

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STROJNÍ
ÚSTAV ŘÍZENÍ A EKONOMIKY PODNIKU



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Ekonomické aspekty ekologizace výroby tepla

Economic Aspects of Heat Production Greening

AUTOR: Jan Bureš

STUDIJNÍ PROGRAM: Výroba a ekonomika ve strojírenství

VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. Ladislav Vaniš

PRAHA 2018



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Bureš** Jméno: **Jan** Osobní číslo: **456341**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
Zadávací katedra/ústav: **Ústav řízení a ekonomiky podniku**
Studijní program: **Výroba a ekonomika ve strojírenství**
Studijní obor: **Technologie, materiály a ekonomika strojírenství**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Ekonomické aspekty ekologizace výroby tepla

Název bakalářské práce anglicky:

Economic Aspects of Heat Production Greening

Pokyny pro vypracování:

1. Úvod - zdůvodnění zadání a cíle práce.
2. Teoretická část: ekonomické dopady znehodnocení životního prostředí ve městě Třebíč, charakteristika rizik.
3. Analytická část: popis stávající technologie v teplárně z ekonomického hlediska, environmentální náklady.
4. Praktická část: ekonomické vyhodnocení navrhované technologie.
5. Závěr: zhodnocení dosažených výsledků.

Seznam doporučené literatury:

- [1] KARAFIÁT, Josef. Studie současného stavu a návrh opatření vedoucích ke stabilizaci a dalšímu rozvoji teplárenství v ČR: Manažerský souhrn. 2010.
- [2] MOLDAN, Bedřich. Ekonomické aspekty ochrany životního prostředí: situace v České republice. Praha: Karolinum, 1997. ISBN 80-7184-434-9.
- [3] VEBER, Jaromír, Marie HŮLOVÁ a Alena PLÁŠKOVÁ. Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe. 2., aktualiz. vyd. Praha: Management Press, 2010. ISBN 978-80-7261-210-9.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Ladislav Vaniš, ústav řízení a ekonomiky podniku FS

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

Datum zadání bakalářské práce: **10.04.2018** Termín odevzdání bakalářské práce: **03.08.2018**

Platnost zadání bakalářské práce: **28.02.2019**

Ing. Ladislav Vaniš
podpis vedoucí(ho) práce

prof. Ing. František Freiberg, CSc.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací.
Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

30.9.2018
Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně a to výhradně s použitím pramenů a literatury, uvedených v seznamu citovaných zdrojů.

V Praze dne:

.....

Podpis

Anotace

Cílem této bakalářské práce je ekonomické vyhodnocení nově zavedené technologie v TTS energo s.r.o. z ekonomického a ekologického hlediska.

Klíčová slova

Ekologizace výroby tepla, životní prostředí, ekonomické aspekty

Annotation

The main aim of this thesis is to evaluate newly developer technology in TTS energo s.r.o. from the economic and environmental point of view.

Keywords

Heat production greening, environment, economic aspects

Poděkování

Rád bych touto formou poděkoval panu Ing. Ladislavovi Vanišovi a společnosti TTS energo s.r.o. za jejich ochotu, drahocenný čas a vstřícnost při diskutování méjí bakalářské práce.

Obsah

Seznam použitých zkratk	9
Úvod	10
1 Teoretická část	11
1.1 Životní prostředí	11
1.1.1 O vzduší	12
1.1.2 Voda	12
1.1.3 Půda	13
1.2 Rizika ohrožující životní prostředí	13
1.2.1 Základní pojmy používané v otázkách znečišťování	14
1.2.2 Suspendované částice	14
1.2.3 Oxid dusičitý NO ₂	15
1.2.4 Oxid siřičitý SO ₂	16
1.2.5 Přízemní ozón O ₃	17
1.3 Ekonomické souvislosti ochrany životního prostředí	17
1.3.1 Ekonomická činnost a životní prostředí	17
1.3.2 Ekonomické dopady znehodnocení životního prostředí	21
1.3.3 Ekonomické nástroje životního prostředí	22
1.4 Hodnocení životního prostředí	22
1.5 O vzduší a jeho ekonomické dopady na kvalitu ve městě Třebíč	23
2 Analytická část	28
2.1 O společnosti TTS energo s.r.o.	28
2.2 Popis stávajícího zařízení	29
2.2.1 Charakteristika zařízení	31
2.2.2 Měření emisí kotle VESKO B 7000	31
2.2.3 Provoz kotle VESKO B 7000 z ekonomického hlediska	32
2.3 Environmentální náklady	32
3 Praktická část	35
3.1 Teplárna SERVER	35
3.2 Realizace nové technologie pro VESKO B 7000	35
3.2.1 Technologie čištění kondenzátoru	37
3.2.2 Investiční náklady na novou technologii	38
3.2.3 Environmentální vyhodnocení	39

3.3	Přínosy opatření.....	39
3.4	Ekonomické vyhodnocení navrhované technologie	40
3.4.1	Čistá současná hodnota (NPV – Net Present Value).....	40
3.4.2	Doba návratnosti investice (PP – Payback Period).....	43
3.4.3	Výnosnost investice (ROI – Return on Investment)	43
4	Závěr.....	44
	Seznam obrázků.....	45
	Seznam tabulek.....	46
	Seznam použité literatury	47

Seznam použitých zkratk

H ₂ O	Voda
NO _x	Oxidy dusíku
SO ₂	Oxid siřičitý
NH ₃	Amoniak
PM	Particulate matter (prachové částice)
TZL	Tuhé znečišťující látky
O ₃	Ozón
HDP	Hrubý domácí produkt
ISKOV	Informační systém kvality ovzduší
MHD	Městská hromadná doprava
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
ORC	Organický Rankinův cyklus
CF	Cash-flow
dis. CF	Diskontované cash-flow
ČSH	Čistá současná hodnota
PP	Payback Period (doba návratnosti)
ROI	Return on Investment (výnosnost investice)

Úvod

V důsledku silné industrializace a snahy o celosvětový rozvoj na naší planetě je otázka znečištění a ochrany životního prostředí čím dál více diskutovanější. Vyspělejší země se snaží implementovat do svých politik koncepcí trvale udržitelného rozvoje, aby nedošlo k vyčerpání všech životně důležitých přírodních zdrojů. V současné době by se měly všechny industriální podniky snažit o to, aby jejich činnostmi byl dopad na životní prostředí co nejmenší.

Ochrana životního prostředí, označována také jako ekologie, je obor biologie, který studuje interakce mezi živými organismy a jejich prostředím a označuje všechna opatření za účelem zachování zdraví nejenom lidí, ale všech živých bytostí.

Cílem této bakalářské práce je ekonomické vyhodnocení nové technologie v teplárně TTS energo s.r.o. a vyhodnocení kvality ovzduší ve městě Třebíč, v čem také spočívá analýza měřených škodlivin a rozbor technologie v teplárně, která v důsledku každoročně přísnějších evropských nároků na produkci emisí čistí spaliny z kotlů na úroveň hluboko pod mezní hodnotu.

Teoretická část pojednává o ekonomických dopadech na znehodnocení (preventivních nákladech na ochranu) životního prostředí a v neposlední řadě o zkoumaných škodlivých látkách v Třebíči, které mohou být zdraví člověku nebezpečné.

Praktická část je zaměřena na ekonomiku navržené technologie v teplárně, přesněji je zde vyhodnocena technologie z pohledu investice pomocí vhodných ekonomických nástrojů. Druhým praktickým krokem je množstevní analýza zkoumaných škodlivin.

1 Teoretická část

1.1 Životní prostředí

Koncem šedesátých a začátkem sedmdesátých let přišli vědci s novými ekologickými poznatky a svět se okamžitě začal zabývat ekologickými otázkami. To mělo za následek nárůst sofistikovaných hnutí občanské společnosti v některých zemích a vydání několika významných publikací.

Mezi ně patří *Silent Spring*, vydaný Rachelem Carsonem (1962), *The Population Bomb* od Paula Ehrlicha (1968) a *Limits to Growth*, zpracovaná Římským klubem (1972), což je jedna z nejvýznamnějších globálních think tank institucí. Až do počátku sedmdesátých let se mezinárodní úsilí zaměřené na řešení environmentálních otázek zaměřilo na konkrétní problémy v oblasti životního prostředí, aniž by se zohlednila souhra mezi životním prostředím a hospodářským a sociálním rozvojem.

Teprve po Konferenci OSN o životním prostředí člověka ve Stockholmu v roce 1972 došlo k rozsáhlému a komplexnímu řešení těchto problémů. Postoje přijaté ve Stockholmu jasně daly najevo, že ekonomický rozvoj byl upřednostňován před ochranou životního prostředí. Rozvojové země zdůraznily, že je zapotřebí se dále rozvíjet, aby bylo možné zastavit a zvrátit škody na životním prostředí spojené s chudobou, a také získat mezinárodní pomoc, která jim umožní vyhnout se znečištění způsobenému rozvinutými zeměmi. Dále požadovaly, aby nově přijatá environmentální opatření jim nezpůsobily ekonomické škody.

Konference Organizace spojených národů o životním prostředí a rozvoji (UNCED - Rio de Janeiro, Brazílie, 1992) znamenala rozhodující okamžik v celosvětovém postoji k životnímu prostředí a jeho vztahu k rozvoji, vyznačující se formulováním koncepce udržitelného rozvoje a způsobu, jakým občané komunikují s jejich vládami (přístup k informacím, spoluúčasti a spravedlnost v záležitostech životního prostředí).

Velkou překážkou udržitelného rozvoje byla obtížnost zviditelnění problematiky jako cíle veřejné politiky mimo instituce a útvary, které se konkrétně zabývají životním prostředím. Environmentální instituce a právní předpisy byly posíleny, ale životní prostředí je nadále považováno převážně za samostatnou záležitost. Nakonec se udržitelný rozvoj mylně zaměňuje za jeden z jeho základních prvků, a to s ochranou životního prostředí.

Na zajištění udržitelnosti životního prostředí se zaměřil jeden z cílů v programu Rozvojové cíle tisíciletí (založený v roce 2000), jehož prvním úkolem bylo začlenit zásady udržitelného rozvoje do politiky a programů jednotlivých zemí. Nebyly však stanoveny žádné ukazatele, které by v tomto ohledu identifikovaly minimální hranici pro pokrok. Kromě toho nebyla environmentální udržitelnost zařazena do rozvojové agendy jako průřezová otázka.

Ačkoli bylo životní prostředí v minulosti obecně považováno za záležitost týkající se blahobytu budoucích generací - a tedy méně významné pro země, které se snažily poskytovat minimální standardy blahobytu současným generacím - rostoucí důkazy o tom, že znehodnocování životního prostředí způsobuje ekonomické a společenské škody na dnešní populaci postupně mění toto vnímání. Koncept "zelené ekonomiky", o kterou stále více usilujeme, trvá na tom, že změna paradigmatu, potřebného k ochraně životního prostředí, by mohla vytvářet nové příležitosti pro hospodářský růst. [24]

1.1.1 Ovzduší

Atmosféra Země se skládá z vrstvy plynů, které tvoří jednotné uskupení, které běžně nazýváme jako vzduch, který obklopuje planetu Zemi. Atmosféra Země chrání život na Zemi vytvářením tlaku, který umožňuje přítomné kapalné vodě absorbovat ultrafialové sluneční záření, ohřívat povrch planety zachycením tepla (skleníkový efekt) a snižovat teplotní extrémů mezi dnem a nocí.

Objemový obsah suchého vzduchu obsahuje 78,09% dusíku, 20,95% kyslíku, 0,93% argonu, 0,04% oxidu uhličitého a malé množství dalších plynů. Vzduch obsahuje také variabilní množství vodní páry, v průměru kolem 1% na hladině moře a 0,4% v celé atmosféře. Obsah vzduchu se za atmosférického tlaku liší v různých vrstvách a je vhodný pro použití ve fotosyntéze u rostlin. [3]

Plyn	Objem [%]	Hmotnost [%]
Dusík	78,09	75,51
Kyslík	20,95	23,17
Argon	0,93	1,28
Oxid uhličitý	0,0407	0,04

Tabulka 1 Nejdůležitější složky atmosféry

1.1.2 Voda

Voda je průhledná kapalina, bez chuti, zápachu a téměř bezbarvá chemická látka, která je hlavní složkou jezer, oceánů a tekutin většiny živých organismů. Chemický vzorec vody je H_2O , což znamená, že každá z jeho molekul obsahuje jeden kyslík a dva atomy vodíku, které jsou spojeny kovalentními vazbami. Při překročení teploty nad $100^{\circ}C$ se voda začne vypařovat a dostává tedy plynnou podobu. Pod nulovou hodnotou Celsiovy stupně se tekutina přeměňuje na pevný stav – led. Také se vyskytuje v přírodě jako sníh, ledovce, mraky, mlha, rosa, vodní hladiny a atmosférická vlhkost. Voda pokrývá 71% zemského povrchu a je životně důležitá pro všechny známé formy života.

Voda na Zemi se pohybuje kontinuálně prostřednictvím koloběhu vody z odpařování a transpirace (evapotranspirace), kondenzace, srážení a odtoku do

moře. Odpařování a transpirace přispívají k srážení půdy. Velké množství vody je také chemicky spojeno nebo adsorbováno v minerálech.

Bezpečná pitná voda je nezbytná pro člověka a jiné další formy života, i když neposkytuje potřebné kalorie ani organické živiny. Přístup k bezpečné pitné vodě se v posledních desetiletích zlepšil téměř ve všech částech světa, ale přibližně jedna miliarda lidí stále nemá přístup k pitné a více než 2,5 miliardy lidí nemá přístup k odpovídajícím sanitacím.

