



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 STROJÍRENSKÝCH VÝROBKŮ/PROCESŮ

ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT BY MACHINERY PRODUCTS/PROCESSES

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jana Navrátilová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Maria Krbalová, Ph.D.

BRNO 2019

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Studentka:	Bc. Jana Navrátilová
Studijní program:	Strojní inženýrství
Studijní obor:	Kvalita, spolehlivost a bezpečnost
Vedoucí práce:	Ing. Maria Krbalová, Ph.D.
Akademický rok:	2018/19

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 strojírenských výrobků/procesů

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Jakýkoliv výrobní proces během své realizace negativně ovlivňuje na 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 environmentální zátěže výrobních procesů, práci je avšak možno zaměřit na jakýkoliv proces, jenž je součástí životního cyklu strojírenského výrobku, nebo jakoukoliv fázi životního cyklu strojírenského výrobku.

Cíle diplomové práce:

Popis současného stavu.

Systémový rozbor řešené problematiky, návrh a zdůvodnění zvoleného způsobu řešení zadaného úkolu.

Popis zvoleného procesu nebo výrobku.

Analýza životního cyklu posuzovaného výrobku/procesu.

Vlastní závěry a/nebo doporučení.

Seznam doporučené literatury:

KOČÍ, Vladimír. Posuzování životního cyklu Life Cycle Assessment - LCA. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, 2009. ISBN 978-80-86832-42-5.

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

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19

V Brně, dne

L. S.

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

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

ABSTRAKT

Tato diplomová práce je zaměřena na posouzení environmentální zátěže korunkového uzávěru láhví. V teoretické části jsou popsány současné globální problémy životního prostředí a vybraná ekologická legislativa, která se může týkat i strojírenských podniků. Součástí je i uvedení různých metodik hodnocení zátěže životního prostředí, ze kterých byla k řešení vybrána metoda LCA (hodnocení životního cyklu výrobku). Práce popisuje korunkový uzávěr a jeho výrobu. V praktické části je provedeno posouzení environmentální zátěže životního cyklu tohoto výrobku. Jsou vybrány tři varianty korunkového uzávěru, jejichž životní cykly jsou modelovány a posouzeny. Výsledky jednotlivých variant jsou následně porovnány.

KLÍČOVÁ SLOVA

Korunkový uzávěr, environmentální zátěž, životní prostředí, posuzování životního cyklu výrobku (metoda LCA).

ABSTRACT

This Diploma thesis is focused on the assessment of environmental load of a bottle crown cork. The theoretical part describes the current global environmental problems and a chosen environmental legislation, which may also apply to engineering companies. In thesis is included the description of a various methodologies for assessing the environmental load, from which was a method LCA (product life cycle assessment) for solving the problem chosen. The thesis describes the crown cork and its production. In practical part is made the environmental load evaluation of this product. Three variants of the crown cork are selected, whose life cycles are simulated and analysed. The results of the variants are afterwards compared.

KEYWORDS

Crown cork, environmental load, environment, product life cycle assessment (LCA method).

NAVRÁTILOVÁ, Jana *Posouzení environmentální zátěže u strojírenských výrobků/procesů*.
Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů,
systémů a robotiky, 2019. 130 s. Vedoucí diplomové práce byla Ing. Maria Krbalová, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

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

Brno

.....

Jana Navrátilová

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala vedoucí diplomové práce paní Ing. Marii Krbalové Ph.D. za odborné vedení, konzultace, trpělivost a podnětné návrhy k práci. Také bych ráda poděkovala za možnost spolupráce na své práci ve výrobní firmě.

Brno

.....

Jana Navrátilová

OBSAH

1 Úvod	17
2 Človek a životní prostředí	19
2.1 Znečištění ovzduší	19
2.1.1 Hlavní škodlivé látky	19
2.1.2 Důsledky znečištění ovzduší	20
2.1.3 Omezování znečištění ovzduší	22
2.2 Znečištění vody	22
2.2.1 Omezování znečištění vody	23
2.3 Znečištění půdy	24
2.3.1 Omezování znečištění půdy	24
2.4 Odpady	24
2.4.1 Omezování odpadů	24
3 Současná ekologická legislativa	27
3.1 Posuzování vlivů na životní prostředí	27
3.2 Integrovaná prevence a omezování znečištění	27
3.3 Ochrana ovzduší	28
3.3.1 Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší	28
3.3.2 Zákon č. 73/2012 Sb., o látkách, které poškozují ozónovou vrstvu, a o fluorovaných skleníkových plynech	28
3.4 Ochrana vod	29
3.4.1 Zákon 254/2001 Sb., o vodách	29
3.5 Odpadové hospodářství	29
3.5.1 Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech	29
3.5.2 Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech	30
3.6 Systém environmentálního managementu	30
3.6.1 Systém environmentálního řízení a auditu (EMAS)	30
3.6.2 ČSN EN ISO 14001	31
4 Metodiky hodnocení zátěže životního prostředí	33
4.1 Ekologická stopa	33
4.1.1 Základy výpočtu ekologické stopy	34
4.2 Proces EIA	35
4.2.1 Fáze procesu EIA	36
4.3 Proces SEA	36
4.3.1 Fáze procesu SEA	36
4.4 Metoda LCA	37
4.4.1 Životní cyklus produktu	37

4.4.2	Produktový systém	38
4.4.3	Hlavní fáze metody LCA	39
4.4.4	Použití metody LCA	42
5	Popis posuzovaného výrobku a jeho výroby	45
5.1	Analýza materiálu	46
5.1.1	Ocelový plech	46
5.1.2	Laky	46
5.1.3	Barvy	46
5.1.4	Těsnění	47
5.2	Analýza výrobního procesu	47
5.2.1	Návrh potisku a výroba tiskových desek	47
5.2.2	Lakování a potištění plechů a jejich vytvrzení	48
5.2.3	Vysekání uzávěrů	51
5.2.4	Aplikace těsnění	52
5.2.5	Balení	52
6	Posouzení životního cyklu korunkového uzávěru	55
6.1	Životní cyklus zvolených variant výrobků	55
6.2	I. fáze: Definice cílů a rozsahu	57
6.2.1	Cíl studie	57
6.2.2	Definice rozsahu studie	58
6.3	II. fáze: Inventarizace	58
6.3.1	Přehled materiálových a energetických vstupů výrobního procesu	59
6.3.2	Výroba elektrické energie v ČR	64
6.3.3	Boustead Model 6.0	66
6.3.4	Vytvořené operace v programu Boustead Model 6.0.	67
6.4	III. fáze: Hodnocení dopadů	76
6.4.1	Vyhodnocení – uzávěry varianty A	77
6.4.2	Vyhodnocení – uzávěry varianty B	77
6.4.3	Vyhodnocení – uzávěry varianty C	77
6.4.4	Vyhodnocení – porovnání variant uzávěrů	78
6.5	IV. fáze: Interpretace	81
6.5.1	Hodnocení kvality údajů metodou Weidema	82
6.5.2	Závěry a doporučení	84
7	Závěr	85
	Seznam použitých zdrojů	87
	Seznam zkratk	91

Seznam symbolů	93
Seznam obrázků	95
Seznam tabulek	99
Seznam příloh	101
A Složení oceli varianty B	103
B Vyhodnocení environmentálních dopadů	105
B.1 Tabulky vyhodnocení dopadů – varianty A	105
B.2 Tabulky vyhodnocení dopadů – varianta B	113
B.3 Tabulky vyhodnocení dopadů – varianta C	122

1 ÚVOD

Průmyslová výroba je součástí dnešní moderní společnosti. Prochází neustálým vývojem, zlepšují se technologie výroby, zvyšuje se efektivita a narůstá objem vyrobených produktů. Vedle užitku však přináší i problémy, zejména ovlivňuje životní prostředí. Dochází k čerpání nerostných surovin, přetváření krajiny, vzniku emisí při výrobě anebo užívání produktů a produkci odpadů. Výrobními procesy jsou zatěžovány hlavní složky životního prostředí; vypouští se emise do vzduchu a vody, znečišťována je půda a v konečném důsledku je ohrožován i zdravý život lidí a dalších živých organismů.

Změny klimatu řeší mezinárodní politika již řadu let. Byla například přijata Vídeňská smlouva s cílem snížit nepříznivé vlivy ultrafialového záření, Kjótský protokol řeší snížení emisí skleníkových plynů. Na omezování emisí skleníkových plynů navazuje Pařížská dohoda – přijata na konferenci smluvních stran Rámcové úmluvy OSN v roce 2015. Pařížská dohoda má za cíl udržet nárůst průměrné globální teploty výrazně pod hranicí 2 °C a je snahou nepřekročit hranici 1,5 °C. [28]

EU se zavázala v souladu s Pařížskou dohodou snížit emise skleníkových plynů do roku 2030 o 40% oproti stavu v roce 1990, dále zvýšit energetickou účinnost o 27% a zvýšit podíl využívání obnovitelných zdrojů. Tyto cíle byly převedeny na závazná legislativní opatření. Dlouhodobým cílem v rámci Plánu EU pro přechod k nízkouhlíkovému hospodářství do roku 2050 je snížení emisí skleníkových plynů o 80% ve srovnání s úrovní z roku 1990. [40]

V souvislosti se stále zpřísnujícími požadavky v rámci environmentální legislativy, jsou kladeny požadavky i na výrobní technologie. Potenciál ke snížení elektrické energie a emisí představují také výrobní stroje, například pomocí zvyšování jejich účinnosti.

Výroba zvoleného výrobku – korunkového uzávěru – je spojena se spotřebou energie, vznikem emisí a odpadů. Náročná z pohledu environmentální zátěže je i výroba materiálů, ze kterých se korunkový uzávěr skládá.

Tato práce popisuje současné globální problémy životního prostředí a související environmentální legislativu. Jsou uvedeny různé metodiky hodnocení zátěže životního prostředí. Korunkový uzávěr je popsán a analyzována je i jeho výroba. Cílem praktické části diplomové práce je posouzení environmentální zátěže korunkového uzávěru. Pro hodnocení je vybrána metoda hodnocení životního cyklu výrobku (metoda LCA). Práce se zaměřuje na hodnocení spotřeby energie a vznikajících emisí CO₂ u tří variant tohoto výrobku.

2 ČLOVEK A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

V přírodě fungují přirozené procesy a koloběhy látek. Vědeckotechnologický rozvoj však vyvolává řadu změn v okolním prostředí; roste populace, rozvíjí se průmysl a zvětšuje se produkce odpadů. Změny prostředí jsou tak silné, že jsou narušovány přirozené cykly a je ohrožována samotná existence člověka a živých organismů. Vývoj je nevyhnutelný a tím také cílené omezování negativních dopadů lidské činnosti. V následující části jsou popsány nejzávažnější globální problémy životního prostředí. Znečišťováno je ovzduší, voda a půda, a globálně se také řeší znečištění odpady.

2.1 Znečištění ovzduší

Ke znečišťování ovzduší dochází na různých místech planety, vzdušnými proudy se však vypuštěné látky dostávají do dalších oblastí, kde mohou reagovat s jinými látkami. Znečištění ovzduší se tak stává globálním problémem a představuje výrazné nebezpečí, projevující se především ve velkých městech, ale i v oblastech bez výraznějších zdrojů znečištění. [11]

Hlavním procesem znečišťující ovzduší je spalování. Z přírodních zdrojů ovlivňují ovzduší – požáry, sopečná činnost, šíření pylu a prachu. Znečištění v důsledku lidské činnosti způsobuje např.: [11, 18]

- výroba elektřiny;
- vytápění obytných a průmyslových objektů;
- provoz dopravních zařízení (např. automobilů, letadel);
- průmyslové provozy (např. metalurgické procesy, cementářský průmysl);
- zpracování tuhých odpadů.

Zdroje znečištění lze rozdělit na stacionární a mobilní. Stacionární zdroje znečištění jsou často velkými zdroji znečištění (např. elektrárny, průmyslové podniky), jejich negativní působení se však daří omezovat. U menších, především mobilních zdrojů znečištění (např. automobily, motorové pily, lokální topeniště v obydlích), je omezování složitější. Řeší se proto stanovením emisních limitů, které jsou určeny již v rámci stanovení technických požadavků na výrobek. Je také nutné udržovat stroj v dobrém technickém stavu. [11]

2.1.1 Hlavní škodlivé látky

V atmosféře se nachází přirozeně mnoho látek, lidskou činností se však mění jejich podíl a přibývají látky jiné. Vznikají nekontrolovatelné reakce, které mají další důsledky. Hlavní znečišťující látky jsou: [11, 18]

- oxidy síry – především oxid siřičitý SO_2 , který uniká při spalování látek s obsahem sloučenin síry;
- oxidy dusíku – např. oxid dusnatý NO , oxid dusičitý NO_2 a oxid dusný N_2O – ten působí jako skleníkový plyn a tvoří se bakteriálními reakcemi v půdě; přirozeně se uvolňuje z oceánů a deštných pralesů; při lidské činnosti vzniká po aplikaci dusíkatých hnojiv a při spalování fosilních paliv;
- CO_2 – oxid uhličitý je v atmosféře přirozeně jen asi z 0,036 %, při větším množství způsobuje nárůst skleníkového efektu; dostává se do atmosféry v důsledku spalování fosilních paliv v elektrárnách, teplárnách, domácnostech a dopravě;
- CO – oxid uhelnatý vzniká při nedokonalém spalování, způsobené vlivem nedostatku kyslíku nebo nízké teploty plamene;
- freony – deriváty uhlovodíků (CFC – chlorofluoruhlodíky, HCFC – hydrofluoruhlodíky); dříve používané ve chladírenském průmyslu, jako izolanty a rozpouštědla; dnes je jejich použití omezeno a jsou nahrazovány jinými látkami;
- metan – přirozeně jej produkují bakterie a je také uvolňován z oceánů; lidmi ovlivněné zdroje metanu jsou: těžba a spalování fosilních paliv, chov dobytka, pěstování rýže a skládky odpadů;
- částice – tuhý nebo kapalný dispersní materiál; podle svého vzniku se rozlišuje prach, popílek, kouř a saze, dým aj.;
- VOC – souhrnný název pro těkavé organické látky; jsou používány jako paliva, maziva, pohonné hmoty, rozpouštědla nebo výchozí látky jiných sloučenin.

2.1.2 Důsledky znečištění ovzduší

Důsledky znečištění se projevují různě, jedná se hlavně o globální oteplování, které je způsobeno nárůstem skleníkových plynů, vznik kyselých dešťů a poškozování ozónové vrstvy.

Nárůst skleníkových plynů

Skleníkový efekt je přírodní jev, který přispívá k udržení vhodných teplot na naší planetě. Sluneční záření ohřívá povrch Země, část záření je pohlceno a část je vyzářeno zpět v podobě infračerveného záření. Toto záření je ovlivňováno skleníkovými plyny v atmosféře. Částečně jimi prochází do kosmického prostoru, ale část je vrácena zpět k povrchu, který je tím dále ohříván. [18, 34]

Skleníkové plyny mají schopnost pohltit tepelné záření vyzařované zemským povrchem a zadržet jej v atmosféře. Při některých lidských činnostech se uvolňuje větší množství skleníkových plynů, než při přírodních jevech a dochází tak k narušení

přirozené rovnováhy. Skleníkový efekt se zvyšuje, což vede ke globálnímu oteplování a narušení hydrologického cyklu. [18, 34]

Mezi hlavní skleníkové plyny patří: [35]

- vodní pára;
- oxid uhličitý;
- metan;
- oxid dusný;
- fluorované skleníkové plyny.

Vodní pára odpovídá za většinu přirozeného skleníkového efektu; molekuly vody zachycují teplo a dále jej vyzařují. Lidskou činností není v atmosféře více vodní páry. Teplejší vzduch (oteplován jinými látkami) však může pojmout více vlhkosti a tím je dále podporováno i zvyšování teploty. [35]

Oxid uhličitý (CO_2) přispívá ke zvýšenému skleníkovému efektu, v průmyslových zemích až z 80%. Mezi ovzduším, oceány a zemskou vegetací probíhá přirozený uhlíkový cyklus. V přírodě existuje regulační mechanismus k udržení jeho optimální koncentrace. Lidskou činností je však uvolňováno více oxidu uhličitého, než kolik je možné regulačním mechanismem ovládat. Nárůst způsobuje spalování fosilních paliv, které obsahují hodně uhlíku a také kácení stromů – např. vykácením deštného pralesa je zastavena jeho fotosyntéza a odlesňování bývá spojeno s vypalováním, při kterém se také uvolňuje oxid uhličitý. [18, 35]

Metan (CH_4) je dalším skleníkovým plynem, jehož koncentrace se v atmosféře v důsledku lidských činností znásobila. Metan představuje asi 15% emisí skleníkových plynů a v atmosféře zachycuje teplo mnohokrát účinněji než CO_2 . Doba jeho životnosti je však kratší, od 10 let do 15 let. [35]

Oxid dusný (N_2O) tvoří asi 4–6% emisí skleníkových plynů. Jeho molekuly absorbují teplo až třístokrát účinněji než CO_2 . [35]

Fluorované skleníkové plyny (tzv. F-plyny) se jako jediné nevyskytují v atmosféře přirozeně. Byly vyvinuty člověkem pro průmyslové účely. Jsou velice účinné i přes jejich malý podíl a zůstávají v atmosféře velice dlouho po vypuštění. Fluorované skleníkové plyny mají podíl na zvýšeném skleníkovém efektu okolo 1,5%. [35]

Vznik kyselých dešťů

Normální kyselost srážek se pohybuje okolo hodnoty mírně pod 6 pH, kyselým deštěm jsou nazývány srážky s pH nižším než 5,6. Mohou za to především oxidy síry a dusíku vznikající při spalovacích procesech. Tyto oxidy reagují v atmosféře s vodou za vzniku kyselin. Kyselé deště způsobují v důsledku acidifikaci půdy, což vede např. k oslabování lesů proti přirozeným škůdcům, úbytku mechů a lišejníků. Narušovány jsou i stavební materiály a historické památky z vápence a pískovce, ty snázeji podléhají korozi a rychleji chátrají. [18, 34]

Narušení ozónové vrstvy

Ozón se vyskytuje v atmosféře ve dvou vrstvách – při povrchu Země a ve stratosféře (asi 15 km až 50 km nad povrchem). V přízemní vrstvě působí ozón jako jedovatá a škodlivá látka a přispívá ke vzniku dalších problémů – kyselých dešťů a skleníkového efektu. Vrchní vrstva ozónu má kladný vliv, pohlcuje ultrafialové záření nebezpečné pro lidský organismus. Vlivem antropogenní činnosti se některé látky (hlavně freony) dostávají postupně do vyšších vrstev atmosféry, kde přítomný ozón rozkládají. Snižování koncentrace ozónu se nazývá ozónová díra. Zvýšení ultrafialového záření tlumí fotosyntézu, a liskému organismu hrozí např. poškození zraku a zvýšená hrozba rakoviny kůže. [18]

2.1.3 Omezování znečištění ovzduší

Nejvíce emisí bylo vypuštěno do konce 80. let 20. století, od té doby se začalo výrazně omezovat používání mnoha látek. Mezi regulované látky patří chlor nebo brom, obsažené ve freonech. Ty mají po vypuštění do atmosféry různou dobu životnosti, jejich rozklad může trvat i stovky let. [32]

Škodlivé látky v ovzduší vyvolávají celou řadu problémů. Do určité míry se s tím příroda dokáže sama vyrovnávat. Jde však o problém celosvětový a vznikly tak opatření administrativního a technického charakteru. Jedná se o například o legislativní opatření, systémy inspekcí, sleduje se a kontroluje množství a druh emisí. Mezi technické opatření patří omezování spotřeby energie, a to především: [11, 18]

- zvyšováním účinnosti zařízení;
- dokonalejší izolací budov;
- instalací energeticky úspornějších systémů osvětlení.

Právním předpisem pro ochranu ovzduší je zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší a zákon č. 73/2012 Sb., o látkách, které poškozují ozónovou vrstvu a o fluorovaných skleníkových plynech. Tyto zákony jsou popsány v kap. 3.3. Povinnosti v oblasti ochrany ovzduší jsou stanoveny i Evropskou unií, důležitá je například rámcová směrnice 2010/75/EU o průmyslových emisích. [12]

2.2 Znečištění vody

Voda je významnou složkou životního prostředí, její koloběh souvisí i s procesy v atmosféře. Odběr vody je závislý nejen na počtu obyvatel v dané oblasti, ale také na způsobu jejich života a rozvíjejícím se průmyslu.

Znečištění podzemních vod je dlouhodobou záležitostí, v minulosti se jednalo o meliorační úpravy a napřimování toků. V dnešní době je znečištění charakterizováno

například výskytem znečišťujících látek, snížením obsahu kyslíku a tepelným znečištěním vody. Samostatným problémem je znečištění oceánů, kromě přítoků znečištěné vody jde o vzrůstající výskyt odpadů nebo havárie tankerů. Důsledkem je nepříznivé ovlivnění zdraví člověka a dalších živých organismů. Způsob znečištění se dá rozdělit na: [18]

- fyzikální – znečištění pevnými látkami, které se dostanou do vody erozí, zvířením usazenin nebo přímým vypouštěním kalů; hrozí zanešení rybníků a nádrží; mění se i teplota vody, která ovlivňuje organismy, snižuje nasycenost vody kyslíkem a usnadňuje přežívání choroboplodných zárodků;
- chemický – hnojiva a pesticidy se dostávají do vody splachem z polí, při vyšších koncentracích živin se jedná o eutrofizaci; další hrozbou je znečištění z různých technologických procesů (např. těžkými kovy, uhlovodíky, ropnými látkami, rozpoštědly);
- biologický – únik organických látek, hrozí namnožení organismů, virů a bakterií.

Hlavními zdroji znečištění vody v České republice jsou: [11]

- těžba – těžba a zpracování rud, uhlí, kameniva; znečištění podzemních vod například po těžbě uranu;
- průmysl – ve strojírenské výrobě jde hlavně o povrchovou úpravu kovů, dále je voda znečišťována z tepláren, elektráren, při výrobě buničiny a papíru, v textilním, potravinářském a chemickém průmyslu;
- zemědělství – používání hnojiv a pesticidů;
- lidská sídla – odpadní vodu tvoří splachy z domácností, dešťové splachy z ulic a střech.

2.2.1 Omezování znečištění vody

Voda má samočisticí schopnosti – např. pomocí usazování látek, chemickou cestou při oxidaci a hydrolýze, rozkladem organických látek mikroorganismy na látky anorganické. Těmito přirozenými procesy však nelze vyřešit veškeré znečištění způsobené člověkem. Voda z lidských sídel je upravována v čistírnách odpadních vod, alternativou jsou kořenové čističky, které využívají čisticí schopnost rostlin a mikroorganismů. V některých průmyslových odvětvích je používán uzavřený oběh vody, kdy se použitá voda po vyčištění vrací znovu do procesu. [11, 18]

Ochrana povrchových a podzemních vod je v České republice zajištěna zákonem č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých dalších zákonů; tzv. vodní zákon (blíže popsán v kap. 3.4.1) je dále upřesňován nařízeními vlády a vyhláškami. Byla přijata i mezinárodní smlouva o ochraně moří a oceánů před znečištěním odpadními vodami. Stát stanovuje nejvyšší přípustné hodnoty znečištění průmyslových odpadních vod, a to dle druhu zpracovávaných surovin a technologií výroby. [12, 18]

2.3 Znečištění půdy

Projevem znečištění půdy je výskyt chemikálií nebo jiné změny přirozeného půdního prostředí. Dochází k erozi půdy při silných deštích a větrech a k zasolování půdy – při nadměrném zavlažování dochází k usazování organických solí rozpuštěných ve vodě. V konečném důsledku ovlivňuje znečištění půdy zdraví člověka a živých organismů, dochází ke snížení úrodnosti a celkové degradaci půdy. [11, 34]

Zdrojem poškozování půdy je: [11]

- těžba a průmyslová výroba;
- zemědělská činnost – nadměrné hnojení a používání pesticidů, únik provozních kapalin a paliv, zhutňování půdy strojovou mechnizací, nevhodné hospodaření, při kterém ztrácí půda své fyzikální, chemické a biologické vlastnosti;
- zabírání půdy na úkor budování komunikací, měst a těžební činnosti;
- ukládání odpadů – průsaky ze skládek odpadů, ilegální skládky apod.

2.3.1 Omezování znečištění půdy

Znečištění půdy je regulováno dle zákona č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, který mj. stanovuje kvalitativní a kvantitativní ochranu půdy a stanovuje sankce. Ochrana půdy je nadnárodním problémem, například evropská komise formulovala Tématickou strategii pro ochranu půdy. [12, 25]

2.4 Odpady

Odpadem je každá movitá věc, které se majitel chce nebo má povinnost se zbavit. V rámci způsobů nakládání s odpady musí být zohledněn celý životní cyklus výrobku a musí být dodržována následující hierarchie: [3]

- předcházení vzniku odpadů;
- opětovné použití;
- recyklace odpadů;
- jiné využití odpadů;
- odstranění odpadů.

2.4.1 Omezování odpadů

Každý způsob nakládání s odpady je sám o sobě zátěží pro životní prostředí, je proto důležité omezovat samotnou produkci odpadů. Je povinností občanů ukládat odpad na místa určená obcí. Přísnější režim platí pro podniky; snížit množství odpadů v průmyslu lze např.: [18]

- úpravou anebo změnou výrobního postupu;
- účinnějšími výrobními stroji, které sníží spotřebu materiálů;

- náhradou látek a surovin za materiál, který po zpracování produkuje méně toxického odpadu;
- změnou koncepce výrobku tak, aby splnil svou funkci a zároveň méně znečistil prostředí nebo měl vyšší životnost.

