2-o-spolecnosti-martia>
- [28] *Natural gas prices for industry worldwide as of 2018*, by select country (in U.S. dollars per megawatt hour). Statista [online]. 2020 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/253047/natural-gas-prices-in-selected-countries/>
- [29] *Nejlepší dostupné techniky (BAT)*. Ministerstvo průmyslu a obchodu [online]. [cit. 2020-05-03]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/prumysl-a-zivotni-prostredi/ippc-integrovana-prevence-a-omezovani-znecisteni/referencni-dokumenty-bref/nejlepsi-dostupne-techniky-bat-224368/>
- [30] Ing. NOVOTNÝ, Jiří a Tomáš Ph.D. Doc. Ing. MATUŠKA. *Emise CO₂ a jejich dopad na hodnocení zdrojů v budovách*. Tzb info [online]. Praha, 2018 [cit. 2020-03-13]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/provoz-a-udrzba-vytapeni/17112-emise-co2-a-jejich-dopad-na-hodnoceni-zdroju-v-budovach>
- [31] PAHLE, Michael a Oliver TIETJEN. *The coalition for an EU-ETS carbon price floor is reaching critical mass*. Energy Post [online]. 2019 [cit. 2020-02-05]. Dostupné z: <https://energypost.eu/the-coalition-for-an-eu-ets-carbon-price-floor-is-reaching-critical-mass/>
- [32] *Podíl obnovitelných zdrojů energie na hrubé konečné spotřebě energie*. Ministerstvo průmyslu a obchodu [online]. Praha, 2018 [cit. 2020-03-13]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/statistika/obnovitelne-zdroje-energie/2018/12/SHARES-2010-17.pdf>
- [33] *Poprvé v Česku – biometan v plynárenské distribuční síti*. GasNet [online]. 2019, 24.10.2019 [cit. 2020-05-19]. Dostupné z: <https://www.gasnet.cz/cs/archiv-novinek-2019-poprve-v-cesku-biometan-v-plynarenske-distribucni-siti/>
- [34] *PRIBOR 1R (Úrokové sazby finančních trhů [%])*- ekonomika ČNB, 2020. Kurzy [online]. [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: <https://www.kurzy.cz/cnb/ekonomika/pribor-1r/>
- [35] *Prognóza ČNB z května 2020*. Česká národní banka [online]. 2020, 7.5.2020 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://www.cnb.cz/cs/menova-politika/prognoza/>

- [36] *Ratingové ohodnocení vybraných zemí*. eská národní banka [online]. [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: https://www.cnb.cz/cs/o_cnb/mezinarodni-vztahy/srovnacni-tabulka/
- [37] *Skupina ČEZ Teplárna Trmice* [online]. Praha: Skupina ČEZ, 2020 [cit. 2020-01-25]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobní-zdroje/uhelne-elektrarny-a-teplarny/uhelne-elektrarny-a-teplarny-cez-v-cr/teplarna-trmice-58160>
- [38] Doc. RNDr. Ing. SCHOLLEOVÁ, Hana. Ph.D. *Investiční controlling: jak hodnotit investiční záměry a řídit podnikové investice* : investiční proces jako základ budoucí prosperity, nástroje a metody investičního controllingu, volba financování a technologie, monitoring průběhu investice a postaudit. Praha: Grada, 2009. Prosperita firmy. ISBN 978-80-247-2952-7.
- [39] *Státní energetická koncepce České republiky*. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2014.
- [40] *Strategický rámec: Česká republika 2030*, 2017. In: . Praha: Polygrafie Úřadu vlády České republiky. Dostupné také z: <https://www.vlada.cz/assets/ppov/udrzitelny-rozvoj/CR-2030/Strategicky-ramec-CR-2030-compressed.pdf>
- [41] *SVOBODA, Ing. Petr* Problematika využití hnědého uhlí v budoucnosti. Uhlí Rudy Geologický průzkum. ZSDNP, 2019, 67(1)
- [42] *SYNEK, Miloslav*. Manažerská ekonomika. 5., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3494-1.
- [43] *TEPLÁRENSKÉ SDRUŽENÍ. Kombinovaná výroba elektřiny a tepla v paroplynové teplárně*; [online]. [cit. 2020-05-19]. Dostupné z: <http://www.tscr.cz/schema/?ids=3&h=550&x=7544050>
- [44] *Teplárna získala ocenění za ekologizaci vytopny Samoty*. Písecký deník [online]. 2019 [cit. 2020-03-13]. Dostupné z: https://pisecky.denik.cz/zpravy_region/teplarna-ziskala-oceneni-za-ekologizaci-vytopny-samoty-20190429.html
- [45] *TOP-PRO* 2020 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <http://www.top-pro.cz/produkty-a-sluzby/pevna-paliva/ledvicke-uhli>
- [46] *Topný olej x3 - ceny a grafy topného oleje x3, vývoj ceny topného oleje x3 1000l - 3 roky - měna CZK*. Kurzy [online]. 2020 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://www.kurzy.cz/komodity/topny-olej-graf-vyvoje-ceny/1000l-czk-3-roky>
- [47] *TRÁVNÍČEK, Petr, Ivan VITÁZEK, Tomáš VÍTĚZ, Luboš KOTEK a Petr JUNGA, 2015. TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ BIOMASY ZA ÚČELEM ENERGETICKÉHO VYUŽITÍ* [online]. Brno [cit. 2020-05-19]. Dostupné z: https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty/files/23/23-technologie_zpracovani_biomasy_za_ucelem_energetickeho_vyuziti_travnicek.pdf. Mendelova univerzita v Brně Ž Agronomická fakulta.

