

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2013

Zdeňka LEDEROVÁ

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA APLIKOVANÉ GEOINFORMATIKY A
ÚZEMNÍHO PLÁNOVÁNÍ

POSOUZENÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU ODPADU VE
SPALOVNĚ ODPADŮ NEMOCNICE RUDOLFA A
STEFANIE BENEŠOV, a.s.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Lenka Růžičková, Ph.D.

Diplomant: Bc. Zdeňka Lederová

2013

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra aplikované geoinformatiky a územního
plánování

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Lederová Zdeňka

Regionální environmentální správa

Název práce

Posouzení životního cyklu odpadu ve spalovně odpadů Nemocnice Rudolfa a Stefanie Benešov, a.s.

Anglický název

Life cycle assessment of waste in incinerator of Hospital Rudolf and Stefanie Benešov, Inc.

Cíle práce

Cílem této diplomové práce je v teoretické části přiblížit problematiku environmentálního prostředí (životní cyklus) a odpadového hospodářství, a to v rámci celkového propojení těchto dvou oblastí. Pomocí edukační verze softwaru GaBi a dat získaných od zástupců spalovny odpadů Nemocnice Rudolfa a Stefanie Benešov, a.s., budou vytvořeny analýzy a následně posouzen rozsah a velikost celkového dopadu spalovaného odpadu na životní prostředí. Na základě zjištěných výsledků budou vytvořena grafická znázornění, ve kterých budou posouzeny environmentálně nejrizikovější aspekty.

Metodika

Diplomová práce bude zpracována dle metodického postupu FŽP. V práci budou vytipovány environmentální rizikové aspekty, které vyplývají z procesu spalování odpadů Nemocnice Rudolfa a Stefanie Benešov, a.s. Rizikové aspekty budou hodnoceny dvěma metodikami pro hodnocení environmentálních dopadů životního cyklu. Jedná se o metodiku Eco-indicator 99 a metodiku CML 2001. Pro zpracování číselných podkladů bude použit software GaBi sloužící pro analýzy hodnocení životního cyklu.

Harmonogram zpracování

30. září 2012 - předložit připravený seznam odborné literatury

31. října 2012 - předložit strukturu práce

30. listopadu 2012 - 28. února 2013 - konzultace

31. března 2013 - předložit dokončenou práci ke konzultaci a připomínkám vedoucí práce

Rozsah textové části

Maximálně 60 stran.

Klíčová slova

odpady, odpadové hospodářství, životní cyklus, metoda LCA, spalovna odpadů, město Benešov, Eco-indicator 99, CML 2001

Doporučené zdroje informací

ALTMAN, Vlastimil. Odpadové hospodářství. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava ve spolupráci s MŽP ČR a Centrem pro otázky životního prostředí UK v Praze, 1996, 76 s. ISBN 80-7078-372-9.
BALNER, Petr, VRBOVÁ, Martina (editor). Hospodaření s odpady v obcích. Praha: EKO-KOM, 2003, 184 s. ISBN 80-239-0743-3.
ČURDA, Dušan, FUCHSOVÁ, Alena. Ekologická bilance - hodnocení životního cyklu. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 1996, 60 s. ISBN 80-85 368-95-1.
GUINÉE, Jeroen B. Handbook on Life Cycle Assessment: Operational Guide to the ISO Standards. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002, 704 s. ISBN 978-140-2005-572.
HUDÁKOVÁ, Věra. Odpady a nakládání s nimi. Vyd. 1. Praha: VÚV T. G. Masaryka, v.v.i., 2007, 114 s. ISBN 978-80-85900-74-3.
KOČÍ, Vladimír. Posuzování životního cyklu Life Cycle Assessment - LCA. Vyd. 1. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, 2009, 263 s. ISBN 978-80-86832-42-5.
KOČÍ, Vladimír. Příručka základních informací o posuzování životního cyklu. Vyd. 1. Praha: 2010, 27 s.
KOLÁŘ, Ladislav, KUŽEL, Stanislav. Odpadové hospodářství. Vyd. 1. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2000, 193 s. ISBN 80-7040-449-3.
KUDELOVÁ, Kamila. Odpady. Vyd. 1. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 1999, 186 s. ISBN 80-244-0046-4.
KURAS, Mečislav. Odpadové hospodářství. Vyd. 1. Chrudim: Ekomonitor, 2008, 143 s. ISBN 978-80-86832-34-0.
WEINZETTEL, Jan, KUDLÁČEK, Ivan a ROKOS, Pavel. LCA elektrotechnického výrobku: manuál pro posuzování životního cyklu výrobku. 1. vyd. Praha: ČVUT FEL, 2008, 26 s. ISBN 978-80-903933-2-5.

Vedoucí práce

Růžicková Lenka, Ing., Ph.D.

Ing. Petra Šimová, Ph.D.

Vedoucí katedry

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan fakulty

V Praze dne 3.4.2013

Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Posouzení životního cyklu odpadu ve spalovně odpadů Nemocnice Rudolfa a Stefanie Benešovy, a.s.“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31. března 2013

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala paní Ing. Lence Růžičkové, Ph.D. za odborné rady, kterými přispěla k vypracování této diplomové práce. Také bych ráda poděkovala celému ředitelství Nemocnice Rudolfa a Stefanie Benešov, a.s., především panu Josefu Bubníkovi, který mi poskytl cenné informace pro vypracování této diplomové práce. Nakonec bych ráda poděkovala panu doc. Ing. Ivanu Kudláčkovi, CSc. z Fakulty elektrotechnické ČVUT v Praze za odborné připomínky a rady v rámci problematiky LCA.

V Praze dne 31. března 2013

Posouzení životního cyklu odpadu ve spalovně odpadů Nemocnice Rudolfa a Stefanie Benešov, a.s.

Life cycle assessment of waste in incinerator of Hospital Rudolf and Stefanie Benešov, Inc.

Abstrakt

Předmětem diplomové práce je zhodnocení environmentálního dopadu v rámci procesu spalování ve spalovně odpadů Nemocnice Rudolfa a Stefanie Benešov, a.s. V první části této práce se autorka zaměřuje na problematiku odpadů v rámci legislativního a teoretického pojetí. Jedná se o opravdu zjednodušený teoretický základ, který je důležitý pro správné pochopení dvou ucelených celků, které se navzájem ovlivňují. Těmito celky je myšleno environmentální prostředí (životní cyklus) a odpadové hospodářství. V druhé části této práce se autorka zaměřuje na základní charakteristiku zájmového území a na charakteristiku spalovny odpadů tak, aby čtenář pochopil složité děje, které se uskutečňují ve spalovně. V této části jsou zmíněny i konkrétní číselné charakteristiky o spalovaném odpadu za rok 2012, které autorka práce získala od zástupců spalovny v Benešově. Na základě všech údajů zmíněných ve druhé části, je autorkou práce sestaven základní diagram procesů a toků ve spalovně. Tento diagram následně slouží pro posouzení životního cyklu odpadu a zhodnocení celkového dopadu spalování na životní prostředí. Diagram i konkrétní grafické vyjádření environmentálních dopadů spalování je vytvořen v edukační verzi softwaru GaBi, který autorka práce získala pro tuto diplomovou práci od německé společnosti PE INTERNATIONAL. Autorka práce pomocí grafického vyjádření zhodnocuje vliv spalovny na životní prostředí, a to za pomoci dvou metodik – Eco-indicator 99 a CML 2001. Eco-indicator 99 je metodikou, která se dělí do tří kategorií hodnocení dopadu – kvalita ekosystému, lidské zdraví a zdroje surovin. CML 2001 se dělí do šesti kategorií hodnocení dopadu – globální oteplování, úbytek abiotických surovin, acidifikace a okyselování, vznik fotooxidantů, eutrofizace, úbytek stratosférického ozónu. Autorka práce zjišťuje, že největší vliv na životní prostředí má používání zemního plynu jako fosilního paliva. Zemní plyn svým použitým množstvím ovlivňuje, podle metodiky Eco-indicator 99, kategorii škody způsobené extrakcí fosilních paliv. Podle metodiky CML 2001 je nejvíce ovlivněna kategorie globální oteplování.

Abstract

The subject of this thesis is to evaluate the environmental impact in the process of combustion in the incinerator Hospital Rudolf and Stefanie Benešov, Inc. In the first part of this thesis, the author focuses on the problem of waste in the legislative and theoretical concepts. This is a very simplified theoretical basis, which is important for a proper understanding of two coherent units which interact with each other. These units are meant to environmental (life cycle) and waste management. In the second part of this thesis, the author focuses on the basic characteristics of the area and the characteristics of incinerator, so that the reader understand complex phenomena that take place in the incinerator. In this part also mentioned specific numerical characteristics of combusted waste in 2012, which the author of this work received from representatives of the incinerator in Benesov. Based on all the data referred to in the second part, the author of the work compiled basic diagram of processes and flows in the incinerator. This diagram then used for life cycle assessment and evaluation of waste incineration overall impact on the environment. Diagram and specific graphical representation of the environmental impacts of incineration is created in an educational version of the software GaBi, who the author of the work gained for this thesis from the German company PE INTERNATIONAL. The author evaluates the expression using the graphical impact incineration on the environment, and with the assistance of two methodologies - Eco-indicator 99 and CML 2001. Eco-indicator 99 is a methodology which is divided into three categories of impact assessment - Quality of the Ecosystem, Human Health, and Resources. CML 2001 is divided into six categories impact assessment – Global Warming Potential, Abiotic Depletion, Acidification Potential, Photochem. Ozone Creation Potential, Eutrophication Potential, Ozone Layer Depletion Potential. The author finds that the greatest impact on the environment is the using natural gas as a fossil fuel. Natural gas influences its quantities, according to the method Eco-indicator 99, the category of Damage caused by Extraction of Fossil Fuels. According to the methodology CML 2001 is the most affected by Global Warming Potential.

Klíčová slova

Odpady, odpadové hospodářství, životní cyklus, metoda LCA, spalovna odpadů, město Benešov, Eco-indicator 99, CML 2001

Keywords

Waste, waste management, life cycle, method LCA, incinerator, city of Benešov, Eco-indicator 99, CML 2001

OBSAH

1.	Úvod.....	14
2.	Cíle práce a metodika	15
2.1	Cíle práce	15
2.2	Metodický postup.....	15
2.2.1	Zpracování teoretických východisek.....	15
2.2.2	Shromažďování dat	16
2.2.3	Vypracování charakteristiky dotčeného subjektu	16
2.2.4	Vypracování analýz pomocí softwarového nástroje.....	16
2.2.5	Výsledky posouzení životního cyklu spalovaného odpadu	17
3.	Vlastní práce	18
3.1	Posuzování životního cyklu.....	18
3.1.1	LCA jako metoda	18
3.1.2	Historie LCA.....	20
3.1.3	Hlavní normy ISO	21
3.1.4	Úrovně LCA.....	21
3.1.5	Hlavní stádia životního cyklu.....	23
3.1.6	Produktový systém	23
3.1.7	Fáze studie LCA.....	24
3.1.8	Kritické přezkoumání studie LCA.....	29
3.1.9	Způsoby podávání zpráv z LCA studií	29
3.1.10	Software pro LCA.....	29
3.1.11	Použití LCA	31
3.2	Odpady a odpadové hospodářství.....	33
3.2.1	Vznik odpadů	33
3.2.2	Rozdělení odpadů.....	33
3.2.3	Kategorizace odpadů podle Evropského katalogu odpadů	35
3.2.4	Významné organizace působící v odpadovém hospodářství	36
3.2.5	Strategie odpadového hospodářství	37
3.2.6	Nástroje strategie odpadového hospodářství	38
3.2.7	Legislativa odpadového hospodářství v ČR a EU	38
3.2.8	Plán odpadového hospodářství České republiky	41
3.2.9	Data o produkci a nakládání s odpady v ČR a v zahraničí	42
3.2.10	Nebezpečné odpady	43
3.2.10.1	Hodnocení nebezpečných vlastností odpadů	43
3.2.10.2	Nebezpečný odpad v komunálním odpadu.....	44
3.2.10.3	Nebezpečné odpady ze zdravotnictví	44
3.2.11	Komunální odpady.....	45
3.2.12	Základní povinnosti obce jako původce.....	46
3.2.13	Nakládání s odpady.....	46
3.2.13.1	Využívání odpadů.....	47
3.2.13.2	Zneškodňování odpadů.....	48
4.	Praktická část	57
4.1	Základní charakteristika zájmového území	57
4.2	Spalovna odpadů v Nemocnici Rudolfa a Stefanie Benešov, a.s.	58
4.2.1	Základní technické a spotřební informace.....	58
4.2.2	Popis částí a procesů probíhajících ve spalovně.....	60
4.2.3	Vstupy spalovny	62
4.2.4	Výstupy spalovny	63
4.3	Aplikace LCA na odpad	65
4.3.1	Fáze č. 1 – definování cílů a rozsahu.....	65
4.3.2	Fáze č. 2 – Inventarizační analýza.....	69
4.3.3	Fáze č. 3 – Hodnocení vlivů na životní prostředí	70
4.3.4	Fáze č. 4 – Interpretace životního cyklu.....	70

5.	Výsledky práce	79
6.	Diskuse	81
7.	Závěr	82
8.	Přehled literatury a použitých zdrojů.....	84
9.	Přehled obrázků	89
10.	Přehled tabulek	90
11.	Přehled fotografií	91

Přehled použitých zkratk

APOREKO	Svaz průmyslu druhotných surovin
BAT	Nejlepší dostupná technologie (zkratka z angl. slova Best Available Techniques)
BIR	Institut pro mezinárodní recyklaci (zkratka z angl. slova Bureau of International Recycling)
BRKO	Biologicky rozložitelné komunální odpady
BRO	Biologicky rozložitelné odpady
CEDAR	Centrální evropské zařízení o environmentálních datech (zkratka z angl. slova Central European Environmental Data Request Facility)
CeHO	Centrum pro hospodaření s odpady
CF	Charakterizační faktor
CML-IA	metodika LCA (zkratka z angl. slova CML – Impact Assessment)
CZ BIOM	České sdružení pro biomasu
ČAOH	Česká asociace odpadového hospodářství
ČSÚ	Český statistický úřad
DfE (D4E)	Environmentální design (zkratka z angl. slova Design for Environment)
EIA	Posuzování vlivů záměrů na životní prostředí (zkratka z angl. slova Environmental Impact Assessment)
EMAS	Systém environmentálního řízení a auditu (zkratka z angl. slova Environmental Management Audit Scheme)
EMS	Systém environmentálního managementu (zkratka z angl. slova Environmental Management System)
EPD	Environmentální deklaráce o produktu (zkratka z angl. slova Environmental Product Declaration)
ERA	Hodnocení environmentálních rizik (zkratka z angl. slova Environmental Risk Assessment)

EVVO	Státní program environmentálního vzdělávání, výchovy a osvěty
EWC	Evropský katalog odpadů (zkratka z angl. slova European Waste Catalogue)
FEAD	Evropská federace odpadového hospodářství (zkratka z franc. slova Fédération Européenne des Activités du Déchet)
IEEP	Institut pro evropskou politiku životního prostředí (zkratka z angl. slova The Institute for European Environmental Policy)
IPPC	Integrovaná prevence a omezování znečištění (zkratka z angl. slova Integrated Pollution Prevention and Control)
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci (zkratka z angl. slova International Organization for Standardization)
ISOH	Informační systém odpadového hospodářství
ISWA	Mezinárodní odpadová asociace (zkratka z angl. slova International Solid Waste Association)
LCA	Posuzování životního cyklu (zkratka z angl. slova Life Cycle Assessment)
LCC	Životní cyklus nákladů (zkratka z angl. slova Life Cycle Costing)
LCI	Inventarizace životního cyklu (zkratka z angl. slova Life Cycle Inventory)
LCIA	Hodnocení dopadů životního cyklu (zkratka z angl. slova Life Cycle Impact Assessment)
NO	Nebezpečný odpad
OO	Ostatní odpad
PCB	Polychlorované bifenyly
Point	Jednotka metodiky LCA (zkratka Pt)
POH	Plán odpadového hospodářství

PVC	Polyvinylchlorid
PWMI	Institut pro odpadové hospodářství plastových materiálů (zkratka z angl. slova Plastics Waste Management Institute)
REPA	Profilová analýza zdrojů a životního prostředí (zkratka z angl. slova Resource and Environment Profile Analysis)
RP	Realizační program
SEA	Posuzování vlivů koncepcí na životní prostředí (zkratka z angl. slova Strategic Environmental Assessment)
SETAC	Společnost pro environmentální toxikologii a chemii (zkratka z angl. slova Society of Environmental Toxicology and Chemistry)
SFŽP	Státní fond životního prostředí
STEO	Sdružení provozovatelů technologií pro ekologické využívání odpadů v ČR
SVPS	Sdružení veřejně prospěšných služeb
UNEP	Program OSN pro životní prostředí (zkratka z angl. slova United Nations Environment Programme)
TUR	Trvale udržitelný rozvoj

1. Úvod

Zajisté každý z nás během svého života přišel do kontaktu s odpadem. V evropských zemích, ale i ve Spojených státech amerických či v Asii, se v současné době odpady staly velkým trendem. Tedy ne zrovna v pozitivním slova smyslu. Lidé žijící v těchto kontinentech v neúměrné míře zvyšují nároky svého komfortu na úkor životního prostředí. V rámci svých denních i týdenních nákupů neustále nakupují balené potraviny; dokonce někteří z nás si každý den kupují nápoje z automatů či samostatné PET lahve. Toto jednání nás všech vede k nadměrné celosvětové produkci odpadů.

V návaznosti na neuvážené kroky některých lidí, kteří se rozhodli vyhazovat odpady ze své země přímo do moře, vyplouvá na povrch světových moří a oceánů skryté tajemství - odpady. Jedná se o obrovský problém, díky němuž je ohroženo mnoho rostlinných i živočišných druhů včetně člověka. Dnes je již toto jednání nepřijatelné, avšak následky tohoto chování sahají i do dnešní doby.

Co se však děje s odpady po ukončení „jejich života“? Lze je využít, recyklovat a jinými způsoby dále ošetřit. Jaký je životní cyklus dejme tomu nebezpečného odpadu? Je dané využití odpadu efektivní a šetrné k životnímu prostředí? Na tyto a jiné otázky odpovídá metoda posuzování životního cyklu (dále LCA). LCA je metodou, která zkoumá životní cyklus daného výrobku či služby v rámci posouzení environmentálních dopadů.

Zadáním této diplomové práce je „Posouzení životního cyklu odpadu ve spalovně odpadů Nemocnice Rudolfa a Stefanie Benešov, a.s.“. Tato práce posoudí vliv spalování odpadů na životní prostředí v několika kategoriích dopadu, kterými například jsou globální oteplování, lidské zdraví, eutrofizace či kvalita ekosystému.

Nelze říci, že by tato práce měla nějakým zásadním způsobem ovlivnit stávající chod zbavování se odpadů v této nemocnici. Spíše by měla přispět k celkovému rozšíření metody LCA v rámci odpadového hospodářství a ukázat na vzorku konkrétního subjektu, jakým způsobem lze nahlížet na environmentální vědu.

2. Cíle práce a metodika

2.1 Cíle práce

Cílem této diplomové práce je v teoretické části přiblížit problematiku environmentálního prostředí (životní cyklus) a odpadového hospodářství, a to v rámci celkového propojení těchto dvou oblastí. Na úlohu LCA i na odpadové hospodářství je nahlíženo z mnoha pohledů včetně zahraničních názorů, které se často prolínají s názory českých autorů.

V praktické části diplomové práce je úkolem autorky, pomocí edukační verze softwaru GaBi a dat získaných od zástupců spalovny odpadů Nemocnice Rudolfa a Stefanie Benešov, a.s., vytvořit analýzy a následně posoudit rozsah a velikost celkového dopadu spalovaného odpadu na životní prostředí.

2.2 Metodický postup

2.2.1 Zpracování teoretických východisek

Pro zpracování teoretických východisek autorka prostudovala použité literární zdroje. V teoretické části, která je zaměřena na oblast environmentálního prostředí (životní cyklus) a odpadového hospodářství, bylo nejvíce čerpáno z knihy Posuzování životního cyklu Life Cycle Assessment autora Vladimíra Kočího, z Příručky základních informací o posuzování životního cyklu autora Vladimíra Kočího, z Ekologické bilance - hodnocení životního cyklu autorů Dušana Čurdy a Aleny Fuchsové, z LCA elektrotechnického výrobku: manuálu pro posuzování životního cyklu výrobku autorů Jana Weinzettela, Ivana Kudláčka a Pavla Rokose, z Odpadového hospodářství autora Mečislava Kuraše, z Odpadového hospodářství autorů Ladislava Koláře a Stanislava Kužele, z Hospodaření s odpady v obcích autora Petra Balnera, z Odpadů a nakládání s nimi autorky Věry Hudákové a z Odpadů autorky Kamily Kudelové.

Z důvodu rozsahu této diplomové práce jsou některé citace rozšířeny v příloze 1 – 5 a 9 – 10.

Seznam literárních zdrojů a ostatních odborných zdrojů je uveden v kapitole 8.

2.2.2 Shromáždění dat

Autorka diplomové práce shromáždila všechna podkladová data pro praktickou část této práce za pomoci internetových odborných zdrojů, ze kterých čerpala informace o softwarovém prostředí pro metodu LCA a o zájmovém území (Benešov), a odborných konzultací, které byly uskutečněny s vedoucím spalovny odpadů – panem Josefem Bubníkem. Dále autorka práce získala, s přispěním několika administrativních kroků ze strany Fakulty životního prostředí ČZU v Praze, licenci pro edukační verzi softwaru GaBi od německé společnosti PE INTERNATIONAL, ve kterém následně byla všechna podkladová data zpracována. Za sledované období pro účely této diplomové práce byl považován rok 2012.

2.2.3 Vypracování charakteristiky dotčeného subjektu

V této části diplomové práce se autorka zaměřila na regionální prostředí, ve kterém se nachází sledovaný subjekt. Tyto informace byly převážně vzaty z oficiálních stránek města Benešova.

V další dílčí části této práce autorka čerpala informace o spalovně z odborných internetových zdrojů, z Provozního řádu spalovny a z odborných konzultací. V rámci této části, autorka práce získala základní ucelený přehled o technickém provozu spalovny a jejím vlivu na okolní prostředí.

V poslední dílčí části této práce, autorka práce prostudovala Protokol o autorizovaném měření emisí, který získala od zástupců spalovny. Díky tomuto dokumentu mohla autorka práce snadno vymezit vlivy spalovny na okolní prostředí. Environmentální dopady na okolní prostředí byly autorkou práce rozebrány pomocí dvou vybraných metodik – Eco-indicator 99 a CML 2001. Pro základní charakteristiku vybraných metodik byly využity knižní a internetové zdroje.

2.2.4 Vypracování analýz pomocí softwarového nástroje

V návaznosti na podkladová data poskytnutá spalovnou odpadů Nemocnice Rudolfa a Stefanie Benešov, a.s., autorka diplomové práce v této části použila edukační verzi softwaru GaBi, který se specializuje na životní cyklus výrobků či služeb. Autorka práce ze všech poskytnutých dat vytvořila základní diagram, který sloužil jako prvotní faktor pro tvorbu grafického znázornění environmentálních dopadů v různých kategoriích. Environmentální dopady byly autorkou práce řešeny podle dvou vybraných metodik – Eco-indicator 99 a CML 2001. Eco-indicator 99 je

metodikou, která se dělí do tří kategorií hodnocení dopadu – kvalita ekosystému, lidské zdraví a zdroje surovin. CML 2001 se dělí do šesti kategorií hodnocení dopadu – globální oteplování, úbytek abiotických surovin, acidifikace a okyselování, vznik fotooxidantů, eutrofizace, úbytek stratosférického ozónu. Ve všech těchto kategoriích je uvedeno číselné vyjádření v jednotkách Point (Pt), které znázorňuje celkový dopad dané kategorii na životní prostředí.

2.2.5 Výsledky posouzení životního cyklu spalovaného odpadu

Na základě grafického znázornění, které autorka práce vytvořila v softwarovém prostředí GaBi, bylo zjištěno, že největší vliv na životní prostředí má používání zemního plynu jako fosilního paliva. Zemní plyn svým použitým množstvím ovlivňuje, podle metodiky Eco-indicator 99, kategorii škody způsobené extrakcí fosilních paliv. Podle metodiky CML 2001 je nejvíce ovlivněna kategorie globální oteplování. Vzhledem k tomu, že do této analýzy nebyl zahrnut faktor vlastní výroby (a i vlastní spotřeby tepla), tak lze celkově ohodnotit životní cyklus spalovaného odpadu na stupeň podprůměrného dopadu na kvalitu ekosystémů. V případě, že by autorka práce zahrнула do této analýzy i vlastní výrobu a spotřebu tepla, tak by životní cyklus spalovaného odpadu byl ohodnocen jako zdroj minimálního dopadu na kvalitu ekosystémů.

3. Vlastní práce

3.1 Posuzování životního cyklu

Posuzování životního cyklu pochází z anglického sousloví Life Cycle Assessment (dále LCA). Jedná se o analytickou metodu hodnocení environmentálních dopadů výrobků, služeb a technologií, obecně lidských produktů (Kočí, 2009).

Podle autorů z UNEP, kteří napsali knihu „Life Cycle Assessment: What it is and how to do it“, lze definici LCA definovat takto: Posuzování životního cyklu je procesem hodnocení účinků, jenž produkty vyvíjejí na životní prostředí po celou dobu svého životního cyklu (Heijungs a kol., 1996).

Podle Jeroena B. Guinée, který se odkazuje na normu ISO 14 040, je LCA definováno jako hodnocení vstupů, výstupů a možných dopadů na životní prostředí produktového systému během svého životního cyklu (Guinée, 2002).