Nakládání s odpady řeší zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých zákonů. S ním souvisí také zákon č. 477/2001 Sb., o obalech, podrobněji jsou tyto zákony rozepsány v kap. 3.5. Byl vypracován také Plán odpadového hospodářství České republiky, se kterým musí být v souladu i plány odpadového hospodářství krajů a obcí. [3, 12]

3 SOUČASNÁ EKOLOGICKÁ LEGISLATIVA

Životním prostředím se rozumí vše, co vytváří přirozené podmínky existence organismů včetně člověka a je předpokladem jejich dalšího vývoje. Základními složkami jsou ovzduší, voda, horniny, půda, organismy, ekosystémy a energie. Životním prostředím se zabývá zákon č. 17/1992 Sb., který určuje základní zásady ochrany, povinnosti a odpovědnosti vůči životnímu prostředí. Dalším důležitým zákonem je zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Tato kapitola se zaměřuje na legislativu ekologie, která se může týkat i strojírenských podniků. Jedná se o platné zákony a další dobrovolné nástroje, které přispívají ke snížení environmentální zátěže. [17, 18]

3.1 Posuzování vlivů na životní prostředí

Posuzování vlivů na životní prostředí je upraveno zákonem č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí. Je rozlišováno posuzování vlivů záměrů (proces EIA) a koncepcí (proces SEA). Tyto procesy jsou blíže popsány v kap. 4.2 a kap. 4.3. [2]

3.2 Integrovaná prevence a omezování znečištění

Integrovaný přístup k ochraně životního prostředí udává legislativa Evropské unie – konkrétně směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU o průmyslových emisích. V českém předpisu na to navazuje zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezování znečištění a o integrovaném registru znečišťování. Integrovaná prevence a omezování znečišťování (tzv. IPPC – Integrated Pollution Prevention and Control) je určitou formou regulace vybraných průmyslových a zemědělských činností, za účelem dosažení vysoké úrovně ochrany životního prostředí. Stanovuje například povinnosti provozovatelů zařízení a sankce za jejich porušení, upravuje postup vydávání integrovaného povolení. [14]

Zákon také upravuje systém výměny informací o nejlepších dostupných technikách – tzv. BAT (Best Available Techniques). BAT představuje výrobní postupy nejvíce šetrné k životnímu prostředí. Souhrn evropských nejlepších dostupných technik je uveden v referenčních dokumentech o BAT – tzv. BREF (Reference Document on Best Available Techniques). [12, 14]

Cílem IPPC je zabránit znečišťování životního prostředí a to používáním preventivních a nápravných opatření, zamezit přenosu znečištění z jedné složky životního prostředí do druhé, efektivně využívat suroviny, materiály a energie, předcházet vzniku odpadů a zabezpečit jejich opětovné využití. Jsou přijímaná nezbytná opatření k předcházení havárií a omezování jejich následků. Kromě environmentálních cílů má IPPC také za cíl snižovat administrativní náročnost pro podniky, např. zjednodušuje proces

povolování, umožňuje podnikům vyjednat individuální podmínky povolení. Důležitým bodem je také zabezpečení transparentnosti povolovacího řízení a umožnit veřejnosti zapojit se do rozhodovacího procesu. [12, 14]

3.3 Ochrana ovzduší

Ochrana ovzduší je záležitostí nejen České republiky, ale také evropského společenství a celého světa. Nejdůležitějším z předpisů Evropské unie je rámcová směrnice 2008/50/ES o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu a směrnice 2010/75/EU o průmyslových emisích. Ochrana ozónové vrstvy se věnuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1005/2009 o látkách, které poškozují ozónovou vrstvu a nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 517/2014 o fluorovaných skleníkových plynech. Z důležitých předpisů ČR je to zákon č. 201/2012 Sb. a zákon č. 73/2012 Sb, které jsou blíže popsány. [24]

3.3.1 Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší

Zákon o ochraně ovzduší stanovuje zejména práva a povinnosti provozovatelů zdrojů znečišťování ovzduší a nástroje pro snižování objemu vypouštěných znečišťujících látek. Zajišťuje také plnění mezinárodních závazků v oblasti ochrany ovzduší, ochrany ozónové vrstvy a klimatického systému Země. Stanovuje roční výši poplatku za vnášení znečišťujících látek do ovzduší. [4, 12]

Každý je povinen omezovat a předcházet znečišťování ovzduší a snižovat množství vypouštěných látek. Zákon definuje látky ovlivňující klimatický systém Země – oxid uhličitý, metan, oxid dusný, částečně a zcela fluorované uhlovodíky, fluorid sírový. Povinností provozovatelů znečišťování ovzduší je také informování veřejnosti. [12]

Národní program snižování emisí

Na základě zákona o ochraně ovzduší byl zpracován Národní program snižování emisí ČR, schválený v roce 2015. Na základě analýzy stavu ovzduší byly stanoveny maximální hodnoty množství nežádoucích látek v ovzduší k roku 2020. Byly určeny opatření ke zlepšení kvality ovzduší a to především v oblasti dopravy, dále v průmyslu, zemědělství a domácnostech. [21]

3.3.2 Zákon č. 73/2012 Sb., o látkách, které poškozují ozónovou vrstvu, a o fluorovaných skleníkových plynech

Ochranu ozónové vrstvy Země má za cíl mezinárodní úmluva – Vídeňská úmluva a Montrealský protokol. Evropská unie stanovuje bližší povinnosti v nařízení č. 1005/2009. Na předpisy Evropské unie navazuje zákon 73/2012 Sb. Tento zákon se zabývá právem

a povinností osob a působností správních úřadů při ochraně ozónové vrstvy a řeší nepříznivé účinky regulovaných látek a fluorovaných skleníkových plynů. Obě skupiny látek jsou halogenované uhlovodíky, mají také podobné použití (např. chladicí média, rozpouštědla) a jsou řazeny mezi skleníkové plyny. Látky poškozující ozónovou vrstvu obsahují zejména chlor, příp. fluor nebo brom. Fluorované skleníkové plyny obsahují pouze fluor a přispívají tedy pouze ke globálnímu oteplování. Povinnosti o předcházení emisí fluorovaných skleníkových plynů vyplývají také z Kjótského protokolu a Rámcové úmluvy o změně klimatu. [24]

3.4 Ochrana vod

Základním právním předpisem, který ustanovuje činnosti v oblasti vodní politiky, je směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES. V legislativě České republiky je to dále zákon 254/2001 Sb., o vodách a na něj navazující nařízení vlády a vyhlášky. Každoročně je také vydávána Zpráva o stavu vodního hospodářství v ČR. [12]

3.4.1 Zákon 254/2001 Sb., o vodách

Ochranou vod a vytvořením podmínek pro udržitelné hospodaření s vodou se zabývá zákon 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých dalších zákonů. Tento vodní zákon stanovuje podmínky pro zachování a zlepšení kvality povrchových a podzemních vod, vytváří podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajišťuje bezpečnost vodních děl v souladu s právem Evropských společenství. Přispívá k zajištění zásobování obyvatelstva pitnou vodou a k ochraně vodních ekosystémů. [5, 12]

Zákon o vodách stanovuje mj. nakládání s odpadními vodami. Je povinností měřit objem vypouštěných vod a míru jejich znečištění; výsledky těchto měření se předávají příslušnému vodoprávnímu řádu a správci povodí. [12]

3.5 Odpadové hospodářství

Odpadové hospodářství se zabývá předcházením vzniku odpadů a nakládání s nimi, péčí o místo, kde jsou odpady uloženy a následnou kontrolou. Platnými právními předpisy v oblasti odpadového hospodářství jsou zákony č. 185/2001 Sb., o odpadech a č. 477/2001 Sb., o obalech. [26]

3.5.1 Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech

Problematiku odpadového hospodářství upravuje zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů. Jsou v něm stanoveny pravidla pro předcházení

vzniku odpadů a pro nakládání s nimi. A to tak, aby byla dodržována ochrana životního prostředí, ochrana zdraví člověka a trvale udržitelného rozvoje. [12]

Každý má povinnost předcházet vzniku odpadů, omezovat jejich množství a nebezpečné vlastnosti. Původce odpadů je odpovědný za nakládání s nimi. Odpady jsou dále zařazovány podle katalogů odpadů, které stanovilo ministerstvo vyhláškou č. 381/2001 Sb. Zákon stanovuje povinnost výrobců, prodejců a distributorů zajistit zpětný odběr některých výrobků – elektrozařízení z domácností, pneumatik, galvanických článků, baterií a akumulátorů, zářivek a výbojek aj. [12, 26]

3.5.2 Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech

Obaly mají za úkol uchovat zboží v nezměněné kvalitě do doby jeho spotřeby; po splnění svého účelu se obal stává odpadem. Legislativně upravuje nakládání s obaly zákon č. 477/2001 Sb., o obalech. Ten stanovuje mj. práva a povinnosti při uvádění obalů na trh nebo do oběhu, ukládá povinnost zpětného odběru obalů, vymezuje pravidla pro nakládání s vratnými obaly. Jsou také stanoveny procentuální množství obalových odpadů, která musí být recyklována nebo využita. [12, 26]

3.6 Systém environmentálního managementu

Systém environmentálního managementu (EMS – Environmental Management System) má za cíl zahrnout požadavky na ochrany životního prostředí do celkové strategie podniku a do každodenně prováděných činností. Je součástí celkového systému řízení a jeho zavedením podnik dokazuje, že při produkci výrobků nebo poskytování služeb dbá na ochranu životního prostředí a zvažuje možné dopady své činnosti. [10, 12]

Systém EMS lze zavést formálně i neformálně, tj. bez certifikace. Mezi standardizované přístupy, kterými lze dosáhnout certifikace, patří: [10]

- program EMAS;
- mezinárodní norma ČSN EN ISO 14001.

3.6.1 Systém environmentálního řízení a auditu (EMAS)

Program EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) – systém environmentálního řízení a auditu představuje jeden ze způsobů, jak v podniku zavést EMS. Jedná se o dobrovolný nástroj vytvořený Evropskou komisí a platný v Evropské unii. Pravidla pro EMAS jsou stanovena v nařízení Evropského Parlamentu a Rady č. 1221/2009 o dobrovolné účasti organizací v systému Společenství pro environmentální řízení podniků a audit. Účelem je zjišťovat a sledovat vliv činnosti organizace na životní prostředí a je také povinností zveřejňovat informace v podobě environmentálních prohlášení. [10, 22]

V ČR je odpovědným orgánem a garantem programu EMAS Ministerstvo životního prostředí. Spolupracuje s Českou informační agenturou životního prostředí (CENIA), která zajišťuje administrativu programu, zprostředkovává registraci organizací a vydává osvědčení EMAS. Organizace, které žádají o registraci, jsou kontrolovány zda plní požadavky nařízení. Tuto kontrolu provádí třetí strana, tzv. environmentální ověřovatelé, které jsou nezávislí na ověřovaném podniku. Do procesu registrace je zapojena i Česká inspekce životního prostředí, ta předkládá stanovisko žádající organizaci, na základě žádosti České informacní agentury životního prostředí. [22]

Výhodou zavedení EMAS může pro podnik znamenat zvýšení konkurenceschopnosti, zvýšení důvěryhodnosti, redukce provozních nákladů a lepší připravenost na případné havárie. V rámci systému EMAS je povinností vydat environmentální přezkoumání a environmentální prohlášení; posuzovat se musí přímé i nepřímé environmentální aspekty provozu organizace a je vyžadován audit v intervalu nejméně tří let. [22]

3.6.2 ČSN EN ISO 14001

Dalším způsobem, jak zavést systém environmentálního managementu a získat certifikaci, je mezinárodní norma ČSN EN ISO 14001. Tato norma je vydávaná Mezinárodní organizací pro normalizaci a podnik díky ní získá postup, jak vytvořit a zavést systém environmentálního managementu. [22]

Tak jako EMAS má za cíl zavedení environmentální politiky a neustálé zlepšování organizace. Oba systémy mají však několik rozdílů. V rámci ISO 14001 je environmentální přezkoumání pouze doporučeno a není vyžadováno environmentální prohlášení. Transparentnost je tedy u systému EMAS vyšší a celkově lze systém EMAS považovat za přísnější. Podle normy ISO 14001 se posuzují pouze přímé aspekty činnosti organizace a není stanovena četnost a metodologie provádění auditů. Tato norma je platná celosvětově a lze ji zavést pouze v části podniku. [22]

4 METODIKY HODNOCENÍ ZÁTĚŽE ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Existuje několik nástrojů, kterými lze hodnotit vliv na životní prostředí. Jejich společným cílem je snížit negativní dopad lidské činnosti na životní prostředí. Vybrané metody jsou v této kapitole podrobněji vysvětleny.

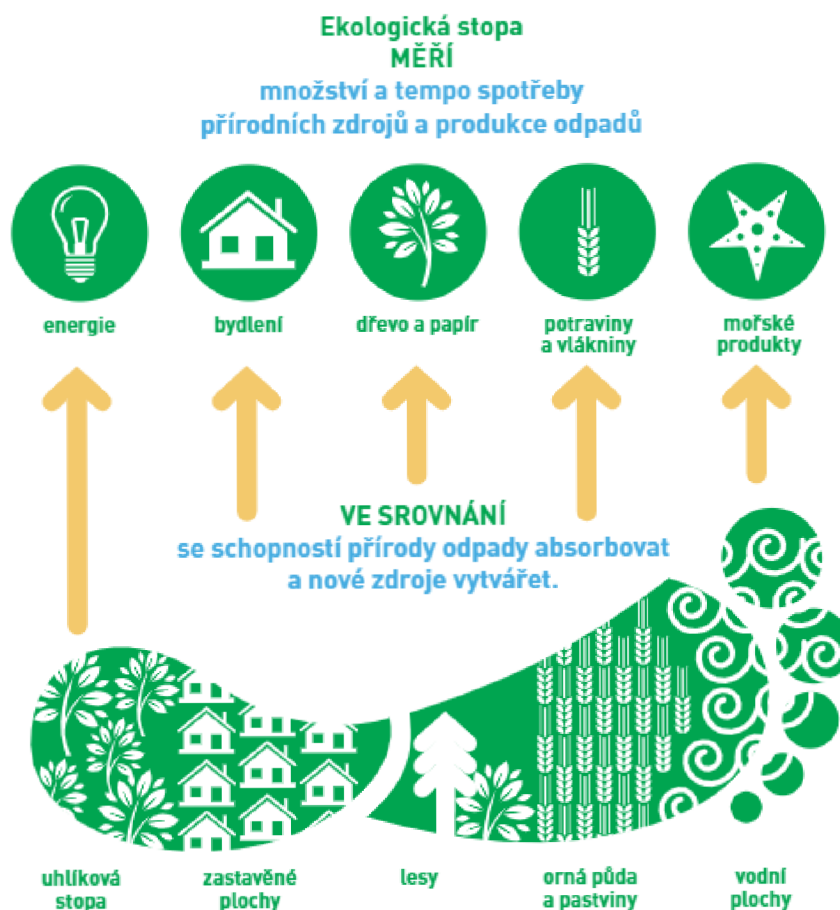
Globálně používanou metodou je hodnocení Ekologické stopy, popsána v kap. 4.1. Posuzováním vlivů na životní prostředí se zabývá zákon č. 100/2001 Sb., který je novelizován zákonem č. 326/2017 Sb. Cílem je zjistit, popsat a vyhodnotit vliv posuzovaných záměrů a koncepcí na životní prostředí a veřejné zdraví. A tak zmírnit nepříznivý účinek na životní prostředí při realizaci daných záměrů a koncepcí. [2, 6] Rozlišuje se posuzování vlivů záměrů na životní prostředí (EIA – Environmental Impact Assessment) a posuzování vlivů koncepcí na životní prostředí (SEA – Strategic Environmental Assessment); metody jsou popsány v kap. 4.2 a kap. 4.3. Hlavním rozdílem mezi EIA a SEA je různý předmět posuzování; EIA posuzuje stavby, zařízení, činnosti a technologie, a koncepcí u SEA se rozumí strategie, plány, programy; např. v oblasti průmyslu, zemědělství, dopravy, energetiky. Je povinností zveřejňovat informace o probíhajících procesech EIA/SEA na úředních deskách, v místních periodikách a na internetu. Tím je veřejnosti umožněno sledovat průběh procesů a vyjádřit k němu. [23]

Posuzováním životního cyklu daného produktu se zabývá metoda LCA (Life Cycle Assessment), která je definována normami. Tato metoda je použita v praktické části této práce a je v kap. 4.4 blíže popsána.

4.1 Ekologická stopa

Ekologická stopa (Ecological Footprint) má za cíl zjistit jaký ekologický otisk zanechává život lidstva na přírodních zdrojích planety. Koncept ekologické stopy vznikl na počátku 90. let 20. století a je souhrnným ukazatelem vlivu člověka na životní prostředí. Vztahuje se na úroveň států, regionů, měst nebo jednotlivého člověka. Metoda porovnává množství a tempo spotřeby zdrojů a produkci odpadů se schopností přírody tyto odpady absorbovat a vytvářet nové zdroje (obr. 4.1). Tato schopnost přírody se nazývá biokapacita a jde o souhrn produktivních ploch. [20, 38]

Ekologická stopa se vyjadřuje v globálních hektarech [gha]. Každý globální hektar odpovídá jednomu hektaru biologicky produktivních ploch (souše a vodní systémy biologicky produktivní) s globálně průměrnou produktivitou. Protože je ekologická stopa součtem ploch s různou produktivitou (produktivita orné půdy a lesa je různá), využívá se s výhodou přepočtu na společnou jednotku – globální hektary. Společné jednotky jsou výhodou metodiky ekologické stopy. Zároveň jsou však



Obr. 4.1: Grafické znázornění ekologické stopy [38].

i nevýhodou, protože se nezapočítávají ty dopady lidské činnosti, které nejsou jednoduše převoditelné na plochu. Není zahrnuto čerpání neobnovitelných zdrojů surovin, uvolňování toxických a cizorodých látek, např. těžkých kovů. [20, 38]

4.1.1 Základy výpočtu ekologické stopy

Základními typy ploch, sloužícími při výpočtu ekologické stopy jsou: [38]

- orná půda;
- lesy;
- pastviny;
- vodní plochy;
- zastavěné a degradované plochy;
- plochy pro asimilaci oxidu uhličitého.

K výpočtu ekologické stopy se používá: [38]

- ekvivalentní faktor (EK) – slouží k přepočtu různých typů ploch na společného jmenovatele;
- faktor výnosu (FV) – vyjadřuje rozdíl mezi lokální produktivitou daného typu plochy a globální hodnotou produktivity pro tuto plochu.

Ekologická stopa produkce (ES_p) je pak rovna: [38]

$$ES_p = \frac{P_c}{V_n} \cdot FV \cdot EK \quad (4.1)$$

P_c – celková produktivita daného produktu nebo množství emitovaného CO_2 v tunách;

V_n – průměrný národní výnos pro daný produkt nebo schopnost absorpce CO_2 v tunách na hektar.

Výpočet ekologické stopy spotřeby produktů (ES_s) je roven: [38]

$$ES_s = ES_p + ES_i - ES_e \quad (4.2)$$

ES_i – ekologická stopa importovaných komodit;

ES_e – ekologická stopa exportovaných komodit.

Výpočet biokapacity (BK) pro určitý typ plochy a území se vypočítá podle: [38]

$$BK = A \cdot FV \cdot EK \quad (4.3)$$

A – celková výměra ploch pro daný typ země.

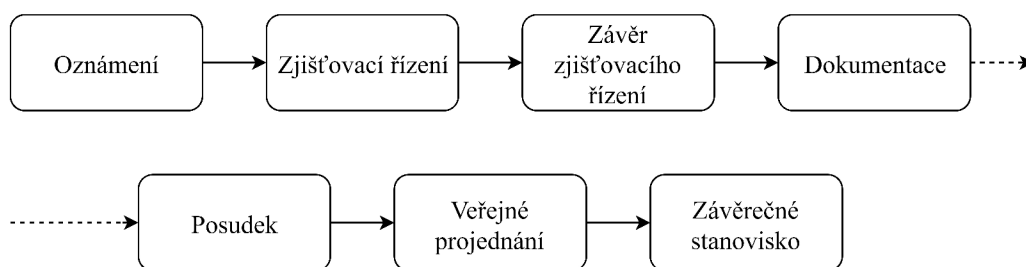
4.2 Proces EIA

Proces EIA – posuzování vlivů záměrů na životní prostředí – má za cíl, zmírnit nepříznivý vliv jejich realizace na životní prostředí. Záměry se rozumí například komunikace, výrobní haly, čistírny odpadních vod, rafinérie ropy; a jsou zcela vyjmenovány v příloze 1 k zákonu č. 100/2001 Sb. Jedná se o nově budované provozy, ale i jejich změny; rozšiřování, změny technologií, navyšování kapacity apod. [2, 30]

EIA musí proběhnout ještě před povolením záměru a před samotnou realizací. Pokud totiž není učiněn závěr z procesu EIA, nesmí povolující úřad (např. stavební úřad) rozhodnout o povolení záměru. [23]

4.2.1 Fáze procesu EIA

Průběh EIA se skládá z několika kroků, které jsou zobrazeny na obr. 4.2. Jedná se o oznámení, které je předloženo investorem záměru. Následuje zjišťovací řízení, ve kterém se rozhoduje, zda se projekt dále bude posuzovat a v jakém rozsahu. Příslušný úřad pak vydá závěr ze zjišťovacího řízení. Pokud se stanoví, že se bude projekt dále posuzovat, musí být dále zpracována dokumentace o vlivech projektu na životní prostředí. Navazuje zpracování posudku a veřejné projednání. Příslušný úřad pro posuzování pak vydává závěrečné stanovisko EIA, které vychází ze závěrů dokumentace, posudků a všech podaných vyjádření. Je-li vydán souhlas se zamýšleným záměrem, který může být doplněn o podmínky realizace záměru, navazuje na proces EIA územní řízení a poté stavební řízení. [19, 23]



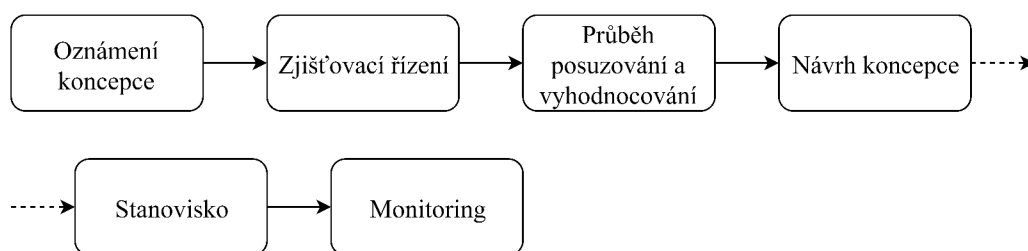
Obr. 4.2: Fáze EIA.

4.3 Proces SEA

Proces SEA – posuzování vlivů koncepcí na životní prostředí – slouží ke zhodnocení předpokládaných vlivů při provedení koncepcí. Cílem procesu je zmírnit nepříznivé vlivy těchto koncepcí na životní prostředí. Pojmem koncepcí se rozumí např. strategie, politiky, územní plány, programy (např. Program zlepšování kvality ovzduší aglomerace Brno, Politika ochrany klimatu v ČR). [23]

4.3.1 Fáze procesu SEA

Fází procesu SEA je několik a jsou přehledně vidět na obr. 4.3. Prvně je povinností oznámit zahájení prací na tvorbě nebo změně koncepce. Cílem zjišťovacího řízení je upřesnit obsah a rozsah vyhodnocení a příp. zjistit, zda budou vlivy na životní prostředí vůbec posuzovány. Zákon dále upravuje jak má probíhat průběh posuzování a vyhodnocování SEA. Poté se předloží návrh koncepce a zajistí se veřejné projednání. SEA se ukončuje vydáním stanoviska k posouzení vlivů provádění koncepce na životní prostředí, bez kterého nemůže být koncepce schválena. Následuje období monitoringu, sledování a rozboru vlivů koncepce. [2, 23]



Obr. 4.3: Fáze SEA.

4.4 Metoda LCA

Metoda LCA je metodou posuzování životního cyklu produktu a je důležitým informačním nástrojem environmentální politiky. Cílem je určit negativní vlivy libovolného systému (výrobku nebo služby) na životní prostředí. [33]

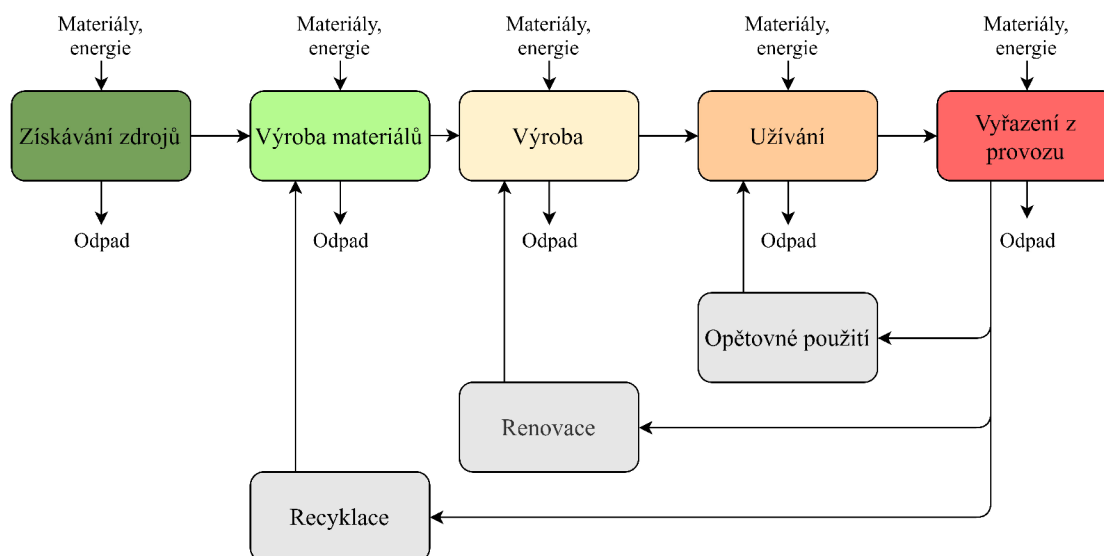
Princip hodnocení environmentálních dopadů se začal rozvíjet v 70. letech 20. století. Jednalo se především o studie zaměřené na odpadové hospodářství a odpady. Zájem o podobné studie vzrůstal a proces se musel standardizovat. Název Life Cycle Assessment byl poprvé použit v roce 1990 a tehdy byly také definovány fáze metody LCA platné dodnes. Postup metody LCA je normalizován v mezinárodních normách řady ISO 14000. Konkrétně se jedná o normu ČSN EN ISO 14040: Environmentální management; Posuzování životního cyklu – Základy a osnova. Předmětem této normy je obecně vymezit rámec, zásady a požadavky na provádění studie LCA. Podrobnosti týkající se metod použitých při LCA v různých fázích jsou popsány v normách: ČSN EN ISO 14041, ČSN EN ISO 14042 a ČSN EN ISO 14043. [36]

Pro správné pochopení a praktické provádění metody LCA je potřeba vymezit pojmy životní cyklus produktu (kap. 4.4.1) a produktový systém (kap. 4.4.2). V další kapitole 4.4.3 jsou také popsány jednotlivé fáze studie LCA. Metoda LCA byla použita pro posouzení environmentální zátěže životního cyklu korunkového uzávěru v praktické části této práce.

