

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: Průmyslové inženýrství a management
N0715A270012

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Zlepšení environmentální stopy

Autor: Jana VAGNEROVÁ

Vedoucí práce: Doc. Ing. Milan EDL, Ph.D.

Akademický rok 2022/2023

Zadání DP

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta strojní
Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Jana VAGNEROVÁ
Osobní číslo: S21N0010K
Studijní program: N0715A270012 Průmyslové inženýrství a management
Téma práce: Zlepšení environmentální stopy
Zadávací katedra: Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Zásady pro vypracování

1. Úvod
2. Teoretická východiska
3. Popis současného stavu
4. Navržené řešení
5. Popis přínosu řešení
6. Závěr

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne:

.....

podpis autora

Poděkování

Děkuji doc. Ing. Milanu Edlovi, Ph. D. za jeho podporu, vedení, čas a ochotný přístup při tvorbě této diplomové práce. Děkuji konzultantovi této práce Ing. Lence Vrbové za odborné rady, čas a ochotu při zpracování této práce. Další poděkování patří společnosti KION GROUP AG a konkrétně panu Pavlu Varmusovi za jeho čas a příkladnou ochotu. Dále děkuji Ing. Lukáši Richterovi za jeho rady k praktické části práce. V neposlední řadě děkuji Tomáši Rojíkovi za jeho profesionální postřehy.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

| | | | |
|-------------------------|---|-----------------------|-----------------------------|
| AUTOR | Příjmení Vagnerová | Jméno Jana | |
| STUDIJNÍ PROGRAM | N0715A270012 Průmyslové inženýrství a management | | |
| VEDOUcí PRÁCE | Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Edl, Ph.D. | Jméno Milan | |
| PRACOVISŤE | ZČU – FST - KPV | | |
| DRUH PRÁCE | DIPLOMOVÁ | BAKALÁŘSKÁ | Nehodící se škrtněte |
| NÁZEV PRÁCE | Zlepšení environmentální stopy | | |

| | | | | | |
|----------------|---------|----------------|-----|--------------------|------|
| FAKULTA | strojní | KATEDRA | KPV | ROK ODEVZD. | 2023 |
|----------------|---------|----------------|-----|--------------------|------|

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

| | | | | | |
|---------------|----|---------------------|----|----------------------|---|
| CELKEM | 66 | TEXTOVÁ ČÁST | 59 | GRAFICKÁ ČÁST | 7 |
|---------------|----|---------------------|----|----------------------|---|

| | |
|--|--|
| STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY | Diplomová práce obsahuje v praxi nejčastější metody určení environmentální stopy produktu a organizace. Následuje výčet obecných možností zlepšení, tedy snížení dopadů činnosti organizace na životní prostředí spolu s příkladem LCA analýzy a porovnání vlivu jednotlivých typů dopravy. V praktické části je popsáno snížení emisí skleníkových plynů organizace po implementaci energetického managementu, instalaci FVE systému a eliminaci spalování nafty ve spalovacích motorech, kvantifikováno pomocí metody GHG protokolu. |
| KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE | Environmentální stopa, globální oteplování, GHG Protokol, snížení emisí skleníkových plynů, uhlíková stopa, LCA analýza, environmentální stopa dopravy, energetický management, FVE systém |

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

| | | | |
|--------------------------|---|----------------------|-----------------------------------|
| AUTHOR | Surname Vagnerová | Name Jana | |
| STUDY PROGRAMME | N0715A270012 – Industrial engineering and management | | |
| SUPERVISOR | Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Edl, Ph.D. | Name Milan | |
| INSTITUTION | ZČU - FST - KPV | | |
| TYPE OF WORK | DIPLOMA | BACHELOR | Delete when not applicable |
| TITLE OF THE WORK | Environmental footprint improvement | | |

| | | | | | |
|----------------|------------------------|-------------------|---------------------------------------|---------------------|------|
| FACULTY | Mechanical Engineering | DEPARTMENT | Industrial engineering and management | SUBMITTED IN | 2023 |
|----------------|------------------------|-------------------|---------------------------------------|---------------------|------|

| | | | | | |
|----------------|----|------------------|----|-----------------------|---|
| TOTALLY | 66 | TEXT PART | 59 | GRAPHICAL PART | 7 |
|----------------|----|------------------|----|-----------------------|---|

| | |
|---|---|
| BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS | The diploma thesis contains the most common methods of determining the environmental footprint of a product and organization, including general possibilities for improvement, i.e. reducing the impact of the organization's activities on the environment in practice, followed by a practical example of LCA analysis and comparison of the effects of the most common types of transport. The practical part describes the reduction of the organization's greenhouse gas emissions after the introduction of energy management, the installation of a PV system and the elimination of diesel combustion, quantified by the GHG protocol method. |
| KEY WORDS | Environmental footprint, GHG Protocol, reduction of greenhouse gas emissions, carbon footprint, LCA analysis, transport environmental footprint, energy management, PV system |

Obsah

| | |
|--|----|
| Zadání DP | 2 |
| Obsah | 6 |
| Přehled použitých zkratk a symbolů | 8 |
| Seznam obrázků | 8 |
| Seznam tabulek | 9 |
| Úvod | 10 |
| 1. Environmentální stopa (1) | 11 |
| 1.1 Metody určení environmentální stopy | 11 |
| 1.2 LCA studie | 12 |
| 1.2.1 Fáze LCA studie | 13 |
| 1.2.2 Kroky následující po interpretaci výsledků | 20 |
| 1.2.3 Kategorie dopadů na ekosystém | 21 |
| 1.3 Uhlíková stopa produktu – Carbon Footprint of Product (CFP) dle ISO/DIS 14 067 (6) | 24 |
| 1.4 Emise skleníkových plynů a emisní povolenky | 25 |
| 1.5 Protokol o skleníkových plynech – GHG Protokol (WRI, WBCSD) (15) (5) | 26 |
| 1.5.1 Zásady a požadavky | 27 |
| 1.5.2 Postup při zpracování inventáře GHG (15) | 28 |
| 2. Zlepšení environmentální stopy | 31 |
| 2.1 Záměna primárních vstupních materiálů | 32 |
| 2.2 Praktický příklad záměny primárních vstupních materiálů | 32 |
| 2.2 Recyklace a znovupoužití | 35 |
| 2.3 Environmentální management (22) | 35 |
| 2.4 Snížení spotřeby energetických vstupů | 36 |
| 2.4.1 Energetický management dle ISO 50 001 | 36 |
| 2.4.2 Doprava | 37 |
| 3. Snížení environmentální stopy v praxi | 38 |
| 3.1 Představení společnosti (26) (27) | 38 |
| 3.1. Environmentální aspekty společnosti | 43 |
| 3.2 Určení výchozí environmentální stopy organizace: GHG Protokol Inventory | 44 |
| 3.3 Analýza a zmapování energetických toků (30) | 45 |
| 3.3.1 Zemní plyn | 48 |
| 3.3.2 Elektrická energie | 50 |
| 3.3.3 Vyhodnocení stávajícího stavu a celková energetická bilance | 53 |

| | |
|--|----|
| 3.4 Návrh opatření ke snížení energetické náročnosti: zavedení energetického managementu | 54 |
| 3.5 Návrh instalace střešního FVE systému (33) | 57 |
| 3.6 Ekonomické hodnocení instalace FVE systému..... | 59 |
| 3.7 Environmentální stopa organizace po implementaci návrhu..... | 60 |
| 3.8 Shrnutí | 61 |
| 4. Závěr | 62 |
| Seznam použité literatury | 63 |
| Přílohy | 63 |

Přehled použitých zkratk a symbolů

| | |
|------|---|
| PEF | Environmentální stopa produktu |
| OEF | Environmentální stopa organizace |
| EnMS | Environmentální management dle ISO 14 001 |
| WRI | World Resources Institute |
| WBSC | World Business Council on Sustainable Development |
| GHG | Greenhouse Gases (skleníkové plyny) |
| EMS | Energetický management dle ISO 50 001 |
| GWP | Potenciál globálního oteplování |
| FVE | Fotovoltaická elektrárna |

Seznam obrázků

Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obr. 1: Příklad produktového systému (5) | 15 |
| Obr. 2: Příklad výpočtu environmentálních dopadů (1) | 21 |
| Obr. 3: Osvědčení o skleníkových plynech (10) | 27 |
| Obr. 4: Alokační postupy při recyklaci (2) | 29 |
| Obr. 5: Výpočet množství spotřebované energie (6) | 30 |
| Obr. 6: Výroba transportbetonu – charakteristika (21) | 36 |
| Obr. 7: Organizační struktura společnosti (29) | 41 |
| Obr. 8: Areál společnosti (29) | 42 |
| Obr. 9: Výrobní řady (30) | 43 |
| Obr. 10: Výrobní řady (30) | 44 |
| Obr. 11: Emise skleníkových plynů (32) | 47 |
| Obr. 12: Podíl spotřeby energií na nákladech na energie | 49 |
| Obr. 13: Rozdělení spotřeby plynu v závodě | 51 |
| Obr. 14: Rozdělení spotřeby el. energie | 54 |
| Obr. 15: Model FVE (37) | 59 |
| Obr. 16: Emise skleníkových plynů po implementaci návrhovaného opatření | 61 |

Seznam tabulek

| | |
|---|----|
| Tab. 1: Hranice produktového systému (3) | 16 |
| Tab. 2: Základní environmentální dopady (1) | 18 |
| Tab. 3: Doplnující environmentální dopady (1) | 19 |
| Tab. 4: Receptury transportbetonu | 34 |
| Tab. 5: Hranice systému výroby transportbetonu..... | 35 |
| Tab. 6: Výroba transportbetonu – charakterizace (21) | 35 |
| Tab. 7: Porovnání environmentální stopy jednotlivých typů nákladní přepravy (21)..... | 39 |
| Tab. 8: Spotřeba a nákup energií (30) | 48 |
| Tab. 9: Zdroje tepla | 50 |
| Tab. 10: Plynové zdroje pro lakovny..... | 50 |
| Tab. 11: Kompresory | 51 |
| Tab. 12: Vzduchotechnika | 52 |
| Tab. 13: Celková energetická bilance..... | 54 |
| Tab. 14: Ekonomické hodnocení | 60 |

Seznam příloh

| | |
|---|----|
| Příl. 1: Certifikát „Zelená elektřina“ | 63 |
| Příl. 2: Certifikát GHG Protokol Inventory..... | 65 |

Úvod

Téma práce reflektuje aktuálnost tématu dopadů lidské činnosti na životní prostředí a nutnosti energetických úspor. Odborná činnost zaměstnavatele autorky, TZUS, s.p., kde jsou zpracovávány metody environmentálního účetnictví, je velkým přínosem této práci. Cílem práce je navrhnout opatření ke snížení environmentální stopy organizace zohledňující ekonomické aspekty navrhovaného řešení. Vzhledem ke studijnímu zaměření Průmyslového inženýrství jsou upřednostněny praktické aspekty uvedených analytických metod pro využití zlepšování environmentální stopy v praxi.

V práci jsou popsány nejčastější a zároveň nejuznávanější metody environmentálního účetnictví produktu a organizace dle mezinárodních standardů. Dále jsou vysvětleny obecné postupy snižování dopadů činnosti organizace na životní prostředí doplněné praktickými příklady včetně porovnání různých typů přepravy zboží. Následuje návrh na snížení environmentální stopy v praxi ve skutečné výrobní organizaci. Po stručném představení společnosti následuje výpočet emisí skleníkových plynů za pomoci GHG protokolu. Návrh opatření ke zlepšení environmentální stopy organizace zahrnuje návrh na implementaci energetického managementu, který slouží jako podklad pro zprovoznění a funkci FVE systému. Je popsáno konkrétní technické řešení a zároveň je zohledněn ekonomický aspekt navržených opatření. Výsledný efekt navrhovaných opatření na snížení spotřeby energetických vstupů a následný efekt na životní prostředí je kvantifikován pomocí přepočtu inventáře GHG protokolu společnosti.

1. Environmentální stopa (1)

Environmentální stopa produktu představuje komplexní charakteristiku environmentálních dopadů produktu nebo organizace na životní prostředí jako celek, zahrnuje tedy dopady na faunu, floru a v neposlední řadě na člověka a jeho zdraví. Environmentální stopu je možné měřit u organizace a samostatně u jednotlivých produktů. „**Environmentální stopa produktu (PEF)** je multikriteriální vyčíslení environmentálního profilu zboží nebo služby během celého životního cyklu.“ Ekvivalentem k PEF je také **environmentální stopa organizace (OEF)**, která se stanoví souhrnem toků zdrojů a odpadů zahrnující i toky vně organizace. Za pomoci vhodných alokačních klíčů lze rozložit environmentální stopu organizace až na úroveň produktů, teoreticky by se tedy souhrn stop jednotlivých produktů – **PEF** organizace v průběhu roku měl rovnat stopě celé organizace – **OEF**.

Environmentálním profilem se rozumí inventarizace všech vstupů a výstupů zdrojů materiálu, energie a emisí do ovzduší, vody a půdy pro produktový dodavatelský řetězec v průběhu životního cyklu a je základem pro modelování environmentální stopy produktu. Ekvivalentním výrazem pro environmentální profil je inventarizace životního cyklu použitý v ISO 14 044. (2)

Oblasti použití PEF a OEF

- optimalizace procesů během životního cyklu produktu,
- podpora designu produktu s ohledem na minimalizaci environmentálních dopadů během životního cyklu,
- sdělování informací o environmentálním profilu životního cyklu,
- propagace.

1.1 Metody určení environmentální stopy

Doporučení komise (1), ve které je popsána obecná metodika pro výše uvedené metody určení environmentální stopy produktu (PEF) a organizace (OEF), odkazuje na podobné a široce uznávané metody environmentálního účetnictví, mezi které mimo jiné řadí LCA analýzu dle standardů norem řady ISO 14 0xx, příručku ILCD a Protokol o skleníkovém plynu (WRI/WBSC).

Skutečně komplexní a multikriteriální vyčíslení environmentálních dopadů je možné stanovit metodou LCA analýzy. Stejně vstupy použijeme i pro další používanou metodu, metodu Uhlíkové stopy, kdy výstup tvoří jen uhlíková stopa produktu nebo organizace. Další v praxi asi nejvíce používanou metodou je GHG Protokol (WRI/WBSC), která zahrnuje dopady organizace a jejích produktů kvantifikací šesti substancí dle Kjótského protokolu.

1.2 LCA studie

Životní cyklus představuje „po sobě jdoucí provázaná stadia produktového systému od těžby nebo získávání surovin z přírodních zdrojů po konečnou likvidaci.“ (3) Analýza životního cyklu je iterativní metodou, kdy jednotlivé fáze LCA svými výsledky navazují na předchozí fázi. Iterativní přístup přispívá k ucelenosti a konzistenci výsledků a celé studie. (4)

LCA analýza tedy zohledňuje a analyzuje dopady produktu na životní prostředí po celý jeho životní cyklus. Životní cyklus je tvořen jednotlivými fázemi, obecně zahrnuje fázi výroby (těžbu surovin, dopravu do výroby a výrobu samotnou), fázi užívání, zohledňující údržbu a související energetické a provozní vstupy, fázi konce životního cyklu a také přínosy a náklady za koncem životního cyklu, kdy je zohledněna recyklace nebo případné znovupoužití produktu k jinému účelu.

Metodika LCA je velmi složitá, všechny vstupy jsou modelovány a až konečné hodnoty jednotlivých kategorií dopadu se sčítají, norma uvádí že: „Mělo by být zřejmé, že neexistují žádná vědecká odůvodnění pro redukování výsledků LCA na jediné souhrnné skóre nebo číslo.“ (4) s. 14 Neexistuje také žádný jednotný postup LCA, subjekty mají volnost při zpracování studie. (4) s. 18

Při zpracování LCA analýzy zohledňujeme budoucí zamýšlené použití analýzy, liší se požadavky pro interní a externí potřeby organizace. **Interní LCA** analýzy slouží k identifikaci kritických míst a sledování environmentálního profilu, příležitosti k úspoře nákladů. **Externí** verze LCA analýzy je určena pro komunikaci vůči spotřebitelům (B2C) a zákazníkům/odběratelům (B2B). Použití je spouštěcí pro požadavky na studie ke stanovení environmentální stopy produktu, kdy obecně požadavky na externě komunikované studie jsou přísnější. Základní zásady pro studie jsou relevantnost, úplnost, konzistentnost, přesnost a transparentnost.