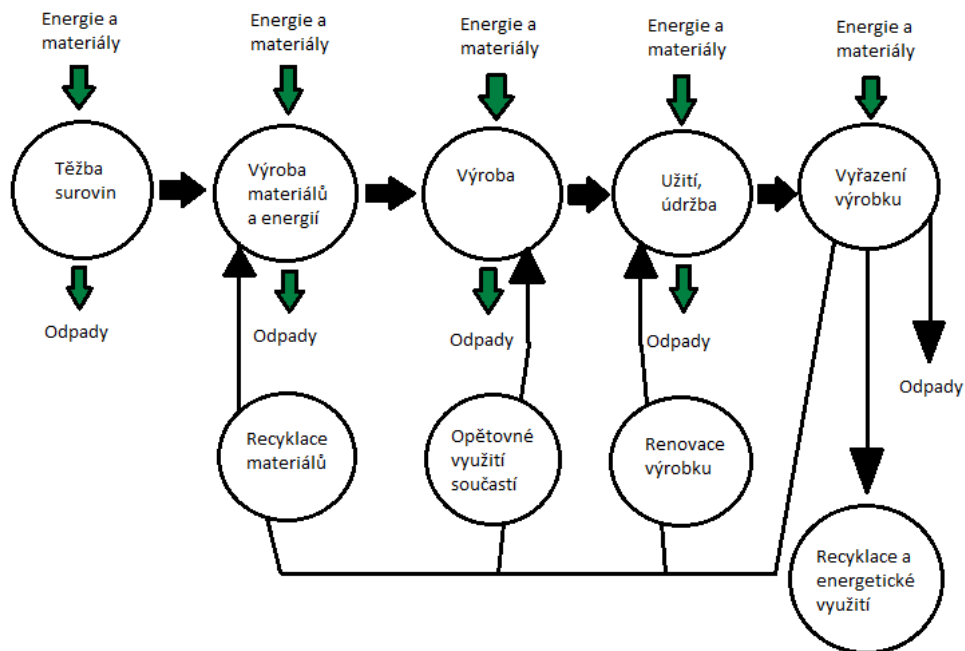
Metoda LCA zohledňuje dopady lidských produktů v rámci celého životního cyklu. Lidské produkty se v rámci životního cyklu skládají z těchto stádií: získávání surovin pro výrobu potřebných materiálů, výroba produktu z vyrobených materiálů, užívání produktu, odstranění produktu a opětovné užití či recyklace použitých materiálů. Environmentální dopady produktů jsou hodnoceny z hlediska posouzení sledovaného systému a jeho materiálových a energetických toků, které vyměňuje daný systém se svým okolím (Kočí, 2010). Podobný názor lze nalézt i u Jeroena B. Guinée, jenž LCA vnímá jako nástroj pro analýzu zátěží životního prostředí v rámci výrobků ve všech fázích jejich životního cyklu - od těžby zdrojů, přes výrobu materiálů, části výrobků až po samotný výrobek. Také bere v úvahu využití výrobku po jeho zahození: lze buď opětovně použít, recyklovat nebo odstranit. Ve skutečnosti jde o cestu "od kolébky do hrobu" (Guinée, 2002).

3.1.1 LCA jako metoda

LCA je shromažďování a hodnocení vstupů a výstupů materiálů a energie ve spojení s vlivy na životní prostředí během celého životního cyklu podle určitých postupů (viz Obr. č. 1). Tato metoda je považována za nástroj politiky na ochranu životního prostředí. Metodou je možné ohodnotit komplexní dopad libovolného systému

(výrobku, výrobního procesu nebo jakékoliv činnosti) na životní prostředí během celého životního cyklu (Čurda, 1996).

Obr. č. 1 Znáznornění LCA výrobku



Zdroj: vlastní úprava podle Weinzettel a kol., 2008

Tato metoda se zabývá ekologickými dopady systému na kvalitu prostředí, lidské zdraví a využívání zdrojů. Nezahrnuje však ekonomické a sociální faktory (Weinzettel a kol., 2008).

Metoda LCA je nejznámější metodou pro zkoumání ekologického chování. Používá se však i mnoho jiných názvů, například „ekobalance“ nebo profilová analýza zdrojů a životního prostředí (dále REPA) (Weinzettel a kol., 2008).

V některých oblastech se užívá místo LCA pojem „ekologická bilance – ekobalance“ (Čurda, 1996).

Mezi hlavní cíle LCA patří:

- stanovit zatížení životního prostředí výrobkem, procesem nebo činností pomocí identifikace a kvantifikace užití energie a materiálů i množství odpadů uvolněných do životního prostředí;
- vyhodnotit dopady užití energie a materiálů, včetně odpadů;

- identifikovat a zvážit možnosti, jimiž lze přispět ke zlepšení stavu (Čurda, 1996).

LCA se využívá v:

- výrobní sféře (těžba surovin, výrobní proces, balení, přeprava aj.);
- uživatelské sféře;
- státní ekologické politice;
- výzkumu a vývoji;
- hodnocení a označování ekologicky šetrných výrobků;
- normalizaci a standardizaci;
- reklamě, nabídce, poptávce, marketingu (Čurda, 1996).

Více informací o využití LCA lze nalézt v kapitole 3.1.11 Použití LCA.

3.1.2 Historie LCA

První zmínky o provedení studie životního cyklu byly na konci 60. a na počátku 70. let. Vztahovaly se k energetické účinnosti surovin, spotřebě surovin a likvidaci odpadu. V roce 1969 společnost Coca-Cola (Mr. E. Teastley) chtěla zjistit odpověď na otázku, který z obalů by byl lepší alternativou – skleněný či plastový obal. V úvahu se bralo získávání i odstranění obalů. Nakonec se zvolil plastový obal (Weinzettel a kol., 2008).

Mezi lety 1975 až 1980 opadl zájem o LCA, protože otázky životního prostředí se přesunuly k otázkám o nebezpečném a komunálním odpadu. Pevný odpad se bohužel stal celosvětovým problémem, a proto se v roce 1988 LCA znovu objevila jako metoda a nástroj pro analýzu environmentálních problémů (www.alcas.asn.au).

Současně rostl tlak na ekologické organizace, jelikož neměly propracovanou standardizaci metodiky LCA. Vznikla Mezinárodní organizace pro normalizaci (dále ISO). Úpravy norem pro metodologii, požadavky a směrnice LCA probíhaly mezi lety 1997 až 2006. (www.alcas.asn.au).

V roce 2002 se Program OSN pro životní prostředí (dále UNEP) spojil se Společností pro environmentální toxikologii a chemii (dále SETAC) a zahájily mezinárodní spolupráci v rámci iniciativy LCA. Iniciativa má tři programy, které

mají za cíl podpořit zavádění životního cyklu do praxe a zlepšit podpůrné nástroje pro LCA (www.alcas.asn.au).

V současné době je vývoj LCA zpomalen těmito jevy:

- složitost některých výrobních technologií;
- vysoké náklady a dlouhá časová měřítko na realizaci metodiky;
- některé závěry je nutné uskutečnit již během zpracování studie a ne až v závěrečné zprávě;
- neexistence jednoznačné metodologie pro přesné a důsledné spojení inventarizačních dat s potencionálními dopady na životní prostředí (Weinzettel a kol., 2008).

3.1.3 Hlavní normy ISO

Skupina ISO 14 006:2011 – Systém environmentálního managementu (dále EMS) se zabývá mimo jiné i problematikou LCA. Do této skupiny spadají následující normy:

- ISO 14 040:2006 (Principy a rámcová osnova LCA);
- ISO 14 044:2006 (Požadavky a směrnice LCA) (www.iso.org).

3.1.4 Úrovně LCA

LCA mělo hlavně sloužit jako podpůrný nástroj k rozhodování mezi jednotlivými produkty. V současné době se však využívá například pro vnitřní plánování podniku, pro externí prezentaci výrobku (marketingové účely), jako podklady pro ekologickou politiku nebo pro vnitřní potřebu podniku ve vývoji a zlepšování výrobku (Weinzettel a kol., 2008).

Obecně se rozsah studie LCA rozděluje do tří úrovní:

- pojmové LCA;
- zjednodušené LCA;
- detailní LCA (Weinzettel a kol., 2008).

POJMOVÉ LCA

Je to nejjednodušší úroveň LCA. Pracuje se pouze s omezeným množstvím dat. Obvykle odpovídá na otázky typu: „Je zde úsilí o ekologickou marketingovou

strategii?“, „Je produkt významně odlišný od výrobků, které si konkurují?“ a jiné. Pojmová LCA není vhodná pro marketingové účely (Weinzettel a kol., 2008).

Podle Marie Tiché záleží na účelu, pro který se studie zpracovává. Ve své prezentaci uvažuje pouze s LCA ve zjednodušené formě a v detailní formě (www.cenia.cz).

ZJEDNODUŠENÉ LCA

V zásadě poskytuje stejné výsledky jako detailní LCA, ale s významnou redukcí času a úspor. Zjednodušení představuje dilema, nicméně přesnost a spolehlivost výsledků nebude omezena (www.eea.europa.eu).

Je složena ze tří fází:

- promítnutí (Screening) – rozpoznání důležitých částí systému nebo základních toků;
- zjednodušení (Simplifying) – soustředění na důležité části systému nebo na základní toky;
- ocenění spolehlivosti (Assessing reliability) – kontrola, při které se určí, zda výsledek není příliš zkreslený a ukazuje spolehlivá data (www.eea.europa.eu).

DETAILNÍ LCA

Tato úroveň je nejpresnější v rámci stanovení vlivu produktu na životní prostředí a zamezení přesouvání environmentálních zátěží mezi jednotlivými fázemi životního cyklu výrobku. Tato studie vede k identifikaci ekologicky náročných částí výroby a snaží se hledat řešení (Weinzettel a kol., 2008).

Skládá se ze čtyř fází:

- definice cílů a rozsahu;
- inventarizační analýza;
- hodnocení vlivů;
- interpretace životního cyklu (Weinzettel a kol., 2008).

3.1.5 Hlavní stádia životního cyklu

Prvním stádiem je *získávání obnovitelných a neobnovitelných surovin* a energetických zdrojů z prostředí pro výrobu potřebných materiálů. Příkladem může být například těžba dřeva. Do získávání surovin je obvykle započítána doprava surovin z místa získání do místa zpracování. Po tomto stádiu následuje *výroba materiálů*, v níž dochází k přeměně surovin na materiály použitelné v další výrobě (Kočí, 2010).

Ve druhém stádiu dochází k *výrobě produktu*. Celá výroba se skládá z dílčích jednotek, a to z přeměněných materiálů potřebných pro výrobu produktu, vlastní výroby, kompletace produktu a obalového materiálu. Doprava ke spotřebiteli je v tomto stádiu spojena se vstupy a výstupy ve formě materiálových a energetických toků (Kočí, 2010).

Třetí stádium je charakteristické *využitím produktu spotřebitelem*. V tomto stádiu dochází k opotřebování, event. spotřebování a využívání produktu. Zde se objevují opět materiálové a energetické toky. Velmi zajímavým reprezentantem mohou být opravy produktu či surovinové nároky na provoz (Kočí, 2010).

Jakmile přestane být produkt využíván a spotřebitel již nechce investovat své prostředky do oprav, produkt se ocitne ve čtvrtém stádiu – ve *stádiu odstranění*. Zde opět jsou zapotřebí materiálové a energetické toky z důvodu kladených nároků na odstranění produktu, opětovného užití či recyklace. Shrnutím lze konstatovat, že v každém stádiu je na produkt vyvíjen určitý stupeň environmentální zátěže, a proto musí být na produkt nahlíženo celistvě (Kočí, 2010).

3.1.6 Produktový systém

Produktovým systémem se nazývají všechny procesy a operace působící v rámci všech stádií životního cyklu. Produktový systém se skládá z *procesů a toků*. Procesy umožňují přeměnu všech vstupů na výstupy a dále se dělí na podprocesy. Lze však nalézt i *jednotkové procesy*, které již nejsou děleny na podprocesy. Toky jsou spojnicemi procesů. Jednotlivé toky lze dělit na *materiálové a energetické*. Existují i tzv. *vedlejší (pomocné) toky*. Pomocnými toky na vstupu jsou například chladicí vody, katalyzátory, detergenty, maziva a rozpouštědla. Pomocnými toky na výstupu jsou například odpadní vody, odpadní teplo, nepovedené výrobky, emise látek do

prostředí. Toky, které zajišťují vzájemný vztah mezi okolním prostředím a produktovým systémem, se nazývají *elementární toky* (Kočí, 2010).

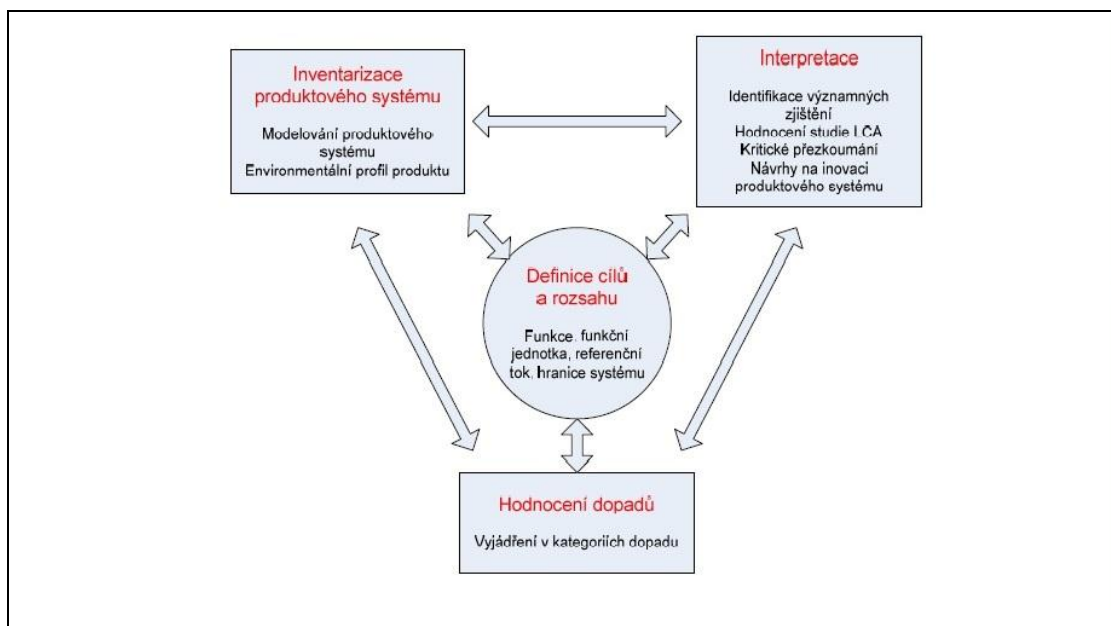
3.1.7 Fáze studie LCA

Fáze studie LCA se dělí na tyto části:

- 1) definice cílů a rozsahu;
- 2) inventarizace;
- 3) hodnocení dopadů;
- 4) interpretace.

Jednotlivé vztahy v rámci fází LCA jsou vyznačeny na Obr. č. 2. Zde je důležité zmínit, že poznatky z jednotlivých fází se mohou navzájem ovlivňovat a měnit svá východiska. V rámci odborné terminologie se jedná o iterativní (opětovací) jev (Kočí, 2010).

Obr. č. 2 Schéma fází LCA



Zdroj: Kočí, 2010

Nyní bude následovat stručná charakteristika jednotlivých fází metody LCA.

▪ **Definice cílů a rozsahu studie LCA**

Jedná se o určení parametrů důležitých pro interpretaci a použití. Je to soubor jednotlivých kroků, které pomáhají zjistit, zda daná studie podléhá platnosti a aktuálnosti. Tyto kroky popisují jednotlivé požadavky pro vypracování studie. Tato fáze není určena pro sběr dat (Kočí, 2010).

Cíl definuje použití, důvod vytváření a zamýšlené příjemce a uživatele studie.

Definice rozsahu se dělí na specifikaci technickou a procedurální (Kočí, 2010).

Podle autora knihy *Ekologická bilance – hodnocení životního cyklu*, je v této fázi nutné jasně stanovit účel studie a rozhodnutí, která budou založena na výsledcích. Podle rozsahu studie se určí sledovaný systém, jeho hranice i hloubka analyzovaných problémů. Velmi důležité je určit funkční jednotku, která vychází z funkce výrobku nebo z posuzované činnosti (Čurda, 1996).

▪ **Inventarizace LCA – inventarizační analýza**

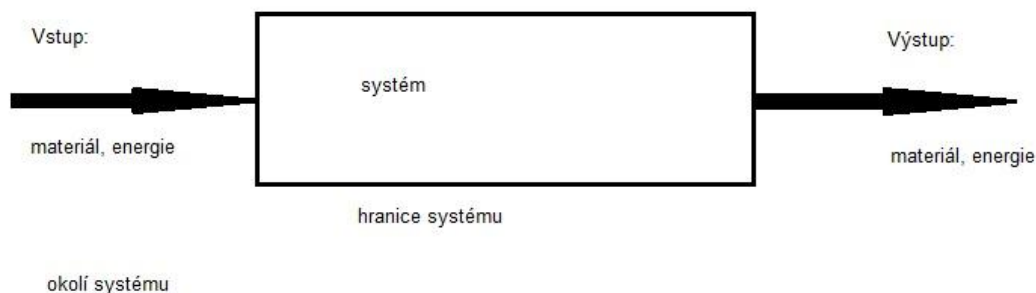
Cílem inventarizace je shromáždění veškerých environmentálně významných informací o konkrétních procesech v rámci celého produktového systému.

Inventarizaci provází tyto principy modelování. Prvním principem je model „*od kolébky do hrobu*“. Tento princip zahrnuje veškeré procesy od získávání surovin po odstraňování produktů. Velmi často se používá i princip „*od kolébky k bráně*“. Tento princip zahrnuje procesy od získávání surovin, avšak končí výrobou produktu.

Inventarizace se skládá z těchto činností: sestavení vývojového diagramu, sběru dat a výpočtu ekovektoru produktu. Výstupem inventarizace je inventarizační tabulka, která informuje o množství spotřebovaných surovin a do prostředí vypuštěných látek (Kočí, 2010).

Podle Čurdy je každý výrobek nebo činnost systém reprezentovaný souborem materiálově nebo energeticky propojenými operacemi. Tento systém je od svého okolí oddělen systémovými hranicemi; oblast za hranicemi je označována jako okolní prostředí systému (viz Obr. č. 3). Inventarizační analýza je kvalitativním a kvantitativním soupisem všech vstupů a výstupů, které spojují sledovaný systém s okolím (Čurda, 1996).

Obr. č. 3 Schéma jednoduchého systému



Zdroj: vlastní úprava podle Consoli, 1993

Vstupy zahrnují energii, suroviny, materiály pro zajištění jednotlivých etap životního cyklu a pomocné materiály. Výstupy jsou vlastní výrobky (včetně primárního balení), vedlejší produkty (produkt vznikající vedle hlavního výrobku), znečištění (vody, ovzduší, zeminy), odpad z výroby (veškerý materiál bez obchodovatelné hodnoty) a energetické emise (teplo, světlo, hluk, vibrace a záření) (Weinzettel a kol., 2008).

Okolím systému se chápe prostředí, které systém obklopuje navenek; komunikuje se systémem pomocí vstupů a výstupů (Weinzettel a kol., 2008).

▪ **Hodnocení dopadů**

Vlivy jednotlivých látek na životní prostředí nelze posuzovat jednotlivě a odděleně, neboť dochází ke vzájemnému ovlivňování a kumulaci účinků. Většinou tzv. primární efekty vyvolávají tzv. sekundární efekty v důsledku svého vzájemného působení (Remtová a kol., 1995).

V tomto kroku se převádí ekovektory produktových systémů na hodnoty jiných veličin, které posuzují problémy životního prostředí. Nové veličiny jsou nazývány *kategorie dopadu* (Kočí, 2010).

Hlavní myšlenkou kategorií dopadů je vyčíslení konkrétních škod na životním prostředí. Díky kategorii dopadu je možné se rozhodnout, který produkt je šetrnější k životnímu prostředí (Kočí, 2010).

Hlavní důvody pro hodnocení dopadů:

- 1) *Ekovektory zahrnují velké množství elementárních toků. Zde není možné se správně rozhodnout, který z produktů méně zatěžuje životní prostředí.*
- 2) *Nelze vzájemně porovnávat různé elementární toky s různými environmentálními účinky (Kočí, 2010).*

Dopadový řetězec je posloupnost dějů vyvolaná elementárním tokem. Indikátor kategorie dopadu vyjadřuje schopnost elementárních toků způsobovat nežádoucí účinky v životním prostředí. Existují dva typy indikátorů kategorie dopadu: midpointové a endpointové (Kočí 2010).

Hlavní kroky hodnocení dopadů:

- 1) Klasifikace vlivů – přiřazení všech elementárních toků (primárních efektů) obsažených v ekovektoru k jednotlivým kategoriím dopadu.
- 2) Charakterizace vlivů – číselné vyjádření velikosti dopadů elementárních toků na jednotlivé kategorie dopadu (Kočí, 2010).

Tedy provede se analýza, kvantifikace i agregace dopadů do jednoho ukazatele, který vyjadřuje celkový příspěvek systému k danému problému životního prostředí (Čurda, 1996).

Pomocí hodnot *charakterizačních faktorů* lze uskutečnit přepočet elementárního toku na jednotku indikátoru kategorie dopadu. Charakterizační faktor (dále CF) označovaný někdy jako ekvivalenční faktor či potenciál, je konstantní tabelovaná hodnota sloužící k vyčíslení míry působení elementárních toků na jednotlivé kategorie dopadu (Kočí, 2010).

- 3) Vyhodnocení vlivů – jedná se o určení relativní významnosti jednotlivých dílčích zátěží. Při tomto kroku se využívá metod z oboru teorie rozhodování. V této části se přihlíží k důvodům politickým i ekonomickým (Čurda, 1996).

Následující obrázek charakterizuje obecnou rovnici výpočtu výsledku indikátoru kategorie dopadu jednoho elementárního toku (viz Obr. č. 4).

Obr. č. 4 Obecná rovnice výpočtu výsledku indikátoru kategorie dopadu jednoho elementárního toku

$$V_{i,XY} = CF_{i,XY} \times m_i$$

Zdroj: Kočí, 2010

Symbol V_{XY} značí libovolnou kategorii dopadu XY, i značí elementární tok. Výsledek indikátoru kategorie dopadu lze vypočítat vynásobením $CF_{i,XY}$ (což je charakterizační faktor pro látku i a kategorie dopadu XY) s m_i (což je množství elementárního toku látky i) (Kočí, 2010). Soubor výsledků indikátorů kategorií dopadů se nazývá *environmentální profil* (Guinée, 2002).

Normalizace – jedná se o převedení výsledků indikátorů kategorie V_{XY} na bezrozměrné hodnoty normalizovaných výsledků indikátorů kategorie dopadu NV_{XY} .

Seskupování (čili agregace) – jedná se o proces na bázi kvalitativních dat, který zařazuje jednotlivé kategorií dopadu do určitých logických skupin.

Vážení – zde se hodnotí kategorie dopadu s ohledem na ekonomická a sociální hlediska (Kočí, 2010).

▪ **Interpretace – hodnocení návrhů na zlepšení**

Tento krok je důležitým shrnutím kroků z inventarizace či z hodnocení dopadů životního cyklu (Kočí, 2010).

Hlavním smyslem je vyhodnotit varianty, které povedou ke snížení ekologických zátěží ve vztahu k výrobku, procesu nebo činnosti (Čurda, 1996).

Okruhy činností interpretace lze shrnout do následujících kroků:

- identifikace významných zjištění;
- hodnocení;
- formulace závěrů a doporučení (Kočí, 2010).

3.1.8 Kritické přezkoumání studie LCA

Jelikož každé porovnávací tvrzení je společensky velmi citlivé, je zapotřebí nezávislé posouzení. Kritické přezkoumání studie LCA přispívá k zřetelnějšímu pochopení a k snadnějšímu porozumění.

Prvopočátky rozsahu a typu kritického přezkoumání jsou již formulovány ve fázi definice cílů a rozsahu studie. Také se v této fázi určí, kdo bude kritické přezkoumání provádět a jakým způsobem.

Člověk, který provádí kritické přezkoumání, se nazývá oponent. Kvalitní oponentura je schopná předejít nežádoucím reakcím příjemců studie či špatnému pochopení studie veřejnosti (Kočí, 2010).

3.1.9 Způsoby podávání zpráv z LCA studií

Každá zpráva by měla obsahovat zjištěné výsledky, použité údaje, metody, přijaté předpoklady a omezení. Studie LCA rozlišují dva typy zpráv – zprávu pro zadavatele studie LCA a zprávu pro veřejnost. Podrobnosti k obsahu těchto zpráv lze nalézt v ČSN EN ISO 14 040 a ČSN EN ISO 14 044 (Kočí, 2010).

3.1.10 Software pro LCA

Jelikož je aplikace všech požadavků v praxi velmi komplikovaná, staly se softwarové nástroje důležitou pomůckou pro zpracování LCA studie. Jedná se například o tyto softwary: GaBi, Bousted, SimaPro (Weinzettel a kol., 2008).

Softwarový nástroj zjednodušuje všechny fáze studie LCA. Uživatel si nejprve určí prvky cíle a rozsah studie. Během zpracování inventarizační analýzy má uživatel možnost zadávat vlastní procesy s jejich vstupy a výstupy. Rovněž může využít vestavěných knihoven procesů. Systém pro výrobky bývá obvykle rozdělen do „foreground“ a „background“ procesů. Foreground procesy jsou detailnější; jsou zpracovatelem zcela vytvořeny; hlavním smyslem je získat konkrétní údaje. Background procesy jsou obvykle brány z knihoven procesů a data jsou pak obecného charakteru. Hodnocení dopadů je v uživatelském rozhraní vybíráno z několika metod. Výsledek je zobrazen formou grafů nebo tabulek, které lze převést do jiného programu a dále s nimi pracovat (Weinzettel a kol., 2008).

Následující tabulka uvádí přehled všech dostupných softwarů k roku 2013.