4.4.1 Životní cyklus produktu

Životní cyklus produktu je soubor stádií produktového systému. Začíná získáváním surovin a energetických zdrojů z prostředí, pokračuje výrobou materiálů, výrobou produktu, užíváním produktu spotřebitelem a končí likvidační neboli vyřazením z provozu. Do každého stádia vstupují různé materiály a energie, vystupuje pak odpad. [16]

Stádia životního cyklu produktu jsou znázorněny na obr. 4.4. Ve fázi vyřazení z provozu se může produkt nebo jeho část navrátit do předchozích fází. Tím se rozlišuje opětovné použití, renovace (obnova) nebo recyklace (znovuvyužití surovin). [16]

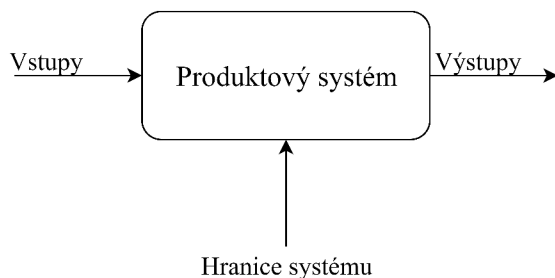


Obr. 4.4: Životní cyklus produktu (překresleno z [16]).

V jednotlivých stádiích životního cyklu vstupuje produkt do rozdílných interakcí s životním prostředím. Každé stádium proto představuje jinou environmentální zátěž. [16, 17]

4.4.2 Produktový systém

Produktovým systémem se rozumí všechny procesy a operace, které se podílejí na jednotlivých fázích životního cyklu produktu. Jednotlivé operace přeměňující vstupy na výstupy se nazývají procesy a spojují je tzv. toky. Jeden tok je vždy výstupem z jednoho procesu a zároveň vstupem do procesu následujícího. Produktový systém je ohraničen hranicí systému a toky překračující tuto hranici se nazývají elementární toky. Zjednodušené schéma produktového systému je zobrazeno na obr. 4.5. [16]

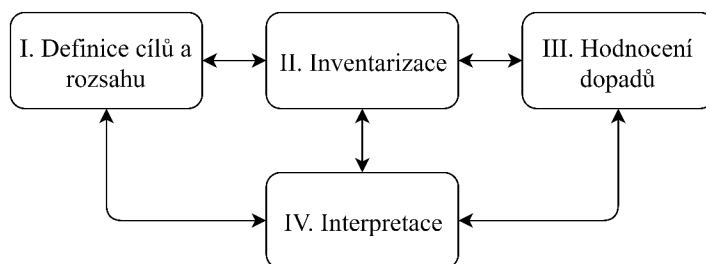


Obr. 4.5: Schéma produktového systému (překresleno z [16]).

Produktový systém lze definovat jako soubor materiálově a energeticky propojených jednotkových procesů, které vykonávají jednu nebo více definovaných funkcí. [33] Rozsah produktového systému závisí na volbě. Při modelování produktového systému je také velice důležité dodržet správný sled procesů a jejich vzájemné propojení materiálovými a energetickými toky. [16]

4.4.3 Hlavní fáze metody LCA

Metoda LCA má čtyři hlavní fáze, které jsou blíže popsány. Při sestavování LCA se může stát, že poznatky z jedné fáze ovlivní východisko z předcházející fáze, kterou je poté třeba přehodnotit a pokračovat pak k fázi následující. Tato iterační podstata je znázorněna na obr. 4.6. Iterativní přístup přispívá k účelnosti a konzistenci studie a je jednou z výhod metody LCA. [8, 16]



Obr. 4.6: Fáze LCA a jejich provázanost (překresleno z [16]).

První fáze - Definice cílů a rozsahu

První fáze se nazývá definice cílů a rozsahu. Prvním krokem při provádění studie LCA je totiž stanovení cíle. Je vhodné si ujasnit, proč a pro koho se studie vypracovává a k čemu budou získané výsledky použity. Na základě stanovení cíle se pak určí i rozsah studie LCA. Důležité je také uvést, ze kterých předpokladů studie LCA vychází. [33]

Definováním rozsahu se rozumí jasné vymezení platnosti studie, a to z pohledu technického (definování funkce, funkční jednotky a referenčního toku, určení hranice systému, postupů alokace a zvolení kategorií dopadu) a z pohledu procedurálního. Určení zmíněných parametrů je důležité a jsou proto podrobněji definovány: [16, 33]

- funkce produktu – definování očekávané uživatelské funkce produktu;
- funkční jednotka – jednoznačně měřitelná velikost funkce;
- referenční tok – množství produktu, které je potřeba pro splnění definované funkce produktu;
- hranice systému – určí se procesy, které budou do produktového systému zahrnuty a které ne. Tím se vymezí hranice pro materiálové a energetické toky, které produktový systém spojují s jeho okolím;
- kategorie dopadu – potenciální dopady na konkrétní problémy životního prostředí, ke kterým jsou poté vztaženy výsledky z inventarizační fáze;
- alokační pravidla – popis použitých metod alokace; alokace je blíže popsána v následující kap. 4.4.3.

Procedurálními požadavky se rozumí stanovit požadavky na kvalitu použitých dat, a na to, jak budou data kontrolována a hodnocena. Všechny procedurální požadavky

jsou vyjmenovány v ČSN EN ISO 14040. Mezi nejdůležitější patří specifikování požadavků na data, podmínky a omezení platnosti studie LCA. Dále je nutno uvést, jak bude probíhat kritické přezkoumání studie a jaký bude její typ a formát výstupu. [16]

Druhá fáze - Inventarizace

Fáze inventarizace životního cyklu slouží k identifikaci a vyčíslení množství elementárních toků, uvolněných během životního cyklu produktu do životního prostředí. Získané údaje jsou potom vstupem pro hodnocení dopadů životního cyklu v následující fázi metody LCA. [8, 16]

Existují dva principy modelování životního cyklu produktu – „od kolébky do hrobu“ (angl. cradle-to-grave) a „od kolébky k bráně“ (angl. cradle-to-gate). Od kolébky do hrobu znamená zahrnout do životního cyklu výrobku jeho celý životní cyklus – od získávání potřebných surovin a výroby materiálů, dále výrobu, provoz a likvidaci výrobku. Zúženým principem je model od získávání surovin do ukončení výroby produktu, nazývaný od kolébky k bráně. [16]

Inventarizační analýza má tři hlavní části: [16]

- sestavení schématu produktového systému – v rámci již určených hranic systému se sestaví schéma produktového systému. To se skládá z jednotlivých procesů spojených odpovídajícími energetickými a materiálovými toky. Důležité je znázornit hlavně ty toky, které představují interakci mezi jednotlivými procesy;
- sběr dat – cílem je zjistit konkrétní hodnoty materiálových a energetických toků, které jsou na vstupu a výstupu jednotlivých procesů;
- výpočet ekovektoru produktového systému – vyčíslí se množství spotřebovaných surovin a množství látek emitovaných do prostředí. A to ve vztahu k funkční jednotce vyjádřené referenčním tokem. Ekovektorem se rozumí souhrn všech elementárních toků jednotlivých procesů.

V produktovém systému se vyskytují situace, kdy několik produktů sdílí jeden nebo více společných procesů. Environmentální dopad je však potřeba vyjádřit pouze k jednomu produktu, využívá se tedy výše zmíněné alokace. Alokace je postup rozdělení environmentálních dopadů jednoho procesu mezi dva a více produktů z tohoto procesu vystupujících. [16]

K alokaci dochází zpravidla v případech, když: [16]

- z procesu vystupuje větší množství vedlejších produktů s různými funkcemi;
- do procesu vstupuje více paralelních vstupů;
- nebo dochází k recyklaci.

Známa celková hodnota materiálových toků se pak rozdělí mezi více produktů podle zvoleného alokačního pravidla. Tím může být počet produktů, hmotnost produktů

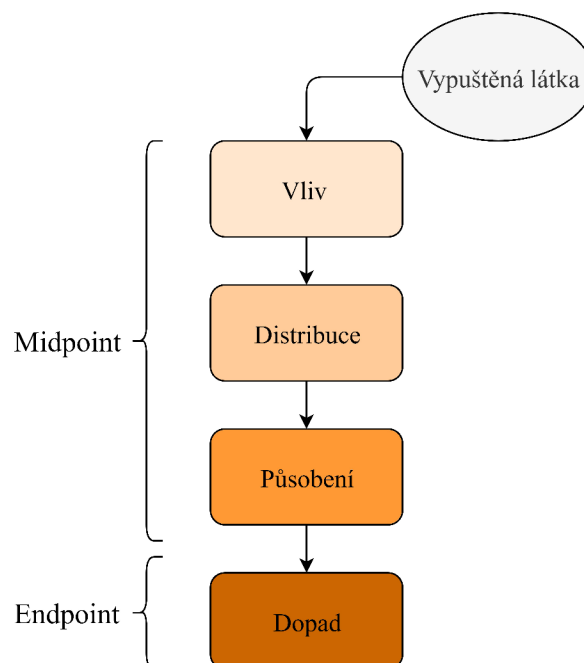
nebo cena produktů. Volba různých metod alokace vede i k různým výstupům z inventarizace. Alokací se vnáší do celkového hodnocení nejistoty. Je proto snahou se alokaci vyhnout nebo ji minimalizovat. [16]

Výstupem inventarizace jsou tzv. inventarizační tabulky. Ty umožňují zobrazení dat podle logických celků, např. podle jednotlivých skupin procesů nebo podle stádií životního celku. [16]

Třetí fáze - Hdnocení dopadů

Cílem třetí fáze metody LCA je převést ekovektory produktového systému (jednotlivá množství elementárních toků) na hodnoty vystihující míru zasažení jednotlivých problémů životního prostředí. Tyto problémy životního prostředí se nazývají kategorie dopadu a přiřazují se k nim výsledky z inventarizace. Kvantifikované vyjádření kategorie dopadu se pak nazývá indikátor kategorie dopadu. To, že se výsledky vyjadřují indikátory kategorií dopadů a ne pouhým výčtem emisí látek do ovzduší, je právě jednou z výhod metody LCA. Lze tak porovnávat environmentální zátěž různých produktů. [16]

Kategorie dopadů rozdělujeme podle pozorovaného environmentálního účinku na midpointové a endpointové, obr. 4.7. [16]



Obr. 4.7: Volba kategorií dopadu (překresleno z [17]).

Midpointové kategorie dopadů hodnotí schopnost vypuštěné látky vyvolat určitý problém v životním prostředí. Příklady těchto problémů jsou: [16, 17]

- lidská (humání) toxicita – otrávení osob;
- ekotoxicita – toxické působení na živé organismy;
- acidifikace – okyselení půdního nebo vodního prostředí;
- fotochemická oxidace – dráždivý účinek způsobený fotooxidanty;
- globální oteplování – nárůst teploty zemské atmosféry a oceánů;
- poškození ozónové vrstvy – rozkládání ozónu a tím dopadání ultrafialového záření na zemi;
- eutrofizace – zvýšení obsahu živin v půdě a vodě vede k nedostatku kyslíku a vymírání organismů;
- čerpání nerostných surovin – nedostatek přírodních zdrojů, poškození krajiny.

Endpointové kategorie dopadů řeší navíc i celkový dopad na životní prostředí. Jsou to například: [16]

- úbytek dostupnosti surovin na trhu;
- klimatické změny;
- lidské zdraví;
- kvalita ekosystémů.

Po určení kategorií dopadu se výsledky z inventarizační fáze přiřadí jednotlivým kategoriím dopadu (probíhá tzv. klasifikace). Následně se provádí charakterizace – vyčíslí se, do jaké míry působí elementární toky na jednotlivé kategorie dopadu. Následují volitelné kroky: normalizace, seskupování a vážení. [16]

Čtvrtá fáze - Interpretace

Čtvrtá fáze interpretace je nedílnou součástí metody LCA. Vzájemně se posuzují souvislosti z inventarizační analýzy a z fáze hodnocení dopadů. Formulují se důležité poznatky a identifikují se významná zjištění. Důvěryhodnost studie LCA se testuje souborem několika kontrol, které ověřují mj. úplnost a kvalitu dat. Neoddělitelnou součástí je hodnocení kvality vstupních dat. [33, 36]

Důležitou zásadou je také transparentnost hodnotících postupů. Jen tak lze reagovat na vznikající závěry a v případě objevení nových okolností, je lze do studie zapracovat. [33]

Studie LCA je ukončena závěry v souladu s definovanými cíli, jsou uvedena omezení platnosti a doporučení příjemcům studie. [16]

4.4.4 Použití metody LCA

Metody LCA jako jeden z nástrojů environmentálního managementu má širokou oblast použití. Primárně je to komparativní metoda; srovnává environmentální

dopady dvou produktů se stejnou uživatelskou funkcí. Metoda LCA může srovnávat nejen samotný výrobek, ale i službu nebo technologický proces. [16]

Jednou z oblastí použití jsou i průmyslové podniky. Těm metoda LCA může pomoci identifikovat možná interní zlepšení výrobních postupů. A to například tím, že identifikuje procesy s největší spotřebou elektrické energie nebo paliv. Některé moderní softwary pro LCA umožňují rozšíření i pro ekonomické účely a vyjádřit tak náklady životního cyklu (LCC - Life Cycle Costing). [16]

V poslední době roste zájem veřejnosti o environmentálně šetrné produkty. To vytváří tlak na výrobce a následně i jejich dodavatele. S tím souvisí zavedení environmentálního značení produktů, tzv. ekoznaček. Ekoznačky informují zákazníky o produktech, které splnily určitá kritéria v oblasti dopadů na životní prostředí. [16, 33]

V ekodesignu nachází metoda LCA také své využití. Ekodesign vychází z toho, že až 80 % všech environmentálních dopadů je předurčeno již ve fázi navrhování výrobků. Při návrhu výrobku jsou tak vedle funkčnosti, bezpečnosti a vzhledu uvažovány i environmentální aspekty. V ekodesignu je LCA nástrojem, který pomáhá volit environmentálně šetrnější materiály a výrobní komponenty. [16, 33]

Metoda LCA je používána i ve fázi likvidace produktu. Lze porovnávat environmentální dopady alternativních systémů nakládání s odpady. A také hodnotit úspěšnost technologií, které odstraňují škodlivé látky z prostředí. [16]

5 POPIS POSUZOVANÉHO VÝROBKU A JEHO VÝROBY

Korunkový uzávěr (obr. 5.1) slouží k uzavírání skleněných láhví naplněných nealkoholickými nápoji i alkoholickými nápoji do 15 % obsahu alkoholu. Jedná se o uzávěr jednorázový; po otevření dochází k jeho trvalé deformaci.

K výrobě uzávěru se používá jemný obalový plech vytvarovaný do požadovaného tvaru korunky. Na vnější povrch uzávěru se aplikuje ochranný lak pro zmírnění oděru a může být potištěn logem výrobce nápoje. Na vnitřní straně je použitý lak vhodný na ochranu plechu proti korozi s přilnavými vlastnostmi pro umístění těstění. [9]



Obr. 5.1: Korunkové uzávěry láhví [39].

Korunkový uzávěr láhví se používá již přes 120 let. Od roku 1880 rostla obliba sycených nápojů a s tím také požadavek na bezpečné uskladnění. Tehdy používané korkové, porcelánové nebo kovové zátky nedokázaly udržet přetlak v láhvi a z nápoje tak unikal oxid uhličitý. Kovové uzávěry se potýkaly navíc i s korozi. William Painter (irského původu) jako první z vynálezců zvolil jiný způsob aplikace uzávěrů – a to na vnější stranu hrdla láhve. Všechny předchozí uzávěry se aplikovaly do vnitřní části hrdla. Svůj první patent několikrát vylepšoval, až došel ke konečné verzi uzávěru, kterou nechal patentovat roku 1891. Vynález nazval „Crown Cork“ – podle tvaru okrajů, které připomínají korunky. K odstranění uzávěru navrhl speciální otvírák. Sám William Painter navrhl v dalších letech různé varianty korunkového uzávěru. Experimentoval i s různými typy otevírání a přidal těsnění mezi hrdlo a uzávěr. Musel vynalézt i strojní vybavení pro výrobu a následné uzavření láhví. [9]

5.1 Analýza materiálu

5.1.1 Ocelový plech

K výrobě korunkových uzávěrů se používá plech z oceli o velikosti cca (1040 x 900) mm. Zákazník si volí tloušťku plechu 0,18 mm nebo 0,21 mm.

Plech je vyráběn válcováním za studena, polotovarem jsou pásy válcované za tepla. Válcování za studena probíhá při teplotě, která je nižší než 30 % hodnoty teploty tání válcovaného materiálu. Válcováním plechu za studena se snižuje příčný řez a dochází k deformačnímu zpevnování materiálu – zvyšuje se mez pevnosti a mez kluzu a klesá tvárnost materiálu. Následuje rekrytalizační žíhání pro obnovení tvárnosti. Výsledné hodnoty meze kluzu a pevnosti v tahu se řídí normou ČSN EN 10202 Ocelové plechy na obaly, válcované za studena -Elektrolyticky pocínované a speciálně pochromované. [7, 9]

Povrchová úprava ocelového plechu

Ocelový plech je nutné ochránit před korozi a mechanickým poškozením povrchovou úpravou. Již od prvního vynálezu se používá plech pocínovaný. Od 80. let 20. století je další variantou povrchové úpravy pochromování plechu. [9]

Cínovaný povlak se oproti chromovanému více leskne a je odolnější proti korozi. Pokud však dojde k mechanickému poškození vrstvy, je méně náchylný ke korozi právě chromovaný povrch. [9]

Pocínování plechu se provádí elektrolyticky. Jako cínový elektrolyt je použitý síran cíničitý. Bez dalšího ošetření je takto pocínovaný plech náchylný na tvorbu oxidů. Je proto nutné provést ještě elektrochemickou pasivaci, kterou se ochrání povrch cínu a zabrání se jeho oxidaci. Cínovaný povlak se používá o hmotnosti 2,8 g/m² až 11,2 g/m². [9]

Chromování plechu se provádí elektrolytickým nanesením chromu na ocelový základ. Hmotnost povlaku je normována v rozmezí 50–140 mg/m². [7]

5.1.2 Laky

Laky plní tři funkce. Prvním je zlepšení adheze těsnění, dále fixace a mechanická ochrana barev a zlepšení korozivzdornosti. Je používáno několik typů laků, obvykle na bázi organických uhlovodíků (např. butylalkohol, 2-butoxyethanol, 1-metoxy-2-propanal).

5.1.3 Barvy

Na přání zákazníků může být povrch uzávěru potišnen barevným designem. Barvy musí být vhodné pro ofsetový tisk a jsou složeny ze směsi uhlovodíků (např. 2-

butoxyethanol, nafta).

5.1.4 Těsnění

Těsnění musí splňovat několik parametrů, především dobrou těsnost uzávěru, dále hygienickou nezávadnost, odolnost při pasterizaci, stálost atd. Účinné těsnění bylo a stále je technicky nejnáročnější částí korunkového uzávěru. V minulosti se používalo korkové těsnění, které se napouštělo různými přídavnými látkami pro zalepení pórů v korku. Aplikace takového těsnění vyžadovala použití také různých lepidel. Nebylo snadné zajistit těsnost a stálost. Stávalo se že se uvolňovaly nežádoucí látky a měnily tak chuť obsahu láhve. Vyvinutí plastového těsnění bylo tedy důležitým bodem. I to však prošlo mnoha změnami, od plastového pasty s nutností vypalování až k dnešní podobě dodávané ve formě granulátu. [9]

Dnes se používá tvarové těsnění z granulovaného polyvinylchloridu nebo plastu, obsahující směs polymerů.

5.2 Analýza výrobního procesu

Výroba korunkových uzávěrů prošla od prvního vynálezu především automatizací, modernizovaly se stroje a navyšovala kapacita. Princip výroby však zůstává stejný. Jednotlivými kroky jsou: návrh potisku uzávěru a výroba tiskařských desek, lakování a potištění plechů a jejich vytvrzení, vysekání uzávěrů, aplikace těsnění a balení. [9]

5.2.1 Návrh potisku a výroba tiskových desek

Před samotnou výrobou je potřeba specifikovat požadavky zákazníka; při požadavcích na barevný potisk se vytvoří grafický návrh. Podle něj se vyrobí ofsetové tiskové desky, které slouží k nepřímému tisku požadovaného návrhu na ocelové plechy. [9]

Pro každou barvu na uzávěru musí být zhotovena jedna tisková deska. Tiskové desky jsou vyrobeny z hliníkového plechu, na jehož povrchu je fotocitlivá kopírovací vrstva. Výroba desek začíná zhotovením negativního fotografického filmu podle grafického návrhu. [15]

Zařízení na výrobu ofsetových tiskových desek (obr. 5.2) osvětí tiskové desky podle fotografického filmového negativu. Následuje vyvolání, kdy se ve vhodném roztoku rozpustí kopírovací vrstva na netisknoucích místech. Výsledkem jsou tisknouce (ozářená) a netisknouce místa na tiskové desce. Tisknouce místa přitahují tiskařskou barvu a jsou oleofilní. Zatímco netisknouce místa jsou hydrofilní a přitahují tedy vlhčící roztok. [9, 15]



Obr. 5.2: Zařízení na výrobu ofsetových desek.

5.2.2 Lakování a potištění plechů a jejich vytvrzení

Lakování a potištění plechů probíhá na ofsetovém tiskovém stroji. Jeho hlavními částmi jsou: nakládací zařízení, transportní pásy, tisková jednotka, lakovací jednotka, vypalovací pec a vykládací zařízení. [15]

Laky se prvně nanášejí na spodní (vnitřní) stranu na lakovací jednotce (obr. 5.3). Jejich hlavním účelem je zlepšit přilnavost těsnění. Toho se dosahuje aplikováním laku, který je při zahřátí lepkavý. Dalším cílem je zlepšit korozivzdornost. Jedná se především o vnitřní část uzávěru, která nebude chráněna těsněním. Tato část je obvykle v kontaktu se skleněnou částí hrdla láhve a je vystavena účinkům vzdušné vlhkosti nebo zbytků nápoje popř. technologických kapalin z výroby. Zároveň je tato část nejvíce mechanicky namáhána. Vrstva laku přispívá k lepší ochraně proti korozi, přesto se doporučuje tyto prostory vždy po ukončení plnicího procesu ještě vysušit proudem horkého vzduchu. Na přání zákazníka se pro další zvýšení korozivzdornosti nanášejí na spodní stranu druhá vrstva laku.

Volitelným krokem je poté tisknutí požadovaného barevného vzoru.

Finálním krokem je nanesení krycího laku na horní stranu plechu. Jeho úkolem je fixovat barvy a chránit horní stranu proti mechanickému poškození.

Důležité části ofsetové tiskové jednotky jsou: [9]

- formovací válec – na něm je napnuta tisková deska;
- přenosový válec – přenáší obraz z tiskové desky na potiskovaný plech (kvalita gumového potahu přenosového válce zajišťuje kvalitní tisk);
- tlakový válec – zajišťuje potřebný protitlak, aby se barva z přenosového válce



Obr. 5.3: Lakovací jednotka tiskového stroje.

otiskla na plech;

- barevník – je tvořen řadou různých válců (roztírací, navalovací) a nanáší na povrch tiskové desky rovnoměrnou vrstvu barvy;
- vlhčící zařízení – zvlhčuje povrch netisknoucích míst na tiskové desce.