Požadavky na kvalitu údajů a dat

Chceme-li získat relevantní, pravdivý a věrný výstup v podobě výsledků nejen LCA studie, je třeba použít kvalitní vstupní údaje a data. Data rozlišujeme na primární a sekundární. Pro účely studie dle normy ISO 14 044 jsou za primární data považována data přímo naměřená, vypočítaná nebo odhadnutá. Za data sekundární jsou považována data odvozená z jiného zdroje, nejčastěji databáze, případně odborné literatury. Obou kategorií dat se týkají požadavky na kvalitu údajů uvedené níže.

Vstupní data by měla být primární – přímo získaná od výrobce, tedy konkrétně údaje o použitém materiálu na úrovni elementárních toků, přímo naměřená spotřeba energie, údaje o nebezpečných látkách atd. Údaje, které nemá zpracovatel studie k dispozici, protože se často jedná o data z předchozích fází životního cyklu produktu a výrobce jimi nedisponuje, jsou suplována generickými daty. Generická data jsou sekundární data, která jsou použita ve speciálním SW pro zpracování studií environmentálních dopadů. Příkladem SW pro profesionální užití je SimaPro od nizozemské společnosti PRé Sustainability B.V.

Obecné požadavky na kvalitu údajů dle ISO 14 044 (s. 19)

Data dle normy ISO musí mít pro účely LCA studie následující parametry:

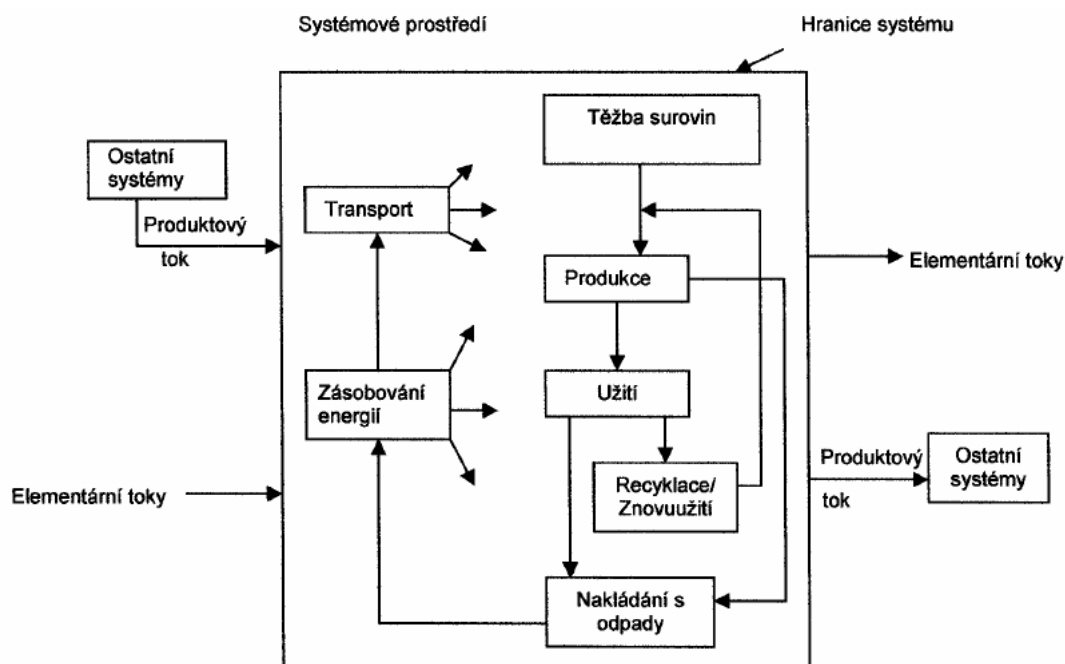
- a) **související časový rozsah,**
 - týká se stáří údajů a časového rozmezí, v průběhu kterého mají být data shromažďována
- b) **geografický rozsah,**
 - geografická oblast sběru použitých dat má být co nejbližší výroby posuzovaného produktu nebo společnosti
- c) **technologický rozsah,**
 - údaje o specifických technologiích, např. svařování
 - obecně, celý výrobní proces musí být pro účely studie pečlivě zmapován a popsán
- d) **přesnost,**
 - variabilitu údajů je třeba vyjádřit, není přesně specifikováno přijatelný interval spolehlivosti
- e) **úplnost,**
 - procento toků, které je měřeno nebo odhadnuto
- f) **reprezentativnost,**
 - kvalitativní posouzení, zda vzorek dat odpovídá populaci, např. z hlediska geografického, časového a technologického
- g) **konzistentnost,**
 - jednotnost metodologie pro všechny složky analýzy
- h) **reprodukovatelnost,**
 - informace o metodologii a kvalitě údajů, která dovolí jinému zpracovateli studie opakovat studii za stejných výchozích podmínek
- i) **zdroje údajů,**
- j) **neurčitost informací,**
 - týká se informací, dat, modelů a předpokladů.

1.2.1 Fáze LCA studie

1. Fáze: definice cíle a rozsahu LCA

Tato fáze **určuje rozsah**, včetně **hranic systému**, hloubka a šíře LCA závisí na užití a předmětu studie. Při definování rozsahu LCA mají být vzaty v úvahu a jasně popsány posuzovaný produktový systém a jeho funkce. V případě komparativních studií musí být definován **produktový systém**, viz. Obr. č. 1.

Dále musí být popsány: funkční jednotka, hranice systému, alokační postupy, metodologie LCIA a typy dopadů, použitá interpretace, požadavky na údaje, předpoklady, výběry hodnot a volitelné prvky, omezení, požadavky na kvalitu údajů, typ kritického přezkoumání, je-li a typ a formát zprávy vyžadovaného pro studii. Alokační se rozumí rozdělení toků procesu mezi posuzovaný produktový systém a další produktový systém.



Obr. 1: Příklad produktového systému (5)

Níže je uvedena charakteristika jednotlivých kroků první fáze.

1. Definování cílů studie

Je třeba stanovit celkový kontext studie, definovat použití a míru analytické hloubky a důslednost studie, tj. kvantitativní analýza některých částí řetězce, např. „od kolébky k bráně“ nebo kvalitativní popisy kritických míst např. „od brány ke hrobu“, případně konce životnosti. Definice cílů studie musí zahrnovat zamýšlené použití studie, důvody pro provádění a kontext rozhodování, cílovou skupinu, zda budou srovnání a/nebo porovnávací tvrzení zveřejněna, objednatelé studie a případný přezkumný postup.

Definování rozsahu studie

Jedná se o podrobný popis hodnoceného systému a analytické specifikace. Musí zahrnovat:

- a) **funkční jednotku a referenční tok** (2) = všechny výstupy z procesů v daném produktovém systému, kterých je zapotřebí k naplnění funkce vyjádřené funkční jednotkou (4), např. 160 gramů polyesteru. Definice jednotky a toku popisuje rozsah zajišťované funkce, očekávanou úroveň kvality, dobu trvání a zařazení předmětu studie dle kódu NACE.
- b) **hranice systému** = definují, které části životního cyklu produktu a které související procesy patří k analyzovanému produktovému systému a které zahrnout do LCA. Je třeba definovat všechny související procesy vztahované k funkční jednotce dle logiky dodavatelského řetězce včetně všech stadií produktu od těžby po zpracování na konci životnosti, třeba rozdělit na **procesy na popředí** (hlavní) s přímým přístupem k informacím a **procesy na pozadí** bez přímého přístupu k informacím. (4) Procesy na popředí může výrobce přímo ovlivnit, ostatní procesy se týkají jeho dodavatelů a zákazníků.

Vynechání některé fáze životního cyklu, procesu, vstupu nebo výstupu je možné jen pokud to nezmění celkové závěry studie. Důvody, a hlavně dopady jejich vynechání musí být vysvětleny. Doporučuje se zdokumentovat proces pomocí postupového procesního diagramu. Pro rozhodování o tom, zda některý vstup zahrnout či nikoliv, je třeba brát v potaz kritéria, mezi která patří hmotnost, energie a environmentální závažnost vstupu. Identifikovaný vstup dle těchto kritérií je třeba sledovat až do konce životního cyklu produktu. Všechny vybrané vstupy **mají** být modelovány jako elementární toky.

Povinné části životního cyklu, které tvoří **hranice produktového systému**, jsou definovány příslušnými pravidly produktové kategorie, například pro produktovou kategorii stavebních výrobků uvádí norma ČSN EN 15804+A2 (3) povinné fáze životního cyklu, které musí být zahrnuty do LCA analýzy. V případě stavebních prvků jsou tedy povinné části výrobní fáze A1 – A3 a nově také fáze konce životního cyklu C1 – C4. Části životního cyklu produktu jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Tab. 1: Hranice produktového systému (3)

| Informace o hranicích produktového systému | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|--------|-------------------|---------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------------|---------------------------|------------------------|----------------------------|---------|-------------------|-------------|--|--|
| Výrobní fáze | | | Fáze výstavby | | Fáze užívání | | | | | | | Fáze konce životního cyklu | | | | Doplňující informace nad rámec životního cyklu | |
| Dodávání nerostných surovin | Doprava | Výroba | Doprava na stavbu | Proces výstavby/instalace | Užívání | Údržba | Oprava | Výměna | Rekonstrukce | Provozní spotřeba energie | Provozní spotřeba vody | Demolice/dekonstrukce | Doprava | Zpracování odpadu | Odstaňování | Přínosy a náklady za hranici syst. Potenciál opětovného použití, využití a recyklace | |
| A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | C1 | C2 | C3 | C4 | D | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

c) kategorie dopadu environmentální stopy

Kategorie dopadu je třída reprezentující aktuální environmentální problémy, ke kterým mohou být výsledky inventarizační analýzy životního cyklu přiřazeny. Kategorie dopadu se obecně vztahují k využívání zdrojů, emisím. Každá kategorie odkazuje na konkrétní samostatný model posuzování dopadu environmentální stopy, viz. fáze č. 3 – posuzování dopadů životního cyklu.

d) Dodatečné environmentální informace, které budou zahrnuty do environmentální stopy produktu

Například se může jednat o údaje z kusovníku, použití nebezpečných látek, spotřebě energie, místních dopadech na acidifikaci, eutrofizaci, biodiverzitu. Musí být podložené, přezkoumané (kritický interní přezkum) nebo ověřené (EPD). Dále specifické, přesné a nezavádějící a relevantní pro danou produktovou kategorii. Uváděny jsou odděleně od výsledků stanovení environmentální stopy produktu na základě životního cyklu a musejí být zdokumentované metodami a předpoklady. Mohou být kvantitativní nebo kvalitativní.

e) Předpoklady/omezení

Obsahuje jiné relevantní informace týkající se environmentálních dopadů, např. výskyt druhů z červeného seznamu Světového svazu ochrany přírody a národního seznamu ochrany přírody žijících v oblastech zasažených provozem.

2. Fáze: inventarizační analýzy životního cyklu (LCI)

Fáze LCI zahrnuje **shromažďování a kvantifikaci vstupů a výstupů** produktu během jeho životního cyklu s ohledem na cíle studie. Musí obsahovat kvalitativní a kvantitativní údaje, které mají být podkladem studie. Vstupní údaje by měly být na úrovni elementárních vstupů všude tam, kde to je možné. Hlavními kategoriemi vstupních údajů jsou:

- energetické vstupy, surovinové vstupy, pomocné materiály,
- produkty, koprodukty, odpad,
- úniky do vzduchu, vody a půdy, a
- ostatní environmentální aspekty. (2) čl. 4.3.2.2

Je možné zpracovat i **samostatnou studii LCI**, oproti LCA nezahrnuje fázi LCIA – posuzování dopadu. Neměla by být zaměňována s fází LCI studie LCA, v některých případech cíl LCA může být naplněn pouze pomocí inventarizační analýzy a interpretace.

3. Fáze posuzování dopadů životního cyklu (LCIA) (2)

Povinné prvky LCIA tvoří **výběr kategorií dopadu, indikátorů kategorie a charakterizačních modelů**. Praktickým příkladem může být posuzování dopadu „změny klimatu“ jako následku indikátoru kategorie „infračervené záření“ pro charakterizační model v délce „100 let“. Tato fáze poskytuje informace pro interpretační fázi životního cyklu. Zahrnuje fáze posuzování životního cyklu směřující k pochopení a vyhodnocení velikosti a významu potenciálních dopadů produktového systému na životní prostředí během životního cyklu produktu za použití výsledků z LCI. LCIA se zaměřuje jen na environmentální problémy specifikované v cíli a rozsahu LCIA, není tudíž kompletním posouzením všech environmentálních problémů zkoumaného produktového systému. Cílem je poskytnout dodatečné informace a s jejich pomocí hodnotit výsledky produktového systému LCI a jejich environmentální význam. V níže uvedené tabulce jsou uvedeny kategorie dopadu včetně příslušných indikátorů a jednotek a použitý model. Výpočetní program SimaPro obsahuje pro jednotlivé výpočtové metody odpovídající **charakterizační faktory** a jejich klasifikaci dle kategorií dopadu. Tyto údaje jsou obsaženy v podrobné dokumentaci programu.

Tab. 2: Základní environmentální dopady (1)

| Kategorie dopadu | Indikátor | Jednotka | Model |
|--------------------------------------|---|-------------------------|--|
| Změna klimatu – celková ^a | Potenciál globálního oteplování (GWP-celkový) | kg CO ₂ ekv. | Základní model 100 let dle IPCC založený na zprávě IPCC 2013 |
| Změna klimatu – fosilní | Potenciál globálního oteplování (GWP-fosilní) | kg CO ₂ ekv. | Základní model 100 let dle IPCC založený na zprávě IPCC 2013 |

| | | | |
|---|--|--------------------------------------|--|
| Změna klimatu – biogenní | Potenciál globálního oteplování (GWP-biogenní) | kg CO ₂ ekv. | Základní model 100 let dle IPCC založený na zprávě IPCC 2013 |
| Změna klimatu – využívání půdy a změny ve využívání půdy ^b | Potenciál globálního oteplování z využívání půdy a změn ve využívání půdy (GWP-luluc) | kg CO ₂ ekv. | Základní model 100 let dle IPCC založený na zprávě IPCC 2013 |
| Úbytek ozonu | Potenciál úbytku stratosférické ozonové vrstvy (ODP) | kg CFC 11 ekv. | Potenciál úbytku stratosférické ozonové vrstvy ODP (stabilní stav) dle hodnocení Světové meteorologické organizace (WMO) 2014. |
| Acidifikace | Potenciál acidifikace, Kumulativní překročení (AP) | mol H ⁺ ekv. | Kumulativní překročení, Seppälä et al. 2006, Posch et al., 2008 |
| Eutrofizace sladké vody | Potenciál eutrofizace, podíl živin vstupujících do sladké vody (EP sladké vody) | kg P ekv. | EUTREND model, Struijs et al., 2009b, implementovaný v ReCiPe |
| Eutrofizace mořské vody | Potenciál eutrofizace, podíl živin vstupujících do mořské vody (EP mořské vody) | kg N ekv. | EUTREND model, Struijs et al., 2009b, implementovaný v ReCiPe |
| Eutrofizace půdy | Potenciál eutrofizace, Kumulativní překročení (EP půdy) | mol N ekv. | Kumulativní překročení, Seppälä et al. 2006, Posch et al., 2008 |
| Tvorba fotochemického ozonu | Potenciál tvorby přízemního ozonu (POCP) | kg NMVOC ekv. | LOTOS-EUROS, Van Zelm et al., 2008, aplikovaný v ReCiPe |
| Úbytek zdrojů surovin – minerály a kovy ^{c d} | Potenciál úbytku surovin pro nefosilní zdroje (ADP-minerály a kovy) | kg Sb ekv. | CML 2002, Guinée et al., 2002, a van Oers et al. 2002. |
| Úbytek zdrojů surovin – fosilní paliva ^c | Potenciál úbytku surovin pro fosilní zdroje (ADP-fosilní paliva) | MJ, výhřevnost | CML 2002, Guinée et al., 2002, a van Oers et al. 2002. |
| Využití vody | Potenciál nedostatku vody (pro uživatele), spotřeba vody vážená jejím nedostatkem (WDP) | m ³ svět. ekv. nedostatku | Available Water REMaining (AWARE) Boulay et al., 2016 |