Tab. č. 1 Přehled současných software sloužící pro LCA

Název	Kde lze nalézt	Internetový odkaz
BEES 4.0	Národní institut pro standardy a technologie (NIST)	http://www.nist.gov
The Boustead Model 5.0	Boustead Consulting Ltd.	http://www.boustead-consulting.co.uk
CMLCA	Středisko pro vědu životního prostředí (CML) - Leiden University	http://www.cmlca.eu
ECO-it 1.4	PRé Consultants bv	http://www.pre-sustainability.com
Economic Input-Output Life Cycle Assessment	Green Design Initiative of Carnegie Mellon	http://www.eiolca.net
The Environmental Impact Estimator	ATHENA Sustainable Materials Institute	http://www.athenasmi.ca
GaBi 4 Software	PE Europe GmbH and IBP University of Stuttgart	http://www.gabi-software.com
GEMIS	Öko-Institut	http://www.oeko.de
REET Model	The U.S. Department of Energy's Office of Transportation Technologies	http://reet.es.anl.gov
IDEMAT	Delft University of Technology	http://www.idemat.nl
LLamasoft	LLamasoft, Inc.	http://www.llamasoft.com
LCAPIX	KM Limited	http://www.kmlmtd.com
openLCA	GreenDelta GmbH	http://www.openlca.org
Windchill LCA	PTC Corporate Headquarters	http://www.ptc.com
Quantis Suite 2.0	Quantis	http://www.quantis-intl.com
SimaPro 7.3	PRé Consultants bv	http://www.pre-sustainability.com

SolidWorks	Dassault Systèmes SolidWorks Corp.	http://www.solidworks.com
SPOLD Data Exchange Software	Společnost pro podporu životního cyklu hodnocení	http://www.ecoinvent.org
TEAM	Pricewaterhouse Coopers Ecobilan Group	http://ecobilan.pwc.fr
Umberto	Institut pro environmentální informatiku, Hamburg	http://www.umberto.de

Zdroj: vlastní úprava podle <http://www.life-cycle.org>

3.1.11 Použití LCA

LCA lze bezesporu zařadit mezi nástroje environmentálního charakteru. LCA inspiruje hodnocení environmentálních rizik (dále ERA); lze uvažovat i o využití LCA v rámci posuzování vlivů záměrů na životní prostředí (dále EIA) a posuzování vlivů koncepcí na životní prostředí (dále SEA) (Kočí, 2010).

LCA lze použít v mnoha směrech. Využívá se například pro:

- Srovnávání alternativních produktů

V rámci srovnávání alternativních produktů lze tuto metodu využít pro produkty, služby či technologické procesy. Významnou oblastí technologických procesů se stalo i odpadové hospodářství (Kočí, 2010).

- Interní zlepšování

LCA je hojně využívána pro interní účely průmyslových podniků. Tato metoda může přispět ke zlepšení výrobních postupů, identifikovat procesy s největší spotřebou energie, a tak přispět k úspoře. Úsporná opatření podniků jsou zahrnuta v životním cyklu nákladů (dále LCC) (Kočí, 2010).

- Komunikaci s veřejností

V současné době působí velmi silný tlak ze strany veřejnosti na dodavatele produktů. Veřejnost má stále větší zájem o environmentálně šetrné produkty, a proto je důležité nechat si zpracovat studii LCA na své produkty (Kočí, 2010).

- Environmentální značení

Environmentální značení výrobků (slovní spojení pocházející z anglického slova Ecolabelling) je označení výrobků, které splňují určité parametry či kritéria, která určují nižší dopad na životní prostředí. Existují tři typy environmentálního značení: typ I, typ II a typ III. Environmentální deklarace o produktu (dále EPD) pochází z typu III. V rámci EPD je přihlíženo na celý životní cyklus výrobku (Kočí, 2010).

- Odpadové hospodářství

LCA v rámci odpadového hospodářství identifikuje environmentálně významné procesy či zátěže. Zaměřuje se na určení, zda návrhy na zlepšení mají být použity v rámci lokální optimalizace či v celém systému nakládání s odpady, a na hodnocení environmentálních dopadů jednotlivých alternativ v rámci nakládání odpadů (Kočí, 2010).

- Ekodesign

Ekodesign (dále DfE nebo D4E) je design produktu či služby, který minimalizuje dopady na životní prostředí při zachování funkčnosti a ekonomické efektivity. V environmentálním designu se usiluje o detoxifikaci a snížení materiálové náročnosti při zachování požadovaných vlastností produktu či služby (Kočí, 2010).

3.2 Odpady a odpadové hospodářství

Česká republika se začala podrobněji zajímat o problematiku odpadů od roku 1991. Právě v roce 1991 byl vydán první zákon o odpadech č. 238/1991 Sb. Tento zákon byl však několikrát pozměněn novelami zákona. Nyní je v platnosti zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a zákon č. 477/2001 Sb., o obalech. Tyto současné předpisy jsou neustále novelizovány (Hudáková, 2007).

Dle zákona o odpadech č. 185/2001 Sb. je odpadem každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit a přísluší do některé ze skupin odpadů uvedených v příloze č. 1 zákona o odpadech (zákon č. 185/2001).

3.2.1 Vznik odpadů

Vznikem odpadů je doprovázena veškerá výrobní i nevýrobní činnost společnosti. Teoreticky skutečný odpad neexistuje. U valné většiny výrobních postupů vznikají vedlejší produkty. Pokud výrobce neumí takové vedlejší produkty dále zpracovat, tak se nazývají odpadem (Kolář, 2000).

3.2.2 Rozdělení odpadů

Platná legislativa (vyhláška 381/2001 Sb.) v oblasti odpadů rozděluje odpady na dvě hlavní skupiny:

- 1) nebezpečné odpady;
- 2) ostatní odpady (vyhláška 381/2001).

Podle Vlastimila Altmana se odpady mohou dělit z několika hledisek:

- 1) Podle základních fyzikálních vlastností:
 - kapalné;
 - plynné;
 - tuhé;
 - směsné.
- 2) Podle vlivů na životní prostředí:
 - zvláštní (může se jednat i o nebezpečný odpad);
 - ostatní (Altman, 1996).

Odpady lze také členit dle následujícího členění, které vychází především ze zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech:

- *Nebezpečný odpad* - odpad uvedený v „Seznamu nebezpečných odpadů“ (vyhláška č. 381/2001 Sb.) a jakýkoliv jiný odpad vykazující jednu nebo více nebezpečných vlastností uvedených v příloze č. 2 zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech (zákon č. 185/2001).
- *Komunální odpad* – veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob a který je uveden jako komunální odpad v Katalogu odpadů, s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání (zákon č. 185/2001).
- *Domovní odpad* – jedná se o běžný odpad (tuhý odpad), který vzniká v domácnostech (papír, plasty, kov, sklo, zbytky potravin, popel). Tento pojem není legislativně vymezen (Balner a kol., 2003).
- *Směsný odpad* – jedná se o zbytkovou složku komunálního odpadu, která zůstává po celkovém vytrídění plastů, papíru, skla, kovu, objemného odpadu a dalších složek. Tento pojem není legislativně vymezen (Balner a kol., 2003).
- *Objemný odpad* – tento odpad zahrnuje domovní a živnostenský odpad. Jedná se o odpad, který nelze umístit do klasických sběrných nádob, které mají objem 80 až 1100 l. Jako příklad může být použit nábytek, koberce, stavební materiál, keramické dlaždice a jiné (Balner a kol., 2003).
- *Živnostenský odpad, průmyslový odpad, odpad z úřadů* (odpad podobný komunálnímu odpadu) – veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti právnických nebo fyzických osob oprávněných k podnikání a který je uveden jako komunální odpad v Katalogu odpadů (zákon č. 185/2001).

Odpadové hospodářství (anglicky Waste Management) je odvětvím, které se zobrazuje ve výrobním (odpady z výroby) i spotřebním cyklu (odpady ze spotřeby). Tedy odpadové hospodářství ovlivňuje všechny složky národního hospodářství (Kuraš, 2008).

Mezi hlavní cíle odpadového hospodářství patří:

- předcházení vzniku odpadů nebo jejich omezení;

- nakládání s odpady tak, aby byly maximálně využity jako druhotné suroviny a minimálně narušovaly životní prostředí (Kuraš, 2008).

3.2.3 Kategorizace odpadů podle Evropského katalogu odpadů

Evropský katalog odpadů (dále EWC) je seznam odpadů, který se dělí do 20 kapitol. EWC je vypracován podle standardů EU a je pravidelně aktualizován. Každá oblast odpadů je označena šestimístním kódem. Do položek jsou zahrnuty ostatní i nebezpečné odpady. Nebezpečné odpady se značí hvězdičkou (Hand, 2006).

Původce odpadů musí nejprve minimalizovat svou produkci a následně jí zařadit do správného odvětví. Tato odvětví se skládají z následujících položek:

1. Využití minerálů;
2. Zemědělská a potravinářská produkce;
3. Dřevo, celulóza, papír a lepenka;
4. Kůže, kožešiny a textilie;
5. Rafinace ropy, zemního plynu a uhlí čištěné pyrolýzou;
6. Anorganické chemikálie;
7. Organické chemikálie;
8. Nátěry, lepidla a těsnící inkousty;
9. Fotografická produkce;
10. Tepelné procesy (elektrárny, železné a ocelové využití, metalurgie);
11. Chemické povrchové úpravy kovů, dále neželezných kovů a hydro-metalurgie;
12. Tvarování a fyzikálně mechanické povrchové úpravy kovů a plastů;
17. Konstrukce a demolice staveb;
18. Zdraví lidí a zvířat, související péče a výzkum;
19. Nakládání s odpady a zařízení na úpravu vody;
20. Komunální odpady (Hand, 2006).

Nelze-li nalézt správnou kategorii, je možné odpad zařadit do číselné řady 13-15:

13. Odpadní oleje;
14. Odpadní organická rozpouštědla, chladicí a hnací média;
15. Odpadní obaly, hadry, filtrační materiály a ochranné oděvy (Hand, 2006).

Pokud ani v těchto kapitolách není odpovídající záznam, je možné odpad zařadit do poslední číselné řady č. 16 (Hand, 2006).

Nejméně vhodnou možností je číselná řada č. 99, ve které se vyskytují odpady jinak blíže neurčené (Hand, 2006).

3.2.4 Významné organizace působící v odpadovém hospodářství

Mezinárodní odpadová asociace (dále ISWA) byla založena v roce 1970, sdružuje organizace a individuální členy (Kolář, 2000). ISWA má za cíl podporovat a rozvíjet udržitelné a profesionální nakládání s odpady po celém světě (www.iswa.org).

Institut pro mezinárodní recyklaci (dále BIR) byl založen v roce 1948. Sdružuje odborníky a organizace zabývající se recyklací odpadů (Kolář, 2000). Je to jediné celosvětové recyklační průmyslové sdružení zastupující více než 850 společností a 40 přidružených federací ze 70 různých zemí. Jejimi členy jsou světové špičky, které jsou klíčovým pilířem udržitelného hospodářského rozvoje (www.bir.org).

Institut pro evropskou politiku životního prostředí (dále IEEP) je organizací, která byla založena v roce 1976 (Kolář, 2000). Hlavním cílem je rozšířit znalosti o Evropě a o životním prostředí; zároveň tak analyzovat a prezentovat možnosti environmentální politiky. Vytváří výzkumy a poradenství v oblasti vyhodnocování a provádění environmentálních a environmentálně souvisejících politik v Evropě (www.ieep.eu).

Evropská federace odpadového hospodářství (dále FEAD) je mezinárodní nezisková organizace, která vznikla v roce 1981. Byla založena zemskými svazy soukromého odpadového hospodářství Německa, Velké Británie a Francie (Kolář, 2000). Zahrnuje 19 členských států EU a Norsko. Mají přibližně 60% podíl na trhu s komunálním odpadem a zpracovávají více než 75% průmyslového a obchodního odpadu v Evropě (www.fead.be).

Institut pro odpadové hospodářství plastových materiálů (dále PWMI) je institut zabývající se možnostmi zneškodnění plastů. Ve světě se rozmáhají obrovské pokroky ve vývoji technologií pro recyklaci plastových odpadů z jiných zdrojů. Význam tepelné recyklace využívající plastů jako zdroje energie v rámci zachování ropných zdrojů, je také velmi rozšířen (www.pwmi.org.jp).

3.2.5 Strategie odpadového hospodářství

První zákon o odpadech z roku 1991 měl mít zpracované tzv. *Programy odpadového hospodářství*, ale nakonec se ukázalo, že tomu tak nebylo. Druhý zákon o odpadech z roku 1997 tyto Programy zcela vypustil. Zákon z roku 2001 již předepisuje zpracování *plánů odpadového hospodářství* na úrovni republiky, krajů a původců (Kuraš, 2008).

V jiných odvětvích již se začínaly postupně zpracovávat *strategické koncepce a plány*; jejich součástí by mělo být i odpadové hospodářství, bohužel to se objevuje jen výjimečně (Kuraš, 2008).

V roce 2003 byl vydán *Plán odpadového hospodářství ČR*. V roce 2005 bylo vypracováno *22 Realizačních programů*, které se týkají odpadového hospodářství. Ve stejném roce se dokončily i finální úpravy pro *krajské plány odpadového hospodářství*. Poté následovalo zpracování *plánů odpadového hospodářství původců* (Kuraš, 2008).

Všechny tyto dokumenty musí respektovat základní hierarchii odpadového hospodářství:

- předcházení a omezování vzniku odpadů;
- využívání odpadů;
- odstraňování odpadů – je na posledním místě (Kuraš, 2008).

Strategie odpadového hospodářství se vyznačuje těmito základními principy:

- trvale udržitelný rozvoj (dále TUR);
- zásada blízkosti a soběstačnosti;
- zásada předběžné opatrnosti;
- zásada – původce odpadu platí;
- zásada subsidiarity;
- hierarchie nakládání s odpady;
- environmentálně nejlepší proveditelná metoda;
- zásada odpovědnosti výrobce;
- zásada integrace (Váňa, 2009).

Podrobné informace k jednotlivým principům strategie odpadového hospodářství lze nalézt v příloze č. 1.

3.2.6 Nástroje strategie odpadového hospodářství

V současné době se politika životního prostředí spolu s principem udržitelného rozvoje integruje stále více do oblastí sociálních, ekonomických a i ostatních. K naplnění cílů Plánu odpadového hospodářství ČR (dále POH ČR) je velmi důležité znát účinnost jednotlivých nástrojů sloužících k podpoře zvýšení materiálového využití odpadů v České republice (Voštová a kol., 2009).

Nástroje sloužící k podpoře odpadového hospodářství se dělí:

- administrativní;
- ekonomické;
- ostatní (Kuraš, 2008).

Podrobné informace k jednotlivým nástrojům strategie odpadového hospodářství lze nalézt v příloze č. 2.

3.2.7 Legislativa odpadového hospodářství v ČR a EU

Česká republika

Jak již bylo zmíněno výše, prvním zákonem o odpadech se stal zákon č. 238/1991 Sb. Avšak vývoj stále vyžadoval další a další úpravy zákona, a tak tento zákon byl několikrát novelizován. Vznikla novela zákona č. 125/1997 Sb. ve znění zákona č. 167/1998 Sb., dále č. 350/1999 Sb. a č. 37/2000 Sb. Z důvodu vstupu České republiky do EU bylo zapotřebí upravit a začlenit základní dokumenty a směrnice o odpadovém hospodářství do nového zákona. Vznikl tak současný zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech (Váňa, 2009).

Hlavními zákony v české právní soustavě z hlediska odpadového hospodářství jsou tyto:

- **185/2001 Sb., o odpadech** – přijat dne 15. května 2001; je novelizován;
- **477/2001 Sb., o obalech** – přijat 4. prosince 2001, je novelizován (Váňa, 2009).

Mezi významné vyhlášky a nařízení vztahující se k odpadovému hospodářství v českém prostředí patří tyto:

- 99/1992 Sb. – Vyhláška Českého báňského úřadu o zřízení, provozu, zajištění a likvidaci zařízení pro ukládání odpadů v podzemních prostorech;
- 376/2001 Sb. – Vyhláška MŽP a MZ o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů;
- 381/2001 Sb. – Vyhláška MŽP o stanovení Katalogu odpadů, Seznamu nebezpečných odpadů;
- 382/2001 Sb. – Vyhláška MŽP o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdy, ve znění vyhlášky 504/2004 Sb.;
- 383/2001 Sb. – Vyhláška MŽP o podrobnostech nakládání s odpady, novelizováno vyhláškou č. 351/2008 Sb. (novela k autovrakům);
- 384/2001 Sb. – Vyhláška MŽP o nakládání s polychlorovanými bifenyly;
- 115/2002 Sb. – Vyhláška MPO o podrobnostech nakládání s obaly;
- 116/2002 Sb. – Vyhláška MPO o způsobu označování vratných zálohovaných obalů;
- 237/2002 Sb. – Vyhláška o podrobnostech způsobu provedení zpětného odběru některých výrobků (zde proběhla změna vyhláškou č. 505/2004 Sb. a vyhláškou č. 353/2005 Sb.);
- 641/2004 Sb. – Vyhláška o rozsahu a způsobu vedení evidence obalů a ohlašování údajů z této evidence;
- 294/2005 Sb. – Vyhláška o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu;
- 352/2005 Sb. – Vyhláška o podrobnostech nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady a o bližších podmínkách financování a nakládání s nimi;
- 341/2008 Sb. – Vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady (dále BRO);
- 352/2008 Sb. – Vyhláška o podrobnostech a nakládání s autovraky;
- 111/2002 Sb. – Nařízení vlády pro stanovení výše zálohy pro vybrané druhy vratných zálohovaných obalů;
- 197/2003 Sb. – Nařízení vlády o Plánu odpadového hospodářství ČR (Váňa, 2009).

Zákon o odpadech č. 185/2001 Sb. se vztahuje na všechny odpady. Výjimkou zůstávají jen odpadní vody, odpady z hornické činnosti, odpady drahých kovů, radioaktivní odpady, mrtvá lidská těla a ostatky, konfiskáty živočišného původu, nezachycené emise znečišťující ovzduší a odpady trhavin, výbušnin a munice (Váňa, 2009).

Evropská unie

Základním dokumentem se stal *Šestý akční program EU pro životní prostředí*, který byl určen pro období 2001 – 2010 a byl nazván „Životní prostředí 2010 – naše budoucnost – naše volba“. Tento program sděluje hlavní priority a cíle politiky ochrany životního prostředí (Váňa, 2009).

Hlavní strategické cíle odpadového hospodářství jsou vymezeny směrnicemi EU. Jedná se o tyto směrnice a nařízení:

- Směrnice o odpadech č. 98/2008 (ES) – tato směrnice byla přijata Evropským parlamentem a Radou v roce 2008. Implementována do českého prostředí byla v dubnu 2010. V této směrnici jsou například definovány:
 - podmínky pro stav, kdy odpad přestává být odpadem;
 - pravidla na podporu předcházení vzniku odpadů;
 - pravidla pro sběr a využití odpadů;
 - cíle pro členské státy k dosažení minimálního podílu recyklace papíru, kovů, plastů, skla a bioodpadů;
 - energetické využití odpadů (Váňa, 2009).
- Směrnice Rady 91/689/EEC o nebezpečných odpadech;
- Směrnice Rady 94/62/EC o obalech a obalových odpadech;
- Směrnice Rady 96/59/EC o odstranění polychlorovaných bifenyly a terfenylů;
- Směrnice Rady 91/157/EEC o bateriích a akumulátorech obsahujících určité nebezpečné látky – tato směrnice je doplněna směrnicemi, které zavádí dosažený technický pokrok 93/86/EEC a 98/101/EEC;
- Směrnice Rady 75/439/EEC o nakládání s odpadními oleji;
- Směrnice Rady 86/278/EEC o ochraně životního prostředí, zejména půdy, při použití čistírenských kalů v zemědělství;

- Směrnice Rady (78/176/EEC, 82/883/EEC, 92/112/EEC) o odpadech z výroby oxidu titaničitého;
- Směrnice Rady 2000/53/EC o vozidlech po skončení životnosti;
- Směrnice Rady 99/31/EC o skládkování odpadů;
- Směrnice EU (89/429/EC, 89/369/EC, 94/67/EC a 2000/76/EC) o spalování odpadů – sjednoceno s českou legislativou ovzduší;
- Nařízení Rady (EEC) 259/93 o přepravě odpadů;
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) 1774/2002 o vedlejších živočišných produktech – tyto produkty nejsou určeny k lidské spotřebě (Váňa, 2009).

V rámci legislativního prostředí existuje řada právních norem související s legislativou odpadového hospodářství. Jedná se především o tyto právní normy:

- **254/2001 Sb., o vodách** (vodní zákon);
- **201/2012 Sb., o ochraně ovzduší**;
- **44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství** (horní zákon);
- **166/1999 Sb., o veterinární péči** (veterinární zákon);
- **20/1966 Sb., o péči a o zdraví lidu**;
- **114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny**;
- **100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí**;
- **183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu** (stavební zákon);
- **361/2000 Sb., o silničním provozu** (silniční zákon);
- **13/1993 Sb., celní zákon**;
- **128/2000 Sb., zákon o obcích** (obecní zřízení);
- **500/2004 Sb., správní řád** (Kreníková, 1999).

3.2.8 Plán odpadového hospodářství České republiky

Plán odpadového hospodářství (POH) České republiky vznikl Nařízením vlády č. 197/2003 Sb. Jeho platnost je stanovena na dobu 10 let, tedy do roku 2013. Mezi hlavní strategické cíle patří snižování měrné produkce odpadů, využívání odpadů jako náhrady přírodních surovin, podpora odděleného sběru a materiálového využití u všech skupin odpadů, podpora trhu s recyklovanými výrobky a jiné (Váňa, 2009).

Podrobné informace k jednotlivým etapám realizačních programů POH ČR lze nalézt v příloze č. 3.

3.2.9 Data o produkci a nakládání s odpady v ČR a v zahraničí

Data o produkci a nakládání s odpady jsou důležitá pro celou Českou republiku. Podle směrnic Evropské unie je potřeba získávat podobné údaje od všech členských států (Hudáková, 2007).

Informační systém odpadového hospodářství

Zákon o odpadech č. 185/2001 Sb. ukládá povinnost Ministerstvu životního prostředí zpracovávat a vést evidenci o druzích odpadů, jejich množství, nakládání s nimi a zařízeních, která umožňují správné naložení s odpady. Tuto evidenci v českém prostředí vede Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. M., v.v.i. – Centrum pro hospodaření s odpady (dále CeHO). Tato evidence se nazývá Informační systém odpadového hospodářství (dále ISOH). Data do této evidence jsou získávána skrze oprávněné osoby, které jsou povinny zasílat každý rok hlášení o produkci a nakládání s odpady na příslušné obecní úřady obcí s rozšířenou působností. Tyto úřady po pečlivé kontrole zasílají jednotlivá hlášení na Ministerstvo životního prostředí (Hudáková, 2007).

Data z ISOH, která poskytuje CeHO, jsou důležitá pro Státní politiku životního prostředí, POH České republiky, Českou inspekci životního prostředí, Nezávislý kontrolní úřad, Státní fond životního prostředí, kontrolní činnost, směrnice Evropské unie, orgány veřejné správy v oblasti odpadového hospodářství, fyzické a právnické osoby (zákon č. 123/1998 Sb., o právu na informace o životním prostředí), Nařízení Evropského parlamentu a Rady ES, podnikatelské záměry, vědecké práce a jiné (Hudáková, 2007).

V databázi lze nalézt tyto informace: kraj, okres, adresa zařízení, název provozovatele, druh odpadu, typ zařízení, IČO, webové stránky (Hudáková, 2007).

Kromě ISOH lze každoročně najít kompletní statistiku dat v rámci odpadového hospodářství i ve Statistické ročence, kterou vydává ČSÚ (Kuraš, 2008).

Informační systémy v zahraničí

Mezi významné informační systémy patří Centrální evropské zařízení o environmentálních datech (dále CEDAR). CEDAR provozuje databáze ATTIC a VISITT, které informují o nebezpečném odpadu, technologiích pro úpravu nebezpečného odpadu, sanacích, místech kontaminovaných nebezpečným odpadem. SESAME je databáze, která pracuje s daty z Evropské unie. Obsahuje popis výzkumných a vývojových projektů (Kolář, 2000).

3.2.10 Nebezpečné odpady

Nebezpečným odpadem je odpad uvedený v „Seznamu nebezpečných odpadů“ (vyhláška č. 381/2001 Sb.) a jakýkoliv jiný odpad vykazující jednu nebo více nebezpečných vlastností uvedených v příloze č. 2 zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech (zákon č. 185/2001).

Nebezpečnými vlastnostmi odpadu jsou: výbušnost, oxidační schopnost, vysoká hořlavost, hořlavost, dráždivost, škodlivost zdraví, toxicita, karcinogenita, žíravost, infekčnost, teratogenita, mutagenita, schopnost uvolňovat vysoce toxické nebo toxické plyny ve styku s vodou, vzduchem nebo kyselinami, schopnost uvolňovat nebezpečné látky do životního prostředí při odstraňování, ekotoxicita (Váňa, 2009).

3.2.10.1 Hodnocení nebezpečných vlastností odpadů

Hodnocení nebezpečných vlastností odpadů provádí pouze pověřené fyzické nebo právnické osoby. Toto hodnocení se provádí, pokud například původce odpadu nebo oprávněná osoba, která s odpadem nakládá, se domnívá, že nebezpečný odpad je již bezpečný. V hodnocení existují dva subjekty Ministerstvo životního prostředí a Ministerstvo zdravotnictví. Ministerstvo životního prostředí hodnotí nebezpečné vlastnosti pod kódem H 1, H 2, H 3 (A, B), H 12, H 13 a H 14; ostatní vlastnosti spadají do kompetence Ministerstva zdravotnictví (viz Tab. č. 2). Osvědčení o vyloučení nebezpečných vlastností odpadů má časové omezení max. 4 roky (Váňa, 2009).

Tab. č. 2 Nebezpečné vlastnosti odpadu

Kód	Nebezpečné vlastnosti odpadu
H 1	Výbušnost
H 2	Oxidační schopnost
H 3 - A	Vysoká hořlavost
H 3 - B	Hořlavost
H 4	Dráždivost
H 5	Škodlivost zdraví
H 6	Toxicita
H 7	Karcinogenita
H 8	Žíravost
H 9	Infekčnost
H 10	Teratogenita
H 11	Mutagenita
H 12	Schopnost uvolňovat vysoce toxické nebo toxické plyny ve styku s vodou, vzduchem nebo kyselinami
H 13	Senzibilita (pokud jsou k dispozici zkušební metody)
H 14	Ekotoxicita
H 15	Schopnost uvolňovat nebezpečné látky do životního prostředí při nebo po odstraňování

Zdroj: vlastní úprava podle zákona 185/2001 Sb., o odpadech (příloha č. 2)

3.2.10.2 *Nebezpečný odpad v komunálním odpadu*

Jedním z hlavních cílů v rámci nebezpečných odpadů (dále NO) je snížení výskytu NO v komunálním odpadu. Sběr nebezpečných složek komunálního odpadu zahrnuje i složky neznámého obsahu nebezpečných látek (laky, lepidla, pryskyřice, léky). Nejvíce nebezpečných složek komunálního odpadu představují vyřazená elektrická a elektronická zařízení (Váňa, 2009).