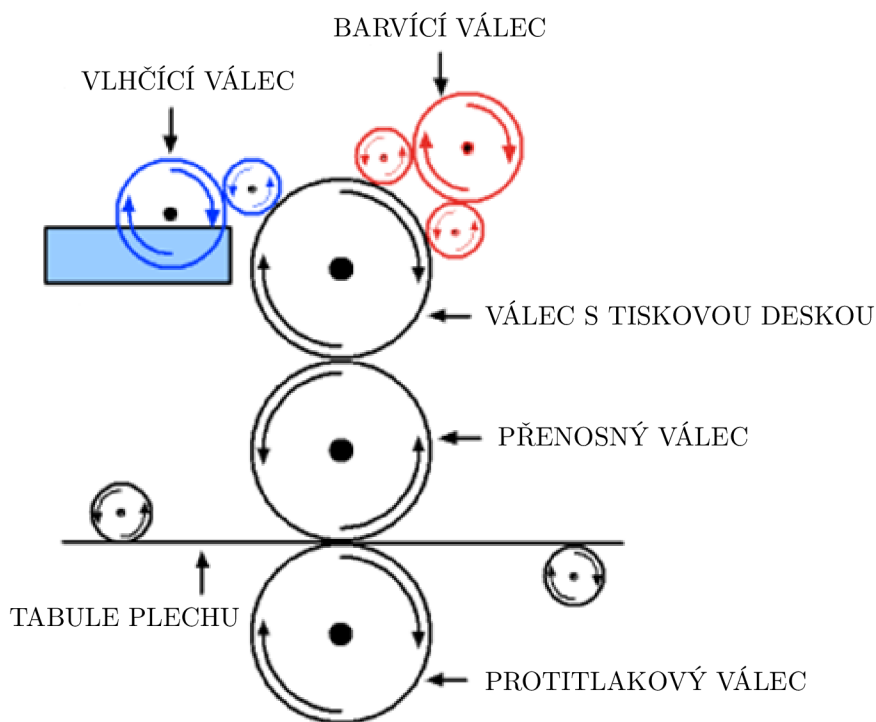
Schéma tříválcové tiskové jednotky je vidět na obr. 5.4. Může být použit i systém čtyř/pěti válců, který má více formovacích a přenosových válců. Tiskových jednotek může být umístěno více za sebou a tím naneseno více barevných vrstev při jednom průchodu plechu tiskařskou linkou. [9]

Při potištní plechů se nejprve navlhčí tiskové desky vlhčícím roztokem (vlhkost zůstává jen na netisknoucích místech). Pomocí soustavy navalovacích válců je na ně přivedena barva, uchycující se na tisknoucích místech. Barva se tlakem přenáší z tiskové desky nejprve na přenosový ofsetový válec (na válci je obraz zrcadlově převrácený) a z něj dále na plech. [9, 15]

Lakování plechů probíhá na lakovacím zařízení. Jde také o soustavu válců, pomocí kterých je na plech nanese rovnoměrná vrstva laku.

Vytvrzení barev a laku probíhá za vysokých teplot ve vypalovací peci (obr. 5.5). Musí se dodržet předepsaná teplota, která se pohybuje kolem 150 °C. Při vytvrzování laků však vznikají spaliny, které jsou rozkládány ve zvláštní části pece, za teploty až 800 °C. Následuje ochlazení plechů vzduchem a připravení k dalšímu výrobnímu kroku.

Potíštěný plech (obr. 5.6) je nezbytné zkontrolovat. Vizuální kontrola se provádí za účelem ověření soutisku jednotlivých vrstev barev a požadované barevnosti (porovnáním s předlohou). Kontrola barevných odstínů na ploše plechu se kontroluje okem,



Obr. 5.4: Schéma tříválcové tiskové jednotky [9].



Obr. 5.5: Vypalovací pec (v popředí složené tabule plechů).

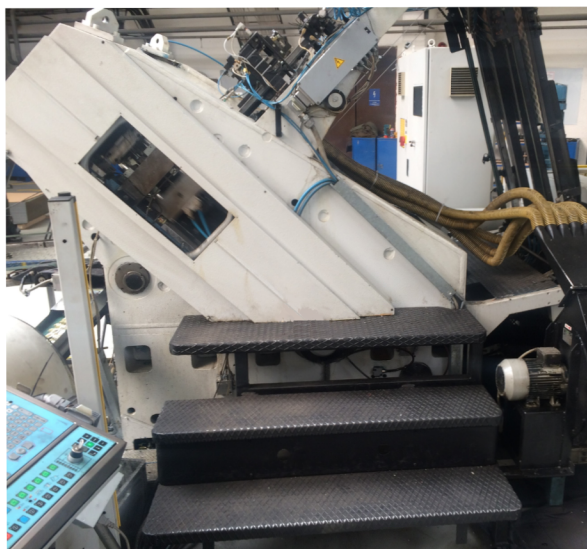
lupou a příp. s pomocí měřícího přístroje X-rite. Neprobíhá stoprocentní kontrola potištěných plechů, množství a přesný způsob kontroly stanovuje oddělení kvality.



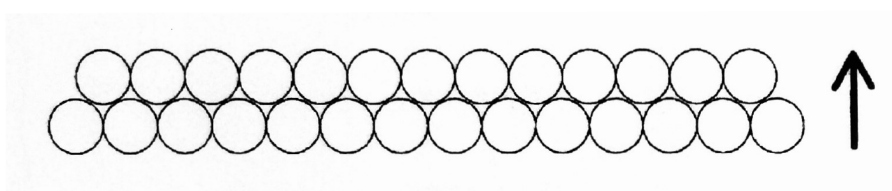
Obr. 5.6: Ukázka potištěného plechu před dalším výrobním postupem.

5.2.3 Vysekání uzávěrů

Jednotlivé korunkové uzávěry jsou vytvořeny na vysekávacím stroji (obr. 5.7). Kapacita vysekávacího stroje je 27 raznic, které jsou uspořádané do dvou řad, jak je vidět na obr. 5.8. Po vyseknutí uzávěru se tabule plechu, během zpětného pohybu raznic posune o potřebnou vzdálenost a vyseknutí se poté opakuje. Z jednoho plechu je vyseknuto 729 uzávěrů.



Obr. 5.7: Vysekávací stroj.



Obr. 5.8: Uspořádání 27 raznic (šipka určuje směr pohybu plechu ve vysekávacím stroji [9]).

5.2.4 Aplikace těsnění

Linka pro aplikaci těsnění je vidět na obr. 5.9. Uzávěry se nejprve nahřejí pomocí vysokofrekvenčního magnetického pole, čímž se lak na vnitřní straně stane lepkavým. Materiál na výrobu těsnění je zpracováván ve šnekovém extrudéru. Po roztavení granulátu se nadávkuje hmota do uzávěru a tvarovací hlavicí se vytvaruje požadovaný tvar těsnění. Ochlazení uzávěrů probíhá na chladícím pásu pomocí cirkulace vzduchu. [9]

Součástí linky pro aplikaci těsnění je i CV-kamera (Computer-Vision Camera). Ta kontroluje každý uzávěr ze spodní i horní strany, správné umístění a vytvarování těsnění i vzhled korunkového uzávěru.

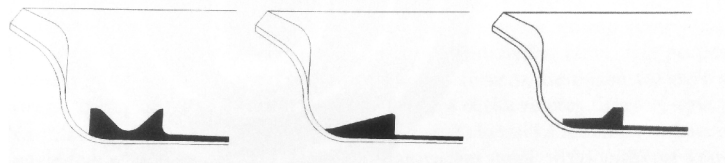


Obr. 5.9: Linka pro aplikaci těsnění.

Používá se několik tvarů těsnění. Ty nejběžnější jsou zobrazeny na obr. 5.10. Tvar těsnění se liší podle tloušťky plechu a typu otevírání láhve, jak ukazuje tab. 5.1. Typ otevírání nazvaný „Pry-off“ je běžným typem otevírání s pomocí otevíráku; uzávěr „Twist-off“ umožňuje otevření pouhým otočením.

5.2.5 Balení

Na konci linky jsou uzávěry sypány do kartónových krabic nebo velkoobjemových zásobníků, zobrazených na obr. 5.11.



Obr. 5.10: Nejpoužívanější tvary těsnění, nazývané (zleva): 916, 917 a G1 [9].

Tab. 5.1: Varianty tvaru těsnění v závislosti na zvoleném tloušťce plechu a typu otevírání.

Tloušťka plechu	Typ otevírání	
	Pry-off	Twist-off
0,22 ± 0,02 mm	916	917
0,18 ± 0,01 mm	G1	-

Kartonové krabice vyrobené z pětivrstvé lepenky jsou používány ve dvou velikostech: menší pro 6 000 kusů a větší pro 11 000 kusů uzávěrů. Kartonové krabice jsou dále skládány na palety po 30 kusech a fixovány polyethylenovou folií.

Velkokapacitní zásobník je vyroben z pozinkovaného kovu a je vratný. Na dně je opatřen kónickým výsypem, který je před dalším použitím očištěn. Kapacita velkoobjemových zásobníků (nazývaných též G-boxy) má také dvě varianty: pro 270 tisíc kusů a 350 tisíc kusů uzávěrů.

Obě dvě varianty balení je nutno ještě opatřit zevnitř hygienickou vložkou, vyrobenou z mikrotenu. A to z důvodu splnění hygienických požadavků. Uzávěry totiž přichází do kontaktu s potravinami a tak i jejich balení musí být zdravotně nezávadné.



Obr. 5.11: Balení uzávěrů: kartonové krabice (vpředu) a velkoobjemové zásobníky (vzadu).

6 POSOUZENÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU KORUNKOVÉHO UZÁVĚRU

Praktická část posuzování životního cyklu metodou LCA, byla realizována ve spolupráci s firmou, která vyrábí korunkové uzávěry; její název však nebude uveden.

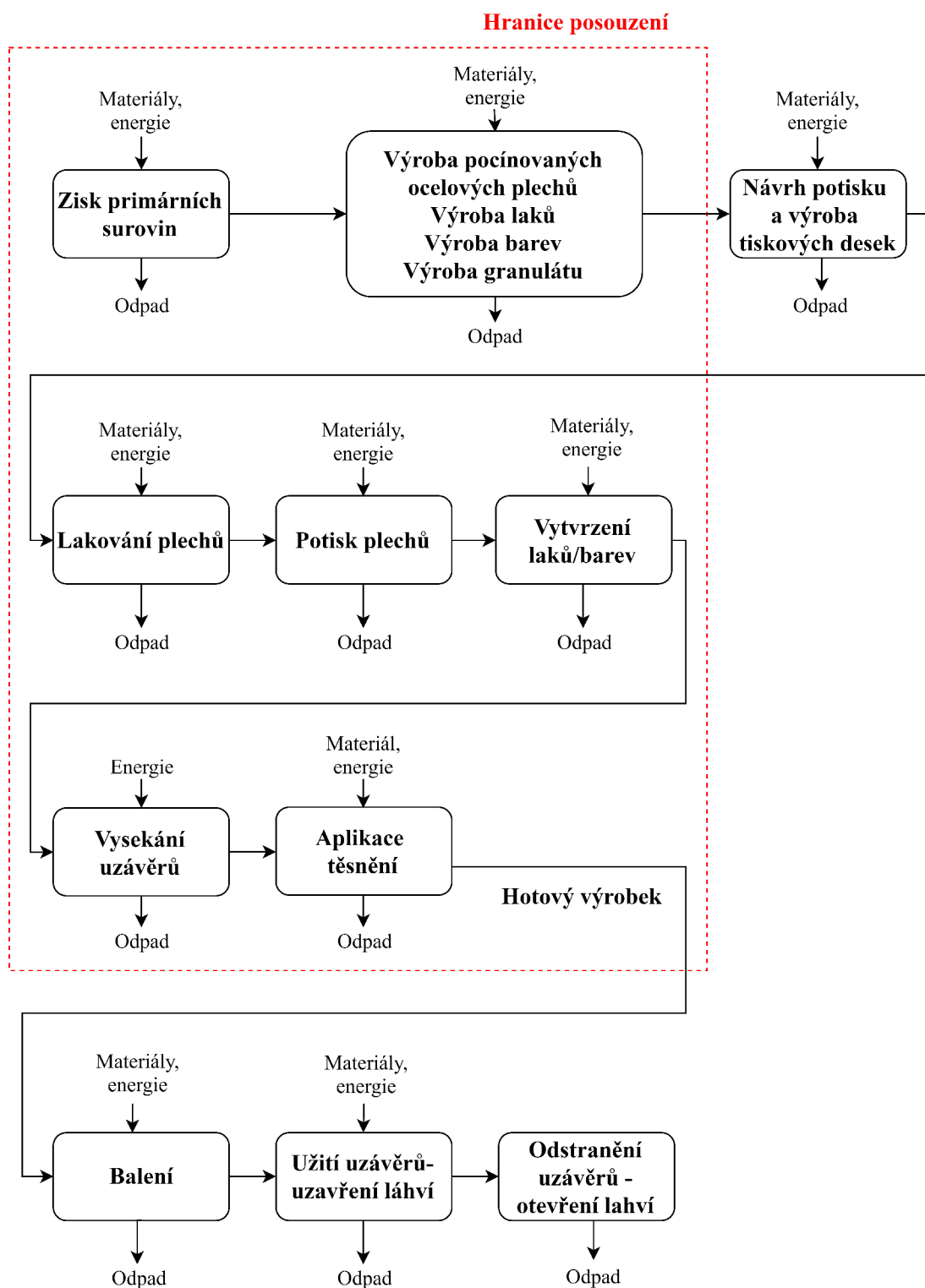
6.1 Životní cyklus zvolených variant výrobků

Celý životní cyklus korunkového uzávěru je vidět na obr. 6.1. Výroba ocelového plechu, včetně jeho povrchové úpravy, je zajištěna externí firmou; obdobně jako laky, barvy a granulát na těsnění uzávěru. Předvýrobním krokem je návrh a výroba tiskových desek, které se vyrábí v případě potisku uzávěru novým vzorem. Tato operace byla zařazena až za hranice posouzení z několika důvodů – část procesu výroby tiskových desek je realizována externě, desky se archivují a mohou být použity opakovaně, celkově jde o komplexní proces, který je nad rámec této studie.

Následují výrobní operace: lakování a potisk plechů (materiálovým vstupem jsou laky, barvy, a již povrchově upravený plech) a jejich vytvrzení, vysekání uzávěrů a aplikace těsnění (vstupuje granulát). Výstupem je hotový korunkový uzávěr, kterým končí uvažovaná hranice posouzení. Balení uzávěrů může být různé a je proto zařazeno až za hranici posouzení systému, a to také z důvodu nedostatku dat. Zabalené uzávěry putují k odběratelům, výrobcům nápojů, a od nich dále ke koncovému uživateli. V každém výrobním kroku je potřeba elektrické energie, u operace vytvrzení je to navíc zemní plyn.

V každé operaci výrobního procesu vzniká nějaký odpad, především jde o zbytkové laky a barvy při lakování a potisku, při vytvrzování vzniká odpadní teplo. V další kroku je to plech, který zůstane po vysekání příslušného množství uzávěrů z tabule plechu; při aplikaci těsnění je část granulátu nevyužita. V každé operaci je také určité procento neshodných dílů, které jsou vyřazeny. Tyto hodnoty jsou zaznamenávány, nelze však obecně vyhodnotit, která výrobní operace produkuje nejvíce neshodných dílů. Konkrétní data o neshodných dílech nebyla výrobní firmou poskytnuta a nejsou proto ve studii uvažována.

Pro posouzení byly vybrány tři varianty korunkových uzávěrů, nazvaných A, B a C (tab. 6.1). Ty se liší především množstvím barevných potisků, tloušťkou plechu a jeho složením. Lakovaná je vždy spodní i horní strana plechu. Těsnění zvolených variant je ze stejného materiálu, liší se jeho tvar, ten však nemá přímý vliv na posouzení životního cyklu. Varianty uzávěrů byly vybrány s ohledem na dostupnost dat o jejich výrobě a byl brán ohled i na dostupnost údajů o materiálovém složení od dodavatelů. Nejjednodušší variantou je uzávěr pouze lakovaný – varianta A; tento typ uzávěru tvoří asi čtvrtinu ze všech vyrobených typů uzávěrů (včetně těch s potiskem). Výrobní



Obr. 6.1: Hranice posouzení zařazené do životního cyklu výrobku (u varianty A neprobíhají kroky: návrh potisku a výroba tiskových desek, potisk plechů).

proces varianty A nezahrnuje krok *Potisk plechů* a *Návrh potisku a výroba tiskových desek*. Plech má tloušťku 0,21 mm a jeho tvrdost je nižší než u tenčího plechu ve variantě B.

Tab. 6.1: Vybrané varianty korunkových uzávěrů k posouzení.

Varianta	Plech (typ, tloušťka)	Použití laku	Použití barvy	Těsnění
A	Pocínovaný; 0,21 mm	Ano	Ne	směs polymerů; tvar 916
B	Pocínovaný; 0,18 mm	Ano	Ano – 2 etapy potisku	směs polymerů; tvar G1
C	Pocínovaný; 0,21 mm	Ano	Ano – 5 etap potisku	směs polymerů; tvar 916

Varianta B je z rozdílného typu plechu. Je použitý tenčí plech o tloušťce 0,18 mm a tomu je uzpůsobený i tvar těsnění (typ G1). Varianta má dvě etapy potisku, během kterých byly naneseny 2 vrstvy barev. Právě tato varianta uzávěru (tzn. dvě etapy potisku) je nejčastější variantou plechů s barevným potiskem a byla proto posuzována.

Nejsložitější variantou je varianta C – má pět etap potisku (naneseno celkem 7 vrstev barev). Použitý je stejný plech jako u varianty A. Takto komplikované uzávěry, co se týče barevného potisku, tvoří pouze malou část objemu výroby. Varianta však byla vybrána jako protiklad k té nejjednodušší pouze lakované variantě.

U variant s barevným potiskem probíhá lakování, barvení a vypalování plechů na etapy – vrstvy laků a barev se nanáší postupně a postupně se také vypalují. Kolikrát bude plech vypálen se určuje s ohledem na zvolený potisk. Tiskový stroj má jednu lakovací a dvě tiskové jednotky; může tedy nastat i varianta, že se v jedné etapě potisku nanese lak i barva, nebo dvě barvy současně. Konkrétní posloupnost nanášení jednotlivých barevných vrstev a počet nutných vypalování plechů je u příslušných variant uveden v kap. 6.3.1, spolu s jednotlivými materiálovými a energetickými vstupy.

6.2 I. fáze: Definice cílů a rozsahu

6.2.1 Cíl studie

Tato LCA analýza životního cyklu korunkového uzávěru slouží k interním účelům výrobní firmy. Bylo provedeno posouzení životního cyklu tří variant korunkových uzávěrů a jejich porovnání.

6.2.2 Definice rozsahu studie

Technická specifikace

Analýza LCA je zaměřena na modelování a posouzení životního cyklu korunkového uzávěru, a to od kolébky k bráně (cradle-to-gate). Na obr. 6.1 vyznačuje hranice posouzení, rozsah životního cyklu výrobku, který byl hodnocen. Byla počítána výroba materiálů potřebných k výrobě uzávěrů a samotný výrobní proces.

Funkci uzávěru lze definovat jako: těsné, odolné, stálé a hygienicky nezávadné uzavření skleněné láhve s nápojem, které umožňuje skladování nápoje po dobu max. 12 měsíců. Funkční jednotka a referenční tok se v tomto případě nestanovuje, protože uzávěry jsou používány na různé objemy láhví (nejčastěji láhve o objemu 0,3l a 0,5l). Objem výroby různých variant se liší v závislosti na požadavcích zákazníka, plánování výroby apod. Hodnocení v této práci bylo proto vztaženo na 1 000 kusů korunkových uzávěrů. Byla provedena komparativní studie tří variant korunkových uzávěrů; varianty A, B a C. Modelování a výpočty byly provedeny v programu Boustead model 6.0. Práce je zaměřena na hodnocení spotřeby energií a emisí CO₂. Právě ty se významně podílí na globálním oteplování, které je jedním z nejsledovanějších problémů životního prostředí. Výsledky jednotlivých variant uzávěrů byly navzájem porovnány. V práci nebyla potřeba alokace, nebylo tedy nutné stanovovat ani alokační pravidla.

Procedurální požadavky

Použitá data byla získána několika způsoby, měřením ve výrobě, z databáze programu Boustead model 6.0., z poskytnutých informací o výrobních zařízeních a způsobu výroby.

Pro výpočty byla použita data o výrobě elektrické energie z roku 2018; zvolené varianty korunkových uzávěrů byly vyrobeny na začátku roku 2019. Práce nepředpokládá výraznou změnu ve výrobě elektrické energie a pracuje tedy s těmito daty.

Doprava jednotlivých materiálů do výroby nebyla započítána, protože přepravní vzdálenosti jsou různé v závislosti na různých dodavatelích. Práce je určena pro interní účely firmy a nebylo proto provedeno kritické přezkoumání externím oponentem. Ve fázi interpretace bylo provedeno hodnocení kvality údajů metodou Weidema.

6.3 II. fáze: Inventarizace

Ve fázi inventarizace byl proveden sběr dat a byly určeny konkrétní energetické a materiálové toky pro zvolené varianty korunkových uzávěrů (kap. 6.3.1). Pro další postup bylo nutné udělat rozbor výroby elektrické energie v ČR za uplynulý rok 2018 (kap. 6.3.2). Data byla zpracována v programu Boustead model 6.0 (popsán v kap. 6.3.3); vytvořené operace jsou uvedeny v kap. 6.3.4.

6.3.1 Přehled materiálových a energetických vstupů výrobního procesu

V rámci inventarizační analýzy byl ve výrobní firmě proveden sběr dat s cílem určit materiálové a energetické toky pro jednotlivé procesy v rámci již určených hranic posouzení.

Výsledkem jsou tabulky 6.2, 6.3 a 6.4 obsahující konkrétní množství materiálu, elektrické energie a zemního plynu pro zvolené varianty A, B a C. Jednotlivá množství byla přepočítána na výrobu 1 000 kusů uzávěrů.

Tab. 6.2: Materiálové a energetické vstupy jednotkových procesů na 1 000 ks uzávěrů – varianta A.

Proces	Materiálové vstupy	Množství	Energetické vstupy	Množství
1. Lakování spodní strany plechu	Přilnavý lak VI 1106	0,02071 kg	-	-
	Pocínovaný ocelový plech	2,1 kg	-	-
2. Vytvrzení laku	-	-	Zemní plyn	1,2082 MJ
3. Lakování horní strany plechu	Svrchní stříbrolak	0,02181 kg	-	-
4. Vytvrzení laku	-	-	Zemní plyn	2,1321 MJ
Proces 1.–4.	-	-	Elektrická energie	0,8672 MJ
5. Vysekání uzávěrů	-	-	Elektrická energie	0,1423 MJ
6. Aplikace těsnění	Těsnění S855 – směs polymerů	0,18379 kg	Elektrická energie	1,7292 MJ

Přímo získané údaje si výrobní firma nepřeje zveřejňovat jako celek. Pro příklad je však uveden postup výpočtů energetických a materiálových vstupů na výrobu 1 000 korunkových uzávěrů u části varianty C – spotřeba elektrické energie během vysekávání uzávěrů, spotřeba zemního plynu při vytvrzení laku, množství plechu, přilnavého laku, bílé barvy a těsnění. Ostatní údaje uvedené v tabulkách byly vypočítány obdobným způsobem.

Tab. 6.3: Materiálové a energetické vstupy jednotkových procesů na 1 000 ks uzávěrů – varianta B.

Proces	Materiálové vstupy	Množství	Energetické vstupy	Množství
1. Lakování spodní strany plechu	Přilnavý lak VI 1130	0,02320 kg	-	-
	Pocínovaný ocelový plech	1,8 kg	-	-
2. Vytvrzení laku	-	-	Zemní plyn	1,6335 MJ
3. První potisk plechu	Barva K005	0,00156 kg	-	-
4. Vytvrzení prvního potisku	-	-	Zemní plyn	1,5016 MJ
5. Druhý potisk plechu a lakování horní strany plechu	Barva P871	0,00030 kg	-	-
	Krycí lak VE 2028	0,02150 kg	-	-
6. Vytvrzení druhého potisku a laku	-	-	Zemní plyn	1,9555 MJ
Proces 1.–6.	-	-	Elektrická energie	0,9251 MJ
7. Vysekání uzávěrů	-	-	Elektrická energie	0,1423 MJ
8. Aplikace těsnění	Těsnění 6475P – směs polymerů	0,19075 kg	Elektrická energie	1,7292 MJ

Energetické vstupy

Pro výpočet spotřebované elektrické energie byly nejprve zjištěny příkony výrobních zařízení:

- tiskový stroj: 160,6 kW;
- vysekávací stroj: 10,4 kW;
- linka pro aplikaci těsnění: 63,2 kW.

Dalšími využívanými stroji jsou kompresory, které zásobují tlakem tisk i další výrobní kroky. Nelze však získat data o skutečné době využití kompresorů v jednotlivých výrobních krocích. Spotřeba energie těchto kompresorů je proto zanedbána.

Elektrickou energii procesů, které probíhají na tiskovém stroji (tj. lakování a příp.

Tab. 6.4: Materiálové a energetické vstupy jednotkových procesů na 1 000 ks uzáverů – varianta C.