Voda hraje důležitou roli ve světové ekonomice. Přibližně 70% sladké vody využívané lidmi putuje do zemědělství. Rybolov ve slaných a sladkých vodách je hlavním zdrojem potravy pro mnoho částí světa. Většina obchodu s komoditami na dlouhé vzdálenosti (jako je ropa a zemní plyn) se přepravují loděmi přes moře, řeky, jezera a kanály. Velké množství vody, ledu a páry se používá pro chlazení a vytápění v průmyslu a domácnostech. [2]

1.1.3 Půda

Půda je směs z organické hmoty, minerálních látek, plynů, kapalin a organismů, které společně podporují život na Zemi. Zemské tělo půdy nazýváme pedosférou, která má čtyři důležité funkce: umožňuje rostlinám růst; funguje jako prostředek pro skladování, zásobování a čištění vody; je modifikátorem zemské atmosféry; a je místem pro další organismy.

Pedosféra je propojena s litosférou, hydrosférou, atmosférou a biosférou. Půda se skládá z pevné fáze minerálů a organické hmoty (půdní matrice), která udržuje plyny (půdní atmosféru) a vodu.

Půda je produktem vlivu klimatu, reliéfu, organismů a mateřských materiálů (původních minerálů), které spolu v průběhu času interagují. Neustále prochází vývojem četnými fyzikálními, chemickými a biologickými procesy, které zahrnují zvětrávání s přidruženou erozí. [1]

1.2 Rizika ohrožující životní prostředí

Nejchoulostivější složkou našeho prostředí pro život, která se stává obětí znečištění, je hlavně ovzduší, jehož kvalita má velký vliv na zdraví nejenom lidí, ale také fauny a flory, proto je ze všech složek ta nejproblémovější a nejtěživější nejenom v naší republice, ale na celém světě. Od 90. let se naštěstí emisní situace každoročně zlepšuje, jenomže ani v současné době se nedá považovat za přijatelnou, nebo řekněme zdravou pro všechny živé organismy na naší planetě.

Imisní situace na tom není o nic hůře, jenomže když si vezmeme v potaz velkoměsta jako Prahu, nebo Ostravu, stále se budeme pohybovat za přijatelným stavem. To je ale pochopitelný fakt, protože tyto oblasti, které uvádíme jako příklad, jsou hustě obydlené, kde populace vystoupla až k milionu obyvatelům.

Čím více lidí bude osídlovat jednu danou vymezenou oblast, bude zde stejně tak více narůstat počet expandovaných emisí díky rozvoji průmyslu.

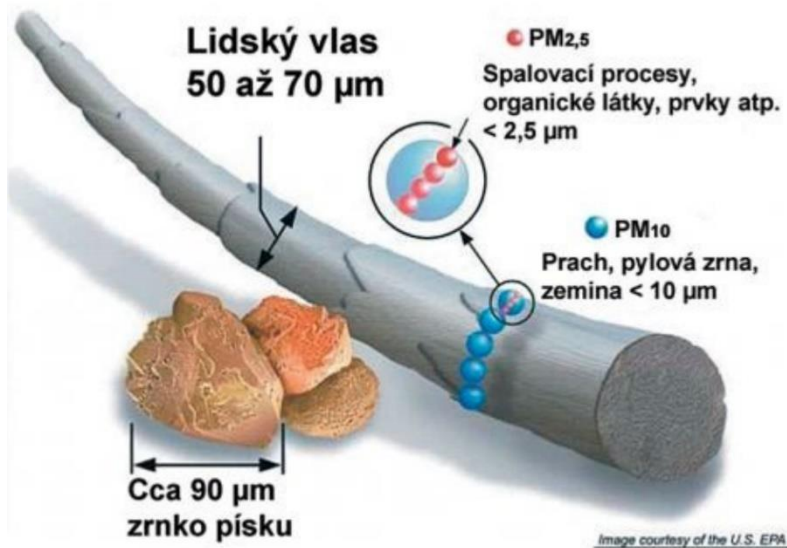
1.2.1 Základní pojmy používané v otázkách znečišťování

- znečišťující látka - jakákoliv látka vnesená do vnějšího ovzduší nebo v něm druhotně vznikající, která má přímo, nebo může mít po fyzikální nebo chemické přeměně nebo po spolupůsobení s jinou látkou škodlivý vliv na život a zdraví lidí a zvířat, na životní prostředí, na klimatický systém Země nebo na hmotný majetek
- znečišťování ovzduší - vnášení jedné nebo více znečišťujících látek do ovzduší v důsledku lidské činnosti vyjádřené v jednotkách hmotnosti za jednotku času
- emisní limit - nejvýše přípustné množství znečišťující látky nebo stanovené skupiny znečišťujících látek nebo pachových látek vypouštěné do ovzduší ze zdroje znečišťování ovzduší vyjádřené jako hmotnostní koncentrace znečišťující látky v odpadních plynech nebo hmotnostní tok znečišťující látky za jednotku času nebo hmotnost znečišťující látky vztažená na jednotku produkce nebo lidské činnosti nebo jako počet pachových jednotek na jednotku objemu nebo jako počet částic znečišťující látky na jednotku objemu
- imisní limit - hodnota nejvýše přípustné úrovně znečištění ovzduší vyjádřená v jednotkách hmotnosti na jednotku objemu při normální teplotě a tlaku
- mez tolerance - procento imisního limitu nebo část jeho absolutní hodnoty, o které může být imisní limit překročen [4]

1.2.2 Suspendované částice

Atmosférické aerosolové částice, známé také jako suspendované částice (PM), nebo zjednodušeně nazývány jako polétavý prach, jsou mikroskopické pevné nebo kapalné látky, která jsou emitovány v zemské atmosféře. Termín aerosol se běžně vztahuje na heterogenní směs částic ve vzduchu. Tyto mikroskopické částice dělíme na primární a sekundární, přičemž primární jsou emitovány přímo do atmosféry z přírodních (sopečná činnost, pyl, mořský aerosol) nebo antropogenních (spalování paliv, opotřebování brzd automobilů nebo otěry pneumatik) zdrojů. Sekundární mikročástice jsou většinou původu antropogenního a vznikají ze svých plynných prekurzorů SO_2 , NO_x a NH_3 .

Nejčastěji měřenými PM částicemi jsou PM_{10} a $PM_{2,5}$. Indexy vyjadřují velikost těchto látek – například číslo u PM_{10} nám říká, že tento druh polétavého prachu má velikost 10 mikrometrů.



Obrázek 1 Porovnání lidského vlasu a suspendovaných částic [5]

Nejvýznamnější zdroje emitující poletavý prach jsou:

- lokální topeniště (kotle používané v domácnostech)
- průmyslové zdroje (teplárny)
- polní práce (orba, sklizeň)
- doprava (emise z motorů, otěry pneumatik, brzdové obložení) [13]

Suspendované částice jsou velmi rizikové pro zdraví člověka a to už při malých koncentracích. Následky po inhalování těchto látek závisí především na jejich velikostech. Polévatý prach o velikosti 2,5 μm je mnohem nebezpečnější než částice o velikosti 10 μm , jelikož se snadněji dostane do dýchací soustavy. Částice o velikosti 10 mikrometrů nejčastěji deponují v horních dýchacích cestách, zatímco ty o velikosti 2,5 μm deponují v dolních cestách – plicích. Problémovou vlastností těchto zákeřně malých látek je jejich povrch, který snadno absorbuje těžké kovy nebo polycyklické aromatické uhlovodíky. Samostatné částice nemusí být tolik rizikové pro člověka, pokud netrpí výrazně sníženou imunitou organismu a není těmto částicím vystaven delší dobu, ovšem pokud částice slouží jako nosič, na který se naváží karcinogenní a toxické látky, negativní dopady na zdraví člověka se budou zvyšovat. Při dlouhodobém vystavení těmto látkám dochází u člověka k rozvoji závažných nemocí, mohou to být kardiovaskulární onemocnění různého typu, choroby dýchacích cest, rakovina nevyjímaje. [5]

1.2.3 Oxid dusičitý NO_2

Oxid dusičitý (NO_2) je nepříjemně zapáchající plyn nebo kapalina, jehož zbarvení se při určitých teplotách mění. Některý oxid dusičitý se přirozeně vytváří v atmosféře vlivem blesku nebo sopečnou činností, jiný je zase produktem spalování nejen v motorech vozidel (80%), jako oxidace vzdušného dusíku při vysokých teplotách, ale také dalších fosilních paliv (ropa, zemní plyn, uhlí). Dalšími zdroji oxidu dusičitého jsou rafinace benzínu a kovů, výroba elektřiny z uhelných elektráren, ostatní zpracovatelský průmysl a zpracování potravin.

Oxid dusičitý je jednou z nejvýznamnějších látek znečišťující ovzduší, protože přispívá k tvorbě fotochemického smogu, který může mít významný dopad na lidské zdraví. Otrava oxidem dusičitým závisí na délce, frekvenci a intenzitě expozice. Prvními náznaky otravy se projevují pálením očí, poklesem krevního tlaku nebo bolestmi hlavy. Po delší době dráždí sliznici, což může mít za následek vznik plicního onemocnění. Může jím být CHOPN (chronická obstrukční plicní nemoc) nebo astma. Krátkodobé vystavení NO_2 není nijak závažné. Zdraví lidé snesou koncentrace i $2000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kvůli citlivým jedincům s astmatickými potížemi byl limit pro krátkodobou koncentraci stanoven na $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. [6]

nejvýznamnější zdroje emitující NO_2 :

- veřejná energetika a výroba tepla
- zemědělství, lesnictví, rybolov (nesilniční vozidla)
- silniční doprava (osobní a nákladní automobily) [13]

1.2.4 Oxid siřičitý SO_2

Oxid siřičitý (SO_2) je anorganická sloučenina známá jako těžký, bezbarvý a jedovatý plyn mající ostrý a dráždivý zápach. Je, stejně jako předešle zmíněné látky, označován za jednu z nejvíce znečišťujících látek ovzduší. Je vyráběn ve velkých množstvích jako meziproduct při výrobě kyseliny sírové.

V přírodě se vyskytuje v podobě vulkanizačních plynů a jako roztok ve vodách některých teplých pramenů. Oxid siřičitý se zpravidla průmyslově připravuje spalováním síry nebo sloučeninami síry jako třeba pyritem železa. Vytváření značně velkého množství oxidu siřičitého je důsledkem spalování fosilních paliv, obsahujících síru (zejména thiofen). V atmosféře se může spojit s vodní párou, přičemž dochází ke vzniku kyseliny sírové, která je hlavní složkou kyselých dešťů; až teprve ve druhé polovině 20. století byla přijata první opatření na kontrolu kyselých dešťů. Dále se v ovzduší SO_2 oxiduje na sírany a kyselinu sírovou vytvářející aerosol jak ve formě kapiček, tak i pevných částic širokého rozsahu velikostí. Toxický je také pro rostliny a jejich fotosyntézu, neboť reaguje s chlorofylem.

Oxid siřičitý může být zkapalněn při mírných tlacích a pokojové teplotě; kapalina zmrzne při -73°C a vře při -10°C za atmosférického tlaku. Důležitý je ale jako hlavní složka při přípravě kyseliny sírové, ale také se používá jako dezinfekční prostředek, chladivo, redukční činidlo, bělicí činidlo a konzervační prostředek na potraviny, zejména v sušeném ovoci. Avšak využití v potravinářství je velmi regulováno, v některých zemích dokonce zakázáno. Do dnešní doby totiž neexistuje žádná věrohodná studie o tom, že by tato látka byla karcinogenní.

Při pozření této látky dochází k bolestem hlavy, žaludku a k poškození dýchacího ústrojí, které se primárně projevuje jako kašel, v těžších případech může mít za následek vznik astmatu nebo edému plic. Delší vystavení této látky ohrožuje krvetvorbu. [7]

nejvýznamnější zdroje emitující SO₂:

- veřejná energetika a výroba tepla
- lokální vytápění domácností
- spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví (chemický průmysl, železo a ocel) [13]

1.2.5 Přízemní ozón O₃

Fotochemický oxidant je technický termín pro typ smogu objevující se ve městech v teplejších měsících roku. Tento typ smogu může být neviditelný nebo se může objevit jako bělavý opar.

Fotochemické oxidanty vznikají při slunečním záření, kdy dopadají UV paprsky na chemikálie dopravních exhalací ve vzduchu, proto tuto látku měříme, neboť nám úroveň ozónu udává celkové množství fotochemických oxidantů obsažených ve vzduchu. Můžeme zmínit také další látky jako je třeba formaldehyd, které mají stejně jako ozón nepříznivé zdravotní účinky. Nejpostiženější města těmito oxidanty jsou tedy ta, ve kterých dlouhodobě působí sluneční svit (dopadání velkého množství UV paprsků) spolu s mírným větrem a vysokými teplotami.

O₃ je vysoce reaktivní namodralý plyn s výrazně štiplavým zápachem, který se vytváří, když oxidy dusíku reagují se skupinou znečišťujících látek ve vzduchu známých jako "reaktivní organické látky" za přítomnosti slunečního záření. Jedná se o látku vznikající v celé řadě velmi komplikovaných nelineárních fotochemických reakcí. V Evropské unii je podle Evropské agentury pro životní prostředí nadlimitním koncentracím ozonu vystaveno 6 z 10 obyvatel evropských měst. Chemické látky, které reagují ke tvorbě ozonu, pocházejí ze zdrojů, jako jsou: výfukové plyny motorových vozidel, rafinace ropy, tisk, petrochemie, letectví a požáry. Výfukové plyny motorových vozidel produkují až 70 % oxidů dusíku a 50 % organických chemikálií tvořících ozon.

