



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

POSOUZENÍ ENVIRONMENTÁLNÍ ZÁTĚŽE U VYBRANÉHO VÝROBKU

ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT FOR CHOSEN PRODUCT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Tomáš Durda

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Maria Krbalová, Ph.D.

BRNO 2018

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Student: **Bc. Tomáš Durda**
Studijní program: Strojní inženýrství
Studijní obor: Kvalita, spolehlivost a bezpečnost
Vedoucí práce: **Ing. Maria Krbalová, Ph.D.**
Akademický rok: 2017/18

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Posouzení environmentální zátěže u vybraného výrobku

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Jakýkoliv výrobek během svého vzniku negativně ovlivňuje životní prostředí (emise škodlivých látek, odpady apod.). S přihlédnutím k cíli EU do konce roku 2050 vytvořit nízkouhlíkovou ekonomiku, bude s postupem času nezbytné hodnotit ekologickou zátěž každého výrobku a použité technologie. Práce je zaměřena na hodnocení zátěže výrobou zvoleného výrobku.

Cíle diplomové práce:

Analýza současného stavu ekologické legislativy v oblasti strojírenství.

Popis zvoleného výrobku.

Analýza procesu vzniku zvoleného výrobku od těžby surovin až po balení hotového výrobku.

Analýza materiálových a energetických vstupů spojených s jednotlivými fázemi vzniku výrobku.

Analýza dostupných metodik hodnocení zátěže životního prostředí.

Popis zvolené metodiky hodnocení zátěže životního prostředí.

Hodnocení environmentální zátěže způsobené vznikem zvoleného výrobku.

Identifikace jednotlivých kroků procesu vzniku zvoleného výrobku, které zatěžují životní prostředí nejvíce.

Návrh opatření pro snížení environmentální zátěže během stanovených kroků procesu vzniku výrobku.

Seznam doporučené literatury:

ČSN EN ISO 14040. Management životního prostředí - Hodnocení životního cyklu - Principy a rámec. Praha: Český normalizační institut, 2006.

KOČÍ, V.: Posuzování životního cyklu: Life Cycle Assessment – LCA. Vyd. 1 - Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, 2009.

TAN, Zhongchao. Air Pollution and Greenhouse Gases: From Basis Concepts to Engineering Applications for Air Emission Control. Singapore: Springer, 2014. ISBN 978-981-278-211-1. (EN)

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18.

V Brně, dne 27. 10. 2017



doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Diplomová práce je strukturálně rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části autor popisuje současné globální ekologické problémy a vliv průmyslu na životní prostředí. Dále je popsán současný stav ekologické legislativy ve strojírenství, systémy environmentálního managementu, a nakonec i metodiky hodnocení zátěže životního prostředí. Praktická část se věnuje environmentální zátěži výrobního procesu snowboardu dle metody LCA. Z provedené inventarizační analýzy jsou vyhodnoceny jednotlivé materiály, jejichž výroba zatěžuje životní prostředí nejvíce. V poslední fázi jsou navrženy možné opatření pro snížení ekologické zátěže.

ABSTRACT

The Master's thesis is structurally divided into the theoretical and practical part. In the theoretical part, the author describes current global environmental issues and the impact of the industry on the environment. The current state of the environmental legislation in mechanical engineering, environmental management systems, and methodologies of an environmental impact assessment are described. The practical part deals with the environmental burden of the snowboard production process according to the LCA method. Life cycle inventory is performed to evaluate individual materials whose production is the most environmentally damaging. At the last stage, possible measures are proposed to reduce the environmental burden.

KLÍČOVÁ SLOVA

Analýza životního cyklu výrobku, skleníkové plyny, globální ekologické problémy, systém environmentálního managementu, snowboard, ekologická stopa, inventarizační analýza, LCA, environmentální zátěž

KEYWORDS

Product life cycle analysis, greenhouse gas, global environmental issues, environmental management system, snowboard, ecological footprint, inventory analysis, LCA, environmental burden

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

DURDA, T. *Posouzení environmentální zátěže u vybraného výrobku*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2018. 121 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Maria Krbalová, Ph.D..

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval paní Ing. Marii Krbalové, Ph.D. za vedení mé práce plné cenných rad a připomínek, a také za trpělivost. Dále bych mile rád poděkoval Lukáši Schröderovi z firmy LTB Snowboards za spolupráci při této diplomové práci. A v neposlední řadě patří poděkování i mé rodině a nejbližším, kteří mi byli po celou dobu studia oporou.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Marii Krbalové, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 25.5.2018

.....

Bc. Tomáš Durda

OBSAH

1	ÚVOD	13
2	MOTIVACE	15
3	ČLOVĚK A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	17
3.1	Znečištění ovzduší	17
3.1.1	Skleníkový efekt v atmosféře Země	17
3.1.2	Skleníkové plyny a aerosoly	19
3.1.3	Důsledky globálního oteplování	21
3.1.4	Omezování vypouštění skleníkových plynů do ovzduší	22
3.2	Znečištění půdy	23
3.3	Znečištění vod	24
3.3.1	Velká tichomořská odpadková skvrna	24
3.3.2	Vliv průmyslu na znečištění hydrosféry	25
3.4	Odvětví průmyslu s významným vlivem na životní prostředí	26
4	PRŮMYSL	27
4.1	Strojírenský průmysl	28
4.1.1	Ekologické vlivy strojírenského závodu	29
5	SOUČASNÝ STAV EKOLOGICKÉ LEGISLATIVY VE STROJÍRENSTVÍ	30
5.1	Ochrana ovzduší	30
5.2	Ochrana hydrosféry	30
5.3	Odpadové hospodářství	31
5.4	Regulované látky a F-plyny	32
5.5	Prevence závažných havárií	32
5.6	IPPC	32
5.7	Systém environmentálního managementu (EMS)	33
5.7.1	EMAS (angl. Eco Management and Audit Scheme)	33
5.7.2	ČSN EN ISO 14001	33
6	SNOWBOARD	34
6.1	Historie snowboardu	34
6.2	Typy snowboardů	35
6.2.1	Freestyle snowboard	35
6.2.2	Freeride snowboard	35
6.2.3	All Mountain snowboard	36
6.2.4	Slalomový snowboard	36
6.3	Rozdělení snowboardů dle prohnutí prkna	37
6.4	Rozdělení snowboardů dle materiálu	37
6.5	Konstrukční popis snowboardu	38
6.6	Mechanické vlastnosti snowboardu	39
6.7	Jízdní vlastnosti snowboardu	39
6.8	Technologie výroby snowboardu	39
6.9	Snowboarding a ekologie	40

7	METODIKY HODNOCENÍ ZÁTĚŽE ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ.....	41
7.1	EIA	41
7.2	SEA.....	42
7.3	Ekologická stopa	43
7.3.1	Druhy ekologické stopy	43
7.4	LCA	45
7.4.1	Životní cyklus produktu	46
7.4.2	Produktový systém	47
7.4.3	Procesy	47
7.4.4	Čtyři fáze metody LCA	48
7.4.5	Fáze č. 1: Definice cílů a rozsahu	48
7.4.6	Fáze č. 2: Inventarizace	49
7.4.7	Fáze č. 3: Hodnocení dopadů	50
7.4.8	Fáze č. 4: Interpretace	51
7.4.9	Závěr.....	51
8	PRAKTICKÁ ČÁST.....	53
8.1	Fáze č. 1: Definice cílů a rozsahu.....	53
8.1.1	Cíl studie	53
8.1.2	Rozsah studie.....	53
8.1.3	Popis posuzovaného výrobku.....	54
8.1.4	Podrobnosti jednotlivých materiálů použitých k výrobě snowboardu	54
8.1.5	Množství jednotlivých materiálů před výrobou a v konstrukci snowboardu ..	54
8.2	Fáze č. 2: Inventarizační analýza.....	56
8.2.1	Procesní diagram výroby snowboardu	56
8.2.2	Výrobní proces snowboardu:	57
8.2.3	Výpočty jednotlivých spotřeb elektrických energií při výrobě snowboardu ..	64
8.2.4	Boustead Model 6.0.....	66
8.2.5	Inventarizační analýza.....	67
8.3	Fáze č. 3: Hodnocení dopadů	86
8.3.1	Výroba 0,14 kg ABS	86
8.3.2	Výroba 0,15 kg ocelových hran	87
8.3.3	Výroba 0,12 kg ocelových vložek.....	88
8.3.4	Výroba 0,4 kg lepidla	89
8.3.5	Výroba 0,03 kg SBR gumy:	90
8.3.6	Výroba 1,18844 kg prken:.....	91
8.3.7	Výroba 0,807 kg skelných vláken	92
8.3.8	Výroba 0,5 kg HDPE	93
8.3.9	Výroba 0,02 kg laku	94
8.3.10	Vyhodnocení výroby jednotlivých materiálů	95
8.3.11	Výroba 1 MJ elektrické energie pro ČR.....	97
8.3.12	Výroba el. energie – frézování – 1,319 MJ	98
8.3.13	Výroba el. energie – frézování – 0,528 MJ	98
8.3.14	Výroba el. energie – ořezávání – 0,133 MJ	98
8.3.15	Výroba el. energie – broušení – 5,04 MJ	98
8.3.16	Výroba el. energie – vrtání – 0,0432 MJ.....	98
8.3.17	Výroba el. energie – lisování – 1,224 MJ	99
8.3.18	Výroba el. energie – topení – 12,24 MJ	99
8.3.19	Výrobní operace snowboardu a spotřeba energie a emisí CO ₂	99
8.3.20	Výroba snowboardu	100

8.4	Fáze č. 4: Interpretace	101
8.4.1	Hodnocení kvality údajů – metoda Weidema.....	102
9	ZHODNOCENÍ A DISKUZE	105
10	ZÁVĚR.....	107
11	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	109
12	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	115
13	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	117
14	SEZNAM TABULEK	121

1 ÚVOD

V posledním období se člověk přestal chovat v harmonii s přírodou a začal ji velmi podstatným způsobem přetvářet. Je nepochybně nejvýznamnějším faktorem, který má za následek ovlivňování bilancí přírodních zdrojů na Zemi. Intenzivním čerpáním přírodních zdrojů dochází k narušování rovnováhy Země, která vede k mnoha ekologickým problémům na globální úrovni.

Jelikož je vývoj moderního průmyslu nevyhnutelný, přináší lidstvu kromě užitku i nespočet problémů. Vlivem průmyslové výroby je zatěžován vzduch, voda i půda emisemi znečišťujících látek, které poté negativně působí na životní prostředí i lidské zdraví. Mezi odvětví průmyslu, které mají největší dopad na životní prostředí, patří petrochemický, chemický a hutnický průmysl, elektro průmysl, dále také textilní a energetický průmysl.

Ekologické vlivy strojírenského výrobního závodu ovlivňující životní prostředí se rozdělují na pasivní a dynamické. Pasivním vlivem je obsazení určitého prostoru v krajině narušující místní ekosystémy. Mezi dynamické vlivy označujeme kapalné, plynné a tuhé odpady, které zasahují do hydrosféry, atmosféry, půdy a biosféry.

V další kapitole je shrnuta současná ekologická legislativa v České republice v oblasti strojírenství. Pro ochranu ovzduší platí zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší, pro ochranu hydrosféry platí zákon o vodách č. 254/2001 Sb. Pro odpady je platný zákon č. 185/2001 Sb., a pro obaly zákon č. 477/2001 Sb. V další podkapitole jsou popsány systémy environmentálního managementu a jeho dobrovolné nástroje pro ochranu životního prostředí.

Následuje kapitola, kde jsou popsány různé metodiky hodnocení zátěže životního prostředí. Konkrétně se jedná o EIA, SEA a LCA metody.

V praktické části je posuzována environmentální zátěž výrobního procesu snowboardu dle metody LCA. Snowboard, který je výsledkem pečlivé ruční práce i několika operací s využitím elektrických přístrojů a strojů, má konstrukci složenou z více materiálů, které pochází z mnoha odvětví průmyslu.

Součástí inventarizační analýzy je procesní diagram výroby snowboardu a popsání jednotlivých výrobních operací. Pomocí softwaru Boustead Model, který obsahuje databázi nejrůznějších výrobních operací, byly vytvořeny jednotlivé operace pro výrobu materiálů a elektrické energie potřebné k výrobě snowboardu.

Poté byly vyhodnoceny výsledky z inventarizační analýzy a identifikovány materiály, které se významným způsobem podílejí na celkové spotřebě energie a emisích oxidu uhličitého.

2 MOTIVACE

Jakýkoliv výrobek během svého životního cyklu negativně ovlivňuje životní prostředí. Ať už se jedná o emise škodlivých látek do atmosféry, odpadní vody obsahující nebezpečné látky, nebo odpady do půdy.

Současným trendem výrobních podniků, které se zabývají výrobou spotřebního zboží, je úmyslně vyrábět produkty s nižší kvalitou za účelem opětovného zisku při prodeji nového produktu na úkor většího dopadu na životní prostředí.

S přihlédnutím k cíli Evropské unie do konce roku 2050 vytvořit nízkouhlíkovou ekonomiku, bude v budoucnu nezbytné hodnotit environmentální zátěž každého výrobku a použité technologie k výrobě.

Pro posouzení environmentální zátěže výrobního procesu vybraného výrobku, která je součástí této diplomové práce, jsem zvolil snowboard, který je výsledkem pečlivé ruční práce i několika operací s využitím elektrických přístrojů a strojů. Jeho konstrukce je složena z více materiálů, které pocházejí z různých odvětví průmyslu. Konstrukce snowboardu byla hlavním faktorem při volbě vhodného produktu pro stanovení environmentální zátěže výrobního procesu.

3 ČLOVĚK A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Po téměř celou éru lidského druhu *Homo sapiens sapiens*, se člověk choval k přírodě velmi obezřetně. Tradiční vztah lidí k přírodě zajišťoval všeobecnou rovnováhu mezi přírodními zdroji a jejich spotřebováním, a to bylo základem rovnováhy a dlouhodobé stability na planetě Zemi. Až v posledním období se přestal člověk chovat v souladu s přírodou a začal ji velmi podstatným způsobem přetvářet. [1]

Člověk je nepochybně nejvýznamnějším faktorem, který má za následek ovlivňování bilancí přírodních zdrojů na Zemi. Počet obyvatel neustále narůstá a člověk stále usilovněji vyčerpává přírodní zdroje. Jelikož je rovnováha na naší planetě velmi křehká, intenzivním čerpáním přírodních zdrojů lidé aktivovali mocné síly přírody a způsobili změny, které mohou tuto rovnováhu Země velmi silně narušit což může mít nedozírné následky pro život na naší planetě Zemi. [1]

Vývoj moderního průmyslu je nevyhnutelný. Kromě užitku však lidstvu přináší i nespočet problémů. Jelikož průmysl zahrnuje veškeré činnosti od těžby surovin přes jejich zpracování až po zhotovení konečného výrobku, je samozřejmé, že značnou mírou ovlivňuje životní prostředí. Vlivem průmyslové výroby je zatěžován vzduch, voda i půda emisemi znečišťujících látek, které poté nepříznivě působí na životní prostředí i lidské zdraví. [1]

Kadrnožka (2008) uvádí, že každé odvětví průmyslu nějakým způsobem ovlivňuje tyto přírodní zdroje. Některá odvětví produkují vysoké množství skleníkových plynů, jejichž výskyt v atmosféře vede ke globálnímu oteplování Země i stoupající hladině moří a oceánů. Jiná odvětví produkují odpadní vody s nebezpečnými látkami, které se dostávají do půdního i vodního ekosystému. Plastové odpady vypouštěné do moří a oceánů mají také velmi významný vliv na mořské živočichy a ekosystémy, kvalitu vody, rybolov a také cestovní ruch.

V následujících kapitolách budou popsány současné nejzávažnější globální ekologické problémy a zhodnocení vlivu průmyslu na tyto globální problémy.

3.1 Znečištění ovzduší

Znečištění ovzduší skleníkovými plyny vypouštěnými nejenom z průmyslu, mají velmi výrazný vliv na složení atmosféry a nastupující globální a lokální oteplování Země způsobuje narůstání intenzity a četnosti extrémních meteorologických jevů a velké změny v přírodě. [1]

V následujících podkapitolách budou popsány nejvýznamnější skleníkové plyny a samotný skleníkový efekt, který je hlavní příčinou globálního oteplování planety Země.

3.1.1 Skleníkový efekt v atmosféře Země

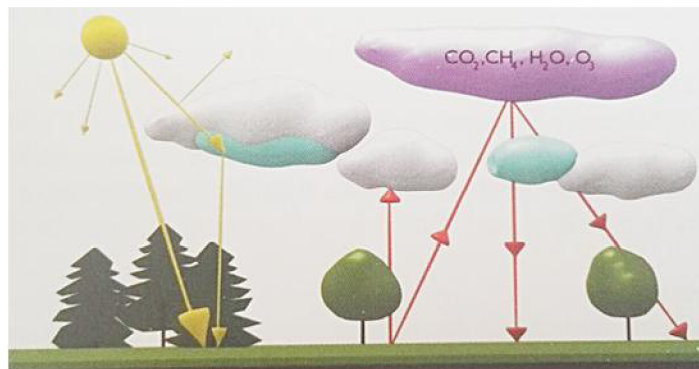
Rovnováha mezi množstvím energie krátkovlnného záření vyzářené Sluncem a energií odraženou a vyzářenou ze Země zpět do kosmického prostoru, nazýváme radiační rovnováhou Země. Přibližně 30 procent energie, kterou vyzáří Slunce, je pohlceno a rozptýleno v horních vrstvách atmosféry, odraženo od oblaků, hladin oceánů a také od zemského povrchu. Zbýlých 70 procent slunečního záření projde atmosférou a je pohlcováno půdou a mořem, ale též spodními vrstvami ovzduší a oblaky. Tento podíl přijaté dopadající energie musí být vyzářen zpět do kosmického prostoru jako dlouhovlnné tepelné záření, jinak dojde k narušení energetické bilanční rovnováhy a změně teploty Země. [1]

Kadrnožka (2008) uvádí, že zářivý výkon Slunce je odhadován na $3,85 \cdot 10^{26}$ W a na Zemi dopadá jen 0,45 miliardtina z celkového sálavého výkonu Slunce. Přesto je tento tepelný výkon, který dopadá ze Slunce na planetu Zemi, velmi ohromný. Aby nedošlo k narušení energetické bilanční rovnováhy, musí zemský povrch vyzářit zpět energii přijatou ze Slunce. Země vyzařuje tepelnou energii celým svým povrchem, a proto vyzařovaný měrný tepelný tok, který odpovídá dopadajícímu slunečnímu záření, je 239 W/m^2 . V závislosti na různých lokálních teplotách zemského povrchu, je ze Země vyzařováno tepelné záření o různých vlnových délkách. Různé části zemského povrchu odrážejí sluneční záření v rozdílné míře. [1]

Krátkovlnné sluneční záření, které atmosféra z větší části propouští, dopadá na zemský povrch a ohřívá jej. Až na drobné energetické toky z fotosyntézy v biomase uložené v hloubce oceánů a pod vrstvou nánosů na pevninách, geotermální energii, energii přílivu a odlivu a uvolněnou jadernou energii, ohřátý zemský povrch stejné množství dopadající energie slunečního záření vyzařuje zpět do kosmického prostoru. Jelikož je teplota Země v porovnání s teplotou Slunce podstatně nižší, má odražené záření mnohem delší vlnovou délku. Atmosférické plyny pohltní a vyzáří zpět na zemský povrch část tohoto dlouhovlnného záření. Tento jev se nazývá **skleníkový efekt v ovzduší** (viz Obr.1) a plyny způsobující tento jev, se nazývají skleníkové plyny a nejvýznamnější jsou oxid uhličitý, vodní pára, metan, oxid dusný a ozón. Skleníkový efekt se nachází vždy v atmosféře Země, jelikož bez něho by globální teplota zemského povrchu byla o 30 až 40 °C nižší. [1]

Část slunečního záření je odraženo od oblaků zpět do kosmického prostoru. Zlomek slunečního záření je v ovzduší pohlčen a vyzářen všemi směry jako difúzní záření. Záření dopadající na povrch planety, je částečně odraženo zpět v závislosti na odrazivosti od povrchu Země a zbytek záření je pohlčen zemským povrchem. Tepelné záření, které je skleníkovými plyny zachyceno ve vyšších vrstvách atmosféry, nemůže být vzhledem k slabé sálavosti plynů vyzářeno zpět do kosmického prostoru. Většina tohoto záření je proto odražena zpět k povrchu Země. Do kosmického prostoru je tak díky vrstvě skleníkových plynů vyzařováno mnohem méně energie. Tyto plyny tedy fungují jako sklo u obvyklého skleníku, a proto nazýváme tento jev skleníkovým efektem. [1]

Kadrnožka (2008) uvádí, že v dolních vrstvách atmosféry tyto plyny tepelné záření částečně pohlčují, což způsobuje ohřívání vzduchu ve spodních vrstvách atmosféry, a část záření je vyzařována jako difúzní záření všemi směry, které má kvůli podstatně vyšší teplotě větší intenzitu než v horních vrstvách atmosféry. Mezi povrchem Země a spodními a horními vrstvami atmosféry dochází též k přenosu tepla konvekcí podobně jako uvnitř obvyklého skleníku.



Obr.1: Podstata skleníkového efektu v ovzduší [1]

3.1.2 Skleníkové plyny a aerosoly

Mezi nejvýznamnější skleníkové plyny patří oxid uhličitý, metan, oxid dusný a také chlorfluorované uhlovodíky (CFC) a ozón. Skleníkové plyny a jejich jednotlivé podíly na celkovém skleníkovém efektu jsou uvedeny v tabulce 1. [1]

Tabulka 1: Podíl jednotlivých skleníkových plynů na celkovém skleníkovém efektu, podle WEC 2000 [1]

Plyn	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	ostatní	celkem
Podíl na celkovém skleníkovém efektu (%)	82	12	4	2	100

- **Oxid uhličitý**

Koncentrace nejvýznamnějšího skleníkového plynu se od nástupu průmyslové éry zvýšila téměř o 40 procent. Hlavním antropogenním zdrojem zvyšování koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře Země je spalování fosilních paliv. Oxid uhličitý vzniká spalováním, oxidací uhlíku kyslíkem. Množství CO₂, které vzniká během spalování fosilních paliv, je závislé na uhlíku obsaženém v palivu. Vodík je také velmi významnou hořlavou složkou při spalování fosilních paliv. [1]

Část oxidu uhličitého, které lidstvo vyprodukuje, je pohlcováno v oceánech, zachyceno biosférou a půdou, ale přibližně polovina stále zůstane v atmosféře Země. Nejvyšší množství vyprodukovaného oxidu uhličitého, vznikne při spalování ropy, uhlí, zemního plynu, petroleje, benzínu, nafty, bionafty a etanolu. Při spalování metanu, zemního plynu a vyhnívacího bioplynu vzniká také vysoké množství CO₂. Kromě energetiky a dopravy je velmi významným producentem oxidu uhličitého také průmysl. Z celkového příspěvku průmyslu připadá na výrobu železa a oceli 26 procent, produkci minerálů (cement, sklo a keramika) 25 procent a podíl chemie a petrochemie přibližně 18 procent. Při výrobě 1t cementu vzniká přibližně 1t oxidu uhličitého. [1]

Je nesporné, že koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší se za poslední dvě staletí zvýšila v důsledku lidské činnosti. Jelikož je každoročně intenzivní těžbou a spalováním fosilních paliv vyprodukováno miliardy tun CO₂, který je vypouštěn do ovzduší, bude se i nadále koncentrace tohoto skleníkového plynu rychle zvyšovat, pokud lidstvo nezačne používat alternativní zdroje energie v podstatně větším rozsahu. [1]

Kadrnožka (2008) uvádí, že Čína, USA, Evropská unie, Indie a Rusko mají za následek 2/3 celosvětové produkce emisí oxidu uhličitého do ovzduší. Pouhých sedm nadnárodních společností je zodpovědných za téměř 1/5 celosvětové průmyslové produkce CO₂ emitovaného do ovzduší od roku 1854.

- **Metan**

Spalováním metanu vzniká též oxid uhličitý. Jelikož je podíl metanu na skleníkovém efektu přibližně 12 procent, je metan druhým nejvýznamnějším skleníkovým plynem. Jsou prozkoumávány nejen jeho úniky z přírodních zdrojů, ale také procesy jeho vytváření a způsoby úniky ze zdrojů a z procesů uhelného, ropného a plynárenského průmyslu. Dále se také sledují úniky metanu ze skládek odpadů a z živočišné a rostlinné zemědělské výroby. [1]

Hlavním přírodním zdrojem metanu jsou však mokřady a část metanu je také produkována přežvýkavci. Z přírodních zdrojů je produkováno asi 37 procent metanu. Živočišné odpady, skot a rýžová pole produkují o šedesát procent více metanu než rozlehlé světové mokřady. Největším antropogenním zdrojem tohoto plynu je tedy živočišná a rostlinná výroba. Poměrně rychlé zvyšování teploty v oblastech trvalého nebo dočasného permafrostu způsobí uvolnění ohromného množství metanu dnešní zmrzlé půdy a rašeliny. Ve srovnání se zemědělskou výrobou má rozmanitý průmysl fosilních paliv téměř poloviční vliv na produkci metanu, kde těžba, doprava a zpracování ropy má největší zastoupení v tomto odvětví. Těžba uhlí má jenom o něco málo menší podíl na produkci metanu než těžba a přeprava ropy. [1]

Současná celosvětová roční produkce metanu má za následek přibližně 47 Mt a je odhadováno, že do roku 2025 tato produkce dosáhne hodnoty 78 Mt za rok. Z uhelného průmyslu má vzrůst produkce metanu z nynějších 32 Mt na 58 Mt za rok. Emise metanu, které pocházejí ze skládek odpadů, pravděpodobně vzrostou z dnešních 32 Mt na 62 Mt za rok. [1]

Kadrnožka (2008) uvádí, že mezi další významné zdroje metanu patří hoření biomasy, skládky odpadů, živočišné a lidské odpady, termity, nebo také oceán. Další zdroj úniku metanu pochází ze systému dálkového plynovodu ze Sibíře do Evropy, kde unikne přibližně 3,5 miliónů tun metanu ročně, což je přibližně 0,7 % světových emisí metanu.

- **Oxid dusný**

Podíl oxidu dusného na skleníkovém efektu je přibližně třetinový oproti podílu metanu. Avšak doba pobytu tohoto plynu v atmosféře Země se pohybuje okolo 150 let. V ovzduší se z oxidu dusného vytváří účinkem ultrafialového záření radikál NO, který způsobuje rozklad ozónu. V posledních letech koncentrace oxidu dusného v atmosféře velmi rychle stoupá. Každoročně se jedná přibližně o 0,6 % nárůst od začátku 21. století. Mezi nejpravděpodobnějšími zdroji tohoto skleníkového plynu jsou chemický průmysl a zemědělství. [1]

- **Aerosoly v ovzduší**

V ovzduší, které je znečištěné aerosoly, se tvoří více mlhy a četnější a větší oblačnost. Tyto oblaky zadržují sluneční záření, avšak propouštějí dlouhovlnné tepelné záření. Ve výsledku tak aerosolové částice v ovzduší mírně snižují intenzitu skleníkového efektu. Letadla ve stále větší míře produkují ve vyšších vrstvách atmosféry aerosolové tuhé částice v důsledku nedokonalého spalování uhlovodíkových paliv. Zvyšování tuhých mikročástic v ovzduší je především důsledkem vysycháním kontinentů, automobilní a letecké dopravy, zemědělství, stavební činnosti a těžbou paliv a dalších surovin. [1]

3.1.3 Důsledky globálního oteplování

Globální oteplování způsobuje různé děje v přírodě, které se dějí v důsledku změny klimatu a celkového oteplování zemského povrchu. Rychlé změny biodiverzity, které jsou způsobené bezprecedentním globálním oteplováním mohou způsobit četné mezidruhové nerovnováhy a na druhou stranu vyvolat silné existenční tlaky, což může mít za následek ohromně rychlé vývojové procesy a neočekávané změny v přírodě. [1]

Tání ledovců na mnoha místech naší planety je jedním z mnoha důsledků globálního oteplování. Na Zemi je přibližně 1/10 pevniny pokryta ledovci, které zadržují 75 % světové zásoby sladké vody. Kdyby tyto ledovce roztály, způsobilo by to zvýšení hladin moří a oceánů přibližně o 75 m. Paradoxně se projevuje nejrychlejší zvyšování teploty v nejchladnějších oblastech Země, tedy v okolí severního a jižního pólu a na vrcholcích nejvyšších hor. V těchto oblastech je lokální klimatická citlivost až desetkrát větší než průměrná globální klimatická citlivost. [1]

Kadrnožka (2008) uvádí, že hladina světového oceánu se za posledních sto let zvýšila přibližně o 18 cm. Největší nárůst tohoto trendu je zaznamenán právě v posledních letech. V důsledku tání ledovců na všech světadílech se na přelomu století hladina moří a oceánů zvyšovala v průměru o 4 mm za rok. V časovém horizontu okolo roku 2070 může dojít ke zvýšení mořské hladiny až o jeden metr. Zvyšování hladin moří a oceánů se již začíná projevovat zatápěním menších ostrůvků v Tichém oceánu. V asijských zemích se očekává pokles terénu v důsledku ponořování zemské desky a zároveň zvýšení hladiny moře, kde tato kombinace bude mít přibližně v polovině 21. století kvůli ztrátě zemědělské půdy nedozírné následky pro život lidí a ekonomiku zemí. Neustále se zvyšující mořská hladina způsobuje pronikání slané vody do podzemních zdrojů sladké vody.

Globální oteplování a spalování fosilních paliv zvyšuje intenzitu a četnost extrémních meteorologických dějů, zranitelnost infrastruktury a ekonomické i lidské ztráty. Fosilní paliva, která mají podíl na celkové spotřebě primárních energetických zdrojů, se velmi pomalou rychlostí snižuje. Atmosférické změny vyvolávají další změny, které vedou k silnějším meteorologickým dějům a větším výkyvům v počasí. Po celém světě se neustále častěji projevují extrémní meteorologické změny. Mezi nejvýznamnější projevy silných meteorologických jevů patří hurikány, tornáda, vichřice, záplavy a dlouhodobá sucha. Intenzita a četnost meteorologických dějů, které jsou čím dál častější, zvyšují zranitelnost infrastruktury. Vedle ztrát, které se týkají ekonomiky, poměrně výrazně stouply i ztráty na lidských životech. [1]

Na vzniklou velmi závažnou situaci je potřeba reagovat rychle a dostatečně razantním způsobem, protože již bylo ztraceno mnoho drahocenného času. Jde o velmi závažný problém, z hlediska komplexnosti, naléhavosti, vědecké a technické obtížnosti, materiální a ekonomické náročnosti, jaký lidstvo doposud neřešilo. Nutná opatření se však prosazují nesrovnatelně pomaleji, než nastupují důsledky, kterou plynou z globálního oteplování. [1]

Aby vývoj na Zemi nemusela příroda korigovat pomocí svých prostředků, je zapotřebí, aby se lidé řídili velmi jednoduchým principem, principem udržitelnosti života na Zemi v jeho mnohotvárnosti a bohatosti, což je jednou z podmínek jeho stability. [1]

3.1.4 Omezování vypouštění skleníkových plynů do ovzduší

Lidstvo by mělo ve svém zájmu co nejvíce usilovat o navrácení rovnováhy a stability Země, která je pro budoucnost lidstva a všech živých organismů velmi důležitá. Neustále se zvyšující teplota Země, ztráta biodiverzity a další faktory ovlivněné spalováním fosilních paliv a dalšími průmyslovými činnostmi a ději na naší planetě, budou mít v průběhu několika let nedožrnné následky, pokud se co nejdříve nerealizují potřebná opatření.