Proces	Materiálové vstupy	Množství	Energetické vstupy	Množství
1. Lakování spodní strany plechu	Přilnavý lak VI 1106	0,02099 kg	-	-
	Pocínovaný ocelový plech	2,1 kg	-	-
2. Vytvrzení laku	-	-	Zemní plyn	1,4589 MJ
3. První potisk plechu	Barva bílá	0,00055 kg	-	-
4. Vytvrzení prvního potisku	-	-	Zemní plyn	2,0704 MJ
5. Druhý potisk plechu	Barva bílá	0,00069 kg	-	-
6. Vytvrzení druhého potisku	-	-	Zemní plyn	2,0704 MJ
7. Třetí potisk plechu	Barva R-zlatá	0,00041 kg	-	-
	Barva P871	0,00014 kg	-	-
8. Vytvrzení třetího potisku	-	-	Zemní plyn	2,7623 MJ
9. Čtvrtý potisk plechu	Barva K-zlatá	0,00056 kg	-	-
	Barva cmyk red	0,00027 kg	-	-
10. Vytvrzení čtvrtého potisku	-	-	Zemní plyn	2,7623 MJ
11. Pátý potisk plechu a lakování horní strany plechu	Barva P497	0,00014 kg	-	-
	Krycí lak VE 2028	0,02181 kg	-	-
12. Vytvrzení pátého potisku a laku	-	-	Zemní plyn	6,5092 MJ
Proces 1.–12.	-	-	Elektrická energie	5,5503 MJ
13. Vysekání uzáverů	-	-	Elektrická energie	0,1423 MJ
14. Aplikace těsnění	Těsnění PVC free – směs polymerů	0,17090 kg	Elektrická energie	1,7292 MJ

potisk barvou) bylo možné získat pouze pro celou tiskovou linku dohromady. Navíc je nutný zemní plyn jako palivo ve vypalovací peci, jehož spotřeba je uvedena dále. Během výroby varianty C bylo zaznamenáno zpracování 1 005 tabulí plechu na tiskovém stroji za celkovou dobu 7,046 h. Z jednoho plechu bylo vysekáno 729 kusů uzávěrů. Doba pro zpracování 1 000 kusů uzávěrů tedy činí přibližně 34 s, tj. 0,0096 h:

$$\text{doba operací na tiskovém stroji (var. C)} = \frac{1\,000 \text{ ks} \cdot 7,046 \text{ h}}{(1\,005 \text{ tabulí} \cdot 729 \text{ ks})} = 0,0096 \text{ h} \quad (6.1)$$

Doby operací na tiskovém stroji pro další varianty byly spočítány stejným způsobem – vždy byla zjištěna celková doba operací na tiskovém stroji a počet zpracovaných plechů za tuto dobu.

Vysekávací stroj má rychlost vysekání 4 400 korunkových uzávěrů za minutu; doba vysekávání se přitom pro jednotlivé varianty neliší. Tisíc uzávěrů je vysekáno přibližně za 14 s:

$$\text{doba vysekání} = \frac{1\,000 \text{ ks} \cdot 60 \text{ s}}{4\,400 \text{ ks}} = 13,64 \text{ s} = 0,0038 \text{ h} \quad (6.2)$$

K jednomu lisu přísluší dvě linky na aplikaci těsnění, které mají každá rychlost 2 200 uzávěrů za minutu. Doba aplikace těsnění (opět shodná pro všechny varianty uzávěrů) na 1 000 uzávěrů je:

$$\text{doba aplikace těsnění} = \frac{1\,000 \text{ ks} \cdot 60 \text{ s}}{2\,200 \text{ ks}} = 27,27 \text{ s} = 0,0076 \text{ h} \quad (6.3)$$

Množství spotřebované elektrické energie v energetických vstupech bylo spočítáno pomocí údajů o příkonech P jednotlivých strojů a příslušné době výroby t . Použitý vzorec na výpočet spotřebované elektrické energie E :

$$E = P \cdot t \quad (6.4)$$

Příklad výpočtu spotřeby elektrické energie pro výrobní operaci vysekávání uzávěrů:

$$E (\text{vysekání uzávěrů, var. C}) = 10,4 \text{ kW} \cdot 0,0038 \text{ h} = 0,0395 \text{ kWh} \quad (6.5)$$

Pro převedení vypočtené elektrické energie z kWh na MJ platí:

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ} \quad (6.6)$$

$$E (\text{vysekání uzávěrů, var. C}) = 0,0395 \text{ kWh} \cdot \frac{3,6 \text{ MJ}}{1 \text{ kWh}} = 0,1423 \text{ MJ} \quad (6.7)$$

Ostatní spotřeby elektrické energie byly vypočítány obdobným způsobem – vždy ze známých příkonů strojů a dob trvání operací.

Tiskový stroj obsahuje jednu lakovací a dvě tiskové jednotky (umožňují nanést v jedné etapě dvě různé barvy) a vypalovací pec. Obsluha stroje provádí odečet z plynoměru vždy na začátku a konci směny; hodnoty zemního plynu jsou tak průměrem spotřeby za jednu směnu (např. u varianty C probíhalo vytváření prvního a druhého potisku během jedné směny, množství spotřebovaného plynu je tedy stejné). Zaznamenáváno je i množství plechů, které za směnu projdou vypalovací pecí. Spotřeba zemního plynu se pak přepočítává na $\text{m}^3/1000$ tabulí plechu. Hodnoty spotřeby zemního plynu se liší v závislosti na několika faktorech, např. kontinuitě výroby, dobách prostoje, lacích a barvách, které jsou vypalovány.

Z jedné tabule plechu je vysekáno 729 kusů uzávěrů. U varianty C bylo pro vytváření laku spotřebováno $27,38 \text{ m}^3/1000$ tabulí plechu; pro výpočet spotřeby zemního plynu na 1 000 kusů uzávěrů tedy platí:

$$\text{spotřeba zemního plynu (var. C)} = \frac{1\,000 \text{ ks} \cdot 27,38 \text{ m}^3}{(1\,000 \text{ tabulí} \cdot 729 \text{ ks})} = 0,0376 \text{ m}^3 \quad (6.8)$$

Výroba zemního plynu je v Boustead modelu počítána s jednotkou MJ. Údaje o spotřebě plynu jsou v provozu zaznamenávány v metrech krychlových. Byl proto využit vztah pro přepočet objemových jednotek zemního plynu na energetické jednotky, uvedený v databázi Boustead Modelu:

$$1 \text{ m}^3 = 38,8 \text{ MJ} \quad (6.9)$$

Spotřeba zemního plynu v MJ tedy činí, u varianty C při vytváření 1 000 kusů uzávěrů:

$$\text{spotřeba zemního plynu (var. C)} = 0,0376 \text{ m}^3 \cdot \frac{38,8 \text{ MJ}}{1 \text{ m}^3} = 1,4589 \text{ MJ} \quad (6.10)$$

Materiálové vstupy

Pro výrobu uzávěrů varianty C byl použit pocínovaný ocelový plech o velikosti (1038 x 894) mm a tloušťce 0,21 mm. Jeho hmotnost je 1,53 kg (hmotnost tenčího

plechu pro variantu B je 1,38 kg). Z jedné tabule plechu je vysekáno 729 kusů uzávěrů. Na vyrobení 1 000 kusů uzávěrů je tedy potřeba následující množství plechu:

$$\text{spotřeba plechu (var. C)} = \frac{1\,000 \text{ ks} \cdot 1,53 \text{ kg}}{729 \text{ ks}} = 2,1 \text{ kg} \quad (6.11)$$

Spotřeba přílnavého laku u varianty C byla 15,3 g/tabuli plechu. Na vyrobení 1 000 kusů uzávěrů bylo tedy potřeba úměrné množství laku:

$$\text{spotřeba přílnavého laku (var. C)} = \frac{1\,000 \text{ ks} \cdot 0,0153 \text{ kg}}{729 \text{ ks}} = 0,02099 \text{ kg} \quad (6.12)$$

V prvním potisku u varianty C proběhlo nanesení první vrstvy bílé barvy. Bylo spotřebováno 400 g/1 000 tabulí plechu. Přepočítání spotřeby barvy na 1 000 kusů uzávěrů je následující:

$$\text{spotřeba bílé barvy (var. C)} = \frac{1\,000 \text{ ks} \cdot 0,4 \text{ kg}}{(1\,000 \text{ tabulí} \cdot 729 \text{ ks})} = 0,00055 \text{ kg} \quad (6.13)$$

Množství spotřebovaného těsnění je zaznamenáváno v mg na jeden korunkový úzávěr. U varianty C bylo na jeden uzávěr použito 170,9 mg. Pro 1 000 kusů uzávěrů je to:

$$\text{spotřeba těsnění (var. C)} = 1\,000 \text{ ks} \cdot 170,9 \text{ mg} = 170\,900 \text{ mg} = 0,17090 \text{ kg} \quad (6.14)$$

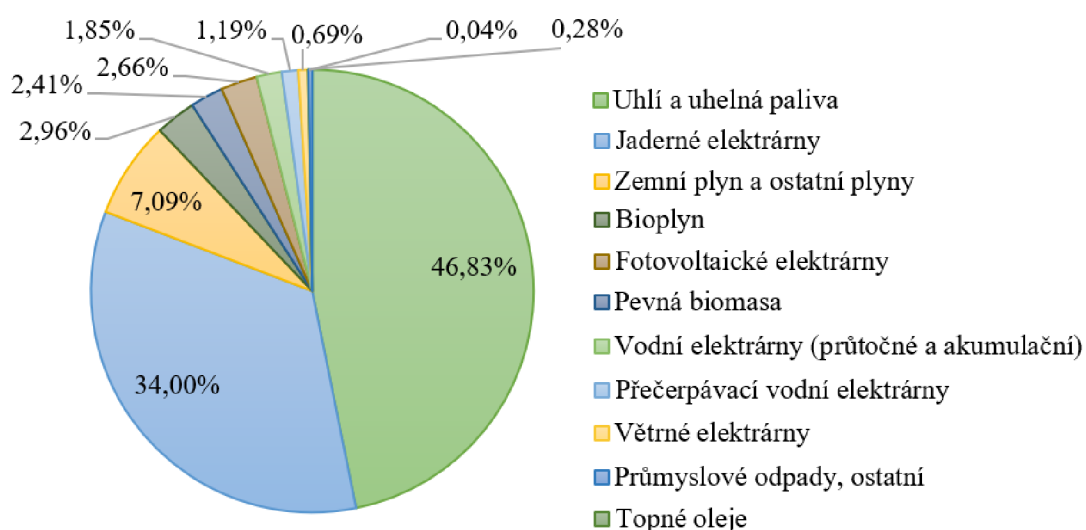
6.3.2 Výroba elektrické energie v ČR

Statistické údaje o výrobě elektřiny jsou každoročně zveřejňovány Energetickým regulačním úřadem a Ministerstvem průmyslu a obchodu. Podíl jednotlivých paliv a technologií na výrobě elektřiny za rok 2018 je vidět v tab. 6.5, procentuální podíl je přehledně znázorněn v grafu na obr. 6.2. Celkově se v ČR v roce 2018 vyrobilo téměř 88 tisíc GWh elektřiny, tj. nárůst o cca 1 % oproti předcházejícímu roku. Uhlí a uhelná paliva (většina je černé uhlí) jsou největším zdrojem elektřiny. Tvoří menší polovinu zdrojů, ale jejich podíl na výrobě elektřiny každoročně klesá. Druhým největším zdrojem jsou jaderné elektrárny, které zvýšily množství vyrobené elektřiny o více než 5 % oproti roku 2016. [41]

Obnovitelné zdroje energie – pevná biomasa, bioplyn, vodní, větrné a fotovoltaické elektrárny a biologicky rozložitelný komunální odpad (zde započítán mezi ostatní zdroje) – tvoří asi 11 % celkové produkce elektřiny. Tento podíl se za poslední tři roky mění jen nepatrně. [41]

Tab. 6.5: Výroba elektřiny podle paliv a technologií v ČR v roce 2018 (údaje z [41]).

Zdroj	Množství [GWh]	Procentuální podíl [%]	Přepočet na MJ (1 MJ = 100 %)
Uhlí a uhelná paliva	41 205,3	46,8261	0,468261
Jaderné elektrárny	29 921,3	34,0029	0,340029
Zemní plyn a ostatní plyny	6 238,6	7,0896	0,070896
Bioplyn	2 607,0	2,9626	0,029626
Fotovoltaické elektrárny	2 338,6	2,6576	0,026576
Pevná biomasa	2 120,5	2,4098	0,024098
Vodní elektrárny (průtočné a akumulční)	1 627,2	1,8492	0,018492
Přečerpávací vodní elektrárny	1 050,6	1,1939	0,011939
Větrné elektrárny	609,3	0,6924	0,006924
Průmyslové odpady, ostatní	243,5	0,2767	0,002767
Topné oleje	34,5	0,0392	0,000392
Celkem	87 996,4	100	1

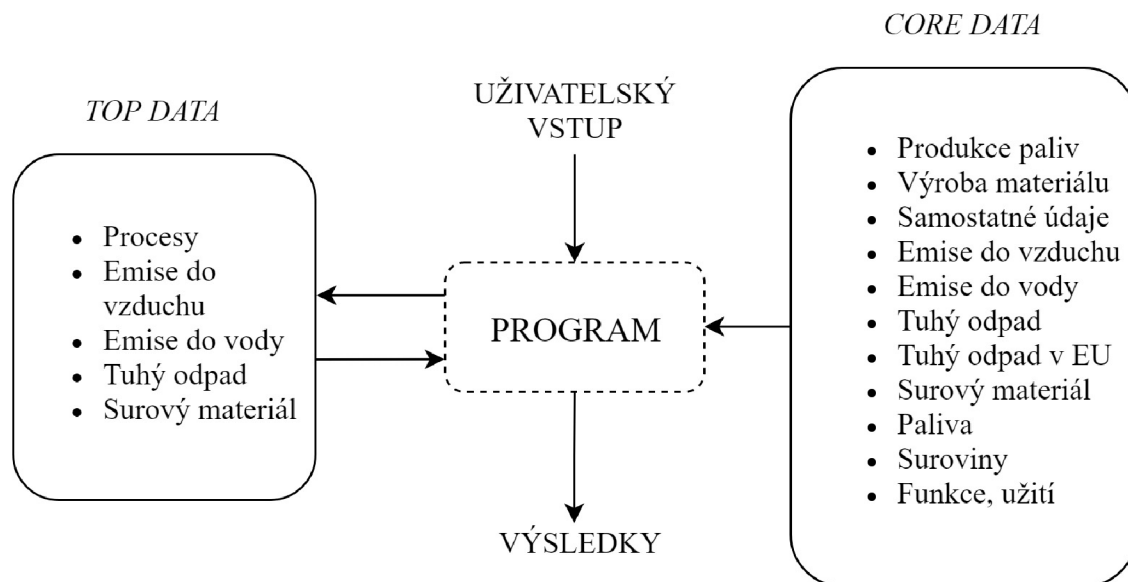


Obr. 6.2: Procentuální podíl výroby elektrické energie v ČR v roce 2018 (údaje z [41]).

6.3.3 Boustead Model 6.0

Na trhu je k dispozici několik software - databázových nástrojů pro sestavování studie LCA. Liší se svým zaměřením, rozsahem výstupu a databází procesů. V databázi procesů jsou údaje o běžně používaných procesech. Databáze procesů je součástí LCA programu a její kvalita a rozsáhlost výrazně usnadňuje další práci. [16] Pro modelování a výpočet zátěže životního prostředí je v této práci použit program Boustead Model 6.0 vyvinut firmou Boustead Consulting Ltd.

Program Boustead Model 6.0 obsahuje vlastní rozsáhlou databázi a výpočetní software. Struktura databáze je zobrazena na obr. 6.3. Skládá se z několika vzájemně propojených složek. Část nazvaná Core Data je vlastní databází informací, která obsahuje údaje o spotřebě paliv a energií, využívání surovin, emisích tuhých, kapalných a plyných. Druhá část databáze Top data umožňuje uživateli definovat vlastní pracovní postupy. [27, 37]



Obr. 6.3: Struktura Boustead Modelu 6.0 (překreslono z [27]).

V programu uživatel modeluje produktový systém a to jako jednotlivé procesy propojené energetickými a materiálovými toky. Vypočtené výsledky jsou zobrazeny v tabulkách podle jednotlivých kategorií: [37]

- celková spotřeba energie;
- spotřeba primárních paliv;
- spotřeba surovin;
- spotřeba vody;
- CO₂ ekvivalent;
- emise do ovzduší;
- emise do vody;
- produkce odpadů.

6.3.4 Vytvořené operace v programu Boustead Model 6.0.

V Boustead Modelu 6.0. byly vytvořeny operace spotřeby energií a operace výroby jednotlivých materiálů. Jednotlivé operace pak byly přiřazeny variantě A, B a C. Pro přehlednost následuje uvedení vytvořených operací pro operaci C, tam kde to bylo nutné, jsou uvedeny i hodnoty pro variantu B s rozdílným typem plechu. Operace pro výrobu dalších variant uzávěrů byly vytvořeny obdobným způsobem s příslušnými materiálovými a energetickými vstupy.

V samotné databázi se nedají provádět změny operací a bylo proto vždy nutné vytvořit novou operaci v uživatelské databázi TOP a do ní zkopírovat obsah požadované operace. Výroba elektrické energie potřebná pro výrobu daného materiálu byla nahrazována operací č. 1 – *Výroba 1 MJ elektrické energie v ČR*, s údaji z roku 2018, a její množství bylo zachováno dle původní operace.

Operace – výroba 1 MJ elektrické energie v ČR

Pro výpočet energetické náročnosti jednotlivých výrobních operací bylo nezbytné vypočítat nejprve výrobu 1 MJ elektrické energie v ČR. V databázi TOP byla vytvořena nová operace č. 1 – *Výroba 1 MJ elektrické energie v ČR*, s jednotkou MJ (obr. 6.4). Do této operace byly vloženy jednotlivé technologie výroby elektrické energie z databáze Produkce paliv (*Fuel Production*). Podíl jednotlivých technologií a paliv odpovídá údajům z kapitoly 6.3.2. Tato operace je součástí další operací.

Code: Operation:

Input table

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit	▲
Fuel prod. core	4865	Hydro electricity generation (virgin) - C	0,01849	MJ	
Fuel prod. core	4867	Hydro-elec (pumped) generation -	0,01194	MJ	
Fuel prod. core	4869	Nuclear electricity generation - CZ	0,34003	MJ	
Fuel prod. core	4873	Solar electricity generation - CZ	0,02658	MJ	
Fuel prod. core	4877	Wind electricity generation - CZ	0,00692	MJ	
Fuel prod. core	4881	Thermal generation from coal - CZ	0,46826	MJ	
Fuel prod. core	4882	Thermal generation from oil - CZ	0,00039	MJ	
Fuel prod. core	4883	Thermal generation from natural gas - CZ	0,07090	MJ	
Fuel prod. core	4887	Thermal generation from municipal waste -	0,00277	MJ	
Fuel prod. core	4888	Thermal generation from solid biomass - C	0,02410	MJ	
Fuel prod. core	4889	Thermal generation from liquid/gas biomass	0,02963	MJ	

Obr. 6.4: Vytvořená operace – Výroba 1 MJ elektrické energie v ČR, rok 2018.

Operace – výroba elektrické energie potřebná pro tiskový stroj, vysekávací stroj a pro linku na aplikaci těsnění

Byly vytvořeny operace zahrnující množství elektrické energie potřebné pro výrobní operace na tiskovém stroji, vysekávacím stroji a na lince pro aplikaci těsnění. Vytvořené operace s odpovídajícími hodnotami pro výrobu 1 000 kusů uzávěrů varianty C jsou zobrazeny na obr. 6.5, obr. 6.6 a obr. 6.7.

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit
Top	1	Vyroba 1 MJ elektricke energie v CR	5,55030	MJ

Obr. 6.5: Vytvořená operace – Výroba elektrické energie pro operace na tiskovém stroji (var. C).

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit
Top	1	Vyroba 1 MJ elektricke energie v CR	0,14230	MJ

Obr. 6.6: Vytvořená operace – Výroba elektrické energie pro vysekávací stroj (var. C).

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit
Top	1	Vyroba 1 MJ elektricke energie v CR	1,72920	MJ

Obr. 6.7: Vytvořená operace – Výroba elektrické energie pro linku na aplikaci těsnění (var. C).

Operace - výroba zemního plynu

V Core databázi programu je dostupná operace výroby zemního plynu v ČR (č. 4821 – *Natural gas production CZ*), obsažená v databázi Produkce paliv. Na obr. 6.8 je vidět operace výroby zemního plynu, včetně informací o vznikajících emisích a potřebného množství elektrické energie; v operaci je zahrnuto i použití zemního plynu (operace č. 4824 – *Natural gas use*) včetně emisí, které při spalování vznikají.

Database

Mat'ls proc. Stand alone
 Fuel prod'n Function
 Top

Code: 2 Operation: Výroba zemního plynu MJ

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit	▲
Air emission	1	dust (PM10) (fuel prod'n)	3,00000	mg	
Air emission	2	CO (fuel prod'n)	7,00000	mg	
Air emission	3	CO2 (fuel prod'n)	124,00000	mg	
Air emission	27	CH4 (fuel prod'n)	21,00000	mg	
Raw material	43	Natural gas/condensate	0,01899	kg	
Feedstock	3	Gas	1,00000	MJ	
Function core	38	Write as other fuels feedstock	0,00000	-	
Fuel prod. core	4824	Natural gas use - CZ	0,00139	MJ	
Top	1	Výroba 1 MJ elektrické energie v ČR	0,00079	MJ	

Obr. 6.8: Vytvořená operace – Výroba zemního plynu.

Množství zemního plynu použitého při výrobě varianty C během několika etap vytváření bylo sečteno; podle údajů z tab. 6.4 to je 17,6335 MJ. Na obr. 6.9 je zobrazena operace výroby zemního plynu použitého při výrobě 1 000 kusů uzávěrů varianty C, obsahující předchozí operaci s odpovídající hodnotou zemního plynu.

Database

Mat'ls proc. Stand alone
 Fuel prod'n Function
 Top

Code: 43 Operation: C_Vyroba zemního plynu MJ

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit	▲
Top	2	Výroba zemního plynu	17,63350	MJ	

Obr. 6.9: Vytvořená operace – Výroba zemního plynu (var. C).

Operace – výroba pocínovaného ocelového plechu

Základem pro výrobu ocelového plechu je ocel o daném složení. V databázi Core je dostupná operace výroby oceli v kyslíkových konvektorech a její následné odlití (č. 4615 – *BOF Steel making + continuous casting*). V prvním kroku byla vytvořena nová operace, do které se zkopíroval operace č. 4615 (obr. 6.10); energetické vstupy obsahující informace z jiných zemí byly změněny na údaje z ČR.

Druhým krokem bylo přidání legujících prvků. Dle údajů od výrobce byl získán obsah legur, tab. 6.6. Výroba těchto prvků byla vyhledána nejprve v databázi Core; u dostupných prvků byl zaznamenán kód operace a v příslušném množství byly přidány do vytvořené operace. Prvky, které nejsou dostupné v databázi Boustead byly dále vyhledány v databázi Idematapp 2018. Ta však neuvádí konkrétní zátěž životního prostředí, ale pouze celkové množství energie potřebné pro výrobu daného prvku v jednotkách MJ/kg. Hodnoty takových prvků byly přepočítány pomocí hmotnostního procenta na MJ; a do vytvořené operace bylo vloženo odpovídající

Code: Operation:

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
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
Fuel prod. core	4897	Electricity use - CZ	0,08880	MJ
Mat. proc. core	3607	Water production	0,55960	litre
Mat. proc. core	3713	Dolomite production	0,00410	kg
Mat. proc. core	3737	Silicon production	0,00020	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	0,91448	kg
Mat. proc. core	4614	Steelworks power plant - elec prod'n	0,04440	MJ
Mat. proc. core	4705	Manganese production	0,00344	kg
Top database	1	Vyroba 1 MJ elektricke energie v CR	0,04239	MJ
Top database	1	Vyroba 1 MJ elektricke energie v CR	0,01233	MJ
Top database	1	Vyroba 1 MJ elektricke energie v CR	0,08718	MJ
Top database	1	Vyroba 1 MJ elektricke energie v CR	0,06418	MJ
Top database	1	Vyroba 1 MJ elektricke energie v CR	0,00447	MJ
Top database	1	Vyroba 1 MJ elektricke energie v CR	0,00580	MJ
Top database	1	Vyroba 1 MJ elektricke energie v CR	0,00418	MJ

Obr. 6.10: Vytvořená operace – Výroba 1 kg oceli.

množství elektrické energie potřebné na jejich výrobu. Na závěr tohoto kroku muselo být sníženo množství vstupního železa, a to o součet množství legujících prvků, které tvoří zhruba 0,5 %. Operace výroba surového železa (č. 4613 – *Blast furnace for pig iron*) byla snížena o 0,00454 kg legujících prvků na hodnotu 0,91448 kg.

Výrobě pocínovaného ocelového plechu probíhá postupně z oceli válcované nejprve za

Tab. 6.6: Složení oceli varianty C (varianty A) a potřebná energie pro výrobu legur.

Prvek	Množství [%]	Kód operace	MJ/kg	MJ
Mn	0,344	4705	-	-
Si	0,02	3737	-	-
Al	0,03	-	141,3	0,0424
Cu	0,025	-	49,31	0,0123
Cr	0,018	-	484,36	0,0872
Ni	0,01	-	641,83	0,0642
Mo	0,003	-	148,89	0,0045
V	0,001	-	579,75	0,0058
Ti	0,001	-	417,77	0,0042
Sn	0,002	4701	-	-

tepla a poté za studena. Tomu odpovídají operace č. 4618 – *Hot rolled coil production* (součástí této operace i samotná výroba oceli) a č. 4625 – *Cold rolling steel*, dostupné v Core databázi. Byla vytvořena operace výroby 1 kg pocínovaného ocelového plechu (pomocí dostupné operace č. 4630 – *Tin plate production*) s již upraveným složením oceli – obr. 6.11. Množství cínu (operace č. 4701 – *Tin production*) bylo upraveno podle skutečně nanesené vrstvy cínu, kterou udává výrobce plechu. U varianty C bylo na každou stranu plechu aplikováno 2,83 g/m² cínu, tj. 5,66 g/m² pro jeden plech. Jedna tabule plechu váží 1,53 kg, podle přímé úměry je pak na výrobu 1 kg pocínovaného ocelového plechu potřeba 0,0037 kg cínu.

$$\text{množství cínu (var. C/A)} = \frac{1 \text{ kg} \cdot 0,00566 \text{ kg/m}^2}{1,53 \text{ kg}} = 0,00370 \text{ kg} \quad (6.15)$$

U varianty B je použit tenčí plech o váze 1,38 kg. Množství cínu pro variantu B bylo naopak vyšší, bylo nanesen 3,29 g/m² cínu na každou stranu plechu. Na výrobu 1 kg pocínovaného ocelového plechu varianty B bylo použito 0,00477 g/m² cínu:

$$\text{množství cínu (var. B)} = \frac{1 \text{ kg} \cdot 0,00658 \text{ kg/m}^2}{1,38 \text{ kg}} = 0,00477 \text{ kg} \quad (6.16)$$

Pro výrobu pocínovaného ocelového plechu nutného na zhotovení 1 000 kusů uzávěrů varianty C byla vytvořena operace zobrazená na obr. 6.12.