Přirozené množství ozonu v dolní atmosféře je obecně kolem 0,04 ppm, toto množství není škodlivé pro lidské zdraví, ale ve vyšších koncentracích je jedovatý a pro některé živočichy karcinogenní. Podobně jako výše zmíněné sloučeniny způsobuje O₃ bolesti hlavy, podráždění očí nebo nemoci dýchacích cest. Naneštěstí i vegetace může uvolňovat organické chemikálie, které pomáhají vytvářet přízemní ozón, a tím poškozují sebe samotnou. Příznakem poškození tkání rostlin, zejména u jasanu a buku, jsou žluté nebo červené skvrny. [8]

1.3 Ekonomické souvislosti ochrany životního prostředí

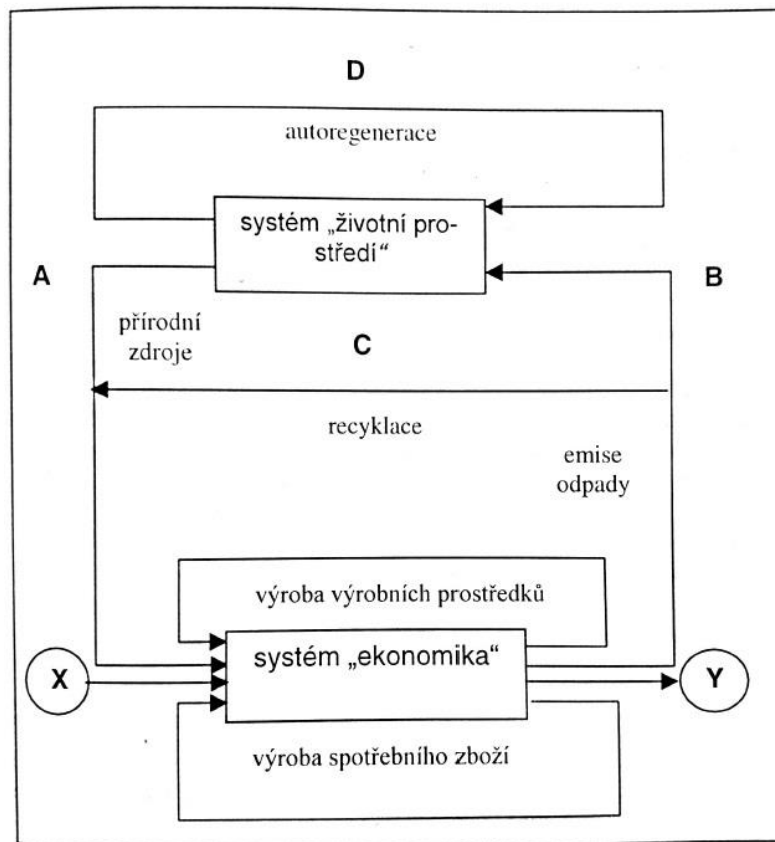
1.3.1 Ekonomická činnost a životní prostředí

Narušování životního prostředí byla, a vždy bude, spjata s ekonomickými činnostmi. Je to způsobeno tím, že lidé stále více používají modernější a složitější

technologie, k jejichž výrobě je potřeba využívat větší množství přírodních zdrojů. Takové vysávání energie z naší přírody ohrožuje stabilitu světových ekosystémů.

Ekonomické činnosti jsou bohužel pro život lidí nevyhnutelné. Jsou důležité pro celosvětový rozvoj, produkci výrobků a jiných služeb, bez kterých si dnes nedokážeme život představit. Každá země se dnes snaží být co nejhospodárnější a předhání se v modernizaci a hospodaření s ostatními zeměmi, bohužel ale často opomíjí důsledky těchto činností, které mají na následek znečišťování naší planety.

Je tedy nezbytné, aby se dbalo na kontrolování a ovlivňování vztahů mezi ekonomickým rozvojem a životním prostředím. Tyto interakce lze definovat na (Obrázek 2)



Obrázek 2 Schéma vztahů mezi systémem ekonomiky a ŽP [10]

- ovlivňováním spotřeby přírodních zdrojů (A) můžeme usilovat o růst ekonomiky při relativně nízkých nárocích na vstupy využíváním ekonomických nástrojů
- využíváním ekonomických a etických nástrojů můžeme snižovat produkci odpadů a emisí do prostředí (B) a tím snížit celkové znečištění ovzduší, půdy nebo vody
- díky recyklaci (C) můžeme opakovaně využívat výstupy z ekonomické činnosti a tím šetřit jak finanční prostředky, tak i prostředí, ve kterém žijeme

- d) v přírodě by měla zachována přirozená regenerace (D), která je ovšem ale často narušována lidskou činností, proto ji musíme v některých případech napomáhat [10]

Je těžké celý tento složitý systém řídit tak, aby fungoval správně. Nicméně člověk zanedbává tyto zmíněné cesty vedoucí k udržení a dosažení rovnováhy mezi ekonomikou (hospodařením) a přírodou (zvyšováním kvality životního prostředí), což se stává stále více neracionálním.

Jedním z disciplín, která se snaží o vývoj národního hospodářství, je makroekonomie. Stále se hledají cesty, kterými bychom dosahovali makroekonomických cílů současně se zvyšováním kvality životního prostředí.

hlavní makroekonomické cíle jsou:

- udržet a zabezpečit hospodářský růst
- omezit co nejvíce nezaměstnanost
- vyrovnat platební bilance
- stabilizovat cenovou úroveň

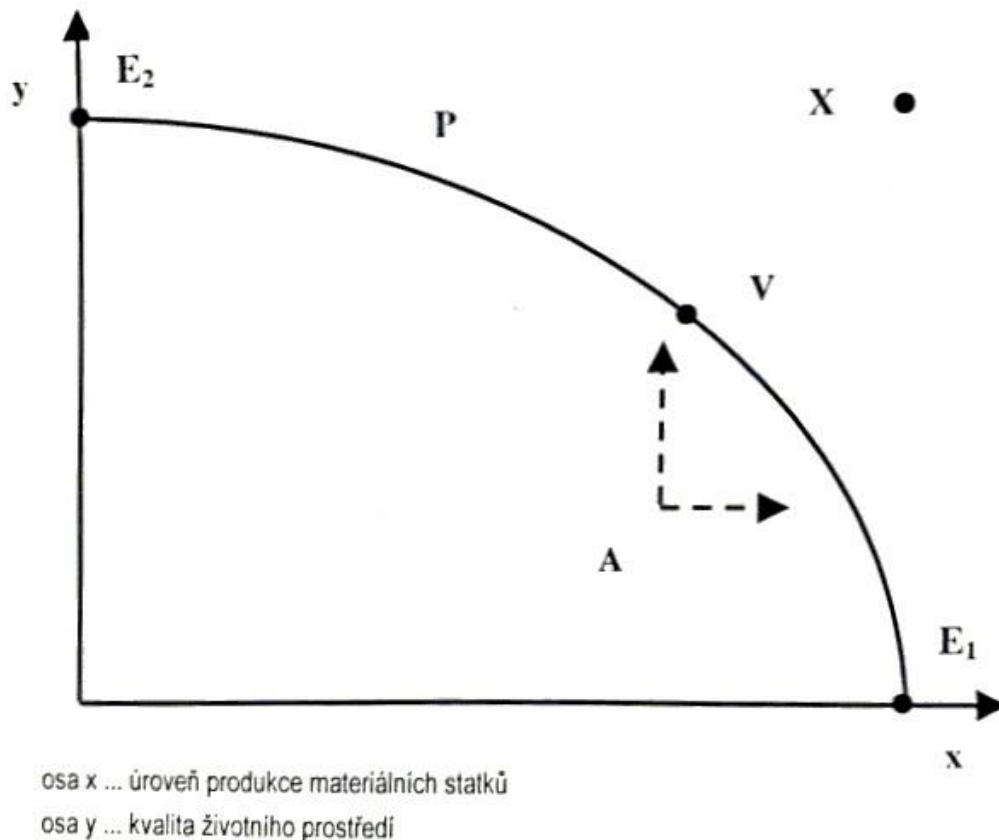
k dosahování těchto cílů státy využívají různé nástroje:

- příjmová a výdajová politika
- monetární politika
- důchodová politika
- měnový kurz [10]

Bohužel zde nesmíme opomíjet negativní vztahy, existující mezi těmito zmíněnými cíli, které brání tomu, aby se dalo dosáhnout všech cílů zároveň, takže úspěšností makroekonomické politiky je nalezení vhodné kombinace nástrojů, které umožní pozitivní rozvoj.

Málokdo si uvědomuje, že vysoká životní úroveň nejde pouze ruku v ruce s hospodářským výsledkem charakterizovaným HDP, ale také ji ovlivňuje kvalita životního prostředí. Chybným uvažováním o blahobytu je materialismus. Velké procento populace prahne pouze po hodnotných materiálech, ale nechápe, že k celkovému uspokojování je zapotřebí i imateriálních hodnot. Skutečnost je taková, že nespočet velkých zemí a průmyslově významných měst usiluje o co největší hospodářský výsledek bez ohledu na to, jaký dopad budou mít jejich kroky na životní prostředí.

Spojitosť mezi kvalitou životního prostředí a produkovaní materiálních statků znázorňuje tzv. hranice produkčních možností. Křivka P (hranice produkčních možností) vymezuje výkonnost dané ekonomiky za předpokladu využití všech disponibilních zdrojů. Pod touto křivkou se nachází většina ekonomik.



Obrázek 3 Hranice produkčních možností ekonomiky [10]

V různých případech při řešení otázek ochrany životního prostředí se můžeme potýkat se situacemi, kdy se nám znečištění prostředí může promítnout i do růstu HDP. Nesmíme tyto hodnoty brát jako navyšování životního blahobytu. V důsledku vynakládání peněžních prostředků na likvidaci jakýchkoliv škod na životním prostředí, roste HDP, což bude na venek, z pohledu hodnocení hospodářského růstu konkrétního státu, velmi paradoxní hodnota. Stejný problém nastává u těžení neobnovitelných zdrojů, kdy v podstatě stát snižuje vlastní bohatství na svém území.

Kdybychom úplně opomíjeli stav našeho životního prostředí a nebylo v našem zájmu dosáhnout jeho z kvalitnění a udržení na dobré úrovni, docházelo by dříve či později k nárůstu lidí, jejichž zdravotní stav by se zhoršoval. To by zapříčinilo nárůst nákladů na zdravotní péči. Následkem toho by lidé začali opouštět postiženou oblast, výjimkou by nebylo ani zvýšení kriminality a tím pádem i celkový vzrůst nákladů na pracovní sílu.

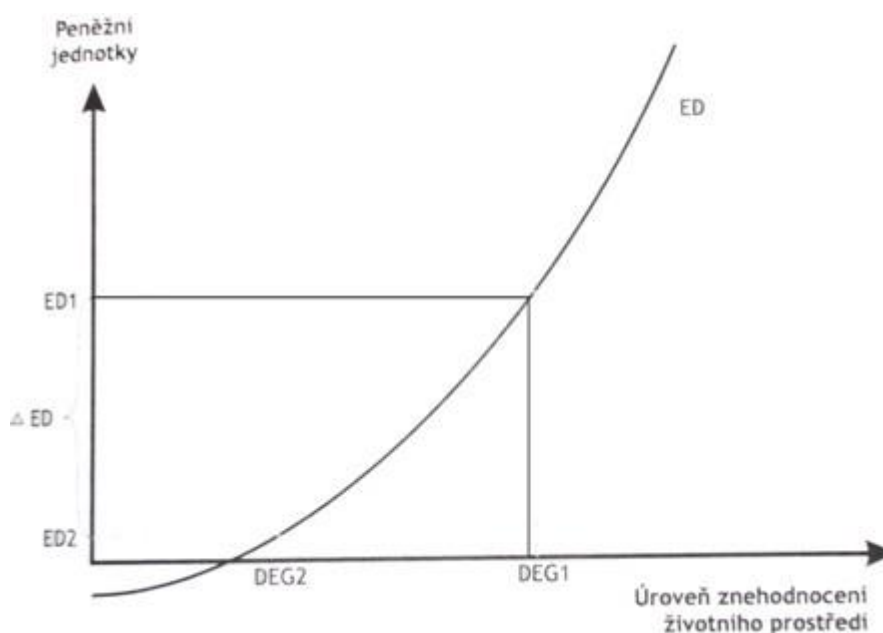
Důležité je tedy si uvědomit, že není žádného přesvědčivého důvodu k tomu, aby se ochrana životního prostředí zanedbávala, i když by to mělo na první pohled pouze znamenat zbytečné snížení hospodářského výsledku. [10]

1.3.2 Ekonomické dopady znehodnocení životního prostředí

Klíčovou cestou k ekonomicky výhodnému řešení problémů se znehodnocováním ŽP je nalezení optima mezi vzniklou škodou a její následné sanaci. Je tedy důležité investovat do nejrizikovějších situací, kde by důsledky zanedbání prevence představovaly mnohonásobné výdaje na odstraňování již způsobeného znečištění. Ideální využívání ŽP je takové, kdy je ekologická zátěž ekonomiky co nejmenší. Suma všech ekologických škod a nákladů na sanaci se nazývá ekologická zátěž ekonomiky.

Ekonomická škoda vzniká následkem znečištění ŽP a představuje míru znehodnocení prostředí v peněžních částkách. Skládá se ze třech položek:

- ekonomická ztráta - jsou to všechny hodnoty, které důsledkem znehodnocení určité složky ŽP nebyly vyprodukovány. V souvislosti s nevytvořením očekávaných aktiv nemůže dojít k přínosu peněžních prostředků
- náklady na odstranění – jsou to náklady ex post v podobě finančních prostředků na likvidaci nebo zmírnění škod znehodnoceného prostředí
- náklady preventivní – mají podobu investic a slouží jako náklady k vyhnutí se nechtěným důsledkům znehodnocování ŽP (ex ante). [9]



Obrázek 4 Funkce ekonomické škody znehodnocování životního prostředí [23]

- DEG1 a DEG2 představují úrovně znehodnocení životního prostředí,
- ED1 a ED2 vyznačují ekonomickou škodu ze znehodnocování životního prostředí a odpovídají výchozím úrovním znečištění
- ΔED snížení ekonomické škody ze znehodnocování životního prostředí (= rozdíl). [23]

Blíže k ekonomické škodě a prevencím ve městě Třebíč v části 1.5 O vzduší a jeho ekonomické dopady na kvalitu ve městě Třebíč.