- ^a Celkový potenciál globálního oteplování (GWP-celkový) je součtem:
- GWP-fosilní
 - GWP-biogenní
 - GWP-luluc
- ^b Je povoleno vynechat GWP-luluc jako samostatnou informaci, pokud je jeho příspěvek <5 % celkového GWP ve všech deklarovaných modulech s výjimkou modulu D
- ^c Potenciál úbytku surovin je počítán a deklarován ve dvou rozdílných indikátorech:
- ADP-minerály a kovy zahrnuje všechny neobnovitelné surovinové materiálové zdroje (tj. kromě fosilních zdrojů);
 - ADP-fosilní paliva zahrnuje všechny fosilní zdroje a uran.
- ^d Model konečných rezerv modelu ADP-minerály a kovy

Tab. 3: Doplňující environmentální dopady (1)

| Kategorie dopadu | Indikátor | Jednotka | Model |
|---|---|-------------------|---|
| Emise pevných částic | Potenciální výskyt onemocnění v důsledku emisí pevných částic (PM) | Výskyt onemocnění | SETAC-UNEP, Fantke et al. 2016 |
| Ionizující záření, lidské zdraví | Potenciální účinek expozice člověka izotopu U235 (IRP) | kBq U235 ekv. | Model účinku na lidské zdraví vyvinutý Dreicerem et al. 1995, aktualizace Frischknecht et al., 2000 |
| Ekotoxicita (sladká voda) | Potenciální srovnávací jednotka toxicity pro ekosystémy (ETP-fw) | CTUe | Usetox verze 2, dokud nebude k dispozici upravený model USEtox od EC-JRC |
| Toxicita pro člověka, karcinogenní účinky | Potenciální srovnávací jednotka toxicity pro člověka (HTP-c) | CTUh | Usetox verze 2, dokud nebude k dispozici upravený model USEtox od EC-JRC |
| Toxicita pro člověka, nekarcinogenní účinky | Potenciální srovnávací jednotka toxicity pro člověka (HTP-nc) | CTUh | Usetox verze 2, dokud nebude k dispozici upravený model USEtox od EC-JRC |
| Dopady související s využíváním půdy/kvalita půdy | Index potenciální kvality půdy (SQP) | bezrozměrné | Index kvality půdy založený na LANCA |

Klasifikace toků environmentální stopy produktu

Klasifikace znamená přiřazení vstupů a výstupů a emisí v profilu využívání zdrojů a k relevantní kategorii dopadu environmentální stopy z hlediska jednotlivých složek, pro které jsou k dispozici charakterizační údaje, protože každá složka bude přispívat k různým kategoriím dopadu environmentální stopy, jak ukazuje Obr. č. 2. Na níže uvedeném obrázku jsou kvantifikovány dopady sloučenin CO₂, CH₄ a dalších na dvě různé kategorie dopadu – globální oteplování a acidifikace.

Charakterizace toků environmentální stopy produktu

„Charakterizace se týká výpočtu velikosti příspěvku každého klasifikovaného vstupu/výstupu k příslušným kategoriím dopadu environmentální stopy a agregace příspěvků v každé kategorii. To se provádí vynásobením hodnot v profilu využívání zdrojů a emisí relevantním charakterizačním faktorem v pro každou kategorii dopadu environmentální stopy.“ (1)

Charakterizační faktory (CF) vyjadřují intenzitu dopadu látky pro kategorii dopadu environmentální stopy. Výsledek dopadu environmentální stopy se stanoví vynásobením každého vstupu/výstupu jeho charakterizačním faktorem a součtem příspěvků všech vstupů/výstupů za každou kategorii získáme konečný výsledek dopadu produktu. Příkladem charakterizačního faktoru vyjádřeného jako potenciál globálního oteplování pro metan se rovná 25 ekvivalentům CO₂. Příklad výpočtu výsledků dopadu environmentální stopy je ukázán na Obr. č. 2.

Shrneme-li **postup stanovení environmentálního profilu (charakterizace)**, nejdříve je třeba posoudit dopad environmentální stopy produktu. Posuzování dopadu předchází kroky klasifikace a charakterizace toků environmentální stopy. Klasifikace znamená přiřazení inventarizovaných vstupů a výstupů v profilu využívání zdrojů a emisí k relevantní kategorii dopadu, např. globální oteplování. Charakterizace znamená výpočet velikosti každého klasifikovaného příspěvku v každé kategorii dopadu za pomoci charakterizačního faktoru.

| Globální oteplování | | | | | |
|---------------------|---|-------|---|---------------|--|
| CF | | | | | |
| CO ₂ | g | 5,132 | × | 1 | = 5,132 kg ekvivalentního množství CO ₂ |
| CH ₄ | g | 8,2 | × | 25 | = 0,205 kg ekvivalentního množství CO ₂ |
| SO ₂ | g | 3,9 | × | 0 | = 0 kg ekvivalentního množství CO ₂ |
| NO _x | g | 26,8 | × | 0 | = 0 kg ekvivalentního množství CO ₂ |
| | | | | Celkem | = 5,337 kg ekvivalentního množství CO₂ |
| Acidifikace | | | | | |
| CF | | | | | |
| CO ₂ | g | 5,132 | × | 0 | = 0 ekvivalentního množství mol H ⁺ |
| CH ₄ | g | 8,2 | × | 0 | = 0 ekvivalentního množství mol H ⁺ |
| SO ₂ | g | 3,9 | × | 1,31 | = 0,005 ekvivalentního množství mol H ⁺ |
| NO _x | g | 26,8 | × | 0,74 | = 0,019 ekvivalentního množství mol H ⁺ |

Obr. 2: Příklad výpočtů environmentálních dopadů (1 str. 49)

4. Fáze interpretace životního cyklu

Výsledky LCI nebo LCA jsou shrnuty a diskutovány a následně na těchto základech je definován závěr, doporučení a rozhodování v souladu s určeným cílem a rozsahem. Fáze interpretace musí zahrnovat posouzení podrobnosti modelu environmentální stopy produktu, identifikaci kritických míst, odhad nejistoty a závěry, doporučení a omezení.

1.2.2 Kroky následující po interpretaci výsledků

Zpráva o stanovení environmentální stopy produktu

Prvky podávání zpráv jsou minimálně tři: souhrn, hlavní zpráva, příloha, volitelná je důvěrná zpráva pro interní užití. Formální výstup LCA analýzy je tedy interní dokument, který je neveřejný a může sloužit jako podnět pro environmentální zlepšování. Na základě LCA analýzy je vyhotoveno již zmiňované Environmentální prohlášení typu III – EPD, které je veřejně přístupné online.

Přezkum a ověření LCA studie a EPD prohlášení

Nejen studie určené k externí komunikaci (B2B a B2C), ale také studie pro interní použití uvádějící soulad s Doporučením (1) je nutno interně kriticky přezkoumat. Liší se požadavky na přezkum, pro interní použití a externí komunikaci. V případě externího užití jsou kladeny zvláštní požadavky pro srovnávací tvrzení.

Zpracovatel LCA studie by měl splňovat požadavky uvedené v Doporučení Komise (1) („Kvalifikace hodnotitele dle Tab. 8). Po zpracování analýzy následuje **interní kritický přezkum** studie, který se řídí požadavky uvedené v Kap. 9 Doporučení Komise (1).

Po zpracování a interním přezkumu LCA mající doporučující charakter následuje ověření výstupu LCA analýzy – **Environmentálního prohlášení typu III (EPD)**, které je veřejné. Ověřovatel podléhá akreditaci od ČIA, která udělí příslušnou akreditaci ověřovatelům EPD prohlášení. Ověřovatelé musí splnit požadavky na odborné znalosti a praxi dle ISO 14 025 a dále ISO 14 4xx) v rámci výrokové certifikace.

Vybrané údaje profilu využívání zdrojů a emisí

Modelování logistiky pro analyzovaný produkt (1)

Přepravní parametry, které se **musí** zvážit:

- typ přepravy (po vodě, zemi, letecky),
- typ vozidla a spotřeba paliva,
- míra zatížení (poměr skutečného nákladu k jeho kapacitě na jízdu),
- počet návratů naprázdno, přepravní vzdálenost, alokace dopadů z dopravy (nutno alokovat k jednotce analýzy, hmotnost u produktů s vysokou hustotou a objem u produktů s nízkou hustotou) a spotřeba paliva.

Přepravní parametry, které by se **měly** zvážit:

- Infrastruktura,
- dodatečné zdroje a nástroje (např. jeřáby),
- alokace pro obchodní cesty zaměstnanců dle času, vzdálenosti nebo ekonomické hodnoty.

Konec životnosti (1)

Začíná, když uživatel vyřadí užívaný produkt a končí, když je produkt vrácen do přírody jako odpad nebo vstupuje do životního cyklu dalšího produktu jako recyklovaný vstup. Mezi procesy, které se musí zahrnout do studie ke stanovení enviromentální stopy produktu patří: shromáždění a přeprava produktů a obalů na konci životnosti, demontáž součástí, drcení a třídění, přeměna v recyklovaný materiál, kompostování nebo jiné metody zpracování organického odpadu, tvorba odpadků, spalování a odstraňování spodního popela, skládkování a provoz a údržba skládek, přeprava pro zpracování na konci životnosti. Odpadní toky z procesů zahrnutých do hranic systémů se musí modelovat až na úroveň elementárních toků.

1.2.3 Kategorie dopadů na ekosystém (1)

Výsledky LCA analýzy pokrývají všechny **emise do ekosystému a většinu kategorií dopadů**, kterých je celkem 14. Níže jsou stručně charakterizovány možné environmentální dopady vyčíslené na základě LCA studie.

Změna klimatu

Indikátor: Potenciál globálního oteplování (GWP-celkový)

Jednotka: kg CO₂ ekv.

Definice: Potenciál globálního oteplování (GWP) je metrika používaná ke srovnatelnému výpočtu kumulativního radiačního vlivu více skleníkových plynů. Celkový potenciál globálního oteplování je součtem:

- GWP fosilní,
- GWP biogenní,
- GWP luluc - využívání půdy a změny ve využívání půdy.

Změna klimatu je dlouhodobá změna statistického rozdělení povětrnostního vzorce v průběhu časových období, které se pohybují od desetiletí po miliony let. Může jít o změnu průměrných povětrnostních podmínek nebo o průměrnou změnu v rozložení povětrnostních jevů, například větší či menší jevů extrémních. Změna klimatu může být omezena na konkrétní region nebo může probíhat napříč celou planetou. Může být kvalifikována jako **antropogenní změna klimatu**, obecněji známá jako **globální oteplování**. (6)

Dopad **změny využívání půdy** na změny klimatu je v zásadě důsledkem změn zásob uhlíku v půdě. Emise skleníkových plynů se musí v této souvislosti alokovat k produktům buď po dobu 20 let po změně využívání půdy, nebo během jediné sklizně od získání posuzovaného produktu pokud je delší než 20 let. (7) Charakterizace, seskupování a vážení dopadu změny využívání půdy je stále předmětem výzkumu, navíc stále ještě chybí konsenzus k vyjádření hodnoty půdy a antropogenních zásahů do ní. (8)

Poškození ozónové vrstvy

Indikátor: Potenciál úbytku stratosférické ozonové vrstvy (ODP)

Jednotka: kg CFC 11 ekv. (chlorfluorderiváty uhlovodíku – freony)

Definice: „Pod pojmem ultrafialové záření rozumíme elektromagnetické vlnění o vlnové délce 400 až 10 nm, které lze nadále rozdělit s ohledem na účinky na živé organismy. Z tohoto hlediska rozeznáváme záření UV-A (400–315 nm), UV-B (315–280 nm) a UV-C (pod 280 nm). (9)

Ultrafialové sluneční záření dopadající na zemský povrch poškozuje ozonovou vrstvu. Oproti poměrně málo škodlivému záření typu UV-A, které způsobuje pouze stárnutí kůže, jsou ostatní frekvenční pásma nebezpečná pro velkou část živých organismů. Zatímco smrtící záření typu UV-C je zcela pohlcováno ozonem a ve vlnových délkách pod 180 nm také kyslíkem v atmosféře, záření UV-B je pohlcováno téměř výhradně stratosférickým ozonem. S jeho úbytkem ve stratosféře dopadá na zemský povrch úměrně vyšší množství tohoto záření.“ (9)

Následkem úbytku stratosférického ozonu může být častější výskyt nádorových onemocnění, šedých zákalů a snížení imunity. Postižení přírody se může projevit snížením množství fytoplanktonu, který je základem mořské potravinové pyramidy. Dalším následkem může být snížení zemědělských výnosů, narušení ekosystémů a intenzivnější koroze povrchů. (8)

Ekotoxicita pro sladkovodní organismy

Indikátor: Potenciální srovnávací jednotka toxicity pro ekosystémy (ETP-fw)

Jednotka: CTUe (srovnávací toxická jednotka pro ekosystémy)

Definice: nebezpečná vlastnost výluhu z odpadů, které představují nebo mohou představovat akutní nebo pozdní nebezpečí pro jednu nebo více složek životního prostředí. (10)

Následkem ekotoxicity dochází k vymírání druhů živočichů, snižování četnosti populací a biodiverzity a výsledné snižování přírodního bohatství a kvality a vydatnosti surovinových zdrojů, např. snížení výnosů hospodářských plodin. (8)

Toxicita pro člověka – karcinogenní/nekarcinogenní účinky a emise pevných částic

Indikátor: Potenciální srovnávací jednotka toxicity pro člověka karcinogenní/nekarcinogenní (HTP-c/HTP-nc) a Potenciální výskyt onemocnění v důsledku emisí pevných částic (PM)

Jednotka: CTUh (srovnávací toxická jednotka pro ekosystémy a PM 2,5 pro částice s průměrem 2,5 mikrometru a menší)

Definice: chemické sloučeniny vyvolávající otravu nebo poškozující trvale lidské zdraví.

Rozlišujeme látky s karcinogenní účinky na lidské zdraví a nekarcinogenními účinky, kdy konkrétními poškozeními mohou být infekční nemoci, respirační choroby, nádorová onemocnění, poškození očí v důsledku úbytku ozonové vrstvy, respirační choroby způsobené látkami ve vzduchu. (8)

Ionizující záření s účinky na lidské zdraví (8)

Indikátor: Potenciální účinek expozice člověka izotopu U235 (IRP)

Jednotka: kBq U235 ekv.

Definice: ionizační záření, radioaktivita, radiace. Typy záření jsou buď neutronová radiace a rentgenové paprsky, škodlivost vyjadřuje faktor kvality záření.

Ionizační záření představuje hrozbu pro lidi i živou přírodu, poškozují materiály a surovinové zdroje. Radiační energie je absorbována materiálem nebo tkání.

Fotochemická tvorba ozonu (8)

Indikátor: Potenciál tvorby přízemního ozonu (POCP)

Jednotka: kg ekv. množství MNVOC (nemetanové těkavé organické sloučeniny)

Definice: vznik troposférického ozonu (fotooxidantů – POC) chemickými reakcemi za přítomnosti slunečního záření, oxidů dusíků a těkavých organických látek (VOC) známý jako „přízemní ozon“ a těkavé uhlovodíky s vyloučením metanu se označují MNVOC (non methane VOC).

Ozon, tříatomová molekula kyslíku, je přirozeně přítomna v atmosféře. Vyšší než přirozené koncentrace ale působí toxicky na živé organismy a svými oxidačními schopnostmi přispívá k narušování materiálů. Viditelným důsledkem fotooxidantů je tzv. fotosmog nebo letní smog označovaný jako smog Los Angeleského typu, protože vzniká na území s vysokou hustotou automobilových exhalací za inverzního počasí.

Acidifikace (8)

Indikátor: Potenciál acidifikace, Kumulativní překročení (AP)

Jednotka. mol H + ekv.

Definice: okyselování půdy nebo vody způsobená vypouštěním kyselinotvorných látek do atmosféry, vody a půdy, což vyvolá růst koncentrace vodíkových kationtů, protonů.

Důsledky acidifikace se projevují v přírodě, antropogenní krajině, lidském zdraví a surovinových zdrojích, zasaženy jsou i pobřežní oblasti moří a oceánů s důsledky vyhubení ryb, úhynů lesů a poškození budov. Typickým projevem je smog zimního typu, kdy umělá antropogenní mlha z dýmu, mlhy, a škodlivých plynů v ovzduší při inverzním počasí ohrožuje lidské zdraví.