3.2.10.3 *Nebezpečné odpady ze zdravotnictví*

Nebezpečný odpad ze zdravotnictví představuje přibližně 10 % všech odpadů ze zdravotnictví. Zdravotnické odpady zahrnují uvedené druhy odpadů: ostré předměty,

části těl a orgány, odpady se zvláštními požadavky s ohledem na prevenci infekce, odpady bez zvláštních požadavků (obvazy, oděvy, ložní prádlo na jedno použití, dětské pleny), chemikálie s nebezpečnými látkami, ostatní chemikálie, cytotoxická a cytostatická léčiva, ostatní léčiva, odpadní amalgam ze stomatologické péče. Stejně odpady jsou i v rámci veterinární péče (Váňa, 2009).

Infekčními odpady ze zdravotnictví jsou veškeré odpady z infekčních oddělení včetně zbytku jídel. Skládkování infekčního odpadu je zakázané. Z odpadu je vyloučen patologicko-anatomický odpad a onkologický odpad – tyto odpady je možné pouze spalovat. (Váňa, 2009).

3.2.11 Komunální odpady

Komunální odpad je veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob, a který je uveden jako komunální odpad v Katalogu odpadů, s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání (zákon č. 185/2001).

Původcem komunálního odpadu je vždy obec. Pokud je původcem odpadu podobající se komunálnímu odpadu jiný subjekt, vždy se jedná o živnostenský, průmyslový a jiný odpad. Zde je pak původcem fyzická nebo právnická osoba (Balner a kol., 2003).

Podle Katalogu odpadů se komunální odpad a odpad podobný komunálnímu odpadu řadí do tří skupin:

- složky z odděleného sběru (nebezpečné složky a využitelné složky);
- odpady ze zahrad a parků (včetně hřbitovního odpadu);
- ostatní komunální odpady (směsný komunální odpad, odpad z tržišť, uliční smetky, kal ze septiků a žump, odpad z čištění kanalizace, objemný odpad, komunální odpady jinak blíže neurčené) (www.eurochem.cz).

Katalog odpadu má pouze dvě kategorie – nebezpečné odpady (NO) a ostatní odpady (dále OO). V Katalogu odpadů se odpady dělí do skupin (celkem 20 skupin odpadů) a druhů (více než 800 druhů odpadů). Pokud je odpad smíchaný nebo znečištěn s nebezpečným odpadem, řadí se do tzv. zrcadlových položek. Tyto položky mohou, ale nemusejí vykazovat nebezpečné vlastnosti (Kuraš, 2008).

3.2.12 Základní povinnosti obce jako původce

- Obec jako původce musí vždy zajistit zařazení odpadů dle druhu a kategorie; také musí zajistit přednostní využití odpadů před odstraněním. Skládkování odpadů je až na posledním místě (Balner a kol., 2003).
- Převzetí odpadů, které obec nemůže odstranit, může předat osobě oprávněné k převzetí odpadů. Obec je povinna rovněž zjistit, zda tato osoba má dané oprávnění. Pokud se daná osoba neprokáže oprávněním, odpad jí nesmí být předán (Balner a kol., 2003).
- Obec má také povinnost zabezpečit odpady před odcizením, poškozením, únikem plynů, nebezpečných látek a jiné. Odpady musí shromažďovat ve sběrných dvorech (Balner a kol., 2003).
- Další povinností obce je vést evidenci o odpadech a o nakládání s nimi. Také musí vždy ohlašovat odpady a zasílat vyššímu správnímu úřadu podklady pro evidenci. Evidence se archivují po dobu 5ti let (Balner a kol., 2003).
- Další povinnost tkví v produkci odpadů. Pokud obec produkuje více než 1000 tun komunálního odpadu nebo více než 10 tun nebezpečného odpadu za rok, musí zpracovat plán odpadového hospodářství (Balner a kol., 2003).
- V případě, že obec vlastní skládku komunálních nebo nebezpečných odpadů či vytváří více než 100 tun nebezpečných odpadů za rok, musí stanovit odpadového hospodáře (Balner a kol., 2003).
- Obec má za povinnost rovněž zpřístupnit kontrolním orgánům (Česká inspekce životního prostředí) veškeré vstupy a informace související s odpadovým hospodářstvím (Balner a kol., 2003).
- Veškerý provoz zařízení pro odpadové hospodářství na území obce musí být schválen krajským úřadem (Balner a kol., 2003).

3.2.13 Nakládání s odpady

Obec může v rámci české legislativy zneškodnit odpad dvěma způsoby:

- 1) využíváním odpadů (příloha č. 3 zákona č. 185/2001).
- 2) odstraňováním odpadů (příloha č. 4 zákona č. 185/2001).

3.2.13.1 Využívání odpadů

V rámci sběru a třídění odpadů, lze jednotlivé vytříděné složky komunálního odpadu zařadit do těchto skupin – papír, plasty, sklo, kovy, nápojové kartony.

- Papír

Papír jako odpad tvoří 8-25 % z celkového množství komunálního odpadu v České republice. Z těchto procent je nejvíce zastoupen papír jako obal (39-65 %), ostatní připadá na noviny a ostatní tiskoviny. V České republice se vyprodukuje 15-40 kg papírového odpadu/osobu za rok (Balner a kol., 2003).

- Plasty

Plasty jako odpad tvoří 9-18 % z celkového množství komunálního odpadu v České republice. Plastové obaly tvoří 80 % podíl. V České republice se vyprodukuje 18-28 kg plastových odpadů/osobu za rok (Balner a kol., 2003).

- Sklo

Sklo jako odpad tvoří 7-9 % z celkového množství komunálního odpadu v České republice. Hmotnost skla je rok od roku nižší. U výrobků mající velký objem prodeje (pivo) jsou vratné obaly sbírány v zálohových vratných systémech. Ostatní obaly (víno, destiláty, likéry, konzervační sklo) jsou nevratné. V České republice se vyprodukuje 9-18 kg skleněného odpadu/osoba za rok (Balner a kol., 2003).

Sklo je 100 % recyklovatelné. Ve sklárně lze použít až 80 % střepe. Skutečnou úpravou skla se v České republice zabývají pouze dvě organizace. Střep se dále prodává dvěma zpracovatelům v České republice (Balner a kol., 2003).

- Kovy

Kov jako odpad tvoří 3-4,5 % z celkového množství komunálního odpadu v České republice. Nejčastěji se jedná o plechovky, konzervy, úlomky kovu z dílen apod. V České Republice se vyprodukuje 4-9 kg kovového odpadu/ osoba za rok (Balner a kol., 2003).

Kovy jsou 100 % využitelné (použití v hutích). Kovy jsou zpracovávány v kovošrotech. Podíl kovových odpadů je však velmi nízký (Balner a kol., 2003).

▪ Nápojové kartony

Nápojové kartony jako odpad tvoří 0,6-2,4 % z celkového množství komunálního odpadu v České republice. Jedná se o obaly od mléka, mléčných výrobků, ovocných šťáv, vína a jiné. V České republice se vyprodukuje 1-3 kg nápojových kartonů/osoba za rok (Balner a kol., 2003).

V roce 1999 vznikl projekt firem Tetra Pack, SIG Combibloc a později i Elopak, který přispěl k lisování kartonových krabic za tepla. Z těchto surovin se vyráběly desky, které se dají použít ve stavebnictví jako izolace. Zpracovatelská linka měla kapacitu 500 t/rok a byla vytvořena v Nové Pace. Měla však technické problémy, a tak v roce 2002 společnost EKO-KOM zahájila celoplošný sběr nápojových kartonů (Balner a kol., 2003).

3.2.13.2 Zneškodňování odpadů

Zneškodňování odpadů je důležité z hlediska zbavování odpadů nebezpečných vlastností. Mezi hlavní způsoby zneškodňování odpadů patří:

- 1) skládkování;
- 2) tepelné zpracování odpadů (termické metody);
- 3) fyzikálně-chemické metody;
- 4) biologické metody (Kudelová, 1999).

- Skládkování

Skládkováním odpadů se rozumí zneškodňování odpadu jeho trvalým ukládáním na skládku, při němž poškozování životního prostředí nebo ohrožení zdraví lidí nepřesáhne míru stanovenou právními normami v životním prostředí (Kreníková, 1999).

Jedná se o nejstarší způsob nakládání s odpady. Směsný komunální odpad je v České republice podroben skládkování z více než 80 % (Balner a kol., 2003). K 30. 8. 2010 bylo v České republice 179 skládek (www.ceho.cz).

Podle Kamily Kudelové každá skládka musí mít dokonalý těsnicí systém (oddělující skládku od okolního prostředí); drenážní systém; zařízení na jímání skládkového plynu a jeho využití či zneškodnění; zařízení na příjem, hutnění a

ošetření odpadu; projekt skládky i rekultivace; finanční rezervu na rekultivaci a zabránění škod na životní prostředí (Kudelová, 1999).

Během skládkování odpady podléhají anaerobnímu rozkladu. Tímto rozkladem vzniká skládkový plyn obsahující metan a oxid uhličitý. Tyto sloučeniny jsou velmi nebezpečné z hlediska ochrany ovzduší, a proto jsou neustále pod monitorovacím dozorem (Balner a kol., 2003).

Optimální doba biologicky činné skládky se pohybuje v rozmezí 15-20 let. Skládkový plyn lze rovněž využívat; toto využití je však ovlivněno různými faktory. Například obecně se plyn využívá u skládek s kapacitou 50 tisíc tun uložených odpadů za rok (Balner a kol., 2003).

Životnost skládky je ovlivněna také tím, jak je skládka hutněna kompaktozem a překrývána. Běžně se odpady na skládku ukládají ve vrstvách 1,5 – 2 m za den (Balner a kol., 2003).

Skládky se v českém prostředí dělí na tyto tři kategorie:

- 1) S-IO = skupina S inertní odpad (určeno pro inertní odpady);
- 2) S-OO = skupina S ostatní odpad (určeno pro ostatní odpady, komunální, směsné, stavební a demoliční odpady);
- 3) S-NO = skupina S nebezpečný odpad (určeno pro nebezpečné odpady).

Veškeré další podrobnosti o nakládání s odpady lze nalézt ve vyhlášce č. 383/2001 Sb. (Balner a kol., 2003).

V rámci terminologie skládkování existují odpady, které nesmějí být ukládány na skládky:

- kapalné odpady a odpady, které sedimentací uvolňují ve značné míře kapalnou fázi;
- nebezpečné odpady, které jsou výbušné, vysoce hořlavé, oxidující, uvolňující při styku s vodou či vzduchem jedovaté plyny;
- akutně toxické látky obsahující karcinogeny, mutageny, teratogeny nebo látky s embryotoxickým účinkem, infekční odpady a odpady prudce reagující s vodou nebo organickými látkami;

- chemické a biologické látky, jejichž složení nebylo zjištěno nebo jsou nové a jejich účinky na člověka nebo životní prostředí nejsou známy (vznikají především při výzkumné, vývojové nebo výukové činnosti);
- veškerá léčiva;
- odpady silně zapáchající;
- nádoby a zařízení s obsahem plynu pod tlakem;
- odpady obsahující organokovové sloučeniny;
- olovené a nikl-kadmiové akumulátory;
- veškeré odpady ze zpracování dehtů;
- biocidy (pesticidy);
- vytríděné využitelné odpady (např. textilní materiály, pneumatiky, kompostovatelné odpady);
- vyřazená zařízení;
- odpady obsahující nadměrné množství škodlivin dle přílohy vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady (Kudelová, 1999).

Celkové náklady na zřízení skládky jsou v desítkách až stovkách milionů korun. Původce odpadu většinou platí celkovou cenu, ve které jsou již zahrnuty i tyto investiční a provozní náklady. V této celkové ceně je rovněž zahrnut i poplatek za skládkování. Základní poplatek jde do příjmů obce, ve které se daná skládka nachází. U nebezpečných odpadů se ještě připočítává tzv. riziková složka, která je příjmem SFŽP (Balner a kol., 2003).

Mimo jiné provozovatel skládky je povinen zpracovat a následně nechat si schválit provozní řád skládky. Tento řád obsahuje seznam odpadů, které je možné uložit na skládku, dále převzetí odpadů a dokladové vybavení k převzetí. Obsahuje také podmínky, kdy není možné odpad uložit na skládku (Kudelová, 1999).

Skládky se dělí na mnoho typů podle různých kritérií:

1) Podle charakteru skládky:

- řízené skládky – zde jsou dodržovány zásady a postupy řízeného skládkování;

- černé (divoké) skládky – jedná se o skládky vzniklé nahodile; nerespektují ochranu životního prostředí ani estetickou hodnotu krajiny (Kudelová, 1999).
- 2) Podle druhu ukládaných odpadů:
- skládky jednodruhové – zde se ukládá pouze jeden druh odpadu v dané výluhové třídě;
 - skládky vícedruhové – zde se ukládají rozdílné druhy odpadů v dané výluhové třídě; jsou ukládány podle zvláštního ukládacího řádu (Kudelová, 1999).
- 3) Podle způsobu technického zabezpečení a provozování:
- skládka S I – pro odpady kategorie ostatní odpad, jejichž vodný výluh nepřekračuje limitní hodnoty výluhové třídy č. I;
 - skládka S II – pro odpady kategorie ostatní odpad, jejichž vodný výluh nepřekračuje limitní hodnoty výluhové třídy č. II;
 - skládka S III – pro odpady kategorie ostatní odpad, jež nespádají do vodného výluhu a pro odpady kategorie ostatní odpad, jejichž vodný výluh nepřekračuje limitní hodnoty výluhové třídy č. III;
 - skládka S IV – pro odpady kategorie nebezpečný odpad a odpady překračující limitní hodnoty výluhové třídy č. III (Kudelová, 1999).
- 4) Podle usazení v terénu:
- podúrovňové;
 - nadúrovňové;
 - kombinované;
 - podzemní;
 - příkopové (Kudelová, 1999).
- 5) Podle těsnění:
- netěsněné;
 - těsněné přírodním materiálem (jíly, nepropustná nenarušená skála);
 - těsněné syntetickým materiálem (folie, polyetylen, asfaltové suspenze);
 - skládky s kombinovaným těsněním (vrstva jílu + folie) (Kudelová, 1999).

6) Podle specifických vlastností:

- časově omezené skládky – pouze k uložení odpadu, který bude později využíván;
- řízené skládky odvalové hlušiny – při těžbě; používá se též odval, halda nebo výsypka;
- odkaliště – skládky pro ukládání materiálů dopravovaných v hydrosměsi (Kudelová, 1999).

Uzavření skládky značí souhrn prací, jež jsou prováděny následně po dokončení skládkování. Jedná se o úpravu tvaru tělesa skládky, uzavření a rekultivace, pozorování a monitoring skládky. Hlavním cílem uzavření je zabránění potenciálního ovlivnění složek životního prostředí (Kudelová, 1999).

Rekultivace skládky je proces, který vytváří vhodné podmínky pro následné využití území. Způsoby rekultivace a využití území závisí na místních podmínkách, druhu uložených odpadů, tvaru skládky. Většinou se provádí rekultivace pro hospodářské využití či ozelenění travním porostem a dřevinami. Mezi další zajímavé konečné úpravy patří vytvoření ploch pro rekreační účely a sport nebo skladování. Rekultivace se dělí na dva postupy – technická rekultivace a biologická rekultivace (Kudelová, 1999).

Asanace skládek je souborem opatření vedoucí k ozdravení životního prostředí a odstranění nežádoucího stavu (Kudelová, 1999).

- Tepelné zpracování odpadů

SPALOVÁNÍ

Spalování odpadů spolu s pyrolýzní technologií, tlakovým zplyňováním, hydrogenační metodou patří podle technického hlediska mezi tzv. *tepelné zpracování odpadů* (Kudelová, 1999).

Průměrně se v České republice spálí 5 % tuhých komunálních odpadů. Díky spalování se zmenší objem odpadu až o 90 % objemu. Spalování rovněž bezpečně zlikviduje organické složky a uvolněné teplo lze využít pro výrobu páry a následně pro ohřev vody (Balner a kol., 2003).

Mezi nevýhody této metody patří vysoké investiční i provozní náklady; dále také vznikají emise plyných škodlivin, které se úplně neodstraní ze spalin (NO_x) (Kudelová, 1999).

Průběh spalování se obvykle skládá ze šesti procesů:

- pásmo sušení (předsoušení odpadu);
- pásmo zplyňování odpadu;
- pásmo zapálení odpadu;
- pásmo spalování plynů;
- pásmo hoření;
- pásmo vyhořívání a odvádění tepla.

Tato pásma obvykle probíhají postupně, ale mohou probíhat i současně. Komunální odpady se spalují při teplotě 900 °C (Kudelová, 1999).

Druhy spalovacích zařízení se posuzují podle mnoha parametrů; například podle kapacity, charakteru spalovaných odpadů, typu spalovacího systému, způsobu využití odpadního tepla, chlazení, čištění kapalin a jiné (Kudelová, 1999).

1) Podle konstrukce spalovacího zařízení se pece dělí:

- roštové pece (pevné rošty, pohyblivé rošty);
- rotační pece (bubnové, rourové);
- ostatní pece (šachtové, etážové, muflové, komorové, prostorové, speciální) (Kudelová, 1999).

2) Podle cyklu provozu se pece dělí:

- periodické;
- kontinuální;
- zvláštní (Kudelová, 1999).

V České republice jsou funkční následující typy spalovacích zařízení:

1) spalovny komunálních odpadů

Mezi největší spalovny komunálního odpadu v České republice patří tyto společnosti Pražské služby a.s. (Praha, kapacita 310 tis. t/rok), SAKO Brno a.s. (Brno, kapacita 224 tis. t/rok) a TERMIZO Liberec a.s. (Liberec, kapacita 96 tis. t/rok). Slouží jako zařízení pro energetické využití (www.povodne.info).

2) spalovny průmyslových odpadů

K 18. 4. 2011 bylo v České republice v provozu 28 spaloven průmyslového a zdravotnického odpadu. V České republice existuje ještě dalších 5 provozoven, které jsou zdroji znečištění ovzduší pro spoluspalování odpadu (www.povodne.info).

3) cementářské pece

Podle autorky knihy Odpady byly v roce 1997 v České republice provozovány 3 cementárny s cementářskými rotačními pecemi pro spalování odpadů (Kudelová, 1999).

4) teplovzdušné kotle na spalování upotřebených olejů

Teplovzdušné kotle jsou speciálními kotlíky na spalování odpadních olejů s výkonem 5 – 20 kg za hodinu. Musí splňovat dodržování podmínek kvality „paliva“ (upotřebené oleje nesmí obsahovat PCB v množství větším než 10 ppm). Jsou schváleny Českou inspekcí životního prostředí (Kudelová, 1999).

V současné době jsou spalovny nastaveny na velmi šetrné procesy v rámci životního prostředí. Škvára, která se tvoří během spalování, se obvykle používá ve stavebnictví. Nebezpečný popílek je stabilizován; později se v nerozpustné podobě ukládá na skládky (Balner a kol., 2003).

Vznik odpadní škváry a exhalace mají negativní dopad na životní prostředí. Při spalování 1 tuny komunálního odpadu vznikne 300 kg škváry, 10 – 40 kg prachových částic zachycených ve filtrech a 5 – 12 kg reakčních produktů z mokrého čištění spalin (Kudelová, 1999).

Spalovny odpadů obvykle procházejí dvoustupňovým čištěním spalin. Jedná se o kombinaci elektrostatických odlučovačů a plyných praček. Toto dvoustupňové čištění se používá pro nedokonalé spalování spalin těžkých kovů, chlorovaných sloučenin. U nových spaloven je již vyžadován i třetí stupeň čištění spalin, který zachycuje dioxiny na aktivním uhlí (Kudelová, 1999).

Některé průmyslové odpady mají sklon k vysoké kouřivosti (plasty, pryž), a proto spalovny mají speciální dohořívající komoru s teplotami, které jsou vyšší než 1200 °C (Kudelová, 1999).

Celkové náklady na zřízení spalovny jsou v řádech stovek milionů až miliard korun. Nejvíce finančně náročné jsou technologie pro čištění spalin. Z environmentálního a ekonomického hlediska jsou nejčastěji budovány spalovny s kapacitou 100 tisíc t/rok (Balner a kol., 2003).

V České republice v současné době je preferován způsob skládkování (a to díky nízkým cenám). Spalovny spalují odpad za velmi drahých podmínek, jelikož se v této ceně projevuje investiční i provozní složka spaloven. Do budoucna by mělo dojít k vyrovnání cen mezi skládkováním a spalováním (Balner a kol., 2003).

PYROLÝZNÍ TECHNOLOGIE

Pyrolýza (zplyňování, karbonizace) je tepelným rozkladem organických materiálů za nepřístupu kyslíku, vzduchu, oxidu uhličitého a vodní páry. Obvykle se provádí v rotačních pecích při teplotě okolo 500 °C. Vzniklé plyny se pak spalují v termoreaktoru. Nevýhodou je zneškodnění pyrolýzního koksu a kapalných uhlovodíků. Další nevýhodou je vyšší ekonomická náročnost. (Kudelová, 1999).

Podle reakční teploty se pyrolýza dělí:

- nízkoteplotní (pod 500 °C);
- středněteplotní (500 až 800 °C);
- vysokoteplotní (nad 800 °C) (Kudelová, 1999).

HYDROGENAČNÍ METODY

Hydrogenace je termická metoda využívající teploty 400 – 650 °C.

Vznikají tím plynné a kapalně uhlovodíky (Kudelová, 1999).

- FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÉ METODY

Podrobnější informace k fyzikálně-chemickým metodám lze nalézt v příloze č. 4.

- BIOLOGICKÉ METODY

Podrobnější informace k biologickým metodám lze nalézt v příloze č. 5.

4. Praktická část

4.1 Základní charakteristika zájmového území

Město Benešov leží přibližně 40 km od Prahy. Nachází se ve Středočeském kraji mezi řekou Sázavou a horou Blaník, která je opředena pověstí o blanických rytířích. Benešov je velmi zajímavým turisticky vyhledávaným místem, neboť se nachází v blízkosti dopravních tepen a zároveň jej obklopuje nádherné přírodní a kulturní prostředí. Benešov leží zhruba ve výšce 360 m n. m. a má přibližně 16 500 obyvatel (www.benesov-city.cz).

Přesnou polohu města Benešova na mapě České republiky znázorňuje Obr. č. 5. Benešov je znázorněn červeným zvýrazněním. Detailnější mapa celého Benešova je zveřejněna v příloze č. 6.

Obr. č. 5 Umístění Benešova na mapě ČR

Kraje a okresy České republiky



Zdroj: vlastní úprava podle www.czso.cz

Kulturní a sportovní vyžití je ve městě dostačující. Nachází se zde Městská knihovna, Muzeum umění a designu s expozicí grafického designu, fotografie a kolekci české grafiky 20. století a současného sochařství a historická expozice

Muzea Podblanicka. Dále se zde každý rok konají festivaly Podblanický podzim a Jaro Josefa Suka. Mezi nejvýznamnější sportovní objekty patří fotbalový stadion, plavecký bazén, minigolf, tenisové kurty, venkovní písčité hřiště na volejbal (www.benesov-city.cz).

V rámci rozvoje hospodářství se zde uchytilo mnoho významných společností. Mezi nejvýznamnější patří například BAEST, a.s., Pivovar Ferdinand a.s., mlékárna Danone, a.s. a reklamní společnosti Quo, s.r.o. (www.benesov-city.cz).

4.2 Spalovna odpadů v Nemocnici Rudolfa a Stefanie Benešov, a.s.

Ve Středočeském kraji se nacházejí tři spalovny nebezpečného odpadu. Jedná se o spalovnu v Kralupech nad Vltavou, Kolíně a Benešově. V porovnání s ostatními spalovnami ve Středočeském kraji, má spalovna odpadu v Benešově nejmenší kapacitu pro spalování. Také se může pyšnit tím, že je nejmladší, a proto jsou v ní zakomponována technická zařízení, která nabízejí co možná nejšetrnější ochranu v rámci životního prostředí.

4.2.1 Základní technické a spotřební informace

Spalovna odpadů v Benešově se řadila podle starého zákona o ochraně ovzduší (zákon č. 86/2002 Sb.) mezi tzv. stacionární střední zdroje znečišťování ovzduší. Podle nového zákona o ovzduší (zákon č. 201/2012 Sb.) se již toto rozdělení nevyužívá. Nový zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší využívá pojmy uvedené v příloze č. 2 tohoto zákona (zákon č. 201/2012).

▪ Základní parametry spalovny

Spalovna odpadů v Benešově je typu PL-10-200. Druh odpopelňování je kontinuální s hydraulickými rošty, tedy působí nepřetržitě 24 hodin denně. Maximální výkon je stanoven na 200 kg/hod při výhřevnosti 14,4 MJ/kg. Tepelný výkon je 1 200 kW. Z této hodnoty je však využitelný tepelný výkon stanoven na 850 kW, tj. 1,14 t páry/hod. Teplota v pyrolýzní komoře se pohybuje mezi 250 – 900 °C. Teplota ve spalovací komoře se pohybuje mezi 1 150 – 1 250 °C. Prodleva spalin při 1 200 °C a 6 % O₂ je minimálně 2 s (Provozní řád spalovny, 2011).

- **Kapacita technologie spalovny**

Spalovna dokáže spálit až 1000 t odpadu za rok. Celkový průměrný výkon je 140 kg/hod. Využitelná energie ve vztahu k přijímaným odpadům je 4 100 kW/t. Energetická náročnost spalovny v přepočtu na hmotnostní jednotku přijímaných odpadů je 2 386 kW (Provozní řád spalovny, 2011).

- **Spotřeba energií ve spalovně**

V rámci elektrické energie je instalovaný výkon 50 kW; trvalý příkon za provozu je 30 kW. Zemní plyn má maximální spotřebu 65 m³/h; průměrná spotřeba je 40 m³/h. V rámci spotřeby užitkové vody pro technologii se spotřebuje maximálně 1 m³/h. Napájecí voda má teplotu 105 °C a její spotřeba dosahuje 1,1 m³/h. Stlačeného vzduchu se využívá 70 m³/h (Provozní řád spalovny, 2011).