1.3.3 Ekonomické nástroje životního prostředí

Pro správné formulování ekonomických nástrojů použijeme definici z publikace vydanou Ivou Ritschelovou „*ekonomické nástroje definujeme jako nástroje založené na ovlivnění chování těch ekonomických subjektů, které využívají, případně poškozují či znečišťují životní prostředí (či jednotlivé jeho složky)*“

Stručně si uvedeme strukturalizaci ekonomických nástrojů podle OECD následovně:

1. poplatky za znečišťování životního prostředí
2. poplatky za využívání přírodních zdrojů
3. uživatelské poplatky
4. daně
5. sankční platby
6. daňová zvýhodnění
7. granty a dotace
8. půjčky
9. úlevy
10. depozitně refundační systémy
11. tržně orientované nástroje [12]

1.4 Hodnocení životního prostředí

Z předchozích kapitol už víme, že kvalita životního prostředí je z valné většiny ovlivňována právě lidskými činnostmi. Abychom správně vyhodnotili kvalitu zkoumaného prostředí, je třeba znát činnosti, které mohli předcházet nějaké škodě. Na tom se podílí jak lidská aktivita, tak i samotné přírodní procesy. Klíčovým krokem je pochopit souvislosti mezi těmito interakcemi. Jeden z příkladů k pochopení souvislostí mezi jednotlivými interakcemi může být následující: pokud budeme podporovat spalování biomasy v teplárnách, abychom dosáhli čistšího ovzduší, bude k tomu zapotřebí zvýšení výkonnosti zemědělství. Agrární intenzifikace způsobí negativní následky pro kvalitu vod v řekách, což bude daň za podporování jiné vhodné metody pro šetření životního prostředí.

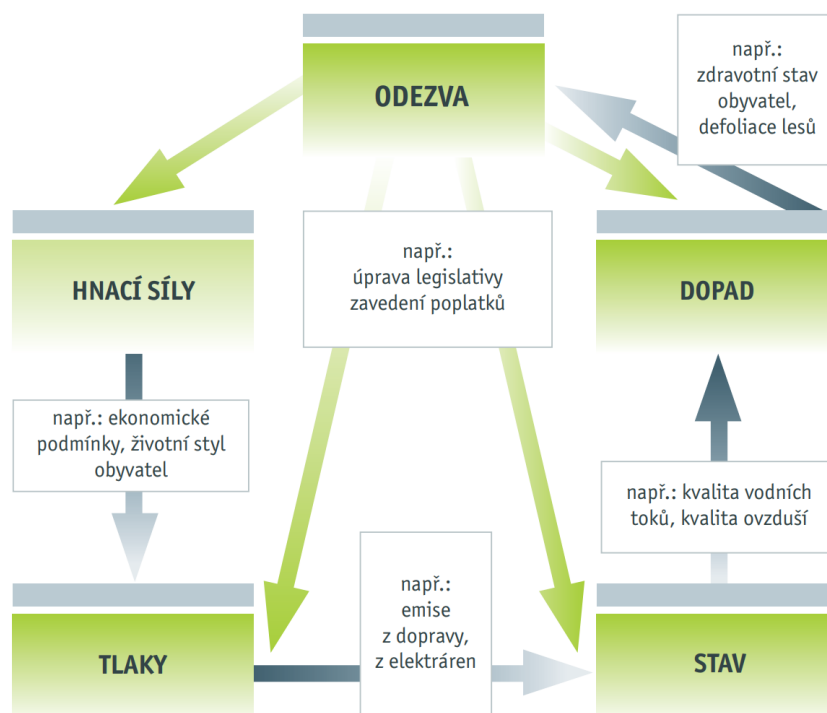
Indikátory, které jsou nástrojem hodnocení, nám pomáhají pochopit a podat zprávu o pokroku k trvalé udržitelnosti. Aby podávaly správnou informaci, musí být použity v širších souvislostech a zároveň splňovat některá předem daná kritéria: [11]

- významnost
- spolehlivost
- využitelnost
- transparentnost
- měřitelnost

Klasifikujeme je podle toho, jakou informaci nám indikátor poskytuje. Úrovně indikátorů jsou:

- indikátory popisné – jak je na tom životní prostředí a co s ním děje?
- indikátory pokroku a plnění – plníme požadované normy?
- indikátory účinnosti – jsou naše kroky účinné?
- indikátory efektivity – jsou-li naše činy účinné, jsou také efektivní?
- indikátory celkové prosperity – je kvalita života díky naším činům na lepší úrovni?

Pro pochopení souvislostí mezi příčinami a následky určitých činností v metodě hodnocení životního prostředí využíváme model DPSIR. Písmena ve zkratce uvádějí jednotlivé složky v tomto modelu. D – drivers (hnací síly), P – pressures (tlaky), S – state (stav), I – impact (dopady) a R – response (odezvy).



Obrázek 5 Model DPSIR [11]

Postup hodnocení životního prostředí

1. definování otázek politiky reflektující aktuální problémy oblasti
2. výběr patřičných indikátorů pro hodnocení
3. hledání vztahů
4. použití modelu DPSIR
5. vyjádření politického problému a návrh opatření [11]

1.5 O vzduší a jeho ekonomické dopady na kvalitu ve městě Třebíč

V letech 2012 – 2017 v Kraji Vysočina probíhal projekt s názvem „Informační systém kvality ovzduší v Kraji Vysočina“ (ISKOV). Jeho cílem bylo informovat široké okolí veřejnosti o kvalitě ovzduší v kraji.

Pro tento projekt bylo využito desítky stacionárních a mobilních stanic rozmístěných po celém kraji, které měřily škodlivé látky ohrožující naše zdraví.

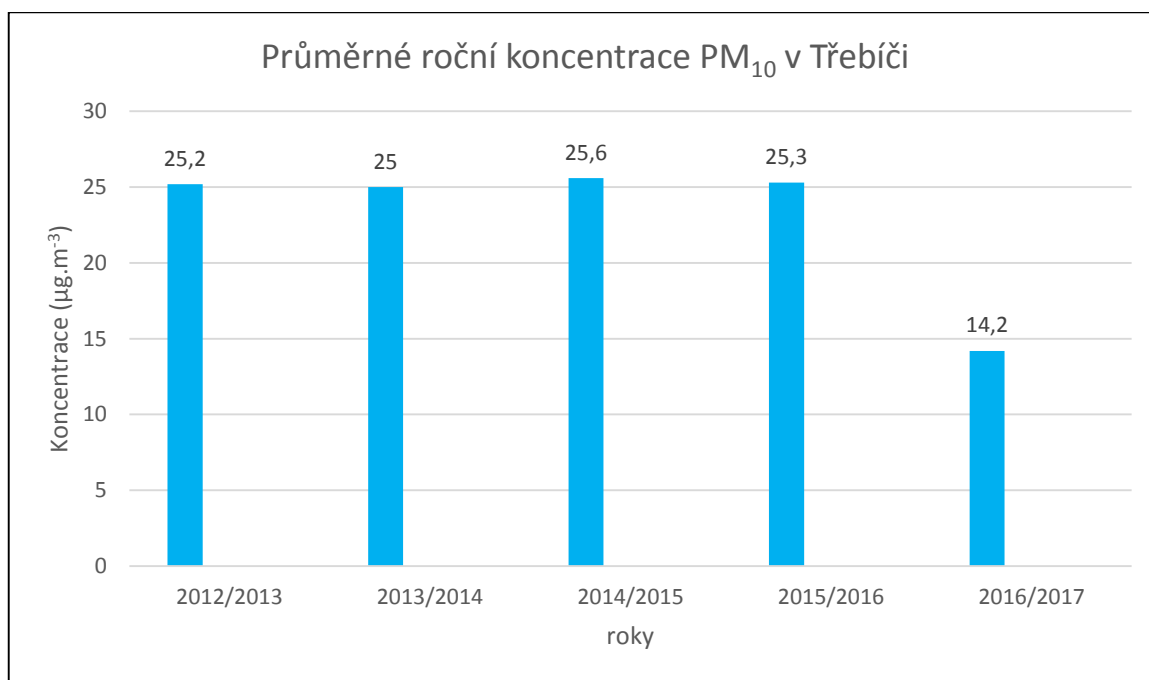
Výsledkem celého projektu byly vskutku pozitivní data. Kraj Vysočina patří k nejčistším v celé České republice. Stejně tak i město Třebíč nemělo problémy s překračováním imisních limitů, přestože počet obyvatel, žijící na m² v tomto městě, není malý.

Nejrizikovějšími škodlivinami byly následující látky. Pro lepší přehlednost naměřených dat si nejprve uvedeme u každé z nich imisní limity:

- suspendované částice PM₁₀

Doba průměrování	Imisní limit	Maximální povolený počet překročení
24 hodin	50 µg.m ⁻³	35 za kalendářní rok
1 kalendářní rok	40 µg.m ⁻³	

Tabulka 2 Imisní limity platné pro suspendované částice PM₁₀ [13]

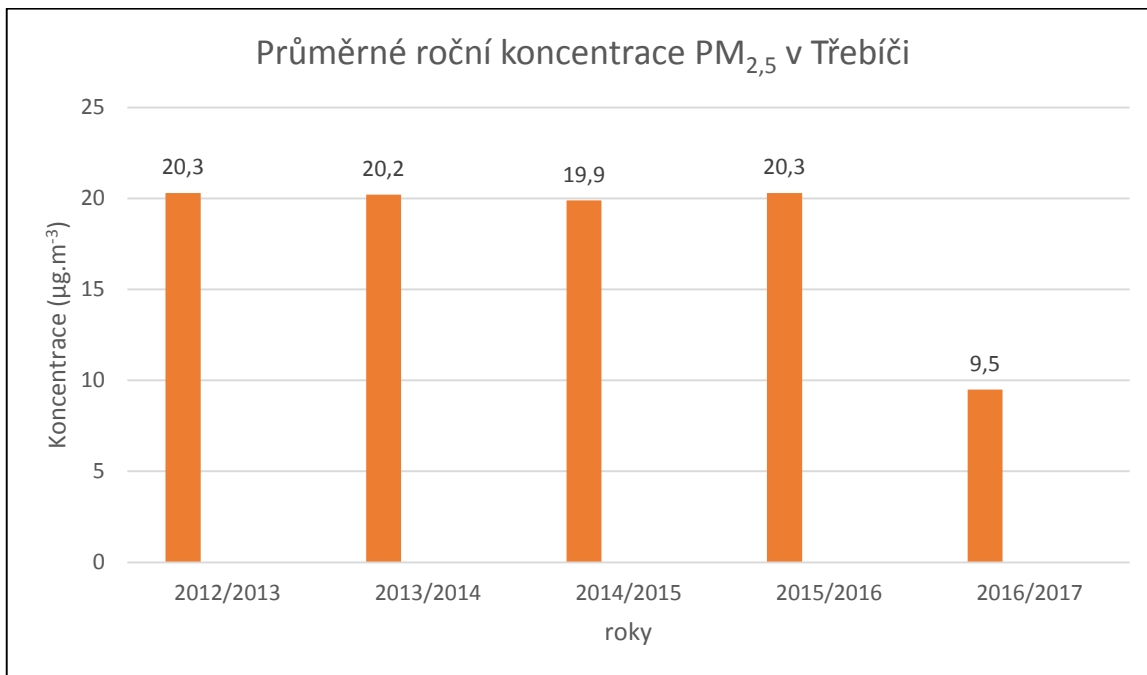


Tabulka 3 Průměrné roční koncentrace PM₁₀ v Třebíči [13]

- suspendované částice PM_{2,5}

Doba průměrování	Imisní limit	Maximální povolený počet překročení
1 kalendářní rok	25 µg.m ⁻³	

Tabulka 4 Imisní limity platné pro suspendované částice PM_{2,5} [13]

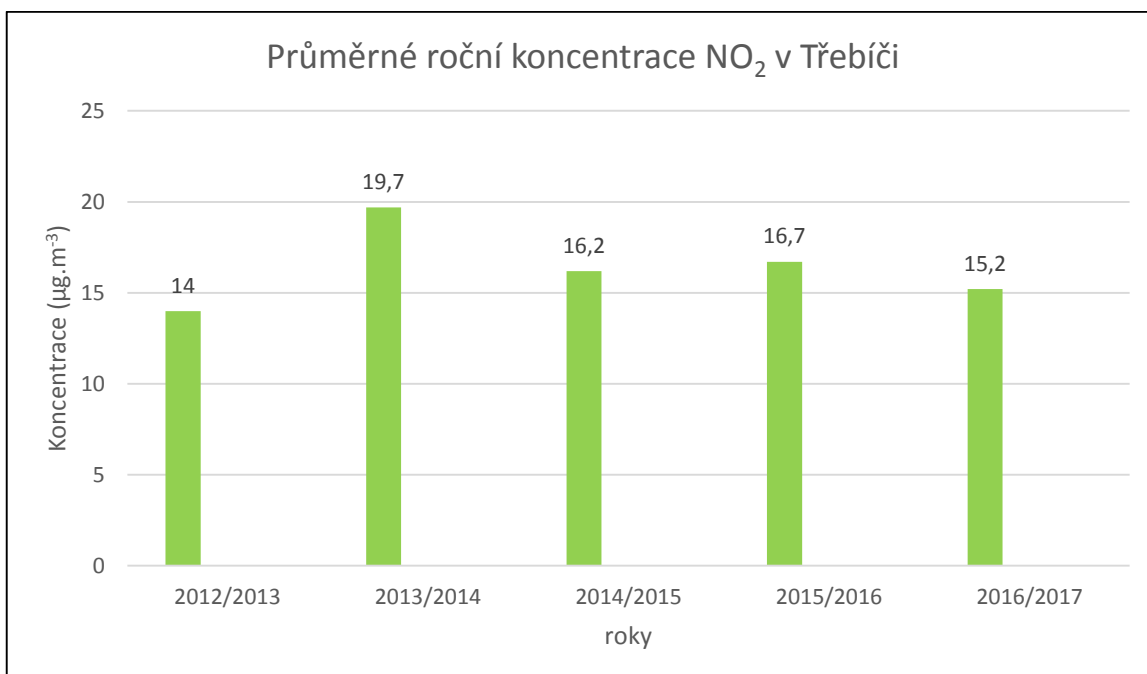


Tabulka 5 Průměrné roční koncentrace PM_{2,5} v Třebíči [13]