Operace – výroba laku

Použité laky se skládají z organických uhlovodíků a derivátů uhlovodíků. Jedná se především o butylalkohol, 2-butoxyethanol, 1-metoxy-2-propanal, apod. Výrobce

Code: 6 Operation: A+C_Vyroba pocinovanebo oc. plechu kg

Input table

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit
Air emission	10	HCl (process)	4,50000	mg
Water emission	1	COD (process)	91,30000	mg
Water emission	4	Fe+compounds as Fe (process)	2,30000	mg
Water emission	6	acid as H+ (process)	75,00000	mg
Water emission	9	metals not specified elsewhere (process)	1,00000	mg
Water emission	16	suspended solids (process)	10,70000	mg
Solid waste	16	Unregulated chemicals (process)	0,00310	kg
Solid waste EU	488	110199 unspecified surf. t waste	0,00310	kg
Fuel prod. core	4824	Natural gas use - CZ	0,29000	MJ
Fuel prod. core	4844	Heavy fuel oil use - CZ	0,02650	MJ
Fuel prod. core	4862	Lubricating oils use - CZ	0,00520	MJ
Mat. proc. core	3607	Water production	1,84830	litre
Mat. proc. core	3626	Sodium dichromate production	0,00010	kg
Mat. proc. core	3664	Sodium hydroxide (solid) production	0,00170	kg
Mat. proc. core	3680	Sulphuric acid (sulphur burning)	0,00050	kg
Mat. proc. core	3694	Hydrochloric acid production	0,00070	kg
Mat. proc. core	3729	Chromic acid production	0,00010	kg
Mat. proc. core	4616	Internal steel scrap recovery	0,02160	kg input
Mat. proc. core	4621	Steelworks power plant - steam prod'n	0,33900	MJ
Mat. proc. core	4701	Tin production	0,00370	kg
Top database	1	Vyroba 1 MJ elektricke energie v CR	0,40970	MJ
Top database	5	A+C_Vyroba oceli valcovane za studena	1,02160	kg

Obr. 6.11: Vytvořená operace – výroba pocínovaného plechu.

Database

Mat'l's proc. Stand alone
 Fuel prod'n Function
 Top

Code: 44 Operation: C_Vyroba pocinovanebo oc.plechu kg

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit
Top	6	A+C_Vyroba pocinovanebo oc. plechu	2,10000	kg

Obr. 6.12: Vytvořená operace – výroba výroba pocínovaného plechu (var. C).

dokládá koncentrace těchto látek, ne však jejich procentuální podíl v laku. V Core databázi Boustead Modelu ani v databázi Idematapp 2018 nebyl nalezen lak s podobným složením, ani výroba jednotlivých látek. Byla proto využita operace výroby průměrně používaného laku (č. 3909 – *Varnish production*). Operaci výroby 1 kg laku s údaji pro ČR lze vidět na obr. 6.13.

Při výrobě uzávěru varianty C byl použit přílnavý lak a krycí lak. Tyto laky se mírně liší složením, konkrétní rozdíly však pro účely této práce není nutné uvádět. Oba laky totiž byly, z důvodu nedostatku dat v databázi, nahrazeny stejným typem laku. Množství laku mohlo být tedy sečteno; podle tab. 6.4 činí množství přílnavého

Database

Mat'ls proc. Stand alone
 Fuel prod'n Function
 Top

Code: 7 Operation: Výroba laku kg

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit	▲
SA core	62	PET amorphous	1,01520	kg	
Fuel prod. core	4824	Natural gas use - CZ	0,04800	MJ	
Fuel prod. core	4846	Medium fuel oil use - CZ	2,82000	MJ	
Mat. proc. core	3812	p-Xylene production	1,19190	kg	
Top	1	Výroba 1 MJ elektrické energie v ČR	2,65200	MJ	

Obr. 6.13: Vytvořená operace – výroba laku.

a krycího laku dohromady 0,0428 kg. Na obr. 6.14 je zobrazena operace pro výrobu laku potřebného na výrobu 1 000 kusů uzávěrů varianty C.

Database

Mat'ls proc. Stand alone
 Fuel prod'n Function
 Top

Code: 45 Operation: C_Vyroba laku kg

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit	▲
Top	7	Výroba laku	0,04280	kg	

Obr. 6.14: Vytvořená operace – výroba laku (var. C).

Operace – výroba barvy

Barvy jsou podobně jako laky na bázi uhlovodíků, obsahují například 2-butoxyethanol, karboxylát manganu, bytylparacresol apod. V databázi Core je dostupná operace výroby průměrně používané barvy (č. 3912 – *Base coat production*). Výroba barvy, která by svým složením blížila odpovídala barvám při výrobě uzávěrů, není dostupná ani v Core databázi programu ani v databázi Idemattapp 2018. Operace výroby zmíněných uhlovodíků není v databázích také obsažena. Pro výrobu barev byla proto použita operace výroby běžně používané barvy, dostupná v Core databázi. Operace výroby 1 kg barvy je zobrazena na obr. 6.15, energetická data byla změněna na údaje z ČR.

Pro výrobu barvy je v databázi k dispozici pouze jedna operace, proto není v práci dále rozlišen různý typ použitých barev. Hmotnost barev u uzávěrů varianty C bylo sečteno; podle tab. 6.4 je celková hmotnost použitých barev 0,00276 kg. Pro výrobu 1 000 kusů uzávěrů varianty C byla vytvořena operace na obr. 6.16 s příslušným množstvím barvy.

Operace – výroba těsnění

Těsnění je složeno ze směsi polymerů, o dané hustotě a tvrdosti; granulát je roztažitelný při teplotě mezi 110 °C až 160 °C. Podrobnější informace o složení těsnění

Database

Mat'ls proc. Stand alone
 Fuel prod'n Function
 Top

Code: 8 Operation: Vyroba barev kg

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit
SA core	10	Toluene	0,15770	kg
Fuel prod. core	4824	Natural gas use - CZ	0,02900	MJ
Fuel prod. core	4846	Medium fuel oil use - CZ	1,68800	MJ
Mat. proc. core	3676	Production of white pigment	0,20000	kg
Mat. proc. core	3836	Methanol production	0,14380	kg
Mat. proc. core	3910	Ink dye production	0,80000	kg
Top	1	Vyroba 1 MJ elektricke energie v CR	1,58800	MJ

Obr. 6.15: Vytvořená operace – výroba barvy.

Database

Mat'ls proc. Stand alone
 Fuel prod'n Function
 Top

Code: 46 Operation: C_Vyroba barev kg

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit
Top	8	Vyroba barev	0,00276	kg

Obr. 6.16: Vytvořená operace – výroba barvy (var. C).

je však z konkurenčních důvodů tajemstvím výrobce a nelze ani zjistit z dostupné literatury. Výrobce těsnění dodává pouze informace o jeho vlastnostech a potvrzení o splnění požadavků pro styk s potravinami.

Směs polymerů je velice široký pojem, a materiál těsnění tak nemohl být ani nahrazen jiným materiálem v databázi obsaženým. V Core databázi byla však nalezena operace výroby korunkového uzávěru (č. 5312 – *Production of crown corks*), která zahrnuje i výrobu těsnění (č. 3906 – *Crown cork sealing compound*). Údaje jsou v databázi uloženy na základě reálných informací o průměrně používaných materiálech při výrobě daného výrobku. Pro účely této práce byla proto pro materiál těsnění použita nalezená operaci č. 3906. Operace výroby 1 kg těsnění s energetickými údaji pro ČR je vidět na obr. 6.17.

Pro výrobu 1 000 kusů uzávěrů varianty C bylo potřeba 0,17090 kg těsnění, vytvořená operace je zobrazena na obr. 6.18.

Operace – výroba uzávěrů varianty C

Pro výrobu uzávěrů varianty C byla vytvořena nová operace a do ní z databáze TOP zkopírovány všechny již vytvořené operace zahrnující energetické a materiálové vstupy příslušné varianty. Výroba 1 000 kusů korunkových uzávěrů varianty C se skládá z operací na obr. 6.19.

Database
 Mat'l's proc. Stand alone
 Fuel prod'n Function
 Top

Code: 9 Operation: Vyroba tesneni kg

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit
SA core	58	Emulsion PVC average	0,61210	kg
Fuel prod. core	4824	Natural gas use - CZ	0,03220	MJ
Fuel prod. core	4846	Medium fuel oil use - CZ	2,59640	MJ
Mat. proc. core	3607	Water production	1,00011	litre
Mat. proc. core	3629	Clay calcination	0,00620	kg
Mat. proc. core	3695	Titanium dioxide production	0,00610	kg
Mat. proc. core	3814	Carbon black production	0,00020	kg
Mat. proc. core	3818	Paraffin wax production	0,00700	kg
Mat. proc. core	3840	Dioctyl phthalate production	0,36840	kg
Top	1	Vyroba 1 MJ elektricke energie v CR	0,57480	MJ

Obr. 6.17: Vytvořená operace – výroba těsnění.

Database
 Mat'l's proc. Stand alone
 Fuel prod'n Function
 Top

Code: 47 Operation: C_Vyroba tesneni kg

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit
Top	9	Vyroba tesneni	0,17090	kg

Obr. 6.18: Vytvořená operace – výroba těsnění (var. C).

Code: 49 Operation: Vyroba uzaveru varianty C_EN+MAT 1000 ks

Input table

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit
Top database	40	C_Vyroba el. E_tiskovy stroj - 5,5503 MJ	1,00000	MJ
Top database	41	C_Vyroba el. E_vysekavaci stroj - 0,1423	1,00000	MJ
Top database	42	C_Vyroba el. E_linka na apl. tes.-1,7292M	1,00000	MJ
Top database	43	C_Vyroba zemniho plynu - 17,6335 MJ	1,00000	MJ
Top database	44	C_Vyroba pocinovaného oc. plechu - 2,1 kg	1,00000	kg
Top database	45	C_Vyroba laku - 0,0428 kg	1,00000	kg
Top database	46	C_Vyroba barev - 0,00276 kg	1,00000	kg
Top database	47	C_Vyroba tesneni - 0,17090 kg	1,00000	kg

Obr. 6.19: Vytvořená operace – výroba 1 000 ks uzávěrů varianty C.

Operace – výroba uzávěrů varianty A

Obdobně byly vytvořené všechny potřebné operace pro další varianty uzávěrů. Operace pro výrobu 1 000 kusů korunkových uzávěrů varianty A zahrnující všechny energetické a materiálové vstupy je zobrazená na obr. 6.20.

Code: Operation:

Input table

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit	▲
Top database	20	A_Vyroba el. E_tiskovy stroj - 0,8672 MJ	1,00000	MJ	
Top database	21	A_Vyroba el. E_vysekavaci stroj - 0,1423	1,00000	MJ	
Top database	22	A_Vyroba el. E_linka na apl.tes.-1,7292MJ	1,00000	MJ	
Top database	23	A_Vyroba zemniho plynu - 3,3403 MJ	1,00000	MJ	
Top database	24	A_Vyroba pocinovanebo oc.plech - 2,1 kg	1,00000	kg	
Top database	25	A_Vyroba laku - 0,04152 kg	1,00000	kg	
Top database	27	A_Vyroba tesneni - 0,18379 kg	1,00000	kg	

Obr. 6.20: Vytvořená operace – výroba 1000 ks uzávěrů varianty A.

Operace – výroba uzávěrů varianty B

Byla vytvořena také operace pro výrobu 1000 kusů varianty B, která slučuje všechny materiálové a energetické vstupy příslušné varianty (obr. 6.21).

Code: Operation:

Input table

Database	Code	Operation name	Quantity	Unit	▲
Top database	30	B_Vyroba el. E_tiskovy stroj - 0,9251 MJ	1,00000	MJ	
Top database	31	B_Vyroba el. E_vysekavaci stroj-0,1423 MJ	1,00000	MJ	
Top database	32	B_Vyroba el. E_linka na apl.tes.-1,7292MJ	1,00000	MJ	
Top database	33	B_Vyroba zemniho plynu - 5,0906 MJ	1,00000	MJ	
Top database	34	B_Vyroba pocinovaneho oc.plech-1,8kg	1,00000	kg	
Top database	35	B_Vyroba laku - 0,0447 kg	1,00000	kg	
Top database	36	B_Vyroba barev - 0,00186 kg	1,00000	kg	
Top database	37	B_Vyroba tesneni - 0,19075 kg	1,00000	kg	

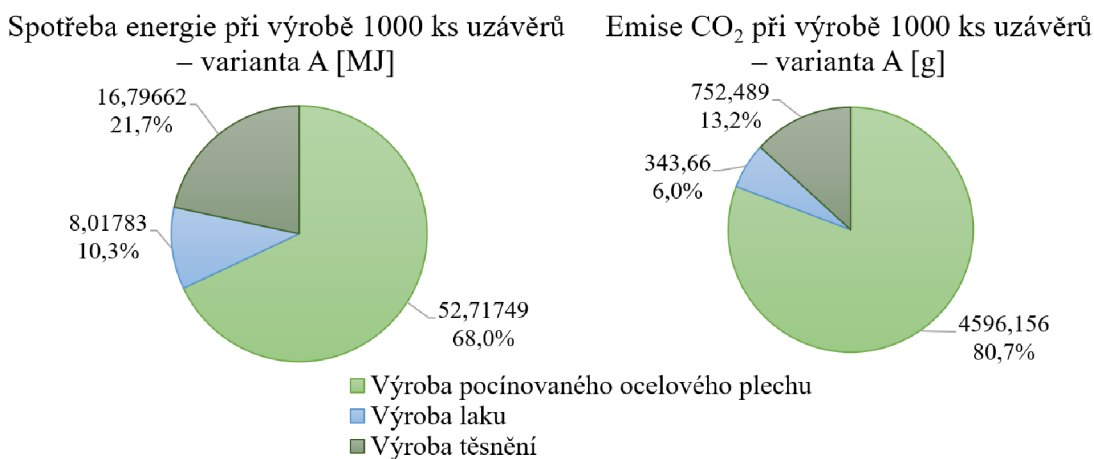
Obr. 6.21: Vytvořená operace – výroba 1000 ks uzávěrů varianty B.

6.4 III. fáze: Hodnocení dopadů

V této fázi hodnocení dopadů se vyhodnocují výsledky z inventarizace. Jsou sledovány potenciální dopady na životní prostředí, konkrétně spotřeba energie (*Gross energy data in MJ*) a vypouštění emisí CO₂ do ovzduší (*Gross air emissions in mg – CO₂*). Výstupní údaje z programu Boustead Model 6.0. jsou uvedeny v příloze a jejich hodnoty byly zpracovány graficky v této kapitole.

6.4.1 Vyhodnocení – uzávěry varianty A

Obr. 6.22 představuje podíl jednotlivých materiálů na spotřebě energie (graf vlevo) a vzniklých emisí (graf vpravo) při výrobě 1 000 kusů varianty A. Zcela největší podíl tvoří výroba pocínovaného ocelového plechu, a to jak na spotřebě energie (tvoří 68%), tak na vzniklých emisí CO₂ (až 81%). Nejméně pak výroba laku, která tvoří asi 10% u spotřeby energie a na vzniku emisí CO₂ se podílí 6%. Částečné ovlivnění vzniklo tím, že výroba některých legur oceli byla nahrazena množstvím spotřebované energie potřebné na jejich výrobu (z důvodu nedostupnosti operace v databázi).



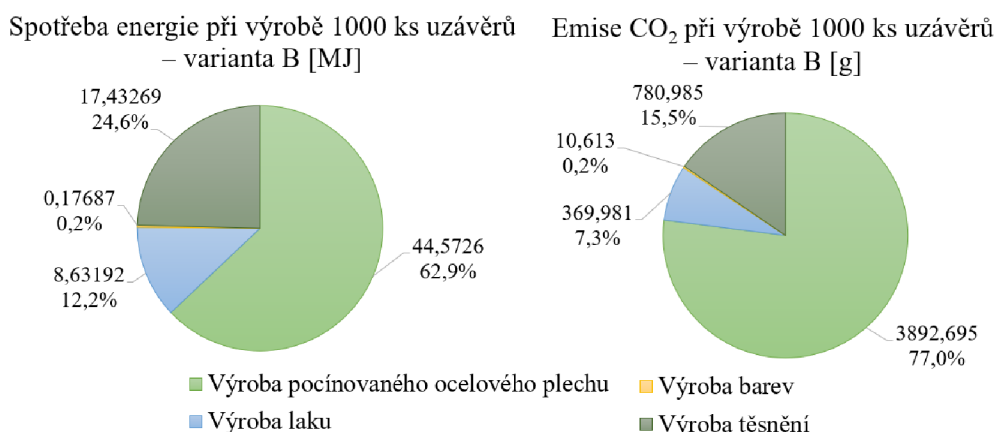
Obr. 6.22: Podíl jednotlivých materiálů na spotřebě energie (vlevo) a vzniklých emisí CO₂ (vpravo) při výrobě 1 000 ks uzávěrů varianty A.

6.4.2 Vyhodnocení – uzávěry varianty B

Podíl jednotlivých materiálů na spotřebě energie a vzniklých emisí při výrobě 1 000 kusů uzávěrů varianty B je zobrazen na obr. 6.23. Na grafu vlevo je podíl materiálů na spotřebě energie, přičemž většinu tvoří výroba pocínovaného ocelového plechu – 63%, což je o něco méně než u varianty A a C. Významný podíl má i výroba těsnění, která tvoří téměř čtvrtinu spotřeby energie. Z pohledu vzniklých emisí (graf vpravo) je situace obdobná, třičtvrtiny má za následek výroba pocínovaného ocelového plechu. Téměř zanedbatelný vliv má výroba barev a to jak na spotřebě energie, tak vzniklých emisí CO₂, podílí se pouze 0,2%.

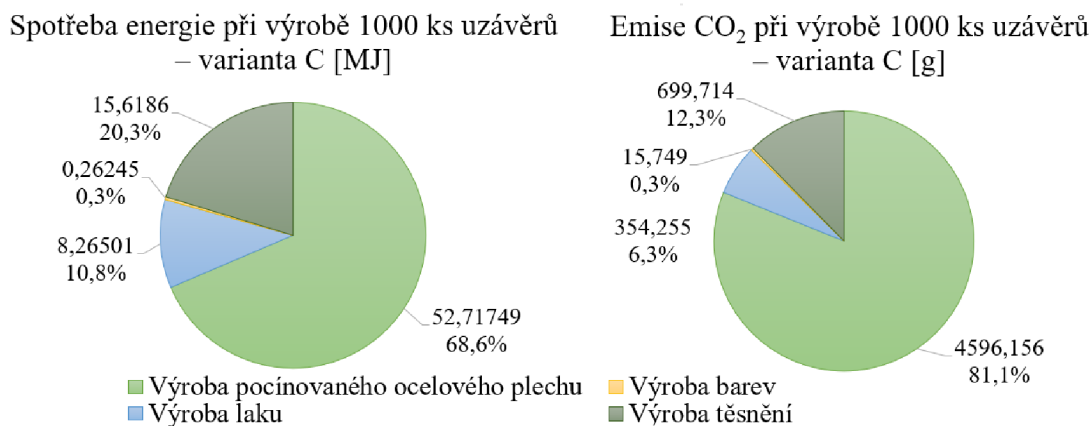
6.4.3 Vyhodnocení – uzávěry varianty C

Varianta C je zobrazena na obr. 6.24, graf vlevo zobrazuje podíl výroby materiálů na spotřebě energie a graf vpravo vzniklé emise CO₂. Situace je obdobná jako u varianty A se stejným typem plechu, který opět tvoří většinu – 69% se podílí na spotřebě energie a 81% na vzniklých emisích CO₂. Výroba těsnění má v obou případech vyšší



Obr. 6.23: Podíl jednotlivých materiálů na spotřebě energie (vlevo) a vzniklých emisí CO₂ (vpravo) při výrobě 1 000 ks uzávěrů varianty B.

podíl než výroba laků. Minimální je vliv výroby barev. Bylo použito více barev než u varianty B, tvoří však pouze 0,3% celku.



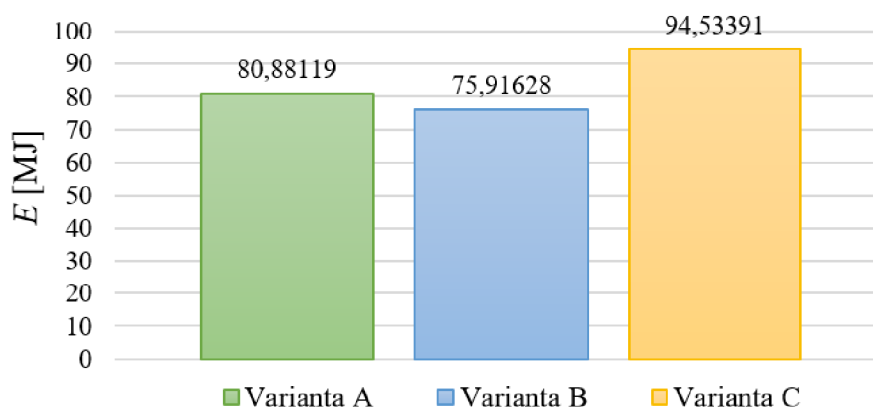
Obr. 6.24: Podíl jednotlivých materiálů na spotřebě energie (vlevo) a vzniklých emisí CO₂ (vpravo) při výrobě 1 000 ks uzávěrů varianty C.

6.4.4 Vyhodnocení – porovnání variant uzávěrů

Celková spotřeba energie na výrobu 1 000 kusů uzávěrů varianty A, B a C je znázorněna v grafu na obr. 6.25; je v ní zahrnuta jak spotřeba energie při výrobě korunkových uzávěrů, tak energie potřebná na výrobu použitých materiálů. Nejvíce energie je potřeba na výrobu uzávěrů varianty C, jedná se o přibližně 95 MJ. Nejméně energeticky náročná je varianta B, u které bylo spotřebováno téměř 76 MJ. U varianty A činí spotřeba energie přibližně 81 MJ.

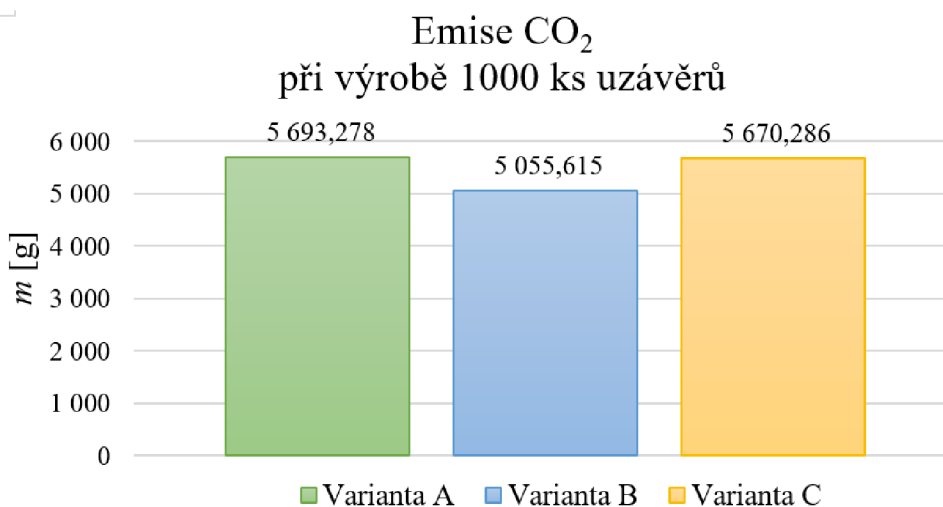
Množství vzniklých emisí CO₂ při výrobě 1 000 kusů variant A, B a C je zobrazeno na obr. 6.26. Nejnižší emise CO₂ má varianta B – přibližně 5 055 g. Při výrobě

Spotřeba energie při výrobě 1000 ks uzávěrů



Obr. 6.25: Porovnání celkové spotřeby energie při výrobě 1000 ks uzávěrů jednotlivých variant.

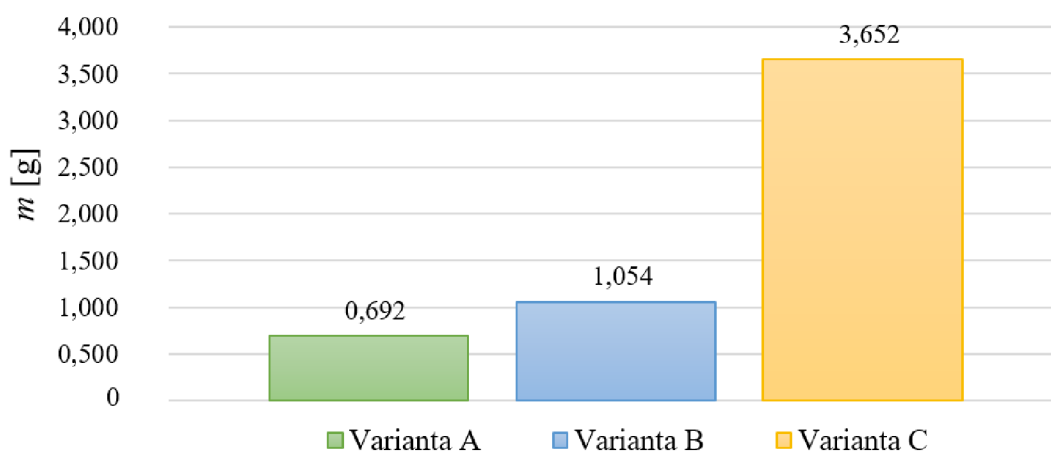
varianty A a C vznikají téměř stejné emise (5693 g a 5670 g). To dáno především použitím stejného typu plechu, který je silnější než u varianty B.