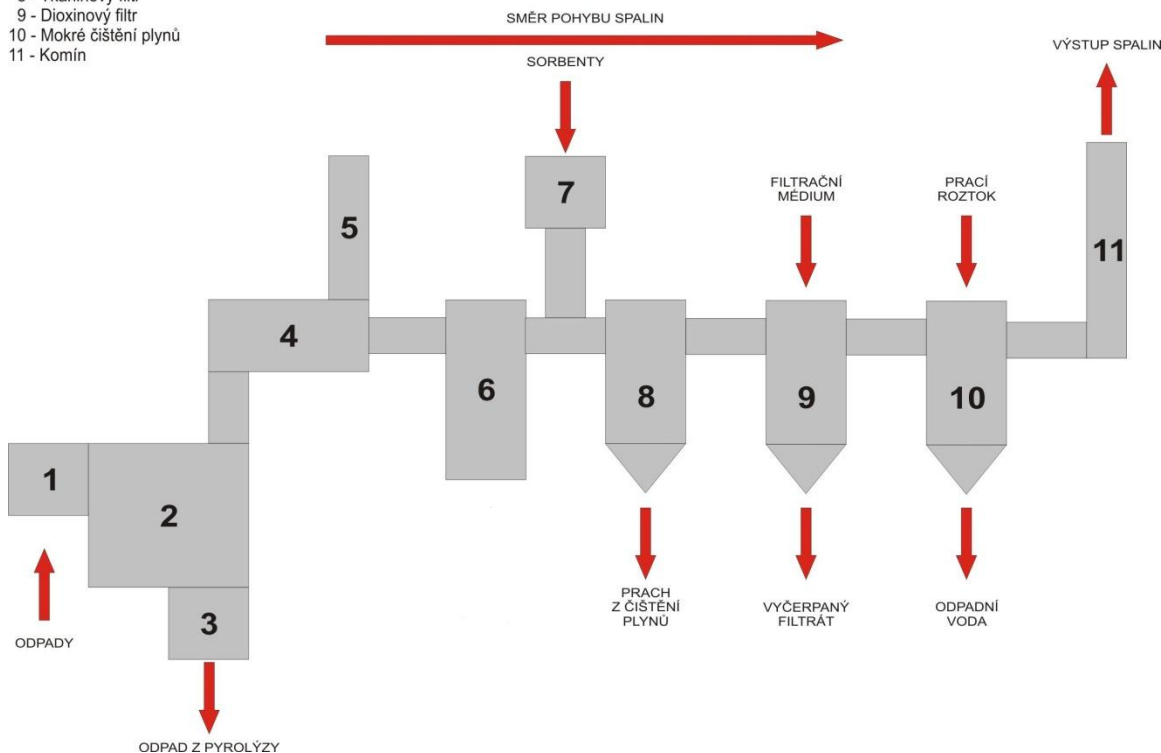
- **Spotřeba pomocných látek ve spalovně**

Jako pomocné látky se ve spalovně v Benešově využívá hydroxid sodný (spotřeba 2,5 kg/h), sorbent BICAR 04AD (spotřeba 2,2 – 3,6 kg/h), CHEZACARB B (spotřeba 0,2 – 0,3 kg/h), mazací tuky (spotřeba 2 kg/rok) a olej pro stabilní kompresorovou stanici SKS 70 (spotřeba 2 x 8g/h) (Provozní řád spalovny, 2011).

4.2.2 Popis částí a procesů probíhajících ve spalovně

Obr. č. 6 Blokové schéma spalovny

- 1 - Příkládací zařízení
- 2 - Pyrolýzní komora
- 3 - Odpopelňovací zařízení
- 4 - Spalovací komora
- 5 - Havarijní - nouzový komin
- 6 - Výměník tepla
- 7 - Dávkovač sorbentu
- 8 - Tkaninový filtr
- 9 - Dioxinový filtr
- 10 - Mokrě čištění plynů
- 11 - Komin



Zdroj: Provozní řád spalovny, 2011

Výše uvedený obrázek popisuje uspořádání jednotlivých komponentů, ze kterých se skládá celá spalovna. V následujícím odstavci bude rozebrán postupně celý proces spalování odpadu.

Odpad je z kontejneru vyklápen do násypky příkládacího zařízení. **Příkládací zařízení (1)** má speciální podávací a zatlačující zařízení, které posouvá vsázku (odpad) do pyrolýzní komory. Zde se nachází hydraulický lis s pístem, který po uzavření a zaaretování víka stlačuje odpad. Tento postup odstraní z odpadu přebytečný vzduch. Mezi příkládacím zařízením a pyrolýzní komorou se nachází hradítko. Jakmile se hradítko zvedne, píst tlačí vsázku do pyrolýzní komory. Při pohybu pístu do původní polohy je v systému naprogramována STOP – fáze, která brání úniku nežádoucího pyrolýzního plynu z komory.

Pyrolýzní komora (2) umožňuje rozložit vsázku za vysoké teploty, a to bez přístupu vzduchu. Uvnitř pyrolýzní komory je žáruvzdorná vyzdívka, která odolává vysokým

teplotám (900 – 1000 °C). Pyrolýzní komora obsahuje hořák na zemní plyn. Tento hořák je v činnosti 10 – 60 s a slouží k zapálení odpadu. Hořák je vybaven speciálním teplotním čidlem, které nesmí klesnout pod 950 °C. V pyrolýzní komoře se odpad rozdělí na dvě části – na zbytkovou část, která se hromadí v odpopelňovacím zařízení a část, která dále postupuje do spalovací komory. V **odpopelňovacím zařízení (3)** se hromadí popel na hydraulickém roštu, který je funkční nepřetržitě 24 h denně. Popel se automaticky vysype do pláště roštu, který je rozdělen do dvou násypků, násypky jsou následně rozděleny do dvou popelnic. Obsah popelnic je vyprazdňován do shromažďovacího výměnného kontejneru. **Spalovací komora (4)** má také žáruvzdornou vyzdívku, která odolává teplotám až 1 250 °C. Spalovací komora produkuje teplo, které se dále využívá. V reaktoru se teplo ohřívá pomocí stabilizačního plynového hořáku na cca 1000 °C (tím se plyn stává hořlavým). Do spalovací komory se dále přivádí i sekundární vzduch. Díky tomu, že se teplo v reaktoru ohřívá na 1 000 – 1 100 °C, dochází k likvidaci škodlivin. Prodléva spalín trvá 2,5 – 3 s. Ze spalovací komory ústí vývod do **nouzového komína (5)**. Nouzový komín odvádí spaliny z pyrolýzní a spalovací komory v případě odstavení zařízení. Ve **výměníku tepla neboli kotli (6)** se využívá odpadní teplo. Ve výměníku se sníží teplota z 1 100 °C na 200 °C. Pomocí získaného tepla se vyrábí sytá vodní pára, která je dále vedena parními rozvody kotelny. Výměník je vybaven ekonomizérem, kde je spalínami, vystupujícími z výparníkové části, ohřívána vstupní napájecí voda. Voda a pára se pak nachází v mezitrubkovém prostoru. Ve výměníku se rovněž nachází zařízení pro odlučování pevných částic a prachu. Další částí je tzv. **dávkovač sorbentu – dispergátor (7)**, který slouží k předčištění spalín. K čištění spalín se využívají 2 metody: a) aktivní uhlí (metoda je finančně náročná), b) vápenec (metoda je finančně méně náročná). Tato spalovna využívá kombinaci obou metod. V dávkovači sorbentu se využívá vápenec v mleté, prachové konzistenci. Spalovna využívá sorbenty produktové řady BICAR a CHEZACARB B. Sorbenty jsou v hmotnostně řízených množstvích nezávisle dávkovány do spalín proudících spalínovým potrubím. Tím dochází ke snížení emisí o 40%. Ve **filtru spalín – tkaninovém filtru (8)** dochází k odloučení tuhých částic s naadsorbovanými těžkými kovy ze spalín a odloučení adsorbentů ve spalínách (tzv. popílků). Vyprázdnění filtru se provádí do tzv. big-bagu, který je ve spodní části filtru. Filtr má řídicí systém, který sleduje důležité parametry a reguluje regeneraci tlakovým vzduchem. Po naplnění big-bagu se povolá oprávněná autorizovaná

společnost, která obsah big-bagu zlikviduje. Tento filtr nezachycuje kysličníky a dioxiny, a proto spaliny odloučené od pevných částic postupují dále do **dioxinového filtru (9)**. Tento filtr zachycuje zbytky těžkých kovů a látek typu PCDD/F. Zde dochází k druhé metodě čištění spalin pomocí aktivního uhlí. Filtr má 3 velkokapacitní komory sloužící pro zpomalení spalin a 2 mezikomory, které jsou naplněné aktivním uhlím. Skrze aktivní uhlí procházejí spaliny a tím se čistí. Vypouštění dioxinového filtru se provádí do velkoobjemových vaků (big-bagů), které jsou upevněné pod filtrem. V rámci **mokrého čištění plynů – mokré pračky plynů (10)** dochází ke dvěma stupňům čištění. V prvním stupni dochází k promíchání spalin s velkým množstvím prací kapaliny. Ve druhém stupni dochází k čištění spalin od kyselých složek (např. oxidy síry, chlorovodík, fluorovodík apod). Druhý stupeň čištění se provádí chemickou reakcí s hydroxidem sodným. Spaliny ve formě kysličníku s vodou se stávají sodnými solemi, které se vypouští do odpadních vod. Vyčištěné spaliny odcházejí přes odlučovač kapek do komína. Hodnota pH pracího roztoku je stále měřena, registrována a udržována konstantní. K udržování příslušné pH pracího roztoku se používá 30 % roztok hydroxidu sodného. **Komín vyčištěných spalin (11)** slouží k odvedení vyčištěných spalin do atmosféry. Před komínem je usazen odtahový ventilátor, který pod tlakem zajišťuje správný směr pohybu spalin. V komíně jsou rovněž příruby, kde jsou čidla pro měření emisí vystupujících ze spalovny (Provozní řád spalovny, 2011; osobní konzultace).

4.2.3 Vstupy spalovny

- **Spalované odpady**

Ve spalovně odpadů v Benešově je možné spalovat následující odpady:

- a) odpady z humánní a veterinární péče a z výzkumu s tím spojeného;
- b) části těl zemřelých, amputované části lidských těl, plodů po potratu, plodových lůžek (ve smyslu zákona č. 285/2002 Sb., transplantační zákon);
- c) tuhé průmyslové odpady (Provozní řád spalovny, 2011).

Ve spalovně platí přísný zákaz spalovat následující odpady: uzavřené obaly s nezjištěným obsahem (výjimku tvoří spalitelné kontejnery pro zdravotní odpad); odpady ze stomatologických pracovišť obsahující rtuť; různá zařízení obsahující rtuť; kyseliny a zásady; výbušniny a střelivo; kovové obaly s rozměrem větším než 20 x 20 x 20 cm; odpady s obsahem PVC větším než 2%; pesticidy s obsahem chloru

v některých kombinovaných přípravcích; rozpouštědla s obsahem perchlorethylenu; kal s obsahem rozpouštědel s chlorovanými uhlovodíky; hořlaviny I. a II. třídy (Provozní řád spalovny, 2011).

V roce 2012 bylo ve spalovně Benešov spáleno celkem 922 t odpadu, přičemž 130 – 140 t odpadu pocházelo z nemocnice a zbývající část tvořily odpady z komerčního prostředí (osobní konzultace).

Kompletní seznam všech spalovaných odpadů podle katalogového čísla lze nalézt v příloze č. 7.

- **Pomocné suroviny**

Pro čištění spalin a chemickou úpravu vody se využívají ve spalovně Benešov následující suroviny: hydroxid sodný; chlorid sodný; fosforečnan sodný normální; siřičitan sodný krystalický; aktivní uhlí NORIT; sorbent do spalin – BICAR, CHEZACARB B (Provozní řád spalovny, 2011).

- **Pomocná paliva**

Pomocným palivem pro zapálení odpadů v pyrolýzní peci a pro stabilizační hořák ve spalovací komoře je využíván zemní plyn z veřejného rozvodu. V roce 2012 bylo celkem spotřebováno 256 000 m³ zemního plynu (osobní konzultace).

- **Pomocná elektřina**

Pomocná elektřina je napájena z klasického rozvodu elektřiny a je využívána pro pohon ventilátoru a pro celkový běžný chod spalovny. V roce 2012 bylo celkem spotřebováno 145 122 kW elektřiny (osobní konzultace).

- **Pomocná voda**

Voda je další pomocnou látkou, která se využívá při mokrému čištění plynů. V roce 2012 bylo využito 3 821 m³ vody (osobní konzultace).

4.2.4 Výstupy spalovny

- **Nebezpečné odpady**

Při provozu spalovny vznikají tyto nebezpečné odpady:

a) 19 01 17 – Odpad z pyrolýzy obsahující nebezpečné látky

Odpady z pyrolýzy jsou vyhrabovány ze dna pyrolýzní pece a výpustním otvorem se sypou do dvou kovových popelnic o obsahu 110 l. Poté se popelnice přiklopí a přemístí k výtahu, kterým se dostanou na úroveň podlahy spalovny. Dále se popelnice přemístí ke shromažďovacímu kontejneru, do kterého je obsah popelnic vysypán. Po naplnění je shromažďovací kontejner předán autorizované oprávněné společnosti.

b) 19 01 07 – Pevné odpady z čištění plynů

Jedná se o pevné zbytky sorbentu a úlety ze spalin, které zachytí tkaninový filtr. Prach je sbírán do big-bagu. Po naplnění big-bagu je předán autorizované oprávněné společnosti.

c) 19 01 10 – Upotřebené aktivní uhlí z čištění spalin

Upotřebené aktivní uhlí je odpad, který se hromadí v dioxinovém filtru. Je také sbírán do big-bagu a dále je předán autorizované oprávněné společnosti (Provozní řád spalovny, 2011).

▪ **Odpadní vody**

V rámci vypírání spalin se odvádí do kanalizačního řádu odpadní voda. Voda je znečištěna převážně sodnými solemi. Jedná se o síran, chlorid a hydrogenuhličitan sodný. Voda nijak nepoškozuje okolní životní prostředí (Provozní řád spalovny, 2011).

▪ **Vypouštění spalin – emise**

Vypouštěné vyčištěné spaliny jsou v souladu se zákonem o ochraně ovzduší 201/2012 Sb. a s dalšími nařízeními a vyhláškami (Provozní řád spalovny, 2011).

Kompletní seznam všech emisí (vypouštěných vyčištěných spalin) lze nalézt v příloze č. 8.

- **Vznik páry a tepla**

Významným produktem je vytváření syté vodní páry, která je dále vedena parními rozvody kotelny. V kotelně následně vzniká teplo, které se rozvádí rozvody po celé Nemocnici Rudolfa a Stefanie Benešov a.s. Zbytek tepla se prodává společnosti zabývající se energetikou. V roce 2012 spalovna v Benešově vyprodukovala 6 739 t páry a vyrobila 14 791 GJ tepla (osobní konzultace).

Všechny výstupy ze spalovny podléhají přísné kontrole měření. Kontrolní odběry jsou vyhodnocovány akreditovanou laboratoří. Frekvence i způsoby měření probíhají podle platné legislativy (osobní konzultace).

4.3 Aplikace LCA na odpad

Tato diplomová práce bude vycházet z metodiky detailního LCA, která se zaměřuje na vyhledávání celkového rozsahu vlivů životního cyklu služby nebo výrobku na životní prostředí a určení jeho velikosti.

4.3.1 Fáze č. 1 – definování cílů a rozsahu

- 1) DEFINICE CÍLŮ

- **Důvody pro vypracování studie**

Hlavním důvodem pro vypracování této studie je stanovení rozsahu a velikosti vlivu odpadu na životní prostředí. V rámci odpadového hospodářství se uvažuje o životním cyklu všech odpadů ve spalovně. Z tohoto životního cyklu se určí celkový dopad spalování odpadu na životní prostředí za pomoci edukační verze softwaru GaBi (verze 5.0.49.1).

- **Předpokládané použití závěrů studie**

V rámci této diplomové práce se předpokládá, že závěry studie mohou být využity pro další „inovativní“ řešení, jak využít metodu LCA v odpadovém hospodářství. Závěry této studie lze rovněž použít i v rámci rozhodovacích procesů

v environmentálním sektoru Nemocnice Rudolfa a Stefanie Benešov, a.s., na kterou je studie aplikována.

- **Specifikace informací sloužící pro vytvoření studie**

Informace sloužící jako podkladová data pro vytvoření této studie jsou získána přímo z ředitelství Nemocnice Rudolfa a Stefanie Benešov, a.s. V podkladových datech se hodnotí rok 2012, který se rovněž hodnotí i v této studii. Číselné údaje o celkovém množství odpadu, druzích odpadu a jiné informace za rok 2012 jsou získány od vedoucího spalovny – pana Josefa Bubníka. Technické informace o spalovně odpadů jsou převážně převzaty z Provozního řádu spalovny.

- **Předpokládaný rozsah uživatelů studie**

Tato diplomová práce bude přístupná pracovníkům spalovny odpadů Nemocnice Rudolfa a Stefanie Benešov, a.s. Diplomová práce bude také zaslána panu docentu Kudláčkovi z Fakulty elektrotechnické ČVUT, který poskytl informace pro technické řešení LCA v rámci softwaru GaBi. Ostatní zájemci si musí vyžádat podpis od ředitelství Nemocnice Rudolfa a Stefanie Benešov, a.s., které je vlastníkem poskytnutých dat.

2) DEFINICE ROZSAHU

V rámci definice rozsahu bude tato diplomová práce zúžena pouze na část životního cyklu – likvidaci odpadu. Tedy nebude brán v úvahu celý životní cyklus všech výrobků, které se řadí do odpadu. Studie bude brát na zřetel proces spalování. Všechna podkladová data budou pečlivě analyzována pomocí softwaru GaBi. Jako hodnotící kritérium dopadu bude využito indikátoru Eco-indicator 99 a CML 2001. Více informací o těchto indikátorech lze nalézt v příloze č. 9 a č. 10.

3) FUNKČNÍ JEDNOTKA

V rámci této diplomové práce se nejprve musí určit funkce, funkční jednotka, elementární tok a následně zúžení hranic.

- **Funkce**

Funkcí pro tyto účely bude odstranění odpadu ve spalovně odpadů v Benešově za rok 2012 po jeho celkovém svozu. To znamená, že se bude jednat o odpad, který je již

sesbíraný ze všech svozových míst, uložen ve speciálních kontejnerech a připraven ke spálení.

- **Funkční jednotka**

Funkční jednotka bude stanovena jako odstranění 1 tuny odpadu, který je likvidován ve spalovně odpadů Nemocnice Rudolfa a Stefanie Benešov, a.s.

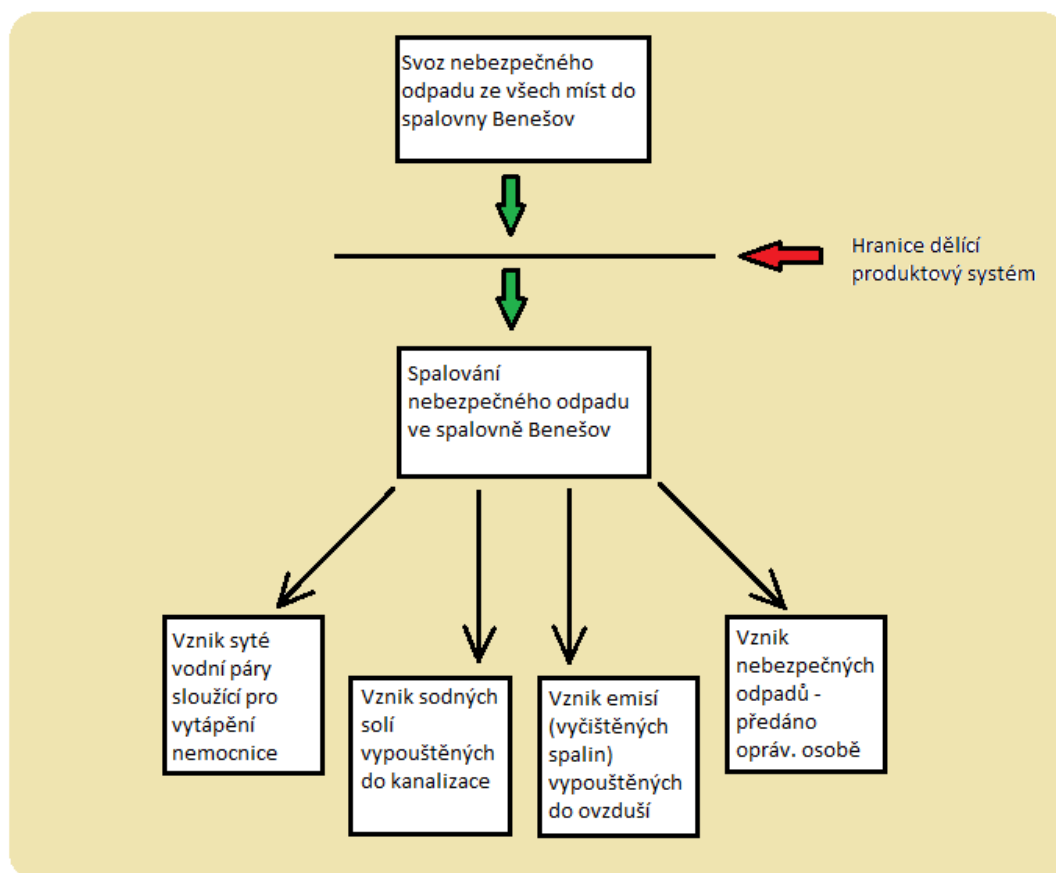
- **Elementární tok**

V rámci elementárního toku bude využito informace o celkovém množství odpadu ve spalovně odpadů v Benešově za rok 2012. Za rok 2012 bylo celkové množství odpadu stanoveno na 922 tun.

- **Popis systému**

Následující obrázek značí zjednodušený diagram produktového systému.

Obr. č. 7 Diagram zjednodušeného produktového systému



Zdroj: vlastní úprava podle instrukcí knihy autora Weinzettel, 2008

▪ **Zúžení hranic systémů**

Z důvodu zatížení systému o prvky neurčitosti, byl z tohoto systému opomenut svoz odpadu ze všech míst do spalovny Benešov. V současné době totiž dochází v rámci logistiky k neuváženým krokům ze strany firem. Často se stává, že odpad ze svého místa vzniku není odvážen do nejbližší spalovny, ale například o 50 až 100 km dále od svého místa vzniku. Hlavním důvodem jsou zřejmě finance, protože každá spalovna si může určit svou cenu za vykoupený odpad. S tím souvisí i spotřeba paliv a typ využívaného vozidla. Často se stává, že se jedná o opravdu velké vzdálenosti, a tudíž hrozí na pozemních komunikacích dopravní zácpy. Z toho plyne, že během cesty dochází ke kolísání paliva. Navíc každý z automobilů má jinou spotřebu paliva, proto i z tohoto důvodu by byl svoz velmi nepřesný.

Během sestavování diagramu došlo k zúžení i v rámci spotřeby pomocných surovin. Na zřetel je brán pouze hydroxid sodný, sorbenty, mazací tuky a oleje.

V rámci výstupů ze spalování byl zúžen i faktor odpařování vody během procesu spalování. V diplomové práci se bere v úvahu rovnice „množství spotřebované vody = množství vypouštěné odpadní vody obohacené o soli“.

Nebezpečné odpady, které se předávají oprávněné společnosti, jsou pro případ diplomové práce zahrnuty v jednotlivých emisích těžkých kovů a úletů ze spalovny.

Dalším a posledním zúžením je proces výroby tepla. Tato diplomová práce bude hodnotit pouze konečné výstupy ze spalovny. Tedy se bude jednat o pevné látky, plynné látky a kapalně látky, které vystupují ze spalovny, a sytou vodní páru, která se vyrábí předaným teplem ve spalovně a dále postupuje do parních rozvodů stávající kotelny. Jelikož kotelna není předmětem této diplomové práce, nebude brán na zřetel ani proces výroby tepla ze syté vodní páry. Diplomová práce bude brát v úvahu pouze celkové množství syté vodní páry vyprodukované za rok 2012.

▪ **Dílčí prvky studie LCA**

Tato diplomová práce se bude zabývat:

- 1) spalováním;
- 2) environmentálním dopadem konečných výstupů ze spalovny.

▪ Spalování

Spalování odpadu probíhá ve spalovně odpadů Nemocnice Rudolfa a Stefanie Benešov, a.s. Významným faktorem této spalovny je, že využívá své odpadní teplo ve formě syté vodní páry pro vytápění všech prostor nemocnice. Zbytkové teplo se prodává společnosti zabývající se energetikou.

4.3.2 Fáze č. 2 – Inventarizační analýza

Inventarizační analýza má za úkol kvantitativně vyjádřit všechny dostupné elementární toky vztahující se k environmentální problematice. Tyto toky se pohybují mezi produktovým systémem a životním prostředím. Software GaBi dokáže automaticky vytvořit inventarizační analýzu. Mezi hlavní fáze inventarizační analýzy patří dělení produktového systému na subsystémy, analýza subsystémů, přesná specifikace vstupů a výstupů produktového systému.

V současné době je však velmi obtížné získat relevantní data pro jednotlivé elementární toky. Proto také došlo k celkovému zúžení analýzy (z důvodu zachování částečné věrohodnosti). Alternativní relevantní data jsou obvykle získávána z knihoven softwarů (například Ecoinvent).

Celá tato fáze má za cíl zhodnotit dopady životního cyklu (dále LCIA). To v praxi znamená převést jednotlivé elementární toky na jiné veličiny, které jsou specifické pro hodnocení problémů v životním prostředí a nazývají se kategoriemi dopadu (Kočí, 2009).

▪ Indikátory kategorie dopadu

V odborných publikacích se hovoří o dvou typech indikátorů kategorie dopadu – midpointovém a endpointovém.