- oxid dusičitý NO₂

Doba průměrování	Imisní limit	Maximální povolený počet překročení
1 hodina	200 µg.m ⁻³	18 za kalendářní rok
1 kalendářní rok	40 µg.m ⁻³	

Tabulka 6 Imisní limity platné pro oxid dusičitý NO₂ [13]

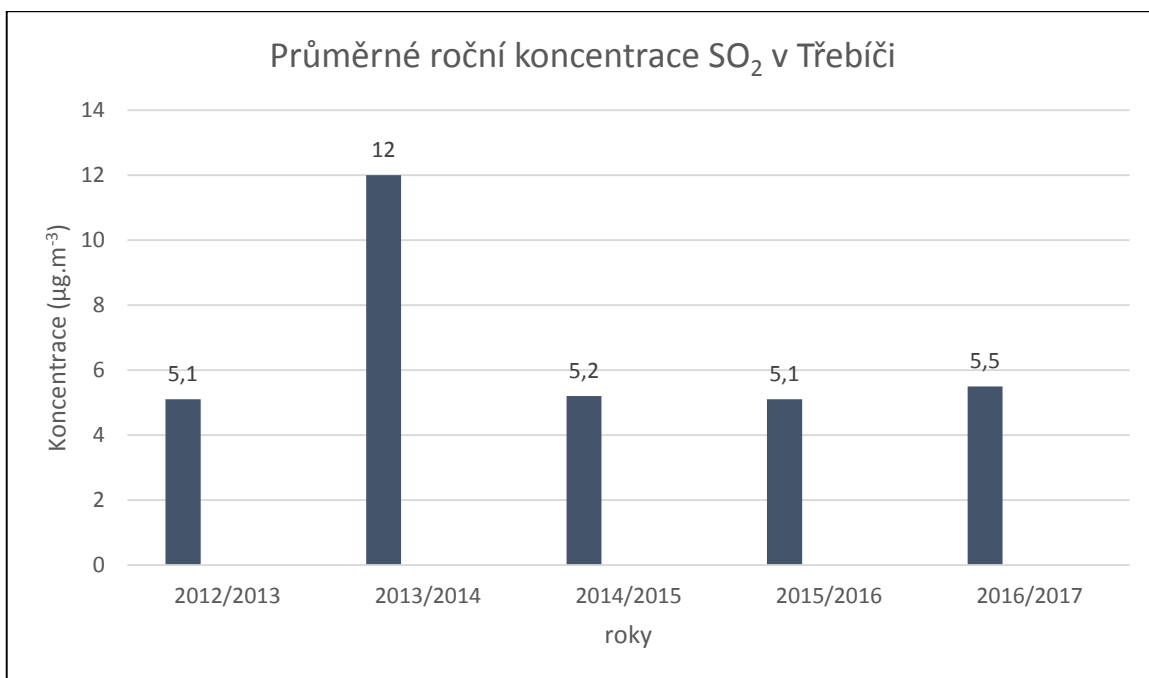


Tabulka 7 Průměrné roční koncentrace NO₂ v Třebíči [13]

- oxid siřičitý SO₂

Doba průměrování	Imisní limit	Maximální povolený počet překročení
1 hodina	350 µg.m ⁻³	24 za kalendářní rok
1 den	125 µg.m ⁻³	3 za kalendářní rok

Tabulka 8 Imisní limity platné pro oxid siřičitý SO₂ [13]



Tabulka 9 Průměrné roční koncentrace SO₂ v Třebíči [13]

Z příslušných grafů s tabulkami vypovídající o imisních limitech pro dané časové periody vyčteme, že v Třebíči nedochází k překračování průměrných ročních povolených hodnot. Bylo ale zaznamenáno překračování imisního limitu PM₁₀ pro 24hodinové koncentrace. Není ale pochyb, že by mohly imise v budoucnu překročit i roční mezní hodnoty. Z tohoto důvodu se snaží Ministerstvo životního prostředí o prevence zabraňující zhoršení ŽP. S ohledem na to je třeba vycházet z Programu zlepšování kvality ovzduší. Konkrétně v programu, vydaného MŽP v roce 2016, se bavíme o polétavém prachu PM₁₀ jako o nejrizikovější látce, která je spjata zejména se silniční dopravou. Proto opatření obecné povahy k ochraně ŽP říká, že emisní stropy pro silniční dopravu v Třebíči musí poklesnout o 20 % do roku 2020 oproti referenčnímu roku 2011. [13]

Konkrétně v letech 2017 – 2019 dochází v Třebíči k mnoha silničním opravám včetně i hlavního průtahu městem. To zapříčiňuje kolabování dopravy v celém městě. S dopravními zácpami souvisí i větší produkce škodlivých látek. To zapříčiňuje intenzivnější opotřebovávání brzdových destiček a pneumatik, větší produkce výfukových plynů. Dochází i k tzv. resuspenzi částic, což je zviření deponovaného prachu na silničních komunikacích projíždějícím vozidlem.

K naplnění očekávání o zlepšení kvality ovzduší v budoucích letech je třeba snažit se o to, aby byla doprava co nejplynulejší. Nejvhodnějším řešením je vybudování obchvatů měst a kruhových objezdů. Odvedením dopravy z obytných zástaveb se odlehčí znečišťování ovzduší. Dalším možným řešením by mohlo být zlevnění jízdného MHD. Lidé by více využívali hromadnou dopravu, čímž by se snížil počet automobilů na silničních komunikacích. Možná už radikálnější opatřením k zlepšování kvality ovzduší v Třebíči se jeví zavedení nízkoemisních zón. Využití tohoto řešení je smysluplnější ve větších městech, jako je například Praha, Ostrava nebo Plzeň. Posledním návrhem je kvalitnější údržba komunikací. Intenzivnější úklid silnic by zabránil resuspenzi usazeného prachu, čím by klesly imise suspendovaných částic.

Lokální topeniště využívané v rodinných domech nebo chatách mají velký podíl na znečišťování ovzduší. Jde o kotle s tepelným výkonem pod 0,3 MW, ve kterých lidé topí především dřevem nebo uhlím. Bohužel někteří uživatelé kotlů využívají jako zdroj paliva materiál, který může produkovat nebezpečnější látky, než jsou samotné uhličitany či suspendované částice produkované spalováním dřeva. Může jít o odpady, které obsahují plasty nebo nádoby od barev či použité baterie. Používání kotlů těmito způsoby způsobuje znehodnocení atmosféry.

Aby lidé používali vhodnější zdroje pro topení a tím šetřili naši přírodu, je nutné, aby dostávali finanční podporu na výměnu vhodnějšího kotle. Proto je dobré využít dotace ke koupi nového kotle na plyn nebo tepelná čerpadla. Plynové kotle budou totiž vždy produkovat méně tuhých částic nebo benzo[a]pyrenu. Konkrétně se jedná o program kotlíkové dotace vyhlášený MŽP, ve kterém je možné žádat o finanční podporu na obměnu kotlů k získání ekologičtější technologie. [13]

2 Analytická část

2.1 O společnosti TTS energo s.r.o.

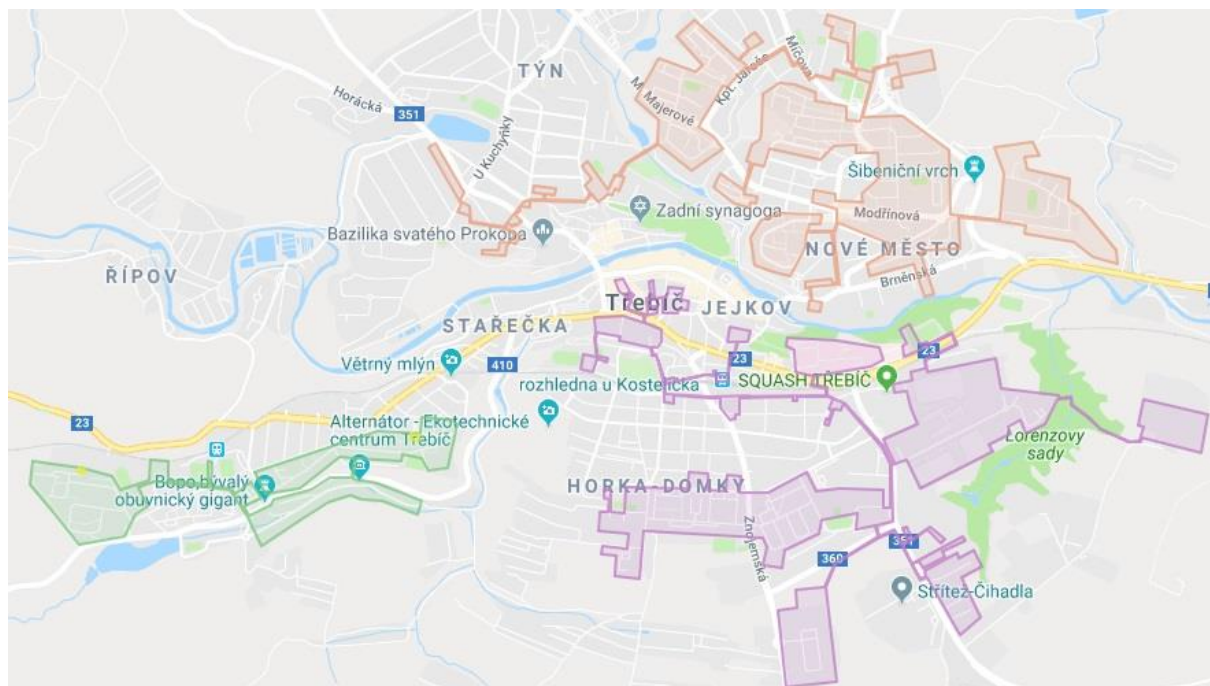
Společnost TTS energo působí na trhu s tepelným hospodářstvím od roku 1995. Jejím zaměřením je dodávání tepla do domácností, ale i do větších budov, jako jsou třeba nemocnice, školy, aquaparky a další průmyslové objekty. Provozováním centrálních a lokálních zdrojů a rozvodů dodává tepelnou energii i teplou užitkovou vodu.

Pro vyrábění tepla se primárně využívá spalování biomasy v podobě dřevních štěpků a balíků slámy (z více jak 90 % kotle na biomasu). Využíváním biomasy jako paliva v teplárnách se markantně snižuje míra negativního vlivu na ŽP. Spalováním fosilních paliv (uhlí, ropy, zemní plyn) dojde vždy k nárůstu skleníkových plynů, ale využitím biomasy jako paliva nedochází k nárůstu emisí oxidu uhličitého, protože díky fotosyntéze rostlin se stejné množství CO₂ spotřebovává.

Přehled činností společnosti:

- výroba tepelné energie
- rozvod tepelné energie
- výroba elektřiny
- distribuce elektřiny
- obchod s plynem

V současné době jsou v městě Třebíč v provozu 3 teplárny spadající do vlastnictví TTS energo, které dodávají teplo více než 10 000 domácnostem. [14]



Obrázek 6 Mapa zásobování tepla v městě Třebíč společností TTS energo [14]

Jedna z hlavních vizí před vznikem společnosti bylo vyrábět ekologicky. Proto v současnosti i do budoucna firma splňuje přísné evropské normy pro vypouštění emisí do ovzduší hluboko pod limit. Už v roce 2018 kotle společnosti spalující štěpku produkují emise pod 20 mg/m³ a slámové kotle pod 10 mg/m³.