Mezi první společnost, která se snaží eliminovat emise skleníkových plynů, je švýcarská společnost Climeworks, která na Islandu u geotermální elektrárny Hellisheidi testuje technologii se zápornými emisemi oxidu uhličitého viz Obr.2. [2]

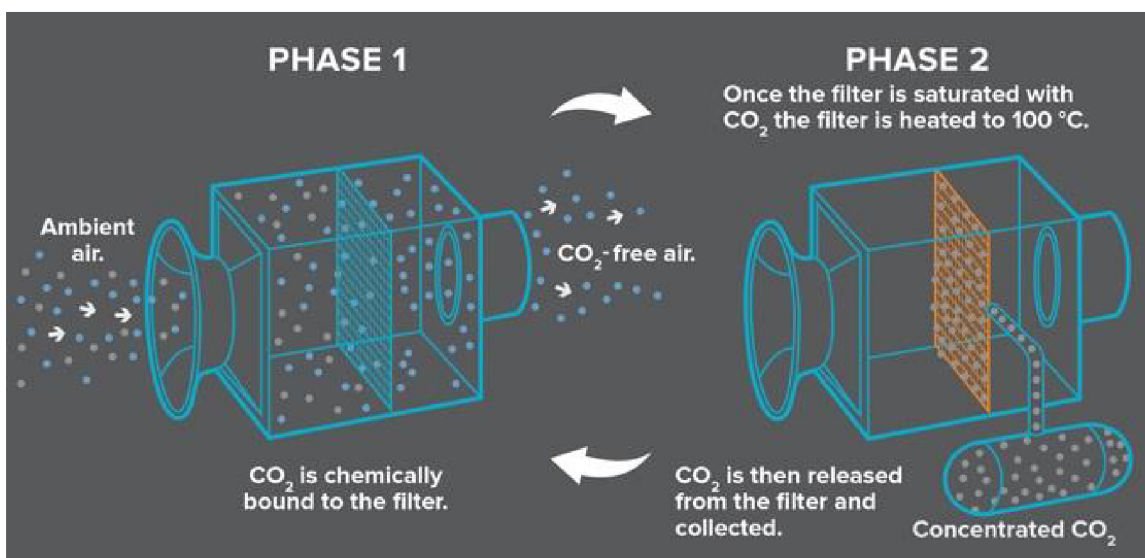
Tato technologie (viz Obr.3) funguje na principu přímého zachycování vzduchu (direct air capture). Tyto systémy, byť jen prozatím v malém měřítku, jsou schopné z ovzduší navázat molekuly CO_2 pomocí filtru a neutralizovat je. Jakmile je filtr nasycen CO_2 , filtr se zahřeje a poté se plyn uvolní z filtru a následně se dodává dalším zákazníkům například z potravinového průmyslu. Další možnosti ukládání plynu je smíchání s vodou a vstříknutí do hloubky 700 metrů pod zemský povrch. [2,4]



Obr.2: Příklad přístroje firmy Climeworks [3]

Ačkoli je systém Climeworks (viz Obr.2) pouhý prototyp, tato technologie dokáže za rok eliminovat 50 tun oxidu uhličitého. To mnoha skeptikům dokazuje, že zachytávání oxidu uhličitého je reálné a je schopné fungovat i za rozumnou cenu. [2]

Podle expertů tato technologie představuje jediné řešení, jakým může lidstvo úspěšně čelit globálním změnám klimatu, které jsou v poslední době na velkém vzestupu a zapojení podobných technologií ve velké míře je jediným možným řešením. [2,4]



Obr.3: Technologie společnosti Climeworks [4]

3.2 Znečištění půdy

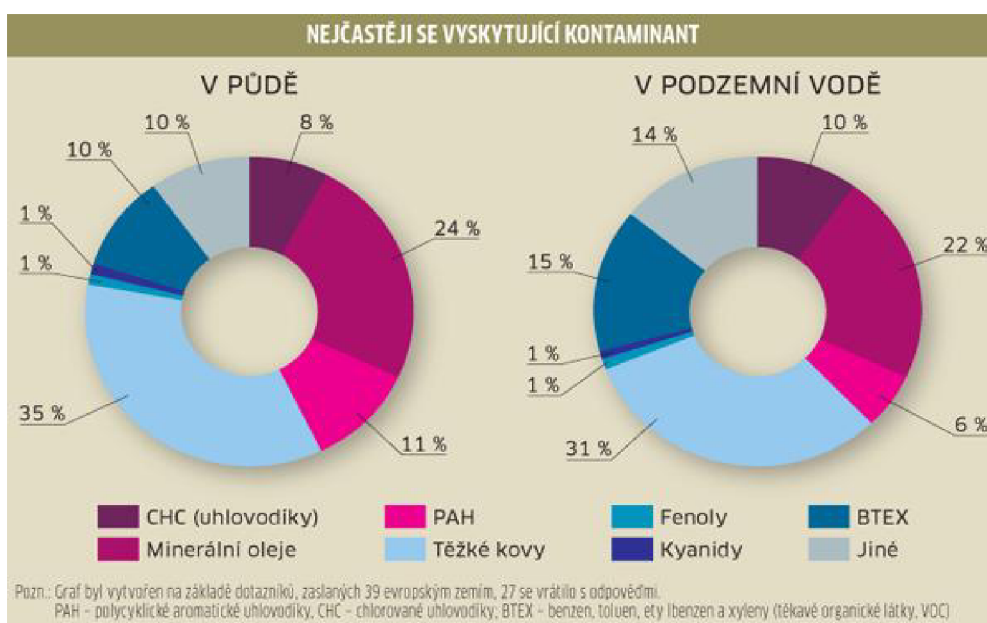
Prvním krokem průmyslové výroby je těžba surovin, představující z hlediska životního prostředí podstatný zásah do krajiny planety Země. Mezi další odvětví tohoto průmyslu, který ovlivňuje životní prostředí, patří těžba kamene, písku nebo kaolinu, které jsou potřebné pro výrobu stavebních hmot. Velmi často je zapotřebí odkrýt poměrně rozsáhlé plochy svrchních vrstev půdy a hornin, aby byla ložiska těžené suroviny přístupná. To způsobuje v některých případech úbytek celé krajiny i s vesnicemi a městy. Během těžby surovin dochází ke změnám reliéfu krajiny, záborům půdy, a vytváření nových krajinných prvků. Při povrchové těžbě je odstraněna veškerá vegetace a značné množství půdního profilu. Dochází tak k rychlejší degradaci zbylých půd a zrychlení zvětrávacích procesů a eroze. Výsledkem těžby uhlí vzniká například velmi nebezpečný metan. [60]

Samotná technologie těžby může být pro životní prostředí a zdraví člověka poměrně riziková. Některé suroviny se z vytěžené rudy získávají louhováním v roztoku kyanidu. [60]

Největším rizikem jsou ropné havárie, kdy i samotná těžba ropy ohrožuje životní prostředí a úniky ropy do vody a půdy mají významný vliv. [60]

Chemický průmysl je na prvním místě, pokud jde o toxicitu a nebezpečí odpadních produktů. Anorganická výroba a výroba hnojiv představují nejproblematictější odvětví chemického průmyslu. Voda je významnou sloučeninou pro chemický průmysl. Během výroby vzniká velké množství odpadní vody, která obsahuje zbytky vyráběných chemikálií a dalších odpadních látek. Ty svojí extrémní kyselostí způsobují okyselení vod a půd. [60]

Uhlovodíky, rozpouštědla, polyaromatické uhlovodíky, pesticidy, olovo, kadmium, rtuť a ostatní těžké kovy patří mezi nejčastější látky, které znečišťují půdu. Poměrně často se do půdy dostávají ropné uhlovodíky z protržených podzemních nádrží, nebo při haváriích v továrnách. Dalším způsobem kontaminace půdy může být únik chemických látek během přepravy chemikálií, nebo ropy při haváriích tankerů, nebo také během skladování odpadů. Z čistíren odpadních vod mohou také uniknout rizikové látky, které mají škodlivé účinky na půdu a organismy. [60]



Obr. 4: Znečištění půdy v Evropě [7]

3.3 Znečištění vod

Lidstvo používá nespočetné množství plastového materiálu. Požíváme ho a setkáváme se s ním každý den. Ohromné množství použitého plastu však končí v našich mořích a oceánech. Plastový odpad je ten nejvážnější zdroj znečištění oceánu a tvoří přibližně 80 % veškerého odpadu, který se v oceánech nachází. [8]

Dle programu OSN pro životní prostředí (UNEP), končí každoročně 14 miliónů tun odpadu v oceánech. Toto ohromné číslo má nedozírné následky na mořské živočichy a ekosystémy, kvalitu vody, rybolov a také cestovní ruch. Jedovaté sloučeniny obsažené v plastech mají velmi negativní vliv na organismus živočichů a člověka a kolují v krvi lidí na všech kontinentech. Po fotodegradaci plastů, kdy se plasty rozkládají na menší úlomky, jsou neodbouratelnou součástí mořského planktonu, čímž se nebezpečné látky v plastech stávají součástí potravinového řetězce lidských i zvířecích obyvatel planety. [61]

Dle studie má přes 90 % mořských ptáků v žaludku plast, který je roven přibližně 5 % jejich tělesné váhy (viz Obr. 5). [20]

267 druhů živočichů po celém světě je ohrožených plastovým odpadem. 86 % mořských želv a 43 % mořských savců má v žaludku plast nebo se do nebezpečného plastového odpadu zamotalo. [9]



Obr. 5: Mořský pták uhynulý kvůli plastovému odpadu v žaludku [19]

3.3.1 Velká tichomořská odpadková skvrna

Velká tichomořská odpadková skvrna, anglicky Great Pacific Garbage Patch (viz. Obr. 7) je sedmým kontinentem složeným převážně z plastového odpadu. Je poměrně těžké odhadnout rozsah této odpadkové skvrny, nicméně se uvádí, že by tento odpadkový ostrov měl mít přibližně čtyřikrát větší rozlohu než Německo. Hranice a obsah skvrny se kvůli oceánským proudům a větrům neustále mění. Tuto vážnou situaci, která má vážný dopad na naše ekosystémy, zdraví a ekonomiku, je potřeba co nejrychleji řešit. [18]



Obr. 6: Realita znečištění oceánů plastem [16]



Obr. 7: Great Pacific Garbage Patch [17]

Ocean Cleanup je projekt, který chystá od poloviny roku 2018 v průběhu několika let vyčistit až 50 % velké tichomořské odpadkové skvrny. [13]

Technologie projektu využívá nezafixovaného plováku, vyrobeným z HDPE (High Density Polyethylen), který je extrémně odolný a recyklovatelný. Další částí je nepropustného plátno vyrobené z materiálu inspirované geotextilií (viz Obr. 9). Díky tomu může mořský život bezpečně proudit pod plátnem. Pomocí kotvy, která se nachází v průměrné hloubce 600 metrů pod hladinou, se celý záchytný systém zpomalí a pohybuje se pomaleji než plast, a tak je možné ho lépe zachytit. V posledním kroku se plast vytáhne, přepraví na pevninu a recykluje. Vlny, větry a proudy, které působí také na celý čistící systém, který se automaticky situuje do míst s nejvyšší koncentrací plastu pro zajištění nejvyšší čistící rychlosti. [13]

Systém projektu se plně spoléhá na přírodní oceánské proudy a nevyžaduje žádný externí zdroj energie k zachycení a koncentraci plastu. Veškerá použitá elektronika, jako jsou světla nebo lokalizační a informační systém, budou napájeny solární energií (viz Obr. 8). [13]

V rámci této diplomové práce bylo přispěno na projekt Ocean Cleanup.

3.3.2 Vliv průmyslu na znečištění hydrosféry

Pět zemí světa má zodpovědnost za více než 60 % celkového množství plastového odpadu vypuštěného do oceánů. Zdaleka největší podíl na znečištění oceánů má Čína. Její znečištění je téměř třicetkrát vyšší než znečištění Spojených států amerických. Mezi další země nejvíce znečišťující oceány, patří Indonésie, Filipíny, Vietnam, Srí Lanka nebo Thajsko. [10,11]

Mezi nejčastější znečišťovatele oceánu patří spotřebitelské obaly, jako jsou PET lahve a foliový obalový materiál. [12]

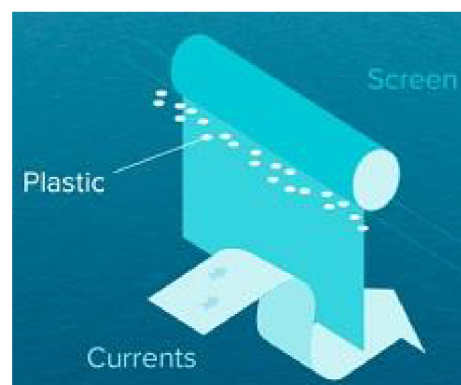
V Číně 84 % uniklého odpadu pochází z míst kde není odpad vůbec shromážděn. Měl by se tedy zavést a rozšířit systém sběru odpadků a jeho následná recyklace. Na Filipínách se 74 % úniku odpadu stane poté, co byl tento odpad „shromážděn“. Měla by se tedy zmodernizovat sběrná zařízení a dopravní systémy pro větší efektivitu sběru odpadu. [10]

Řešením by také mohlo být uzavírání únikových míst ve sběrných zařízeních, rozšíření odpadních služeb a také využívání většího množství odpadků pro výrobu energie. Také ze strany spotřebitele a domácností by měla být snaha o snížení spotřeby plastových produktů, znovuvyužití nebo alespoň o řádnou recyklaci. [10]

Kromě plastového odpadu se také výrazně znečišťuje vodstvo odpadními vodami obsahující nebezpečné látky vypouštěné z průmyslových fabrik. Největší podíl na tomto závažném problému má opět Čína a asijské země.



Obr. 8: Ocean Cleanup [15]



Obr. 9: Schéma sběru plastového odpadu po vodní hladině oceánu [14]

3.4 Odvětví průmyslu s významným vlivem na životní prostředí

Petrochemický průmysl je pravděpodobně v současné době nejvíce planetu zatěžujícím průmyslem. Těžba ropy a zpracování paliv představuje vysoké riziko pro životní prostředí z pohledu znečištění půdy, vody ropnými látkami vznikající jako odpad z petrochemické výroby, nebo při dopravě ropy a jejich produktů. Během manipulace s ropnými produkty dochází k emisi těkavých organických látek, a také velkému množství metanu, který je významným skleníkovým plynem. Mezi významnou ekologickou zátěž patří také vznikající skládky nebezpečných odpadů při rafinaci ropy a regeneraci minerálních olejů. Ropné havárie a následné úniky ropy do moří a oceánů mají devastující vliv na ekosystémy. Například v USA se vytěží v průměru 9,9 milionů barelů denně. [21,22]



Obr.10: Těžba ropy v USA [21]

Pěstování bavlníku, který je poměrně velmi náročný na vodu, hnojiva a pesticidy, má významný environmentální vliv. Při samotné výrobě textilií, vznikají těkavé organické látky a prachové částice, které se dostávají do kontaktu s ovzduším. Závažným dopadem **textilního průmyslu** je také obrovské množství odpadních vod vznikajících během výroby. Vyrobené produkty z textilního průmyslu nejenom že spotřebují obrovské množství vody a pesticidů,



Obr. 11: Skládka použitého textilu [5]

ale jelikož jsou největšími producenty asijské země, představují také obrovskou zátěž při dopravě od výrobce ke spotřebiteli. Výroba umělých vláken, které se přidávají do textilií, je třináctkrát energeticky náročnější než produkce bavlny. Na výrobu jednoho obyčejného trika je zapotřebí 227 gramů pesticidů a přibližně 2700 litrů vody. Tyto fakty již v současné době dělají z textilního průmyslu druhý nejvíce znečišťující průmysl světa. [5,6]

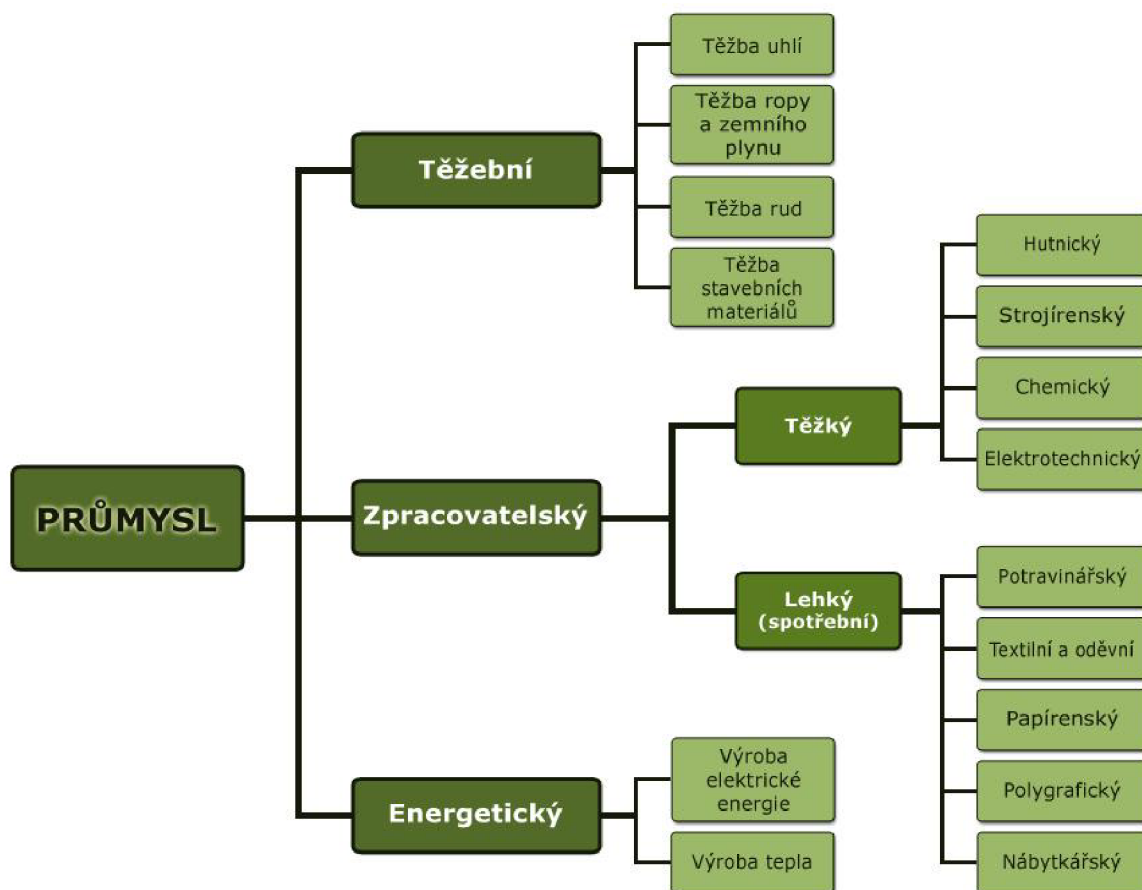
Dalším významným odvětvím průmyslu, který má negativní vliv na ovzduší, půdu a vodní systémy, je **elektroprůmysl**. Toto odvětví průmyslu je nejvíce zastoupeno v Číně. Mezi hlavní příčiny znečištění řadíme samotnou výrobu, ale i skladování elektronického odpadu a také recyklaci elektro zařízení, při které během spalování, pájení a zapalování elektro zařízení dochází k uvolnění nebezpečných látek do ovzduší, půd i vodních systémů. Při výrobě a manipulaci s elektro odpadem se do ovzduší dostávají toxické látky a kovy, které zhoršují jeho kvalitu a ovlivňují změnu klimatu. Toxické látky obsažené v ovzduší mají také velmi významný vliv na zdravotní stav obyvatel a způsobují tak závažná onemocnění. Vlivem atmosférického spádu se nebezpečné látky dostávají z ovzduší do půdy, což způsobuje její kontaminaci, která má následně negativní dopad na pěstování plodin a chov dobytka. Znečištění řek v oblastech s vysokou koncentrací elektroprůmyslových podniků má také velmi závažný vliv na zdraví obyvatelstva. [67]

4 PRŮMYSL

Neustále se rozvíjející průmysl je významným výrobním odvětvím světového hospodářství. Průmyslem můžeme označit všechny výrobní činnosti, kde se za pomoci technologií získávají a zpracovávají suroviny, ze kterých se vyhotoví konečné výrobky využívající se v domácnostech, v práci i ve volném čase. [62]

Průmysl se dělí na tři hlavní odvětví (viz Obr. 12). Těžební průmysl pomocí těžby získává prvotní suroviny, které zpracovatelský průmysl dále využívá a zpracovává. Energetický průmysl za pomoci vytěžených surovin vyrábí elektřinu a teplo. [62]

Průmysl sice zabezpečuje ekonomický rozvoj a růst životní úrovně, ale na druhé straně se velmi významně podílí na znehodnocování kvality životního prostředí. Průmyslová výroba zatěžuje ovzduší, vodu i půdu emisemi a významným způsobem zasahuje do krajiny a negativně tak působí na životní prostředí i lidské zdraví. Člověk tak nejen sám sebe, ale i ostatní živé organismy připravuje o čistou vodu, vzduch a půdu. Všechny tři odvětví průmyslu mají významný dopad na životní prostředí. [62]



Obr.12: Rozdělení průmyslu [63]

Zpracovatelský průmysl, využívající suroviny ze zemědělství a těžebního průmyslu, používá elektrické stroje a zařízení pro zpracování materiálů. Výsledný výrobek může být nadále využit v různých odvětvích průmyslu, nebo domácnostech. Toto odvětví průmyslu rozdělujeme na **těžký a lehký (spotřební)**. [64]

Snowboard, který je **výsledkem pečlivé ruční práce i mnoha operací s využitím strojních přístrojů a zařízení**, je složen z více druhů materiálů, které jsou získávány z několika různých odvětví průmyslu:

- Hutnický průmysl – ocelové hrany, ocelové vložky pro montáž vázání
- Chemický průmysl – skluznice a bočnice, skleněná vlákna, lepidlo
- Dřevozpracující průmysl – dřevěné jádro snowboardu
- Papírenský průmysl – papírový obal k zabalení snowboardu

4.1 Strojírenský průmysl

Strojírenství je průmyslový obor, který se zabývá návrhem, výrobou a údržbou strojů. Navazuje na hutní průmysl a patří do odvětví zpracovatelského průmyslu. Jedná se o hlavní průmyslové odvětví z hlediska objemu výroby a počtu zaměstnaných pracovníků a patří mezi nejtradičnější odvětví národního hospodářství. [64]

Strojírenství můžeme rozdělit na dvě hlavní odvětví. [64]

- **Těžké strojírenství:** je náročné na velké množství vstupního materiálu a produkuje výrobky s velkou hmotností a rozměry (např. části lodí, letadla, těžební a hutní technika, stavební stroje, zemědělské přístroje) [64]
- **Lehké strojírenství:** méně závislé na množství vstupního materiálu, nemusí splňovat tak vysoká lokalizační kritéria jako těžké strojírenství, a produkuje výrobky v oblasti obráběcích strojů, dopravních prostředků, menších lodí a strojů např. pro textilní průmysl [64]



Obr.13: Rypadlo jako produkt těžkého strojírenství [65]



Obr.14: Automobil jako produkt lehkého strojírenství [66]

4.1.1 Ekologické vlivy strojírenského závodu

Na strojírenský závod, který realizuje určitý výrobní proces, lze pohlížet jako na zcela konkrétní systém s odpovídajícím způsobem konkretizovanými vstupy a výstupy. Při zajišťování materiálových a energetických vstupů významně dochází k ovlivňování kvality životního prostředí na lokální úrovni. [23]

Mezi materiálové vstupy strojírenského průmyslu patří výrobky hutnického, chemického a petrochemického průmyslu. Jedná se tak o výrobky ve formě čistých kovů a slitin, nejrůznější druhy plastů a pohonné hmoty a maziva reprezentují významné výrobky petrochemického průmyslu. [23]

Mezi primární materiálové vstupy hutnického, chemického a petrochemického průmyslu, patří nerostné suroviny a fosilní paliva, které se řadí do tzv. zdrojů biosféry. Nerostné suroviny jsou vyčerpatelné, neudržitelné, avšak nahraditelné zdroje. Kdežto fosilní paliva (uhlí, ropa, zemní plyn) se na rozdíl od nerostných surovin považují za nenahraditelný zdroj. To zajisté souvisí s prozatím převládající technologií výroby energie v globálním měřítku. Těžba a zpracování nerostných surovin a fosilních paliv mají významně negativní dopad na životní prostředí v mnoha ohledech. Z hlediska trvale udržitelného rozvoje je tedy naléhavá potřeba hledání nových řešení, která minimalizují závislost na fosilních palivech. [23]

Pro provoz strojírenského podniku je také zapotřebí elektrická energie, jejíž výroba také ovlivňuje kvalitu životního prostředí v mnoha ohledech. Nejzávažnější ekologický dopad mají elektrárny spalující fosilní paliva a jaderné elektrárny. Při spalování dochází kromě oxidu uhličitého i k úniku popelovin, oxidu dusíku, stopového množství těžkých kovů, některých radionuklidů i některých uhlovodíků, které mají karcinogenní účinky. Oxid uhelnatý, nižší uhlovodíky a saze mohou vzniknout jako výsledek nedokonalého spalování. Pro snížení obsahu znečišťujících látek ve spalinách se používají vhodné odlučovací metody. Jaderný palivový cyklus zahrnuje těžbu uranové rudy a její úpravu, výrobu palivových článků, provoz jaderných elektráren, skladování a přepracování vyhořelého paliva, a následně trvalé uložení radioaktivního odpadu. [23]

Ekologické vlivy výrobního závodu ovlivňující životní prostředí můžeme rozdělit na pasivní a dynamické. Mezi pasivní vlivy patří obsazení určitého prostoru v krajině, kde odčerpává místní zdroje, a svojí přítomností tak narušuje místní ekosystémy. Mezi dynamické vlivy můžeme zařadit nepotřebné produkty vznikající při výrobě, označované jako odpady, které mohou být plynné, kapalné a tuhé a mohou zasahovat do atmosféry, hydrosféry, půdy a také biosféry. [23]

5 SOUČASNÝ STAV EKOLOGICKÉ LEGISLATIVY VE STROJÍRENSTVÍ

5.1 Ochrana ovzduší

Ochranou ovzduší rozumíme předcházení znečišťování ovzduší a snižování úrovně znečišťování tak, aby byla omezena rizika pro lidské zdraví, která jsou způsobena znečištěním ovzduší, snížení zátěže životního prostředí látkami, které jsou vypouštěny do ovzduší a poškozujícími ekosystémy a vytvoření předpokladů pro regeneraci složek životního prostředí postižených v důsledku znečištění ovzduší. [23,24]

Za znečišťující látky se považují hmotné látky všech skupenství, které jsou přítomné v ovzduší a které ho nepříznivě ovlivňují a poškozují zdraví lidí nebo ostatních organismů, zhoršují jejich životní prostředí, nadměrně je obtěžují nebo poškozují majetek. [23,24]

Legislativně je znečišťování atmosféry dáno **zákonem č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší**, který mimo jiné pojednává o přípustné úrovni znečišťování, která je určena emisními limity a stropy, technickými podmínkami provozu a přípustnou tmavostí kouře. [24]

Tento zákon se týká strojírenských podniků hlavně v těchto odvětvích:

- Zpracování železných kovů ve válcovnách a kovárnách
- Slévárny železných kovů
- Metalurgie neželezných kovů

5.2 Ochrana hydrosféry

Z hlediska strojírenského odvětví je oproti znečišťování ovzduší považováno za závažnější znečišťování hydrosféry. [23]

Ve strojírenství jsou kladeny vysoké nároky na kvalitu technologické vody používané např. na chlazení, oplachy, nebo přímo ve výrobních procesech. Při výrobě se také používají různé druhy maziv, které mohou znečistit vodu a dostat se tak do hydrosféry. [23]

Mnoho výrobních operací vyžaduje v rámci svých procesů chlazení vodou. Provoz chladících okruhů bez vhodné úpravy vody způsobuje problémy s korozí použitých materiálů, zarůstání potrubí a výměníků anorganickými usazeninami a tvorbou tzv. biofilmů. K eliminaci těchto nežádoucích jevů je používáno různých druhů technologie úpravy vody. [23,25]

U téměř každé strojírenské výroby se za účelem zajištění předepsané čistoty povrchů výrobky či polotovary oplachují vodou. K mytí a oplachu povrchů během výroby se používá mnoho technologií úprav vody, např. změkčování vody, demineralizace, nebo dávkování inhibitorů koroze. [23,25]

Pro speciální technologie, jako je např. dělení materiálů vodním paprskem, kalení ocelí nebo přípravy provozních roztoků, je nutné používání vody o předepsané kvalitě a chemickém složení. Výběr vhodné technologie úpravy vody je individuální a závislý na kvalitě surové vstupní vody a místních provozních podmínkách. [23,25]

Odpadní voda, jejíž fyzikální, chemické a biologické vlastnosti se vůči původnímu stavu změnila a jsou vypouštěny do recipientu, kterým může být řeka nebo přírodní či umělá vodní

nádrž. Odpadní voda je čištěná voda obsahující pouze zbytkové koncentrace znečišťujících látek, které nelze odstranit použitou technologií, nebo by náklady na další čištění byly vysoké. Mezi anorganické látky znečišťující odpadní vody patří chloridy, sírany, fosforečnany, dusičnany a dusitany, nebo také sodík, draslík, kovové prvky a těžké kovy. Narůstá i kontaminace hydrosféry organickými látkami, mezi které patří ropa a ropné produkty, fenoly, nebo pesticidy. [23,25]

V souvislosti se strojírenskou výrobou jsou uplatňovány některé postupy, které negativně ovlivňují kvalitu povrchové vody. Jedná se především o procesy moření, elektrochemické obrábění, nebo povrchové úpravy. Obvykle rozdělujeme odpadní vody na kyanidové, chromové, a ostatní odpadní vody na alkalické a kyselé. [23]

Zákon o vodách (vodní zákon) č. 254/2001 Sb. stanovuje např. nařízení, že kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových nebo podzemních, je povinen zajišťovat jejich zneškodňování v souladu s podmínkami stanovenými v povolení k jejich vypouštění. Vodoprávní úřad je povinen přihlížet k nejlepším dostupným technologiím v oblasti zneškodňování a čištění odpadních vod. Zákon také nařizuje, že přímé vypouštění odpadních vod do vod podzemních, je zakázáno. Při povolování vypouštění odpadních vod do vod povrchových nebo podzemních jsou stanoveny vodoprávním úřadem nejvýše přípustné hodnoty jejich množství a znečištění. §39 tohoto zákona dále nařizuje, že kdo zachází se závadnými látkami, u kterých hrozí znečištění kvality povrchových nebo podzemních vod, je povinen učinit přiměřená opatření, aby nedošlo k úniku do povrchových nebo podzemních vod a nebylo ohroženo jejich prostředí. [26]

Mezi další platnou legislativu patří **nařízení vlády č. 401/2015 Sb.** o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech. Dále také **nařízení vlády č. 57/2016 Sb.** o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních. [27,28]

5.3 Odpadové hospodářství

Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech stanovuje pravidla pro předcházení vzniku odpadů a pro nakládání s nimi při dodržování ochrany životního prostředí, ochrany lidského zdraví a trvale udržitelného rozvoje a při omezování nepříznivých dopadů využívání přírodních zdrojů a zlepšování účinnosti tohoto využívání. Dále také stanovuje práva a povinnosti osob v odpadovém hospodářství a působnost orgánů veřejné správy v odpadovém hospodářství. [29]

Z hlediska strojírenského podniku tento zákon stanovuje povinnosti při nakládání s odpadními oleji, které se staly nevhodné pro použití nebo již využití oleje ze spalovacích motorů, dále také mazací oleje, oleje pro turbíny a hydraulické oleje. [29]

Zákon č. 477/2001 Sb. o obalech, jehož účelem je chránit životní prostředí předcházením vzniku odpadů z obalů, a to za pomoci snižování hmotnosti, objemu a škodlivosti obalů a chemických látek obsažených v těchto obalech. Vztahuje se na nakládání se všemi obaly uváděné na trh v České republice, s výjimkou kontejnerů v silniční, železniční nebo letecké dopravě. Strojírenské podniky tedy musí splňovat podmínky pro používání obalů pro hotové výrobky v souladu s tímto zákonem. [30]

5.4 Regulované látky a F-plyny

Zákon č. 73/2012 Sb. o látkách poškozujících ozonovou vrstvu, a o fluorovaných skleníkových plynech. Tento zákon například pojednává o zneškodnění a znovuzískávání regulovaných látek, o podmínkách pro provoz a prodej zařízení, které obsahují regulované látky nebo fluorované skleníkové plyny. [31]

Z hlediska strojírenských podniků se tak tento zákon týká právě těch podniků, které manipulují s těmito látkami nebo je vypouštějí.

5.5 Prevence závažných havárií

Zákon č. 224/2015 Sb., který pojednává o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi. Tento zákon tak stanovuje systém prevence závažných havárií pro objekty, ve kterých je umístěna nebezpečná látka, s cílem snížit pravděpodobnost vzniku a omezit následky závažných havárií na životech a zdraví lidí a zvířat, životní prostředí a majetek v těchto objektech a v jejich okolí. [32]

Tento zákon se tak týká strojírenských závodů, které manipulují s těmito nebezpečnými chemickými látkami nebo směsmi.