Eutrofizace (8)

Indikátor: Potenciál eutrofizace, podíl živin vstupujících do půdy/sladké vody/moře (EP)

Jednotka: mol N ekv./kg P ekv./ kg N ekv.

- eutrofizace pevninská (mol N ekv.),
- sladkovodní (kg P ekv.),
- mořská (kg N ekv.).

Definice: eutrofizace, jinými slovy úživnost, je přirozený jev obohacování půd, povrchových vod a moří živinami, který ale v důsledku antropogenní činnosti překročil přijatelnou mez. Eutrofizaci rozlišujeme dle ekosystému na:

- pevninskou,
- sladkovodní,
- mořskou.

Důsledkem je zarůstání vod vodním květem sinic a řas, nedostatek kyslíku ve vodách, ohrožení ekosystému a zhoršená kvalita pitné vody. Příkladem může být nárůst bakteriálně rozložitelných látek v odpadních vodách umožňuje růst množství mikrobů a následné spotřebování kyslíků ve vodě spojené s úhynem ryb.

Poškozování a úbytek zdrojů (1)

Indikátor: Úbytek zdrojů surovin – minerálů a kovů, fosilních paliv a využití vody

Jednotka:

- minerály a kovy kg Sb ekv.,
- fosilní paliva výhřevnost v MJ
- voda m³ světového ekv. nedostatku

Definice (pro účely LCA analýzy): dopad produktového systému na spotřebu neobnovitelných přírodních zdrojů a vody. Rozlišujeme tedy úbytek a poškozování:

- minerálů a kovů – všech neobnovitelných surovinových materiálových zdrojů kromě fosilních,
- fosilních paliv včetně uranu,
- vodních zdrojů.

Definice pro účely LCA analýzy z Doporučení Komise zahrnuje jen využívání **neobnovitelných** zdrojů surovinových zdrojů. Avšak i nadměrná spotřeba **obnovitelných** zdrojů vede ke snižování obnovitelné kapacity v přírodě, což kromě hrozícího nedostatku zdrojů v budoucnosti vede také k poškozování ekosystémů. Kritériem určujícím úbytek surovin je zásoba, dostupnost, rychlost spotřeby a rychlost obnovy zdrojů. (8)

1.3 Uhlíková stopa produktu – Carbon Footprint of Product (CFP) dle ISO/DIS 14 067 (7)

Jedná se o přístup na základě posouzení životního cyklu, který je ale modelován jiným výpočtovým modelem než LCA analýza. Hranice systému zahrnují fáze životního cyklu od získání suroviny až po konec životnosti a likvidace. Umožňuje analýzy jak od kolébky po hrob, tj. konec životního cyklu produktu, tak od kolébky po bránu, tj. končí výrobní fází (cradle-to-gate).

Hlavním rozdílem oproti LCA je, že touto metodou je analyzován pouze jeden environmentální dopad – **globální oteplování jako následek emisí CO₂**. Všechny skleníkové plyny dle Kjótského protokolu produkované organizací nebo produktem jsou přepočítány pomocí charakterizačních faktorů na emise CO₂ ekv. Finálním výsledkem uvedeným na osvědčení jsou **hodnoty**

emisí a pohlcování skleníkových plynů z fosilních nebo biogenních zdrojů uhlíku a ze změny využívání půdy. Charakterizační faktory v rámci Uhlíkové stopy jsou stejné jako u LCA analýzy.

Pohlčení a emise biogenního uhlíku

Uhlík je odstraňován z atmosféry díky růstu stromů (charakterizační faktor $-1 \text{ CO}_2 \text{ eq.}$ pro globální oteplování), zatímco k jeho uvolňování dochází během hoření dřeva (charakterizační faktor $+1 \text{ CO}_2 \text{ eq.}$). Pohlčení a emise biogenního uhlíku se musí v profilu využívání zdrojů a emisí vést samostatně. K **dočasnému ukládání uhlíku** dochází v případě, že produkt snižuje množství skleníkových plynů v atmosféře nebo vytváří záporné emise pohlčováním a ukládáním uhlíku na určitou omezenou dobu. (1)

Posuzování dopadů životního cyklu je prováděno za pomoci specializovaného SW metodou GGP obsahující model IPCC. Výsledkem studie je **kvantifikace emisí skleníkových plynů**. Obr. č. 3 ilustruje konečné výsledky uhlíkové stopy na osvědčení uhlíkové stopy produktu společnosti. Výstupem studie je tedy veřejně dostupné **Osvědčení o Skleníkových plynech – Uhlíkové stopě produktu (CFP)**. Podkladem pro osvědčení je Zpráva o projektu pro interní potřeby organizace a zpráva pro externí komunikaci.

Zjištěné hodnoty:

| Parametry popisující emise skleníkových plynů uhlíkové stopy GWP 100a (DJ = 1 kg produktu) | | |
|--|-------------------------|----------|
| Výsledky studie CFP | | |
| Kategorie dopadu | Jednotka | Hodnota |
| Emise a pohlcování skleníkových plynů vyplývající z fosilních zdrojů uhlíku | kg CO ₂ ekv. | 1,34E-01 |
| Emise a pohlcování skleníkových plynů vyplývající z biogenních zdrojů uhlíku | kg CO ₂ ekv. | 2,63E-03 |
| Emise a pohlcování skleníkových plynů z využívání půdy | kg CO ₂ ekv. | 6,84E-05 |

Obr. 3: Osvědčení o Skleníkových plynech, Zdroj: (11)

1.4 Emise skleníkových plynů a emisní povolenky

Skleníkový plyn GHG (Greenhouse Gas) je „plynná složka atmosféry jak přírodního, tak antropogenního původu, která pohlcuje a emituje záření určitých vlnových délek uvnitř spektra infračerveného záření emitovaného zemským povrchem, atmosférou a mraky.“ (12)

Emisní povolenky (allocation allowances) (13) (14) (15)

Účelem emisních povolenek je dosažení cíle EU být do roku 2050 klimaticky neutrální. Prostředky vy-naložené subjekty na nákup emisních povolenek za období roků 2012–2020 přesáhly 57 miliard EUR. Směrnice EP a Rady EU 2003/87/ES nařizuje použít minimálně 50 % příjmu z povolenek k účelům spojeným s klimatem a energetikou. Uvedená **Směrnice EP a Rady EU 2003/87/ES upravuje i povinnost reportování o produkovaných emisích pro určené výrobní organizace**. Cena jedné povolenky se pohybuje okolo 70 EUR. Jedna povolenka

(EUA) opravňuje uvolnit do ovzduší 1 t CO₂. Podkladem pro obchodování s povolenkami je zmiňovaná Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/87/ES. Emisní povolenky jsou obchodovány v rámci evropského trhu s povolenkami (EU Emissions Trading System – EU ETS). Obchod je koordinován Evropskou Komisí a probíhá na aukcích, kde je předem oznámen obchodovaný objem povolenek včetně data konání.

Povolenky jsou obchodovány v minimálních množstvích – lotech. Povolenky jsou předem určeny pro určitý trh, největší část je určena členskými státy EU a fondům pro inovace a modernizaci (Innovation Fund, Modernisation Fund) a zvláštní objem je vyčleněn pro Německo, Polsko a Velkou Británii pro přechodnou dobu odchodu z EU. Nakupovat povolenky mohou sami producenti emisí. Dále se aukce mohou účastnit obchodníci s cennými papíry v případě, že mají povolení dle Směrnice 2014/65/EU, případně dle Směrnice o úvěrových institucích 2013/36/EU další zprostředkovatelé zmocnění členskými státy.

1.5 Protokol o skleníkových plynech – GHG Protokol (WRI, WBCSD) (16) (6)

World Resources Institute (WRI) a World Business Council on Sustainable Development (WBCSD) začaly svůj podnikový standard – GHG Protokol rozvíjet v roce 1998. V roce 2004 byl vydán The Greenhouse Gas Protocol – A Corporate Accounting and Reporting Standard – Revised Edition, který představuje standard pro účtování a vykazování skleníkových plynů pro produktový a dodavatelský řetězec. Cílem standardu je poskytnout organizacím nástroj pro kvantifikaci skleníkových plynů, který může sloužit jako podklad pro sestavení firemní strategie ke snižování emisí. Inventář GHG Protokolu lze sestavit na úrovni organizace, projektu nebo i produktu.

Inventarizace skleníkových plynů organizace může být provedena dle GHG Protokolu dle standardů organizací WRI a WBCSC uvedených výše nebo dle mezinárodní normy ISO 14064 - Skleníkové plyny – Část 1: Specifikace s návodem pro stanovení a vykazování emisí a propadů skleníkových plynů pro organizace. (17) V této práci je použita metoda vytvořená WRI a WBCSC, tedy soukromými vědecko-výzkumnými organizacemi, z důvodu širšího rozšíření této metody v praxi.

GHG Protokol poskytuje standardy a pokyny pro organizace připravující inventuru emisí skleníkových plynů. **Zahrnuje pravidla reportování o šesti skleníkových plynech, na které se vztahuje Kjótský protokol**, tj. oxidu uhličitém (CO₂), methan (CH₄), oxid dusný (N₂O), fluorované uhlovodíky (HFC), perfluorované uhlovodíky (PFC) a fluorid sírový (SF₆). Představuje standard pro účtování a vykazování skleníkových plynů pro produktový a dodavatelský řetězec organizace a klade si za cíl řízení environmentálních rizik spojených s produkcí skleníkových plynů a identifikaci snižování jejich emisí.

Podobně jako u studie Uhlíkové stopy produktu je výstupem inventarizace GHG Protokolu **kvantifikace pouze jednoho dopadu, a to globálního oteplování** včetně změny využívání půdy. Rozdílné oproti LCA analýze a studie Uhlíkové stopy je, že GHG protokol (ve scope 1 a 2) pro organizace není založen na přístupu životního cyklu. Dalším rozdílem je také metodický přístup, GHG protokol je metodikou s atributivním přístupem.

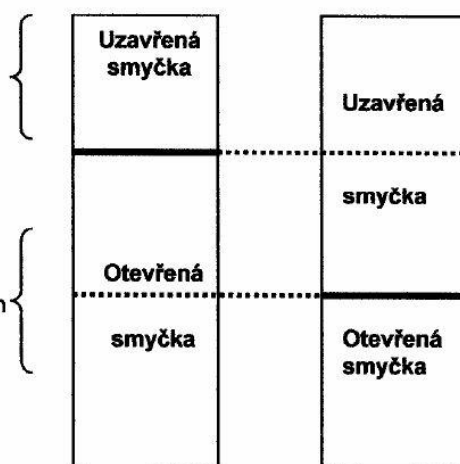
1.5.1 Zásady a požadavky

GHG protokol se liší od LCA a CFP zásadními metodologickými rozdíly, v některých oblastech ale přijímá standarty norem upravující LCA a CFP. Těmito oblastmi je například obecný požadavek na kvalitu dat, GHG protokol vyžaduje, aby data byla reprezentativní po stránce technologické, časové a geografické. Dále data musí být úplná, přesná a u významných procesů je vyžadována kvantifikace nejistoty zdrojů dat. Také požadavek na statistickou nejistotu dat je podobný jako u LCA a CFP a je součástí doplňujících informací GHG Protokolu. Primární data jsou vyžadována u vstupů pod kontrolou společnosti provádějící inventarizaci. Alokaci k recyklaci je doporučována metoda „closed loop“ dle ISO 14 044, viz. Obr. č. 4.

Technický popis produktového systému

Materiál z produktového systému je recyklován v témže produktovém systému

Materiál z jednoho produktového systému je recyklován v jiném produktovém systému



Alokační postupy pro recyklaci

Materiál je recyklován bez změn základních vlastností

Recyklovaný materiál mění základní vlastnosti

Obr. 4: Alokační postupy při recyklaci (2)

Účtování a vykazování emisí GHG musí být založeno na následujících zásadách:

- relevantnost – odpovídající studie slouží pro interní a externí rozhodování společnosti;
- úplnost – studie zahrnuje všechny emise GHG a pokud ne, je třeba vyloučení zdůvodnit;
- konzistentnost – studie vyžaduje konzistentní metodologii pro sledování vývoje emisí a změny metod, hranice nebo faktorů v časové řadě je třeba transparentně zdokumentovat;
- transparentnost – koherentním způsobem je třeba zveřejnit relevantní předpoklady inventáře včetně odkazů na použitá data a výpočetní nástroje;
- Přesnost.

Zpracovatelem inventáře GHG protokolu může být kdokoliv, neexistuje žádný konkrétní požadavek na vzdělání nebo praxi. **Přezkoumání** je vyžadováno a je možné ho provést interně, třetí stranou nebo kritickým přezkoumáním. (18)

1.5.2 Postup při zpracování inventáře GHG (16)

1. Výběr metody výpočtu a identifikace zdrojů skleníkových plynů

Výpočtové metody:

- Přímé měření emisí skleníkových plynů monitorováním,
- nepřímé měření – v praxi častější,
- na základě hmotnostní bilance,
- stechiometrický základ pro zařízení nebo proces.

Identifikace zdrojů skleníkových plynů (16)

a) Identifikace rozsahu Scope 1

Jsou zahrnuty přímé emise od organizace a společností vlastněných nebo pod kontrolou. Nejčastější zdroje skleníkových plynů obvykle pocházejí z následující kategorie zdrojů:

- **Stacionární spalování:** spalování paliv ve stacionární zařízení, jako jsou kotle, pece, hořáky, turbíny, topidla, spalovny, motory, světlice atd.
Scope 1 zahrnuje i emise z energie vyrobené a přímo spotřebované v organizaci, pokud tato není dodávána do sítě ani není ze sítě odebírána. Je-li energie vyráběná a spotřebovávaná v organizaci spojena s odběrem/dodávkou z/do distribuční sítě, postupuje a účtuje se dle Obr. č. 5 viz. níže. Je třeba se vyhnout dvojímu účtování, energie vyráběná lokálně je uváděna ve Scope 1 a energie nakoupená ze sítě se uvádí ve Scope 2.
- **Mobilní spalování:** spalování paliv v dopravě a dopravních prostředcích, jako jsou automobily, nákladní auta, autobusy, vlaky, letadla, čluny, lodě, čluny, plavidla atd. vznikající při přepravě materiálů, výrobků, odpadu a zaměstnanců.
- **Emise z procesů** (výroby, zpracování): emise z fyzikálních nebo chemických látek, jako je CO₂ z kroku kalcinace při výrobě cementu, CO₂ z katalytického krakování v petrochemickém zpracování, emise PFC z tavení hliníku atd.
- **Fugitivní emise:** záměrné a neúmyslné úniky, jako jsou úniky zařízení ze spojů a těsnění a také fugitivní emise z uhlí, čištění odpadních vod, jímek, chladicích věží, zařízení na zpracování plynu atd. Příkladem z běžné podnikové praxe je zahrnutí úniků z klimatizačních zařízení, které obsahují látky významně ovlivňující celkové emise skleníkových plynů. Neodečítají se emise z el. energie vyrobené společností z důvodu konzistentnosti, např. emise z výroby šrotu k recyklaci.

| Total energy production from on-site system | On-site energy consumption from on-site system | Energy exported from the on-site system to the grid | Energy imported from the grid |
|---|--|---|-------------------------------|
| 100 kWh | 50 kWh | 50 kWh | 70 kWh |
| Total energy consumption (to be reported separately) = 120 kWh 50 kWh consumed from on-site system + 70 kWh imported from grid | | | |
| "Net" grid consumption = 20 kWh (70 kWh imported from grid - 50 kWh exported) | | | |

Obr. 5: Výpočet množství spotřebované energie (6)

b) Identifikace rozsahu Scope 2

Dalším krokem je identifikace **zdrojů nepřímých emisí ze spotřeby nakoupené elektřiny, tepla nebo páry**. Téměř všechny podniky produkují nepřímé emise nákupem elektřiny pro použití ve svých procesech nebo službách. Ztráty el. energie způsobené během přenosu energie ke koncovému uživateli si do scope nepřímých emisí započítává vlastník příslušné distribuční sítě. Emise jsou kvantifikovány pomocí výpočtu, kdy je objem spotřebované energie násoben emisním faktorem. Emisní faktor je výsledkem podílu např. produkce CO₂ v kg a vyrobené energie v MWh.