2018	2019 – 2024	2025 +
150 mg/m ³	30 mg/m ³	20 mg/m ³

Tabulka 10 Emisní limity pro teplárnu [14]

K co nejčistším spalinám, které teplárny v Třebíči produkují, společnost využívá nejmodernější technologie. Aby se daly spaliny efektivně čistit, využívají teplárny TTS energo ve svých kotlích:

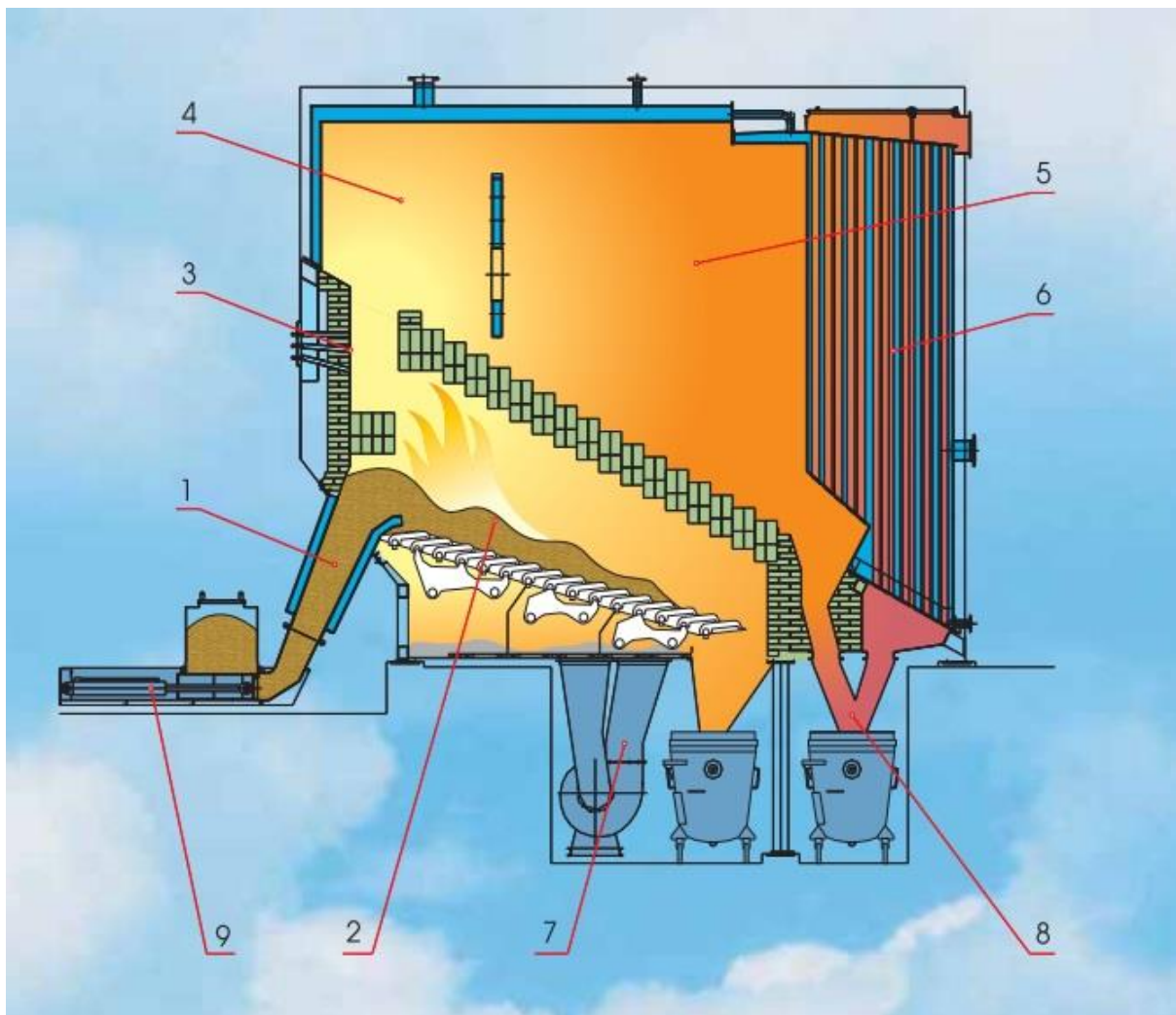
- látkový spalinový filtr (slámové kotle)
- elektrofiltr suchých spalin (štěpkové kotle)
- spalinový kondenzátor s elektrofiltrem [14]

2.2 Popis stávajícího zařízení

Teplárny TTS energo jsou vybaveny kotly o různých parametrech. Liší se v produkci tepelného výkonu (1 – 10 MW), pracovním přetlaku (0,3 – 0,6 MPa) a pracovní teplotě (90 – 110 °C). V bakalářské práci se zaměřuji na technologii kotle VESKO B 7000.

Kotel je samonosný a svařovaný jako kompletní skříňové konstrukce. Spodní část kotle tvoří ohniště se suvným šikmým roštem. Rošt je ovládán hydraulickým mechanismem, chlazený pásmovaným primárním vzduchem. Na ohništi je postaven tlakový díl. Kotel je opatřen tepelnou izolací, krytou ocelovým plechem s plastovým povlakem.

Palivo je do kotle dopravováno pomocí hydraulického zavážecího lisu. Palivo je protlačováno vyhřívaným tunelem (vyhřívání topnou vodou), dále dochází k předsušení paliva před vstupem na spalovací rošt. [15]



Obrázek 7 Schéma kotle VESKO B 7000

1. vyhříváný vstup paliva
2. ohniště
3. trysky sekundárního vzduchu
4. vírová komora
5. dohořivací komora
6. třítahový trubkový výměník
7. roštový popel
8. úletový popel [15]

2.2.1 Charakteristika zařízení

Zařízení	Kotel na dřevní odpad - teplovodní
Typ	VESKO – B 7000
Výrobce	TTS eko s.r.o.
Výstupní / vstupní teplota vody	95 / 70 °C
Tepelný výkon	8 000 kW
Výrobní číslo / rok výroby	TTS-0404 / 2004
Odlužovač TZL	cyklonový

Tabulka 11 Charakteristika zařízení kotle [15] [22]

2.2.2 Měření emisí kotle VESKO B 7000

Pro posouzení zařízení z hlediska plnění emisních limitů a stanovení poplatků za znečišťování ovzduší je potřeba pronajmout externí společnost, která vydá protokol o autorizovaném měření emisí. Měření bylo provedeno v roce 2008 v souladu se zákonem 86/2002 Sb. ve znění pozdějších předpisů a jeho prováděcími předpisy.

Spalováním dřevního odpadu na kotli za běžného provozního režimu zařízení bylo dosaženo následujících výsledků:

Znečišťující látka	TZL	SO ₂	NO _x	CO
Vztažné podmínky	mg/m ³ (suchý plyn, normální podmínky)			
Emisní limit	250	2500	650	650
Maximum – 120 % EL	300	3000	780	780
Zařízení	Kotel VESKO B 7000			
Měřená hodnota – průměr	204,8	4	246	334
Měřená hodnota – maximum	209,2	6	262	515

Tabulka 12 Naměřené emise kotle před inovací technologie [22]

Z dosažených výsledků je patrné, že kotel VESKO B 7000 splňoval v roce 2008 emisní limity. Nejbližší mezní hodnotě povolených emisí se blížily koncentrace tuhých znečišťujících látek. Z toho důvodu firma začala uvažovat o zavedení

opatření v blízké budoucnosti, kdy budou nároky na vypouštění znečišťujících látek v teplárnách ze strany EU přísnější.

2.2.3 Provoz kotle VESKO B 7000 z ekonomického hlediska

Název ukazatele	Hodnoty pro rok 2008
Vstupy paliv a energie (GJ)	235 181
Vstupy paliv a energie (MWh)	65 328
Náklady (tis. Kč)	38 420

Tabulka 13 Data kotle před inovací [22]

2.3 Environmentální náklady

Chápejme tento termín jako vynaložení (spotřebou) výrobních faktorů vyjádřených v penězích. Environmentální náklady dělíme:

- náklady vynaložené za účelem ochrany ŽP (prevence před znečištěním)
- náklady vynaložené za poškození ŽP (odpady, pokuty)

V dnešní době, kdy podniky soupeří v konkurenceschopnosti a kvalitě svých výrobků, souvisí s tím i narůstající znečišťování atmosféry. Proto se zaměřují na omazování produkci odpadů a jiných škodlivých látek a čím dál častěji vynakládají větší finanční prostředky pro předcházení vzniku ekologických problémů. Výhodou manažerských nástrojů v podniku, které by měly hrát velkou roli a být správně používány, je, že jejich důsledkem může dojít ke snížení či eliminaci environmentálních nákladů. Může jít o investice do kvalitnějších a environmentálně šetrnějších technologií nebo o kalibraci už nám známého procesu za účelem ušetřit jak peněžní prostředky, tak životní prostředí.

Složitě je pro firmu environmentální náklady vymezit, proto se využívá speciálních programů, které tuto identifikaci pomáhají ulehčit – naplňování legislativy, snižování závazků, prevence znečištění, možnost změn.

Podle rozboru zákonů a právních předpisů platných v ČR spjaté s ochranou přírody lze vyvodit následující environmentální náklady podniku na vstupy a výstupy: [16]

Strana vstupů	
Přírodní zdroje a suroviny	
Ložisko nerostných surovin	Úhrada z dobývacího prostoru
	Úhrada z vydobytých vyhrazených nerostů
	Pokuta za neplnění zákonných povinností
Půda	Odvod za odnětí půdy ze zemědělského půdního fondu
	Poplatek za odnětí lesních pozemků
	Pokuta za neplnění zákonných povinností
Příroda	Pokuta za porušení zákona o ochraně přírody a krajiny
Prostředky pro provoz podniku	
Motorová vozidla	Silniční daň
	Poplatek za registraci vozidla
	Dálniční známka, mýtné
	Pokuta za neplnění zákonných povinností
Elektrická a elektronická zařízení	Poplatek za elektroodpad (recyklační poplatek)
Obaly	
Zavedení a provozování systému sběru obalů	Poplatek za registraci a roční evidenci v seznamu oprávněných osob podle zákona o obalech
	Pokuta za neplnění zákonných povinností
Paliva a elektrická energie	
Benzín	Spotřební daň
Nafta	Spotřební daň
Olej	Spotřební daň
Zemní plyn	Daň ze zemního plynu
Fosilní pevná paliva	Daň z pevných paliv
Elektrina	Daň z elektřiny
Všechna paliva a elektrická energie	Pokuta za neplnění zákonných povinností
Voda	
Odběr vody	Platba k úhradě správy vodních toků a správy povodí
	Poplatek za odběr podzemní vody
	Poplatek za odběr povrchové vody
	Pokuta za neplnění zákonných povinností

Obrázek 8 Seznam environmentálních nákladů (vstupy) [16]

Strana výstupů	
Výrobky	
Regulované látky	Poplatek za výrobu regulovaných látek a výrobků Pokuta za neplnění zákonných povinností
Chemické látky	Prostředky na klasifikaci chemických látek uváděných na trh
Odpad	
Obaly skutečně uvedené na trh	Poplatek za zajištění plnění povinnosti zpětného odběru a využití odpadů z obalů prostřednictvím systému sdruženého plnění EKO KOM
Skládkování	Poplatek za ukládání odpadů na skládky Pokuta za neplnění zákonných povinností
Spalování	Pokuta za neplnění zákonných povinností
Odpadní voda	
Vypouštění odpadní vody	Poplatek za vypouštění odpadních vod do vod povrchových Poplatek za povolené vypouštění odpadních vod do vod podzemních Pokuta za neplnění zákonných povinností
Emise ovlivňující klima	
Emise CO ₂	Obchodovatelné emisní povolenky Pokuta za neplnění zákonných povinností
Emise znečišťující ovzduší	
Emise znečišťujících látek	Poplatky za znečišťování ovzduší Pokuta za neplnění zákonných povinností

Obrázek 9 Seznam environmentálních nákladů (výstupů) [16]

Jak už bylo zmíněno v odstavci pojednávajícím o ekonomických dopadech na ŽP, budoucí náklady můžeme snížit různými způsoby (shrnutí):

- investice do šetrnější technologie
- volba šetrnějších paliv a surovin pro ŽP
- optimalizace řízení procesů
- organizační změny, školení pracovníků, zavedení EMS [16]

3 Praktická část

3.1 Teplárna SERVER

Vícepalivová ORC teplárna SERVER je jednou ze tří tepláren společnosti a nachází se v severní části města Třebíč. Poloha kotelny byla zvolena z hlediska výhodného vlivu na životní prostředí a možnosti dalšího rozvoje. Tepelnou energií zásobuje především obytné domy a byty (více jak 5 tisíc) v oblasti Hájek, Nové Dvory, hotel Atom a aquapark Laguna. V teplárně jsou instalovány celkem tři kotle VESKO o různých tepelných výkonech, každý z nich ale dokáže spalovat biomasu:

- kotel VESKO-S
 - o tepelný výkon: 5 MW
 - o zdroj paliva: spalování balíků slámy
 - o filtr: látkový spalínový filtr
- kotel VESKO-B
 - o tepelný výkon: 3 MW
 - o zdroj paliva: spalování dřevní biomasy
 - o filtr: elektrofiltr suchých spalin
- kotel VESKO-B
 - o tepelný výkon: 7 MW
 - o zdroj paliva: spalování dřevní biomasy

Další zdroje:

- dva plynové kotle (5 a 6 MW)
- dva kotle na kombinované spalování zemního plynu a lehkého topného oleje (5 a 6 MW)
- pět kogeneračních jednotek na spalování zemního plynu k vyrábění elektrické energie pro vlastní potřebu (možnost ostrovního provozu v případě výpadku napájení elektrickou energií z rozvodové sítě města)
- zařízení ORC (1 MW) [17] [22]

3.2 Realizace nové technologie pro VESKO B 7000

Pro zvýšení energetické účinnosti stávajícího kotle na spalování biomasy VESKO B 7000 byla zapotřebí instalace přídatného zařízení. V době podání žádosti investora byla účinnost kotle jako celku se systémem ORC maximálně pouze 86 %, kdy byla zbytková energie odváděna v podobě ztrát do okolního prostředí a to zejména komínem.

Cílem bylo také snížit obsah TZL ve spalinách z původních naměřených průměrných hodnot 204,8 mg/m³, které byly zjištěny při autorizovaném měření emisí na novou hodnotu 20 mg/m³ (přepočteno na suchý plyn a normální podmínky – teplota 0 °C, tlak 101 325 Pa, referenční kyslík 11 %). Ke kompaktnímu celku vyrábějící tepelnou a elektrickou energii bylo instalováno dvou zařízení.