5.6 IPPC

Integrovaná prevence a omezování znečištění (angl. Integrated Pollution Prevention and Control), pro kterou platí **zákon č. 69/2013 Sb.** Tento zákon nahrazuje zákon č. 76/2002 Sb. a již zohledňuje požadavky **Směrnice EP a Rady č. 2010/75/EU** o průmyslových emisích. [38]

Integrovaná prevence je soubor opatření, který je zaměřen na prevenci znečištění, na snižování emisí do vody, půdy a do ovzduší a také na omezování vzniku odpadů s cílem dosáhnout vysoké celkové úrovně ochrany životního prostředí. [38]

Mezi cíle a principy IPPC patří například používání preventivních a nápravných opatření, zamezování přenosu znečištění z jedné složky životního prostředí do druhé, efektivní využívání surovin, materiálů a energií, nebo také předcházení vzniku odpadů a zabezpečení jejich opětovnému využití. [38]

Technická úroveň zařízení, především z pohledu docílené výše emisí, množství odpadů, materiálové a energetické náročnosti, způsobu a nástrojů environmentálního řízení, je porovnáváno s tzv. nejlepšími dostupnými technikami (**Best Available Techniques**). Ty jsou součástí evropských referenčních dokumentů (**BREF**), které pojednávají o nejlepších dostupných technikách. Ty bývají zpracovány a vydávány pro jednotlivé obory odbornými institucemi Evropské komise. [33]

V rámci České republiky se povinnost aplikování nejlepších dostupných technik týká provozovatelů zařízení pro tyto kategorie průmyslových činností, a sice: **energetika, chemický průmysl, výroba a zpracování kovů, zpracování nerostů, nakládání s odpady a ostatní průmyslové činnosti**. [39]

Závěry o BAT poté shrnují nejdůležitější parametry z celého BREF dokumentu. [34]

5.7 Systém environmentálního managementu (EMS)

Jedná se o systematický přístup pro ochranu životního prostředí ve všech oborech podnikání. Pomocí EMS je podnik schopen začlenit péči o životní prostředí do své podnikatelské strategie i do běžného provozu. EMS má za cíl snižování spotřeby přírodních zdrojů, snižování množství odpadů a látek znečišťujících životní prostředí, snížení rizika havárií, ochranu zdraví pracovníků a obyvatel a také trvalý ekonomický růst podniku. [36]

5.7.1 EMAS (angl. Eco Management and Audit Scheme)

EMAS je dobrovolný nástroj k ochraně životního prostředí zavedený Evropskou unií. Jeho účelem je řízení a sledování vlivu činností organizací na životní prostředí a možnost zveřejňovat informace formou environmentálních prohlášení. [36]

Zavedení systému EMAS přináší pro podnik řadu výhod. Organizace je schopna například dosáhnout vyšší konkurenceschopnosti ve výběrových řízeních u veřejných zakázek, zvýšit podnikatelskou důvěryhodnost pro investory nebo pojišťovny a posílit vztahy s veřejností. Organizaci, která je registrovaná, odpadá povinnost vytvářet finanční zajištění dle zákona č.167/2008 Sb., o předcházení ekologické újmy a její nápravě. [36]

Základním předpisem, který stanovuje pravidla pro EMAS, je nařízení Evropského Parlamentu a Rady č. 1221/2009, které pojednává o dobrovolné účasti organizací v systému Společenství pro environmentální řízení podniků a auditu. Aby mohl být podnik registrován v programu EMAS, je nutné ověření prováděné třetí stranou, konkrétně environmentálními ověřovateli, kteří jsou nezávislí na ověřovaném podniku. [36]

5.7.2 ČSN EN ISO 14001

Tato norma, která je vydána Mezinárodní organizací pro normalizaci, upravuje požadavky na zavedení systému environmentálního managementu za účelem vlastního hodnocení či získání certifikátu. Zavedení EMS podle této normy by mělo směřovat ke zlepšení environmentálního profilu podniku. Podnik pomocí této normy získá postup, jakým způsobem vytvořit a zavést systém environmentálního managementu. Pro splnění účelu EMS, by však měl podnik pravidelně vyhodnocovat a přezkoumávat svůj systém environmentálního řízení za účelem neustálého zlepšování. [35]

Hlavní kapitoly normy obsahují environmentální politiku, cíle a cílové hodnoty, programy environmentálního řízení, zavedení systému a jeho provoz, monitorování, nápravné opatření a přezkoumání vedením. [35]



Obr.15: Logo EMAS [37]



Obr.16: EMAS a ISO 14001 [36]

6 SNOWBOARD

Snowboard, neboli slangově „prkno“ je **výsledek pečlivé ruční práce i několika operací s využitím elektrických přístrojů a strojů**. Tento výrobek je používán především ke sportovnímu využití v zasněžených oblastech horské krajiny. **Jeho konstrukce je složena z více druhů materiálů, které pocházejí ze čtyř odvětví průmyslu**. Tento výrobek lze používat k rekreačním nebo závodním účelům a samotný snowboarding se v posledních letech stal velmi populární a po celém světě profesionálně uznávaným sportem. Snowboarding se stal zimní alternativou skateboardingu a surfingu, ale je také sportem velmi blízkým lyžování. Nejprve si připomeneme, kde se takový snowboard vůbec vzal, poté popíšeme druhy jednotlivých snowboardů, jeho konstrukci, vlastnosti a technologii výroby snowboardu. [48]

6.1 Historie snowboardu

První pokusy o „surfování“ na sněhu se objevily už v 60. letech v USA. Zlomovým bodem pro snowboarding bylo zkonstruování tzv. snurferu. Jeho tvůrcem byl Sherman Poppen (viz Obr. 17), který se snažil vyrobit zimní hračku pro své děti. Snurfer vznikl sešroubováním dvou lyží k sobě a upevněním provázku na špičku pro lepší ovladatelnost a stabilitu na prkně. Tento model ještě nedisponoval žádným vázáním. [45,48]

Ten kdo rozpoznal chyby a nevýhody snurferu jako první, byl Jake Burton Carpenter. Zdatný surfař a lyžař si uvědomil že by připevnění nohou k prknu významným způsobem zjednodušilo jízdu. Zkonstruoval tedy první vázání, které několika pásky pevně drželo nohy. V roce 1977 založil ve Vermontu vlastní firmu Burton Snowboards, která je dodnes jednou z největších výrobců snowboardů a vázání ale i sportovního oblečení na světě. [45,48]

Trochu odlišným způsobem konstruoval snowboardy Dimitrij Milovich, který v roce 1969 vyrobil snowboard odlitý z polyesteru. Tento výrobek však v praxi prokazoval velmi krátkou životnost a jeho podnik následně v roce 1984 zkrachoval. [45]



Obr. 17: Sherman Poppen a jeho snurfer [47]



Obr. 18: Historie vývoje Burton snowboardů [46]

Významným propagátorem snowboardingu, byl tehdejší mistr světa ve skateboardingu, Tom Sims. Ten v polovině sedmdesátých let své první sériově vyráběné snowboardy. Začal pracovat na zdokonalování snowboardu a o dva roky později se pokusil uplatnit laminátovou konstrukci s dřevěným jádrem. Tato „prkna“ vykazovala lepší jízdní vlastnosti a vyšší odolnost a díky ocelovým hranám šlo využívat snowboard i na tvrdém sněhu. [45,48]

V roce 1983 Jeff Grell poprvé použil pevné vázání, které spojovalo nohy jezdce s prknem pro daleko stabilnější jízdu a možnost ovládat prkno i na tvrdém, nerovném sněhu a ve vysokých rychlostech. [45,48]

Postupem času se konstrukce snowboardů neustále zdokonalovala a začalo se vyrábět nespočet druhů pro různé disciplíny tohoto zimního sportu. V 90. letech vznikly první snowboardové asociace a federace a od Olympijských her v Naganu v roce 1998, kde měly snowboardingové disciplíny premiéru, se tento sport začal rozvíjet do dalších zemí po celém světě. [45,48]

6.2 Typy snowboardů

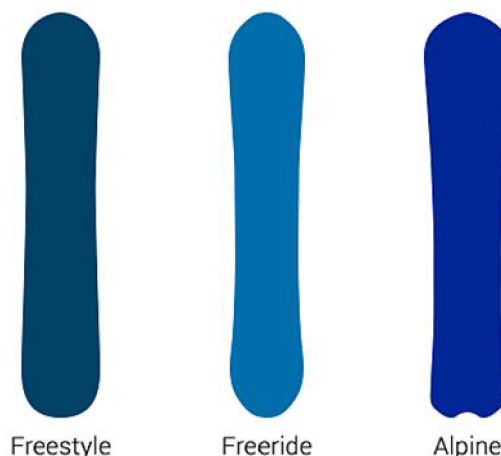
Snowboarding se dělí na různé disciplíny, kde každá z nich vyžaduje od jezdce trochu jiné dovednosti i přístup a u každé se používá jiný typ zakřivení a konstrukce snowboardu.

Snowboardy, které se v současné době vyrábí, lze rozdělit do čtyř hlavních skupin:

- Freestyle snowboard
- Freeride snowboard
- All Mountain snowboard
- Slalomový snowboard (Alpine), (viz. Obr. 19) [40,41,48]

6.2.1 Freestyle snowboard

Freestyle vyžaduje od jezdce dobrou koordinaci, rovnováhu, prostorovou orientaci a především odvahu. Pro tuto disciplínu se vyrábí snowboardy s měkčí, ohebnější konstrukcí a jezdec je k němu připevněn pomocí měkkého vázání. Jezdec je na takovém typu snowboardu schopen snáz provádět různé triky na sjezdovce. Je to nejoblíbenější druh prkna. Je velice univerzální a má stejně zakřivenou špičku a patku a není příliš vykrojený. Je vhodný na klasické sjezdovky a do snowparku, ale je možné s ním zvládnout i hlubší sníh v lese. [40,41,48]



Obr.19: Hlavní skupiny snowboardů [41]

6.2.2 Freeride snowboard

Tento typ může být delší než předchozí freestyle snowboard a byl vyvinut pro jízdu v těžkém, neupraveném terénu a pro jízdu ve vysokém sněhu. Tato konstrukce je o něco více vykrojená pro dosažení menšího poloměru oblouku. [40,41,48]

Pro nadšence do freeride ježdění je také k dispozici tzv. splitboard (viz. Obr.20), který lze rozdělit na dvě lyže a jezdec je tak schopen si nejprve kopec vyšlapat a poté lyže spojit dohromady a následně kopec sjet dolů v hlubokém sněhu. [40,41,48]

6.2.3 All Mountain snowboard

Tento typ snowboardu je konstruovaný pro nevyhraněného jezdce, který je schopen používat snowboard na sjezdovce, ve snowparku nebo i ve volném terénu. Jeho konstrukce není ani tvrdá, ani měkká, zkrátka je to univerzální snowboard do každého terénu. Tyto snowboardy bývají o něco širší než freestyle snowboardy, a že se jedná o all mountain konstrukci poznáme dle “W” uvedeného vedle výšky snowboardu (např. 162 W). [40,41,48]

6.2.4 Slalomový snowboard

Použití těchto typů snowboardů je vhodné především pro alpskou jízdu – řezané a smýkané oblouky na sjezdovce, nebo pro slalomové disciplíny. Tento typ prkna disponuje silným vykrojením, středně tvrdou až tvrdou konstrukcí, větším průhybem a malým zakřivením špičky. Patka bývá ve většině případech nezakřivená a celkově tento typ snowboardu je poměrně asymetrický. Pro slalomový snowboard se používá tvrdé vázání, do kterého se jezdec upevní pomocí tvrdých skeletových bot. Patu boty uchycuje kovová obruč a špička je upnuta pomocí jednoduché přezky na silném kovovém drátě. Tento systém umožňuje svojí pevností přesné ovládání a kontrolu nad snowboardem a zvyšuje komfort jezdce. Tomu avšak odpovídá i vyšší cena ve srovnání s předchozími typy snowboardu. [40,41,48]



Obr. 20: Splitboard značky Völkl [43]



Obr. 21: Ester Ledecká při jízdě na slalomovém snowboardu [42]

6.3 Rozdělení snowboardů dle prohnutí prkna

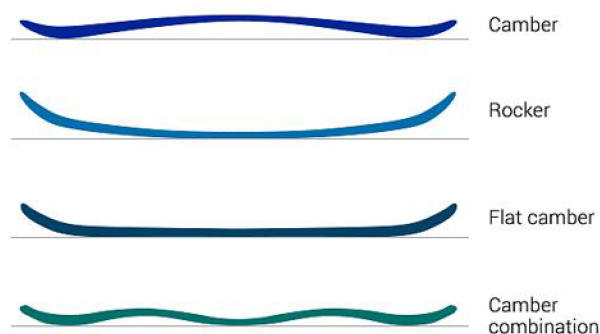
V současné době se vyrábí více typů konstrukcí, přičemž každá je určena pro jiný styl jízdy v závislosti na jízdnicích zkušenostech jezdce.

Camber: Tato konstrukce se vyznačuje zvednutým prostředkem i obou konců prkna (viz Obr. x). Jelikož camber prohnutí vyžaduje větší námahu v oblouku a snadněji se zde kousne hrana, je tento typ prohnutí určen především pro zkušenější jezdce. [41]

Rocker je prohnutí, které vypadá jako kolébka, je v současné době čím dál více oblíbenější, jelikož umožňuje snazší ovladatelnost a větší stabilitu při jízdě. [41]

Hybrid = Camber combination je spojení dvou předchozích typů prohnutí snowboardu. Byla zde využita pozitivita obou prohnutí a výrobci si tak pojmají tuto hybridní konstrukci každý jiným stylem. [41]

Flat camber konstrukce je rovná po celé své ploše a jsou zahnuté pouze konce prkna. Snowboard je tak celou svojí plochou neustále na sjezdovce a umožňuje tak jezdci velkou stabilitu při jízdě a je vhodný téměř do jakéhokoliv terénu. [41]



Obr. 22: Typy prohnutí snowboardu [41]

6.4 Rozdělení snowboardů dle materiálu

Materiál, ze kterého je snowboard zhotoven, je jedním z nejdůležitějších aspektů, které by měl zákazník při výběru snowboardu zvážit. V současné době se používají na výrobu snowboardů dva typy jádra snowboardu. [41,48]

Prvním z nich je **jádro z polyuretanové pěny**, které má poměrně špatné vlastnosti a velmi krátkou životnost ve srovnání s dřevěným jádrem. Je určené převážně úplným začátečníkům nebo těm, kteří si chtějí jízdu na snowboardu pouze vyzkoušet a nejsou ochotni investovat více financí do kvalitnější konstrukce. [41,48]

Dřevěné jádro je složeno z několika vertikálně položených špalíků dřeva, které je velmi odolné. Toto jádro je zajišťuje snowboardu jeho pevnost, pružnost a tvarovou paměť. Snowboard má poté daleko lepší vlastnosti a životnost než jádra s polyuretanovou pěnou. Jeho cena je poměrně o dost vyšší ale za to daleko kvalitnější a zákazníci nemají problém si za kvalitu snowboardu připlatit. Firmy také různě experimentují s kombinováním dřevěného jádra a laminátových vláken k dosažení ještě lepších vlastností. [41,48]

Snowboarding je o maximálním prožitku z jízdy a k tomu je zapotřebí kvalitní snowboard s konstrukcí, která má skvělé vlastnosti a vydrží podstatně déle než jeho levné varianty. Z tohoto důvodu se určitě vyplatí investovat do kvalitních snowboardů. [41,48]

V inventarizační analýze, která je součástí této práce, bude vyhodnocován právě snowboard s konstrukcí z dřevěného jádra kvůli jeho oblíbenosti a častějšímu využití.

6.5 Konstrukční popis snowboardu

Efektivní délka hrany je ta část hrany, která je v průběhu oblouku zařezávána do sněhu. [48]

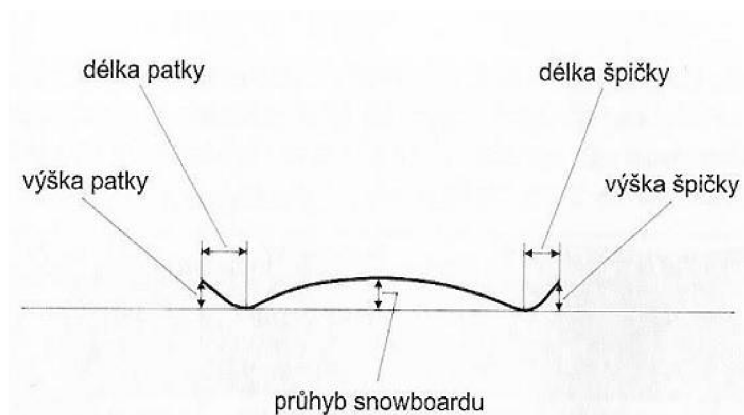
Vykrojení je poměr šířky špičky a patky k šířce středu snowboardu. Velikost vykrojení snowboardu ovlivňuje poloměr řezaných oblouků. Čím je vykrojení prkna větší, tím je menší poloměr oblouků. [48]

Průhyb je vertikální zakřivení snowboardu mezi špičkou a patkou. Velikost tohoto průhybu lze snadno zjistit položením nezatíženého snowboardu na rovnou podložku. Díky většímu průhybu prkno disponuje lepšími jízdními vlastnostmi v řezaných obloucích, které jsou však podmíněny vhodnou technikou jízdy. [48]

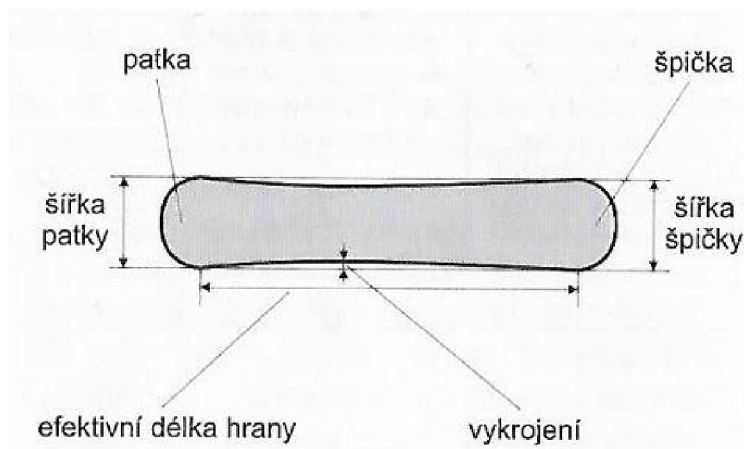
Pevnost je pojem charakterizující celkovou pevnost snowboardu. Stejně jak u průhybu je celková tuhost prkna lepší pro carvingovou jízdu, která také vyžaduje větší technické zkušenosti při jízdě. [48]

Špička (nose) je přední část snowboardu od úrovně konce efektivní hrany. Můžeme ji charakterizovat podle jejího zakřivení délky a s tím související výšky. [48]

Patkou (tail) se rozumí zadní část snowboardu od konce efektivní hrany. Popisuje se dle její délky, zakřivení a výšky. [48]



Obr. 23: Popis snowboardu při pohledu z boku [48]



Obr. 24: Popis snowboardu shora [48]

6.6 Mechanické vlastnosti snowboardu

Mezi mechanické vlastnosti snowboardu patří: [49]

- **Podélná pevnost snowboardu**
- **Pevnost ve skrutu**
- **Tlumivost**

Podélná pevnost má významný vliv na jízdni vlastnosti snowboardu. Při výrobě je důležité dosáhnout přiměřené rovnováhy mezi podélnou pevností a pevností ve skrutu. Příliš měkký snowboard se vyznačuje horší vodivostí a horšími jízdni vlastnostmi po hraně. Naopak neohebný snowboard je z konstrukčních důvodů pevnější (větší pevnost ve skrutu) a jízda po hraně je tak výrazně lepší. [49]

Pevnost ve skrutu zaručuje snowboardu lepší schopnost jízdy po hraně, jelikož hrany se dotýkají větší plochou sněhu a jsou tak efektivnější. Kvůli výběru vysoce kvalitních materiálů pro zajištění této vlastnosti jsou kladeny na výrobce vysoké nároky. [49]

Tlumivé vrstvy se do snowboardů vkládají za účelem dosažení plynulé jízdy bez vibrací. Snowboardy s dřevěným jádrem tak tlumí vibrace podstatně lépe než snowboardy s PU jádrem. Nedostatečná tlumivost má za následek zhoršení jízdni vlastností. [49]

6.7 Jízdni vlastnosti snowboardu

Jízdni vlastnosti snowboardu závisí na mnoha faktorech. Nejdůležitějšími faktory jsou konstrukce a mechanické vlastnosti snowboardu, dále pak sněhové podmínky, a úroveň dovedností jezdce. [49]

- **Točivost snowboardu** – závisí na délce efektivní hrany a podélné pevnosti
- **Schopnost jízdy na hraně** – podporuje delší efektivní hrana, vysoká pevnost ve skrutu, větší vykrojení snowboardu a také větší rychlost
- **Vodivost snowboardu** – závisí na podélné pevnosti, délce efektivní hrany, tlumivosti a velkém průhybu snowboardu
- **Jízda v oblouku** – závisí na vykrojení snowboardu

6.8 Technologie výroby snowboardu

Ať už se jedná o velkou nebo menší firmu, patří velká část výroby snowboardu ruční práci. Firmy experimentují s různými materiály pro dosažení co nejlepších vlastností snowboardu, nicméně samotný postup výroby je ve všech fabrikách víceméně stejný.

Samotná výroba snowboardu se tak dá rozdělit do tří hlavních fází:

- **Příprava** - ořezání jádra a skluznice, vyvrtání vložek pro vázání, ustavení jednotlivých vrstev na sebe, přidání lepidla, a uložení do plechové „formy“
- **Lisování** - pro slepení a spojení jednotlivých vrstev se za vysokého tlaku lisuje přibližně 15-20 min
- **Opracování** - po lisování se snowboard ořeže, vybrousí, nabrousí se ocelové hrany a nalakuje vrchní vrstva snowboardu

Podrobnější postup výroby snowboardu bude popsán v kapitole inventarizační analýzy.

6.9 Snowboarding a ekologie

U snowboardisty, který svůj sport provozuje přímo v přírodě, je očekáván i jistý vztah k její ochraně. Právě zasněžená horská krajina a stromy ohýbající se ve větru jsou to, co tento sport ztraktivňuje. Bez této pohádkové vysokohorské přírody by snowboarding pro řadu lidí zajisté zcela ztratil své kouzlo. Je tedy potřeba při provozování tohoto oblíbeného sportu dbát na určitá pravidla. [48]

Nejproblematictější disciplínou tohoto sportu bude freeriding. Nebývá to většinou ten pravý freeriding, nicméně lehkovážně opouštění sjezdovek po nevyznačených trasách. Závažné důsledky má například přejíždění čerstvě nasázených lesních porostů. Jezdec by měl proto lesy křížovat ohleduplně k okolní krajině a dbát všech pokynů a značek. [48]

Někteří nadšenci využívají ke své jízdě i minimální vrstvu sněhu, čímž si poškozují nejenom své drahé vybavení, ale také vegetaci. V málo zasněženém terénu může tato jízda zejména v chráněných oblastech způsobit značné škody. Při výpravách do volného terénu mimo sjezdovky by se měl také každý jezdec chovat tak, aby nebyla traumatizována lesní zvěř a ptactvo. Neměli bychom narušovat jejich přirozená hnízdiště a teritoria a také se vyvarovat přílišnému hluku. [48]

Pokud se rozhodneme cestovat do hor automobilem, neměli bychom porušovat zákazy vjezdu na vedlejší horské komunikace a využívat pouze vyhrazených parkovacích ploch. Cesta veřejnými dopravními prostředky je zajisté šetrnější k životnímu prostředí. [48]

Ačkoli je příroda, i ta horská, devastována podstatně silnějšími vlivy, než jsou jednotliví návštěvníci hor, je vhodné, aby se k ní choval ohleduplně každý z nás a jedině tímto způsobem patrným krokem napomohl k ochraně životního prostředí, které je velmi křehké a nemuselo by být už možné ho v některých případech napravit. [48]

Těžba a výroba materiálů použitých k výrobě snowboardu i samotná výroba má jistý vliv na životní prostředí, který bude počítán a vyhodnocen v kapitole inventarizační analýzy.



Obr.26: Snowboardista brázdící zasněžené kopce horské krajiny mimo sjezdovku [44]

7 METODIKY HODNOCENÍ ZÁTĚŽĚ ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Posuzování vlivů na životní prostředí – **Environmental Impact Assessment (EIA)** a **Strategic Environmental Assessment (SEA)** je v České republice upraveno **zákonem č. 326/2017 Sb.** Zjištění, popsání a komplexní vyhodnocení vlivů posuzovaných záměrů a koncepcí na životní prostředí a veřejné zdraví ve všech rozhodujících souvislostech, je smyslem tohoto procesu. Cílem je zmírnit nepříznivé vlivy realizace záměrů na životní prostředí. [52,54]

7.1 EIA

EIA je zkratkou pro posuzování vlivů záměrů na životní prostředí (angl. Environmental Impact Assessment). Tato procedura posuzování vlivů na životní prostředí vyplývající ze zákona, se týká všech velkých průmyslových, dopravních a jiných staveb a záměrů (dálnice, továrny, letiště, lomy, elektrárny, přehrady, ale i rybníky, úpravy vodních toků, odlesňování apod.). Jelikož určité negativní dopady sebou přináší téměř veškerá lidská činnost, smyslem procesu je přijít na to, zda jsou negativní vlivy zamýšleného záměru společensky přijatelné. V případě, že negativní vlivy na přírodu, lidské zdraví nebo hodnotu krajiny převažují nad ekonomickým či jiným přínosem konkrétního projektu, nemělo by být žádným úřadem vydáno povolení pro takový projekt. [52,54]

Proces EIA se koná pravidelně vždy před začátkem realizace záměru. Bez závěru procesu není dovoleno povolujícímu úřadu rozhodnout o povolení projektu. [52,54]

Tento proces je složen z osmi jednotlivých fází: [52,54]

- Oznámení
- Zjišťovací řízení
- Závěr zjišťovacího řízení
- Zpracování dokumentace
- Vyjádření k dokumentaci
- Posudek -
- Veřejné projednání
- Závěrečné stanovisko EIA

Veřejnost je již nedílně zapojena do úředního povolování v procesu EIA. Smyslem zapojení veřejnosti do procesu, je nalézt celospolečensky (tj. zároveň ekologicky, sociálně a ekonomicky) nejvíce přijatelné varianty jednotlivě navrhovaného záměru, čímž se předejde případným pozdějším konfliktům a škodám. Zúčastnění veřejnosti na procesu je tak v zájmu investora i orgánů veřejné správy. Je umožněno, aby bylo za účasti všech dotčených stran všechny podstatné potenciální problémy, které jsou spojené s navrhovaným záměrem, dostatečně včas před jeho realizací řádně vyřešit. [52,54]

7.2 SEA

SEA je zkratkou pro posuzování vlivů koncepcí na životní prostředí (angl. Strategic Environmental Assessment). SEA je povinná pro plány, programy, a politiky a strategie na celostátní, regionální a obecní úrovni, které stanovují rámec pro další realizaci záměrů. [52,53]

Proces posuzování vlivů koncepcí obsahuje zjištění, popis a zhodnocení předpokládaných přímých a nepřímých vlivů realizování či nerealizování koncepce a jejich cílů, a to pro celé období jejího předpokládaného provádění. Cílem SEA je eliminování nepříznivých vlivů záměrů, které jsou obsažené v koncepcích na životní prostředí. [52,53]

Pomocí SEA lze zohlednit hlediska ochrany životního prostředí již během zpracování plánů pro budoucí využití území, tzn. dříve, než jsou navrhovány konkrétní projekty. Kdokoli může být účastníkem procesu SEA a příslušné úřady pro SEA jsou totožné s úřady pro EIA, a to jsou Ministerstvo životního prostředí a krajské úřady. [53]

Proces SEA se skládá z šesti fází: [52,53]

- Oznámení koncepce
- Zjišťovací řízení
- Průběh posuzování a vyhodnocení
- Návrh koncepce
- Stanovisko
- Monitoring

Zpracování vyhodnocení vlivů na životní prostředí je povoleno pouze pro fyzické osoby s příslušnou autorizací a po splnění odborné zkoušky a podmínek, které stanoví Ministerstvo životního prostředí. [52,53]

Vyhodnocení vlivů na životní prostředí je rozhodně nejdůležitějším stadiem celého SEA procesu a zároveň je také ztělesněním požadavku na integraci prvků ochrany životního prostředí do přípravy koncepcí. Je povinnost mimo jiné identifikovat v dokumentaci zásadní vlivy navrhovaných variant koncepce. Jedná se například o sekundární, synergické a kumulativní, dlouhodobé i trvalé, přechodné, ale také pozitivní i negativní vlivy. [52,53]

Důležitou součástí procesu SEA je také zapojení veřejnosti, která by měla mít příležitost se seznámit a vyjádřit se ke zpracovávané koncepci a k vyhodnocení vlivů na životní prostředí. Ze zákona by měla být veřejnost informována v průběhu řízení, mít právo zaslat vyjádření a organizovat veřejné projednání návrhu a vyhodnocení SEA procesu. [52,53]

7.3 Ekologická stopa

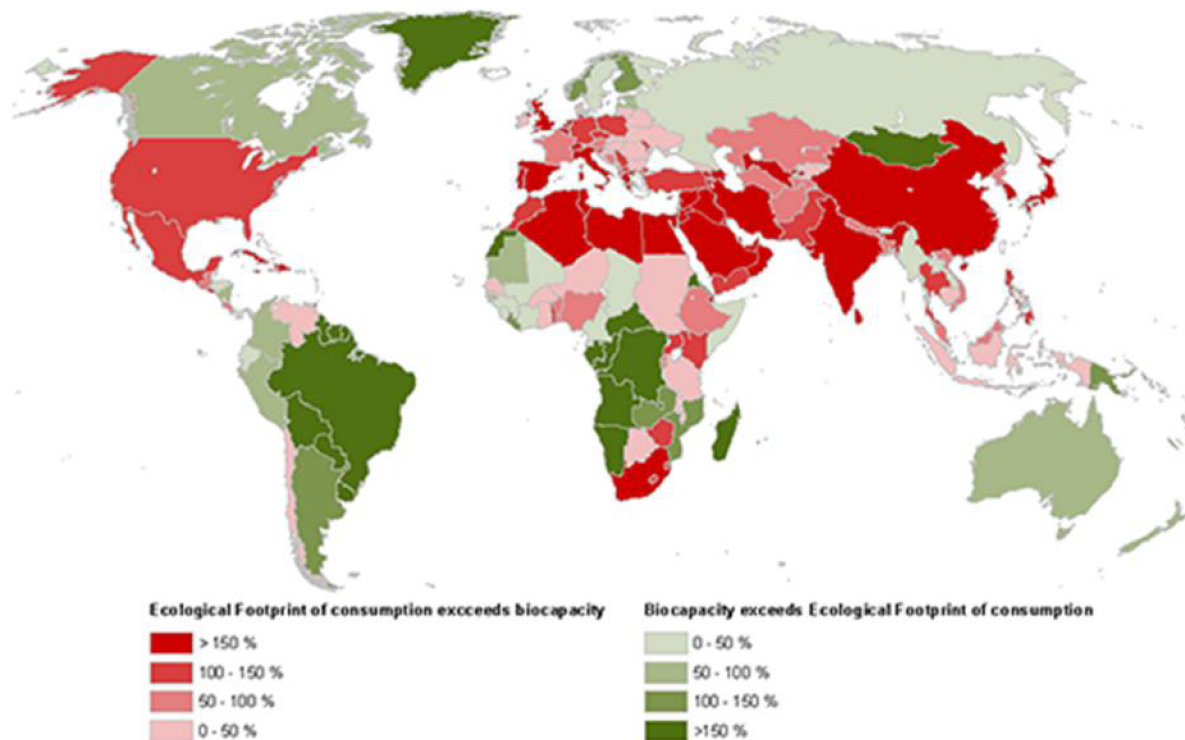
Ekologická stopa definované populace (město, regionu, státu) je celková plocha biologicky produktivní země a vodní plochy, která je využívána převážně k zajištění zdrojů a k asimilaci odpadů vyprodukovaných danou populací během používání běžných technologií. [50]

Ekologická stopa je jednotka udávající míru velikosti plochy produktivní půdy, která je zapotřebí k našim požadavkům. Tato ekologická stopa bývá vyjadřována v jednotkách plošné míry, přesněji v globálních hektarech. Globální hektar (gha) odpovídá jednomu hektaru biologicky produktivního prostoru s globálně průměrnou produktivitou. Jedná se především o suchozemské nebo vodní plochy, které mají výraznou fotosyntetickou aktivitu a akumulaci biomasy. [50]

Biologická ekologická kapacita je celková produkční kapacita biologicky produktivního prostoru a může být také vyjádřena jako ekvivalentní jednotka plochy s průměrnou světovou produktivitou. Ekologická stopa nám vyjadřuje (v globálních hektarech na osobu) jakou stopu zanechává náš životní styl a s ním související spotřeba přírodních zdrojů v globálním měřítku. Ekologickou stopu lze porovnávat s tzv. dostupnou biologickou kapacitou. Tato biologická kapacita vyjadřuje celkovou biologickou produktivitu biologicky produktivního prostoru v rámci určitého státu nebo celé Země. Pokud ekologická stopa populace překračuje biologickou kapacitu, vytváří tzv. ekologický deficit. [50]

7.3.1 Druhy ekologické stopy

- Ekologická stopa jedince, města, státu, regionu
- Ekologická stopa průmyslového odvětví: doprava, hutní průmysl, zemědělství
- Ekologická stopa bydlení, instituce



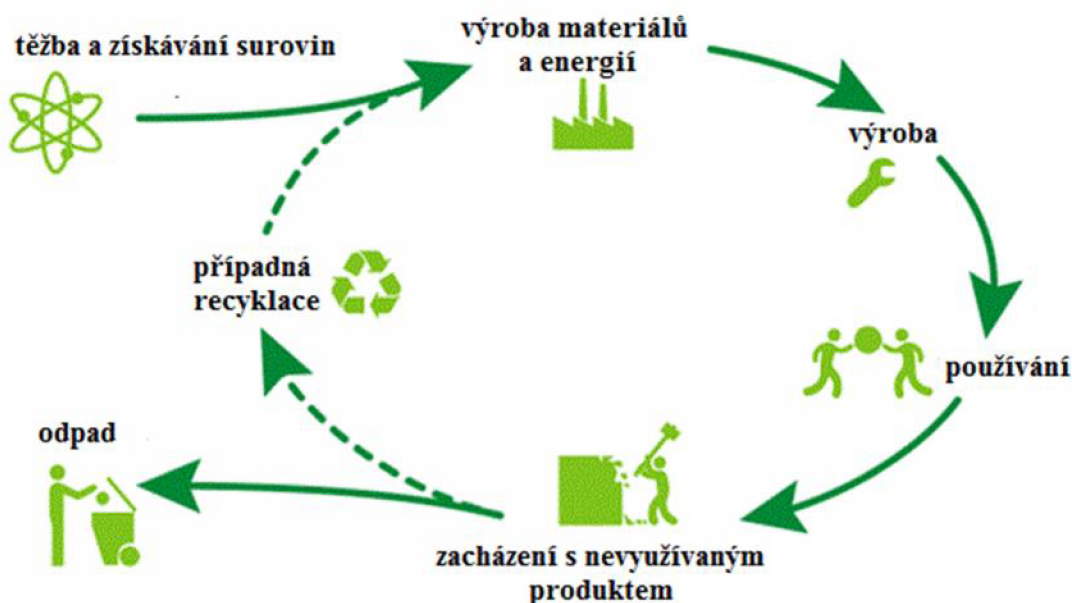
Obr.27: Ekologičtí dlužníci a věřitelé, 2016 [51]

7.4 LCA

Další metodikou hodnocení environmentální zátěže životního prostředí, je metoda LCA. Jelikož má tato metodika oproti již zmíněným mnoho výhod, byla zvolena pro posouzení environmentální zátěže výrobního procesu snowboardu, která je součástí inventarizační analýzy v rámci této diplomové práce. V následující podkapitole bude tato metoda podrobněji popsána a budou pospány i jednotlivé fáze této metody.