Midpointový indikátor je určen pro hodnocení potenciální škodlivosti na základě chemicko-fyzikálních či biologických vlastností. Nehodnotí se celkový osud elementárního toku v životním prostředí. Endpointový indikátor naopak slouží pro celkovou měřitelnou hodnotu elementárního toku v životním prostředí. Jeho nevýhodou je zjednodušení komplexních dějů v přírodě. V návaznosti na tuto skutečnost s tím souvisí i nepřesnost výsledků (Kočí, 2009).

Pro účely této diplomové práce byly vybrány následující indikátory kategorie dopadu: CML 2001, který charakterizuje midpointový indikátor a Eco-indicator 99, který charakterizuje endpointový indikátor. Oba dva indikátory patří mezi nejvíce využívané.

4.3.3 Fáze č. 3 – Hodnocení vlivů na životní prostředí

V této fázi se obvykle hodnotí dopady životního cyklu. Podle odborných publikací dochází nejprve k procesu klasifikace, ve kterém se přiřazují elementární toky do skupin. V dalším kroku následuje proces charakterizace. Zde se číselně vyjádří míra, jak elementární toky působí na jednotlivé kategorie dopadu. Dalším krokem je proces normalizace, který převádí výsledky kategorií dopadu na bezrozměrná čísla. Předposledním krokem je seskupování, což znamená, že jednotlivé kategorie dopadu se zařadí do logických skupin. Posledním krokem je vážení (oceňování), kdy se kategorie dopadu vyjadřují s ohledem na ekonomické a sociální ukazatele (Kočí, 2009).

V příloze č. 9 a č. 10 je uvedena stručná charakteristika vybraných metodik (hodnotících kritérií) – indikátoru CML 2001 a Eco-indicatoru 99.

4.3.4 Fáze č. 4 – Interpretace životního cyklu

V této fázi budou interpretovány výsledky podle zvolených metodik hodnocení dopadů – podle metodiky CML 2001 a Eco-indicatoru 99. V těchto výsledcích bude zhodnocen produktový systém spalování ve spalovně odpadů Nemocnice Rudolfa a Stefanie Benešov, a.s. Dále bude provedena kontrola úplnosti, konzistence a citlivosti.

V první části budou interpretovány výsledky podle metodiky Eco-indicator 99. Následující 4 grafy znázorňují několik úhlů pohledů, jak nahlížet na stejnou záležitost. Pod každým grafem je vyobrazen komentář, který usnadňuje lepší pochopení grafického znázornění. Datové podklady v následujících grafech jsou váženého charakteru. Všechny podklady jsou přepočteny na životní cyklus 1 tuny odpadu určeného ke spálení ve spalovně odpadů v Benešově.

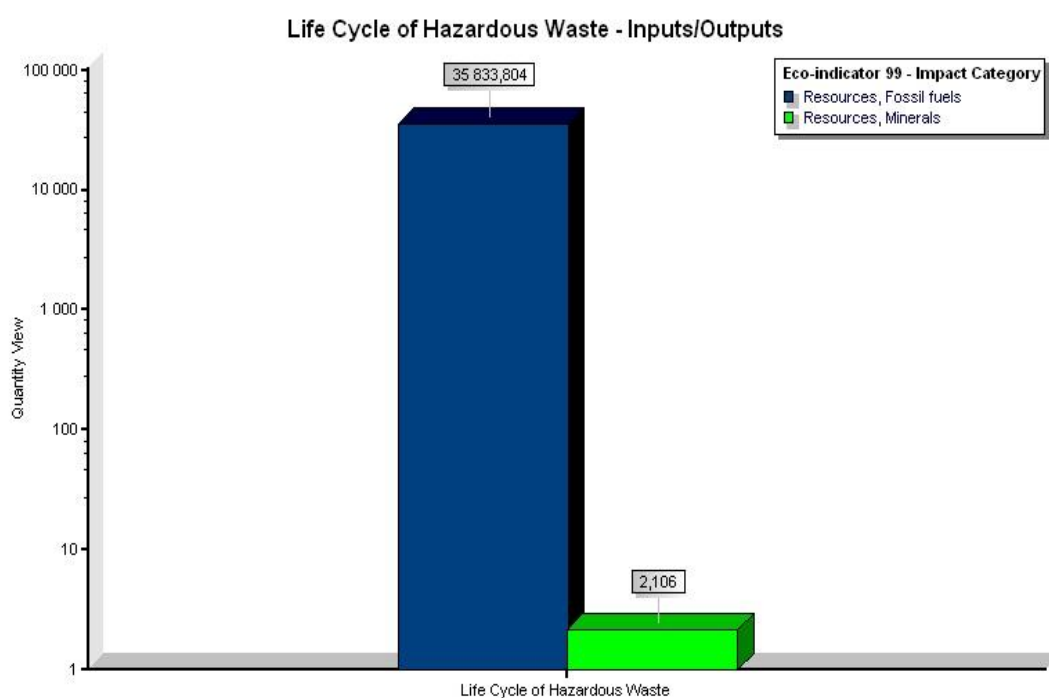
V tomto indikátoru jsou všechny jednotky převedeny na tzv. Point jednotky – zkratka Pt (users.rowan.edu). Tato metodika se bude řídit verzí EI 99, Hierarchist approach. Za jednotku/normalizaci bylo zvoleno „EI 99, Hierarchist approach“ (Pt).

Ve druhé části budou interpretovány výsledky podle metodiky CML 2001. Tyto výsledky znázorňují všechny kategorie dopadů dané metodiky a verze. Opět pod grafem se vyskytuje komentář pro snadnější přístup k celkovému pochopení. Tato metodika se bude řídit verzí CML 2001 (Dec. 07). Za jednotku/normalizaci bylo zvoleno „CML 2001 - Dec. 07, EU 25+3“ (Pt).

Poslední část bude zasvěcena kontrole úplnosti, citlivosti a konzistence. Tato kontrola je prováděna vždy v poslední fázi LCA z toho důvodu, aby byla ověřena věrohodnost konečných výsledků studie.

- **Eco-indicator 99**

Obr. č. 8 Eco-indicator 99 – produktový systém spalování v kategorii dopadu „zdroje surovin“

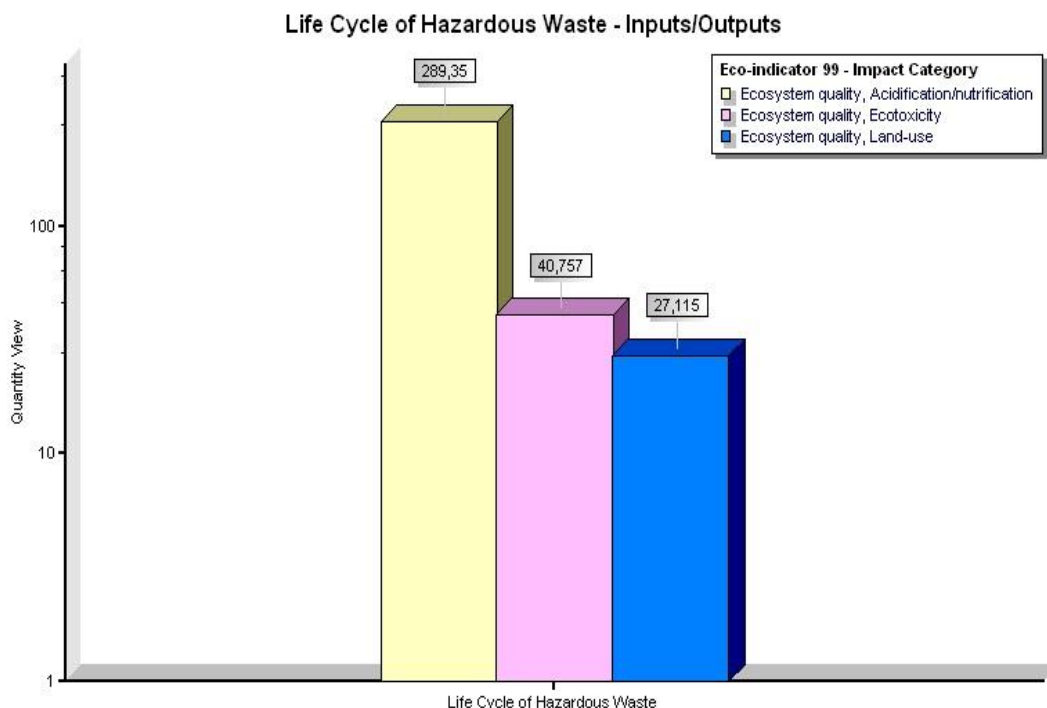


Zdroj: vlastní úprava podle poskytnutých dat ze spalovny Benešov v softwaru GaBi

Obr. č. 8 znázorňuje graf, který vyjadřuje environmentální dopady v kategorii „zdroje surovin“. Pokud se porovnájí obě podkategorie „zdrojů surovin“, tak lze dospět k názoru, že podkategorie „škody způsobené extrakcí fosilních paliv“ (Fossil fuels) má větší environmentální dopady než podkategorie „škody způsobené těžbou nerostů“ (Minerals). Škody způsobené extrakcí fosilních paliv jsou vyčísleny na 35 833,804 Pt. Toto číslo je vysoké proto, že spalovna Benešov v roce 2012 využila

k provozu spalovny celkem 256 000 m³ zemního plynu, který se rovněž řadí mezi fosilní paliva. Škody způsobené těžbou nerostů jsou v tomto případě vyčísleny na pouhých 2,106 Pt.

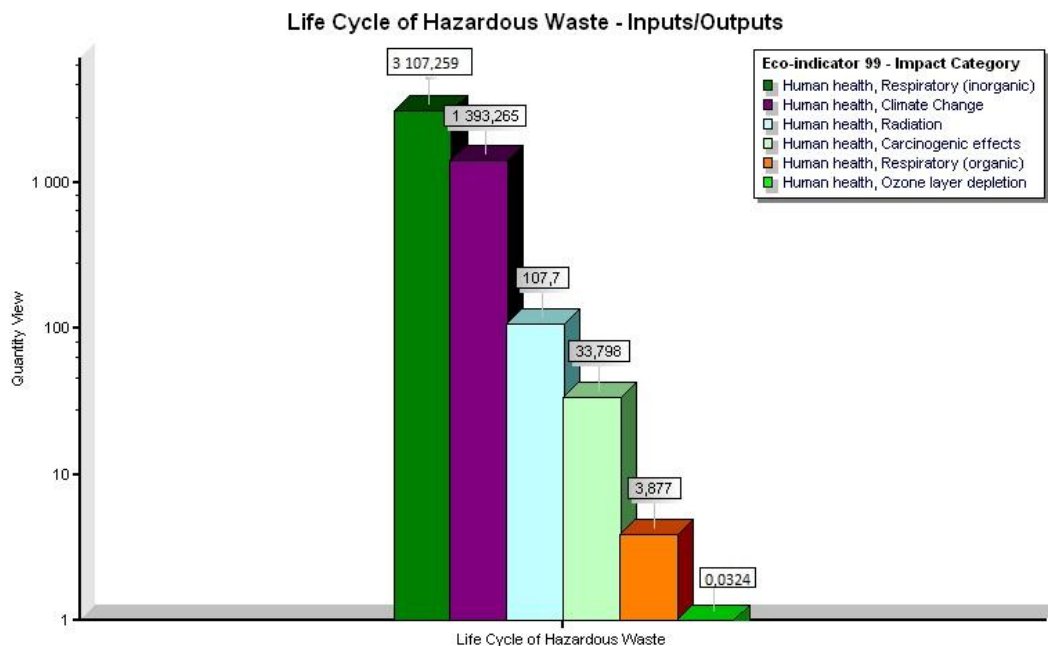
Obr. č. 9 Eco-indicator 99 – produktový systém spalování v kategorii dopadu „kvalita ekosystému“



Zdroj: vlastní úprava podle poskytnutých dat ze spalovny Benešov v softwaru GaBi

Na Obr. č. 9 lze nalézt environmentální dopady na kvalitu ekosystémů. V rámci této kategorie lze shrnout, že nejméně environmentálních dopadů má podkategorie „škody způsobené užíváním krajiny“ (Land-use), která je vyčíslena na 27,115 Pt. Naopak největší environmentální dopad v rámci kvality ekosystémů byl zaznamenán v podkategorii „škody způsobené kombinovaným účinkem acidifikace a eutrofizace“ (Acidification/ nutrification). Tato podkategorie je vyčíslena na 289,35 Pt. Číslo je vyšší zřejmě proto, že při měření emisí za rok 2012 bylo zachyceno 4,69111 tun oxidů dusíku (NO_x) a 0,602907 tun oxidu siřičitého (SO₂) a tyto sloučeniny patří mezi acidifikující látky. Podkategorie „kvalitativní škody způsobené ekotoxickými účinky“ (Ecotoxicity) byla vyčíslena na 40,757 Pt.

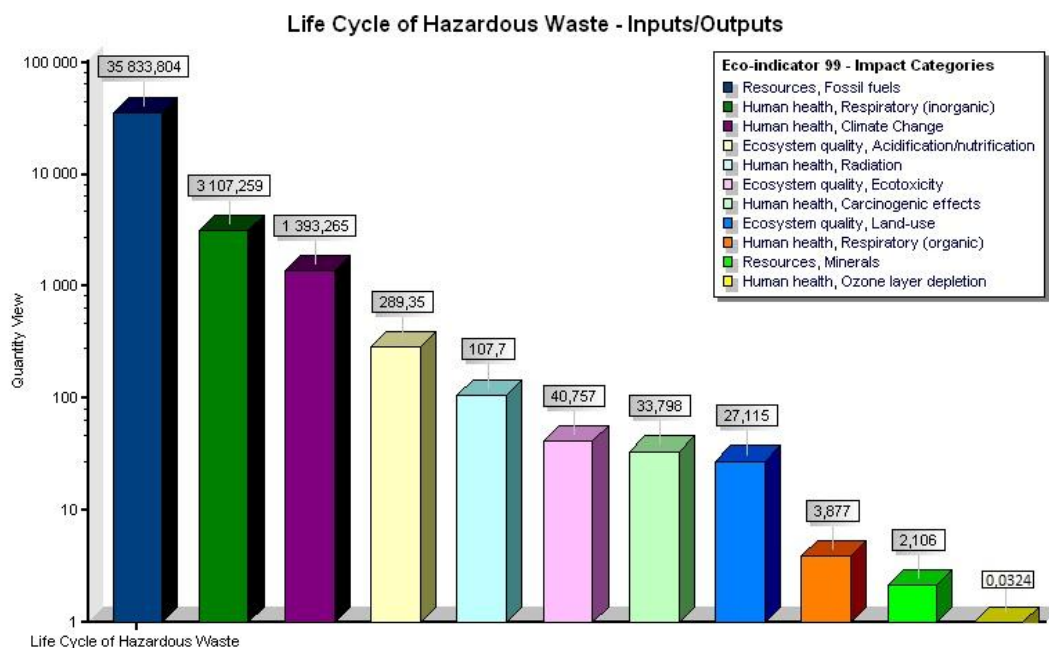
Obr. č. 10 Eco-indicator 99 – produktový systém spalování v kategorii dopadu „lidské zdraví“



Zdroj: vlastní úprava podle poskytnutých dat ze spalovny Benešov v softwaru GaBi

Z Obr. č. 10 je patrné, že představuje environmentální dopady z hlediska dopadů na lidské zdraví. V Benešově je z hlediska lidského zdraví nejvíce obyvatel ohroženo podkategorií „respirační potíže způsobené anorganickými látkami“ (Respiratory (inorganic)). Tato podkategorie je vyčíslena na 3 107,259 Pt. Druhým nejvýznamnějším jevem se staly „škody na zdraví způsobené změnou klimatu“ (Climate Change). Změna klimatu je vyčíslena na 1 393,265 Pt. V menší míře je v této oblasti ohroženo lidské zdraví i z hlediska „účinků způsobených ionizujícím zářením“ (Radiation). Ionizující záření získalo 107,7 Pt, což sice není tak markantní jako u podkategorie „respirační potíže způsobené anorganickými látkami“, ale přesto by tento faktor neměl být opomenut. V rámci podkategorie „karcinogenní účinky na člověka“ (Carcinogenic effects) bylo zjištěno, že environmentální dopad je vyčíslen na hodnotu 33,798 Pt. Toto číslo není vysoké, ale přesto je alarmující zvláště pro lidi, kteří se řadí mezi kuřáky. Předposlední kategorie „respirační potíže způsobené organickými látkami“ (Respiratory (organic)) je ohodnocena 3,877 Pt. Nejmenší environmentální dopad má podkategorie „účinky způsobené vyčerpáním ozonové vrstvy“ (Ozone layer depletion). Tato podkategorie má dopad na životní prostředí pouhých 0,0324 Pt.

Obr. č. 11 Eco-indicator 99 – produktový systém spalování ve všech kategoriích dopadu

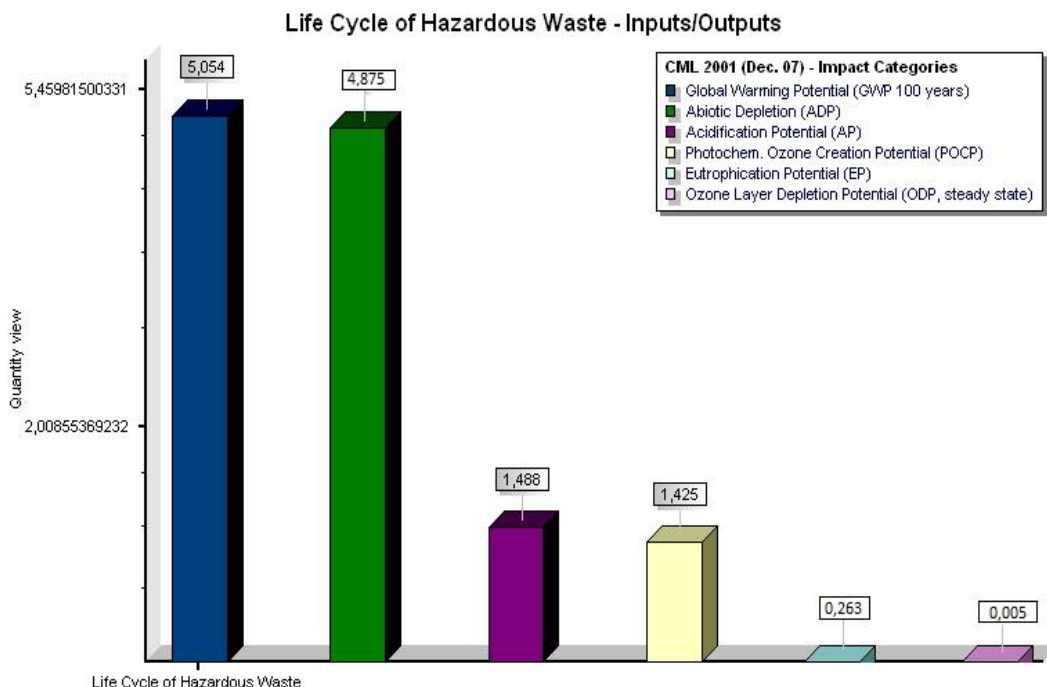


Zdroj: vlastní úprava podle poskytnutých dat ze spalovny Benešov v softwaru GaBi

Obr. č. 11 představuje celkové shrnutí výsledků ze všech tří kategorií dopadů, které hodnotí Eco-indicator 99. Z tohoto celkového grafu lze pozorovat, že nejvýznamnější vliv na životní prostředí má podkategorie „škody způsobené extrakcí fosilních paliv“ (Fossil fuels). Tato skutečnost je dána tím, že spalovna pro svůj provoz využívá poměrně velké množství zemního plynu. Druhým nejvýznamnějším dopadem na životní prostředí a lidské zdraví se stala podkategorie „respirační potíže způsobené anorganickými látkami“ (Respiratory (inorganic)). S tímto dopadem souvisí i podkategorie z dopadů na kvalitu ekosystému - „škody způsobené kombinovaným účinkem acidifikace a eutrofizace“ (Acidification/ nutritification). Oba environmentální dopady vycházejí z hodnot prováděného měření autorizovanou společností INPEK. Za nejméně rizikovou oblast lze považovat podkategorii „účinky způsobené vyčerpáním ozonové vrstvy“ (Ozone layer depletion). Zde byla vypočítána téměř nulová hodnota.

- **CML-IA/ CML 2001**

Obr. č. 12 CML 2001 – produktový systém spalování ve všech kategoriích dopadu verze Dec. 07



Zdroj: vlastní úprava podle poskytnutých dat ze spalovny Benešov v softwaru GaBi

Obr. č. 12 znázorňuje environmentální dopady v rámci metodiky CML 2001 (Dec. 07). Podle této metodiky je nejvýznamněji ohrožena kategorie „globální oteplování“ (Global Warming Potential), která je vyčíslena na 5,054 Pt. V rámci kategorie „úbytku abiotických surovin“ (Abiotic Depletion) byl environmentální dopad vypočten na 4,875 Pt. Poměrně silný vliv na životní prostředí má i kategorie „acidifikace a okyselování“ (Acidification Potential). Tato kategorie je ohodnocena číslem 1,488 Pt. V rámci kategorie „vznik fotooxidantů“ (Photochem. Ozone Creation Potential) lze očekávat v budoucnu silný nárůst této látky. Tato kategorie je vyčíslena na 1,425 Pt. S téměř nulovou hodnotou (0,263 Pt) se prezentuje kategorie „eutrofizace“ (Eutrophication Potential). Poslední kategorie, která nese název „úbytek stratosférického ozónu“ (Ozone Layer Depletion Potential), je vyčíslena na pouhých 0,005 Pt.

- **Kontrola úplnosti**

Tato kontrola si klade za cíl ověřit dostupnost a úplnost všech významných informací. Tato kontrola se vytváří skrze seznamy úplnosti (Kočí, 2009).

Seznam úplnosti pro tuto studii bude tříděn podle podstatných operací (suroviny, energie, emise do ovzduší aj.).

Tab. č. 3 Seznam úplnosti tříděný dle typu dat

Podstatná operace	Produktový systém	Jsou data úplná?	Požadovaná akce
Spalované odpady	x	Ano	Není
Pomocné suroviny	x	Ano	Není
Pomocná paliva	x	Ano	Není
Pomocná elektřina	x	Ano	Není
Pomocná voda	x	Ano	Není
Vznik nebezpečných odpadů	-	Ne	Zkontrolovat inventarizaci
Vznik odpadních vod	x	Ano	Není
Vznik vyčištěných spalin (emise)	x	Ano	Není
Vznik páry (a následně tepla)	x	Ano	Není

Zdroj: vlastní úprava podle poskytnutých dat ze spalovny Benešov a podle autora Kočí, 2009

Označení: x = data jsou vhodná a dostupná pro studii; - = data nejsou vhodná nebo dostupná pro studii

Kontrola úplnosti dat u produktového systému proběhla úspěšně. Jediná absence informací byla zaznamenána u operace „Vznik nebezpečných odpadů“. Tato operace je sama o sobě velmi důležitou operací. Vzhledem k situaci, že spalovna veškerý

vyprodukovaný nebezpečný odpad předává další oprávněné osobě, která s ním nakládá podle příslušného zákona, jeví se tato operace ne příliš nutná s ohledem na zvolený cíl a rozsah celé studie LCA.

- **Kontrola konzistence**

Kontrola konzistence (soudržnosti) zkoumá soulad mezi předpoklady, metodami a údaji, které se využívají ve studii LCA. Během této kontroly by mělo dojít k časové i regionální soudržnosti a také ke zjištění, zda nedošlo k porušení hranic systému popsaných v definici cílů a rozsahu (Kočí, 2009).

Tab. č. 4 Seznam soudržnosti

Oblast konzistence	Produktový systém	Požadovaná akce
Zdroj dat	Data pocházejí z literatury a z autorizovaného měření.	Žádná
Kvalita dat	Inventarizace životního cyklu (dále LCI) je uskutečněna na základě jednoduchého diagramu.	Žádná
Stáří dat	Inventarizace je uskutečněna na základě dat z roku 2012.	Žádná
Technologický rozsah	Data se vztahují k výrobnímu procesu během standardního provozu.	Žádná
Časový rozsah	Data se vztahují k novým technologiím, které byly dány do provozu v nedávné době (rok 2001).	Žádná
Geografický rozsah	Data se vztahují k technologiím vyrobeným dle současných evropských standardů.	Žádná

Zdroj: vlastní úprava podle poskytnutých dat ze spalovny Benešov a podle autora Kočí, 2009

Kontrola konzistence proběhla úspěšně. Když se opomene svoz odpadu do spalovny Benešov, který nebyl brán na zřetel v rámci procesu spalování, lze konstatovat, že všechna zúžení systému (spotřeba pomocných surovin, faktor odpařování vody, předávání nebezpečných odpadů autorizované společnosti, proces výroby tepla) byla v souladu s hranicemi systému a vše bylo provedeno podle předem daného vymezení.

▪ **Kontrola citlivosti**

Souhrnný environmentální dopad je do jisté míry menší, než prezentují předešlé grafy. Tato skutečnost je dána tím, že byl záměrně opomenut faktor vlastní výroby tepla, neboť se jedná o proces, který již technologicky nepatří do spalovny. Vlastní rozvod a výroba tepla se provádí v kotelně, která se nachází ve stejném objektu jako spalovna. V rámci této skutečnosti by se jistě studie mohla rozvíjet a podrobit se detailnějšímu rozboru.

V této studii byla provedena analýza (kontrola) citlivosti na změnu pomocného paliva. Místo zemního plynu bylo vybráno černé uhlí, které bude alternativním palivem pro pohon spalovny. Jako zavazující byly určeny hodnoty černého uhlí z databáze Ecoinvent (EU-27). Tato analýza má za cíl určit změnu dopadu na životní prostředí.

Při uvažované spotřebě černého uhlí 400 tun/ rok se v rámci metodiky Eco-indicator 99 sice podstatně snížila podkategorie „škody způsobené extrakcí fosilních paliv“ (7 069,884 Pt), ale ostatní hodnoty se podstatně zvýšily. Jedná se především o podkategorii „škody způsobené kombinovaným účinkem acidifikace a eutrofizace“. Tato podkategorie se zvýšila o 134,101 Pt. Dále se zvýšila podkategorie „kvalitativní škody způsobené ekotoxickými účinky“ o 30 Pt a podkategorie „respirační potíže způsobené anorganickými látkami“ o 1 237,741 Pt. Mírné snížení bylo zaznamenáno u podkategorie „účinky způsobené ionizujícím zářením“, „respirační potíže způsobené organickými látkami“, „škody způsobené těžbou nerostů“ a „účinky způsobené vyčerpáním ozonové vrstvy“.