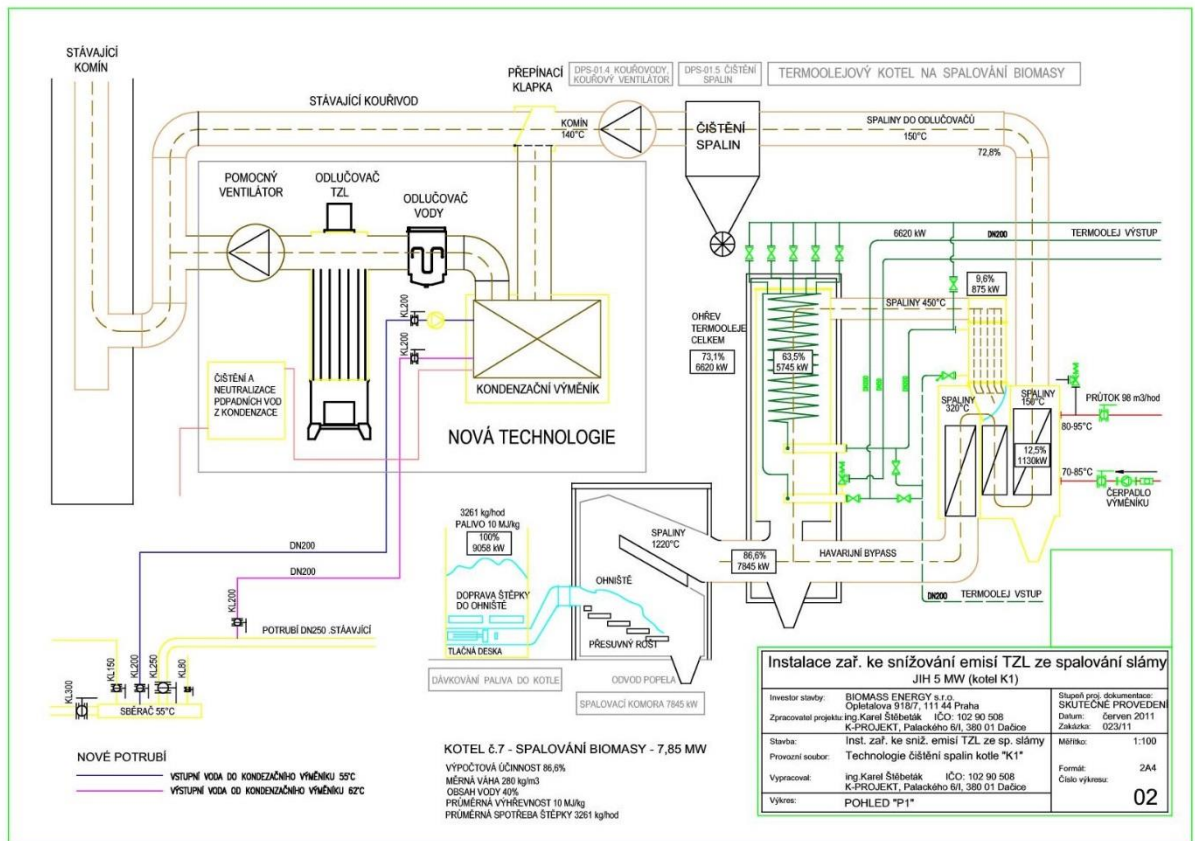
Spolu s kondenzačním výměníkem bylo přidáno i zařízení na odlučování tuhých znečišťujících látek TZL.

Instalací kondenzačního výměníku se účinnost kotle navyšuje z původních 86 % na 103,8 % (předpokládá se, že voda uvolněná spalováním zkondenzuje).

Při spalování biomasy, ve které je obsaženo velké množství vody, dochází k ohřevu a následnému vypařování. S vodní párou odchází i oxid uhličitý, můžeme je dohromady nazývat jako spaliny. Tyto spaliny odváděné do ovzduší s sebou odnáší část nevyužitě energie (latentní teplo) [18]. Kondenzační kotle dokáží tuto energii zachytit tak, že ochladí vodní páru, aby došlo ke změně skupenství (kondenzaci). Takto uvolněná energie je pomocí výměníku využita k přehřevu vratné vody.

Při vlhkosti 50 % zaváženého paliva obsahuje každá 1 tuna 500 kg vody, kterou je nutné ohřát a odpařit. Při maximálním vytížení kotle je potřeba zavést 3 738 kg paliva za hodinu (průměrná výhřevnost 9 MJ/kg). Na odpaření 1 869 kg vody je nutné vynaložit 4 218 MJ tepelné energie. Tato energie je i se spalinami ve formě páry (teplota 150 °C) odváděna komínem do atmosféry. Teoretická ztráta tepelného výkonu činí 1 172 kW.

Při plném výkonu kotle a kondenzačního výměníku dojde k navýšení účinnosti na hodnotu 103,8 %. [22]



Obrázek 10 Schéma nové technologie v teplárně [22]

Tepelný výkon kotle spalovací komory	8 000 kW	85,6 %
Tepelný výkon kondenzačního výměníku	1 700 kW	18,2 %
Celkový tepelný výkon po instalaci výměníku	9 700 kW	103,8 %

Tabulka 14 Zvýšení účinnosti novou technologií [22]

Tepelný výkon, který lze odebrat ze spalin kondenzačním výměníkem, je velice proměnný. Tato skutečnost je závislá na různých veličinách:

- teplota spalin
- vlhkost zavážených spalin do kotle
- teplota chladící vody kondenzátoru

3.2.1 Technologie čištění kondenzátoru

Při kondenzaci páry obsažené ve spalinách bude produkován kondenzát, který bude obsahovat jak mechanické nečistoty, tak i sloučeniny, které budou mít kyselý charakter.

Při využívání kondenzátoru k získání jinak lehce ztracené energie je podstatné, aby technologie správně pracovala. K dosažení co největší účinnosti je klíčové, jak kvalitně je kondenzátor udržován.

K technologii je z toho důvodu přidáno i monoblokové automatické zařízení, které je umístěné vedle objektu kotelny. Zařízení má za úkol neutralizovat kyselost kondenzátu, aby bylo možné tyto produkované látky bezpečně vypouštět. Další činností je odstraňování TZL, které při práci výměníku na spalinách končí v kondenzátu. Takto zneutralizovaný a životu nezávadný kondenzát dále putuje do dešťové kanalizace kotelny. Důsledkem čištění kondenzátu tímto zařízením vzniká kal ze zachycených pevných látek ze spalin. Tento kal bude odváděn jako tekutina přímo do paliva vstupujícího do kotle, kde dojde k jeho vysušení a zachycení v popelovině. [22]

3.2.2 Investiční náklady na novou technologii

Název	Částka bez DPH
Technologie pro zvýšení účinnosti kotle VESKO	15 945 600 Kč
Technologie snížení TZL ve spalinách	8 445 000 Kč
Stavební úpravy a přístavba kotelny	3 731 121 Kč
Ostatní náklady	9 747 679 Kč
Celkem	37 869 400 Kč

Tabulka 15 Investiční náklady na novou technologii [22]

V následující tabulce je srovnání absolutních hodnot vstupů energií před a po realizaci projektu. Vzhledem k postupnému zateplování objektů napojených na rozvody tepla z Teplárny SEVER, vznikly požadavky ze strany spotřebitelů ke snížení dodávek tepla. I přesto došlo k většímu snížení spotřeby energie v palivu.

Srovnání			
Název ukazatele	Před realizací	Po realizaci	Rozdíl
Vstupy paliv a energie (GJ)	235 181	200 758	-34 423
Vstupy paliv a energie (MWh)	65 328	55 766	-9 562
Náklady (tis. Kč)	38 420	34 708	-3 713
Úspory energie			14,64 %

Tabulka 16 Srovnání hodnot vstupů energií před a po realizaci [22]

3.2.3 Environmentální vyhodnocení

Po realizaci projektu je produkce emisí následující:

Po realizaci projektu			
Znečišťující látka	Zemní plyn	Biomasa	Celkem
	t/rok	t/rok	t/rok
TZL	0,0271	100,5509	100,5780
SO ₂	0,0052	22,3446	22,3498
NO _x	0	15,6413	15,6413
CO	0	22,3446	22,3446
CO ₂	1 023,2391	0	1 023,2391

Tabulka 17 Produkce emisí po realizaci [22]

Srovnání produkce emisí před a po realizaci projektu:

Srovnání před a po realizaci			
Znečišťující látka	Výchozí stav	Po realizaci	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok
TZL	258,7279	100,5780	158,1499
SO ₂	28,6827	22,3498	6,3329
NO _x	17,3601	15,6413	1,7188
CO	20,6151	22,3446	-1,7295
CO ₂	1 819,0166	1 023,2391	795,7775

Tabulka 18 Porovnání hodnot emisí před a po realizaci nové technologie [22]

3.3 Přínosy opatření

Realizací projektu došlo k úsporám energie zvýšením účinnosti stávajícího kotle VESKO B 7000, došlo také k úspoře emisí skleníkových plynů v souvislosti se snížením spotřeby zemního plynu.

Z následujících tabulek můžeme také vyvodit, že hodnoty emisí po realizaci projektu pro instalaci nových zařízení splnily očekávaný přínos nejen u snížení produkci CO₂. Projekt se zaměřil především na redukování emisí TZL a CO₂ produkované kotlem, což je patrné z (Tabulka 18). Díky kvalitně zvolenému kondenzačnímu výměníku došlo ke snížení i jiných škodlivých látek.

další přínosy opatření:

- úspora v primárním palivu 34 423 GJ/rok
- finanční úspora v nákladech na palivo 3 713 tis. Kč/rok [22]

3.4 Ekonomické vyhodnocení navrhované technologie

Před samotným vyhodnocováním technologie je zapotřebí pracovat s náklady a výnosy ve společnosti. Abychom dostali potřebné hodnoty CF v jednotlivých letech, musíme vypočítat zisk před úroky a zdaněním (EBIT).

$$EBIT = \text{výnosy} - \text{fixní náklady} - \text{variabilní náklady} - \text{odpisy}$$

K dosažení čistého zisku už postačí odvést potřebnou daň

$$\text{zisk} = EBIT - \text{daň}$$

Pro získání hodnot CF v letech přičteme k čistému zisku odpisy investice (roční)

$$CF = \text{zisk} + \text{odpisy}$$

3.4.1 Čistá současná hodnota (NPV – Net Present Value)

Metod pro hodnocení investic v podniku je mnoho, mezi nejpoužívanější patří metoda čisté současné hodnoty.

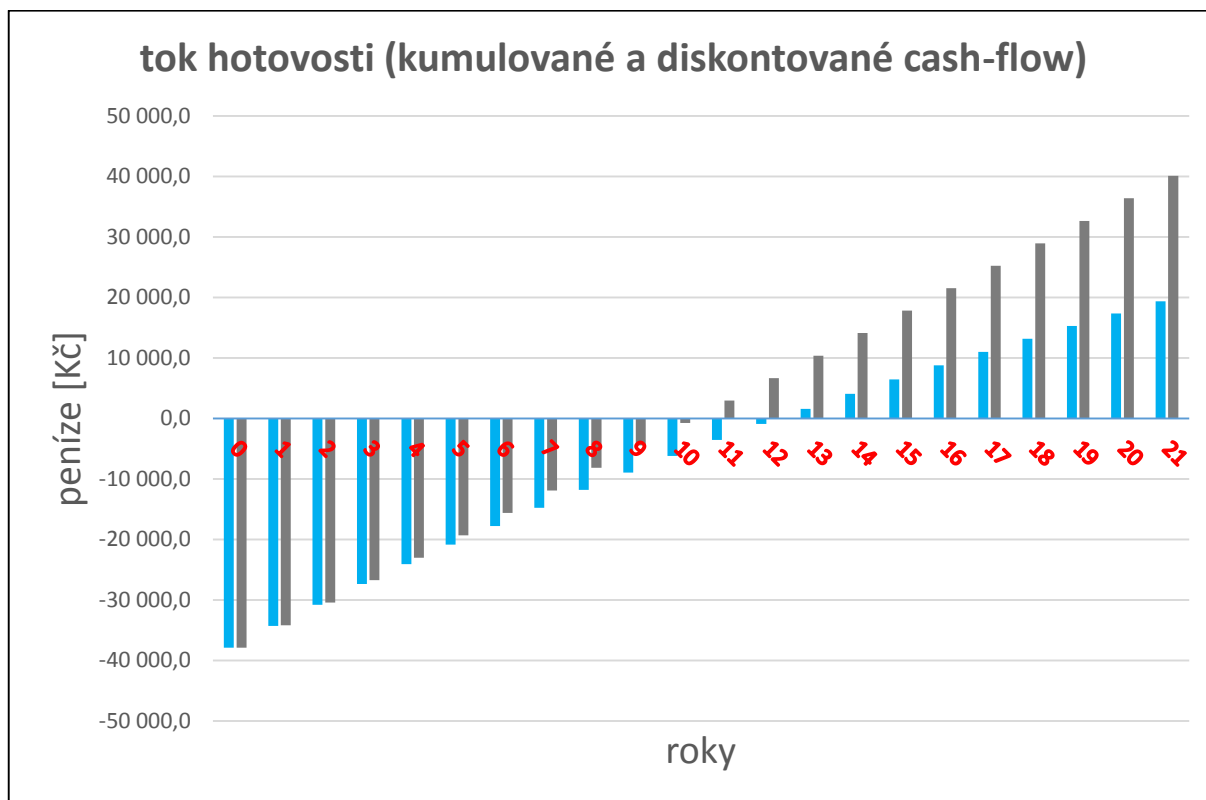
Tato metoda, která je založená na metodice diskontovaných peněžních toků, nám říká, kolik peněz investice vygeneruje za dobu celé její životnosti. Hlavním zdrojem pro výpočet jsou relevantní budoucí peněžní toky (cash-flow) každého roku trvání projektu.