Posuzování životního cyklu LCA (*angl. Life cycle assessment*) je jedna z analytických metod hodnocení environmentálních dopadů výrobků, služeb a technologií, obecně lidských produktů. LCA metoda se vypracovává dle normy ČSN EN ISO 14040/14044. Tato metoda používá k zhodnocení environmentálních dopadů produktů jejich celý životní cyklus. Prvním krokem environmentálního dopadu produktů je stadium získávání a výroby výchozích materiálů, dalším krokem je výroba samotného produktu, poté stadium jeho užívání, a nakonec stadium opětovného užití či recyklace nebo úplné odstranění produktu. Vlivem materiálových a energetických toků, které posuzovaný systém vyměňuje se svým životním prostředím, jsou hodnoceny environmentální dopady posuzovaného produktu. [55]

Kočí (2009) uvádí, že environmentální dopady jsou v metodě LCA vyjadřovány pomocí tzv. kategorií dopadu. Jako příklad kategorie dopadu můžeme uvést globální oteplování nebo např. úbytek stratosférického ozónu. Hodnocení environmentálních dopadů v LCA podává informaci o možném určitém poškození pomocí hodnot, které vyjadřují míru poškození příslušné kategorie dopadu. Tento způsob umožňuje identifikovat nežádoucí přenesení problému z jedné lokality na druhou. Tento nežádoucí jev, při kterém je usilováno nějakou aktivitou pomoci životnímu prostředí v jednom místě, zároveň dochází ke znečištění prostředí v jiné podobě na jiném místě. Schopnost identifikovat nežádoucí geografické přesouvání problému z jedné lokality na druhou a z jedné kategorie do druhé, je velikou výhodou metody LCA.



Obr. 28: Jednotlivá stádia během životního cyklu produktu (Life cycle assessment) [56]

7.4.1 Životní cyklus produktu

Každý produkt lidské či strojírenské výroby během své existence vstupuje do mnoha důležitých fází, které mají různé dopady na životní prostředí. Každý životní cyklus produktu se skládá ze čtyř hlavních fází. [55]

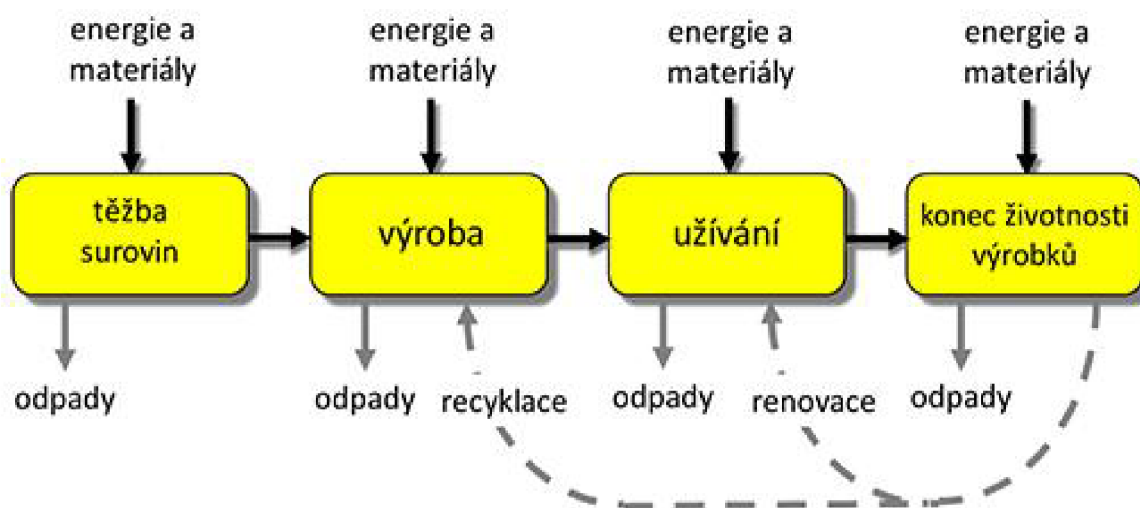
Ze všeho nejdříve je potřeba získat obnovitelné či neobnovitelné suroviny a energetické zdroje z prostředí. Může se jednat například o těžbu ropy nebo dřeva. Do této fáze se zahrnuje i přeprava surovin z místa kde se suroviny těží, do místa, kde se dále zpracovávají. [55]

Do fáze výroby produktu patří přeměna materiálů, které jsou potřebné pro výrobu produktu, dále samotná výroba a následná kompletace vlastního produktu, která končí jeho balením nutným k distribuci od výrobce ke spotřebiteli. Jelikož i s dopravou jsou spojeny určité materiálové a energetické vstupy a výstupy, které mají environmentální dopady, je také nutné s ní počítat. [55]

Další fází je využívání produktu spotřebitelem, který hotový produkt využívá a spotřebovává. Produkt plní svoji funkci, kvůli které byl zhotoven. Do této fáze se zahrnují také surovinové a energetické požadavky na užívání produktu, jeho opravy či uskladnění. [55]

Ve fázi, kdy produkt přestane plnit svou funkci a spotřebitel ho nadále nevyužívá, nastává fáze odstranění. Součástí tohoto stadia jsou materiálové a energetické nároky na odstranění, opětovné použití, popřípadě na recyklaci. Recyklací nepoužívaného produktu může být získáno zpět určité množství materiálů, které lze znovu využít na výrobu dalších produktů nebo z nich také může být získána energie. [55]

Kočí (2009) uvádí, že produkt v dílčích fázích životního cyklu vstupuje do rozdílných interakcí se životním prostředím. Jednotlivé stadium cyklu tedy představuje jinou potenciální environmentální zátěž. Pokud je naším cílem zhodnotit environmentální dopad libovolného produktu, musíme brát ohled na všechna jednotlivá stadia životního cyklu produktu.



Obr. 29: Životní cyklus produktu [57]

7.4.2 Produktový systém

Produktový systém (angl. product system) je pojem pro všechny dílčí procesy a operace, které mají podíl na jednotlivých stadiích životního cyklu produktu. [55]

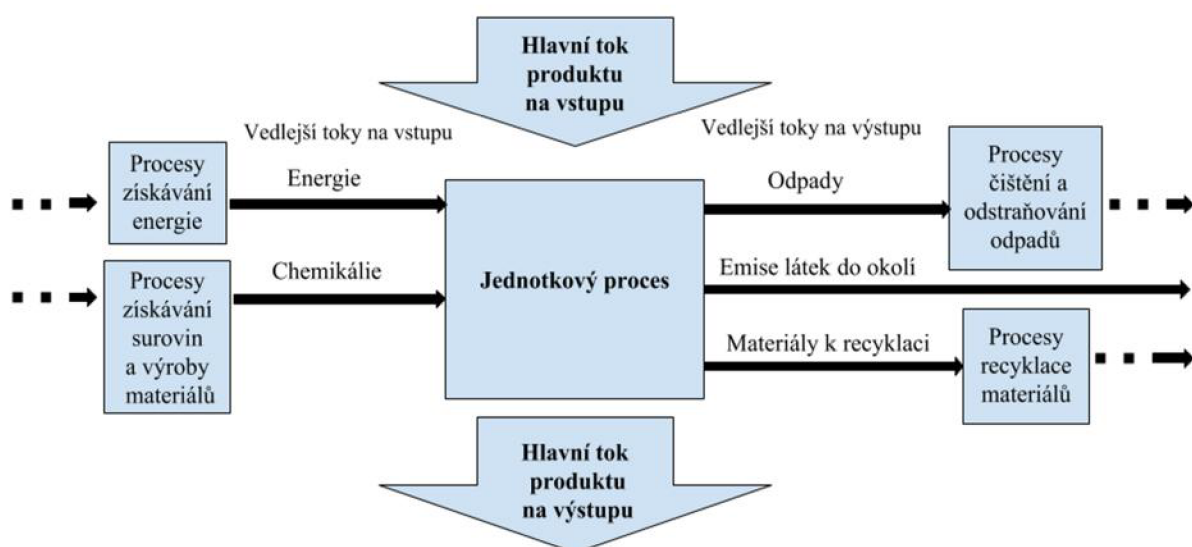
Při sestavování LCA studií se každý produktový systém skládá z procesů a toků. **Procesy** (angl. process) jsou jednotlivé operace, které přeměňují vstupy na výstupy. **Toky** (angl. flow) spojují jednotlivé procesy, kdy jeden tok vystupuje z předchozího procesu a současně vstupuje do následujícího. [55]

7.4.3 Procesy

Proces je základní prvek každého produktového systému. Jedná se o operaci, která přeměňuje materiálové a energetické vstupy na výstupy. Procesy, které jsou komplikovanější, se skládají z vnitřních **podprocesů**. Proces, který se dále nedělí na jednotlivé podprocesy, nazýváme **jednotkový proces** (angl. unit process). Vztahy mezi procesem a jeho okolím by měly být jednoznačně definovány vhodnou jednotkou, která je závislá na charakteru toku vstupujícího a vystupujícího z daného procesu. [55]

Jiným typem další roviny produktového systému jsou **podprocesy** (angl. subprocess), které nebývají obvykle ve složitých schématech uváděny, ale jsou přítomny jaksí na pozadí nadřazených procesů. Stejně materiálové a energetické toky, které vstupují současně do více podprocesů můžeme vyjádřit jako jeden tok vstupující do nadřazeného procesu, který vyjadřuje součet toků vstupujících do jednotlivých vnořených procesů. Spojením částí produktového systému do logických celků, které jsou zastoupeny jediným procesem, ve velké míře zjednodušuje zobrazení produktového systému. [55]

Obecnější podobu jednotkového procesu jako součást produktového systému znázorňuje následující obrázek.



Obr. 30: Jednotkový proces [55]

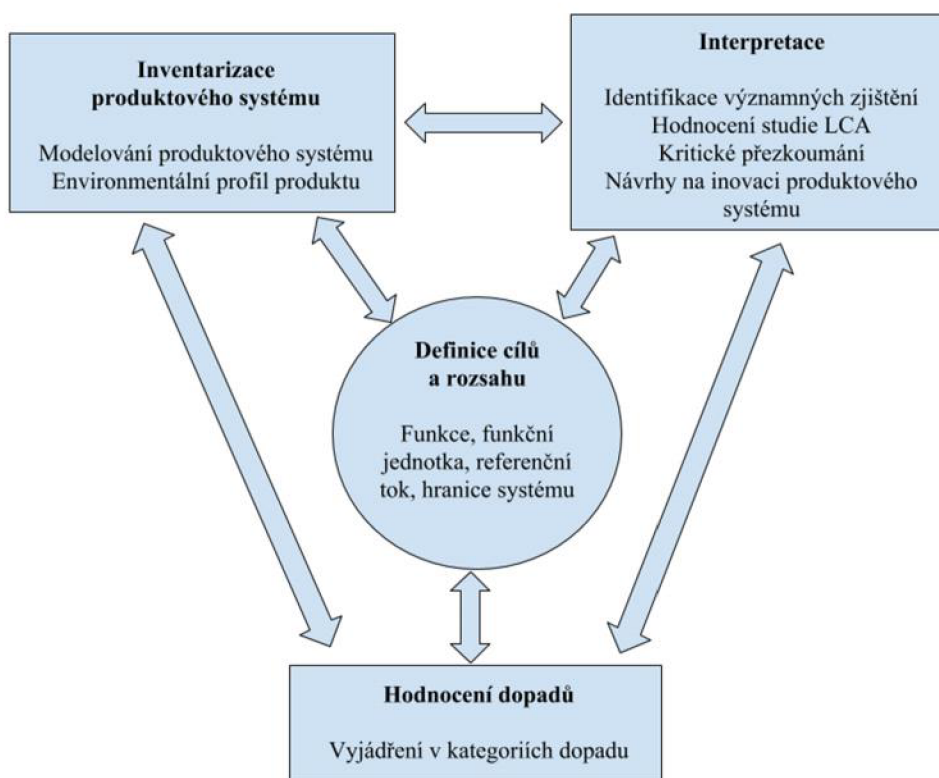
7.4.4 Čtyři fáze metody LCA

Life Cycle Assessment je analytická metoda hodnocení případných environmentálních dopadů, které jsou spjaty s životním cyklem daného výrobku, služby, nebo technologie. Bere se na vědomí, že dopad konkrétního produktu není vázán jen na určité látky či regiony, ale jednotlivé environmentální dopady jsou hodnoceny vzhledem ke kategoriím dopadu. [55]

Kočí (2009) uvádí, že studie LCA se skládá ze **čtyř základních fází**, jejichž vzájemný vztah je zobrazen na Obr. č. 31. Hlavním cílem zde není hodnocení dopadů všech jednotlivých procesů a emisí látek do životního prostředí s co nejvyšší přesností, nýbrž vytvoření přehledu celého produktového systému a identifikace procesů, které se významným způsobem podílejí na environmentálních dopadech. Celkový přehled, který získáme, poté slouží k porovnání jednotlivých variant řešení či k vzájemnému porovnání environmentálních dopadů produktů, které splňují identické funkce ve sféře spotřeby či užití.

7.4.5 Fáze č. 1: Definice cílů a rozsahu

V první fázi studie LCA se musí jasně definovat co a jakým způsobem bude posuzováno. Jedná se především o jasné specifikování produktu a jeho funkce. [55]



Obr. 31: Čtyři fáze LCA studie [55]

Funkční jednotka slouží ke specifikaci a kvantifikaci funkce daného produktu. Dále je potřeba v této fázi studie LCA stanovit referenční tok, který představuje množství produktu potřebné k naplnění funkční jednotky. Tento referenční tok je vhodným nástrojem ke srovnávání environmentálních dopadů dvou a více produktů vzájemně. K určení komplexnosti studie slouží hranice systému. [55]

Součástí této fáze je také nutné specifikovat komu bude a k čemu bude sloužit. Dále je nutné na tomto stupni zvolit charakterizační model a metodiku posuzování dopadů životního cyklu. Poté je zapotřebí také uvést přijaté předpoklady a omezení, popsat metody kritického zhodnocení a také typ a formát výstupu studie. [55]

7.4.6 Fáze č. 2: Inventarizace

Inventarizace LCI (ang. life cycle inventory) je fáze studie, ve které dochází ke zjištění a vyčíslení všech **materiálových a energetických toků**, které vstupují do životního cyklu produktu, a hlavně těch, které z cyklu vycházejí a působí na životní prostředí. [55]

Každý jednotlivý proces musí být popsán pozicí vzhledem k ostatním procesům. Propojení jednotlivých procesů a tím i určení jejich vzájemné pozice je definováno materiálovými a energetickými toky. Během sestavování produktového systému je nezbytné dodržovat návaznost procesů. Vystupuje-li z jednoho procesu materiálový výstup, musí se tentýž tok na vstupu do dalšího procesu vyjádřit ve stejných jednotkách a mít stejnou velikost. Charakteristickou jednotkou materiálových toků je hmotnost vyjádřená v kg. Další jednotkou může být např. plocha, objem nebo počet kusů. Pro energetické toky se používají jednotky kWh či MJ. [55]

Materiálové a energetické toky, které vstupují do každého produktového systému ze životního prostředí, jsou obvykle suroviny, např. ropa, rudy a energie například ve formě slunečního záření. Na výstupu produktového systému se nacházejí toky, které ústí do životního prostředí. Především se jedná o emise odpadních látek do vzduchu, vody nebo půdy. [55]

Součástí produktového systému jsou také elementární toky, které představují interakci mezi produktovým systémem a okolním prostředím, a pomocné toky, které například na výstupu představují odpady, odpadní vodu, nebo emise do ovzduší. [55]

Energie, která je potřebná pro provoz jednotlivých procesů, musí být vyrobena. Materiálové toky musí být také vyrobeny a po splnění své funkce následně odstraněny. Proces odstraňování bývá mnohokrát doprovázen vlastními environmentálními dopady. Z důvodu stejné významnosti musí být do produktového systému zařazeny hlavní i vedlejší materiálové a energetické toky. Zapojení pomocných toků do hodnocení environmentálních dopadů produktů je jednou z hlavních myšlenek LCA. [55]

Při modelování produktového systému se obvykle používá základní rovina schématu, která zahrnuje procesy podílející se bezprostředně na životním cyklu produktu a eventuálně další roviny schématu zahrnující procesy, které souvisejí s vedlejšími toky. [55]

Kočí (2009) uvádí, že podstatou této fáze je vymodelování produktového systému, který se obvykle realizuje za pomoci specializovaného databázového software. Součástí této fáze je sběr dat. Během sběru dat zjišťujeme informace o jednotlivých procesech životního cyklu produktu a o materiálové a energetické náročnosti všech procesů, které se v cyklu nachází. Výstupem z této inventarizační analýzy je soubor dat, který shrnuje materiálové toky vstupující a vystupující přes hranice produktového systému. Tento soubor dat se nazývá ekovektor produktu a prezentuje se v tzv. inventarizačních tabulkách. Množství jednotlivých spotřebovaných surovin a vypuštěných emisí se vždy vztahuje k referenčnímu toku analyzovaného produktu. Tato analýza by měla sdělovat jaké látky a kolik množství z okolního prostředí do systému vstupuje a kolik vystupuje. Inventarizace životního cyklu se tedy skládá z těchto kroků: sestavení vývojového diagramu produktového systému, sběru dat a výpočtu ekovektoru produktu.

Alokace je specifický úkol v rámci studií LCA. Používá se, pokud má jednotkový proces více než jeden výstup. Některé procesy z produktového systému mohou mít více výstupů, z nichž některé mohou být využitelné za hranicí produktového systému. Pokud se nelze alokaci vyhnout, je zapotřebí rozčlenit vstupy a výstupy mezi různé produkty takovým způsobem, aby byly respektovány fyzikální vztahy mezi nimi. Poté následuje postup, kde jsou vstupy a výstupy pozměňovány pomocí kvantitativních změn v produktech anebo procesech. [78]

7.4.7 Fáze č. 3: Hodnocení dopadů

Hodnocení environmentálních dopadů produktů se zaměřuje na zjišťování potenciálních dopadů. V tomto případě se nejedná o konkrétní environmentální měření, zkoušky, či analýzy, nýbrž o co nejpřesnější zmapování materiálových a energetických toků, které souvisejí s celým životním cyklem konkrétního produktu a následné zhodnocení jejich případných environmentálních dopadů. Pro jednu emitovanou látku (elementární tok) by mohl následující vztah vyjadřovat princip hodnocení environmentálních dopadů produktů. [55]

V metodě LCA nazýváme potenciál dopadu určitého elementárního toku jako charakterizační faktor. Tyto faktory jsou pro různé látky tabelovány v metodikách hodnocení dopadů životního cyklu. Tento faktor také slouží k vyčíslení rozsahu dané látky podléjící se na rozvoji určitého problému životního prostředí, která je označována jako kategorie dopadu. Za pomoci kategorií dopadu vyjadřujeme například emise CO₂, které přispívají ke globálnímu oteplování Země, nebo emise freonů, které přispívají ke ztenčení ozonové vrstvy. [55]

Klasifikace je první krok ve fázi hodnocení dopadů. Jedná se o přiřazení výsledků z inventarizace jednotlivým kategoriím dopadu. Dalším dílčím krokem je charakterizace, která slouží k vyčíslení, do jaké míry působí elementární toky na jednotlivé kategorie dopadu. Soubor výsledků pro jednotlivé kategorie dopadu o konkrétních hodnotách s přesně definovanými jednotkami se označuje jako charakterizační profil. Pomocí tzv. charakterizačních modelů se převádí výstupy inventarizace na indikátory kategorií dopadu. [55]

Tato převedení emisních toků na konkrétní problémy v životním prostředí, je jedním z hlavních přínosů studie LCA. Následným krokem, který se často provádí po charakterizaci, je normalizace. Tento pojem vyjadřuje relativní míru zasažení kategorie dopadu. [55]

7.4.8 Fáze č. 4: Interpretace

V této fázi studie dospějeme k významnému zjištění, které je vždy podrobeno pečlivému zhodnocení. Provedením speciálních kontrol ověříme platnost významných zjištění. Důležitou součástí této fáze je sepsání závěrečné zprávy, která obsahuje kromě popisu řešení a zjištěných výsledků také popis všech přijatých zjednodušení, odhadů či předpokladů. Všechny jednotlivé předpoklady, které jsou přijaté během sestavování studie, jsou zahrnuty do závěrečné zprávy, jsou diskutovány společně se všemi významnými zjištěními a je nutné, aby byly obhájeny a stavěny vedle prezentovaných výsledků. Závěrem studie LCA je tedy soubor zjištěných poznatků a také soubor podmínek jejich platnosti. [55]

7.4.9 Závěr

LCA je metoda, která se dynamicky rozvíjí. Představuje také multioborovou disciplínu, která zahrnuje environmentální, technologické, sociální a také ekonomické aspekty lidských aktivit v interakci se životním prostředím. [55]

Metoda slouží jako analytický nástroj pro vedoucí pracovníky v průmyslu v průběhu koncepčního a strategického rozhodování. Je také přínosnou metodou pro vědecké pracovníky, neboť jim metoda poukáže environmentální souvislosti, které jsou předmětem jejich výzkumu, trochu z jiného pohledu. Pro odborné pracovníky správních a státních institucí je tato metoda v environmentálním ohledu též nesporným přínosem. Tento poměrně široký okruh potenciálních příjemců studií LCA se v budoucnu neobejde bez pracovníků, kteří budou kvalifikováni tyto studie zpracovávat. [55]

Díky metodě LCA se můžeme na vztah životního prostředí a lidské společnosti dívat novým, a hranice překračujícím způsobem. Lze také předcházet situacím, kdy jeden vyřešený environmentální problém vytvoří problém jiný. Pomocí metody LCA se učíme, že lidská společnost a její současné technologie tvoří s přírodním bohatstvím jeden velký neoddělitelný kruh, který je zároveň velmi křehký. [55]

Hodnocení environmentálních dopadů lidských činností je zaměřeno na zjišťování množství škodlivých látek v prostředí. Následně se zhodnotí míra jeho poškození. Jedná se tedy o retrospektivní přístup, který hodnotí již přítomné látky v životním prostředí. Zodpovědnost za přítomnost škodlivých látek vypouštěných do životního prostředí bývá přiřazována těm podnikům, kteří je do okolí vypouštějí. [55]

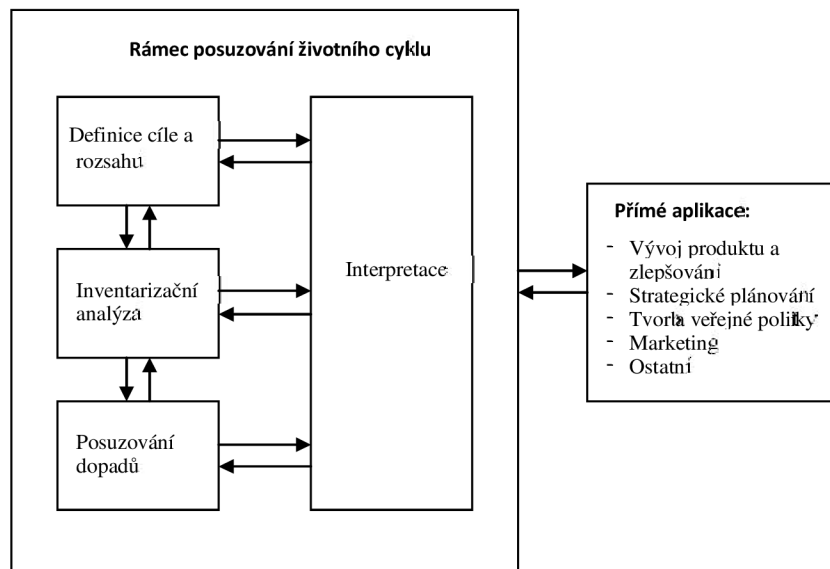
Pokud se výrobce rozhodne o snížení emisí skleníkových plynů svého podniku zavedením alternativní technologie s nižšími emisemi a začne vyrábět produkt z jiných materiálů, může nastat situace, že produkt z jiných materiálů bude mít větší energetickou náročnost při používání spotřebitelem. Vyšší spotřeba elektrické energie by vedla k větší zátěži životního prostředí. Výrobce tedy zavedením alternativní technologie výroby produktu pouze snížil emise v rozsahu své výroby, nicméně v rozsahu celého životního cyklu produktu dojde ke zvýšení celkových emisí skleníkových plynů do životního prostředí. Metoda LCA se tedy pomocí koncepce životních cyklů snaží předejít podobnému nevhodnému řešení. [55]

Jeden a tentýž produktový systém může mít v jedné zemi větší dopady na životní prostředí než v zemi jiné. Co tedy může být v jedné lokalitě škodlivé, může být naopak v jiném místě příznivé. Tento fakt souvisí s různými lokálními faktory. Může se jednat o technologii získávání elektrické energie či o vlastnosti životního prostředí daného regionu. Pokud je v jedné zemi větší množství elektrické energie získáváno environmentálně šetrnějším způsobem než v jiné zemi, budou i environmentální dopady výroby, způsobené spotřebou elektrické energie, menší. Stejný produkt, který v obou zemích spotřebuje identické množství energie, bude mít během užívání v různých zemích rozdílné environmentální dopady. Pomocí metody LCA lze tento zdánlivě neřešitelný problém určitým způsobem řešit. [55]

Pomocí této metody lze také předcházet situacím, kdy jeden vyřešený environmentální problém vytvoří problém jiný. Metoda LCA se také pomocí koncepce životních cyklů snaží předejít nevhodnému řešení kdy alternativní technologie výroby produktu pouze sníží emise v rozsahu své výroby, nicméně v rozsahu celého životního cyklu produktu dojde ke zvýšení celkových emisí skleníkových plynů do životního prostředí. Tyto a další výhody metody LCA napomohly k výběru právě této metody k posuzování životního cyklu výrobku, jehož inventarizační analýza bude posuzována v následujících kapitolách. [55]

8 PRAKTICKÁ ČÁST

V praktické části bude zpracována analýza životního cyklu snowboardu pomocí metody LCA. Studie byla zpracována ve spolupráci s firmou, která se zabývá vývojem, návrhem a výrobou snowboardů. Zpracování LCA studie je v souladu s normou ČSN EN ISO 14040/14044 v rozsahu 4 fází (viz Obr. 31).



Obr. 31: Fáze LCA (Dle ČSN EN ISO 14040) [78]

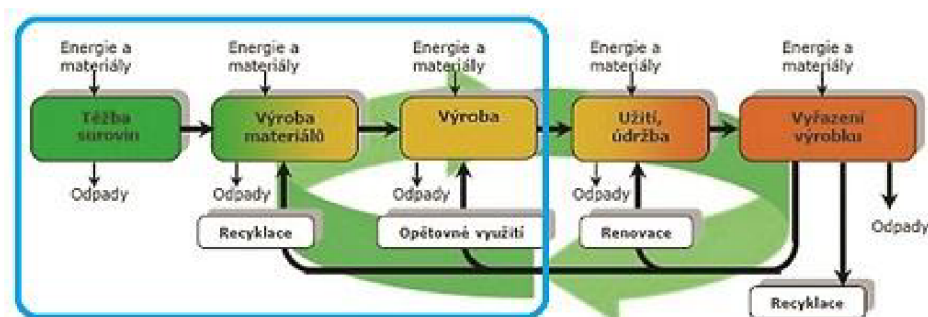
8.1 Fáze č. 1: Definice cílů a rozsahu

8.1.1 Cíl studie

LCA analýza životního cyklu snowboardu v rámci této diplomové práce slouží pouze pro interní účely.

8.1.2 Rozsah studie

Tato analýza popisuje životní cyklus výrobku ve fázi cradle to gate (od kolébky k bráně), viz Obr. 32. Bude počítána výroba materiálů potřebných k výrobě snowboardu (včetně těžby materiálů, pokud je potřeba), i samotná výroba snowboardu z těchto materiálů. **Výstupem z výpočtů bude celková spotřeba elektrické energie a emise oxidu uhličitého.** Jelikož studie slouží pro interní účely, neprovádí se kritické přezkoumání. Nestanovuje se funkční jednotka, protože nelze porovnávat dva snowboardy, kdy je každý vyroben pomocí jiné technologie a podíl i složení jednotlivých materiálů ve snowboardu je odlišný.



Obr. 32: Vyznačení posuzovaných fází životního cyklu výrobku v rámci této LCA analýzy [78]

8.1.3 Popis posuzovaného výrobku

Pro posouzení environmentální zátěže výrobního procesu vybraného výrobku, byl vybrán model snowboardu od firmy LTB Snowboards.

Tento snowboard vybrán kvůli optimálnímu složení jednotlivých materiálů ve snowboardu, i kvůli oblíbenosti konstrukce mezi zákazníky.