Obr. 6.26: Porovnání vzniku emisí CO₂ při výrobě 1000 ks uzávěrů jednotlivých variant.

Spotřeba energie a emise CO₂ při výrobě elektrické energie, která byla použita během operací na tiskovém stroji, vysekávacím stroji a při aplikaci těsnění, je zobrazena v tab. 6.7. Tyto hodnoty jsou velice nízké při porovnání s příslušnými hodnotami při výrobě jednotlivých materiálů a při použití zemního plynu; jsou proto z dalšího hodnocení vynechány.

Emise CO₂ při použití zemního plynu na výrobu 1000 ks uzávěrů



Obr. 6.28: Porovnání vzniklých emisí CO₂ při použití zemního plynu na vyrobení 1 000 ks uzávěrů jednotlivých variant.

6.5 IV. fáze: Interpretace

Ve fázi interpretace je cílem setřídít a vhodně interpretovat hodnoty z druhé fáze a výstupy ze třetí fáze studie, jsou identifikována významná zjištění. Tato studie neurčuje kategorie dopadů, zaměřuje se přímo na spotřebu energie a vznik emisí CO₂.

Z hlediska spotřeby energie má nejvyšší environmentální dopady varianta C, dochází ke spotřebě asi 95 MJ. Nejvyšší hodnota emisí CO₂ byla u varianty A (5,693 kg), jen o málo méně měla opět varianta C (5,670 kg). Tento rozdíl (asi 0,02 kg emisí CO₂) je způsobem především vyšší spotřebou těsnění na výrobu uzávěrů varianty A. Těsnění je však u obou variant shodného typu a jedná se tedy spíše o odchylku stoje, který těsnění aplikoval.

Nejméně zatěžuje životní prostředí varianta B, a to jak z pohledu spotřeby energie (76 MJ), tak vznikajících emisí CO₂ (5,1 kg). Varianta B má spotřebu energie o 20% nižší než nejnáročnější varianta C; vzniklé emise CO₂ jsou nižší asi o 11% oproti zbývajícím variantám. Důvodem je především použití tenčího plechu (o tloušťce 0,18 mm). Oproti variantě A, proběhl u varianty B potisk plechu, bylo ale naneseno méně vrstev barev než u varianty C a tím byla nižší i spotřeba zemního plynu nutného pro vytvrzení.

Varianty A a C byly vyrobeny ze stejného typu plechu, varianta C byla navíc potlačena barevným vzorem. Vyšší spotřeba energie u varianty C (95 MJ) oproti variantě A (81 MJ) je způsobena použitím většího množství zemního plynu na vytvrzení barev. Spotřeba energie při použití zemního plynu u varianty C je asi 18 MJ, u varianty A pouze přibližně 3 MJ.

Z hlediska náročnosti výroby jednotlivých materiálů se nejvíce na zátěži životního prostředí projevuje výroba pocínovaného ocelového plechu, a to u všech variant. Na druhém místě je to výroba těsnění a na třetím výroba laku. Výroba barev u variant B a C je téměř zanedbatelná (tvoří pouze 0,2% a 0,3%). S barevným potiskem je však spojeno použití zemního plynu a tím má varianta C nejvyšší environmentální dopady.

6.5.1 Hodnocení kvality údajů metodou Weidema

Součástí fáze interpretace je i hodnocení a ověření platnosti významných zjištění. Pro hodnocení kvality údajů byla použita metoda Weidema, která testuje nedostatky vstupních dat, jejich správnost a vhodnost pro danou studii. Metoda zohledňuje šest parametrů – metodu sběru dat, nezávislost údajů na dodavateli, reprezentativnost údajů, stáří údajů, geografickou a technologickou korelaci. Hodnocení probíhá od 1 (nejvyšší kvalita údajů) do 5, jak prezentuje tab. 6.8. [16, 29]

Výroba jednotlivých variant korunkových uzávěrů probíhala ve stejném výrobním podniku, na začátku roku 2019. Při modelování životního cyklu v programu Boustead Modelu bylo postupováno shodným způsobem. Hodnocení kvality údajů platí proto pro všechny posuzované varianty uzávěrů; hodnocení použitých látek a energií je zobrazeno v tab. 6.9.

Údaje o výrobě jednotlivých materiálů byly převzaty z databáze Boustead Modelu. Zdroje pro tuto databázi byly získány sběrem údajů z výrobních podniků; jsou tedy založeny na měření. Jejich poslední aktualizace však pochází z roku 2009 [1], a stáří těchto údajů je tedy ohodnoceno číslem 4. Boustead model zohledňuje místo výroby daných materiálů. Složení ocelové plechu bylo získáno na základě materiálového listu od výrobce. Složení laků, barev a těsnění však bylo, kvůli nedostupnosti požadovaných dat, nahrazeno dostupnými operaci v databázi Boustead modelu; došlo tedy opět k ovlivnění stářím údajů. Údaje o množství materiálů byly vypočteny na základě měření ve výrobním podniku. Složení zdrojů elektrické energie bylo zjištěno z údajů zveřejňovaných Energetickým úřadem a Ministerstvem průmyslu a obchodu. Hodnoty jsou platné pro výrobu elektřiny v ČR v roce 2018. Jedná se o stejné území, které je předmětem studie, a aktuální data. S ohledem na vyhodnocení metodou Weidema lze vstupní údaje pro účely této studie považovat vhodné. Při dalším použití studie by bylo nutné zohlednit především stáří použitých dat z databáze Boustead Modelu, v lepším případě získat novější údaje přímým měřením.

Tab. 6.8: Způsob hodnocení kvality údajů podle metody Weidema ([29]).

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 údaje 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. 6.9: Hodnocení kvality údajů metodou Weidema.

Hodnocená oblast	Posuzovaný krok	Metody sběru	Nezávislost údajů na dodavateli	Reprezentativnost	Stáří údajů	Geografická korelace	Technologická korelace
Pocínovaný ocelový plech	Složení	2	3	1	1	2	1
	Výroba	2	2	1	4	2	3
	Množství	2	2	1	1	1	1
Laky	Složení	2	3	1	4	2	2
	Výroba	2	3	2	4	2	3
	Množství	2	2	1	1	1	1
Barvy	Složení	2	3	1	4	2	2
	Výroba	2	3	2	4	2	3
	Množství	2	2	1	1	1	1
Těsnění	Složení	2	3	1	4	2	2
	Výroba	2	3	1	4	2	3
	Množství	2	2	1	1	1	1
Elektrická energie	Složení	2	1	1	1	1	1
	Výroba	2	1	1	4	1	3
	Množství	2	2	1	1	1	1
Zemní plyn	Výroba	2	1	1	4	1	3
	Množství	3	2	2	1	1	1

6.5.2 Závěry a doporučení

Celkově je možno říci, že při použití složitějšího barevného vzoru na uzávěru, je vyšší spotřeba energií. Použije-li se průměrně náročný barevný potisk (jako u varianty B), jsou vznikající environmentální dopady jen o něco málo vyšší než u varianty pouze lakované (varianta A). Složitější barevné vzory vyžadují postupné vytvrzování a zátěž životního prostředí se tím mnohonásobně zvyšuje. Vznikající emise CO₂ jsou nejnižší, použije-li se tenčí plech. Vhodnou kombinací by pro výrobní firmu bylo, použít tenčí plech i u varianty pouze lakované, tím by byla nejnižší i zátěž životního prostředí. Pokud už má být korunkový uzávěr potištěn lze doporučit co nejjednodušší vzor, který bude vytvrzován jen dvakrát nebo třikrát.

7 ZÁVĚR

Tato diplomová práce měla za cíl posouzení environmentální zátěže zvoleného výrobku – korunkového uzávěru. Vzhledem k dalším stanoveným cílům byly v teoretické části práce popsány současné globální ekologické problémy. Jedním z nejvíce diskutovaným je i globální oteplování, na kterém se podílejí emise skleníkových plynů a vysoká spotřeba energie. V další kapitole je uvedena vybraná ekologická legislativa. Následuje popis konkrétních metodik hodnocení zátěže životního prostředí, mezi které patří i metoda LCA (posuzování životního cyklu) využitá v praktické části práce.

Podstatou praktické části bylo provedení posouzení environmentálních dopadů – korunkového uzávěru. Tento výrobek a způsob jeho výroby byl popsán. Studie LCA byla provedena ve formě „cradle to gate“ – tedy od zisku surovin po ukončení výroby. Hodnocení dopadů na životní prostředí bylo zaměřeno na spotřebu energie a vznik emisí CO₂. Metoda LCA má čtyři hlavní fáze, které byly dodrženy.

V první fázi studie byl stanoven cíl a rozsah, byla definována funkce výrobku a hranice posouzení a popsán životní cyklus výrobku. K analyzování byly vybrány 3 varianty korunkového uzávěru – nazvány A, B a C – lišící se zejména množstvím barevného potisku, tloušťkou plechu a jeho složením. Studie byla určena pro interní účely výrobní firmy.

Nejrozsáhlejší a časově nejnáročnější byla druhá fáze – inventarizační analýza. Byly sumarizovány vstupy a výstupy a provedeny výpočty pomocí programu Boustead Model 6.0. Tento program má svou vlastní databázi informací a byla také vytvořena vlastní uživatelská databáze ze získaných dat. Výstupem ze softwaru byly údaje o spotřebě energie a emisích CO₂.

Ve třetí fázi se hodnotily zjištěné dopady z předchozí fáze. Z hlediska náročnosti výroby jednotlivých materiálů bylo zjištěno, že nejvíce zatěžuje životní prostředí výroba pocínovaného ocelového plechu; výroba laků a barev byla naopak téměř zanedbatelná. Při porovnání variant měla nejvyšší environmentální dopady z hlediska spotřeby energie varianta C, která byla nejnáročnější z hlediska barevného potisku. Vzniklé emise CO₂ byly nejvyšší u varianty A a C a to z důvodu použití tlustšího plechu než u varianty B.

Poslední fázi je interpretace. Zde byly shrnuty významná zjištění a učiněna doporučení a závěry. Tenčí plech, který měla varianta B, lze doporučit i u ostatních variant. Pokud má být uzávěr potištěn, byl by výhodný barevný vzor, náročností odpovídající variantě B. Tím by se pro výrobní firmu dosáhlo snížení spotřeby energie. Na závěr bylo provedeno hodnocení kvality vstupních údajů pomocí metody Weidema. Na základě jejích výsledků lze považovat studii za zdařilou.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] *Boustead Consulting USA* [online]. Ardmore PA, 2013 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <<http://www.bousteadusa.com/>>.
- [2] ČESKO. Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí) [online]. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2001, částka 40. [cit. 2019-02-17]. Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-100>>.
- [3] ČESKO. Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů [online]. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2001, částka 41. [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-185>>.
- [4] ČESKO. Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší [online]. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2012, částka 69. [cit. 2019-02-17]. Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-201>>.
- [5] ČESKO. Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) [online]. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2001, částka 98. [cit. 2019-02-17]. Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>>.
- [6] ČESKO. Zákon č. 326/2017 Sb., kterým se mění zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí), ve znění pozdějších předpisů [online]. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2017, částka 111. [cit. 2019-02-17]. Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2017-326>>.
- [7] ČSN EN 10202. *Ocelové plechy na obaly, válcované za studena - Elektrolyticky pocínované a speciálně pochromované*. Praha: Český normalizační institut, 2003. Třídící znak: 420914.
- [8] ČSN EN ISO 14040. *Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Zásady a osnova*. Praha: Český normalizační institut, 2006. Třídící znak 010940.
- [9] DUŠEK, S. *Uzávěry pивních lahví*. Roztoky: Chrast, 2016. ISBN 978-80-270-0494-2.
- [10] EMAS. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. © 2008–2019 [cit. 2019-05-10]. Dostupné z: <<https://www.mzp.cz/cz/emas>>.
- [11] EZECHEL, M., J. ZICHOVÁ a L. PYTLOUN. *Ekologie a ochrana životního prostředí*. Mělník: Vyšší odborná škola zahradnická a Střední zahradnická škola ve spolupráci s vydavatelstvím Profi Press, 2012. ISBN 978-80-904782-3-7.

- [12] FILDÁN, Z. *Povinnosti firem v podnikové ekologii*. Tachov: Envi Group, 2008. ISBN 978-80-904215-0-9.
- [13] HERČÍK, M., J. FIEDOR a H. MÜLLEROVÁ. *Legislativa a ochrana životního prostředí*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2008. ISBN 978-80-248-1837-5.
- [14] IPPC – Integrovaná prevence a omezování znečištění. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. ©2008–2019 [cit. 2019-05-10]. Dostupné z: <<https://www.mzp.cz/ippc>>.
- [15] KAPLANOVÁ, M. *Moderní polygrafie*. Praha: Svaz polygrafických podnikatelů, 2009. ISBN 978-80-254-4230-2.
- [16] KOČÍ, V. *Posuzování životního cyklu Life Cycle Assessment - LCA*. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, 2009. ISBN 978-80-86832-42-5.
- [17] KRBALOVÁ, M. *Ekologie ve strojírenství* [přednáška]. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky, 2017 [cit. 2019-02-02].
- [18] KUDLÁČEK, I. *Ekologie průmyslu*. Vyd. 2. přeprac. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002. ISBN 80-01-02495-4.
- [19] LHOTÁKOVÁ J. Informační systém EIA. *Zpravodaj EIA* [online časopis]. [cit. 2019-03-17]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2002, roč. 7, č. 2, str. 2–3. Dostupné z: <<https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/doc/40843938E82F6992C1256FC8004907B1>>.
- [20] MATOUŠKOVÁ L., L. VOLAUFOVÁ. *Životní prostředí - Prostředí každého z nás?* Hronov: CENIA, česká informační agentura životního prostředí, 2009. ISBN 978-80-8 087-71-0.
- [21] Národní program Životní prostředí. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. ©2008–2019 [cit. 2019-05-10]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/cz/narodni_program_zivotni_prostredi>.
- [22] O EMAS. *CENIA, česká informační agentura životního prostředí* [online]. © 2012 [cit. 2019-05-10]. Dostupné z: <<https://emaseu.cz/emas/o-emas>>.
- [23] O posuzování vlivu na životní prostředí. *CENIA, česká informační agentura životního prostředí* [online]. © 2012 [cit. 2019-02-17]. Dostupné z: <<http://www1.cenia.cz/www/node/5>>.
- [24] Ochrana ovzduší. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. © 2008–2019 [cit. 2019-05-10]. Dostupné z: <<https://www.mzp.cz/cz/ovzdusi>>.

- [25] Ochrana půdy. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. © 2008–2019 [cit. 2019-05-10]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/cz/ochrana_pudy>.
- [26] Odpadové hospodářství. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. © 2008–2019 [cit. 2019-05-10]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/cz/odpadove_hospodarstvi>.
- [27] Overview of Boustead. *Sustainable Production Support Tools* [online]. [cit. 2019-03-02]. Dostupné z: <http://adm-global.org/productionsupporttools/Database_Boustead.html>.
- [28] Pařížská dohoda. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. © 2008–2019 [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/cz/parizska_dohoda>.
- [29] Porovnání environmentálních dopadů nápojových obalů v ČR metodou LCA. Závěrečná zpráva. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. 2009 [cit. 2019-05-09]. Dostupné z: <http://lca-cz.cz/projekt-lca/download/SPII2f11697_zaverecna_zprava.pdf>.
- [30] Posuzování vlivů na životní prostředí (EIA). *Ministerstvo životního prostředí* [online]. © 2008–2019 [cit. 2019-02-17]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/cz/posuzovani_vlivu_zameru_zivotni_prostredi_eia>.
- [31] Posuzování vlivů na životní prostředí (SEA). *Ministerstvo životního prostředí* [online]. © 2008–2019 [cit. 2019-02-17]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/cz/posuzovani_vlivu_koncepci_sea>.
- [32] Regulované látky. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. © 2008–2019 [cit. 2019-05-09]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/cz/regulovane_latky>.
- [33] REMTOVÁ, K. *Posuzování životního cyklu - Metoda LCA*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2003. ISBN 80-7212-232-0.
- [34] ŘÍHA, M., P. CHALOUPKA. *Ochrana životního prostředí*. Praha: Námořní akademie České republiky, 2007. ISBN 978-80-87103-02-9.
- [35] Skleníkové plyny – výklad. *Evropská komise* [online]. 2019 [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/pdf/gases_cs.pdf>.
- [36] SVOBODA, L., Ž. DOHNALOVÁ a P. BĚLINA. *Managementy kvality, bezpečnosti a životního prostředí*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2008. ISBN 978-80-7395-067-5.

- [37] The Boustead Life Cycle Assessment. *Boustead Consulting USA* [online]. 2013 [cit. 2019-03-02]. Dostupné z: <<http://www.bousteadusa.com/bousteadLCA.html>>.
- [38] TŘEBICKÝ, V., M. LUPAČ a J. NOVÁK. *Ekologická stopa města: metodika výpočtu*. Praha: Týmová iniciativa pro místní udržitelný rozvoj, 2011. ISBN 978-80-87549-00-1.
- [39] Zátka korunková pivní. *BS Vinařské potřeby* [online]. [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: <<https://www.vinarskepotreby.cz/zatka-korunkova-pivni-100-ks-1.html>>.
- [40] Změna klimatu: Komise předkládá plán zvýšení konkurenceschopnosti Evropy do roku 2050 pomocí přechodu na nízkouhlíkovou ekonomiku. *European Commission* [online]. 2018 [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <http://europa.eu/rapid/press-release_IP-11-272_cs.htm>.
- [41] Zprávy o provozu elektrizační soustavy. *ERU, Energetický regulační úřad* [online]. © 2014–2018 [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: <<https://www.eru.cz/cs/zpravy--o-provozu-elektrizacni-soustavy#2018>>.

SEZNAM ZKRATEK

BAT	Best Available Techniques – Nejlepší dostupné techniky
BREF	BAT Reference Document – Referenční dokumenty nejlepších dostupných technik
ČR	Česká republika
ČSN	Česká technická norma
EIA	Environmental Impact Assessment – Posuzování vlivů záměru na životní prostředí
EMS	Environmental Management System – Systém environmentálního managementu
EMAS	Eco-Management and Audit Scheme – Systém environmentálního řízení a auditu
EN	Evropská norma
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control – Integrovaná prevence a omezování znečištění
ISO	International Organization for Standardization – Mezinárodní organizace pro normalizaci
LCA	Life Cycle Assessment – Posuzování životního cyklu
LCC	Life Cycle Costing – Analýza nákladů životního cyklu
SEA	Strategic Environmental Assessment – Posuzování vlivů koncepcí na životní prostředí

SEZNAM SYMBOLŮ

Symbol	Jednotka	Význam
A	[gha]	Celková výměra ploch pro daný typ země
BK	[gha]	Biokapacita
E	[kWh], [J]	Energie
EK	–	Ekvivalentní faktor
ES _e	[gha]	Ekologická stopa exportovaných komodit
ES _i	[gha]	Ekologická stopa importovaných komodit
ES _p	[gha]	Ekologická stopa produkce
ES _s	[gha]	Ekologická stopa spotřeby
FV	–	Faktor výnosu
P	[W]	Příkon
P _c	t	Celková produktivita daného produktu nebo množství emitovaného CO ₂
t	[s]	Čas

SEZNAM OBRÁZKŮ

4.1	<i>Grafické znázornění ekologické stopy</i>	34
4.2	<i>Fáze EIA</i>	36
4.3	<i>Fáze SEA</i>	37
4.4	<i>Životní cyklus produktu</i>	38
4.5	<i>Schéma produktového systému</i>	38
4.6	<i>Fáze LCA a jejich provázanost</i>	39
4.7	<i>Volba kategorií dopadu</i>	41
5.1	<i>Korunkové uzávěry láhví</i>	45
5.2	<i>Zařízení na výrobu ofsetových desek</i>	48
5.3	<i>Lakovací jednotka tiskového stroje</i>	49
5.4	<i>Schéma tříválcové tiskové jednotky</i>	50
5.5	<i>Vypalovací pec (v popředí složené tabule plechů)</i>	50
5.6	<i>Ukázka potišťeného plechu před dalším výrobním postupem</i>	51
5.7	<i>Vysekávací stroj</i>	51
5.8	<i>Uspořádání 27 raznic (šipka určuje směr pohybu plechu ve stroji)</i>	51
5.9	<i>Linka pro aplikaci těsnění</i>	52
5.10	<i>Nejpoužívanější tvary těsnění, nazývané (zleva: 916, 917 a G1)</i>	53
5.11	<i>Balení uzávěrů: velkoobjemové zásobníky (vzadu) a kartonové krabice (vpředu)</i>	53
6.1	<i>Hranice posouzení zařazené do životního cyklu výrobku (u varianty A neprobíhají kroky: návrh potisku a výroba tiskových desek, potisk plechů)</i>	56
6.2	<i>Proncentuální podíl paliv a technologií na výrobě elektrické energie v ČR v roce 2018</i>	65
6.3	<i>Struktura Boustead Modelu 6.0</i>	66
6.4	<i>Vytvořená operace – Výroba 1 MJ elektrické energie v ČR</i>	67
6.5	<i>Vytvořená operace – Výroba elektrické energie pro operace na tiskovém stroji (var. C)</i>	68
6.6	<i>Vytvořená operace – Výroba elektrické energie pro operace na vysekávacím stroji (var. C)</i>	68
6.7	<i>Vytvořená operace – Výroba elektrické energie pro operace na tiskovém stroji (var. C)</i>	68
6.8	<i>Vytvořená operace – Výroba zemního plynu</i>	69
6.9	<i>Vytvořená operace – Výroba zemního plynu (var. C)</i>	69
6.10	<i>Vytvořená operace – Výroba 1 kg oceli</i>	70
6.11	<i>Vytvořená operace – výroba pocínovaného plechu</i>	72
6.12	<i>Vytvořená operace – výroba výroba pocínovaného plechu (var. C)</i>	72
6.13	<i>Vytvořená operace – výroba laku</i>	73
6.14	<i>Vytvořená operace – výroba laku (var. C)</i>	73
6.15	<i>Vytvořená operace – výroba barvy</i>	74
6.16	<i>Vytvořená operace – výroba barvy (var. C)</i>	74
6.17	<i>Vytvořená operace – výroba těsnění</i>	75
6.18	<i>Vytvořená operace – výroba těsnění (var. C)</i>	75
6.19	<i>Vytvořená operace – výroba 1 000 ks uzávěrů varianty C</i>	75
6.20	<i>Vytvořená operace – výroba 1 000 ks uzávěrů varianty A</i>	76

6.21	<i>Vytvořená operace – výroba 1 000 ks uzávěrů varianty B</i>	76
6.22	<i>Podíl jednotlivých materiálů na spotřebě energie (vlevo) a vzniklých emisí CO₂ (vpravo) při výrobě 1 000 ks uzávěrů varianty A</i>	77
6.23	<i>Podíl jednotlivých materiálů na spotřebě energie (vlevo) a vzniklých emisí CO₂ (vpravo) při výrobě 1 000 ks uzávěrů varianty B</i>	78
6.24	<i>Podíl jednotlivých materiálů na spotřebě energie (vlevo) a vzniklých emisí CO₂ (vpravo) při výrobě 1 000 ks uzávěrů varianty C</i>	78
6.25	<i>Porovnání celkové spotřeby energie při výrobě 1 000 ks uzávěrů jednotlivých variant</i>	79
6.26	<i>Porovnání vzniku emisí CO₂ při výrobě 1 000 ks uzávěrů jednotlivých variant</i>	79
6.27	<i>Porovnání spotřeby energie při použití zemního plynu na vyrobení 1 000 ks uzávěrů jednotlivých variant</i>	80
6.28	<i>Porovnání vzniklých emisí CO₂ při použití zemního plynu na vyrobení 1 000 ks uzávěrů jednotlivých variant</i>	81
B.1	<i>Vyhodnocení dopadů – výroba elektrické energie pro tiskový stroj (var. A)</i>	105
B.2	<i>Vyhodnocení dopadů – výroba elektrické energie pro vysekávací stroj (var. A)</i>	106
B.3	<i>Vyhodnocení dopadů – výroba elektrické energie pro linku na aplikaci těsnění (var. A)</i>	107
B.4	<i>Vyhodnocení dopadů – výroba zemního plynu (var. A)</i>	108
B.5	<i>Vyhodnocení dopadů – výroba pocínovaného ocelového plechu (var. A)</i>	109
B.6	<i>Vyhodnocení dopadů – výroba laku (var. A)</i>	110
B.7	<i>Vyhodnocení dopadů – výroba těsnění (var. A)</i>	111
B.8	<i>Vyhodnocení dopadů – výroba 1 000 ks uzávěrů varianty A</i>	112
B.9	<i>Vyhodnocení dopadů – výroba elektrické energie pro tiskový stroj (var. B)</i>	113
B.10	<i>Vyhodnocení dopadů – výroba elektrické energie pro vysekávací stroj (var. B)</i>	114
B.11	<i>Vyhodnocení dopadů – výroba elektrické energie pro linku na aplikaci těsnění (var. B)</i>	115
B.12	<i>Vyhodnocení dopadů – výroba zemního plynu (var. B)</i>	116
B.13	<i>Vyhodnocení dopadů – výroba pocínovaného ocelového plechu (var. B)</i>	117
B.14	<i>Vyhodnocení dopadů – výroba laku (var. B)</i>	118
B.15	<i>Vyhodnocení dopadů – výroba barvy (var. B)</i>	119
B.16	<i>Vyhodnocení dopadů – výroba těsnění (var. B)</i>	120
B.17	<i>Vyhodnocení dopadů – výroba 1 000 ks uzávěrů varianty B</i>	121
B.18	<i>Vyhodnocení dopadů – výroba elektrické energie pro tiskový stroj (var. C)</i>	122
B.19	<i>Vyhodnocení dopadů – výroba elektrické energie pro vysekávací stroj (var. C)</i>	123
B.20	<i>Vyhodnocení dopadů – výroba elektrické energie pro linku na aplikaci těsnění (var. C)</i>	124
B.21	<i>Vyhodnocení dopadů – výroba zemního plynu (var. C)</i>	125
B.22	<i>Vyhodnocení dopadů – výroba pocínovaného ocelového plechu (var. C)</i>	126

B.23	<i>Vyhodnocení dopadů – výroba laku (var. C)</i>	127
B.24	<i>Vyhodnocení dopadů – výroba barvy (var. C)</i>	128
B.25	<i>Vyhodnocení dopadů – výroba těsnění (var. C)</i>	129
B.26	<i>Vyhodnocení dopadů – výroba 1 000 ks uzávěrů varianty C</i>	130

SEZNAM TABULEK

5.1	<i>Varianty tvaru těsnění v závislosti na zvoleném tloušťce plechu a typu otevírání</i>	53
6.1	<i>Vybrané varianty korunkových uzávěrů k posouzení</i>	57
6.2	<i>Materiálové a energetické vstupy jednotkových procesů na 1 000 ks uzávěrů – varianta A.</i>	59
6.3	<i>Materiálové a energetické vstupy jednotkových procesů na 1 000 ks uzávěrů – varianta B.</i>	60
6.4	<i>Materiálové a energetické vstupy jednotkových procesů na 1 000 ks uzávěrů – varianta C.</i>	61
6.5	<i>Výroba elektřiny podle paliv a technologií v ČR v roce 2018</i>	65
6.6	<i>Složení oceli varianty C (varianty A) a potřebná energie pro výrobu legur</i>	71
6.7	<i>Spotřeba energie a vzniklé emise CO₂ při výrobě elektrické energie použité v jednotlivých výrobních operacích</i>	80
6.8	<i>Způsob hodnocení kvality údajů podle metody Weidema ([29])</i>	83
6.9	<i>Způsob hodnocení kvality údajů podle metody Weidema (překresleno z [29])</i>	84
A.1	<i>Složení oceli B a potřebná energie pro výrobu legur</i>	103

SEZNAM PŘÍLOH

A Složení oceli varianty B	103
B Vyhodnocení environmentálních dopadů	105
B.1 Tabulky vyhodnocení dopadů – varianty A	105
B.2 Tabulky vyhodnocení dopadů – varianta B	113
B.3 Tabulky vyhodnocení dopadů – varianta C	122

A SLOŽENÍ OCELI VARIANTY B

Tab. A.1: Složení oceli varianty B a potřebná energie pro výrobu legur.