Pokud jsme správně odhadli finanční toky v budoucích letech, dále je nutné znát dobu životnosti naší investice. Nejčastěji se jako tento údaj počítá skutečná doba životnosti zařízení, do kterého investujeme (nikoliv jen doba odepisování stroje). Klíčové je vzít v potaz záruku dodavatele na kupovaný stroj. Pokud vím, že mi podobný stroj vydržel určitou dobu, vím, že životnost do nově investovaného bude podobná.

Pokud počítám s peněžními toky v budoucnu, je nezbytné tyto hodnoty cash-flow diskontovat. Jinak řečeno, diskontní sazba je požadovaný výnos investora. Diskontování spočívá v tom, že hodnota peněz dnes obdržených má větší hodnotu, než stejné množství obdržené v budoucnosti, což je zapříčiněno hlavně inflací. [19]

rok	poř.	dis. CF (tis. Kč)	kum.dis. CF (tis. Kč)	CF (tis. Kč)	kum. CF (tis. Kč)
2017	0	-37 869,4	-37 869,4	-37 869,4	-37 869,4
2018	1	3 604,4	-34 265,0	3 712,5	-34 156,9
2019	2	3 499,4	-30 765,6	3 712,5	-30 444,4
2020	3	3 397,5	-27 368,2	3 712,5	-26 731,9
2021	4	3 298,5	-24 069,7	3 712,5	-23 019,4
2022	5	3 202,4	-20 867,2	3 712,5	-19 306,9
2023	6	3 109,2	-17 758,1	3 712,5	-15 594,4
2024	7	3 018,6	-14 739,5	3 712,5	-11 881,9
2025	8	2 930,7	-11 808,8	3 712,5	-8 169,4
2026	9	2 845,3	-8 963,5	3 712,5	-4 456,9
2027	10	2 762,4	-6 201,0	3 712,5	-744,4
2028	11	2 682,0	-3 519,0	3 712,5	2 968,1
2029	12	2 603,9	-915,2	3 712,5	6 680,6
2030	13	2 528,0	1 612,9	3 712,5	10 393,1
2031	14	2 454,4	4 067,3	3 712,5	14 105,6
2032	15	2 382,9	6 450,2	3 712,5	17 818,1
2033	16	2 313,5	8 763,7	3 712,5	21 530,6
2034	17	2 246,1	11 009,8	3 712,5	25 243,1
2035	18	2 180,7	13 190,5	3 712,5	28 955,6
2036	19	2 117,2	15 307,7	3 712,5	32 668,1
2037	20	2 055,5	17 363,2	3 712,5	36 380,6
2038	21	1 995,7	19 358,9	3 712,5	40 093,1

Tabulka 19 Tok hotovosti



Tabulka 20 Graf kumulovaného a diskontovaného cash-flow

$$\check{C}SH = -INV + \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+r)^i} = 19\,358,877$$

kdy je z (Tabulka 19) patrné, že:

- investice INV = 37 869,4 Kč
- životnost investice n = 21 let
- suma diskontovaných CF v letech = 57 228,3 Kč
- diskontní sazba r = 3 %

Správná hodnota čisté současné hodnoty je jakékoliv kladné číslo. Pokud je hodnota kladná, znamená to, že investicí vyděláme. Metoda ČSH bude mít větší význam pro ty, kteří se rozhodují mezi více příležitostmi investování. Poté bude nejvýhodnější investice tak, která bude mít hodnotu ČSH nejvyšší.

Před výpočtem ČSH pro vyhodnocení investice nám může napovědět i diskontní sazba. V našem případě je její hodnota pouze 3 %, což znamená, že investice nebude riskantní (jde pouze o zlepšení už nám známé technologie). Obecně se bere v potaz, že pokud je podnikání riskantnější, roste i hodnota diskontní sazby (čím vyšší riziko, tím vyšší požadovaná výnosnost).

S výsledku je zřejmé, že investování do nové technologie se vyplatí.

3.4.2 Doba návratnosti investice (PP – Payback Period)

Další metodou je doba návratnosti investice, která se používá k vyhodnocení investice z pohledu času a říká nám, kdy se námi vložené finanční prostředky na projekt vrátí.

$$PP = \frac{INV}{\overline{CF}_I} = 10,2 \text{ let}$$

kde je patrné, že:

- investice $INV = 37\,869,4$ Kč
- průměr cash-flow $\overline{CF}_I = 3\,712,5$ Kč

V grafu vidíme, že investovaná částka bude zaplácena relevantními výnosy a příjmy (tok hotovosti cash-flow) za 10,2 let.

3.4.3 Výnosnost investice (ROI – Return on Investment)

Tento ukazatel se používá k vyhodnocení ziskovosti investic. Vyjadřuje čistý zisk nebo ztrátu oproti původní investici, jinak řečeno, je to výkonnost kalkulovaného podnikání. Výsledek je značen v procentech.

$$ROI = \frac{\overline{CF}_I}{INV} * 100 = 9,8 \%$$

4 Závěr

Primárním cílem bakalářské práce bylo ekonomicky vyhodnotit nově zavedenou technologii v teplárně TTS energo s.r.o.. Důvodem realizování nového projektu bylo snížení produkce emisí na kotli VESKO B 7000 za účelem zlepšení kvality ovzduší v Třebíči v souladu s novými normami Evropské unie.

Z výsledků patrných v příslušných tabulkách je zřejmé, že i původní technologie plnila emisní normy hluboko pod limit, stejně tak i ostatní kotle společnosti. Nicméně společnost si zakládá na co nejčistším ovzduší ve městě, proto bylo jejím záměrem vynaložit co nejvíce úsilí, aby byla atmosféra co nejméně zatěžována.

Z použitých ekonomických nástrojů pro vyhodnocení investice je patrné, že se vynaložené finanční prostředky vyplatily. S danou diskontní sazbou nebyl tento projekt pro společnost rizikový. Na investici firma neprodělá, ba naopak, jinak by čistá současná hodnota nesměla překročit hodnotu nuly.

Neméně důležitým cílem bylo vyhodnotit kvalitu ovzduší v Třebíči. Město splňuje všechny emisní limity, a proto se řadí mezi nejčistší v České republice. Dle sdělení Ing. Dany Slunské, působící na oboru životního prostředí v Třebíči, nejsou ostatní složky ŽP ve městě nijak závažně poškozovány, proto není důvod se zabírat jakýmkoliv ekonomickými prevencemi proti jejich znečišťování.

Seznam obrázků

Obrázek 1 Porovnání lidského vlasu a suspendovaných částic [5].....	15
Obrázek 2 Schéma vztahů mezi systémem ekonomiky a ŽP [10].....	18
Obrázek 3 Hranice produkčních možností ekonomiky [10]	20
Obrázek 4 Funkce ekonomické škody znehodnocování životního prostředí [23].	21
Obrázek 5 Model DPSIR [11]	23
Obrázek 6 Mapa zásobování tepla v městě Třebíč společností TTS energo [14] ...	28
Obrázek 7 Schéma kotle VESKO B 7000	30
Obrázek 8 Seznam environmentálních nákladů (vstupy) [16].....	33
Obrázek 9 Seznam environmentálních nákladů (výstupy) [16].....	34
Obrázek 10 Schéma nové technologie v teplárně [22].....	37

Seznam tabulek

Tabulka 1 Nejdůležitější složky atmosféry	12
Tabulka 2 Imisní limity platné pro suspendované částice PM ₁₀ [13].....	24
Tabulka 3 Průměrné roční koncentrace PM ₁₀ v Třebíči [13].....	24
Tabulka 4 Imisní limity platné pro suspendované částice PM _{2,5} [13]	24
Tabulka 5 Průměrné roční koncentrace PM _{2,5} v Třebíči [13]	25
Tabulka 6 Imisní limity platné pro oxid dusičitý NO ₂ [13]	25
Tabulka 7 Průměrné roční koncentrace NO ₂ v Třebíči [13].....	25
Tabulka 8 Imisní limity platné pro oxid siřičitý SO ₂ [13].....	26
Tabulka 9 Průměrné roční koncentrace SO ₂ v Třebíči [13]	26
Tabulka 10 Emisní limity pro teplárnu [14].....	29
Tabulka 11 Charakteristika zařízení kotle [15] [22]	31
Tabulka 12 Naměřené emise kotle před inovací technologie [22].....	31
Tabulka 13 Data kotle před inovací [22]	32
Tabulka 14 Zvýšení účinnosti novou technologií [22]	37
Tabulka 15 Investiční náklady na novou technologii [22].....	38
Tabulka 16 Srovnání hodnot vstupů energií před a po realizaci [22]	38
Tabulka 17 Produkce emisí po realizaci [22].....	39
Tabulka 18 Porovnání hodnot emisí před a po realizaci nové technologie [22]	39
Tabulka 19 Tok hotovosti	41
Tabulka 20 Graf kumulovaného a diskontovaného cash-flow.....	42

Seznam použité literatury

- [1] KUTÍLEK, Miroslav. *Půda planety Země*. Praha: Dokořán, 2012. Bod (Dokořán). ISBN 978-80-7363-212-0.
- [2] ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA VODY. *Fakulta stavební VŠB-TUO* [online]. [cit. 2018-07-02]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/tzb-1/1.html>
- [3] BARTUSEK, Stanislav. *Ochrana životního prostředí: studijní text*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2012. ISBN 978-80-248-2569-4.
- [4] *Zákon o ochraně ovzduší*. In: . 2012, ročník 2012, číslo 201.
- [5] Suspendované částice (aerosol). *CHMI* [online]. [cit. 2018-07-02]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/om/weather_links/Pocasi/Navody/Znecistenisusp_castice.pdf
- [6] HAVEL, Milan, Vít VEBR a Petr VÁLEK. Oxidy dusíku. *Arnika* [online]. [cit. 2018-07-02]. Dostupné z: <http://arnika.org/oxidy-dusiku>
- [7] Oxidy síry. *Integrovaný registr znečišťování* [online]. [cit. 2018-07-02]. Dostupné z: https://www.irz.cz/repository/latky/oxidy_siry.pdf
- [8] Přízemní (troposférický) ozon. *Sumperk* [online]. [cit. 2018-07-02]. Dostupné z: <http://www.sumperk.cz/filemanager/files/file.php?file=180781>
- [9] Ekonomické souvislosti ochrany životního prostředí. *Česká informační agentura životního prostředí* [online]. [cit. 2018-07-02]. Dostupné z: <http://www1.cenia.cz/www/environmentalni-ekonomika/ekonomicke-souvislosti-ochrany-zp>
- [10] MOLDAN, Bedřich. *Ekonomické aspekty ochrany životního prostředí: situace v České republice*. Praha: Karolinum, 1997. ISBN 80-7184-434-9.
- [11] BOCK, Matthias. *Příručka hodnocení životního prostředí: přístupy, prostředky a postupy*. Praha: CENIA, [2008]. ISBN 978-80-85087-65-9.
- [12] RITSCHELOVÁ, Iva. *Úvod do ekonomiky životního prostředí*. Vyd. 2., upr. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí, 2004. Environmental management. ISBN 80-7044-581-5.
- [13] CELKOVÁ FINÁLNÍ ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA Z MĚŘENÍ. *Envitech* [online]. Praha, 2017 [cit. 2018-07-02]. Dostupné z: <http://mail.envitech.sk/ovzdušivysocina/VYHODNOCENI%20FINAL.pdf>
- [14] O nás - TTS energo. *TTS energo* [online]. [cit. 2018-07-02]. Dostupné z: <https://www.ttsenergo.cz/o-nas/>

- [15] Teplovodní kotle VESKO B. *Stavebni vyrobek roku* [online]. [cit. 2018-07-02]. Dostupné z: http://www.stavebnivyrobekroku.cz/db__binary__file/articles/65.doc
- [16] ZIMMERMANNOVÁ, Jarmila. ENVIRONMENTÁLNÍ NÁKLADY PODNIKU SPOJENÉ S PLNĚNÍM LEGISLATIVY V ČESKÉ REPUBLICE. *VŠE* [online]. [cit. 2018-07-02]. Dostupné z: <https://www.vse.cz/polek/download.php?jnl=aop&pdf=346.pdf>
- [17] Teplárna SEVER. *TTS energo* [online]. [cit. 2018-07-02]. Dostupné z: <https://www.ttsenergo.cz/vyroba-a-dodavky-tepla/teplarny/teplarna-sever/>
- [18] Latentní teplo. *Hydrologie sněhu* [online]. [cit. 2018-07-02]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/snowmelt/navmenu.php__tab__1__page__4.2.0.htm
- [19] ZIKMUND, Martin. Hodnocení investic: Čistá současná hodnota (NPV) stručně a jasně. *Businessvize* [online]. 2010 [cit. 2018-07-02]. Dostupné z: <http://www.businessvize.cz/rizeni-a-optimalizace/hodnoceni-investic-cista-soucasna-hodnota-npv-strucne-a-jasne>
- [20] Doba návratnosti. *Febmat* [online]. 2016 [cit. 2018-07-02]. Dostupné z: <https://www.febmat.com/clanek-doba-navratnosti/>
- [21] Návratnost investice (ROI). *Febmat* [online]. 2016 [cit. 2018-07-02]. Dostupné z: <https://www.febmat.com/clanek-navratnost-investice-roi/>
- [22] *projekt Teplárna Sever*. TTS energo s.r.o., 2018. Dokumentace technologie.
- [23] ŠAUER, Petr. *Základy ekonomiky životního prostředí I*. Praha: Nakladatelství a vydavatelství litomyšlského semináře, 2008. ISBN isbn978-80-86709-13-0.
- [24] MOLDAN, Bedřich. Světové summity o životním prostředí. *Ústav krajinnej ekológie SAV* [online]. Praha [cit. 2018-07-02]. Dostupné z: http://147.213.211.222/sites/default/files/2007_4_173_177_moldan.pdf