Elektrická energie

Lze použít dva přístupy k účtování emisí z nakoupené elektrické energie, a to Market based nebo Location based. Přístup Location based je obecně použit v případě, kdy nakoupená energie pochází z distribuční sítě a je použit emisní faktor kalkulovaný z průměrných dat zohledňující původu elektrické energie v lokální síti. Je preferován přístup Market based,

Přístup Market based je použit pro energii ze specifického zdroje – obnovitelné/fosilní, které si jejich spotřebitelé vybrali na základě smlouvy. Předpokladů použití tohoto přístupu je několik – je k dispozici certifikát potvrzující původ energie (REC/GO), na základě smlouvy je dodávána energie z určitého zdroje – nízkouhlíkové, obnovitelné nebo fosilní. Dále pokud je možno použít emisní míry pro jednotlivé dodavatele. V těchto případech by dodavatel energie měl poskytnout spotřebiteli vlastní emisní faktor vztahující se k jím dodávanému energetickému produktu.

V případech, kdy výše uvedené, certifikát nebo zvláštní emisní faktor není k dispozici, je doporučeno použít „Residual mix“, který zahrnuje kompletní dataset pro Market based metodu s regionálním kontextem a pro výpočet výsledného emisního faktoru je odečten objem vyrobené energie s původem vztaheným k „zasmluvněné“ energii, emise jsou tedy alokovány – rozděleny na emise z energie dodané odběrateli na základě smlouvy a na emise ze zbylé energie, které tvoří „Residual mix“. Lze tedy říci, že „zbytkový mix EF“ je sestaven odstraněním údajů o smluvních dodávkách energie z celkových dat o výrobě energie. (19)

Pokud organizace nakupuje na energetickém trhu, ale nemá žádná data týkající se konkrétního produktu, měla by použít metodu Location based a emisní faktor lokální nebo národní sítě. s. 29 (6) Pokud organizace nebo její organizační složky používají energii z více zdrojů, je v souladu s Scope 2 Guidance reportovat energii z různých zdrojů zvlášť za použití obou uvedených metod – Location based/Market based method.

El. energie také může pocházet z určitého konkrétního zařízení (např. FVE) a může být dodávána přímo ke spotřebě. Hierarchie emisních faktorů začíná EF ze specifického zdroje energie přes EF dodavatele po průměr distribuční sítě (grid average).

Pára

Použitá pro mechanickou práci, teplo nebo jako procesní médium. Zařízení pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny nazývané také kogenerační jednotka. Je-li dodávána externím dodavatelem, je třeba zajistit alokace emisí napříč energetickými výstupy.

c) Identifikace rozsahu Scope 3

Tento **volitelný** krok zahrnuje identifikaci dalších nepřímých emisí společnosti, včetně emisí spojených s outsourcovanou/smluvní výrobou, leasingy nebo franšizami, které nejsou zahrnuty v rozsahu scope 1 nebo 2. Zahrnutí emisí scope 3 umožňuje podnikům identifikovat všechny relevantní emise skleníkových plynů. Scope 3 je částečně založen na přístupu životního cyklu. Hranice systému zahrnují fáze od získání suroviny až po konec životnosti a likvidace.

2. Shromáždění údajů o činnosti a výběr emisních faktorů

Pro většinu malých a středních firem a pro mnohé u větších společností se budou počítat emise skleníkových plynů v rozsahu scope 1 na základě nakoupeného množství paliv (jako je zemní plyn a topný olej) a scope 2 z naměřené spotřeby elektřiny a plynu. Rozsah scope 3 emisí skleníkových plynů je možné stanovit z údajů o emisních faktorech třetích stran.

3. Aplikace výpočetních nástrojů

Je podporováno využití nástrojů dostupných na webové stránce GHG iniciativy. Tyto nástroje jsou pravidelně aktualizovány odborníky a špičkami v oboru, a jsou považovány za nejlepší dostupné. Nástroje jsou volitelné. Společnosti je mohou nahradit vlastní metodou výpočtu skleníkových plynů, pokud jsou přesnější nebo alespoň v souladu s GHG Protocol Corporate Standards přístupy.

Existují dvě hlavní kategorie výpočetních nástrojů:

- **Meziodvětvové nástroje**, které lze aplikovat na různé sektory pro stacionární a mobilní spalování, použití v HFC chlazení a klimatizaci.
- **Sektorově specifické nástroje**, které jsou určeny k výpočtu emisí ve specifických odvětvích, jako je výroba hliníku, železa a oceli, cementu, ropy a plynu, celulózy a papíru nebo ve zpracovatelském průmyslu a administrativě. Většina organizací bude potřebovat více nástrojů, například výroba hliníku upřednostní nástroj pro výrobu hliníkových výrobků, spotřebu energie, výrobu energie v závodě a dopravu materiálu a zaměstnanců.

2. Zlepšení environmentální stopy

V této kapitole jsou stručně shrnuty nejčastější praktické přístupy ke kvantifikovatelnému snížení environmentální stopy produktu a tím i celé organizace. Níže jsou uvedeny aspekty, které **spoluurčují možnosti snížení environmentální stopy** a při tvorbě environmentální strategie organizace je třeba zvážit:

a) Informacemi, které máme k dispozici dle použité analytické metody k určení environmentální stopy

Máme-li potřebné znalosti, kapacitu, data a výpočetní nástroje, získáme výstupem z LCA analýzy hodnocení všech environmentálních dopadů a komplexní informace zohledňující lokální specifika o celém životním cyklu produktu a tím i organizace. Pokud nám ale chybí jedno nebo více z uvedených kritérií, musíme pro kvantifikaci dopadu naší činnosti na životní prostředí zvolit jinou, schůdnou metodu, např. GHG protokol, kdy je třeba zahrnout víceméně jen energetické vstupy a emise ze specifických procesů a získáme informace o emisích skleníkových plynů organizace a tento inventář nám poskytne podklad pro zlepšování environmentální stopy, např. pro implementaci energetického managementu.

b) Pravomocemi

Při volbě analytické metody je praktické dopředu zvážit, co z analyzovaných vstupních proměnných můžeme reálně změnit nebo zlepšit. Například pokud analyzovaná organizace je jednou z lokálních poboček nadnárodní korporace, kdy některé pravomoci nejsou delegovány na úroveň dané organizační složky a konkrétně o otázkách environmentu nebo centrálně řízené logistice je rozhodováno na základě korporátní strategie, je praktické s tím dopředu počítat a přizpůsobit výběr analytické metody pravomocím a kompetencím, kterými příslušná organizační jednotka disponuje.

c) Finančními prostředky

Představují pro většinu organizací nejdůležitější kritérium. Ať se jedná o investiční náklady vynaložené například na fotovoltaiku nebo o zvýšení nákladů na ekologicky příznivější vstupní materiál, je nutné se rozhodovat s určitým nadhledem a komplexností a také s výhledem na možnou legislativní povinnost udržitelnosti do budoucna. Možnost získání dotačních titulů na zelené investiční výdaje u většiny projektů výrazně zlepší návratnost vynaložených prostředků.

d) Motivací, preferencemi, firemní vizí nebo strategií

Pokud to se zlepšením dopadů činnosti organizace na životní prostředí myslíme vážně, pak je možné ekonomickými aspekty environmentální opatření pouze vyvažovat a poslouží nám jako pomocné kritérium při rozhodování. Ekologických řešení, které by byly možné bez počáteční investice nebo kde by bylo možné zároveň uspořit náklady, je zatím bohužel málo.

Obecně je možné environmentální stopu produktu a tím i organizace zlepšit následujícími způsoby:

- změnou vstupních materiálů výrobního procesu,
- recyklací nebo znovupoužitím výstupů z procesu výroby,
- úsporou energie potřebné na realizaci procesu (el. energie, zemní plyn, motorová nafta atd.).

2.1 Záměna primárních vstupních materiálů

Teoreticky je možné rozlišit znovupoužití odpadních produktů z procesů výroby dle terminologie ISO 14 044, která zavádí výše uvedený termín systém „closed loop“, kde je v rámci LCA studie rozlišeno, zda byl materiál znovu použit ve stejném nebo jiném výrobním, případně nevýrobním procesu, a zda byly při znovupoužití změněny vlastnosti původně odpadního produktu. Výsledky implementace těchto zlepšení je z uvedených metod možné kvantifikovat metodou LCA analýzy nebo uhlíkové stopy.

Environmentální stopu produktu je tedy možné změnou vstupních materiálů snížit:

- Zahrnutím odpadního výstupu pocházející z jiného procesu jako náhradu primárního výrobního vstupu, např. výroba cementu a betonu se zahrnutým popílkem nebo struskou.
- Využitím odpadního výstupu ze stejného procesu, např. odpadního kalu z recyklyngu při výrobě betonu.

Změna vstupních materiálů může představovat zásadní zlepšení dopadů na životní prostředí, zároveň ale představuje opatření, kdy je třeba postupovat nejcitlivěji a nejuvážlivěji, a to nejen s ohledem na funkčnost výsledného produktu. Nezbytností jsou znalosti z materiálového inženýrství. Při zvažování změny vstupní suroviny do procesu výroby je tedy třeba vyhodnotit:

- požadované fyzikální, chemické a mechanické vlastnosti výsledného materiálu použitého v produktu,
- hlediska výrobně-technologická – tvárnost, obrobitelnost, svařitelnost, slévateľnost a odolnost proti opotřebení,
- předpokládaná životnost a případná změna životnosti produktu po změně vstupního materiálu,
- dostupnost materiálového vstupu do budoucna,
- bezpečnostní rizika - zdravotní nezávadnost výrobku.

Níže uvedený reálný příklad z praxe analyzuje environmentální dopady výroby transportbetonu a návrh zlepšení environmentální stopy změnou receptury. Pro udržení kvality betonu je třeba chemických rozborů nového cementu a řadu týdnů zkoušení nové receptury betonu v laboratoři, dále musí následovat formální náležitosti – nové zkoušky typu a prohlášení o shodě, protože se jedná o tzv. stanovený výrobek. I v případě, že výsledky zkoušek jsou vyhovující a výsledný materiál odpovídá požadavkům, je třeba mít na paměti, že beton musí mít dle typu životnost 50 až 100 let a být odolný různým škodlivým vlivům okolního prostředí a výsledná trvanlivost materiálu, byť příznivějšího životního prostředí, je po změně receptury tak trochu s otazníkem, poslední zkouška se u betonu provádí ve stáří 90 dní, což je třeba zvážit uvědomíme-li si, že konstrukční beton tvoří mimo jiné nosné části mostů a dalších pozemních komunikací.

2.2 Příklad záměny primárních vstupních materiálů (20) (21)

Jako příklad pro změnu vstupního materiálu zahrnutím odpadního produktu z jiného procesu lze uvést změnu primárního vstupu při výrobě transportbetonu. Jedná se o záměnu cementu třídy I, který je tvořen min. z 95 % primárním vstupním materiálem – slínkem za cement třídy II-BS, který obsahuje přibližně 70 % primární suroviny a 30 % vysokopecní strusky, jedná se tedy o 25 % úsporu primárního materiálu. Orientační receptury betonu s cementem třídy I a II je uvedena níže na Tab. č. 4.

Tab. 4 Receptury transportbetonu

| Materiálové vstupy C 20/25 na m ³ | Jednotka | Receptura CEM I | Receptura CEM II |
|--|----------|-----------------|------------------|
| Cement I | kg | 300 | - |
| Cement II | kg | - | 306 |
| DTK 0-4 Zlosyň | kg | 893 | 860 |
| HTK 8-16 Zlosyň | kg | 569 | 539 |
| HTK 16-22 Zlosyň | kg | 330 | 369 |
| Chemické přísady (pojidla) | kg | 2 | 1 |
| Chemické přísady | kg | - | 2 |
| Voda pitná (z řadu) | kg | 190 | 197 |

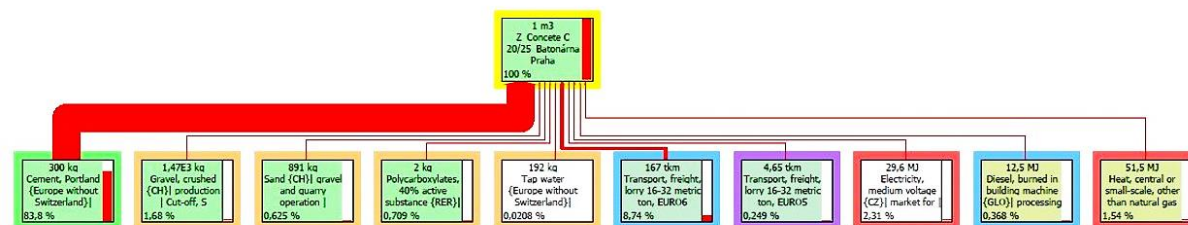
LCA studie analyzuje environmentální dopady výroby transportbetonu třídy C 20/25 receptury zahrnující cement třídy I a II. Deklarovaná jednotka je m³ a hranice systému jsou zobrazeny na níže uvedeném tabulce č. 5, kdy byly zahrnuta jen výrobní fáze s moduly A1 - A3, protože cílem studie je interní rozhodování společnosti a neřídí se tudíž normativními požadavky dané produktové kategorie. Zahrnuty byly tedy ve fázi výroby materiálové vstupy uvedené výše a také provozní spotřeby energií, vody včetně standardně zahrnované dopravy při výrobě a doprava z výroby k likvidaci a recyklaci.

Tab. 5: Hranice systému produktového transportbetonu

| Informace o hranicích produktového systému – informačních modulech (X = zahrnuto, ND = modul není deklarován) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------|--------|-------------------|---------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------------|---------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------|--------------|--|--|
| Výrobní fáze | | | Fáze výstavby | | Fáze užívání | | | | | | | | Fáze konce životního cyklu | | | | Doplňující informace nad rámec životního cyklu |
| Dodávání nerostných surovin | Doprava | Výroba | Doprava na stavbu | Proces výstavby/instalace | Užívání | Údržba | Oprava | Výměna | Rekonstrukce | Provozní spotřeba energie | Provozní spotřeba vody | Demolice/dekonstrukce | Doprava | Zpracování odpadu | Odstraňování | Přínosy a náklady za hranici syst. Potenciál opětovného použití, využití a | |
| A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | C1 | C2 | C3 | C4 | D | |
| X | X | X | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | |

Níže jsou uvedeny výsledky LCA analýzy v rámci charakterizace dopadů výroby transportbetonu třídy C 20/25 původní receptury zahrnující cement třídy I. Obr. č. 6 uvedený níže ukazuje charakterizaci výroby betonu na jeden z environmentálních dopadů - globální oteplování. Na globální oteplování má největší dopad výroba samotného cementu, jehož výroba je nejen energeticky náročná, směs vápence a jílu se vypaluje na přibližně 1450 st. C, ale emise CO₂ jsou uvolňovány i při samotné chemické reakci při výrobě cementu.