Model: LTB P TEAM WOOD 161 XW (viz. Obr. 33)

Parametry:

- Freestyle snowboard s camber profilem
- Lakovaný dřevěný povrch
- Dřevěné jádro z topolového masivu
- Skleněná vlákna vrstvená v triaxiální konstrukci vyztužená multiaxiálními kompozitními karbon a kevlar vlákny
- Slinutá skluznice

Rozměry:

- Celková délka: 1610 mm
- Kontaktní délka: 1200 mm
- Délka špičky: 205 mm
- Délka patky: 205 mm
- Šířka špičky: 312 mm
- Šířka středu: 272 mm
- Šířka patky: 312 mm
- Průměr vložky: 10 mm



Obr.33: LTB P TEAM [68]

8.1.4 Podrobnosti jednotlivých materiálů použitých k výrobě snowboardu:

- Dřevěné jádro je složené z topolového masivu, vrchní vrstva dýhy s tloušťkou 0,7 mm
- Vrstvený konstrukční materiál prkna tvoří skleněná vlákna vrstvená v triaxiální konstrukci vyztužená multiaxiálními kompozitními karbon a kevlar vlákny, které zaručují konstrukci vyšší výkon a delší životnost bez zvýšení celkové hmotnosti snowboardu. Karbon a kevlar vlákna budou při výpočtu v inventarizační analýze zanedbána z důvodu nepatrné hmotnosti v celé konstrukci.
- Ochranný lak je v rámci hmotnosti započítán ve dřevě, v analýze je počítán zvlášť

8.1.5 Množství jednotlivých materiálů před výrobou a v konstrukci snowboardu

Celková hmotnost materiálů před výrobou snowboardu: 3355,55 g

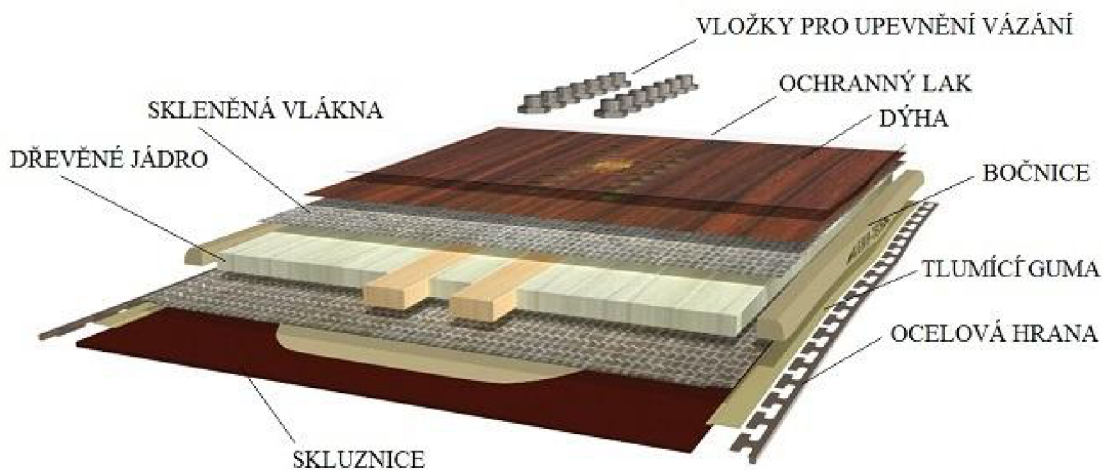
Celková hmotnost vyrobeného snowboardu: 3020 g (vzniklý odpad – 10 %)

Tab.2: Podíl jednotlivých materiálů před výrobou snowboardu (Celk. váha: 3355,55 g)

Materiál	Plast	Dřevo	Ocel	Laminát	Guma	Lepidlo
	Skluznice 500 g	Jádro 800 g +248,44 g (odpad)	Hrany 150 g	Skelná vlákna 740 g	Guma 30 g	Lepidlo 400 g
	Bočnice 100 g	Dýha 120 g +20 g (odpad)	Vložky 120 g	Skelná vlákna 67,11 g (odpad)	-	
	Protektor 40 g	Lak 20 g	-	-	-	
Celk. váha	640 g	1208,44 g	270 g	807,11 g	30 g	400 g

Tab.3: Podíl jednotlivých materiálů ve vyrobeném snowboardu (Celk. váha: 3020 g)

Materiál	Plast	Dřevo	Ocel	Laminát	Guma	Lepidlo
	Skluznice 500 g	Jádro 800 g	Hrany 150 g	Skelná vlákna 740 g	Guma 30 g	Lepidlo 400 g
	Bočnice 100 g	Dýha 120 g	Vložky 120 g	-	-	-
	Protektor 40 g	Lak 20 g	-	-	-	-
Celková váha	640 g	940 g	270 g	740 g	30 g	400 g
%	21 %	31 %	9 %	24,7 %	1 %	13,3 %

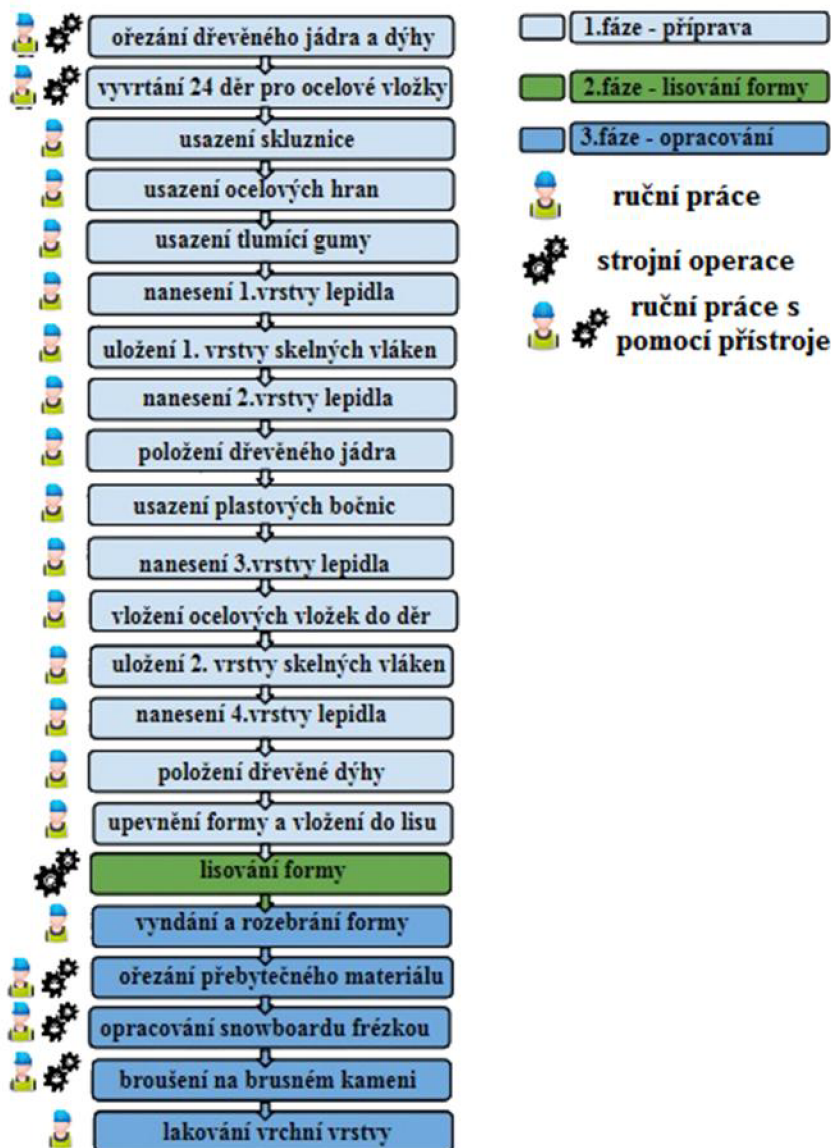


Obr. 34: Jednotlivé vrstvy snowboardu [41]

8.2 Fáze č. 2: Inventarizační analýza

V této kapitole se nachází procesní diagram výroby snowboardu, jehož jednotlivé operace v rámci výrobního procesu jsou následně popsány v následující podkapitole. Dále jsou zde výpočty jednotlivých spotřeb elektrických energií při výrobě snowboardu. V poslední řadě pak samotná inventarizační analýza, která byla zpracována pomocí softwaru s databází Boustead Model 6.0.

8.2.1 Procesní diagram výroby snowboardu



Obr.35: Procesní diagram výroby snowboardu

Finální operace balení snowboardu, která následuje po lakování, v diagramu vyznačena není, jelikož v analýze zanedbáváme množství papírového pytle k balení snowboardu a tato operace není zahrnuta ani ve výrobním procesu.

8.2.2 Výrobní proces snowboardu:

Snowboard je výsledek pečlivé ruční práce i práce s využitím elektrických přístrojů a strojů. Výrobu snowboardu lze rozdělit do tří hlavních fází a celkově se výroba skládá z 22 operací. V této kapitole bude popsán podrobný výrobní postup s popisem jednotlivých strojů a přístrojů, které jsou v dané operaci využívány.

První fáze - příprava snowboardu:

1. operace: ořezání jádra a dýhy pomocí frézky

Doba operace: přibližně 10 min

Horní frézka FESTOOL OF 2200 EB-PLUS

- **Volnoběžné otáčky:** 10 000 – 22 000 min⁻¹
- **Příkon:** 2200 W
- **Max. průměr frézy:** 89 mm
- **Průměr kleštiny:** 6 - 12,7 mm



Obr. 37: Operace oříznutí dřevěného jádra snowboardu pomocí frézky [75]



Obr.36: Horní frézka FESTOOL [77]



Obr. 38: Stojanová vrtačka BOSCH PBD 40 [76]

2. operace: vyvrtání 24 děr pro ocelové vložky k přidělení snowboardu k vázání

Doba operace: přibližně 1 min

Stojanová vrtačka BOSCH PBD 40 (viz Obr.x)

- **Napětí:** 230 V
- **Příkon:** 710 W
- **Rozsah otáček:** 200 – 2500 min⁻¹

3. operace: usazení polyethylenové skluznice na plechový pás formy

4. operace: usazení ocelových hran po celém obvodu snowboardu (viz Obr. 39)

5. operace: tlumící guma se položí na ocelové hrany po celém obvodu snowboardu (viz Obr. 40)

6. operace: nanesení 1. vrstvy epoxidového lepidla na skluznici (viz Obr. 41)



Obr. 39: Operace usazení ocelových hran po celém obvodu snowboardu [75]



Obr. 40: Operace položení tlumící gumy po obvodu snowboardu [75]



Obr. 41: Operace nanesení epoxidového lepidla na povrch skluznice [75]

7. operace: položení 1. vrstvy skelných vláken, jedná se o metodu mokré laminace - vyvážené dávkování lepidla umožňující nízkou váhu při vysoké pevnosti

8. operace: nanesení 2. vrstvy epoxidového lepidla na skelná vlákna

9. operace: položení dřevěného jádra snowboardu na skelná vlákna s lepidlem

10. operace: usazení plastových ABS bočnic

11. operace: nanesení 3. vrstvy epoxidového lepidla na dřevěné jádro

12. operace: vložení ocelových vložek do předvrtaných děr

13. operace: položení 2. vrstvy skelných vláken na dřevěné jádro s lepidlem (viz Obr. 42)

14. operace: nanesení 4. vrstvy epoxidového lepidla na druhou vrstvu skelných vláken

15. operace: položení dřevěné dýhy na druhou vrstvu skelných vláken s lepidlem

16. operace: upevnění formy a vložení formy do lisu (viz Obr.43)



Obr. 42: Operace položení druhé vrstvy skelných vláken na dřevěné jádro s lepidlem [75]



Obr. 43: Operace upevnění formy a vložení do lisu [75]

Druhá fáze - lisování snowboardu:

17. operace: lisování formy v hydraulickém lisu

Doba operace: přibližně 40 min

Dvouetážový lyžařský lis repasovaný na lis snowboardový

- **Provozní tlak:** 80 tun
- **Provozní teplota:** 100° C
- **Teplota formy:** 90 ° C
- **Celkový výkon:** 34 kW
- **Výkon hydrauliky:** 6,8 kW
- **Provozní doba hydrauliky:** 3 min
- **K lisu náleží dva bojleru, každý pro jeden etáž**
- **Množství oleje v bojleru:** 20 l
- **Výkon 1 bojleru:** 13,6 kW
- **Doba topení bojleru:** 15 min

Samotná operace lisování se skládá z více pod operací. Nejprve je nutné vyhřát bojler. Jakmile je olej v bojleru vyhřátý na teplotu 100°C, vloží se forma mezi hydraulické etáže. Hydraulika je v provozu přibližně 1,5 min při stlačení a 1,5 min při zdvihu. Bojler topí přibližně 15 minut a během lisování neustále přehřívá olej na provozní teplotu. Poté se forma ochlazuje. Celková doba celé operace je přibližně 40 minut.

Součástí lisu je menší elektromotor pro rozvod oleje, a větší elektromotor pro hydrauliku.



Obr. 44: Dvouetážový hydraulický lis [75]

Třetí fáze - opracování snowboardu

18. operace: vyndání formy z lisu a rozebrání formy pro dokončovací operace

19.operace: ořezání přebytečných materiálů okolo snowboardu přímočarou pilou

Doba operace: přibližně 4 min

Přímočará pila FESTOOL PSB 420 EBQ – PLUS

- **Počet zdvihů:** 1000 - 3800 min⁻¹
- **Příkon:** 550 W
- **Stupňovitá regulace kyvného zdvihu:** 4
- **Hloubka řezu ve dřevě:** 120 mm



Obr. 45: Přímočará pila Festool [73]

20. operace: opracování snowboardu pomocí frézky FESTOOL OF 2200 EB-PLUS

Doba operace: přibližně 4 min

21. operace: broušení snowboardu na brusném kameni a prohnutí tvaru snowboardu

Doba operace: přibližně 20 min

Bruska Wintersteiger Omega SBI

- **Brusný kámen:** Ø 300 x 350
- **Rychlost posuvu:** 5 -18 m/min
- **Síla přítlačku:** 140 – 450 N
- **Objem chladicí nádrže:** 80 l
- **Výkon:** 4,4 kW
- **Napětí:** 415 V
- **Proud:** 10,1 A



Obr. 46: Bruska Wintersteiger Omega SBI [74]



Obr. 47: Operace broušení snowboardu [75]

22. operace: nalakování vrchní vrstvy snowboardu ochranným lakem

Celkově se dá výroba snowboardu považovat za pečlivou práci s využitím elektrických přístrojů i strojů. Jakékoli menší nečistoty, které se nacházejí ve formě mezi vrstvy materiálů, se po lisování zobrazí v jednotlivých materiálech.

Trvanlivost snowboardu je závislá na mnoha faktorech. Nicméně v průměru se tato hodnota orientuje přibližně mezi 150- 200 dní standardního namáhání.

Tab. 4: Jednotlivé operace výroby s materiálovými a energetickými vstupy

Číslo operace	Materiálové vstupy	Množství	Energetické vstupy	Množství
1. ořezání jádra a dýhy pomocí frézky	-	-	Elektrická energie	1,319 MJ
2. vyvrtání 24 děr pro ocelové vložky	-	-	Elektrická energie	0,043 MJ
3. usazení polyethylenové skluznice	Sklužnice Tvrzený polyethylen	500 g	-	-
4. usazení ocelových hran po celém obvodu snowboardu	Ocelové hrany Ocel 12060 Kalená, popuštěná Tvrdość: 48 HR (0,6% C, 0,8 % Mn, 0,4% Si, 0,25 Cr, 0,3 Ni, 0,4 Cu)	150 g	-	-
5. položení tlumící gumy na ocelové hrany	SBR guma Styren-butadien	30 g	-	-
6. nanesení 1. vrstvy epoxidového lepidla na skluznici	Epoxidové lepidlo Super Sap Epoxy Odhadované složení: 55% - dřevní odpad při výrobě celulózy 30% - vedlejší produkt při výrobě biopaliva 15% - epoxidová pryskyřice	100 g	-	-
7. položení 1. vrstvy skelných vláken	Skelná vlákna vyztužená kevlar a karbon pruhy (z důvodu nízké hmotnosti v analýze zanedbány)	370 g	-	-
8. nanesení 2. vrstvy epoxidového lepidla	Epoxidové lepidlo Super Sap Epoxy	100 g	-	-
9. položení dřevěného jádra snowboardu na skelná vlákna	Dřevěné jádro Topolový masiv	800 g	-	-

10. usazení plastových ABS bočnic	Plastové bočnice + protektor ABS plast Akrylonitrilbutadien styren	140 g	-	-
11. nanesení 3. vrstvy epoxidového lepidla	Epoxidové lepidlo Super Sap Epoxy	100 g	-	-
12. vložení ocelových vložek do předvrtaných děr	Ocelové vložky Ocel 12060 Kalená, popuštěná Tvrdost: 48 HR (0,6% C, 0,8 % Mn, 0,4% Si, 0,25 Cr, 0,3 Ni, 0,4 Cu)	120 g	-	-
13. položení 2. vrstvy skelných vláken	Skelná vlákna	370 g	-	-
14. nanesení 4. vrstvy epoxidového lepidla	Epoxidové lepidlo Super Sap Epoxy	100 g	-	-
15. položení dřevěné dýhy na lepidlo	Dýha Topolový masiv	120 g	-	-
16. upevnění formy a vložení formy do lisu	-	-	-	-
17. lisování formy v hydraulickém lisu	-	-	Elektrická energie	Lis - 1,224 MJ Bojler - 12,24 MJ
18. vyndání a rozebrání formy	-	-	-	-
19. ořezání snowboardu přímočarou pilou	-	-	Elektrická energie	0,1328 MJ
20. opracování snowboardu pomocí frézky	-	-	Elektrická energie	0,528 MJ
21. broušení a tvarování snowboardu	-	-	Elektrická energie	5,04 MJ
22. lakování	Ochranný lak Přírodní rostlinné oleje, sušidla, aditiva	20 g	-	-

8.2.3 Výpočty jednotlivých spotřeb elektrických energií při výrobě snowboardu

Přístroj: Fréza **FESTOOL OF 2200 EB-PLUS**

Příkon: 2200 W

Čas operace: $t = 10$ min

Číslo operace: **1**

Spotřeba elektrické energie:

$$E = P [\text{W}] * t [\text{h}]$$

$$E = 2200 \text{ W} * 0,167 \text{ h}$$

$$E = 366,67 \text{ Wh} = 0,3667 \text{ kWh}$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$$

$$\mathbf{E = 1,319 \text{ MJ}}$$

Přístroj: Fréza **FESTOOL OF 2200 EB-PLUS**

Příkon: 2200 W

Čas operace: $t = 4$ min

Číslo operace: **20**

Spotřeba elektrické energie:

$$E = P [\text{W}] * t [\text{h}]$$

$$E = 2200 \text{ W} * 0,067 \text{ h}$$

$$E = 146,67 \text{ Wh} = 0,147 \text{ kWh}$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$$

$$\mathbf{E = 0,528 \text{ MJ}}$$

Přístroj: **Stojanová vrtačka BOSCH PBD 40**

Příkon: 710 W

Čas operace: $t = 1$ min

Číslo operace: **2**

Spotřeba elektrické energie:

$$E = P [\text{W}] * t [\text{h}]$$

$$E = 710 \text{ W} * 0,0167 \text{ h}$$

$$E = 11,833 \text{ Wh} = 0,012 \text{ kWh}$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$$

$$\mathbf{E = 0,043 \text{ MJ}}$$

Přístroj: **Hydraulický lis**

Příkon: 6800 W

Čas operace: $t = 3$ min

Číslo operace: **17**

Spotřeba elektrické energie:

$$E = P [\text{W}] * t [\text{h}]$$

$$E = 6800 \text{ W} * 0,05 \text{ h}$$

$$E = 340 \text{ Wh} = 0,340 \text{ kWh}$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$$

$$\mathbf{E = 1,224 \text{ MJ}}$$

Přístroj: **Bojler pro ohřev oleje**

Příkon: 13600 W

Čas operace: $t = 15$ min

Číslo operace: **17**

Spotřeba elektrické energie:

$$E = P \text{ [W]} * t \text{ [h]}$$

$$E = 13600 \text{ W} * 0,25 \text{ h}$$

$$E = 3400 \text{ Wh} = 3,4 \text{ kWh}$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$$

$$\mathbf{E = 12,24 MJ}$$

Přístroj: **Přímočará pila FESTOOL PSB 420 EBQ – PLUS**

Příkon: 550 W

Čas operace: $t = 4$ min

Číslo operace: **19**

Spotřeba elektrické energie:

$$E = P \text{ [W]} * t \text{ [h]}$$

$$E = 550 \text{ W} * 0,067 \text{ h}$$

$$E = 36,85 \text{ Wh} = 0,0369 \text{ kWh}$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$$

$$\mathbf{E = 0,1328 MJ}$$

Přístroj: **Bruska Wintersteiger Omega SBI**

Napětí: 415 V

Proud: 10,1 A

Čas operace: $t = 20$ min

Číslo operace: **21**

Spotřeba elektrické energie:

$$P_o = U \text{ [V]} * I \text{ [A]}$$

$$P_o = 415 \text{ V} * 10,1 \text{ A}$$

$$P_o = 4191,5 \text{ W}$$

$$E = P_o \text{ [W]} * t \text{ [h]}$$

$$E = 4191,5 \text{ W} * 0,333 \text{ h}$$

$$E = 1397,2 \text{ Wh} = 1,4 \text{ kWh}$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$$

$$\mathbf{E = 5,04 MJ}$$

Celková spotřeba elektrické energie k výrobě snowboardu (ve firmě):

$$\mathbf{E = 20,527 MJ}$$

8.2.4 Boustead Model 6.0

Boustead Model 6.0 je software s rozsáhlou databází, která obsahuje hodnocení vlivů na životní prostředí výrobních a dopravních operací. V tomto software jsou uložena data jako spotřeba paliva a energie, požadavky na suroviny, a také tuhé, kapalné a plynné emise. Software umožňuje uživateli manipulovat s daty v databázi a z mnoha možností vybrat vhodnou metodu prezentace dat. [58]

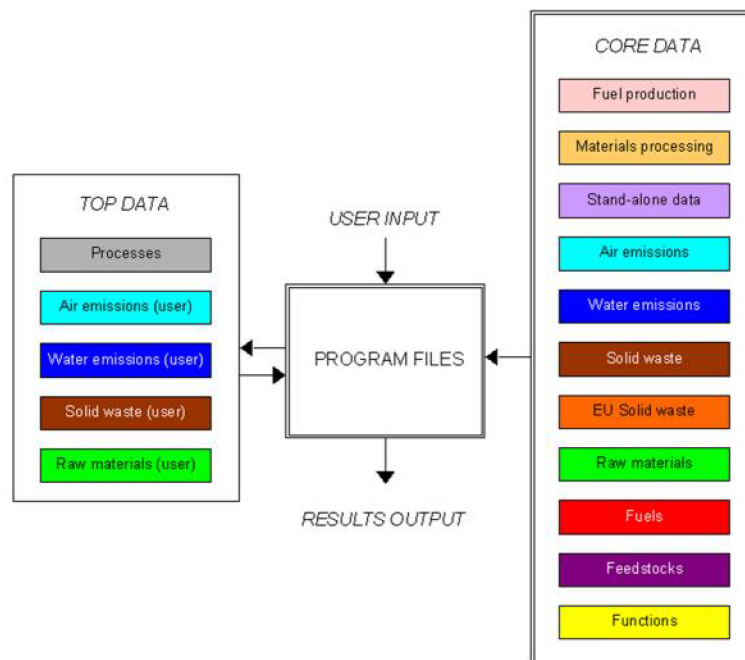
Stále roste požadavek, aby byly výsledky analýz LCA rozděleny do několika kategorií, které určují typ operace, která je vyvolává. Pět kategorií, které byly identifikovány, jsou: výroba paliv, používání paliva, proces, doprava a biomasa. [58]

Struktura modelu Boustead je zobrazena na Obr. 32. První část databáze Core obsahuje údaje pro 33 300 jednotkových procesů, které zahrnují výrobu paliva a výrobní postupy pro téměř každou zemi (27 000 postupů), stejně jako více než 6 000 materiálových výrobních postupů. Všechny údaje o materiálových výrobních postupech byly převzaty z průmyslu. Druhá část databáze TOP je k dispozici pro vytvoření vlastních pracovních postupů. [70]

Pro posouzení environmentální zátěže výrobního procesu snowboardu pomocí LCA metody v rámci praktické části této diplomové práce, bude využita softwarová databáze Boustead Model 6.0.

Výstupy z Boustead Modelu jsou prezentovány v kategoriích: [70]

- celková spotřeba energie
- spotřeba primárních paliv
- spotřeba surovin
- spotřeba vody
- CO₂ ekv
- emise do ovzduší
- emise do vody
- produkce odpadů



Obr.48: Struktura modelu Boustead zobrazující tři hlavní skupiny souborů [59]

8.2.5 Inventarizační analýza

Jednotlivé kódy operací byly nalezeny v knize kódů, která je k softwaru dostupná.

Následující obrázek ukazuje operace, které byly v databázi Boustead Model pro tuto analýzu vytvořeny. Konkrétně se jedná se o operace s číslem 8 - výroba ABS až po operaci s číslem 33 - výroba laku (vyjma operace s kódem 25 – chybně zadáno). Některé operace v sobě obsahují další operace, např. výroba snowboardu (24).

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Index of Operations]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code	Operation	Units	Reference	Country	Region	Markers	Company	Site	Year
1	Výroba kartonu	t	-	AU	Average	NNNNN	-	-	2005
2	No entry	-	-	-	-	NNNNN	-	-	2005
3	No entry	-	-	AU	Average	NNNNN	-	-	2005
4	No entry	-	-	-	-	NNNNN	-	-	2005
5	AU-CN	MJ	-	-	-	NNNNN	-	-	2005
6	No entry	-	-	-	-	NNNNN	-	-	2005
7	Výroba kartonu	t	-	-	-	NNNNN	-	-	2005
8	Výroba ABS	kg	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
9	Výroba HDPE	kg	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
10	Výroba prken	kg	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
11	Výroba skelných vláken 1kg	kg	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
12	Výroba gumy 1 kg	kg	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
13	Výroba el energie 1MJ	MJ	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
14	Výroba oceli a lití	kg	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
15	Tvarování oceli 1 kg	kg	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
16	Výroba ocelových hran 150g	kg	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
17	Výroba ocelových vložek 120g	kg	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
18	Výroba lepidla 1kg	kg	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
19	Výroba lepidla 400g	kg	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
20	Výroba gumy 0.03 kg	kg	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
21	Výroba prken 0,92 kg	kg	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
22	Výroba skelných vláken 0,74 kg	kg	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
23	Výroba HDPE 0,5 kg	kg	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
24	Výroba snowboard	ks	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
25	Výroba elektrické energie - frezování - 1	MJ	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
26	Výroba el energie - frezování - 1,319 MJ	-	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
27	Výroba el energie - frezování - 0,528 MJ	-	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
28	Výroba el energie - ořezávání - 0,133 MJ	-	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
29	Výroba el energie - broušení - 5,04 MJ	-	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
30	Výroba el energie - vrtání - 0,0432 MJ	-	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
31	Výroba el energie - lisování - 1,224 MJ	-	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
32	Výroba el energie - topení - 12,24 MJ	-	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
33	Výroba laku kg	kg	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018

Obr. 49: Boustead Model - operace

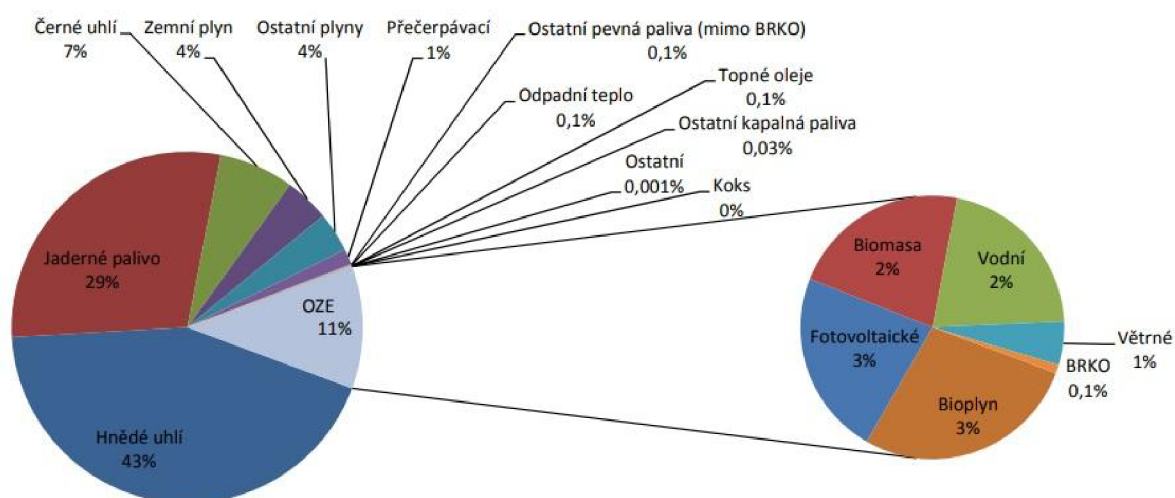
- **Podíl jednotlivých paliv a technologií na výrobě elektřiny v České republice**

V ČR bylo v roce 2016 vyrobeno 83,3 TWh elektřiny. Největší mírou na výrobě elektrické energie se podílejí již tradičně hnědouhelné elektrárny, které v roce 2016 vyrobily 36,2 TWh elektřiny. Oproti roku 2002 je to snížení o 14 %, což je z hlediska dopadu na životní prostředí dobrý pokrok. [69]

Z hlediska výroby elektřiny v ČR jsou druhým nejvýznamnějším zdrojem jaderné elektrárny Temelín a Dukovany, které v roce 2016 vyrobily 24,1 TWh elektřiny. [69]

Díky solárnímu boomeru si nejvíce v posledních letech přilepšily obnovitelné zdroje, kde v roce 2016 vzrostla výroba ve fotovoltaických elektrárnách na 2,1 TWh. [69]

Do budoucna by se tak měly ještě ve větší míře využívat zdroje výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů, které nemají oproti jaderným elektrárnám a elektrárnám spalující fosilní paliva tak významně negativní dopad na životní prostředí.



Obr. 50: Podíl paliv a technologií na výrobě elektřiny brutto - 2016 [69]

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Input Table]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 13 Operation: Vyroba el.energie 1MJ MJ

Input table

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit
Fuel prod. core	4865	Hydro electricity generation [virgin] - C	0,02000	MJ
Fuel prod. core	4867	Hydro-elec (pumped) generation -	0,01000	MJ
Fuel prod. core	4869	Nuclear electricity generation - CZ	0,29000	MJ
Fuel prod. core	4873	Solar electricity generation - CZ	0,03000	MJ
Fuel prod. core	4877	Wind electricity generation - CZ	0,01000	MJ
Fuel prod. core	4881	Thermal generation from coal - CZ	0,50000	MJ
Fuel prod. core	4882	Thermal generation from oil - CZ	0,00100	MJ
Fuel prod. core	4883	Thermal generation from natural gas - CZ	0,08000	MJ
Fuel prod. core	4887	Thermal generation from municipal waste -	0,00250	MJ
Fuel prod. core	4887	Thermal generation from municipal waste -	0,00900	MJ
Fuel prod. core	4888	Thermal generation from solid biomass - C	0,02000	MJ
Fuel prod. core	4889	Thermal generation from liquid/gas biomass	0,03000	MJ

Obr. 51: The Boustead Model – operace výroby el.energie v ČR

Byla vytvořena operace č. 13 – **Výroba 1 MJ elektrické energie**. Do této operace byly z databáze Fuel production nakopírovány jednotlivé technologie výroby elektřiny v poměru, v jakém jsou zobrazeny v Tab. X. a použité kódy byly změněny pro Českou republiku, např. pro uhlí 4881.