- [48] *Tzb info* Uhlí v České republice [online]. 2019 [cit. 2020-01-28]. Dostupné z: <https://energetika.tzb-info.cz/19810-uhli-v-ceske-republice>
- [49] Ing. VECKA, Jiří. *Teplárenství v ČR: aktuálně řešené problémy*. Praha, 2019.
- [50] *V Krušných horách hloubí Antilopu, která zdvojí Gazelu a napojí Česko na Nord Stream 2*. eská televize [online]. 2019 [cit. 2020-05-03]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelivize.cz/ekonomika/2787848-v-krusnych-horach-hloubi-antilopu-ktera-zdvoji-gazelu-a-napoji-cesko-na-nord>
- [51] *Vnitrostátní plán České republiky v oblasti energetiky a klimatu*. 2019.
- [52] VOBOŘIL, David. *Biomasa využití, zpracování, výhody a nevýhody, energetické využití v ČR: Využití, zpracování, výhody a nevýhody, energetické využití v ČR*. O Energetice [online]. Třebíč, 2017 [cit. 2020-03-13]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/biomasa-vyuziti-zpracovani-vyhody-a-nevyhody>
- [53] *V teplárně pokračuje výstavba nového kotle*. Teplárna Otrokovice [online]. 2019 [cit. 2020-03-13]. Dostupné z: <http://www.tot.cz/a/v-teplarne-pokracuje-vystavba-noveho-kotle>
- [54] *Výroční zpráva 2018 ČEZ Teplárenská* [online], 2019. [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: <https://www.cezteplarenska.cz/file/edee/cez-teplarenska-dokumenty/vyrocní-zpravy/2019-vyrocní-zprava-tas.pdf>
- [55] *Výroční zpráva společnosti MARTIA a.s. Ústí nad Labem*, 2019. Dostupné z: <https://1url.cz/EzKgQ>

Seznam obrázků

1.1	Vývoj a struktura dodávek tepla ze soustav zásobování teplem [39] . . .	14
1.2	Spotřeba paliva na výrobu tepla v letech [16]	18
1.3	Oblasti těžby černého uhlí [carbounion.cz]	20
1.4	Oblasti těžby hnědého uhlí [carbounion.cz]	21
1.5	Města závislá na tepelné energii z tepláren [49]	22
1.6	Vývoj cen emisních povolenek v EUR [49]	24
1.7	Odhady budoucího vývoje cen emisních povolenek v EUR [31]	25
2.1	Mapa Trmic a Ústí nad Labem [Google Maps]	27
2.2	Fotografie současné podoby teplárny Trmice	28
2.3	Zjednodušené schéma Teplárny Trmice [vlastní úprava dle interních dat]	30
2.4	Schéma kombinované výroby elektřiny a tepla [24]	31
2.5	Lomy v okolí Teplárny Trmice [mapy.geology.cz]	32
2.6	Emise oxidu uhličitého v letech [13]	33
3.1	Vytěžené množství dřeva v letech[11]	40
3.2	Porovnání výstupní kapacity a maximální denní spotřeby plynu v regionu [10]	42
4.1	Prognóza ČNB [35]	48
5.1	Srovnání diskontovaných výdajů v čase	51
5.2	Srovnání diskontovaných výdajů v čase	52
5.3	Srovnání diskontovaných výdajů v čase	53
6.1	Vliv diskontní sazby na NPV variant	55
6.2	Vliv inflace na NPV variant	56

6.3	Vliv ceny hnědého uhlí na NPV variant	57
6.4	Vliv ceny zemního plynu na NPV variant	58
6.5	Vliv ceny štěpky na NPV variant	59
6.6	Vliv nárůstu cen emisních povolenek na NPV variant	60
6.7	Vliv kurzu eura na NPV variant	61
6.8	Vliv podpory výroby elektřiny z KVET se spalováním biomasy na NPV variant	62

Seznam tabulek

1.1	Přehled tepelných účinností v rámci opatření BAT [19]	15
1.2	Přehled využití uhlí v roce 2017 [48]	18
1.3	Přehled zásob uhlí [48]	19
2.1	Emise Teplárny Trmice v letech [13]	33
3.1	Emisní faktory CO ₂ [30]	36
4.1	Společná vstupní data	50
4.2	Vstupní data jednotlivých variant	50
5.1	Srovnání NPV variant	52