Prvek	Množství [%]	Kód operace	MJ/kg	MJ
Mn	0,27	4705	-	-
Si	0,011	3737	-	-
Al	0,042	-	141,3	0,0594
Cu	0,04	-	49,31	0,0197
Cr	0,02	-	484,36	0,0969
Ni	0,01	-	641,83	0,0642
Mo	0,004	-	148,89	0,00596
V	0,001	-	579,75	0,0058
Ti	0,001	-	417,77	0,0042
Sn	0,004	4701	-	-

B VYHODNOCENÍ ENVIRONMENTÁLNÍCH DOPADŮ

B.1 Tabulky vyhodnocení dopadů – varianty A

Code: Operation:

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	0,00094	0,00034	0,00000	0,00000	0,00128
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	0,00094	0,00034	0,00000	0,00000	0,00128

Code: Operation:

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	< 1	0	0	0	0	0	< 1
CO	< 1	0	0	0	0	0	< 1
CO2	89	0	0	0	0	0	89
SOX as SO2	< 1	0	0	0	0	0	< 1
H2S	0	0	0	0	0	0	0
mercaptan	< 1	0	0	0	0	0	< 1
NOX as NO2	< 1	0	0	0	0	0	< 1
(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. B.1: Vyhodnocení dopadů – výroba elektrické energie pro tiskový stroj (var. A).

Code: Operation:

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	0,00015	0,00006	0,00000	0,00000	0,00021
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	0,00015	0,00006	0,00000	0,00000	0,00021

Code: Operation:

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	< 1	0	0	0	0	0	< 1
CO	< 1	0	0	0	0	0	< 1
CO2	15	0	0	0	0	0	15
SOX as SO2	< 1	0	0	0	0	0	< 1
H2S	0	0	0	0	0	0	0
mercaptan	< 1	0	0	0	0	0	< 1
NOX as NO2	< 1	0	0	0	0	0	< 1
(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. B.2: Vyhodnocení dopadů – výroba elektrické energie pro vysekávací stroj (var. A).

Code: Operation:

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	0,00187	0,00067	0,00000	0,00000	0,00254
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	0,00187	0,00067	0,00000	0,00000	0,00254

Code: Operation:

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	< 1	0	0	0	0	0	< 1
CO	2	0	0	0	0	0	2
CO2	177	0	0	0	0	0	177
SOX as SO2	< 1	0	0	0	0	0	< 1
H2S	0	0	0	0	0	0	0
mercaptan	< 1	0	0	0	0	0	< 1
NOX as NO2	2	0	0	0	0	0	2
(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. B.3: Vyhodnocení dopadů – výroba elektrické energie pro linku na aplikaci těsnění (var. A).

Code: Operation:

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Oil fuels	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Other fuels	0,00490	0,00000	0,00001	3,34030	3,34521
Totals	0,00490	0,00000	0,00001	3,34030	3,34521

Code: Operation:

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	10	0	< 1	0	0	0	10
CO	24	0	< 1	0	0	0	24
CO2	692	0	< 1	0	< 1	0	692
SOX as SO2	< 1	0	< 1	0	0	0	< 1
H2S	< 1	0	< 1	0	0	0	< 1
mercaptan	< 1	0	< 1	0	0	0	< 1
NOX as NO2	< 1	0	< 1	0	0	0	< 1
(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. B.4: Vyhodnocení dopadů – výroba zemního plynu (var. A).

Code: Operation:

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	4,05683	1,93644	0,05133	0,00000	6,04461
Oil fuels	0,73371	6,80644	0,14112	0,07812	7,75940
Other fuels	0,59713	38,07901	0,16501	0,07234	38,91349
Totals	5,38767	46,82190	0,35746	0,15047	52,71749

Code: Operation:

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	175	97	11	1 752	0	0	2 035
CO	731	214	117	46 008	0	0	47 070
CO2	519 997	2 812 529	21 059	1 242 592	-20	0	4 596 156
SOX as SO2	2 078	7 167	211	5	0	0	9 461
H2S	< 1	0	< 1	70	0	0	70
mercaptan	< 1	< 1	< 1	< 1	0	0	< 1
NOX as NO2	1 191	2 966	178	203	0	0	4 539
(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. B.5: Vyhodnocení dopadů – výroba pocínovaného ocelového plechu (var. A).

Code: Operation:

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	0,26082	0,12004	0,00239	0,00000	0,38325
Oil fuels	0,14730	1,65429	0,02421	2,22007	4,04586
Other fuels	0,41321	1,47340	0,00144	1,70067	3,58872
Totals	0,82133	3,24773	0,02804	3,92074	8,01783

Code: Operation:

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	138	203	< 1	1	0	0	343
CO	84	197	9	793	0	0	1 082
CO2	71 925	265 899	1 640	4 242	-45	0	343 660
SOX as SO2	377	2 614	18	7	0	0	3 016
H2S	< 1	0	< 1	< 1	0	0	< 1
mercaptan	< 1	< 1	< 1	< 1	0	0	< 1
NOX as NO2	405	994	14	4	0	0	1 418
(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. B.6: Vyhodnocení dopadů – výroba laku (var. A).

Code: Operation:

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	3,15559	1,49139	0,06805	0,00000	4,71503
Oil fuels	0,30695	3,57612	0,02455	2,59972	6,50734
Other fuels	0,21926	2,74377	0,01205	2,59917	5,57425
Totals	3,68180	7,81127	0,10465	5,19889	16,79662

Code: Operation:

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total	
dust (PM10)	227	62	< 1	59	0	0	349	^
CO	480	148	7	32	0	0	666	
CO2	328 252	409 433	2 406	12 565	-167	0	752 489	
SOX as SO2	1 456	3 777	36	38	0	0	5 307	
H2S	< 1	0	< 1	< 1	0	0	< 1	
mercaptan	< 1	< 1	< 1	< 1	0	0	< 1	
NOX as NO2	845	1 368	16	16	0	0	2 245	
(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. B.7: Vyhodnocení dopadů – výroba těsnění (var. A).

Code: Operation:

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	7,47621	3,54894	0,12177	0,00000	11,14691
Oil fuels	1,18795	12,03685	0,18988	4,89791	18,31260
Other fuels	1,23450	42,29618	0,17852	7,71248	51,42168
Totals	9,89866	57,88197	0,49017	12,61039	80,88119

Code: Operation:

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	551	362	12	1 812	0	0	2 738
CO	1 320	559	133	46 833	0	0	48 845
CO2	921 147	3 487 860	25 105	1 259 399	-233	0	5 693 278
SOX as SO2	3 911	13 559	264	49	0	0	17 785
H2S	< 1	0	< 1	70	0	0	70
mercaptan	< 1	< 1	< 1	< 1	0	0	< 1
NOX as NO2	2 445	5 329	208	224	0	0	8 206
(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. B.8: Vyhodnocení dopadů – výroba 1 000 ks uzávěrů varianty A.

B.2 Tabulky vyhodnocení dopadů – varianta B

Code: Operation:

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	0,00100	0,00036	0,00000	0,00000	0,00136
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	0,00100	0,00036	0,00000	0,00000	0,00136

Code: Operation:

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total	
dust (PM10)	< 1	0	0	0	0	0	0	< 1
CO	< 1	0	0	0	0	0	0	< 1
CO2	95	0	0	0	0	0	0	95
SOX as SO2	< 1	0	0	0	0	0	0	< 1
H2S	0	0	0	0	0	0	0	0
mercaptan	< 1	0	0	0	0	0	0	< 1
NOX as NO2	1	0	0	0	0	0	0	1
(CF3)2CHOCH3	0	0	0	0	0	0	0	0
(CF3)2CHOCHF2	0	0	0	0	0	0	0	0
-(CF2)4CH(OH)-	0	0	0	0	0	0	0	0
1,2,3-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0	0
1,2,4-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0	0
1,2,5-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0	0
1-butene	0	0	0	0	0	0	0	0

Obr. B.9: Vyhodnocení dopadů – výroba elektrické energie pro tiskový stroj (var. B).

Code:	<input type="text" value="31"/>	Operation:	<input type="text" value="B_Vyroba el. E_vysekavaci stroj-0,1423 t"/>	<input type="text" value="MJ"/>	
Gross energy data in MJ					
	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	0,00015	0,00006	0,00000	0,00000	0,00021
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	0,00015	0,00006	0,00000	0,00000	0,00021

Code:	<input type="text" value="31"/>	Operation:	<input type="text" value="B_Vyroba el. E_vysekavaci stroj-0,1423 t"/>	<input type="text" value="MJ"/>				
Gross air emissions in mg								
	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total	
dust (PM10)	< 1	0	0	0	0	0	0	< 1
CO	< 1	0	0	0	0	0	0	< 1
CO2	15	0	0	0	0	0	15	
SOX as SO2	< 1	0	0	0	0	0	0	< 1
H2S	0	0	0	0	0	0	0	0
mercaptan	< 1	0	0	0	0	0	0	< 1
NOX as NO2	< 1	0	0	0	0	0	0	< 1
(CF3)2CHOCH3	0	0	0	0	0	0	0	0
(CF3)2CHOCHF2	0	0	0	0	0	0	0	0
-(CF2)4CH(OH)-	0	0	0	0	0	0	0	0
1,2,3-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0	0
1,2,4-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0	0
1,2,5-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0	0
1-butene	0	0	0	0	0	0	0	0

Obr. B.10: Vyhodnocení dopadů – výroba elektrické energie pro vysekávací stroj (var. B).

Code: Operation:

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	0,00187	0,00067	0,00000	0,00000	0,00254
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	0,00187	0,00067	0,00000	0,00000	0,00254

Code: Operation:

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	< 1	0	0	0	0	0	< 1
CO	2	0	0	0	0	0	2
CO2	177	0	0	0	0	0	177
SOX as SO2	< 1	0	0	0	0	0	< 1
H2S	0	0	0	0	0	0	0
mercaptan	< 1	0	0	0	0	0	< 1
NOX as NO2	2	0	0	0	0	0	2
(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. B.11: Vyhodnocení dopadů – výroba elektrické energie pro linku na aplikaci těsnění (var. B).

Code: Operation:

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Oil fuels	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Other fuels	0,00747	0,00000	0,00002	5,09060	5,09809
Totals	0,00747	0,00000	0,00002	5,09060	5,09809

Code: Operation:

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total	
dust (PM10)	15	0	< 1	0	0	0	0	15
CO	36	0	< 1	0	0	0	0	36
CO2	1 054	0	< 1	0	< 1	0	0	1 054
SOX as SO2	< 1	0	< 1	0	0	0	0	< 1
H2S	< 1	0	< 1	0	0	0	0	< 1
mercaptan	< 1	0	< 1	0	0	0	0	< 1
NOX as NO2	< 1	0	< 1	0	0	0	0	< 1
(CF3)2CHOCH3	0	0	0	0	0	0	0	0
(CF3)2CHOCHF2	0	0	0	0	0	0	0	0
-(CF2)4CH(OH)-	0	0	0	0	0	0	0	0
1,2,3-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0	0
1,2,4-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0	0
1,2,5-trimethylbenz	0	0	0	0	0	0	0	0
1-butene	0	0	0	0	0	0	0	0

Obr. B.12: Vyhodnocení dopadů – výroba zemního plynu (var. B).

Code: Operation:

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	2,89878	1,43809	0,03956	0,00000	4,37643
Oil fuels	0,63711	5,91078	0,12118	0,06696	6,73603
Other fuels	0,51604	32,74326	0,14143	0,05941	33,46014
Totals	4,05193	40,09212	0,30218	0,12637	44,57260

Code: Operation:

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total	
dust (PM10)	147	85	9	1 503	0	0	1 744	^
CO	606	186	101	39 104	0	0	39 996	
CO2	387 389	2 422 160	18 064	1 065 099	-17	0	3 892 695	
SOX as SO2	1 504	6 240	181	4	0	0	7 929	
H2S	< 1	0	< 1	60	0	0	60	
mercaptan	< 1	< 1	< 1	< 1	0	0	< 1	
NOX as NO2	898	2 579	153	174	0	0	3 804	
(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. B.13: Vyhodnocení dopadů – výroba pocínovaného ocelového plechu (var. B).

Code: Operation:

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	0,28080	0,12923	0,00257	0,00000	0,41260
Oil fuels	0,15858	1,78099	0,02606	2,39010	4,35573
Other fuels	0,44486	1,58625	0,00155	1,83092	3,86358
Totals	0,88424	3,49647	0,03018	4,22103	8,63192

Code: Operation:

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total	
dust (PM10)	148	219	< 1	1	0	0	369	^
CO	90	213	9	853	0	0	1 165	
CO2	77 433	286 264	1 766	4 567	-49	0	369 981	
SOX as SO2	406	2 815	19	7	0	0	3 247	
H2S	< 1	0	< 1	< 1	0	0	< 1	
mercaptan	< 1	< 1	< 1	< 1	0	0	< 1	
NOX as NO2	436	1 070	15	5	0	0	1 527	
(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. B.14: Vyhodnocení dopadů – výroba laku (var. B).

Code: Operation:

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	0,04059	0,01895	0,00055	0,00000	0,06008
Oil fuels	0,00605	0,05890	0,00068	0,00587	0,07151
Other fuels	0,00219	0,02777	0,00002	0,01529	0,04527
Totals	0,04883	0,10562	0,00126	0,02116	0,17687

Code: Operation:

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	2	< 1	< 1	< 1	0	0	2
CO	6	2	< 1	< 1	0	0	8
CO2	4 787	5 675	48	104	>-1	0	10 613
SOX as SO2	18	71	< 1	< 1	0	0	90
H2S	< 1	0	< 1	< 1	0	0	< 1
mercaptan	< 1	< 1	< 1	< 1	0	0	< 1
NOX as NO2	11	22	< 1	< 1	0	0	34
(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. B.15: Vyhodnocení dopadů – výroba barvy (var. B).

Code: Operation:

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	3,27509	1,54787	0,07062	0,00000	4,89359
Oil fuels	0,31857	3,71154	0,02548	2,69817	6,75377
Other fuels	0,22756	2,84767	0,01251	2,69759	5,78534
Totals	3,82123	8,10708	0,10862	5,39577	17,43269

Code: Operation:

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	236	65	< 1	61	0	0	362
CO	498	154	7	33	0	0	692
CO2	340 683	424 938	2 497	13 041	-174	0	780 985
SOX as SO2	1 511	3 920	37	39	0	0	5 508
H2S	< 1	0	< 1	< 1	0	0	< 1
mercaptan	< 1	< 1	< 1	< 1	0	0	< 1
NOX as NO2	877	1 420	16	17	0	0	2 330
(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. B.16: Vyhodnocení dopadů – výroba těsnění (var. B).

Code: Operation:

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	6,49828	3,13523	0,11331	0,00000	9,74681
Oil fuels	1,12031	11,46221	0,17341	5,16111	17,91704
Other fuels	1,19812	37,20495	0,15553	9,69381	48,25243
Totals	8,81671	51,80239	0,44225	14,85492	75,91628

Code: Operation:

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	549	369	11	1 565	0	0	2 494
CO	1 238	554	117	39 990	0	0	41 900
CO2	811 633	3 139 036	22 374	1 082 811	-240	0	5 055 615
SOX as SO2	3 439	13 046	238	51	0	0	16 774
H2S	< 1	0	< 1	60	0	0	60
mercaptan	< 1	< 1	< 1	< 1	0	0	< 1
NOX as NO2	2 227	5 092	185	196	0	0	7 699
(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. B.17: Vyhodnocení dopadů – výroba 1 000 ks uzávěrů varianty B.

B.3 Tabulky vyhodnocení dopadů – varianta C

Code: Operation:

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	0,00599	0,00216	0,00000	0,00000	0,00816
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	0,00599	0,00216	0,00000	0,00000	0,00816

Code: Operation:

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	< 1	0	0	0	0	0	< 1
CO	6	0	0	0	0	0	6
CO2	569	0	0	0	0	0	569
SOX as SO2	2	0	0	0	0	0	2
H2S	0	0	0	0	0	0	0
mercaptan	< 1	0	0	0	0	0	< 1
NOX as NO2	6	0	0	0	0	0	6
(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. B.18: Vyhodnocení dopadů – výroba elektrické energie pro tiskový stroj (var. C).

Code: Operation:

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	0,00015	0,00006	0,00000	0,00000	0,00021
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	0,00015	0,00006	0,00000	0,00000	0,00021

Code: Operation:

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	< 1	0	0	0	0	0	< 1
CO	< 1	0	0	0	0	0	< 1
CO2	15	0	0	0	0	0	15
SOX as SO2	< 1	0	0	0	0	0	< 1
H2S	0	0	0	0	0	0	0
mercaptan	< 1	0	0	0	0	0	< 1
NOX as NO2	< 1	0	0	0	0	0	< 1
(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. B.19: Vyhodnocení dopadů – výroba elektrické energie pro vysekávací stroj (var. C).

Code: Operation:

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	0,00187	0,00067	0,00000	0,00000	0,00254
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	0,00187	0,00067	0,00000	0,00000	0,00254

Code: Operation:

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	< 1	0	0	0	0	0	< 1
CO	2	0	0	0	0	0	2
CO2	177	0	0	0	0	0	177
SOX as SO2	< 1	0	0	0	0	0	< 1
H2S	0	0	0	0	0	0	0
mercaptan	< 1	0	0	0	0	0	< 1
NOX as NO2	2	0	0	0	0	0	2
(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. B.20: Vyhodnocení dopadů – výroba elektrické energie pro linku na aplikaci těsnění (var. C).

Code: Operation:

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Oil fuels	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Other fuels	0,02588	0,00000	0,00007	17,63350	17,65944
Totals	0,02588	0,00000	0,00007	17,63350	17,65944

Code: Operation:

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total	
dust (PM10)	53	0	< 1	0	0	0	53	^
CO	124	0	< 1	0	0	0	124	
CO2	3 652	0	< 1	0	< 1	0	3 652	
SOX as SO2	< 1	0	< 1	0	0	0	< 1	
H2S	< 1	0	< 1	0	0	0	< 1	
mercaptan	< 1	0	< 1	0	0	0	< 1	
NOX as NO2	3	0	< 1	0	0	0	3	
(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. B.21: Vyhodnocení dopadů – výroba zemního plynu (var. C).

Code: Operation:

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	4,05683	1,93644	0,05133	0,00000	6,04461
Oil fuels	0,73371	6,80644	0,14112	0,07812	7,75940
Other fuels	0,59713	38,07901	0,16501	0,07234	38,91349
Totals	5,38767	46,82190	0,35746	0,15047	52,71749

Code: Operation:

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total	
dust (PM10)	175	97	11	1 752	0	0	2 035	^
CO	731	214	117	46 008	0	0	47 070	
CO2	519 997	2 812 529	21 059	1 242 592	-20	0	4 596 156	
SOX as SO2	2 078	7 167	211	5	0	0	9 461	
H2S	< 1	0	< 1	70	0	0	70	
mercaptan	< 1	< 1	< 1	< 1	0	0	< 1	
NOX as NO2	1 191	2 966	178	203	0	0	4 539	
(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	v

Obr. B.22: Vyhodnocení dopadů – výroba pocínovaného ocelového plechu (var. C).

Code: Operation:

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	0,26886	0,12374	0,00246	0,00000	0,39506
Oil fuels	0,15184	1,70528	0,02496	2,28851	4,17059
Other fuels	0,42595	1,51883	0,00149	1,75310	3,69936
Totals	0,84665	3,34785	0,02890	4,04161	8,26501

Code: Operation:

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	142	210	< 1	1	0	0	354
CO	86	204	9	817	0	0	1 116
CO2	74 142	274 096	1 691	4 373	-47	0	354 255
SOX as SO2	388	2 695	18	7	0	0	3 109
H2S	< 1	0	< 1	< 1	0	0	< 1
mercaptan	< 1	< 1	< 1	< 1	0	0	< 1
NOX as NO2	418	1 025	15	5	0	0	1 462
(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. B.23: Vyhodnocení dopadů – výroba laku (var. C).

Code: Operation:

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	0,06023	0,02812	0,00081	0,00000	0,08916
Oil fuels	0,00898	0,08740	0,00102	0,00871	0,10612
Other fuels	0,00325	0,04121	0,00003	0,02269	0,06718
Totals	0,07246	0,15673	0,00186	0,03140	0,26245

Code: Operation:

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	2	1	<1	<1	0	0	4
CO	9	2	<1	<1	0	0	11
CO2	7 103	8 420	71	155	>-1	0	15 749
SOX as SO2	26	106	1	<1	0	0	133
H2S	<1	0	<1	<1	0	0	<1
mercaptan	<1	<1	<1	<1	0	0	<1
NOX as NO2	17	33	<1	<1	0	0	50
(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. B.24: Vyhodnocení dopadů – výroba barvy (var. C).

Code: Operation:

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	2,93428	1,38679	0,06327	0,00000	4,38435
Oil fuels	0,28542	3,32531	0,02283	2,41739	6,05095
Other fuels	0,20388	2,55133	0,01121	2,41687	5,18330
Totals	3,42358	7,26344	0,09731	4,83427	15,61860

Code: Operation:

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	211	58	< 1	55	0	0	325
CO	446	138	6	30	0	0	620
CO2	305 230	380 718	2 237	11 684	-155	0	699 714
SOX as SO2	1 354	3 513	33	35	0	0	4 934
H2S	< 1	0	< 1	< 1	0	0	< 1
mercaptan	< 1	< 1	< 1	< 1	0	0	< 1
NOX as NO2	786	1 273	15	15	0	0	2 088
(CF3)2CH2	0	0	0	0	0	0	0
(CF3)2CHCF2	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. B.25: Vyhodnocení dopadů – výroba těsnění (var. C).

Code: Operation:

Gross energy data in MJ

	Fuel production	Fuel use	Transport	Feedstock	Total
Electricity	7,32821	3,47799	0,11788	0,00000	10,92409
Oil fuels	1,17995	11,92444	0,18992	4,79274	18,08705
Other fuels	1,25609	42,19038	0,17780	21,89850	65,52277
Totals	9,76425	57,59281	0,48561	26,69124	94,53391

Code: Operation:

Gross air emissions in mg

	Fuel prod'n	Fuel use	Transport	Process	Biomass	Fugitive	Total
dust (PM10)	585	366	12	1 808	0	0	2 771
CO	1 403	557	133	46 855	0	0	48 949
CO2	910 886	3 475 763	25 057	1 258 803	-222	0	5 670 286
SOX as SO2	3 849	13 481	264	47	0	0	17 640
H2S	< 1	0	< 1	70	0	0	70
mercaptan	< 1	< 1	< 1	< 1	0	0	< 1
NOX as NO2	2 423	5 297	208	223	0	0	8 150
(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. B.26: Vyhodnocení dopadů – výroba 1 000 ks uzávěrů varianty C.