Tab. 5 Podíl jednotlivých technologií na celkové výrobě elektřiny v ČR v roce 2016:

Technologie	Procentuální zastoupení na celkové výrobě elektřiny
Černé a hnědé uhlí	50 %
Zemní plyn + ostatní plyny	8 % (4 % + 4 %)
Topný olej	0,1 %
Přečerpávací elektrárny	1 %
Průtočné elektrárny	2 %
Větrné elektrárny	1 %
Fotovoltaické elektrárny	3 %
Biomasa	2 %
Bioplyn	3 %
Jaderné elektrárny	29 %
Průmyslový + komunální odpad	0,9 % (0,65 % + 0,25 %)

- **Spotřeby elektrické energie na jednotlivé výrobní operace snowboardu**



Obr. 52: The Boustead Model – operace výroby el.energie - frézování

Byla vytvořena operace č. 26 – **Výroba el. energie pro operaci frézování**, do které byla z TOP databáze nakopírována námi vytvořená operace č. 13 - Výroba 1 MJ el. energie. Množství el. energie bylo změněno na hodnotu 1,319 MJ. Tato hodnota je vypočítána



Obr. 53: The Boustead Model – operace výroby el.energie - frézování

Byla vytvořena operace č. 27 – **Výroba el. energie pro operaci frézování ve fázi opracování snowboardu**, do které byla z TOP databáze nakopírována námi vytvořená operace č. 13 - Výroba 1 MJ el. energie. Množství el. energie bylo změněno na hodnotu 0,528 MJ. Tato hodnota je vypočítána



Obr. 54: The Boustead Model – operace výroby el.energie - ořezávání

Byla vytvořena operace č. 28 – **Výroba el. energie pro operaci ořezávání**, do které byla z TOP databáze nakopírována námi vytvořená operace č. 13 - Výroba 1 MJ el. energie. Množství el. energie bylo změněno na hodnotu 0,133 MJ. Tato hodnota je vypočítána



Obr. 55: The Boustead Model – operace výroby el.energie - broušení

Byla vytvořena operace č. 29 – **Výroba el. energie pro operaci broušení**, do které byla z TOP databáze nakopírována námi vytvořená operace č. 13 - Výroba 1 MJ el. energie. Množství el. energie bylo změněno na hodnotu 5,04 MJ. Tato hodnota je vypočítána



Obr. 56: The Boustead Model – operace výroby el.energie – vrtání

Byla vytvořena operace č. 30 – **Výroba el. energie pro operaci vrtání**, do které byla z TOP databáze nakopírována námi vytvořená operace č. 13 - Výroba 1 MJ el. energie. Množství el. energie bylo změněno na hodnotu 0,0432 MJ. Tato hodnota je vypočítána



Obr. 57: The Boustead Model – operace výroby el.energie – lisování

Byla vytvořena operace č. 31 – **Výroba el. energie pro operaci lisování**, do které byla z TOP databáze nakopírována námi vytvořená operace č. 13 - Výroba 1 MJ el. energie. Množství el. energie bylo změněno na hodnotu 1,224 MJ. Tato hodnota je vypočítána



Obr. 58: The Boustead Model – operace výroby el.energie – topení

Byla vytvořena operace č. 32 – **Výroba el. energie pro operaci topení bojleru**, do které byla z TOP databáze nakopírována námi vytvořená operace č. 13 - Výroba 1 MJ el. energie. Množství el. energie bylo změněno na hodnotu 12,24 MJ. Tato hodnota je vypočítána

- **Vytvoření operací pro výrobu jednotlivých materiálů**

- **Materiál:** ABS plast

Číslo operace: 8

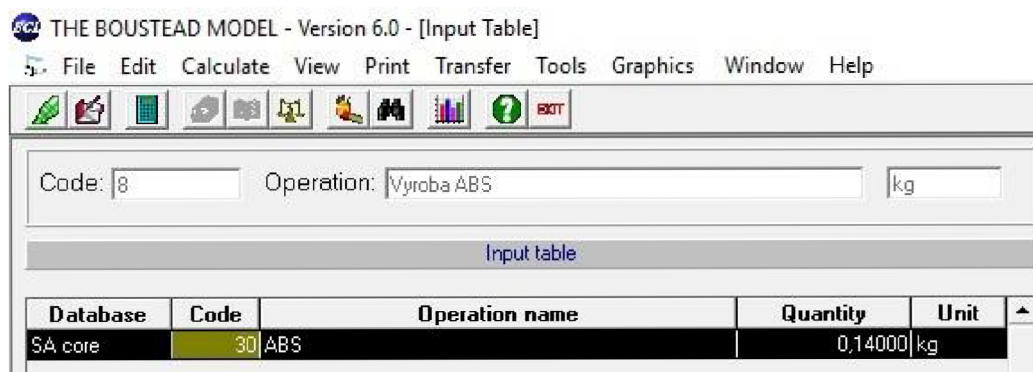
Název operace: Výroba ABS

Databáze: Stand alone

Název operace v databázi: ABS

Kód operace v databázi: 30

Množství: 0,14 kg



Obr. 59: The Boustead Model – operace výroby ABS plastu

Tento materiál se v databázi nachází jako „stand alone“, což znamená že s danou operací už nelze žádným způsobem manipulovat. Proto jsme zadali pouze požadované množství tohoto materiálu, který je ve snowboardu obsažen.

- **Materiál:** HDPE

Číslo operace: 23

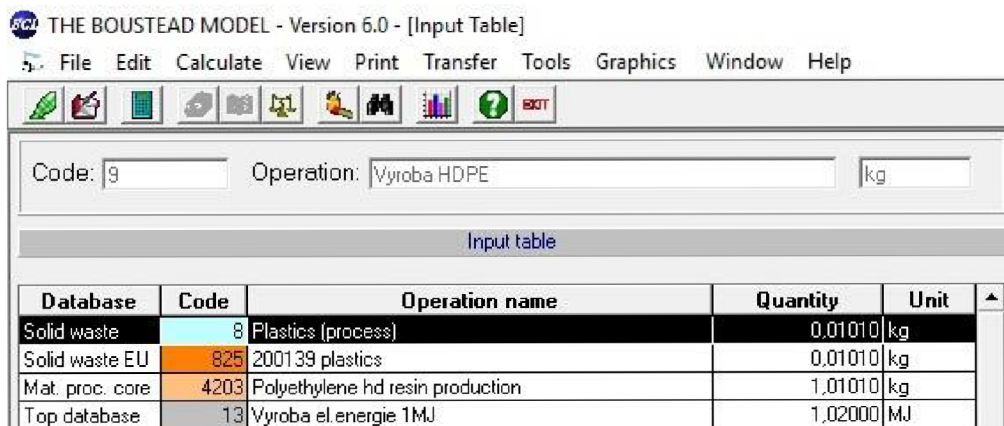
Název operace: Výroba HDPE

Databáze: Materials processing

Název operace v databázi: HDPE granules production

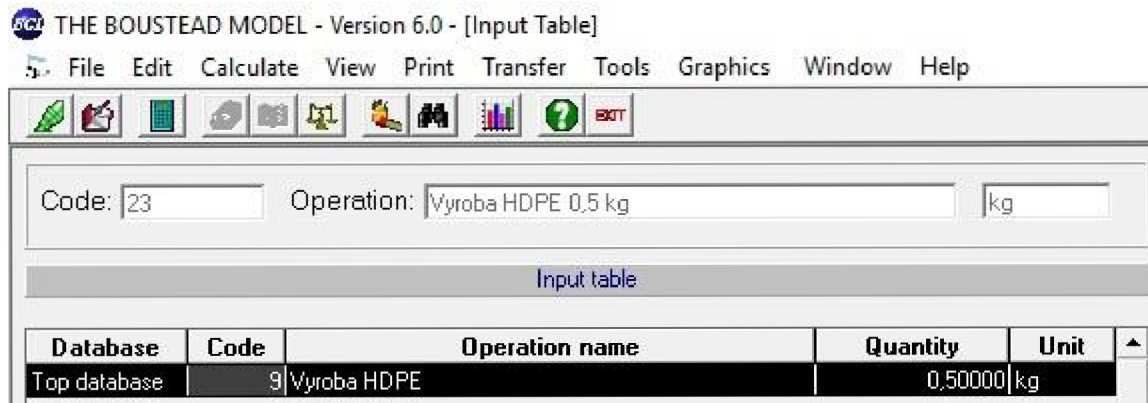
Kód operace v databázi: 4204

Množství: 0,5 kg



Obr. 60: The Boustead Model – operace výroby HDPE

Pro výrobu tvrzeného polyethylenu bylo nevhodnější zvolit operaci **HDPE granules production** (4204), která v sobě zahrnuje výrobu tvrzeného pryskyřicového polyethylenu (4203), elektřinu potřebnou k jeho výrobě, která byla nahrazena námi vytvořenou operací č. 13 z TOP databáze, a také plastový tuhý odpad který vznikne při této výrobě.



Obr. 61: The Boustead Model – operace výroby HDPE

Poté byla vytvořena operace č. 23, do které jsme z TOP databáze nakopírovali operaci č. 9 (Vyroba HDPE) a zadali požadované množství HDPE (0,5 kg).

- **Materiál:** Dřevo
Číslo operace: 21
Název operace: Výroba prken
Databáze: Materials processing
Název operace v databázi: Saw mill, pallet production
Kód operace v databázi: 4348, 4371
Celkové množství: 0,92 kg + 0,26844 kg (odpad) = **1,18844 kg**

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Input Table]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 4348 Operation: Saw mill kg

Input table

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit
Fuel prod. core	7497	Electricity use - GB	0,08750	MJ
Mat. proc. core	4346	Wood drying	1,00000	kg

Obr. 62: The Boustead Model – operace výroby Saw mill

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Input Table]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 21 Operation: Vyroba prken 0,92 kg kg

Input table

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit
Top database	10	Vyroba prken	1,18844	kg

Obr. 63: The Boustead Model – operace výroby prken

Vytvořili jsme operaci č.10 - Výroba prken, do které jsme zkopírovali operaci **Saw mill** (4348), která v sobě obsahuje pěstování, těžbu, odkornování, vysušení a štěpování dřeva. Obsahuje také výrobu elektrické energie, kterou jsme změnil z prvotního údaje pro Velkou Británii (7497) na Českou republiku (4897).

Pro výrobu prken, které budou obsaženy ve snowboardu, bylo nejvhodnější použít operaci výroby palet – **pallet production** (4371), kterou jsme zkopírovali do operace č.10. Poté byla vytvořena operace č. 21, do které jsme z TOP databáze nakopírovali námi vytvořenou operaci výroby prken č. 10, a změnil požadované množství materiálu (1,18844 kg).

- **Materiál:** Skelná vlákna (Glass fibre)

Číslo operace: 22

Název operace: Výroba skelných vláken

Databáze: Materials processing

Název operace v databázi: Glass fibre production

Kód operace v databázi: 4904

Celkové množství: 0,74 kg + 0,06711 kg (odpad) = **0,80711 kg**

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Input Table]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 11 Operation: Výroba skelných vláken 1kg kg

Input table

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit
Air emission	1	dust (PM10) (process)	560,00000	mg
Air emission	3	CO2 (process)	120,00000	mg
Air emission	11	F2 (process)	7,00000	mg
Air emission	15	organics (process)	5,00000	mg
Fuel prod. core	4824	Natural gas use - CZ	18,52000	MJ
Mat. proc. core	3607	Water production	1,30000	litre
Mat. proc. core	3613	Ulexite mining	0,06000	kg
Mat. proc. core	3677	Sodium sulphate production	0,01000	kg
Mat. proc. core	3683	Sodium carbonate production	0,27000	kg
Mat. proc. core	3713	Dolomite production	0,21000	kg
Mat. proc. core	3720	Limestone milling	0,09000	kg
Mat. proc. core	3841	Formaldehyde production	0,03000	kg
Mat. proc. core	3842	Phenol production	0,03000	kg
Mat. proc. core	4017	Fibre glass sand production	0,60000	kg
Top database	13	Výroba el.energie 1MJ	2,96000	MJ

Obr. 64: The Boustead Model – operace výroby skelných vláken

Nejprve jsme v databázi kódů našli operaci **glass fibre production** (4904), kterou jsme si uložili jako operaci č. 11. Horní obrázek ukazuje, co je obsaženo v operaci výroby 1 kg skelných vláken. Spotřeba elektrické energie byla nahrazena námi vytvořenou operací č. 13, kterou jsme vložili z TOP databáze. Použití zemního plynu bylo změněno pro Českou republiku.

Poté byla vytvořena operace č. 22 – Výroba skelných vláken, do které jsme z TOP databáze nakopírovali námi vytvořenou operaci č. 11 a zadali potřebné množství materiálu (0,80711 kg).

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Input Table]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 22 Operation: Výroba skelných vláken 0,74 kg kg

Input table

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit
Top database	11	Výroba skelných vláken 1kg	0,80711	kg

Obr. 65: The Boustead Model – operace výroby skelných vláken

- Materiál:** Styren-butadien guma (SBR)
Číslo operace: 20
Název operace: Výroba gumy
Databáze: Materials processing
Název operace v databázi: SBR copolymerisation
Kód operace v databázi: 4216
Množství: 0,03 kg

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Input Table]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 12 Operation: Výroba gumy 1 kg kg

Input table

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit
SA core	12	Butadiene	0,78770	kg
Mat. proc. core	1	Steam production (typical)	1,12920	kg
Mat. proc. core	3607	Water production	3,07716	litre
Mat. proc. core	3663	Sodium chloride (solid) production	0,15490	kg
Mat. proc. core	3664	Sodium hydroxide (solid) production	0,09330	kg
Mat. proc. core	3680	Sulphuric acid (sulphur burning)	0,01540	kg
Mat. proc. core	3834	Styrene production	0,24720	kg
Top database	13	Výroba el.energie 1MJ	2,52000	MJ

Obr. 66: The Boustead Model – operace výroby gumy

Z důvodu neznámého složení gumy použité při výrobě snowboardu, byla vybrána styren-butadien guma, jejíž produkce se v knize kódů nachází pod kódem 4216. Tuto operaci jsme si uložili pod č. 12 jako výrobu 1 kg gumy. V této operaci je zahrnuta výroba styrenu a butadienu, chemikálie, spotřeba vody a vzniklá pára. Dále také výroba elektrické energie, která byla změněna na naši vytvořenou operaci č. 13 z TOP databáze.

Poté byla vytvořena operace č. 20 – Výroba gumy, do které jsme z TOP databáze nakopírovali námi vytvořenou operaci č. 12 a změnili požadované množství materiálu (0,03 kg).

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Input Table]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 20 Operation: Výroba gumy 0,03 kg kg

Input table

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit
Top database	12	Výroba gumy 1 kg	0,03000	kg

Obr. 67: The Boustead Model – operace výroby gumy

- **Materiál:** Epoxidové lepidlo

Číslo operace: 19

Název operace: Výroba lepidla

Databáze: Stand alone (Epoxy liquid resin - 24), Fuel production (Produce biogas/liquid - 4833), Materials processing (Pulp mill - 4365)

Množství: 0,4 kg

Z důvodu neznámého přesného složení epoxidového lepidla použitého při výrobě snowboardu, bylo z dostupných informací z výroby odhadnuto toto složení:

Odpad při výrobě celulózy: 55 %

10 % z výroby bio paliva (Produce biogas/liquid): 30 %

Epoxidová pryskyřice (Epoxy liquid resin): 15 %

Odpad při výrobě celulózy:

Při výrobě celulózy vzniká celulóza a odpad.

V tomto případě tedy nastává alokace (viz kapitola 7.4.6). Je zapotřebí rozdělit jednotlivé výstupy z dané operace.

Alokace: Výroba celulózy (Pulp mill – 4365)

Z údajů ze softwaru jsme zjistili, že na 1 kg celulózy je zapotřebí 2,222 kg odkorňovaného dřeva. Jelikož odhadujeme poměr složky celulózového odpadu v lepidla na 55 %, vychází 1,222 kg na dřevní odpad.

55 % z 1 kg lepidla je 550 g. 55 % dřevního odpadu z 550 g celulózové složky v lepidle, je **302,5 g dřevního odpadu** při výrobě celulózy.

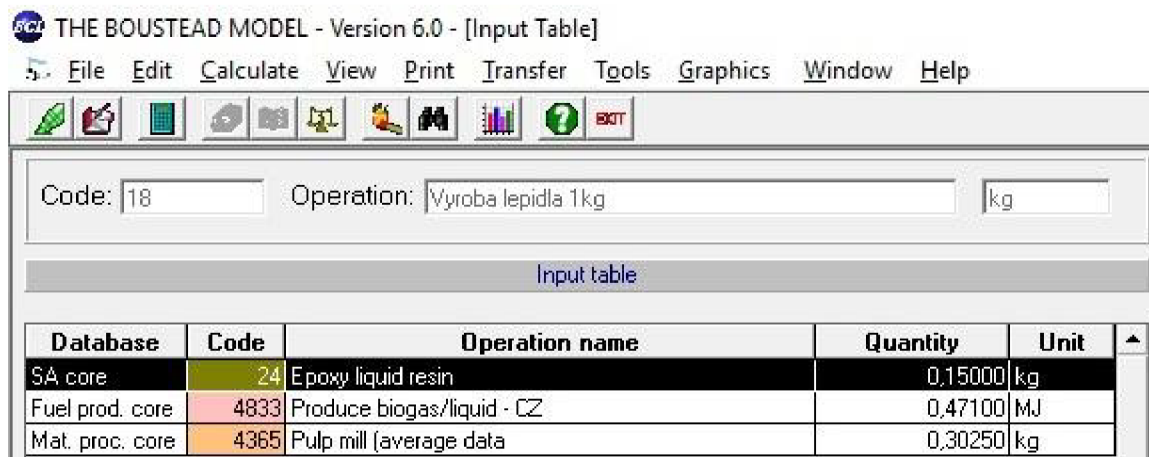
Odpad při výrobě bio paliva:

Výroba bio paliva (Produce biogas/liquid - 4833)

Z dostupných údajů jsme zjistili, že přibližná hodnota odpadu při výrobě bio paliva je 10 %. Samotný odpad při výrobě bio paliva v softwaru spočítat nelze, vzali jsme proto 10 % hodnotu spotřeby energie při výrobě bio plynu a tuto hodnotu použijeme pro 30 % složku 300 g lepidla (pro výrobu 1 kg lepidla)

Výhřevnost bio paliva: 15,7 MJ/kg (průměr výhřevností z řepky, lněných stonků, kukuřice a obilovin)

Výhřevnost 30 g bio paliva (10 % z 300 g): 0,471 MJ



Obr. 68: The Boustead Model – operace výroby lepidla

Byla tedy vytvořena operace č. 18 pro výrobu 1 kg lepidla, do kterého jsme z jednotlivých databází nakopírovali jednotlivé složky lepidla s danými poměry, které byly spočítány výše.



Obr. 69: The Boustead Model – operace výroby lepidla

Poté byla vytvořena operace č. 19. - Výroba lepidla, do které jsme nakopírovali z TOP databáze námi vytvořenou operaci č. 18 a změnili požadované množství materiálu (0,4 kg).

- **Materiál:** Ochranný lak
Číslo operace: 33
Název operace: Výroba laku
Databáze: Materials processing
Název operace v databázi: Varnish production
Kód operace v databázi: 3909
Množství: 0,02 kg

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Input Table]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 3909 Operation: Varnish production kg dry

Input table

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit
SA core	62	PET amorphous	1,01520	kg
Fuel prod. core	7424	Natural gas use - GB	0,04800	MJ
Fuel prod. core	7446	Medium fuel oil use - GB	2,82000	MJ
Fuel prod. core	7497	Electricity use - GB	2,65200	MJ
Mat. proc. core	3812	p-Xylene production	1,19190	kg

Obr. 70: The Boustead Model – operace výroby laku

Jelikož je ochranný lak použitý pro nátěr vrchní vrstvy snowboardu založen na bázi přírodních olejů, byla v softwaru hledána operace, která by podobnou výrobu olejů obsahovala. Nicméně v databázi se nenachází ani lak na bázi přírodních olejů, ani jednotlivé oleje, ze kterých by se nátěr dal vytvořit, a nejsou zde obsaženy ani jednotlivé energetické náročnosti k výrobě olejů.

Z databáze byl tedy vybrán proces výroby běžně používaného laku (Varnish production), který obsahuje jednotlivé operace uvedené na obrázku výše.

Byla tedy vytvořena operace č. 33 – Výroba laku, do které jsme vložili z databáze operaci Varnish production a změnili požadované množství materiálu (0,02 kg).

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Input Table]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 33 Operation: Výroba laku kg

Input table

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit
Mat. proc. core	3909	Varnish production	0,02000	kg dry

Obr. 71: The Boustead Model – operace výroby laku

- **Materiál:** Ocel
- Číslo operace:** 14
- Název operace:** Výroba oceli a lití
- Databáze:** Materials processing
- Název operace v databázi:** Steel, cast
- Kód operace v databázi:** 4615

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Input Table]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 14 Operation: Výroba oceli a lití kg

Input table

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit
Air emission	2	CO (process)	605,60000	mg
Air emission	3	CO2 (process)	573 140,00000	mg
Water emission	1	COD (process)	9,10000	mg
Water emission	3	Pb+compounds as Pb (process)	0,60000	mg
Water emission	4	Fe+compounds as Fe (process)	4,30000	mg
Water emission	9	metals not specified elsewhere (process)	1,90000	mg
Water emission	13	F- (process)	1,40000	mg
Water emission	16	suspended solids (process)	109,70000	mg
Water emission	17	detergent/oil (process)	1,30000	mg
Water emission	18	hydrocarbons not specified elsewhere (process)	0,10000	mg
Water emission	24	other nitrogen as N (process)	0,70000	mg
Solid waste	13	Slags & ash (process)	0,03020	kg
Solid waste EU	325	100202 unprocessed iron/steel slag	0,03020	kg
Function core	41	Coal feedstock to fuel - no emissions	1,08810	MJ
SA core	74	Electrolytic copper	0,00400	kg
Fuel prod. core	4824	Natural gas use - CZ	0,04310	MJ
Fuel prod. core	4843	Heavy fuel oil produce/deliver - CZ	0,02440	MJ
Fuel prod. core	4858	Propane use - CZ	0,00280	MJ
Mat. proc. core	101	Silicon (chemical grade)	0,00400	kg
Mat. proc. core	3607	Water production	0,55960	litre
Mat. proc. core	3713	Dolomite production	0,00410	kg
Mat. proc. core	3833	Petroleum coke production	0,00010	kg
Mat. proc. core	4489	Deliver aluminium ingot	0,00100	kg
Mat. proc. core	4587	Coke oven gas use	0,06210	MJ
Mat. proc. core	4589	Blast furnace gas use	0,00410	MJ
Mat. proc. core	4596	External steel scrap recovery	0,08130	kg
Mat. proc. core	4602	Iron ore delivery	0,00970	kg
Mat. proc. core	4610	Smelt ferro-manganese ore	0,00050	kg
Mat. proc. core	4613	Blast furnace for pig iron	0,89752	kg
Mat. proc. core	4614	Steelworks power plant - elec prod'n	0,04440	MJ
Mat. proc. core	4705	Manganese production	0,00800	kg
Top database	13	Výroba el.energie 1MJ	0,08880	MJ
Top database	13	Výroba el.energie 1MJ	1,92550	MJ
Top database	13	Výroba el.energie 1MJ	1,21000	MJ

Obr. 72: The Boustead Model – operace výroby oceli a lití

Abychom mohli vytvořit operaci výroby ocelových hran a ocelových vložek, musíme nejprve z databáze vytvořit operaci výroby a lití oceli. Byla tedy vytvořena operace č. 14 – Výroba oceli a lití, do které musíme přidat legující prvky, které jsou v oceli 12060 obsaženy.

Tab.6: Množství jednotlivých legujících prvků v 1 kg oceli 12060

Prvek	Množství [%]
Mn	0,8 (0,008 kg)
Si	0,4
Ni	0,3
Cr	0,25
Cu	0,4

Mn:

Do operace č. 14 jsme nakopírovali z databáze *Materials processing* operaci *Manganese production (4705)* a změnili množství prvku (0,008 kg).

Si:

Do operace č. 14 jsme nakopírovali z databáze *Materials processing* operaci *Silicon (101)* a změnili množství prvku (0,004 kg).

Cu:

Do operace č. 14 jsme nakopírovali z databáze *Stand alone* operaci *Electrolytic copper (74)* a změnili množství prvku (0,004 kg).

Ni:

Pro tento prvek nebyla v databázi nalezena výrobní operace tohoto prvku. Vložíme tedy alespoň elektrickou energii potřebnou pro výrobu tohoto prvku. Tento údaj byl nalezen v Idematapp 2018 databázi, ve které se vyskytují tři typy niklu. Byla vybrána hodnota pro Nickel (primary), jehož spotřeba elektrické energie na výrobu (CED Total) je 641,83 MJ/kg. Pro množství prvku 0,003 kg tato hodnota odpovídá 1,9255 MJ. Do operace č. 14 byla tedy z TOP databáze nakopírována operace č. 13 - výroba 1 MJ elektrické energie, kde byla změněna hodnota na 1,9255 MJ.

Process	Total eco-costs euro	eco-costs of human health euro	eco-costs of exo-toxicity euro	eco-costs of resource depletion euro	eco-costs of carbon footprint euro	Carbon footprint kg CO2 equiv.	CED (Total) MJ
Idematapp2018 Nickel (primary)	18,93	0,26	2,78	6,70	9,18	79,18	641,83
Idematapp2018 Nickel (secondary)	0,30	0,00	0,03	0,01	0,26	2,24	36,72
Idematapp2018 Nickel trade mix (70% prim 30% sec)	13,34	0,18	1,95	4,70	6,51	56,10	460,30

Obr. 73: Idematapp 2018 [79]

Cr:

Pro tento prvek také nebyla v databázi nalezena výrobní operace. Vložíme tedy elektrickou energii potřebnou pro výrobu tohoto prvku, která je také dostupná z Idematapp 2018 databáze. Byla nalezena jediná hodnota pro Chrom (CRM), jehož spotřeba elektrické energie na výrobu (CED Total) je 484,36 MJ/kg. Pro množství prvku 0,0025 kg tato hodnota odpovídá 1,21 MJ. Do operace č. 14 byla tedy z TOP databáze nakopírována operace č. 13 - výroba 1 MJ elektrické energie, kde byla změněna hodnota na 1,21 MJ.

Process	Total eco-costs euro	eco-costs of human health euro	eco-costs of exo-toxicity euro	eco-costs of resource depletion euro	eco-costs of carbon footprint euro	Carbon footprint kg CO2 equiv	CED (Total) MJ
Idematapp2018 Chromium, CRM (virgin)	5,02	0,36	0,87	0,74	3,05	26,26	484,36

Obrázek 74: Idematapp 2018 [79]

Protože bylo přidáno množství jednotlivých legujících prvků, o to musíme snížit množství železa: operace 4613 – Blast furnace for pig iron.

Dále bylo změněno použití elektrické energie na námi vytvořenou operaci č. 13 z TOP databáze. U ostatních energetických operací byly hodnoty změněny pro ČR s kódem **48XX**.

- **Materiál:** Ocel
- **Číslo operace:** 15
- **Název operace:** Tvarování oceli
- **Databáze:** Materials processing
- **Název operace v databázi:** Steel, hot rolled coil
- **Kód operace v databázi:** 4618

Z databáze byla vybrána pro tvarování oceli operace 4618: Steel, hot rolled coil. Byla vytvořena operace č. 15 – Tvarování oceli, do které jsme nakopírovali operaci 4618. Tato operace již obsahuje operaci výroby a lití oceli 4615. Nahrádíme ji proto námi vytvořenou operací č. 14 z TOP databáze.

Dále bylo změněno použití elektrické energie na námi vytvořenou operaci č. 13 z TOP databáze. U ostatních energetických operací byly hodnoty změněny pro ČR s kódem **48XX**.

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Input Table]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 15 Operation: Tvarovani oceli 1 kg kg

Input table

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit
Water emission	1	COD (process)	11,60000	mg
Water emission	4	Fe+compounds as Fe (process)	1,20000	mg
Water emission	9	metals not specified elsewhere (process)	1,00000	mg
Water emission	16	suspended solids (process)	22,80000	mg
Water emission	17	detergent/oil (process)	11,90000	mg
Water emission	18	hydrocarbons not specified elsewhere (process)	0,80000	mg
Water emission	24	other nitrogen as N (process)	0,30000	mg
Solid waste	14	Mixed industrial (process)	0,00310	kg
Solid waste EU	328	100210 iron/steel mill scales	0,00310	kg
Fuel prod. core	4824	Natural gas use - CZ	0,74300	MJ
Fuel prod. core	4844	Heavy fuel oil use - CZ	0,06540	MJ
Mat. proc. core	3706	Oxygen production	0,00050	kg
Mat. proc. core	4581	Basic oxygen furnace gas use	0,08080	MJ
Mat. proc. core	4587	Coke oven gas use	0,72210	MJ
Mat. proc. core	4589	Blast furnace gas use	0,02740	MJ
Mat. proc. core	4614	Steelworks power plant - elec prod'n	0,11520	MJ
Mat. proc. core	4616	Internal steel scrap recovery	0,03980	kg input
Mat. proc. core	4620	Steelworks overheads	1,00000	kg HRC
Mat. proc. core	4621	Steelworks power plant - steam prod'n	0,04650	MJ
Top database	13	Vyroba el.energie 1MJ	0,23030	MJ
Top database	14	Vyroba oceli a liti	1,03980	kg

Obr.75: The Boustead Model – operace výroby tvarování oceli

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Index of Operations]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

14	Vyroba oceli a liti	kg	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
15	Tvarovani oceli 1 kg	kg	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
16	Vyroba ocelovych hran 150g	kg	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018
17	Vyroba ocelovych vlozek 120g	kg	-	CZ	Average	NNNNN	-	-	2018

Obr. 76: The Boustead Model – operace výroby ocelových hran a vloček

V operaci č. 15 je již zahrnuta operace výroby ocelových hran a vloček.

Vytvoříme tedy operaci č. 16 – Výroba ocelových hran, do které nakopírujeme z TOP databáze operaci č. 15, s požadovaným množstvím (0,15 kg).

Dále byla vytvořena operace č. 17 – Výroba ocelových vloček, do které byla zkopírována z TOP databáze operace č. 15, a změněna požadovaná hmotnost vloček (0,12 kg).

- **Výroba snowboardu**

Pro celou operaci výroby snowboardu byla vytvořena operace č. 24, do které byly zkopírovány z TOP databáze jednotlivé materiály v daném množství potřebné pro výrobu snowboardu. Dále byly zkopírovány operace spotřeby elektrické energie na jednotlivé operace při výrobě snowboardu (26-32). Celkově bylo potřeba vytvořit 16 operací.

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Input Table]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 24 Operation: Vyroba snowboard ks

Input table

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit
Top database	8	Vyroba ABS	1,00000	kg
Top database	16	Vyroba ocelovych hran 150g	1,00000	kg
Top database	17	Vyroba ocelovych vlozek 120g	1,00000	kg
Top database	19	Vyroba lepidla 400g	1,00000	kg
Top database	20	Vyroba gumy 0,03 kg	1,00000	kg
Top database	21	Vyroba prken 0,92 kg	1,00000	kg
Top database	22	Vyroba skelných vláken 0,74 kg	1,00000	kg
Top database	23	Vyroba HDPE 0,5 kg	1,00000	kg
Top database	26	Vyroba el.energie - frezovani - 1,319 MJ	1,00000	-
Top database	27	Vyroba el.energie - frezovani - 0,528 MJ	1,00000	-
Top database	28	Vyroba el.energie - orezavani - 0,133 MJ	1,00000	-
Top database	29	Vyroba el.energie - brouseni - 5,04 MJ	1,00000	-
Top database	30	Vyroba el.energie - vrtani - 0,0432 MJ	1,00000	-
Top database	31	Vyroba el.energie - lisovani - 1,224 MJ	1,00000	-
Top database	32	Vyroba el.energie - topeni - 12,24 MJ	1,00000	-
Top database	33	Vyroba laku kg	1,00000	kg

Obr. 77: The Boustead Model – všechny operace výroby snowboardu

8.3 Fáze č. 3: Hodnocení dopadů

V této fázi LCA studie budou vyhodnoceny výsledky z inventarizační analýzy.

Kategorie dopadu nestanovujeme. Jako výstup z inventarizační analýzy sledujeme celkovou spotřebu energie (Gross energy data in MJ) a emise oxidu uhličitého (CO₂ emissions), jelikož se jedná o nejdůležitější skleníkový plyn.

8.3.1 Výroba 0,14 kg ABS

Číslo operace: 8

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Gross energy data in MJ]

Code: 8 Operation: Vyroba ABS kg

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	0,19278	0,09050	0,00000	0,00000	0,28328
Oil fuels	0,13838	2,23534	0,04012	2,43153	4,84537
Other fuels	0,81222	3,37681	0,00814	3,97657	8,17374
Totals	1,14337	5,70265	0,04826	6,40810	13,30239

Obr. 78: The Boustead Model – spotřeba energie pro výrobu ABS

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Gross air emissions in mg]

Code: 8 Operation: Vyroba ABS kg

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	304	58	< 1	43	0	0	406
CO	45	189	9	291	0	0	534
CO2	97 207	315 582	2 716	24 980	-303	0	440 182
SOX as SO2	544	757	38	94	0	0	1 433
H2S	0	0	0	< 1	0	0	< 1
mercaptan	0	< 1	0	< 1	0	0	< 1
NOx as NO2	673	801	20	85	0	0	1 578
(CF3)2CHOCH3	0	0	0	0	0	0	0
(CF3)2CHOCHF2	0	0	0	0	0	0	0
-(CF2)4CH(OH)-	0	0	0	0	0	0	0
1,2,3-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1,2,4-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1,2,5-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1-butene	0	0	0	0	0	0	0

Obr. 79: The Boustead Model – množství emisí CO₂ pro výrobu ABS

Z předchozích obrázků můžeme vyhodnotit, že celková spotřeba energie pro výrobu 0,14 kg ABS plastu je přibližně 13,3 MJ (z toho 0,28 MJ elektřina) a emise oxidu uhličitého CO₂ mají přibližně hodnotu 0,44 kg.