Product: Z_Concrete C 20/25_Batonárna Praha
Project: JANA Vagnerova
Category: Material\Construction\Concrete
Method: TZUS_zakladni V0.01
Selected indicator: Characterization, Climate change (kg CO2 eq)
Indicator mode: Cumulated indicator
Exclude long-term emissions: No
Node cut-off: 0,00331 %



Obr. 6: Výroba transportbetonu – charakteristika (21)

Níže uvedená tabulka č. 6 uvádí výsledek záměny cementu třídy I za cement třídy II v receptuře vyráběného transportbetonu. Kvantifikovaný dopad této změny vstupního materiálu je **snížení emisí CO₂/m³ betonu o 60 CO₂ ekv.**, kdy byla uspořena vstupní energie na výrobu primárního materiálu a zároveň ušetřeny emise vzniklé při výrobě cementu. Významné je také **snížení užití fosilních zdrojů** o přibližně 197 MJ/m³ betonu, kdy se jedná o vyčerpávání neobnovitelných paliv. Dalšími zohledněnými efekty v LCA analýze je úspora vstupních materiálů – slínku sama o sobě, která je vidět v řádce „resource use – minerals and metals a znovupoužití odpadního materiálu – vysokopeční strusky. **Úspora záměnou vstupního materiálu ve výši 60 CO₂ ekv. na m³ betonu se může zdát zanedbatelná, avšak při celkové produkci např. 1 mil. m³ se jedná o úsporu 60 000 000 CO₂ ekv.**

Tab. 6: Výroba transportbetonu – Charakterizace (21)

| Impact category | Unit | Total | Cement I | Cement II | Ostatní | Energy | Transport | Waste |
|--|-------------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|
| Climate change | kg CO2 eq | 311,4219 | 260,856 | 200,374 | 9,442947 | 11,97622 | 28,36621 | 0,780565 |
| Climate change - Fossil | kg CO2 eq | 306,5984 | 256,4322 | 196,9903 | 9,143797 | 11,91281 | 28,33001 | 0,779553 |
| Climate change - Biogenic | kg CO2 eq | 4,731072 | 4,369673 | 3,336711 | 0,281771 | 0,055082 | 0,023881 | 0,000665 |
| Climate change - Land use and LU change | kg CO2 eq | 0,066878 | 0,041893 | 0,036398 | 0,006675 | 0,007013 | 0,010986 | 0,00031 |
| Ozone depletion | kg CFC11 eq | 1,7E-05 | 7,82E-06 | 6,11E-06 | 1,33E-06 | 1,13E-06 | 6,54E-06 | 1,82E-07 |
| Acidification | mol H+ eq | 0,798197 | 0,592745 | 0,468448 | 0,07041 | 0,042683 | 0,08916 | 0,003199 |
| Eutrophication, freshwater | kg P eq | 0,041036 | 0,0254 | 0,020738 | 0,002056 | 0,011712 | 0,001817 | 5,04E-05 |
| Eutrophication, marine | kg N eq | 0,210176 | 0,159134 | 0,124076 | 0,020479 | 0,008626 | 0,02097 | 0,000966 |

| | | | | | | | | |
|--|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Eutrophication, terrestrial | mol N eq | 2,371789 | 1,805803 | 1,40848 | 0,258409 | 0,068139 | 0,228881 | 0,010557 |
| Photochemical ozone formation | kg NMVOC eq | 0,624011 | 0,454465 | 0,354658 | 0,064795 | 0,019878 | 0,081644 | 0,00323 |
| Resource use, minerals and metals | kg Sb eq | 0,000672 | 0,000383 | 0,000356 | 0,000176 | 1,35E-05 | 9,7E-05 | 2,7E-06 |
| Resource use, fossils | MJ | 1745,302 | 986,6302 | 788,9778 | 153,6038 | 165,3365 | 427,8643 | 11,86774 |
| Water use | m3 depriv. | 32,59344 | 17,15813 | 13,72147 | 12,84568 | 1,267394 | 1,279232 | 0,042999 |

2.2 Recyklace a znovupoužití

Tento dílčí krok ke komplexnímu řešení environmentální stopy, která je vpravdě multidisciplinárním oborem, vyžaduje zavedení a vysvětlení termínu **cirkulární ekonomie**. Cirkulární ekonomie znamená nahrazení klasických výrobních řetězců surovina – výrobek – odpad řetězcem cirkulárním – kruhovým, kdy již použitý materiál je vrácen k opětovnému použití. Příkladem může být obligátní využití obnovitelných zdrojů, cirkulární ekonomie však předpokládá i výrobu této obnovitelné energie za pomoci recyklovatelné techniky. Dalším předpokladem je zahrnutí a využití emisí a energetických ztrát, příkladem může být využití odpadního tepla z výroby stlačeného vzduchu pro vytápění. Přechodem k cirkulární ekonomice je zamýšlena změna celé ekonomiky, která přenastaví své priority a vyčlení zdroje na vývoj technologií, které umožní maximální recyklaci a znovupoužití surovin a energií. (22)

Příkladem využití cirkulární ekonomiky v praxi může být příklad změny receptury výroby betonu uvedený v předchozí kapitole, kde jsou ušetřeny primární materiálové i energetické vstupní zdroje včetně zdrojů emisí z procesu výroby, zároveň jsou znovupoužity i odpadní produkty z jiného procesu. Všechny tyto přínosy mohou být z uvedených metod analyzovány metodami LCA studie a Uhlíkové stopy. GHG protokol by v tomto případě zachytil „jen“ úsporu energií a emisí při výrobě cementu, materiálové vstupy do metody GHG protokolu nejsou zahrnuty.

2.3 Environmentální management (EMS) (23)

Implementace systému EMS dle ISO 14 001 pro organizace obecně znamená povinnost plnění následujících požadavků:

- zavedení systémového přístupu k životnímu prostředí včetně závazku vedení k EMS,
- vytvoření politiky a cílů ochrany životního prostředí,
- identifikace a kontrola dopadů své činnosti na životní prostředí,
- zavedení postupů monitorování a měření environmentální výkonnosti,
- přijímání nápravných a preventivních opatření k řešení,
- implementace principu neustálého zlepšování environmentální výkonnosti a snižování dopadu činnosti organizace na životní prostředí.

Organizace, která se rozhodně pro zavedení EMS, dosáhne kromě zlepšení své environmentální stopy také zlepšení důvěryhodnosti vůči všem zainteresovaným stranám. Další podstatnou výhodou certifikovaného systému EMS je minimalizace možnosti neshody s legislativními požadavky týkající se životního prostředí kladenými na organizace.

V rámci **environmentálního managementu** dle ISO 14 001 je organizace, která implementovala EnMS, povinna vypracovat environmentální politiku a cíle ke zvyšování **environmentální výkonnosti**. Dále se zavazuje dodržovat závazné legislativní povinnosti týkající se jejího vlivu na životní prostředí. Celková environmentální výkonnost se musí zlepšovat, tj. ukazatel výkonnosti, zvolený organizací dle vlastního uvážení musí být neustále zlepšován v rámci cyklu PDCA.

Na začátku implementace EMS je třeba identifikovat a sledovat **environmentální aspekty** činnosti organizace. Pojmem environmentální aspekt se rozumí činnost organizace, která ovlivňuje nebo může ovlivňovat životní prostředí a způsobovat environmentální dopady.

„Při zvažování environmentálních aspektů může organizace zvažovat:

- a) *emise do ovzduší;*
- b) *úniky do vod;*
- c) *uniky do půdy;*
- d) *využívání surovin a přírodních zdrojů;*
- e) *využívání energie;*
- f) *uvolňování energie (např. teplo, záření, vibrace, hluk, světlo);*
- g) *vznik odpadů a/nebo vedlejších produktů;*
- h) *využití prostoru.“ (23)*

Kromě výše uvedených aspektů týkající se přímo organizace musí organizace určit aspekty, které může ovlivnit nepřímo, například u svých dodavatelů. (23)

2.4 Snížení spotřeby energetických vstupů

Spotřeba energií je zachycena všemi uvedenými metodami kvantifikace dopadů na životní prostředí a zároveň skýtá možnost úspory finančních prostředků, často však oproti nemalým investičním výdajům. Obecně snížením množství elektrické energie, zemního plynu, vody, nafty atd. potřebné k výrobě samotné můžeme ovlivnit environmentální stopu produktu a tím i celé organizace v mnohých případech nejvýrazněji. Příkladem tohoto zlepšení je příklad řešený v reálné organizaci implementací systému energetického managementu.

2.4.1 Energetický management dle ISO 50 001 (24) (25) (26)

Systém managementu hospodaření s energií tvoří vzájemně propojené nebo spolupůsobící prvky na jejichž základě je vytvářena energetická politika, cíle, procesy a postupy. Energetický management je součástí celkového systému řízení, zasahuje tedy do strategie organizace, do její organizační struktury, procesů, postupů a zdrojů. Struktura a zásady jsou analogické se systémem managementu kvality (QMS) dle ISO 9001 a jeho struktura je stejná stejně jako v případě systému environmentálního managementu dle ISO 14 001. V případě zavedení jiných systémů ISO (zejména dle ISO 9001 a ISO 14 001) je kladen důraz na synchronizaci s těmito nástroji řízení, tedy eliminaci duplikování a naopak využívání dostupných registrů, procesů apod. Systém hospodaření s energií může být certifikovaný dle ČSN EN ISO 50 001, resp. dle ČSN EN ISO 19 011.

2.4.2 Doprava

Níže uvedená tabulka č. 7 uvádí porovnání environmentální stopy jednotlivých typů dopravy – nákladní splňující emisní normu 4 a 5, vlakovou, námořní a leteckou, modelováno na 1 tunokilometr.

Tab. 7: Porovnání environmentální stopy jednotlivých typů nákladní přepravy (21)

| Impact category | Unit | Lorry EURO 4 ¹ | Lorry EURO 5 ² | Freight train ³ | Sea ferry ⁴ | Freight aircraft ⁵ |
|--|-------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------------|
| Climate change | kg CO2 eq | 0,09011385 | 0,09086782 | 0,03916434 | 0,109872 | 0,84909179 |
| Climate change - Fossil | kg CO2 eq | 0,08998886 | 0,0907428 | 0,03844977 | 0,109805 | 0,84876888 |
| Climate change - Biogenic | kg CO2 eq | 8,8159E-05 | 8,8184E-05 | 0,00060978 | -8,9E-06 | 0,00026102 |
| Climate change - Land use and LU change | kg CO2 eq | 3,2623E-05 | 3,2626E-05 | 8,8823E-05 | 7,22E-05 | 4,834E-05 |
| Ozone depletion | kg CFC11 eq | 2,1654E-08 | 2,1671E-08 | 2,7389E-09 | 2,19E-08 | 1,9285E-07 |
| Acidification | mol H+ eq | 0,00045751 | 0,00037879 | 0,00022752 | 0,003597 | 0,00438547 |
| Eutrophication, freshwater | kg P eq | 5,6495E-06 | 5,6503E-06 | 2,5244E-05 | 3,33E-06 | 1,0797E-05 |
| Eutrophication, marine | kg N eq | 0,00015695 | 0,00011552 | 5,3797E-05 | 0,000898 | 0,00160441 |
| Eutrophication, terrestrial | mol N eq | 0,00171683 | 0,0012631 | 0,00054054 | 0,009975 | 0,01756613 |
| Photochemical ozone formation | kg NMVOC eq | 0,00051294 | 0,00040649 | 0,00015711 | 0,002573 | 0,00456319 |
| Resource use, minerals and metals | kg Sb eq | 2,0806E-07 | 2,0808E-07 | 2,3047E-07 | 1,36E-07 | 2,162E-07 |
| Resource use, fossils | MJ | 1,41334122 | 1,41437596 | 0,63403796 | 1,405601 | 11,8753581 |
| Water use | m3 depriv. | 0,00486602 | 0,00486624 | 0,00838999 | 0,002192 | 0,00799809 |
| ¹ Lorry >32 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 | | | | | | |
| ² Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5 {RER} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5 | | | | | | |
| ³ Transport, freight train {Europe without Switzerland} electricity | | | | | | |
| ⁴ Transport, freight, sea, ferry {GLO} transport, freight, sea, ferry | | | | | | |
| ⁵ Transport, freight, aircraft, medium haul {GLO} transport, freight, aircraft, dedicated freight, medium haul | | | | | | |

3. Snížení environmentální stopy v praxi

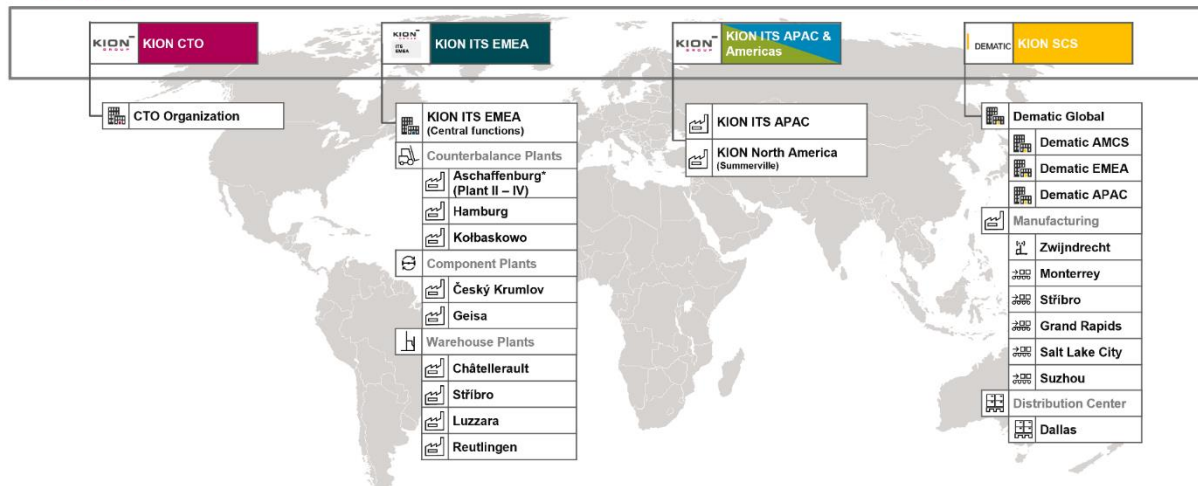
Obsahem této kapitoly je popis návrhu na snížení environmentální stopy navržený pro skutečnou výrobní organizaci, která je součástí nadnárodní společnosti. Po představení společnosti zahrnující veškeré relevantní informace následuje výpočet inventáře emisí skleníkových plynů za metodou GHG Protokolu. Návrh zlepšujícího opatření zahrnuje návrh na implementaci energetického managementu, který umožňuje energetické úspory sám o sobě a zároveň tvoří podklad pro fungování navrženého FVE systému. Cílový efekt snížení spotřeby energetických vstupů na životní prostředí je kvantifikován pomocí přepočtu inventáře GHG Protokolu po implementaci opatření na snížení energetické náročnosti organizace. Na závěr je kvantifikován ekonomický aspekt navrženého technického řešení.

3.1 Představení společnosti (27) (28)

Skupina KION GROUP AG má celosvětově přibližně 40 000 zaměstnanců a působí ve více než 100 zemích. Její výrobní program je tvořen komplexními logistickými řešeními zahrnující vysokozdvizné vozíky, inteligentní automatizované skladovací řešení na míru požadavků zákazníků a softwarová řešení pro optimalizaci dodavatelského řetězce. KION je objemem výroby největším výrobcem průmyslových vozíků v Evropě, v roce 2021 bylo na šesti kontinentech používáno více než 1,6 mil. vozíků a více než 8000 provozovaných systémů pro manipulaci s materiálem. Skupina působí na trzích prostřednictvím čtyř provozních jednotek – KION ITS EMEA, KION ITS Americas, KION ITS APAC a KION SCS. Provozní jednotky jsou zodpovědné za provoz a ekonomické výsledky na svěřených trzích, KION GROUP AG se sídlem v Německu vytváří a odpovídá za celosvětovou strategii a centrální obchodní standardy.

Vnitřní řízení společnosti zajišťují dva segmenty – Trucks & Services (ITS) a Supply Chain Solutions (SCS). Segment Corporate Services zahrnuje ostatní aktivity holdingu skupiny KION. Supply Chain Solutions a Industrial Trucks & Services, který zastřešuje značky Linde Material Handling a STILL, Baoli a regionální značky Fenwick a OM, které se orientují na výrobu výsuvných a ručně vedených vozíků. Supply Chain Solutions zastupuje značku Dematic, která se zabývá automatizovaným řešením skladových prostor od fáze návrhu až po konečnou realizaci u zákazníka.

Areál společnosti KION Group v Ostrově u Stříbra je organizačně začleněn do jednotky KION ITS EMEA jako regionální pobočka a specializuje se na výrobu výsuvných a ručně vedených vozíků. Kampus společnosti v roce 2021 zaměstnával okolo 350 zaměstnanců. V současné době zaměstnává přibližně 500 kmenových zaměstnanců. V roce 2022 bylo vyrobeno 13 801 vozík, plán pro rok 2023 počítá s objemem výroby v počtu 18 284 vozíků. Organizační struktura společnosti je zobrazena na organigramu uvedeném níže.



Obr. 7: Organizační struktura společnosti (29)

Areál společnosti zahrnuje dvě hlavní haly – Hala 1 a Hala 2, viz. Obr. č. 8. Hala 2 je určena zejména pro svařování a logistiku. Hala 1 je specializována na montáž vozíků. Obě výrobní haly zahrnují tyto procesy:

- Logistika;
- Měření a rovnání rámců
- Výroba stožárů;
- CNC obrábění profilů;
- Robotické svařování profilů rámců;
- Ruční svařování rámců;
- Lakování rámců;
- Montážní linky, kde je prováděna montáž kompletního výrobku.