V rámci metodiky CML 2001 (verze Dec. 07) došlo téměř ve všech zkoumaných kategoriích dopadu k mírnému vzrůstu hodnot. Pouze u kategorií „vznik fotooxidantů“ a „úbytek stratosférického ozónu“ došlo k mírnému poklesu hodnot.

▪ **Závěry a doporučení**

Hlavním důvodem pro vypracování této studie bylo stanovení rozsahu a velikosti dopadu spalování odpadu na životní prostředí. V této studii se hodnotila data získaná ze spalovny odpadů Nemocnice Rudolfa a Stefanie Benešov, a.s. za rok 2012. Data byla hodnocena v softwaru GaBi (verze 5.0.49.1). Za pomoci metodiky Eco-indicator 99 a CML 2001 byly určeny celkové dopady na životní prostředí.

Závěry této studie mohou být využity pro další „inovativní“ řešení, jak využít metodu LCA v odpadovém hospodářství.

Za funkci této studie bylo považováno odstranění odpadu ve spalovně odpadů v Benešově za rok 2012 po jeho celkovém svozu. Za funkční jednotku bylo stanoveno odstranění 1 tuny odpadu, který je likvidován ve spalovně odpadů Nemocnice Rudolfa a Stefanie Benešov, a.s.

Po celkovém zhodnocení obou metodik lze konstatovat, že spalování odpadů v Benešově, které zároveň spoluvytváří vlastní teplo, jenž následně nemocnice přidružená ke spalovně využívá, je prospěšné nejen pro nemocnici v Benešově, ale rovněž i pro celý Benešov, neboť zbytkové teplo se odprodává dál na vytápění okolních domů a bytů. Navíc spalovna obecně vykazuje menší environmentální dopad než jiné typy odstraňování odpadů.

Za největší environmentální dopad lze považovat využívání zemního plynu pro pohon spalovny. Jedná se o opravdu velké množství tohoto fosilního paliva, které má z hlediska ochrany životního prostředí dopad na složku „škody způsobené extrakcí fosilních paliv“. Právě na tuto složku byla aplikována kontrola citlivosti, kdy byl pozměněn typ fosilního paliva: na místo zemního plynu se využívalo cca 400 tun černého uhlí. Výsledky měly větší dopad na lidské zdraví. Celkově tato analýza vzhledem k variabilitě číselných údajů musí být interpretována jen velmi opatrně. Ostatní kategorie v obou metodikách vykazují průměrné hodnoty, které se vyskytují u stejně velkých spaloven.

S přihlédnutím k zúžení hranic systému (svoz odpadu ze všech míst do spalovny, zúžení spotřeby pomocných surovin, faktor odpařování vody, předání nebezpečných odpadů autorizované společnosti, vlastní proces výroby tepla) obě metodiky poskytují závěry, které jsou úplné a konzistentní a vycházejí z definice cílů a rozsahu této studie.

5. Výsledky práce

Jak již bylo zmíněno v kapitole 4.3.4 Fáze č. 4 – Interpretace životního cyklu – tato diplomová práce byla vytvořena za účelem stanovení přesného rozsahu a velikosti dopadu spalování odpadu na životní prostředí v konkrétním subjektu – Nemocnici Rudolfa a Stefanie Benešov, a.s.

Za pomoci dvou metodik – Eco-indicator 99 a CML 2001 – byl stanoven rozsah a velikost celkového environmentálního dopadu spalování. Za závěry této diplomové práce lze považovat Obr. č. 11 (viz výše), ve kterém je hodnocen environmentální dopad podle metodiky Eco-indicator 99, a Obr. č. 12 (viz výše), ve kterém je hodnocení dopadu na životní prostředí analyzováno podle metodiky CML 2001.

Po celkovém zhodnocení obou metodik lze konstatovat, že spalování odpadů v Benešově je prospěšné nejen pro nemocnici v Benešově, ale rovněž i pro celý Benešov. Hlavní přínos spalovny spočívá ve spoluvytváření vlastního tepla, které je využito nemocnicí v Benešově a okolními domy a byty, do kterých se nevyužité teplo odprodává. Spalovna obecně vykazuje menší environmentální dopad než jiné typy odstraňování odpadů, které například využívají jen jeden druh sorbentu.

Za největší environmentální dopad lze považovat využívání zemního plynu pro pohon spalovny (viz Obr. č. 11). Jedná se o 35 833,804 Pt tohoto fosilního paliva, které má z hlediska ochrany životního prostředí dopad na složku „škody způsobené extrakcí fosilních paliv“ opravdu veliký. Právě na tuto složku byla aplikována kontrola citlivosti, kdy byl pozměněn typ fosilního paliva: na místo zemního plynu se využívalo cca 400 tun černého uhlí. Výsledky měly větší dopad na lidské zdraví než při použití zemního plynu. Celkově analýza citlivosti vzhledem k variabilitě číselných údajů musí být interpretována jen s velkou opatrností.

Pokud se bude přistupovat k dalším analýzám, tak za druhý nejvýznamnější environmentální dopad lze považovat vliv na globální oteplování (viz Obr. č. 12). Podle metodiky CML 2001 je vlivem spalování nejvíce ohroženo globální oteplování. Celková hodnota zde vychází na 5,054 Pt.

S přihlédnutím k zúžení hranic systému (svoz odpadu ze všech míst do spalovny, zúžení spotřeby pomocných surovin, faktor odpařování vody, předání nebezpečných odpadů autorizované společnosti, vlastní proces výroby tepla), obě metodiky poskytují závěry, které jsou úplné a konzistentní a vycházejí z definice cílů a rozsahu této studie.

Závěry této diplomové práce mohou být využity pro další „inovativní“ řešení, jak využít metodu LCA v odpadovém hospodářství.

6. Diskuse

Bude-li se uvažovat o hodnocení životního cyklu jako takovém, musí si každý z nás uvědomit, že životní cykly probíhají neustále kolem nás. Může se jednat například o životní cyklus vývoje lidské civilizace, životní cyklus traktoru, životní cyklus kancelářské sponky, životní cyklus určitého tarifu u mobilního operátora či o životní cyklus odpadu. Všechny služby a výrobky, které nás obklopují, zároveň „žijí svůj vlastní život“.

LCA je metodou, která se v posledních letech velmi rozvíjí. Softwary pro LCA jsou vyvíjeny na půdě univerzit i soukromých společností po celém světě. Tyto softwary jsou v současné době zaměřené na celou škálu informací, počínaje průmyslem, problematikou land-use, chemickými aspekty a vlivy na životní prostředí, výrobou jednotlivých komponent, energetickou náročností, materiálovou náročností a konče managementem zaměřeným na odpadové hospodářství. Toto je pouze setina toho, co obsahuje běžná knihovna či databáze softwaru LCA. Jinými slovy využití LCA je opravdu obrovské.

Tato diplomová práce by ráda přispěla svým experimentem k využití LCA v rámci odpadového hospodářství. Zde je nutné podotknout, že metoda LCA je obvykle posuzována na základě komparace dvou produktů (či služeb), které mají shodný účel (či výsledek). Protože bylo opravdu velmi složité, aby autorka práce získala relevantní údaje od konkrétních spaloven, došlo v tomto případě k celkovému zúžení práce. Nicméně výsledek práce není touto skutečností nijak znehodnocen, naopak slouží jako „odrazový můstek“ pro komparaci s jinou spalovnou v České republice či v zahraničí, která bude částečně odpovídat druhem a množstvím spáleného odpadu spalovně v této diplomové práci.

Na základě prostudované literatury, konzultací s odborníky na metodu LCA a vlastních poznatků autorky, je nutné také zmínit informaci, že v mnoha případech je posuzování LCA velmi náročné jak z hlediska časového, tak finančního. Tato skutečnost je pravděpodobným důvodem toho, že v České republice se nachází poměrně velmi malé množství odborníků pro hodnocení životního cyklu. S tím zároveň souvisí i poměrně malé množství odborné české literatury na toto téma.

V návaznosti na základní definice o životním prostředí, je potřebné nahlížet na celý svět komplexnějším pohledem. Pokud bychom se vrátili k úvodní části, ve které jsou specifikované odpady na dně oceánů, tak bohužel i tento odpad na dně oceánů a moří má svůj životní cyklus. Škodlivé chemické látky se dostávají přes mořské rostliny do těl ryb, následně do těl ptáků, kteří se živí těmito rybami a veškeré škodlivé látky nakonec končí v lidském těle. Proto v současné době jsme velmi náchylní na různé hormonální poruchy a jiné abnormální výkyvy. I s narozením miminka je již spojen tento životní cyklus; přes plodovou vodu se dostávají tyto zdraví škodlivé látky i do těla nenarozeného dítěte.

7. Závěr

Diplomová práce s názvem „Posouzení životního cyklu odpadu ve spalovně odpadů Nemocnice Rudolfa a Stefanie Benešov, a.s.“ tematicky reaguje na řešení životního cyklu odpadu, který sám o sobě se již ocitá de facto na konci životního cyklu. Tato diplomová práce hodnotí nejrizikovější aspekty životního cyklu spalování odpadů, které mají vliv na životní prostředí. Hodnotícími kritérii se staly metodiky Eco-indicator 99 a CML 2001.

Tato diplomová práce je zaměřena na spalovnu odpadů Nemocnice Rudolfa a Stefanie Benešov, a.s., která spaluje průmyslový i nebezpečný odpad. Tato spalovna se nachází v malebném prostředí Benešovské pahorkatiny ve Středočeském kraji.

Na základě získaných podkladových informací byla do této diplomové práce zakomponována grafická znázornění, která analyzují současný rozsah a velikost dopadu na jednotlivé environmentální složky. Všechna data byla hodnocena pomocí dvou vybraných metodik v softwaru GaBi, který se zabývá problematikou LCA.

V návaznosti na dostupné informace a provedené analýzy lze konstatovat, že nejrizikovějšími aspekty spalování odpadů v roce 2012 byly vlivy na globální oteplování a škody způsobené extrakcí fosilních paliv. Ostatní sledované složky se nachází v přiměřených hodnotách.

V rámci závěru této diplomové práce je nutné zmínit informaci, že v definici rozsahu studie došlo k celkovému zúžení několika faktorů, tudíž při odebrání těchto omezení by následná interpretovaná analýza mohla mít podstatně odlišné výsledky.

Z této diplomové práce vyplývá, že je potřeba nahlížet na jakýkoliv životní cyklus komplexně a celistvě. Z environmentálního hlediska je velmi podstatné sledovat životní cyklus odpadů, které se dostaly „od kolébky až k bráně“ a následně „od brány až do hrobu“. Právě na cestě „do hrobu“ vzniká nejvíce škodlivých látek, se kterými se dále nakládá podle různých legislativních nařízení, vyhlášek či zákonů. Analýza životního cyklu by měla sloužit jako podpůrný nástroj právě pro legislativní činnost nejen v rámci ochrany životního prostředí, ale i v jiných oblastech lidské činnosti.

8. Přehled literatury a použitých zdrojů

Knižní zdroje a periodika:

1. ALTMAN, Vlastimil. *Odpadové hospodářství*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava ve spolupráci s MŽP ČR a Centrem pro otázky životního prostředí UK v Praze, 1996, 76 s. ISBN 80-7078-372-9.
2. BALNER, Petr, VRBOVÁ, Martina (editor). *Hospodaření s odpady v obcích*. Praha: EKO-KOM, 2003, 184 s. ISBN 80-239-0743-3.
3. CONSOLI, Frank. *Guidelines for Life-Cycle Assessment: A „Code of Practice“*. Brussels: Society of Environmental Toxicology and Chemistry, 1993, 73 s. ISBN 978-905-6070-038.
4. ČURDA, Dušan, FUCHSOVÁ, Alena. *Ekologická bilance - hodnocení životního cyklu*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 1996, 60 s. ISBN 80-85 368-95-1.
5. GUINÉE, Jeroen B. *Handbook on Life Cycle Assessment: Operational Guide to the ISO Standards*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002, 704 s. ISBN 978-140-2005-572.
6. HAND, Caroline. *Waste Management: The New Legislative Climate*. London: Thorogood, 2006, 103 s. ISBN 1-85418-367-2.
7. HEIJUNGS, Reinout, HUPPES, Gjalte, DE HAES, Helias A. Udo, DEN BERG, N. W. Van, DUTILH, Chris E. *Life Cycle Assessment: What It is and How to Do It*. Vyd. 1. Paris: UNEP, 1996, 91 s. ISBN 92-807-1546-1.
8. HUDÁKOVÁ, Věra. *Odpady a nakládání s nimi*. Vyd. 1. Praha: VÚV T. G. Masaryka, v.v.i., 2007, 114 s. ISBN 978-80-85900-74-3.
9. JUCHELKOVÁ, Dagmar. *Likvidace a využití odpadů*. Vyd. 1. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2000, 76 s. ISBN 80-7078-747-3.
10. KOČÍ, Vladimír. *Posuzování životního cyklu Life Cycle Assessment - LCA*. Vyd. 1. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, 2009, 263 s. ISBN 978-80-86832-42-5.
11. KOČÍ, Vladimír. *Průručka základních informací o posuzování životního cyklu*. Vyd. 1. Praha: VŠCHT Praha a ETC Consulting, 2010, 27 s.
12. KOLÁŘ, Ladislav, KUŽEL, Stanislav. *Odpadové hospodářství*. Vyd. 1. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2000, 193 s. ISBN 80-7040-449-3.

13. KRENÍKOVÁ, Věra. *Odpadové hospodářství*. Vyd. 1. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně - Ústí nad Labem, 1999, 130 s. ISBN 80-704-4213-1.
14. KUDELOVÁ, Kamila. *Odpady*. Vyd. 1. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 1999, 186 s. ISBN 80-244-0046-4.
15. KURAŠ, Mečislav. *Odpadové hospodářství*. Vyd. 1. Chrudim: Ekomonitor, 2008, 143 s. ISBN 978-80-86832-34-0.
16. REMTOVÁ, Květoslava, MARVAN, Luboš, SUCHÁNEK, Zdeněk, VYHNÁLEK, Roman. *Ekologická rizika IV. Hodnocení životního cyklu. Závěrečná zpráva projektu Programu péče o životní prostředí, VZ/5200/1995. Pro MŽP ČR CEMC, Praha, 1995.*
17. VÁŇA, Jaroslav, HANČ, Aleš a HABART, Jan. *Pevné odpady 2009*. Vyd. 3. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2009, 188 s. ISBN 978-80-213-1992-9.
18. VOŠTOVÁ, Věra, ALTMAN, Vlastimil, FRIES, Jiří, JEŘÁBEK, Karel. *Logistika odpadového hospodářství*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2009, 349 s. ISBN 978-80-01-04426-1.
19. WEINZETTEL, Jan, KUDLÁČEK, Ivan a ROKOS, Pavel. *LCA elektrotechnického výrobku: manuál pro posuzování životního cyklu výrobku*. 1. vyd. Praha: ČVUT FEL, 2008, 26 s. ISBN 978-80-903933-2-5.

Internetové zdroje:

1. Australian Life Cycle Assessment Society – History [online]. 2013. Dostupné z: <<http://www.alcas.asn.au/intro-to-lca/history>>. [cit. 2013-02-17].
2. BIR [online]. 2012. Dostupné z: <<http://www.bir.org>>. [cit. 2012-12-29].
3. Český statistický úřad – Obyvatelstvo podle sčítání lidu, domů a bytů 2011 – Česká republika a kraje [online]. 2013. Dostupné z: <<http://www.czso.cz/csu/2012edicniplan.nsf/tab/B40035A153>>. [cit. 2013-03-14].
4. FEAD [online]. 2012. Dostupné z: <<http://www.fead.be>>. [cit. 2012-12-29].
5. IEEP [online]. 2012. Dostupné z: <<http://www.ieep.eu/about-us/about-ieep/>>. [cit. 2012-12-29].
6. ISO – International Organization for Standardization [online]. 2012. Dostupné z: <<http://www.iso.org/iso/home.html>>. [cit. 2012-12-30].

7. ISWA [online]. 2012. Dostupné z:
<http://www.iswa.org/en/114/about_iswa.html>. [cit. 2012-12-29].
8. JENSEN, Allan A. *Life cycle assessment (LCA): a guide to approaches, experiences and information sources* [online]. Lanham, MD: Bernan Associates (distributor), 1998, 119 s. Environmental issues series (Copenhagen, Denmark), č. 6. Dostupné z:
<<http://www.eea.europa.eu/publications/GH-07-97-595-EN-C>>. [cit. 2013-01-12].
9. Katalog odpadů [online]. 2012. Dostupné z:
<http://www.eurochem.cz/files/eko/katalog_odpadu/katalog_odpadu20.htm>. [cit. 2012-10-1].
10. Manual for designers [online]. 2013. Dostupné z:
<http://users.rowan.edu/~everett/courses/soclii/LCA/EI99_manual_v3.pdf>. [cit. 2013-03-23].
11. Příloha č. 2 zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech [online]. 2013. Dostupné z:
<[http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/8FC3E5C15334AB9DC125727B00339581/\\$file/185-01%20-%20odpady.pdf](http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/8FC3E5C15334AB9DC125727B00339581/$file/185-01%20-%20odpady.pdf)>. [cit. 2013-02-24].
12. Příloha č. 3 zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech [online]. 2013. Dostupné z:
<http://www.odpadovyhospodar.cz/keStazeni/priloha_3.pdf>. [cit. 2013-02-24].
13. Příloha č. 4 zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech [online]. 2013. Dostupné z:
<http://www.odpadovyhospodar.cz/keStazeni/priloha_4.pdf>. [cit. 2013-02-24].
14. PWMI – An Introduction to Plastic Recycling 2009 [online]. 2012. Dostupné z:
<http://www.pwmi.or.jp/ei/plastic_recycling_2009.pdf>. [cit. 2012-12-29].
15. Seznam spaloven odpadů v ČR [online]. 2012. Dostupné z:
<<http://www.povodne.info/uoco/emise/spalovny/index.html>>. [cit. 2012-10-7].
16. SimaPro Database Manual [online]. 2013. Dostupné z: <<http://www.pre-sustainability.com/download/manuals/DatabaseManualMethods.pdf>>. [cit. 2013-03-22].
17. Software for LCA [online]. 2013. Dostupné z: <http://www.life-cycle.org/?page_id=125>. [cit. 2013-01-12].

18. Software GaBi 4 Software [online]. 2013. Dostupné z: <<http://www.gabi-software.com/ce-eu-english/software/gabi-software/>>. [cit. 2013-01-12].
19. Současnost města Benešova [online]. 2013. Dostupné z: <http://www.benesov-city.cz/vismo/zobraz_dok.asp?id_org=219&id_ktg=1347&p1=14053>. [cit. 2013-03-10].
20. Tichá, Marie – Posuzování životního cyklu LCA - CENIA [online]. 2013. Dostupné z: <[http://www.cenia.cz/C12572160037AA0F.nsf/\\$pid/CPRJ772CLGL5/\\$FILE/13Ticha_LCA.pdf](http://www.cenia.cz/C12572160037AA0F.nsf/$pid/CPRJ772CLGL5/$FILE/13Ticha_LCA.pdf)>. [cit. 2013-02-17].
21. VÚV TGM, v.v.i. – CeHO – skládky odpadů [online]. 2013. Dostupné z: <<http://www.ceho.cz/skladky-odpadu>>. [cit. 2013-02-23].
22. Vyhláška č. 381/2001 Sb. - Katalog odpadů – Ministerstvo životního prostředí [online]. 2013. Dostupné z: <<http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/744b4ecf4745be95c12570060044610a?OpenDocument>>. [cit. 2013-02-21].
23. Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech – Ministerstvo životního prostředí [online]. 2012. Dostupné z: <<http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/8fc3e5c15334ab9dc125727b00339581?OpenDocument>>. [cit. 2012-09-30].
24. Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovduší – Ministerstvo životního prostředí [online]. 2013. Dostupné z: <[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/novy_zakon_ochrana_ovzdusi/\\$FILE/000-zakon_ovzdusi-27062012.pdf.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/novy_zakon_ochrana_ovzdusi/$FILE/000-zakon_ovzdusi-27062012.pdf.pdf)>. [cit. 2013-03-14].

Ostatní zdroje:

1. Detailní mapa Benešova – Miroslav Horák. Grafické studio Horák – Region Design.
2. Odborná videa na stránkách www.gabi-software.com
3. Osobní konzultace – pan Josef Bubník, doc. Ing. Ivan Kudláček, CSc.

4. Protokol o autorizovaném měření emisí číslo 205/12 – zpracovatel Josef Heppner. INPEK spol. s r.o., zkušební laboratoř akreditovaná ČIA pod č. 1505. Datum vydání: 2012
5. Provozní řád spalovny – zpracovatel Josef Bubník, Václav Petr. Nemocnice Rudolfa a Stefanie Benešov, a.s. Datum vydání: 2011

Databázové zdroje:

1. CARVALHO, Monica, SERRA, Luis M. a LOZANO, Miguel A. Geographic evaluation of trigeneration systems in the tertiary sector. Effect of climatic and electricity supply conditions. *Energy*. 2011, roč. 36, č. 4, s. 1931-1939. ISSN 03605442. DOI: 10.1016/j.energy.2010.02.036. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/infozdroje.czu.cz/science/article/pii/S036054421000099X>

9. Přehled obrázků

Obr. č. 1	Znázornění LCA výrobku
Obr. č. 2	Schéma fází LCA
Obr. č. 3	Schéma jednoduchého systému
Obr. č. 4	Obecná rovnice výpočtu výsledku indikátoru kategorie dopadu jednoho elementárního toku
Obr. č. 5	Umístění Benešova na mapě ČR
Obr. č. 6	Blokové schéma spalovny
Obr. č. 7	Diagram zjednodušeného produktového systému
Obr. č. 8	Eco-indicator 99 – produktový systém spalování v kategorii dopadu „zdroje surovin“
Obr. č. 9	Eco-indicator 99 – produktový systém spalování v kategorii dopadu „kvalita ekosystému“
Obr. č. 10	Eco-indicator 99 – produktový systém spalování v kategorii dopadu „lidské zdraví“
Obr. č. 11	Eco-indicator 99 – produktový systém spalování ve všech kategoriích dopadu
Obr. č. 12	CML 2001 – produktový systém spalování ve všech kategoriích dopadu verze Dec. 07

10. Přehled tabulek

Tab. č. 1 Přehled současných software sloužící pro LCA

Tab. č. 2 Nebezpečné vlastnosti odpadu

Tab. č. 3 Seznam úplnosti tříděný dle typu dat

Tab. č. 4 Seznam soudržnosti

11. Přehled fotografií

Fotografie č. 1	Podávací zařízení
Fotografie č. 2	Spalinový kotel
Fotografie č. 3	Filtr spalin (tkaninový filtr)
Fotografie č. 4	Mokrý čištění plynů (mokrý pračka plynů)
Fotografie č. 5	Celkový pohled na vnitřní část spalovny
Fotografie č. 6	Komín vypouštějící vyčištěné spaliny do ovzduší

Přílohy

Příloha č. 1 - Rozšířená citace kapitoly 3.2.5 Strategie odpadového hospodářství TRVALE UDRŽITELNÝ ROZVOJ

V rámci českého prostředí se uplatňuje řada nástrojů podporující TUR. Jde o nástroje administrativní (legislativa, zákony) a nástroje ekonomické - poplatky za ukládání odpadů, poplatky za komunální odpad, pokuty, sankce, daňové úlevy a jiné (Váňa, 2009).

Kromě samotného zákona o odpadech lze další požadavky pro nakládání s odpady nalézt také v zákoně č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání, kde lze nalézt podmínky pro volnou živnost nakládání s odpady a vázanou živnost nakládání s nebezpečnými odpady. Požadavky a platná regulativa pro výrobní procesy či zařízení zpracovávající odpady lze nalézt v zákoně č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a o omezování znečištění (dále IPPC) (Váňa, 2009).

V neposlední řadě se v poslední době rozmáhají i tzv. dobrovolné dohody, kdy subjekty, které jsou zainteresovány do odpadového hospodářství, jsou tímto programem certifikovány a zapojeny do EMS (Váňa, 2009).

ZÁSADA BLÍZKOSTI A SOBĚSTAČNOSTI

Tato zásada říká, že odpad by měl být zpracován nebo odstraněn co nejbližší k místu, ve kterém vznikl. Také je důležité zvolit co nejšetrnější způsob dopravy v rámci životního prostředí (Váňa, 2009).

ZÁSADA PŘEDBĚŽNÉ OPATRNOSTI

Tato zásada vychází z ujednání na konferenci OSN v Rio de Janeiru z roku 1992. Tato zásada lze formulovat takto: existuje-li hrozba vážného nebo nevratného poškození životního prostředí, musí se předcházet tomuto stavu zhoršování a nelze za důvod odložení brát nedostatečné množství vědeckých podkladů (Váňa, 2009).

ZÁSADA – PŮVODCE ODPADŮ PLATÍ

Tato zásada říká, že původce odpadů je povinen v plné výši hradit náklady na odpadové hospodářství vyplývající z jeho činnosti. Česká legislativa také nařizuje výrobcům a dovozcům zpětný odběr některých výrobků (Váňa, 2009).

ZÁSADA SUBSIDIARITY

Tato zásada usiluje o co možná nejnižší možnou odbornou způsobilost pro rozhodovací proces. V současné době je většina pravomocí v kompetenci krajských orgánů (Váňa, 2009).

HIERARCHIE NAKLÁDÁNÍ S ODPADY

Hierarchie činností dle směrnice 98/2008/ES je následující:

- předcházení vzniku odpadů a jejich minimalizace;
- opětovné využívání za stejným nebo jiným účelem;
- recyklace – zpracování odpadů za účelem získání suroviny pro výrobu stejného či jiného výrobku;
- jiné využití (získání energie);
- odstranění odpadu (uložení na skládku, spálení bez využití) (Váňa, 2009).

ENVIRONMENTÁLNĚ NEJLEPŠÍ PROVEDITELNÁ METODA

Jedná se o metodu, která zajišťuje největší přínos v rámci minimalizace škod na životním prostředí. V současné době lze tuto metodu řadit k IPPC a k nejlepší dostupné technologii (dále BAT). V rámci odpadového hospodářství je BAT – technologie bezodpadová nebo málo-odpadová (Váňa, 2009).