8.3.2 Výroba 0,15 kg ocelových hran

Číslo operace: 16

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Gross energy data in MJ]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 16 Operation: Vyroba ocelovych hran 150g kg

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	1,36767	0,71076	0,01159	0,00000	2,09002
Oil fuels	0,04675	0,42441	0,01084	0,00879	0,49079
Other fuels	0,03818	2,28821	0,01130	0,01395	2,35164
Totals	1,45261	3,42338	0,03373	0,02274	4,93246

Obr. 80: The Boustead Model – spotřeba energie pro výrobu ocelových hran

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Gross air emissions in mg]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 16 Operation: Vyroba ocelovych hran 150g kg

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	19	8	< 1	135	0	0	163
CO	65	13	9	3 145	< 1	0	3 233
CO2	137 350	164 171	1 548	90 146	-1 354	0	391 860
SOX as SO2	595	486	15	8	0	0	1 105
H2S	< 1	0	< 1	5	0	0	5
mercaptan	< 1	< 1	< 1	< 1	0	0	< 1
NOX as NO2	294	185	13	30	0	0	523
(CF3)2CHOCH3	0	0	0	0	0	0	0
(CF3)2CHOCHF2	0	0	0	0	0	0	0
-(CF2)4CH(OH)-	0	0	0	0	0	0	0
1,2,3-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1,2,4-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1,2,5-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1-butene	0	0	0	0	0	0	0

Obr. 81: The Boustead Model – množství emisí CO₂ pro výrobu ocelových hran

Z předchozích obrázků můžeme vyhodnotit, že celková spotřeba energie pro výrobu 0,15 kg ocelových hran je přibližně 4,93 MJ (z toho 2,1 MJ elektřina) a emise oxidu uhličitého CO₂ mají přibližně hodnotu 0,392 kg.

8.3.3 Výroba 0,12 kg ocelových vložek Číslo operace: 17

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Gross energy data in MJ]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 17 Operation: Vyroba ocelovych vlozek 120g kg

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	1,09414	0,56861	0,00927	0,00000	1,67202
Oil fuels	0,03740	0,33953	0,00867	0,00703	0,39263
Other fuels	0,03055	1,83056	0,00904	0,01116	1,88132
Totals	1,16209	2,73870	0,02698	0,01820	3,94597

Obr. 82: The Boustead Model – spotřeba energie pro výrobu ocelových vložek

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Gross air emissions in mg]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 17 Operation: Vyroba ocelovych vlozek 120g kg

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	15	7	< 1	108	0	0	130
CO	52	11	7	2 516	< 1	0	2 586
CO2	109 880	131 337	1 238	72 117	-1 083	0	313 488
SOX as SO2	476	389	12	7	0	0	884
H2S	< 1	0	< 1	4	0	0	4
mercaptan	< 1	< 1	< 1	< 1	0	0	< 1
NOX as NO2	235	148	11	24	0	0	418
(CF3)2CH2OCH3	0	0	0	0	0	0	0
(CF3)2CH2CHF2	0	0	0	0	0	0	0
-(CF2)4CH(OH)-	0	0	0	0	0	0	0
1,2,3-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1,2,4-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1,2,5-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1-butene	0	0	0	0	0	0	0

Obr. 83: The Boustead Model – množství emisí CO₂ pro výrobu ocelových vložek

Z předchozích obrázků můžeme vyhodnotit, že celková spotřeba energie pro výrobu 0,12 kg ocelových vložek je přibližně 3,95 MJ (z toho 1,67 MJ elektřina) a emise oxidu uhličitého CO₂ mají přibližně hodnotu 0,3135 kg.

8.3.4 Výroba 0,4 kg lepidla

Číslo operace: 19

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Gross energy data in MJ]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 19 Operation: Výroba lepidla 400g kg

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	1,23623	0,61068	0,01198	0,00000	1,85890
Oil fuels	0,33121	2,62887	0,05414	0,97304	3,98726
Other fuels	0,79618	3,88618	0,00353	4,01189	8,69778
Totals	2,36362	7,12573	0,06965	4,98493	14,54394

Obr. 84: The Boustead Model – spotřeba energie při výrobě lepidla

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Gross air emissions in mg]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 19 Operation: Výroba lepidla 400g kg

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	371	184	3	424	0	0	982
CO	213	97	30	16	0	0	356
CO2	206 714	358 338	3 920	38 709	-264 062	0	343 618
SOX as SO2	1 012	2 871	25	100	0	0	4 007
H2S	< 1	0	< 1	< 1	0	0	< 1
mercaptan	< 1	< 1	< 1	< 1	0	0	< 1
NOX as NO2	743	2 098	40	159	0	0	3 040
(CF3)2CHOCH3	0	0	0	0	0	0	0
(CF3)2CHOCHF2	0	0	0	0	0	0	0
-(CF2)4CH(OH)-	0	0	0	0	0	0	0
1,2,3-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1,2,4-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1,2,5-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1-butene	0	0	0	0	0	0	0

Obr. 85: The Boustead Model – množství emisí CO₂ pro výrobu lepidla

Z předchozích obrázků můžeme vyhodnotit, že celková spotřeba energie pro výrobu 0,4 kg lepidla je přibližně 14,55 MJ (z toho 1,86 MJ elektřina) a emise oxidu uhličitého CO₂ mají přibližně hodnotu 0,344 kg.

8.3.5 Výroba 0,03 kg SBR gummy: Číslo operace: 20

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Gross energy data in MJ]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 20 Operation: Výroba gummy 0,03 kg kg

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	0,18938	0,09470	0,00133	0,00000	0,28541
Oil fuels	0,02082	0,53940	0,00595	0,90767	1,47383
Other fuels	0,14096	0,59589	0,00436	0,54009	1,28130
Totals	0,35115	1,22998	0,01164	1,44777	3,04054

Obr. 86: The Boustead Model – spotřeba energie pro výrobu gummy

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Gross air emissions in mg]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 20 Operation: Výroba gummy 0,03 kg kg

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	32	8	< 1	1	0	0	41
CO	14	54	2	< 1	0	0	70
CO2	30 933	53 540	451	75	-29	0	84 972
SOX as SO2	146	172	6	1	0	0	325
H2S	< 1	0	< 1	< 1	0	0	< 1
mercaptan	< 1	< 1	< 1	< 1	0	0	< 1
NOX as NO2	165	134	3	1	0	0	304
(CF3)2CHOCH3	0	0	0	0	0	0	0
(CF3)2CHOCHF2	0	0	0	0	0	0	0
-(CF2)4CH(OH)-	0	0	0	0	0	0	0
1,2,3-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1,2,4-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1,2,5-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1-butene	0	0	0	0	0	0	0

Obr. 87: The Boustead Model – množství emisí CO₂ při výrobě gummy

Z předchozích obrázků můžeme vyhodnotit, že celková spotřeba energie pro výrobu 0,03 kg SBR gummy je přibližně 3,04 MJ (z toho 0,29 MJ elektřina) a emise oxidu uhličitého CO₂ mají přibližně hodnotu 0,085 kg.

8.3.6 Výroba 1,18844 kg prken: Číslo operace: 21

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Gross energy data in MJ]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 21 Operation: Výroba prken kg

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	0,95197	0,41461	0,01205	0,00000	1,37863
Oil fuels	0,63923	5,80761	0,16506	0,00000	6,61189
Other fuels	0,00040	0,00000	0,00445	18,56067	18,56553
Totals	1,59160	6,22222	0,18156	18,56067	26,55605

Obr. 88: The Boustead Model – spotřeba energie pro výrobu prken

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Gross air emissions in mg]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 21 Operation: Výroba prken kg

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	92	54	10	0	0	0	156
CO	419	99	116	0	0	0	634
CO2	173 164	419 901	12 511	0	-1 923 892	0	-1 318 315
SOX as SO2	758	7 260	46	0	0	0	8 063
H2S	< 1	0	< 1	0	0	0	< 1
mercaptan	< 1	0	< 1	0	0	0	< 1
NOX as NO2	413	1 934	137	0	0	0	2 484
(CF3)2CHOCH3	0	0	0	0	0	0	0
(CF3)2CHOCHF2	0	0	0	0	0	0	0
-(CF2)4CH(OH)-	0	0	0	0	0	0	0
1,2,3-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1,2,4-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1,2,5-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1-butene	0	0	0	0	0	0	0

Obr. 89: The Boustead Model – množství emisí CO₂ pro výrobu prken

Z předchozích obrázků můžeme vyhodnotit, že celková spotřeba energie pro výrobu 1,18844 kg prken, je přibližně 26,56 MJ (z toho 1,38 MJ elektřina) a emise oxidu uhličitého CO₂ mají **zápornou** hodnotu přibližně 1,318 kg.

8.3.7 Výroba 0,807 kg skelných vláken

Číslo operace: 22

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Gross energy data in MJ]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 22 Operation: Výroba skelných vláken kg

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	5,49111	2,72138	0,04915	0,00000	8,26164
Oil fuels	0,20039	1,75341	0,18872	0,55336	2,69588
Other fuels	1,00795	17,72833	0,04738	1,17803	19,96169
Totals	6,69945	22,20312	0,28525	1,73139	30,91920

Obr. 90: The Boustead Model – spotřeba energie pro výrobu skelných vláken

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Gross air emissions in mg]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 22 Operation: Výroba skelných vláken kg

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	131	206	12	3 501	0	0	3 850
CO	418	328	138	106	0	0	990
CO2	620 533	1 108 944	14 411	19 530	-33	0	1 763 385
SOX as SO2	2 675	1 774	45	60	0	0	4 553
H2S	< 1	0	< 1	< 1	0	0	< 1
mercaptan	< 1	< 1	< 1	< 1	0	0	< 1
NOX as NO2	1 373	2 569	162	8	0	0	4 111
(CF3)2CHOCH3	0	0	0	0	0	0	0
(CF3)2CHOCHF2	0	0	0	0	0	0	0
-(CF2)4CH(OH)-	0	0	0	0	0	0	0
1,2,3-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1,2,4-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1,2,5-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1-butene	0	0	0	0	0	0	0

Obr. 91: The Boustead Model – množství emisí CO₂ pro výrobu skelných vláken

Z předchozích obrázků můžeme vyhodnotit, že celková spotřeba energie pro výrobu 0,807 kg skelných vláken, je přibližně 30,9 MJ (z toho 8,26 MJ elektřina) a emise oxidu uhličitého CO₂ mají hodnotu přibližně 1,763 kg.

8.3.8 Výroba 0,5 kg HDPE

Číslo operace: 23

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Gross energy data in MJ]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 23 Operation: Vyroba HDPE 0,5 kg kg

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	4,28580	1,92542	0,29233	0,00000	6,50356
Oil fuels	0,08460	3,16084	0,04914	15,64211	18,93668
Other fuels	0,13092	2,93331	0,01231	11,59693	14,67346
Totals	4,50132	8,01957	0,35378	27,23904	40,11370

Obr. 92: The Boustead Model – spotřeba energie pro výrobu HDPE

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Gross air emissions in mg]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 23 Operation: Vyroba HDPE 0,5 kg kg

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	273	39	< 1	124	0	0	437
CO	496	5 347	10	241	0	0	6 094
CO2	324 933	489 140	4 247	97 163	>>1	0	915 483
SOX as SO2	1 490	670	67	246	0	0	2 474
H2S	< 1	0	< 1	< 1	0	0	< 1
mercaptan	< 1	0	0	< 1	0	0	< 1
NOX as NO2	774	756	27	88	0	0	1 644
(CF3)2CHOCH3	0	0	0	0	0	0	0
(CF3)2CHOCHF2	0	0	0	0	0	0	0
-(CF2)4CH(OH)-	0	0	0	0	0	0	0
1,2,3-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1,2,4-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1,2,5-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1-butene	0	0	0	0	0	0	0

Obr. 93: The Boustead Model – množství emisí CO₂ pro výrobu HDPE

Z předchozích obrázků můžeme vyhodnotit, že celková spotřeba energie pro výrobu 0,5 kg HDPE, je přibližně 40,1 MJ (z toho 6,5 MJ elektřina) a emise oxidu uhličitého CO₂ mají hodnotu přibližně 0,915 kg.

8.3.9 Výroba 0,02 kg laku Číslo operace: 33

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Gross energy data in MJ]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 33 Operation: Vyroba laku kg kg

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	0,23921	0,11084	0,00268	0,00000	0,35274
Oil fuels	0,07367	0,79686	0,01173	1,06940	1,95166
Other fuels	0,19904	0,70973	0,00069	0,81921	1,72867
Totals	0,51192	1,61744	0,01511	1,88860	4,03307

Obr. 94: The Boustead Model – spotřeba energie pro výrobu laku

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Gross air emissions in mg]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 33 Operation: Vyroba laku kg kg

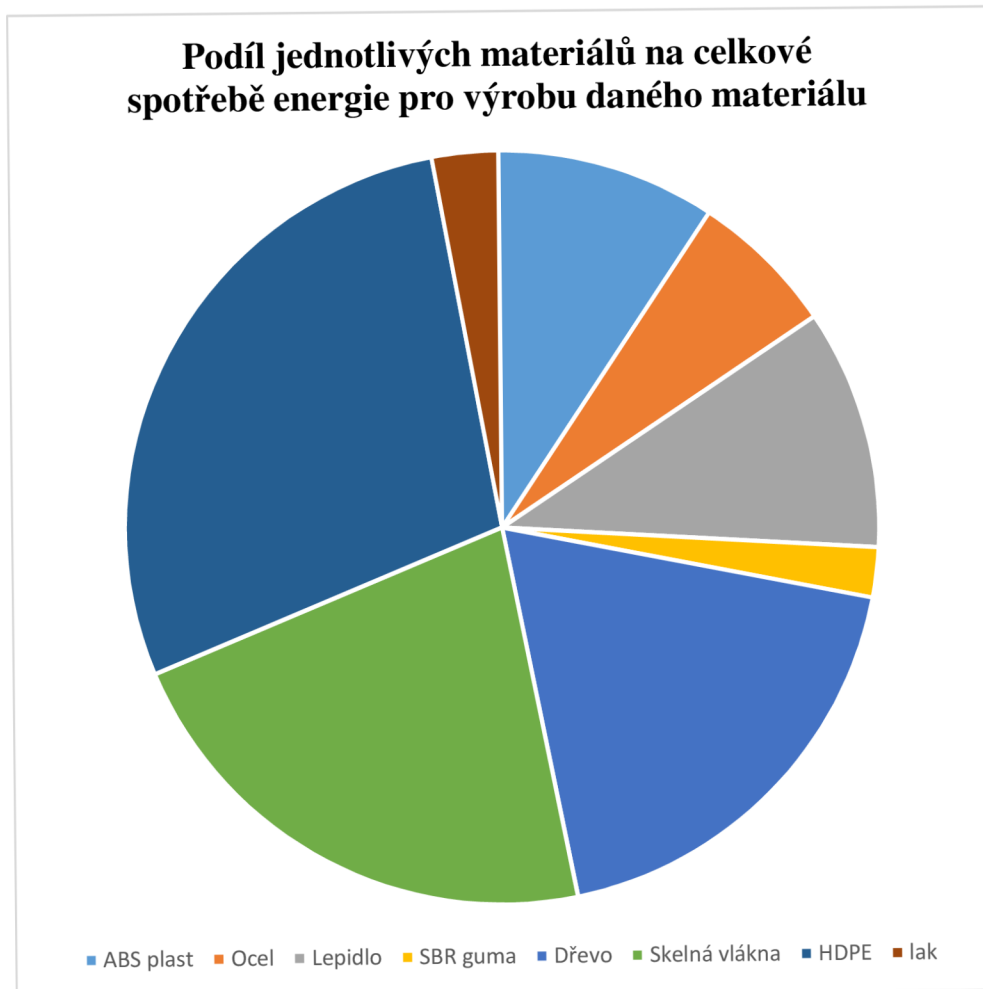
Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	67	98	< 1	< 1	0	0	166
CO	45	95	4	382	0	0	526
CO2	45 524	128 082	795	2 043	-22	0	176 423

Obr. 95: The Boustead Model – množství emisí CO₂ pro výrobu laku

Z předchozích obrázků můžeme vyhodnotit, že celková spotřeba energie pro výrobu 0,02 kg laku, je přibližně 4,03 MJ (z toho 0,35 MJ elektrina) a emise oxidu uhličitého CO₂ mají hodnotu přibližně 0,176 kg.

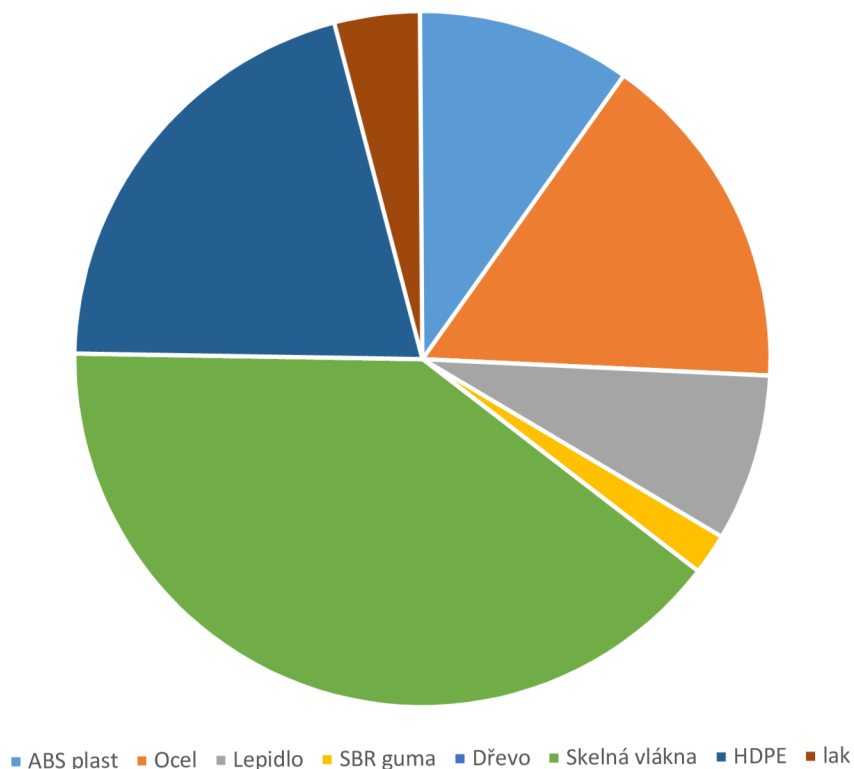
8.3.10 Vyhodnocení výroby jednotlivých materiálů



Graf 1: Podíl jednotlivých materiálů na celkové spotřebě energie pro výrobu daného materiálu

- **Jednotlivé podíly:**
 - 22 % - Skelná vlákna
 - 28 % - HDPE
 - 19 % - Dřevo
 - 9 % - ABS plast
 - 6 % - Ocel
 - 10 % - Lepidlo
 - 2 % - SBR guma
 - 3% - Lak

Podíl jednotlivých materiálů na emisích CO₂ při výrobě jednotlivých materiálů



Graf 2: Podíl jednotlivých materiálů na emisích CO₂ při výrobě jednotlivých materiálů

- **Jednotlivé podíly:**

40 % - Skelná vlákna

21 % - HDPE

10 % - ABS plast

16 % - Ocel

8 % - Lepidlo

2 % - SBR guma

4 % - Lak

8.3.11 Výroba 1 MJ elektrické energie pro ČR

Číslo operace: 13

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Gross energy data in MJ]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 13 Operation: Výroba el.energie 1MJ MJ

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	2,00218	1,00250	0,01469	0,00000	3,01937
Oil fuels	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Other fuels	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Totals	2,00218	1,00250	0,01469	0,00000	3,01937

Obr. 101: The Boustead Model – spotřeba energie pro výrobu 1 MJ energie

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Gross air emissions in mg]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 13 Operation: Výroba el.energie 1MJ MJ

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	11	0	0	0	0	0	11
CO	37	0	0	0	0	0	37
CO2	193 319	0	0	0	0	0	193 319
SOX as SO2	861	0	0	0	0	0	861
H2S	< 1	0	0	0	0	0	< 1
mercaptan	< 1	0	0	0	0	0	< 1
NOX as NO2	403	0	0	0	0	0	403
(CF3)2CHOCH3	0	0	0	0	0	0	0
(CF3)2CHOCHF2	0	0	0	0	0	0	0
-(CF2)4CH(OH)-	0	0	0	0	0	0	0
1,2,3-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1,2,4-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1,2,5-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1-butene	0	0	0	0	0	0	0

Obr. 102: The Boustead Model – množství emisí CO₂ pro výrobu 1 MJ energie

Z předchozích obrázků můžeme vyhodnotit, že celková spotřeba energie pro výrobu 1 MJ elektrické energie v ČR, je přibližně 3,02 MJ, a emise oxidu uhličitého CO₂ mají hodnotu přibližně 0,193 kg.

8.3.12 Výroba el. energie – frézování – 1,319 MJ

Číslo operace: 26

Výroba 1 MJ el. energie spotřebuje 3,02 MJ energie.

Výroba 1,319 MJ el. energie tedy přibližně spotřebuje **3,98 MJ** energie.

Emise CO₂ při výrobě 1 MJ el. energie jsou 0,193 kg

Emise CO₂ při výrobě 1,319 MJ el. energie tedy přibližně jsou **0,255 kg**.

8.3.13 Výroba el. energie – frézování – 0,528 MJ

Číslo operace: 27

Výroba 1 MJ el. energie spotřebuje 3,02 MJ energie.

Výroba 0,528 MJ el. energie tedy přibližně spotřebuje **1,595 MJ** energie.

Emise CO₂ při výrobě 1 MJ el. energie jsou 0,193 kg

Emise CO₂ při výrobě 0,528 MJ el. energie tedy přibližně jsou **0,102 kg**.

8.3.14 Výroba el. energie - ořezávání – 0,133 MJ

Číslo operace: 28

Výroba 1 MJ el. energie spotřebuje 3,02 MJ energie.

Výroba 0,133 MJ el. energie tedy přibližně spotřebuje **0,4 MJ** energie.

Emise CO₂ při výrobě 1 MJ el. energie jsou 0,193 kg

Emise CO₂ při výrobě 0,133 MJ el. energie tedy přibližně jsou **0,03 kg**.

8.3.15 Výroba el. energie – broušení – 5,04 MJ

Číslo operace: 29

Výroba 1 MJ el. energie spotřebuje 3,02 MJ energie.

Výroba 5,04 MJ el. energie tedy přibližně spotřebuje **15,22 MJ** energie.

Emise CO₂ při výrobě 1 MJ el. energie jsou 0,193 kg

Emise CO₂ při výrobě 5,04 MJ el. energie tedy přibližně jsou **0,97 kg**.

8.3.16 Výroba el. energie – vrtání – 0,0432 MJ

Číslo operace: 30

Výroba 1 MJ el. energie spotřebuje 3,02 MJ energie.

Výroba 0,0432 MJ el. energie tedy přibližně spotřebuje **0,13 MJ** energie.

Emise CO₂ při výrobě 1 MJ el. energie jsou 0,193 kg

Emise CO₂ při výrobě 0,0432 MJ el. energie tedy přibližně jsou **0,008 kg**.

8.3.17 Výroba el. energie – lisování – 1,224 MJ

Číslo operace: 31

Výroba 1 MJ el. energie spotřebuje 3,02 MJ energie.

Výroba 1,224 MJ el. energie tedy přibližně spotřebuje **3,7 MJ** energie.

Emise CO₂ při výrobě 1 MJ el. energie jsou 0,193 kg

Emise CO₂ při výrobě 1,224 MJ el. energie tedy přibližně jsou **0,24 kg**.

8.3.18 Výroba el. energie – topení – 12,24 MJ

Číslo operace: 32

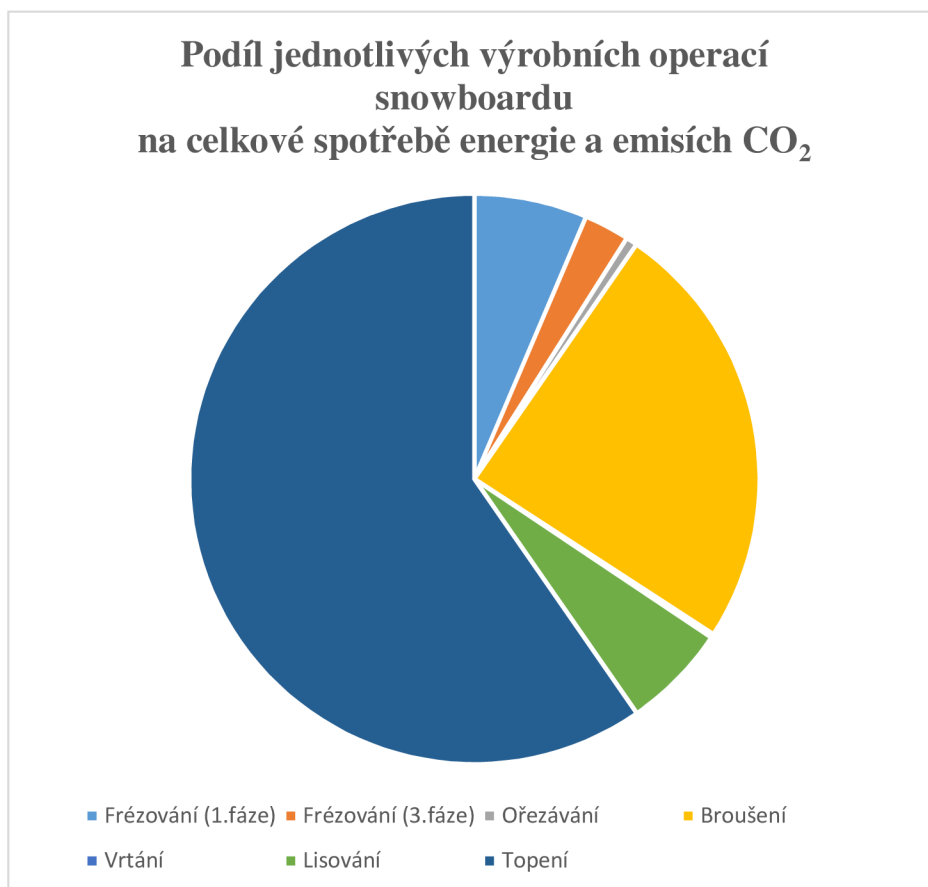
Výroba 1 MJ el. energie spotřebuje 3,02 MJ energie.

Výroba 12,24 MJ el. energie tedy přibližně spotřebuje **37 MJ** energie.

Emise CO₂ při výrobě 1 MJ el. energie jsou 0,193 kg

Emise CO₂ při výrobě 12,24 MJ el. energie tedy přibližně jsou **2,36 kg**.

8.3.19 Výrobní operace snowboardu a spotřeba energie a emisí CO₂



Graf 3: Podíl jednotlivých výrobních operací snowboardu na celkové spotřebě energie a emisích CO₂

8.3.20 Výroba snowboardu

Pro operaci č. 24 – Výroba Snowboardu byly vypočítány tyto hodnoty celkové spotřeby energií a emise oxidu uhličitého CO₂:

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Gross energy data in MJ]

Code: 24 Operation: Výroba snowboard ks

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	14,13747	6,81674	0,38090	0,00000	21,33511
Oil fuels	1,33773	15,43179	0,46966	20,47752	37,71671
Other fuels	2,87345	31,16521	0,09557	35,59894	69,73317
Totals	18,34866	53,41375	0,94612	56,07646	128,78499

Obr. 96: The Boustead Model – spotřeba energie pro výrobu snowboardu

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Gross air emissions in mg]

Code: 24 Operation: Výroba snowboard ks

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	1 205	534	24	4 046	0	0	5 809
CO	1 593	6 087	283	6 307	< 1	0	14 271
CO2	1 610 004	2 853 901	37 018	341 096	-1 756 194	0	3 085 825
SOX as SO2	7 302	12 591	240	511	0	0	20 645
H2S	< 1	0	< 1	9	0	0	9
mercaptan	< 1	< 1	< 1	< 1	0	0	< 1
NOX as NO2	4 464	7 975	368	393	0	0	13 200
(CF3)2CHOCH3	0	0	0	0	0	0	0
(CF3)2CHOCHF2	0	0	0	0	0	0	0
-(CF2)4CH(OH)-	0	0	0	0	0	0	0
1,2,3-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1,2,4-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1,2,5-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0
1-butene	0	0	0	0	0	0	0

Obr. 97: The Boustead Model – množství emisí CO₂ pro výrobu snowboardu

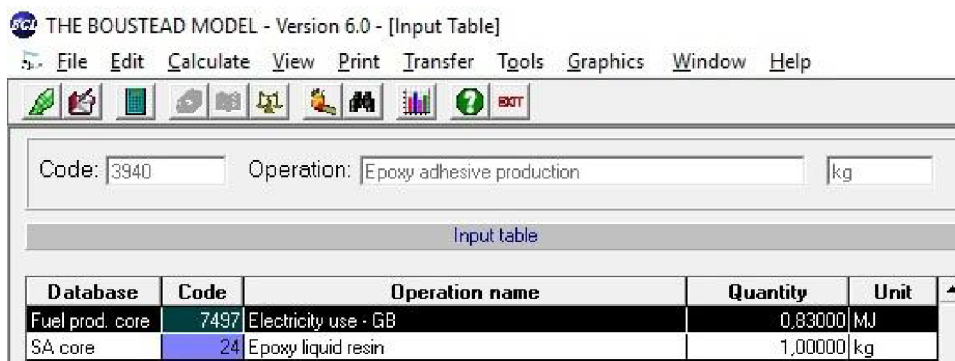
Z předchozích obrázků můžeme vyhodnotit, že celková spotřeba energie pro výrobu 1 snowboardu složeného z materiálů popsaných v úvodní kapitole praktické části, je přibližně 128,8 MJ (z toho 21,3 MJ elektrina), a emise oxidu uhličitého CO₂ mají hodnotu přibližně 3,086 kg.

8.4 Fáze č. 4: Interpretace

Z dostupných výsledků můžeme říci, že nejnáročnější operací při výrobním procesu snowboardu v rámci výrobního podniku, je vytápění bojleru, a dále pak broušení snowboardu v konečné fázi výroby.

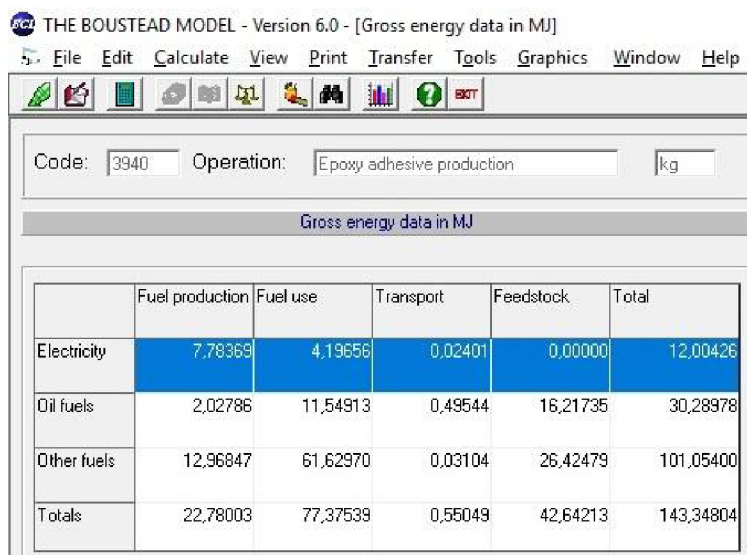
Environmentálně nejnáročnější materiál k výrobě je podle zjištěných výsledků výroba skelných vláken, tvrzeného polyethylenu, ABS plastu a oceli.

Z předchozích výsledků víme, že celková spotřeba energie pro výrobu 0,4 kg lepidla je přibližně 14,55 MJ (z toho 1,86 MJ elektřina) a emise oxidu uhličitého CO₂ mají přibližně hodnotu 0,344 kg. Použití lepidla ve výrobním procesu, které obsahuje dřevní odpad při výrobě celulózy a vedlejší produkt při výrobě biopaliva, je výrazně ekologicky šetrnější než používání běžného epoxidového lepidla. Pro ukázkou uvádím porovnání výrobu 1kg epoxidového pryskyřicového lepidla.