Obr. č. 8: Areál společnosti (29)

Produkty

V současné době tvoří hlavní výrobní program společnosti čtyři řady výsuvných a ručně vedených vozíků – řady 1120, 116, 5190 a 1173, viz. Obr. č. 9 a 10. Vozíky jsou dostupné v mnoha variantách, převážně s elektrickým pohonem. Zákazník může zvolit z mnoha variant a možností, kusovník čítá přes 9 540 položek, počet komponent v jednom vozíku může být v rozmezí 400 – 500 jedinečných dílů a okolo 3 000 a více dílů celkem.



Obr. 9: Řady 1120, 116 a 5190 (29)



Obr. 10: Řada 1173 (29)

3.1. Environmentální aspekty společnosti

Stávající přístup k udržitelnosti skupiny KION je na centrální úrovni určen firemní strategií a politikou. Společnost má také v této souvislosti dle platné legislativy EU povinnost reportovat o svém podnikání a o tom jak zvládá sociální a environmentální výzvy. Tato povinnost je založena směrnicí **Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD)** (31). Smyslem této legislativní povinnosti je pomoci investorům, spotřebitelům a dalším zúčastněným stranám hodnotit nefinanční výkonnost velkých společností a povzbuzuje tyto společnosti, aby rozvíjely odpovědný přístup k podnikání. Směrnice CSRD odkazuje na Směrnici 2014/95/EU (32) nazývaná také Směrnice o nefinančním výkaznictví (NFRD), která stanoví pravidla pro zveřejňování nefinančních informací a informací o diverzitě. V současné době pracovní skupina EFRAG pracuje na rozšíření povinně zveřejňovaných informací, předběžný návrh počítá s následujícími oblastmi:

- environmentální záležitosti,
- sociální záležitosti a zacházení se zaměstnanci,
- dodržování lidských práv,
- boj proti korupci a úplatkářství,
- rozmanitost ve správních radách společností (z hlediska věku, pohlaví, vzdělání a profesního zázemí),
- obchodní model, politika včetně due diligence, výdaje, risk management, KPI důležitá pro byznys.

Skupina KION plní výše uvedenou povinnost na centrální úrovni svou mateřskou organizací se sídlem v Německu, kdy byly výše uvedené směrnice implementovány do právního řádu a tím je povinnost týkající se CSRD splněna i pro organizační složky mateřské instituce.

Organizační složka společnosti KION v Ostrově u Stříbra má zaveden Systém Environmentálního managementu dle ISO 14 001, Systém managementu kvality dle ISO 9001 a Systém managementu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci dle ISO 45 001, tyto systémy byly certifikovány a jsou udržovány. Zvažována je zavedení a certifikace Systému energetického managementu dle ISO 50 001.

Environmentální aspekt organizace je ke splnění výše uvedené normativní povinnosti kvantifikován pomocí standardů SASB, konkrétně dle sektorového standartu „Industrial Machinery Goods Standart 2018“ (33). Snižování emisí skleníkových plynů organizace je vztaženo k cíli v roce 2050, kdy by měla být celá skupiny uhlíkově neutrální.

Snižování produktové environmentální stopy samotného produktu je realizováno po celou dobu životního jeho cyklu a je kvantifikováno ve scope 3 dle metodiky SASB. Environmentální stopa produktu byla analyzována LCA cradle to grave studií provedenou TÜV Rheinland, dle které největším dílem přispívá k environmentální zátěži spotřeba energie ve fázi užívání produktu. Studie byla poprvé provedena pro vybraný segment. Proto další opatření směřuje k elektrifikaci produktového portfolia, kdy již v roce 2020 bylo portfolio segmentu ITS tvořeno ze 87 % elektrifikovanými automatickými řešeními. Dalším zlepšením produktové environmentální stopy je možnost pronájmu již použité manipulační techniky, kdy dochází k úspoře primárních zdrojů a energií, které by byly vynaloženy na výrobu. Tento přístup, kdy každý šestý pronajmutý vozík byl již předtím použit, tvoří nejen příspěvek k cirkulární ekonomice, navíc je i vysoce ziskový. (28)

3.2 Určení výchozí environmentální stopy organizace: GHG Protokol Inventory

Pro kvantifikaci výchozí environmentální stopy pobočky organizace byla vybrána metoda GHG Protokolu po zvážení kritérií výběru výpočetní metody uvedené v předchozím textu. Důvod pro výběr GHG Protokolu vyplývá ze strategie společnosti, kdy jedním z cílů je být do roku 2050 uhlíkově neutrální. Dále mají jednotlivé regionální pobočky za úkol monitorovat a snižovat svou energetickou náročnost a GHG Protokol je pro sledování energetické náročnosti vhodnou analytickou metodou. Další proměnné kromě energií – vstupy určující environmentální stopu např. dle LCA analýzy, jako je materiál a doprava, nemůže analyzovaná pobočka ovlivnit, nedisponuje potřebnými pravomocemi a daty ve vhodné formě pro komplexní analýzu typu LCA studie. Níže jsou uvedeny vstupy zahrnuté do GHG protokolu rozdělené do jednotlivých scope. Rok 2021 byl vybrán jako referenční. V roce 2022 společnost začala odbírat produkt „zelená elektřina“ od skupiny ČEZ, která pochází ze 100 % z obnovitelných zdrojů a obdržela „Prohlášení o uplatněných zárukách původu elektřiny vyrobené z OZE“ od OTE, a.s. Výsledné emise CO₂ jsou patrné na Obr. č. 11, viz. níže.

Rok 2021

a) Identifikace přímých emisí v rozsahu Scope 1

- Stacionární spalování:
 - spalování zemního plynu
- Mobilní spalování:
 - služební jízdy referentskými vozy – započítána motorová nafta v km/rok
 - služební lety managementu – letecké palivo v km/rok
- Emise z procesů
 - nejsou zahrnuty.
- Fugitivní emise:
 - náplně do chladicí techniky metodou „Sales approach – user“

b) Identifikace nepřímých emisí v rozsahu Scope 2

- Nakoupená elektrická energie ze sítě kalkulována metodou „Location based“, emisní faktor použit lokální z dat MPO (34)

c) Identifikace emisí dodavatelského řetězce rozsahu Scope 3 - Tento volitelný krok nebyl do výpočtu zahrnut.

Rok 2022

a) Identifikace přímých emisí v rozsahu Scope 1

- Stacionární spalování:
 - spalování zemního plynu
- Mobilní spalování:
 - služební jízdy referentskými vozy – započítána motorová nafta v km/rok
 - služební lety managementu – letecké palivo v km/rok
- Emise z procesů
 - nejsou zahrnuty.
- Fugitivní emise:
 - náplně do chladicí techniky metodou „Sales approach – user“

b) Identifikace nepřímých emisí v rozsahu Scope 2

- Nakoupená elektrická energie z obnovitelných zdrojů, k dispozici je certifikát o původu el. energie, na základě toho je dle doporučení Scope 2 guidance (6) zvolen přístup „Market based“. Protože obnovitelné zdroje jsou považovány za bezemisní, byl použit nulový emisní faktor.

c) Identifikace emisí dodavatelského řetězce rozsahu Scope 3 - Tento volitelný krok nebyl do výpočtu zahrnut.

| GHG Emissions Summary | | | | |
|-----------------------|--|----------------|----------------|--|
| Name of Business | KION ITS EMEA Stříbro | | | |
| Prepared By | Jana Vagnerová | | | |
| Boundary for results: | Company | | | |
| Year (optional): | 2020 | | | |
| Scope | Activity Type | 2021 | 2022 | |
| Scope 1 | Stationary combustion | 874,45 | 874,45 | |
| | Mobile combustion | 195,52 | 195,52 | |
| | Fugitive emissions from air-conditioning | 0,35 | 0,19 | |
| | Other fugitive or process emissions | | | |
| | Scope 1 - Total | 1070,32 | 1070,17 | |
| Scope 2 | Purchased electricity - location based | 1721,46 | 0,00 | |
| | Purchased electricity - market based | 0,00 | 0,00 | |
| | Purchased heat and steam | 0,00 | 0,00 | |
| | Scope 2 - Location based + heat and steam | 1721,46 | 0,00 | |
| | Scope 2 - market based + heat and steam | 0,00 | 0,00 | |

Obr. č. 11: Emise skleníkových plynů za rok 2021, Zdroj: (35)

Environmentální stopa organizace vyjádřená emisemi skleníkových plynů metodou GHG Protokolu za rok **2021** činila celkem **2 791, 78 kg CO² ekv.** Environmentální stopa organizace vyjádřená emisemi skleníkových plynů za rok **2022** činila celkem **1 070,17 kg CO² ekv.** Snížení emisí vyjádřené CO² ekv. bylo způsobeno odběrem el. energie z obnovitelných zdrojů, které jsou považovány dle standardů IPCC za bezemisní. Za bezemisní zdroje el. energie se považuje solární, větrná a vodní energie.

3.3 Analýza a zmapování energetických toků (29)

Hlavním cílem implementace EMS je snížení energetické náročnosti provozu společnosti. Splněním tohoto cíle dojde zároveň ke snížení environmentální stopy organizace a jejích produktů. Prvním krokem návrhu na zavedení EMS je analýza současného stavu a jeho vyhodnocení, následuje návrh implementace energetického managementu jako takového, kdy podstatnou část tvoří návrh opatření na snížení ekonomické náročnosti a jeho ekonomické hodnocení. Posledním krokem je výpočet energetické náročnosti a zhodnocení celkového přínosu EMS pro organizaci.

Elektrická energie

Z hlediska kategorie odběru se jedná o podnikatelský velkoodběr pro jedno odběrné místo na napěťové hladině 22 kV. Cena za dodávku elektrické energie je stanovena jako jednotarifní, VT. Roční rezervovaná kapacita je sjednána na hodnotu 0,9 MW, na základě požadavků výroby je dle potřeby roční rezervovaná kapacita navyšována o měsíční rezervovanou kapacitu. Platba za silovou elektřinu je za vysoký tarif (24 hodin denně). Elektrická energie je do hal přivedena z vlastní kioskové trafostanice TS1, v níž jsou osazeny dva transformátory 22kV/0,4V shodného typu od výrobce SGB, každý o výkonu 1 000 kVA. Připojení trafostanice TS1 je provedeno VN kabelem v zemním provedení typu 3×22AXEKVCEY+1×240 mm² ze spínací stanice R22-SSH.

Zemní plyn

Zemní plyn je nakupován pro jedno odběrné místo EIC 27ZG300Z02785385. Zemní plyn je přiveden z distribuční vysokotlaké sítě do regulační plynové stanice STL/NTL, která je umístěna na fasádě objektu H1. Z regulační stanice pokračuje NTL plynovod k jednotlivým spotřebičům zemního plynu. Hala H2 je osazena podružným měřením spotřeby zemního plynu.

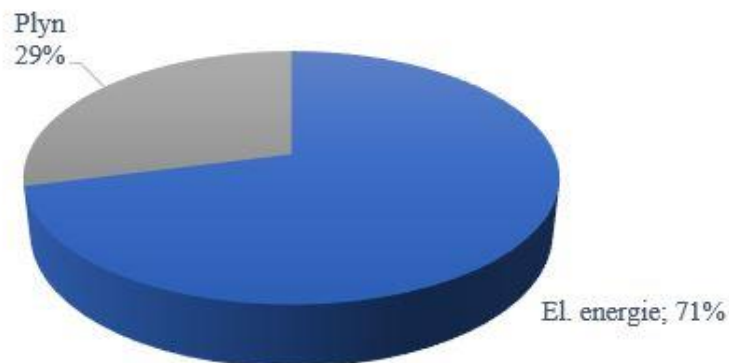
Spotřeba a nákup el. energie a zemního plynu

V níže uvedené tabulce je uveden nákup plynu a el. energie za rok 2021, který je dle odpovědného pracovníka možno považovat za referenční. V roce 2021 činily náklady na nákup el. energie 10 306 615 Kč bez DPH a náklady na nákup zemního plynu 4 224 978 Kč (bez DPH). Spotřeba plynu a el. energie je u el. energie 4 415 MWh, což představuje 52 % podíl z celkové spotřeby energie. U zemního plynu činí spotřeba 4 825 MWh, kdy se jedná o 48 % podíl na spotřebě energie v MWh. Při měrné ceně 2 334 Kč/MWh za el. energii a ceně 876 Kč/MWh za tvoří **náklady na zemní plyn přibližně 29 %** a **náklady na el. energii přibližně 71 %** nákladů na energie, neuvažujeme-li další energetické vstupy, jako např. motorovou naftu.

Tab. 8: Spotřeba a nákup energií v roce 2021 (29)

| Rok 2021 | El. energie | | | | Zemní plyn | |
|---|-------------|----------------|-------|--------|-----------------------|------------------|
| | Nákup (MWh) | Spotřeba (MWh) | | | Nákup | Spotřeba |
| Měsíc | Areál | Hala 1 | Hala2 | Celkem | Ve spalném teple (m3) | Výhřevnost (MWh) |
| Leden | 374 | 325 | 59 | 384 | 63 653 | 609 |
| Únor | 348 | 293 | 54 | 347 | 56 874 | 547 |
| Březen | 368 | 299 | 59 | 358 | 50 942 | 489 |
| Duben | 311 | 235 | 71 | 306 | 38 926 | 374 |
| Květen | 376 | 298 | 80 | 378 | 31 066 | 299 |
| Červen | 349 | 269 | 78 | 347 | 28 294 | 272 |
| Červenec | 366 | 271 | 84 | 355 | 31 364 | 302 |
| Srpen | 328 | 255 | 85 | 340 | 20 264 | 194 |
| Září | 392 | 299 | 91 | 390 | 27 360 | 263 |
| Říjen | 405 | 320 | 103 | 423 | 39 786 | 383 |
| Listopad | 436 | 312 | 105 | 417 | 56 425 | 542 |
| Prosinec | 364 | 270 | 99 | 369 | 57 395 | 551 |
| CELKEM | 4 415 | 3 447 | 968 | 4 414 | 502 349 | 4 825 |
| Měrná cena el. energie Kč/MWh | 2 334 | - | - | - | - | 876 |
| Roční náklady (v tis. Kč) | 10 307 | - | - | - | - | 4 225 |
| Podíl el. energie a plynu na nákladech na energie (v %) | 71 | - | - | - | - | 29 |

Podíl el. energie a plynu na nákladech na energie (v %)



Obr. 12: Podíl spotřeby energií na nákladech na energie

3.3.1 Zemní plyn

Teplo

Vytápění administrativních vestavků a přípravu teplé vody v H1 je zajišťováno plynovou kotelnou, kde jsou instalovány 3 nástěnné kondenzační kotle Buderus GB 162 – 100 o jednotkovém výkonu 99,5 kW. Celkový instalovaný výkon kotelny je 298,5 kW. Topná voda je přes hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků přivedena na společný rozdělovač/sběrač, odkud jsou vyvedeny tři větve: vytápění, vzduchotechnika a příprava teplé vody. Výrobní a skladová hala je vytápěna plynovými podstropními tmavými infrazářiči od firmy Larsen typ Kompakt ECO o jmenovitém tepelném příkonu 49 kW v počtu 21 ks, Jejichž celkový příkon je 1 029 kW.

Vytápění administrativních vestavků a přípravu teplé vody v H2 zajišťuje plynová kotelna, kde jsou instalovány 3 nástěnné kondenzační kotle Brotje WGB90H o jednotkovém výkonu 90 kW. Celkový instalovaný výkon kotelny je 270 kW. Topná voda je přes hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků přivedena na společný rozdělovač/sběrač, odkud jsou vyvedeny tři větve: vytápění, vzduchotechnika a příprava teplé vody. Každá větev vyžaduje jiný teplotní spád, který je regulován tří cestným směšovacím ventilem. Výrobní a skladová hala je vytápěna plynovými podstropními tmavými infrazářiči typ XENON XP9H ALNG 101 o jmenovitém tepelném příkonu 49,9 kW v počtu 25 ks.

Celkový příkon je 2 845 kW. Vytápění má na spotřebě zemního plynu největší podíl, a to přibližně ve výši 60 % z celkové spotřeby zemního plynu.