ZÁSADA ODPOVĚDNOSTI VÝROBCŮ

Všichni výrobci, prodejci, distributoři a jiní by měli nést odpovědnost za ekologicky šetrné využití jejich výrobků včetně jejich odstranění (Váňa, 2009).

ZÁSADA INTEGRACE

Zásada integrace spočívá v propletení dané problematiky o odpadovém hospodářství i do jiných odvětví lidské činnosti (Váňa, 2009).

Podle Kamily Kudelové lze problém zatěžování životního prostředí spolu se surovinovou a energetickou krizí vyřešit těmito opatřeními:

- více zvažovat využití surovin, materiálů a energie;
- snížit ztráty ve výrobě;
- snížit produkci odpadů;
- využívat odpady jako druhotné suroviny nebo jejich recyklace;
- prodloužit užitkové vlastnosti výrobků a prodloužit životnost výrobků;
- využívat spotřebitelského odpadu;
- komplexně zpracovávat suroviny;
- zavádět bezodpadové a málo-odpadové technologie (Kudelová, 1999).

Příloha č. 2 - Rozšířená citace kapitoly 3.2.6 Nástroje strategie odpadového hospodářství

1) Administrativní nástroje (normativní)

Tyto nástroje jsou založeny na donucovacím přístupu, tedy na nerovnovázném postavení dvou subjektů – státu a znečišťovatelů. Stát prosazuje pomocí těchto nástrojů (příkazů, zákazů – včetně pokut) cíle v oblasti životního prostředí. Tyto nástroje vychází z právních norem (Voštová a kol., 2009).

Administrativní nástroje se skládají z těchto nástrojů:

- a) Politické nástroje – mezinárodní akty, Státní politika životního prostředí ČR, Energetická koncepce ČR a jiné.
- b) Zákonné a technické normy, koncepční materiály – například zákon o odpadech, zákon o obalech, vyhlášky k zákonu o odpadech, mezinárodní smlouvy, evropské směrnice, POH ČR, metodické pokyny, technické normy, obecně závazné vyhlášky obcí (z toho vyplývají i další nástroje – EIA, SEA, IPPC) (Kuraš, 2008).
- c) Další druhy administrativních nástrojů – plány, zákazy a příkazy (Voštová a kol., 2009).

2) Ekonomické nástroje

Podstatou těchto nástrojů je tržně orientovaný přístup. Ekonomické nástroje zvýhodňují některé činnosti nebo produkty vůči činnostem nebo produktům méně žádoucím. Ekonomické nástroje pomalu začínají nahrazovat tradiční přístupy založené na přímých formách regulace (Voštová a kol., 2009).

V rámci životního prostředí se jedná hlavně o:

- a) Daně a poplatky – například za znečištění životního prostředí, za ukládání odpadů na skládky, recyklační či místní poplatky a jiné.
- b) Podpory – například dotace, zvýhodněné půjčky, převzetí závazku, dotace z fondů EU a jiné (Kuraš, 2008).
- c) Daňová zvýhodnění – úleva z existujících daní pro konkrétní subjekty, předmět činnosti případně časovou nebo místní příslušnost. Zohledňují

sociální, investiční a ekologické záměry hospodářské politiky (Voštová a kol., 2009).

3) Ostatní nástroje

Jedná se o nástroje převážně dobrovolné. Obvykle se sem řadí všechna ostatní podpurná opatření pro dosažení deklarovaných cílů, která se nevyskytují přímo v zákonech. Tyto nástroje ovlivňují využívání odpadů nepřímo (Voštová a kol., 2009).

Mezi tyto nástroje patří:

- a) Organizační nástroje – například EMS, systém environmentálního řízení a auditu (dále EMAS), národní program čistší produkce, Zelený bod, označení ekologicky šetrných výrobků.
- b) Institucionální nástroje – například Centrum pro hospodaření s odpady (dále CeHO), Státní fond životního prostředí (dále SFŽP), EKO-KOM, a.s., autorizovaná obalová společnost.
- c) Informační nástroje – například Český statistický úřad (dále ČSÚ), Informační systém odpadového hospodářství (dále ISOH), Státní program environmentálního vzdělávání, výchovy a osvěty (dále EVVO), časopisy Odpadové fórum a Odpady, odborné příručky, školení, kurzy a jiné.
- d) Dobrovolné nástroje
 - dobrovolné dohody se subjekty odpadového hospodářství
 - dobrovolná certifikace podniků působících v odpadovém hospodářství (zajišťuje Česká asociace odpadového hospodářství (dále ČAOH), Sdružení veřejně prospěšných služeb (dále SVPS), Svaz průmyslu druhotných surovin (dále APOREKO))
 - společnosti zajišťující dobrovolně záležitosti pro nakládání s odpady
 - asociace sdružující profesně zaměřené podnikatelské subjekty – ČAOH, České sdružení pro biomasu (dále CZ BIOM), České sdružení pro recyklaci pneumatik, Sdružení provozovatelů technologií pro ekologické využívání odpadů v ČR (dále STEO)
 - mezinárodní sdružení – ISWA
- e) výzkum a vývoj – je obvykle podporován z veřejných financí formou grantů, které vypisují jednotlivá ministerstva (Kuraš, 2008).

Příloha č. 3 - Rozšířená citace kapitoly 3.2.8 Plán odpadového hospodářství České republiky

Přehled etap realizačních programů

Podle POH je důležité, aby byly zpracovány Realizační programy (dále RP) ČR pro specifické skupiny odpadů na podporu plnění cílů POH ČR. Realizační programy byly zpracovány v letech 2003 – 2006 (Voštová a kol., 2009).

V I. etapě v roce 2003 se jednalo o tyto Realizační programy: nakládání s nebezpečnými odpady, kaly z čistíren odpadních vod, autovraky, obaly a odpady z obalů, polyvinylchlorid (dále PVC) a odpady s obsahem PVC, dekontaminaci a odstranění zařízení s obsahem polychlorovaných bifenyly (dále PCB), elektrická a elektronická zařízení, BRO se zaměřením na biologicky rozložitelné komunální odpady (dále BRKO) (Voštová a kol., 2009).

Ve II. etapě v roce 2004 se jednalo o tyto Realizační programy: komunální odpady, oleje, baterie a akumulátory, stavební a demoliční odpady, pneumatiky, biodegradační odpady se zaměřením na odpady ze zemědělství, zahradnictví, rybářství, myslivosti, zpracování dřeva, odpady ze zdravotnictví, návrh nástrojů na podporu materiálového využití odpadů, značení a třídění odpadů (Voštová a kol., 2009).

Ve III. etapě v roce 2005 se jednalo o tyto Realizační programy: kontaminované zeminy a sedimenty, průmyslové odpady, odpady z energetiky, odpady z těžby, odpady ze živelných pohrom. Tato etapa byla poslední (Voštová a kol., 2009).

Příloha č. 4 - Rozšířená citace kapitoly 3.2.13.2 Zneškodňování odpadů

FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÉ METODY

Úprava odpadů chemickými nebo fyzikálními metodami snižuje celkové množství nebezpečných vlastností odpadů; zároveň se tím snižuje celkový objem (Kudelová, 1999).

Mezi *fyzikální metody* zneškodňování odpadů patří například adsorpce na aktivním uhlí, destilace, rozpouštědlová extrakce, membránová separace, ultrafiltrace, vymražování, stripování, elektrodialýza a jiné (Kudelová, 1999).

Mezi *chemické metody* zneškodňování odpadů patří například neutralizace, oxidace, redukce, oxidačně-redukční reakce, hydrolýza, srážení, cementace, použití ionexů, flokulace, fotolýza a jiné (Kudelová, 1999).

Mezi *fyzikálně-chemické metody* zneškodňování odpadů patří například solidifikace, fixace, enkapsulace, briketování, vitifikace, cementace a jiné (Kudelová, 1999).

Příloha č. 5 - Rozšířená citace kapitoly 3.2.13.2 Zneškodňování odpadů

BIOLOGICKÉ METODY

KOMPOSTOVÁNÍ

Kompostování je aerobní biologický proces, při kterém jsou původní organické substance odbourávány a postupně se z nich stávají stabilní humusové látky. Při kompostování dochází k dezinfekci materiálu, změně skladby mikroorganismů a ke zvyšování teploty (Kudelová, 1999).

Podle autorky knihy Likvidace a využití odpadů, se kompostování jako způsob využití odpadů používá u části tuhých domovních odpadů a odpadů z potravinářské a zemědělské výroby (natě, stonky, slupky, papírové obaly aj.). Hlavním cílem kompostování je přeměna těchto odpadů pomocí přirozeného biologického rozpadu do neškodné, hygienicky a esteticky nezávadné formy. Průmyslově vyráběný kompost z tuhých domovních odpadů se používá pro pěstování polních, zahradních a ovocnářských plodin (Juchelková, 2000).

Odpad, který je dovážen do kompostárny, se obvykle drtí a mísí. Je umísťován do hromad ve výšce cca 2,5 m, ve kterých probíhá tlení (cca 4 až 8 měsíců). Po této době je odpad znovu promísen a rozprostřen do vrstvy o výšce cca 1,5 m. Zde pak probíhá vlastní kompostování po dobu cca 4 měsíce. Fermentaci je možné urychlit pomocí technických opatření, například pomocí fermentovacího bubnu. Konečným produktem je kompostovatelný substrát, který se používá pro další kompostování (Juchelková, 2000).

V rámci problematiky kompostování je důležité zmínit informaci, že ukládání kompostovatelných odpadů na skládky je zakázané. Stabilita kompostů je jedním z nejdůležitějších parametrů. K měření stability kompostů se využívají respirační testy (Hudáková, 2007).

ANAEROBNÍ FERMENTACE

Anaerobní rozklad je procesem, ve kterém se produkt jedné skupiny mikroorganismů stává substrátem skupiny druhé (Kudelová, 1999).

BIODEGRADACE

Jedná se o rozklad odpadů, který se provádí za použití živých organismů nebo jejich produktů. Tito živočichové detoxikují nebo rozkládají škodlivé látky. Obvykle se používají mikroorganismy, ze kterých se šlechtí laboratorně velmi

účinné a odolné kmeny. Samozřejmě lze využít i přírodně se vyskytující mikroorganismy – například houba *Phanerochaete chrysosporium*, bakterie rodu *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Bacillus*, houby, plísňe, kvasinky a jiné. Velkou výhodou je ekonomická nenáročnost a minimální narušení okolního prostředí (Kudelová, 1999).

Příloha č. 6 - Detailní mapa Benešova



Zdroj: © Miroslav Horák – Region Design

Příloha č. 7 - Úplný seznam všech spalovaných odpadů v Nemocnici Rudolfa a Stefanie Benešov, a.s.

Kat. číslo	Název odpadu
02 01 04	Odpadní plasty (kromě obalů)
02 01 07	Odpady z lesnictví
02 01 08*	Agrochemické odpady obsahující nebezpečné látky
02 02 03	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování
02 03 04	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování
02 03 99	Odpady jinak blíže neurčené
02 05 01	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování
02 06 01	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování
02 07 03	Odpady z chemického zpracování
03 01 01	Odpadní kůra a korek
03 01 04*	Piliny, hobliny, odřezky, dřevo, dřevotřískové desky a dýhy obsahující nebezpečné látky
03 01 05	Piliny, hobliny, odřezky, dřevo, dřevotřískové desky a dýhy, neuvedené pod číslem 03 01 04
03 02 01*	Nehalogenovaná organická činidla k impregnaci dřeva
03 03 01	Odpadní kůra a dřevo
03 03 07	Mechanicky oddělený výmět z rozvlákňování odpadního papíru a lepenky
04 01 01	Odpadní klišovka a štípenka
04 01 02	Odpad z loužení
04 02 09	Odpady z kompozitních tkanin (impregnované tkaniny, elastomer, plastomer)
04 02 10	Organické hmoty z přírodních produktů (např. tuk, vosk)
04 02 15	Jiné odpady z apretace neuvedené pod číslem 04 02 14

04 02 16*	Barviva a pigmenty obsahující nebezpečné látky
04 02 21	Odpady z nezpracovaných textilních vláken
04 02 22	Odpady ze zpracovaných textilních vláken
05 01 03*	Kaly ze dna nádrží na ropné látky
05 01 05*	Uniklé (rozlité) ropné látky
05 01 06*	Ropné kaly z údržby zařízení
05 01 08*	Jiné dehty
05 01 09*	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku obsahující nebezpečné látky
05 01 17	Asfalt
05 06 03*	Jiné dehty
06 13 01*	Anorganické pesticidy, čidla k impregnaci dřeva a další biocidy
06 13 02*	Upotřebené aktivní uhlí (kromě odpadu uvedeného pod číslem 06 07 02)
07 01 08*	Jiné destilační a reakční zbytky
07 01 10*	Jiné filtrační koláče, upotřebená absorpční čidla
07 01 11*	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku obsahující nebezpečné látky
07 02 08*	Jiné destilační a reakční zbytky
07 02 10*	Jiné filtrační koláče a upotřebená absorpční čidla
07 02 11*	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku obsahující nebezpečné látky
07 02 99	Odpady jinak blíže neurčené
07 03 08*	Jiné destilační a reakční zbytky
07 03 10*	Jiné filtrační koláče a upotřebená absorpční čidla
07 03 11*	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku obsahující nebezpečné látky

07 04 08*	Jiné destilační a reakční zbytky
07 04 10*	Jiné filtrační koláče a upotřebená absorpční činidla
07 04 11*	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku obsahující nebezpečné látky
07 05 08*	Jiné destilační a reakční zbytky
07 05 10*	Jiné filtrační koláče a upotřebená absorpční činidla
07 05 11*	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku obsahující nebezpečné látky
07 05 99	Odpady jinak blíže neurčené
07 06 08*	Ostatní destilační a reakční zbytky
07 06 10*	Jiné filtrační koláče a upotřebená absorpční činidla
07 06 11*	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku obsahující nebezpečné látky
07 07 08*	Jiné destilační a reakční zbytky
07 07 10*	Jiné filtrační koláče a upotřebená absorpční činidla
07 07 11*	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku obsahující nebezpečné látky
07 07 12	Jiné kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku neuvedené pod číslem 07 07 11
07 07 99	Odpady jinak blíže neurčené
08 01 14	Jiné kaly z barev nebo z laků neuvedené pod číslem 08 01 13
08 01 18	Jiné odpady z odstraňování barev nebo laků neuvedené pod číslem 08 01 17
08 01 21*	Odpadní odstraňovače barev nebo laků
08 01 99	Odpady jinak blíže neurčené
08 02 01	Odpadní práškové barvy
08 02 99	Odpady jinak blíže neurčené
08 03 12*	Odpadní tiskařské barvy obsahující nebezpečné látky

08 03 13	Odpadní tiskařské barvy neuvedené pod číslem 08 03 12
08 03 17*	Odpadní tiskařský toner obsahující nebezpečné látky
08 03 19*	Disperzní olej
08 04 10	Jiná odpadní lepidla a těsnicí materiály neuvedené pod číslem 08 04 09
08 04 12	Jiné kaly z lepidel a těsnicích materiálů neuvedené pod číslem 08 04 11
08 04 14	Jiné vodné kaly s obsahem lepidel nebo těsnicích materiálů neuvedené pod číslem 08 04 13
08 04 17*	Kalafunový olej
09 01 07	Fotografický film a papír obsahující stříbro nebo sloučeniny stříbra
12 01 05	Plastové hobliny a třísky
12 01 07*	Odpadní minerální řezné oleje neobsahující halogeny (kromě emulzí a roztoků)
12 01 12*	Upotřebené vosky a tuky
12 01 16*	Odpadní materiál z otryskávání obsahující nebezpečné látky
12 01 99	Odpady jinak blíže neurčené
13 01 05*	Nechlorované emulze
13 01 10*	Nechlorované hydraulické minerální oleje
13 01 11*	Syntetické hydraulické oleje
13 01 13*	Jiné hydraulické oleje
13 02 05*	Nechlorované minerální motorové, převodové a mazací oleje
13 02 06*	Syntetické motorové, převodové a mazací oleje
13 02 08*	Jiné motorové, převodové a mazací oleje
13 05 01*	Pevný podíl z lapáků písku a odlučovačů oleje
13 05 02*	Kaly z odlučovačů oleje

13 05 06*	Olej z odlučovačů oleje
15 01 01	Papírové a lepenkové obaly
15 01 02	Plastové obaly
15 01 03	Dřevěné obaly
15 01 05	Kompozitní obaly
15 01 06	Směsné obaly
15 01 09	Textilní obaly
15 01 10*	Obaly obsahující zbytky nebezpečných látek nebo obaly těmito látkami znečištěné
15 02 02*	Absorpční činidla, filtrační materiály (včetně olejových filtrů jinak blíže neurčených), čisticí tkaniny a ochranné oděvy znečištěné nebezpečnými látkami
16 01 03	Pneumatiky
16 01 07*	Olejoyé filtry
16 01 13*	Brzdové kapaliny
16 01 19	Plasty
16 05 06*	Laboratorní chemikálie a jejich směsi, které jsou nebo obsahují nebezpečné látky
16 05 07*	Vyřazené anorganické chemikálie, které jsou nebo obsahují nebezpečné látky
16 05 08*	Vyřazené organické chemikálie, které jsou nebo obsahují nebezpečné látky
16 07 08*	Odpady obsahující ropné látky
17 02 01	Dřevo
17 02 03	Plasty
17 02 04*	Sklo, plasty a dřevo obsahující nebezpečné látky nebo nebezpečnými látkami znečištěné
17 03 01*	Asfaltové směsi obsahující dehet

17 03 02	Asfaltové směsi neuvedené pod číslem 17 03 01
17 03 03*	Uhelný dehet a výrobky z dehtu
17 06 03*	Jiné izolační materiály, které jsou nebo obsahují nebezpečné látky
17 06 04	Izolační materiály neuvedené pod čísly 17 06 01 a 17 06 03
18 01 01	Ostré předměty (kromě čísla 18 01 03)
18 01 02	Části těla a orgány včetně krevních vaků a krevních konzerv (kromě čísla 18 01 03)
18 01 03*	Odpady, na jejichž sběr a odstraňování jsou kladeny zvláštní požadavky s ohledem na prevenci infekce
18 01 04	Odpady, na jejichž sběr a odstraňování nejsou kladeny zvláštní požadavky s ohledem na prevenci infekce (např. obvazy, sádrové obvazy, prádlo, oděvy na jedno použití, pleny)
18 01 06*	Chemikálie, které jsou nebo obsahují nebezpečné látky
18 01 07	Chemikálie neuvedené pod číslem 18 01 06
18 01 08*	Nepoužitelná cytostatika
18 01 09*	Jiná nepoužitelná léčiva neuvedená pod číslem 18 01 08
18 02 01*	Ostré předměty (kromě čísla 18 02 02)
18 02 02*	Odpady, na jejichž sběr a odstraňování jsou kladeny zvláštní požadavky s ohledem na prevenci infekce
18 02 03	Odpady, na jejichž sběr a odstraňování nejsou kladeny zvláštní požadavky s ohledem na prevenci infekce
18 02 05*	Chemikálie sestávající z nebezpečných látek nebo tyto látky obsahující
18 02 06	Jiné chemikálie neuvedené pod číslem 18 02 05
18 02 07*	Nepoužitelná cytostatika
18 02 08*	Jiná nepoužitelná léčiva neuvedená pod číslem 18 02 07
19 05 02	Nezkompostovaný podíl odpadů živočišného a rostlinného původu

19 08 01	Shrabky z česlí
19 08 06*	Nasyčené nebo upotřebené pryskyřice iontoměničů
19 08 09	Směs tuků a olejů z odlučovače tuků obsahující pouze jedné oleje a jedlé tuky
19 08 10*	Směs tuků a olejů z odlučovače tuků neuvedená pod číslem 19 08 09
19 08 11*	Kaly z biologického čištění průmyslových odpadních vod obsahující nebezpečné látky
19 12 01	Papír a lepenka
19 12 04	Plasty a kaučuk
19 12 06*	Dřevo obsahující nebezpečné látky
19 12 08	Textil
19 12 10	Spalitelný odpad (palivo vyrobené z odpadu)
20 01 01	Papír a lepenka
20 01 02	Sklo
20 01 08	Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven
20 01 10	Oděvy
20 01 11	Textilní materiály
20 01 25	Jedlý olej a tuk
20 01 26*	Olej a tuk neuvedený pod číslem 20 01 25
20 01 27*	Barvy, tiskařské barvy, lepidla a pryskyřice obsahující nebezpečné látky
20 01 28	Barvy, tiskařské barvy, lepidla a pryskyřice neuvedené pod číslem 20 01 27
20 01 32*	Jiná nepoužitelná léčiva neuvedená pod číslem 20 01 31
20 01 37*	Dřevo obsahující nebezpečné látky
20 01 39	Plasty

20 02 03	Jiný biologický nerozložitelný odpad
20 03 01	Směsný komunální odpad
20 03 02	Odpad z tržišť
20 03 03	Uliční smetky
20 03 99	Komunální odpady jinak blíže neurčené

Zdroj: vlastní úprava podle osobní konzultace a vyhlášky č. 381/2001 Sb.

Příloha č. 8 - Souhrnné měření emisí dle osnovy MŽP za rok 2012

a) Těžké kovy za rok 2012

Těžké kovy za rok 2012	
Název kovu (zkr.)	Hmotnost (t/rok)
olovo (Pb)	0,000151222
chrom (Cr)	0,000239924
měď (Cu)	0,000560538
mangan (Mn)	0,000058639
nikl (Ni)	0,000113148
arzén (As)	0,000011563
kobalt (Co)	0,000003138
vanad (V)	0,000007268
antimon (Sb)	0,000020565
kadmium (Cd)	0,000006525
thallium (Tl)	0,000010324
rtuť (Hg)	0,001090353

Zdroj: vlastní úprava podle osobní konzultace a poskytnutého Protokolu o autorizovaném měření emisí společnosti INPEK spol. s r.o., 2012

b) Úlety ze spalovny za rok 2012

Úlety ze spalovny za rok 2012	
Název látky (zkr.)	Hmotnost (t/rok)
tuhé znečišťující látky (TZL)	0,0173439
oxid siřičitý (SO ₂)	0,602907
oxidy dusíku (NO _x)	4,69111
celkové organické látky (TOC)	0,074331
oxid uhelnatý (CO)	0,16518
Anorganické sloučeniny fluoru (HF)	0,008755
Anorganické sloučeniny chloru (HCl)	0,01321
Polychlorované dibenzodioxiny (PCDD) a dibenzofurany (PCDF)	0,000000001288

Zdroj: vlastní úprava podle osobní konzultace a poskytnutého Protokolu o autorizovaném měření emisí společnosti INPEK spol. s r.o., 2012

Příloha č. 9 - Indikátor Eco-indicator 99

Eco-indicator 99 je nástupcem indikátoru Eco-indicator 95. Eco-indicator 99 je endpointovou metodikou. Rozvoj této metody začal s rozvojem procesu vážení. Tato metodika LCIA se zabývá třemi kategoriemi dopadů: dopady na lidské zdraví, dopady na kvalitu ekosystémů a dopady na zdroje surovin (<http://www.pre-sustainability.com>).

Tyto tři kategorie dopadů na životní prostředí se dále dělí na další podkategorie:

a) dopady na lidské zdraví

- karcinogenní účinky na člověka;
- respirační potíže způsobené organickými látkami;
- respirační potíže způsobené anorganickými látkami;
- škody na zdraví způsobené změnou klimatu;
- účinky způsobené ionizujícím zářením;
- účinky způsobené vyčerpáním ozonové vrstvy;

b) dopady na kvalitu ekosystémů

- kvalitativní škody způsobené ekotoxickými účinky;
- škody způsobené kombinovaným účinkem acidifikace a eutrofizace;
- škody způsobené užíváním krajiny;

c) dopady na zdroje surovin

- škody způsobené těžbou nerostů;
- škody způsobené extrakcí fosilních paliv (Carvalho a kol., 2011).

Příloha č. 10 - Indikátor CML-IA/ CML 2001

V roce 2001 skupinka vědců pod záštitou Centra environmentálních věd Univerzity v Leidenu v Nizozemí vytvořila metodiku CML-IA/ CML 2001 (dále CML-IA). Tato metodika definuje kategorie dopadu v rámci midpointového přístupu (<http://www.pre-sustainability.com>).

První metodika nazvaná CML 96 byla vytvořena v roce 1996 pod záštitou stejné univerzity a její spektrum působnosti charakterizovalo účinky elementárních toků na tyto kategorie dopadu: acidifikace, akvatická ekotoxicita, eutrofizace, globální oteplování, humánní toxicita, vznik fotooxidantů, půdní ekotoxicita (Kočí, 2009).

Současná metodika CML-IA se dělí do několika základních kategorií dopadu. Jedná se o tyto kategorie dopadu:

- úbytek abiotických surovin;
- využívání krajiny;
- globální oteplování;
- úbytek stratosférického ozónu;
- humánní toxicita;
- ekotoxicita na sladkovodní ekosystémy;
- ekotoxicita na mořské ekosystémy;
- ekotoxicita terestrických ekosystémů;
- ekotoxicita sladkovodních sedimentů;
- ekotoxicita mořských sedimentů;
- vznik fotooxidantů;
- acidifikace a okyselování;
- eutrofizace (Kočí 2009).

Příloha č. 11 - Obrazová dokumentace ke spalovně odpadů Nemocnice Rudolfa a Stefanie Benešov, a.s.

Fotografie č. 1 Podávací zařízení



Zdroj: vlastní práce

Fotografie č. 2 Spalinový kotel



Zdroj: vlastní práce

Fotografie č. 3 Filtr spalin (tkaninový filtr) – ve spodní části big-bag



Zdroj: vlastní práce

Fotografie č. 4 Mokrý čistění plynů (mokrý pračka plynů)



Zdroj: vlastní práce

Fotografie č. 5 Celkový pohled na vnitřní část spalovny



Zdroj: vlastní práce

Fotografie č. 6 Komín vypouštějící vyčištěné spaliny do ovzduší (těsně před výstupem jsou čidla pro měření emisí)



Zdroj: vlastní práce