Database	Code	Operation name	Quantity	Unit
Fuel prod. core	7497	Electricity use - GB	0.83000	MJ
SA core	24	Epoxy liquid resin	1.00000	kg

Obr. 98: Běžné epoxidové lepidlo v databázi Boustead model pro porovnání s námi posuzovaným lepidlem



	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	7.78369	4.19656	0.02401	0.00000	12.00426
Oil fuels	2.02786	11.54913	0.49544	16.21735	30.28978
Other fuels	12.96847	61.62970	0.03104	26.42479	101.05400
Totals	22.78003	77.37539	0.55049	42.64213	143.34804

Obr.99: Množství celk.energie spotřebované k výrobě 1kg běžného epoxidového lepidla – 143,3 MJ (z toho 12 MJ - elektřina)

THE BOUSTEAD MODEL - Version 6.0 - [Gross air emissions in mg]

File Edit Calculate View Print Transfer Tools Graphics Window Help

Code: 3340 Operation: Epoxy adhesive production kg

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	5 568	2 771	21	7 061	0	0	15 421
CO	769	1 067	239	260	0	0	2 336
CO2	1 768 656	3 639 451	33 921	645 147	-10 584	0	6 076 492

Obr.100: Množství emisí CO2 při výrobě 1 kg běžného epoxidového lepidla – **přibližně 6 kg**

8.4.1 Hodnocení kvality údajů – metoda Weidema

Tabulka 7 prezentuje 5 kritérií pro hodnocení kvality údajů. Kvalita údajů je hodnocena v pořadí od jedné do pěti. Jednička znamená nejvyšší kvalitu údajů. [70]

Tab. 7: Hodnocení kvality údajů podle metody Weidema [70]

Skóre	1	2	3	4	5
Metody sběru	Měřené údaje	Vypočtené údaje založené na měřeních	Vypočtené údaje z části založené na předpokladech	Kvalifikovaný (expertní) odhad	Nekvalifikovaný odhad
Nezávislost údajů na dodavateli	Verifikované údaje z veřejných nebo nezávislých zdrojů	Verifikované údaje z provozů zainteresovaných na studii	Nezávislé zdroje, ale založené na neověřených údajích z průmyslu	Neověřené informace z průmyslu	Neověřené informace z podniků zainteresovaných na studii
Reprezentativnost	Reprezentativní údaje na základě dostatečných vzorků v průběhu adekvátního časového období s vyrovnanou fluktuací	Reprezentativní údaje z menšího počtu míst, ale za adekvátní období	Reprezentativní údaje z menšího počtu míst, ale za kratší období	Údaje z adekvátního počtu míst, ale za kratší období	Reprezentativnost neznámá nebo nekompletní dají z malého počtu míst a/nebo za kratší časové období
Stáří údajů	Méně než 3 roky	Méně než 5 let	Méně než 10 let	Méně než 20 let	Stáří neznámé, nebo větší než 20 let
Geografická korelace	Údaje z území, které je předmětem studie	Průměrné údaje ze širšího území než je předmětem studie	Údaje z oblastí s podobnými výrobními podmínkami	Údaje z oblastí s málo podobnými výrobními podmínkami	Údaje z neznámých oblastí, nebo z oblastí s velmi odlišnými výrobními podmínkami
Technologická korelace	Údaje z podniků, procesů a o materiálech, které jsou předmětem studie	Údaje o materiálech a procesech, které jsou předmětem studie, ale z různých podniků	Příbuzné údaje, které jsou předmětem studie, ale z různých technologií	Příbuzné údaje, ale ze stejné technologie	Příbuzné údaje, ale z různých technologií

Tab. 8: Hodnocení kvality údajů podle metody Weidema

Materiál	Faktor	Metoda sběru	Nezávislost údajů na dodavateli	Reprezentativnost	Stáří údajů	Geografická korelace	Technologická korelace
ABS plast	Výroba	2	2	2	4	3	2
	Množství	2	1	1	1	1	1
HDPE	Výroba	2	2	2	5	3	2
	Množství	2	1	1	1	1	1
Dřevo	Výroba	2	2	2	5	3	2
	Množství	2	1	1	1	1	1
Skelná vlákna	Výroba	2	2	2	5	3	2
	Množství	2	1	1	1	1	1
Guma	Výroba	2	2	2	5	3	2
	Množství	2	1	1	1	1	1
Lepidlo	Výroba	2	2	2	4 - Pryskyřice, biopalivo 5- Celulóza	3	2
	Množství	2	2	1	1	1	1
	Složení	5	2	3	4 - Pryskyřice, biopalivo 5- Celulóza	3	2
Ocel	Výroba	2	2	2	5	3	2
	Množství	2	1	1	1	1	1
	Složení	2	2	1	1	2	2
Lak	Výroba	2	2	2	5	3	2
	Množství	2	2	1	1	1	1
	Složení	5	2	3	5	3	2
Elektr. energie	Složení energetických zdrojů	2	2	1	4	2	5
	Spotřeba el.energie na výrobu	2	2	2	4	2	5
	Jakým způsobem byla el. energie vyrobena	2	2	2	4	2	5

Z Tab.8 vyplývá, že rozdíl v kvalitě údajů u jednotlivých materiálů není zas tak výrazný. Většina údajů je hodnocena stupněm 1, 2, nebo 3. U metody sběru dat jsou údaje hodnoceny stupněm 2, kromě složení lepidla a laku, což je dáno nekvalifikovaným odhadem procentuálního složení jednotlivých složek v daném materiálu. Co se týká stáří jednotlivých údajů, můžeme říci, že všechny údaje výroby jednotlivých materiálů jsou starší jak 10 let a data tedy nejsou moc aktuální. U technologické korelace faktoru elektrické energie, nelze z hlediska použití více technologií při výrobě elektrické energie tyto údaje posoudit.

9 ZHODNOCENÍ A DISKUZE

Posouzení environmentální zátěže výrobního procesu snowboardu bylo stěžejním aspektem této práce. Zátěž byla analyzována dle metody LCA. Výrobek nebyl analyzován v celém svém životním cyklu, nýbrž v rámci výroby, popřípadě těžby použitých materiálů, a také samotné výroby snowboardu.

V praktické části této diplomové práce byly pomocí softwaru s databází Boustead Model vytvořeny operace pro výrobu jednotlivých materiálů obsažených v konstrukci snowboardu. V některých případech musela být pro vypočítání operace použita alokace.

Z dostupných výsledků lze vyhodnotit, že materiály podílející se největší mírou na celkové spotřebě energie k výrobě daného výrobku, jsou skelná vlákna, tvrzený polyethylen a dřevo. A právě tyto materiály zaujímají velké podíly na hmotnosti celého snowboardu.

Co se týká podílů jednotlivých materiálů na emisích CO₂, zdaleka největší mírou se podílí skelná vlákna s 41 %, dále tvrzený polyethylen s 22 % a ocel, jejíž podíl je 17 %. Dřevo má záporné emise oxidu uhličitého s hodnotou přibližně 1,32 kg. To je dáno především čerpáním oxidu uhličitého z atmosféry, které dřevo během svého života spotřebuje.

Vytápění bojleru pro udržování stabilní teploty oleje při hydraulickém lisování formy snowboardu, je s přibližným podílem 60 % energeticky nejnáročnější operací.

Celková přibližná hodnota 3 kg emisí CO₂ při výrobním procesu snowboardu není příliš vysoká, nicméně při porovnání s hmotností snowboardu se jedná přibližně o stejnou hodnotu. Tuto hodnotu emisí lze určitými opatřeními snížit.

Celková spotřeba energie k výrobě snowboardu je přibližně 129 MJ, kde 20,5 MJ zaujímá spotřeba elektrické energie při výrobních operacích v rámci výrobního podniku.

Využíváním elektrické energie z obnovitelných zdrojů k výrobě snowboardu, by se značným způsobem snížila hodnota spotřeby energie.

Používání lepidla Super Sap Epoxy je výrazně ekologicky šetrnější než užívání běžně dostupného epoxidového lepidla, které je používáno ve velkých firmách na výrobu snowboardu. Implementováním lepidla do výroby, složeného z velké části z odpadu při výrobě celulózy a bio paliv, je dobrou cestou, jak snížit environmentální zátěž celého výrobního procesu.

Použití konstrukce snowboardu s vyšším podílem dřeva zajistí snížení environmentální zátěže výrobního procesu.

Skelná vlákna, která mají významný vliv na environmentální zátěž při výrobním procesu, nahradit v konstrukci jiným ekologicky šetrnějším materiálem prozatím nelze. Do budoucna by se mohly využívat některá nanovlákna, která splní svými vlastnostmi nároky kladené na výrobu snowboardu a budou ekologicky šetrnější.

Jelikož při výrobě vzniká přibližně 10 % odpadu, firmy různě experimentují, jak s takovým odpadem naložit.

V rámci některých projektů se experimentuje s výrobou snowboardů složených převážně z recyklovaných materiálů. V ČR je takovým projektem např. Second Chance For Material, který dokazuje, že výroba takových snowboardů není problém, i když produkty vykazují kratší životnost oproti běžně vyráběným snowboardům.

10 ZÁVĚR

Diplomová práce je strukturálně rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části jsou popsány současné nejzávažnější globální ekologické problémy i vliv různých odvětví průmyslu na životní prostředí. Byla také shrnuta současná legislativa ve strojírenství v České republice a popsány metodiky hodnocení zátěže životního prostředí.

Praktická část se věnuje analýze životního cyklu snowboardu podle metody LCA. Ta se rozděluje do čtyř fází.

V rámci životního cyklu výrobku se v této analýze posuzují samotné materiály potřebné k výrobě snowboardu, včetně jejich těžby, pokud je potřeba, a dále také samotná výroba snowboardu z těchto materiálů. Výstupem z výpočtů je celková spotřeba elektrické energie a emise oxidu uhličitého. Jelikož studie slouží pro interní účely, neprovádí se kritické přezkoumání.

V inventarizační analýze bylo pomocí softwaru s databází Boustead Model vytvořeno několik operací pro stanovení energetické náročnosti jednotlivých materiálů, které jsou použity při výrobě posuzovaného snowboardu.

Z dostupných výsledků lze vyhodnotit, že materiály podílející se největší mírou na celkové spotřebě energie a emisí oxidu uhličitého při jejich výrobě, jsou skelná vlákna, tvrzený polyethylen, ABS plast a ocel. U dřeva byla zjištěna hodnota 1,3 kg záporných emisí oxidu uhličitého, neboť dřevo za svůj několikaletý růst spotřebovává velké množství CO₂ z atmosféry, a je proto ekologicky velmi výhodnou složkou v konstrukci snowboardu.

Energeticky nejnáročnější operace při výrobním procesu snowboardu v rámci podniku, je fáze lisování, která zahrnuje i energii na vytápění bojleru pro ohřev oleje.

Zhodnocení a návrhy pro opatření ke snížení environmentální zátěže tohoto výrobního procesu jsou popsány v předchozí kapitole.

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] KADRNOŽKA, Jaroslav, 2008. *Globální oteplování Země*. Brno: VUTIUM. ISBN 978-80-214-3498-1.
- [2] První elektrárna na světě, která odčerpává CO₂ z atmosféry a ukládá ho do země, 2017. *Solární novinky* [online]. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://www.solarninovinky.cz/?zpravy/2017101904/prvni-elektrarna-na-svete-ktera-odcerpava-co2-z-atmosfery-a-uklada-ho-do-zeme>
- [3] Climeworks CO₂ capture plant, 2018. *Climeworks* [online]. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://www.climeworks.com/our-products/>
- [4] Our technology, 2018. *Climeworks* [online]. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://www.climeworks.com/our-technology/>
- [5] The truth about your clothing donations, 2005. *Not just a label* [online]. [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: <https://www.notjustalabel.com/editorial/the-truth-about-your-clothing-donations>
- [6] What's the Second Most Polluting Industry, 2017. *One green planet* [online]. [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: <https://www.onegreenplanet.org/environment/clothing-industry-second-most-polluting/>
- [7] Znečištění půdy v Evropě, 2014. *Odpady online* [online]. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://odpady-online.cz/zneisteneni-pudy-v-evrope/>
- [8] How much trash is in our ocean?, 2017. *4 Ocean* [online]. [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: https://4ocean.com/blogs/blog/how-much-trash-is-in-our-ocean?epik=0ymwLEvIW37d_
- [9] The problem of marine plastic pollution, *Clean water action* [online]. [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: <https://www.cleanwater.org/problem-marine-plastic-pollution>
- [10] Most Of The Plastic In The Ocean Comes From Just A Few Polluting Countries, 2015. *Fast Company* [online]. [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <https://www.fastcompany.com/3051847/most-of-the-plastic-in-the-ocean-comes-from-just-a-few-polluting-countries>
- [11] The Countries Polluting The Oceans The Most, 2015. *Statista* [online]. [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <https://www.statista.com/chart/12211/the-countries-polluting-the-oceans-the-most/>
- [12] KEPÁK, František, 2005. *Průmyslové odpady 1. část*. Ústí nad Labem: Mino. ISBN 80-7044-709-5.
- [13] Technology, 2018. *Ocean Cleanup* [online]. [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <https://www.theoceancleanup.com/technology/>
- [14] Screen, In: *Ocean Cleanup* [online]. [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <https://www.theoceancleanup.com/technology/>
- [15] Can The Ocean Cleanup Project Rid the Worlds Oceans of Plastic?, 2018. In: *Vision Launch* [online]. [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <http://visionlaunch.com/can-the-ocean-cleanup-project-rid-the-worlds-oceans-of-plastic/>
- [16] Intriguing Facts About Plastic Pollution, 2018. In: *Conserve Energy Future* [online]. [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <https://www.conserve-energy-future.com/intriguing-facts-about-plastic-pollution.php>
- [17] Great Pacific Garbage Patch, 2016. In: *ZME Science* [online]. [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <https://www.zmescience.com/ecology/pollution-ecology/great-pacific-garbage-patch-06102016/>

- [18] Sedmý kontinent je z odpadků, 2018. *National Geographic* [online]. [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <https://www.national-geographic.cz/clanky/sedmy-kontinent-je-z-odpadku-ma-ctyrikrat-vetsi-rozlohu-nez-nemecko.html>
- [19] For Midway Atoll's birds, plastic is the main dish, 2015. *Science Line* [online]. [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <http://scienceline.org/2015/02/for-midway-atolls-birds-plastic-is-the-main-dish/>
- [20] Ocean infographics, 2016. In: *Visual news* [online]. [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: <http://www.visualnews.com/2016/06/08/honor-world-ocean-day-top-x-ocean-infographics/>
- [21] Vyhladovění nezabralo, americká těžba ropy bude příští rok rekordní, 2017. *Zprávy e15* [online]. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://zpravy.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/vyhladoveni-nezabralo-americka-tezba-ropy-bude-pristi-rok-rekordni-1341376>
- [22] Průmysl zpracování paliv, 2014. *Vítejte na Zemi* [online]. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=prumysl_zpracovani_paliv&site=spotreba
- [23] Ekologické aspekty strojírenství, *Katedra vozidel a motorů: Technická univerzita v Liberci* [online]. [cit. 2018-05-07]. Dostupné z: <http://www.kvm.tul.cz/getFile/id:1922>
- [24] Zákon o ochraně ovzduší, 2012. In: *Sbírka zákonů*. Praha, ročník 2012, číslo 201.
- [25] Úprava vody, 2011. *KOWA* [online]. [cit. 2018-05-07]. Dostupné z: <http://www.kowa.cz/uprava-vody/prumysl/strojirenstvi>
- [26] Zákon o vodách, 2001. In: *Sbírka zákonů*. Praha, ročník 2001, číslo 254.
- [27] Nařízení vlády, 2015. In: *Sbírka zákonů*. Praha, ročník 2015, číslo 401.
- [28] Nařízení vlády, 2016. In: *Sbírka zákonů*. Praha, ročník 2016, číslo 57.
- [29] Zákon o odpadech, 2001. In: *Sbírka zákonů*. Praha, ročník 2001, číslo 185.
- [30] Zákon o obalech, 2001. In: *Sbírka zákonů*. Praha, ročník 2001, číslo 477.
- [31] Zákon o látkách poškozující ozonovou vrstvu, 2012. In: *Sbírka zákonů*. Praha, ročník 2012, číslo 73.
- [32] Zákon o prevenci závažných havárií, 2015. In: *Sbírka zákonů*. Praha, ročník 2015, číslo 224. O integrované prevenci, 2012. *Cenia* [online]. [cit. 2018-04-30]. Dostupné z: <http://www1.cenia.cz/www/o-integrované-prevenci>
- [33] Nejlepší dostupné techniky (BAT), 2012. *Cenia* [online]. [cit. 2018-04-30]. Dostupné z: <http://www1.cenia.cz/www/o-integrované-prevenci>
- [34] Závěry o nejlepších dostupných technikách, 2017. *MPO* [online]. [cit. 2018-04-30]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/ippc/zavery-o-bat--224367/>
- [35] EMS podle normy ISO 14001, *Ekonet* [online]. [cit. 2018-05-07]. Dostupné z: <http://eko-net.cir.cz/ems-podle-normy-iso-14001->
- [36] EMAS, 2018. *CENIA* [online]. [cit. 2018-05-02]. Dostupné z: <https://emaseu.cz/emas/o-emas>
- [37] EMAS Logo, 2018. In: *CENIA* [online]. [cit. 2018-05-02]. Dostupné z: <https://emaseu.cz/emas/o-emas>
- [38] Základní informace o integrované prevenci a omezování znečištění, 2016. *MPO* [online]. [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/ippc/popis--177404/>
- [39] Nejlepší dostupné techniky (BAT), 2017. *MPO* [online]. [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/prumysl-a-zivotni-prostredi/ippc-integrovaná-prevence-a-omezovani-znecistení/referencni-dokumenty-bref/nejlepsi-dostupne-techniky-bat--224368/>
- [40] Jak vybrat snowboard, 2013. *Snowboardel* [online]. [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <http://www.snowboardel.cz/jak-vybrat-snowboard/>

- [41] Snowboardový speciál, 2017. *Na Svah* [online]. [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <https://www.nasvah.cz/clanky/snowboardovy-special-1-jake-existuji-typy-snowboardu/>
- [42] Snowboard: "Einfach großartig", 2018. In: *Zdf* [online]. [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <https://www.zdf.de/sport/das-aktuelle-sportstudio/snowboard-parallel-riesenslalom-in-der-zusammenfassung-100.html>
- [43] Splitboard vökl cashew, 2018. In: *Splitboarding* [online]. [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <https://www.splitboarding.eu/en/splitboard/splitboards/splitboard-voelkl-cashew>
- [44] Off Piste Freeride Snowboard Course, 2018. In: *Mint Snowboarding* [online]. [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <http://mintsnowboarding.com/off-piste-freeride-course/>
- [45] Historie snowboardu, 2018. In: *Snowboard* [online]. [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Snowboard>
- [46] Burton Snowboards, 2018. In: *Igluski* [online]. [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <https://www.igluski.com/guides/snowboarding/history-of-snowboarding>
- [47] Inventor Sherman Poppen, snurfing his way into history, 2018. In: *American history* [online]. [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <http://americanhistory.si.edu/blog/2009/09/inventor-sherman-poppen-snurfing-his-way-into-history.html>
- [48] BINTER, L., *Snowboarding*. 2. vyd., Praha: Grada Publishing, 2002., 132 s., ISBN 80-247-0246-0
- [49] Historie snowboardingu, *Doc player* [online]. [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/17426497-1-historie-snowboardingu.html>
- [50] Ekologická stopa, 2013. *Eknihovna Mendelu* [online]. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=54164
- [51] Ecological Deficits and Reserves, 2016. In: *Global Footprint Network* [online]. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: <https://www.footprintnetwork.org/our-work/countries/>
- [52] SKYBOVÁ, Iva, 2010. *Posuzování vlivů na životní prostředí (EIA, SEA)*. Praha. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze.
- [53] Posuzování vlivů na životní prostředí (SEA), 2016. *MŽP* [online]. [cit. 2018-04-30]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/posuzovani_vlivu_koncepci_sea
- [54] EIA: hodnocení vlivů na životní prostředí, 2010. *Obec Doksy* [online]. [cit. 2018-04-30]. Dostupné z: <http://www.obecdoksy.eu/cz/eia-hodnoceni-vlivu-na-zivotni-prostredi/>
- [55] KOČÍ, V.: Posuzování životního cyklu: Life Cycle Assessment – LCA. Vyd. 1 - Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, 2009.
- [56] Fundamental stages within a product life cycle, 2017. In: *Environmental Sciences Europe* [online]. [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-017-0125-x>
- [57] LCA (analýza životního cyklu), 2014. In: *Atelier Dek* [online]. [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <https://atelier-dek.cz/lca-analyza-zivotního-cyklu-epd-environmentální-prohlášení-o-produktu-646>
- [58] Overview of Boustead, 2017. *Sustainable Production Support Tools* [online]. [cit. 2018-05-07]. Dostupné z: http://adm-global.org/productionsupporttools/Database_Boustead.html
- [59] *Structure of the Boustead Model* [online], In: . [cit. 2018-05-07]. Dostupné z: http://adm-global.org/productionsupporttools/Database_Boustead.html
- [60] Co způsobuje znečištění půdy, 2014. *Vítejte na Zemi* [online]. [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=co_zpusobuje_znecistení_pudy&site=puda

- [61] Study: Up to 14 Million Tons of Plastic Ends Up in the Ocean Each Year, 2017. *Scuba diving* [online]. [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <https://www.scubadiving.com/study-up-to-14-million-tons-plastic-ends-up-in-ocean-each-year>
- [62] Průmysl, 2014. *Vítejte na Zemi* [online]. [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=prumysl_env&site=spotreba
- [63] Rozdělení průmyslu, *Vítejte na Zemi* [online]. [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=mapa_obrazku&site=spotreba
- [64] Zpracovatelský průmysl, *Slide Player* [online]. [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/3177281/>
- [65] Netradiční turistická atrakce: vysloužilé rypadlo u Března, In: *Lidovky* [online]. [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: https://cestovani.lidovky.cz/uz-rok-je-pro-turisty-pristupne-vyslouzile-rypadlo-u-brezna-pti-aktuality.aspx?c=A120820_161900_aktuality_glu
- [66] Podívejte se, jak se na Slovensku vyrábějí vozy Kia, 2012. In: *Auto Idnes* [online]. [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: https://auto.idnes.cz/podivejte-se-jak-se-na-slovensku-vyrabeji-vozy-kia-fs9-automoto.aspx?c=A080916_151719_automoto_fdv
- [67] PIRKOVSKÝ, Rudolf, 2015. *Enviro-sociální dopady elektronického průmyslu v Číně*. Brno. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně.
- [68] LTB P TEAM WOOD Snowboard, 2018. *LTB Snowboards* [online]. [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <http://www.ltbsnowboards.cz/freestyle-snowboardy/p-team24>
- [69] Česká energetika v 21. století, 2017. *O energetice* [online]. [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/energetika-v-cr/infografika-ceska-energetika-21-stoleti/>
- [70] Porovnání environmentálních dopadů nápojových obalů v ČR metodou LCA [online], 2009. [cit. 2018-05-16]. Závěrečná zpráva. Ministerstvo životního prostředí.
- [71] Roční zpráva o provozu ES ČR, 2017. *Energetický regulační úřad* [online]. [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: https://www.eru.cz/documents/10540/462820/Rocni_zprava_provoz_ES_2016.pdf/800e5a09-a58a-4a73-913f-abc30cda42a5
- [72] Alokace, 2014. *Atelier Dek* [online]. [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <https://atelierdek.cz/lca-analyza-zivotniho-cyklu-epd-environmentalni-prohlaseeni-o-produktu-646>
- [73] Přímočará pila PSB 420 EBQ-Plus CARVEX, 2018. *Festool* [online]. [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <https://www.festool.cz/produkty/řezání/přimočaré-pily/561602---psb-420-ebq-plus#Technickádata>
- [74] Wintersteiger Omega SBI / RSBI, 2018. *Wintersteiger* [online]. [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <http://www.wintersteiger.cz/manualni-brouseni-skluznice/omega-sbi-rsbi/>
- [75] Technologie výroby, 2017. *LTB Snowboards* [online]. [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <http://www.ltbsnowboards.cz/o-nas-ltb/tech-and-vyroba-ltb/technologie-vyroby-1>
- [76] Stolní vrtačka BOSCH PBD 40, 2017. *Nářadí Bosch* [online]. [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <https://www.naradibosch.com/bosch-pbd-40?>
- [77] Horní frézka OF 2200 EB-Plus, 2018. *Festool* [online]. [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <https://www.festool.cz/produkty/frézování/horní-frézky/574349---of-2200-eb-plus#Přehled>

- [78] Životní cyklus produktu, 2018. *MM Spektrum* [online]. [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/moznosti-vyuziti-vizualizace-v-ekodesignu.html>
- [79] Idematapp database. *Ecocost Value* [online]. 2018 [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <http://www.ecocostsvalue.com/EVR/model/theory/subject/5-data.html>

12 SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Veličina	značka	jednotka
Otáčky	n	[1/min]
Příkon	P	[W]
Napětí	U	[V]
Spotřeba el. energie	E	[MJ] [kWh]
Hmotnost	m	[kg]
Čas	t	[h]

13 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Podstata skleníkového efektu v ovzduší [1]	18
Obr. 2: Příklad firmy Climeworks [3]	22
Obr. 3: Technologie společnosti Climeworks [4]	22
Obr. 4: Znečištění půdy v Evropě [7]	23
Obr. 5: Mořský pták uhynulý kvůli plastovému odpadu v žaludku [19]	24
Obr. 6: Realita znečištění oceánů plastem [16]	24
Obr. 7: Great Pacific Garbage Patch [17]	24
Obr. 8: Ocean Cleanup [15]	25
Obr. 9: Schéma sběru plastového odpadu po vodní hladině oceánu [14]	25
Obr. 10: Těžba ropy v USA [21]	26
Obr. 11: Skládka použitého textilu [5]	26
Obr. 12: Rozdělení průmyslu [63]	27
Obr. 13: Rypadlo jako produkt těžkého strojírenství [65]	28
Obr. 14: Automobil jako produkt lehkého strojírenství [66]	28
Obr. 15: Logo EMAS [37]	33
Obr. 16: EMAS a ISO 14001[36]	33
Obr. 17: Sherman Poppen a jeho snurfer [47]	34
Obr. 18: Historie vývoje Burton snowboardů [46]	34
Obr. 19: Hlavní skupiny snowboardů [41]	35
Obr. 20: Splitboard značky Völkl [43]	36
Obr. 21: Ester Ledecká při jízdě na slalomovém snowboardu [42]	36
Obr. 22: Typy prohnutí snowboardu [41]	37
Obr. 23: Popis snowboardu při pohledu z boku [48]	38
Obr. 24: Popis snowboardu shora [48]	38
Obr. 25: Snowboardista brázdící zasněžené kopce horské krajiny mimo sjezdovku [44]	40
Obr. 26: Ekologičtí dlužníci a věřitelé, 2016 [51]	43
Obr. 27: Jednotlivá stádia během životního cyklu produktu (Life cycle assessment) [56]	45
Obr. 28: Životní cyklus produktu [57]	46
Obr. 29: Jednotkový proces [55]	47

Obr. 30: Čtyři fáze LCA studie [55]	48
Obr. 31: Fáze LCA (Dle ČSN EN ISO 14040) []	53
Obr. 32: Vyznačení posuzovaných fází životního cyklu výrobku v rámci této LCA analýzy []	53
Obr. 33: LTB P TEAM [68]	54
Obr. 34: Jednotlivé vrstvy snowboardu [34]	55
Obr. 35: Procesní diagram výroby snowboardu	56
Obr. 36: Horní frézka FESTOOL [77]	57
Obr. 37: Operace oříznutí dřevěného jádra snowboardu pomocí frézky [75]	57
Obr. 38: Stojanová vrtačka BOSCH PBD 40 [76]	57
Obr. 39: Operace usazení ocelových hran po celém obvodu snowboardu [75]	58
Obr. 40: Operace položení tlumící gumy po obvodu snowboardu [75]	58
Obr. 41: Operace nanesení epoxidového lepidla na povrch skluznice [75]	58
Obr. 42: Operace položení druhé vrstvy skelných vláken na dřevěné jádro s lepidlem [75]	59
Obr. 43: Operace upevnění formy a vložení do lisu [75]	59
Obr. 44: Dvouetážový hydraulický lis [75]	60
Obr. 45: Přímočará pila Festool [73]	60
Obr. 46: Bruska Wintersteiger Omega SBI [74]	61
Obr. 47: Operace broušení snowboardu [75]	61
Obr. 48: Struktura modelu Boustead zobrazující tři hlavní skupiny souborů [59]	66
Obr. 49: The Boustead Model - operace.....	67
Obr. 50: Podíl paliv a technologií na výrobě elektřiny brutto – 2016 [69]	68
Obr. 51: The Boustead Model – operace výroby el.energie v ČR	69
Obr. 52: The Boustead Model – operace výroby el.energie - frézování.....	70
Obr. 53: The Boustead Model – operace výroby el.energie - frézování.....	70
Obr. 54: The Boustead Model – operace výroby el.energie - ořezávání.....	70
Obr. 55: The Boustead Model – operace výroby el.energie - broušení	71
Obr. 56: The Boustead Model – operace výroby el.energie – vrtání	71
Obr. 57: The Boustead Model – operace výroby el.energie – lisování	72
Obr. 58: The Boustead Model – operace výroby el.energie – topení	72
Obr. 59: The Boustead Model – operace výroby ABS plastu.....	73
Obr. 60: The Boustead Model – operace výroby HDPE	73

Obr. 61: The Boustead Model – operace výroby HDPE	74
Obr. 62: The Boustead Model – operace výroby Saw mill	75
Obr. 63: The Boustead Model – operace výroby prken	75
Obr. 64: The Boustead Model – operace výroby skelných vláken	76
Obr. 65: The Boustead Model – operace výroby skelných vláken	76
Obr. 66: The Boustead Model – operace výroby gumy	77
Obr. 67: The Boustead Model – operace výroby gumy	77
Obr. 68: The Boustead Model – operace výroby lepidla.....	79
Obr. 69: The Boustead Model – operace výroby lepidla.....	79
Obr. 70: The Boustead Model – operace výroby laku.....	80
Obr. 71: The Boustead Model – operace výroby laku.....	80
Obr. 72: The Boustead Model – operace výroby oceli a lití	81
Obr. 73: Idematapp 2018 [79]	82
Obr. 74: Idematapp 2018 [79]	83
Obr. 75: The Boustead Model – operace výroby tvarování oceli	84
Obr. 76: The Boustead Model – operace výroby ocelových hran a vložek	84
Obr. 77: The Boustead Model – všechny operace výroby snowboardu	85
Obr. 78: The Boustead Model – spotřeba energie pro výrobu ABS	86
Obr. 79: The Boustead Model – množství emisí CO ₂ pro výrobu ABS	86
Obr. 80: The Boustead Model – spotřeba energie pro výrobu ocelových hran.....	87
Obr. 81: The Boustead Model – množství emisí CO ₂ pro výrobu ocelových hran.....	87
Obr. 82: The Boustead Model – spotřeba energie pro výrobu ocelových vložek.....	88
Obr. 83: The Boustead Model – množství emisí CO ₂ pro výrobu ocelových vložek	88
Obr. 84: The Boustead Model – spotřeba energie při výrobě lepidla	89
Obr. 85: The Boustead Model – množství emisí CO ₂ pro výrobu lepidla	89
Obr. 86: The Boustead Model – spotřeba energie pro výrobu gumy	90
Obr. 87: The Boustead Model – množství emisí CO ₂ při výrobě gumy	90
Obr. 88: The Boustead Model – spotřeba energie pro výrobu prken	91
Obr. 89: The Boustead Model – množství emisí CO ₂ pro výrobu prken	91
Obr. 90: The Boustead Model – spotřeba energie pro výrobu skelných vláken	92
Obr. 91: The Boustead Model – množství emisí CO ₂ pro výrobu skelných vláken	92

Obr. 92: The Boustead Model – spotřeba energie pro výrobu HDPE	93
Obr. 93: The Boustead Model – množství emisí CO ₂ pro výrobu HDPE	93
Obr. 94: The Boustead Model – spotřeba energie pro výrobu laku	94
Obr. 95: The Boustead Model – množství emisí CO ₂ pro výrobu laku	94
Obr. 96: The Boustead Model – spotřeba energie pro výrobu snowboardu	100
Obr. 97: The Boustead Model – množství emisí CO ₂ pro výrobu snowboardu	100
Obr. 98: Běžné epoxidové lepidlo v databázi Boustead model	101
Obr.99: Množství celk.energie spotřebované k výrobě 1kg běžného epoxidového lepidla	101
Obr.100: Množství emisí CO ₂ při výrobě 1 kg běžného epoxidového lepidla	102
Obr. 101: The Boustead Model – spotřeba energie pro výrobu 1 MJ energie.....	100
Obr. 102: The Boustead Model – množství emisí CO ₂ pro výrobu 1 MJ energie	100
Graf 1: Podíl jednotlivých materiálů na celkové spotřebě energie pro výrobu daného materiálu.....	95
Graf 2: Podíl jednotlivých materiálů na emisích CO ₂ při výrobě jednotlivých materiálů	96
Graf 3: Podíl jednotlivých výrobních operací snowboardu na celkové spotřebě energie a emisích CO ₂	99

14 SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Podíl jednotlivých skleníkových plynů na celkovém skleníkovém efektu, podle WEC 2000 [1].....	19
Tab. 2: Podíl jednotlivých materiálů před výrobou snowboardu (Celk. váha: 3355,55 g).....	55
Tab. 3: Podíl jednotlivých materiálů ve vyrobeném snowboardu (Celk. váha: 3020 g).....	55
Tab. 4: Jednotlivé operace výroby s materiálovými a energetickými vstupy.....	62
Tab. 5: Podíl jednotlivých technologií na celkové výrobě elektřiny v ČR v roce 2016:.....	69
Tab. 6: Množství jednotlivých legujících prvků v 1 kg oceli 12060	82
Tab. 7: Hodnocení kvality údajů podle metody Weidema [70]	102
Tab. 8: Hodnocení kvality údajů podle metody Weidema	103