Tab. 9: Zdroje tepla

| Hala | Zdroj | Počet | Jednotkový tepelný výkon (kW) | Celkový tepelný výkon (kW) |
|------|--|-------|-------------------------------|----------------------------|
| H1 | Tmavé infrazářiče Lersen Kompakt ECO | 21 | 49 | 1029 |
| | Teplovzdušné jednotky Lersen Alfa 62 TOP | 8 | 62 | 469 |
| | Teplovzdušné jednotky Lersen ECO | 6 | 45 | 270 |
| H2 | Tmavé infrazářiče WENON XP9H ALNG 101 | 25 | 49 | 1248 |
| | Teplovzdušné jednotky SAHARA MAXX HG 25 | 6 | 35 | 210 |

Ohřev teplé vody

Ohřev teplé vody zajišťují nepřímotopné zásobníkové ohřivače teplé vody napojené na lokální teplovodní plynové kotle v administrativních vestavcích. V administrativním vestavku haly H1 jsou osazeny dva nepřímotopné zásobníkové ohřivače teplé vody typu Buderus SU 750, každý o objemu 750 l. Ohřev teplé vody v hale H2 zajišťují dva nepřímotopné zásobníkové ohřivače teplé vody typu Buderus SU 750, každý o objemu 750 l. Rozvody teplé vody jsou osazeny cirkulačním čerpadlem s řízeným provozem. Ohřev TV se na spotřebě plynu podílí ve výši 3 %.

Lakovny

Plynové hořáky zajišťují Ohřev vytvrzovací pece je zajištěn plynovými hořáky. Prášková lakovna na **Hale 1** slouží k lakování nosných rámců. Na výrobky jsou v automatické kabině WAGNER ICF nanášeny práškové plasty, v manuální práškovací kabině jsou následně prováděny korekce a opravy. Práškové plasty jsou vypalovány ve vytvrzovací kabině s nepřímým ohřevem (dva hořáky WG 40/N/1-A ZM LN, každý o jmenovitém tepelném příkonu **550 kW**) při teplotě 180 až 200 °C. Po vypálení ve vytvrzovací kabině jsou rámy zchlazovány v chladicí zóně na teplotu max. 40 °C.

Lakování dílů mobilní techniky je prováděno na Hale 2. Následně jsou v manuální práškovací kabině prováděny korekce a opravy. Práškové plasty jsou vypalovány ve vytvrzovací kabině s nepřímým ohřevem (hořák o jmenovitém tepelném příkonu **625 kW**) při teplotě 180 až 200 °C. Odpadní vzduch z vytvrzovací kabiny je vyveden komínem nad střechu haly. Po vypálení ve vytvrzovací kabině jsou výrobky zchlazovány v chladicí zóně na teplotu max. 40 °C. Odpadní vzduch vypouštěný do ovzduší z vytvrzovací kabiny a chladicí zóny má vysokou teplotu, okolo 180°C.

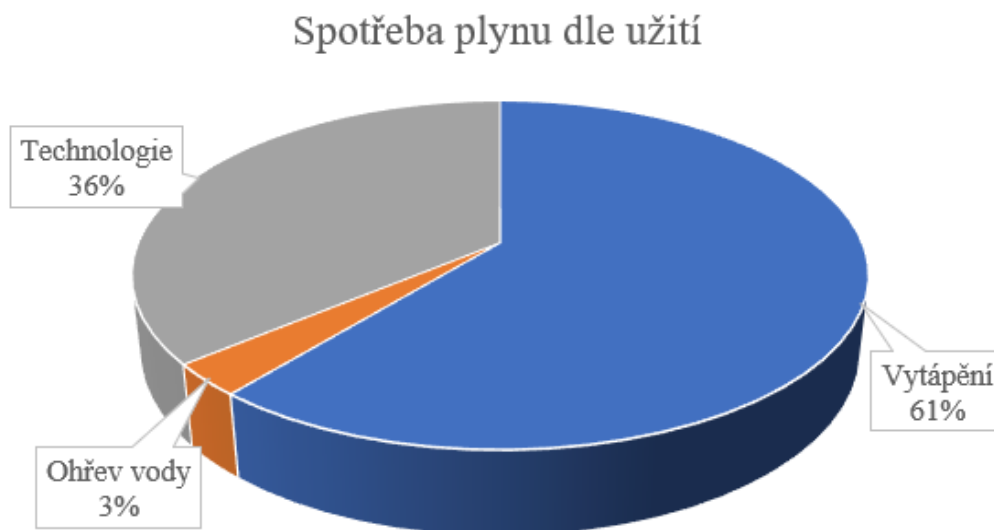
Na základě výpočtů a odečtů stavu plynoměrů bylo zjištěno, že spotřeba lakoven činí **36 % z celkové spotřeby zemního plynu** podniku, celkový příkon je 1 943 kW.

Tab. 10: Plynové zdroje pro lakovny

| Hala | Zdroje pro lakovny | Počet | Celkový instalovaný výkon (kW) |
|------|--|-------|--------------------------------|
| H1 | Plynový hořák Weishaupt WG 40 N/I-A ZM LN pro ohřev vytvrzovací pece | 2 | 1100 |
| | Plynový hořák Weishaupt WG 40N/1-A ZM LN pro ohřev vytvrzovací pece | 2 | 1100 |

Vyhodnocení spotřeby zemního plynu

Plyn se ve společnosti používá především pro vytápění hal a ohřev teplé vody. Největší podíl na spotřebě plynu má vytápění hal včetně administrativy, které se na celkové spotřebě plynu podílí ve výši 61 %. Technologie lakování se podílí na spotřebě zemního plynu 36 %, viz. Obr. 13.



Obr. 13: Rozdělení spotřeby plynu v závodě v roce 2021

3.3.2 Elektrická energie

Výroba stlačeného vzduchu

Výrobu stlačeného vzduchu pro zařízení instalované ve výrobních halách H1 a H2 zajišťují dvě centrální kompresorové stanice. V kompresorové stanici objektu H1 jsou instalovány 3 kompresory, kompresor K1 o výkonu 90 kW je osazen frekvenčním měničem. V kompresorové stanici v objektu H2 jsou instalovány dva kompresory o výkonu 37 kW a 30 kW, kompresor s vyšším výkonem je osazen frekvenčním měničem. Odpadní teplo vznikající při výrobě stlačeného vzduchu je v zimním období využito k temperování.

Ze štítkových hodnot jednotlivých kompresorů a hodnot zjištěných z displeje kompresorů byla stanovena spotřeba eklektické energie, včetně využití jednotlivých kompresorů a množství vznikajícího odpadního tepla. Celkový příkon je 307 Kw, spotřeba el. energie na výrobu stlačeného vzduchu je 590 MWh/rok, což činí 13 % z celkové spotřeby el. energie organizace.

Tab. 11: Kompresory

| Hala | Typ | Výkonnost (kWh/m ³) | El. příkon (kW) | Spotřeba el. energie (MWh/rok) |
|------|---------------------|---------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| H1 | GA90VSD FF (příkon) | 1055 | 90 | 80 |
| | GA75 FF | 764 | 75 | 184 |
| | GA75 FF | 764 | 75 | 170 |
| H2 | GA37VSD+FF | 470 | 37 | 98 |
| | GA30+FF | 298 | 30 | 58 |

Větrání a vzduchotechnická zařízení

Pro větrání výrobních a montážních prostor haly H1 v zimním období je osazeno 6 ks VZT jednotek typu Lersen ECO umístěných pod střechou objektu haly s nuceným přívodem vzduchu pro každou jednotku. Pro odvod vzduchu slouží střešní ventilátory. Kanceláře a zasedací místnosti administrativního vestavku jsou větrány pomocí VZT jednotky s deskovým rekuperátorem tepla, teplovodním ohřevačem a chladičem. Přívod vzduchu do kancelářských prostor je řešen pomocí vířivých anemostatů. Odvod vzduchu z větraných prostor je odváděn stropními anemostaty. Odtah vzduchu z prostor kuchyněk a sociálního zařízení a zázemí je proveden pomocí diagonálních ventilátorů. Pro větrání výrobních a montážních prostor haly H2 v zimním období je osazeno 6 ks VZT jednotek typu SAHARA MAXX HG25 umístěných pod střechou objektu haly s nuceným přívodem vzduchu pro každou jednotku. Sání venkovního vzduchu je přes sací nástavec přímo na VZT zařízeních, odvod je řešen pomocí zásobovacích vrat po obvodu haly.

Pro eliminaci chladného vzduchu před vjezdové brány jsou osazeny vratové clony Airstream AS 47. Celkem je instalováno 10 vratových clon o celkovém el. příkonu 20,8 kW, vzduchový výkon 4 700 m³/h clona. Kanceláře a zasedací místnosti administrativního vestavku jsou větrány pomocí VZT jednotky s deskovým rekuperátorem tepla, teplovodním ohřevačem a chladičem.

Tab. č. 12: Vzduchotechnika

| Hala | Název – vzduchový výkon Vp/Vo (m ³ /h) | Ks | Plynový/teplovodní ohřev vzduchu (kW) | Příkon ventilátorů Vp/Vo (kW) |
|------|---|----|---------------------------------------|-------------------------------|
| H1 | Vzduchový výkon 4600 | 6 | 45 | 0,5/0 |
| | vzduchový výkon 3500 | 2 | 40 | 0,24/0 |
| | vzduchový výkon 0/16000 | 6 | 40 | 0/2,20 |
| | 4 900/4 700 | 1 | 20 | 3,0/2,2 |
| | 4 700/4 800 | 1 | 20 | 2,2/2,2 |
| | 4 900/5 100 | 1 | 20 | 1,5/1,5 |
| H2 | 1 170/0 zimní větrání | 6 | 35 | 0,4/0 |
| | 0/17/250 letní větrání | 4 | - | 0,4/0 |
| | 4900/4700 | 1 | 7,7 | 2,2/1,5 |
| | 6200/6000 | 1 | 14,3 | 3,0/2,2 |
| | 4300/4300 | 1 | 9,5 | 1,5/1,5 |

Spotřeba el. energie vzduchotechnických jednotek není podružně měřena. Z výčtu jednotek a jejich technických parametrů byla výpočtem stanovena spotřeba el. energie na větrání ve výši 218 MWh/rok, což činí 5 % z celkové spotřeby el. energie.

Klimatizace

Chlazení administrativních prostor a serveroven je řešeno pomocí split systémů skládající se z venkovní kondenzační jednotky a vnitřní výparníkovej jednotka. V hale H1 je instalováno 13 split jednotek o celkovém chladícím výkonu 83,6 kW a el. příkonu 29,73 kW. V hale H2 je celkem instalováno 28 split jednotek o celkovém chladícím výkonu 141,8 kW a el. příkonu 44,8 kW. Venkovní kondenzační jednotka pro VZT 10.01 má chladící výkon 22,4 kW a el. příkon 5,7 kW, celkový příkon je 80,23kW.

Spotřeba el. energie klimatizačních jednotek není podružně měřena. Z výčtu a technických parametrů jednotek byla výpočtem stanovena spotřeba el. energie na chlazení ve výši 115 MWh/rok, což činí 3 % z celkové spotřeby el. energie.

Osvětlení

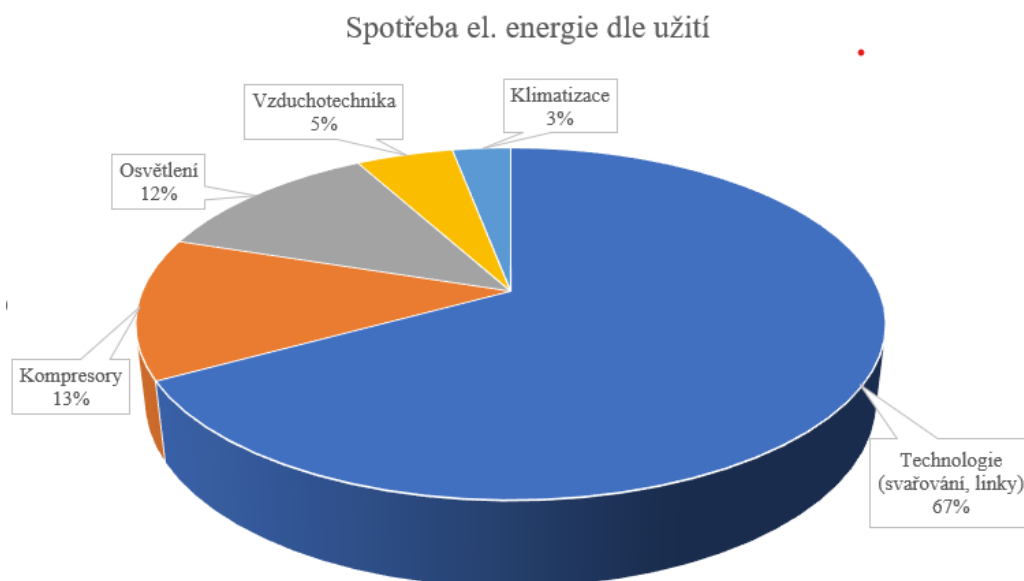
Výrobní prostory H1, H2, skladu i administrativní prostory jsou osvětleny pomocí LED svítidel a rozdělena do samostatně ovládaných zón řízených automatickým regulačním systémem dle intenzity denního světla. Osvětlení administrativního vestavku je provedeno zářivkami, převážně čtyřtrubicovými čtvercovými svítidly 4 x 14 W. Venkovní osvětlení je zajištěno kombinací stožárových výbojkových svítidel o výkonu 70 W a 150 W a doplněno lineárními zářivkami prostorách zásobovacího dvora a metalhalogenidovými reflektory umístěnými na budově.

Z výčtu svítidel a provozních hodin byla stanovena spotřeba el. energie na osvětlení hal ve výši 448 MWh/rok, což činí 10 % z celkové spotřeby el. energie.

Vyhodnocení spotřeby elektrické energie

Náklady na elektrickou energii v roce 2021 byly ve výši 10 307 tis. Kč, což tvoří 71 % z celkových nákladů na energii. Spotřeba elektrické energie je měřena na úrovni fakturačního elektroměru, podružně měřená je spotřeba el. energie objektu H2. Na základě fakturované spotřeby a podružného měření byla stanovena spotřeba el. energie objektu H1, která činila v roce 2021 3 477 MWh/rok, tedy 78,1 % z fakturované spotřeby el. energie. Spotřeba el. energie objektu H2 byla v roce 2021 na úrovni 968 MWh/rok (21,9 %).

Elektrická energie se ve výrobním závodě užívá pro technologické spotřebiče, vzduchotechniku, kompresory, klimatizační jednotky, osvětlení, kancelářskou techniku a další drobné spotřebiče. Podružné měření významných spotřebičů el. energie není instalováno. Zodpovědným pracovníkem byla poskytnuta data, která zahrnovala přehled významných spotřebičů el. energie včetně jejich provozních hodin. Převážnou část spotřeby elektrické energie tvoří **technologické procesy, konkrétně 67 % z celkové spotřeby el. energie**. K celkové spotřebě el. energie významně přispívá výroba stlačeného vzduchu (13 %) a osvětlení (10 %).



Obr. 14: Rozdělení spotřeby el. energie v roce 2021

3.3.3 Vyhodnocení stávajícího stavu a celková energetická bilance

Níže uvedená tabulka uvádí nakoupený plyn a el. energii za rok 2021, který je dle odpovědného pracovníka možno považovat za referenční. V roce 2021 činily náklady na el. energii 10 306 615 Kč bez DPH a náklady na nákup zemního plynu 4 224 978 Kč (bez DPH). Spotřeba plynu a el. energie je u el. energie 4 415 MWh, což představuje 52 % podíl z celkové spotřeby energie. U zemního plynu činí spotřeba 4 825 MWh, kdy se jedná o 48 % podíl na spotřebě energie v MWh. Při měrné ceně 2 334 Kč/MWh za el. energii a ceně 876 Kč/MWh za zemní plyn tvoří **náklady na zemní plyn přibližně 29 % a náklady na el. energii přibližně 71 % nákladů na energii**, neuvažujeme-li další energetické vstupy, jako např. motorovou naftu. Spotřeba el. energie objektu H1 ve výši 3 477 MWh/rok a představuje 78,1 % z fakturované spotřeby el. energie, spotřeba el. energie objektu H2 byla v roce 2021 968 MWh/rok (21,9 %).

Převážnou část spotřeby elektrické energie tvoří technologické procesy, konkrétně 67 % z celkové spotřeby el. energie. K celkové spotřebě el. energie významně přispívá výroba stlačeného vzduchu (13 %) a osvětlení hal (10 %). Největší podíl na spotřebě plynu má vytápění hal včetně administrativy, které se na celkové spotřebě plynu podílí ve výši 61 %. Technologie lakování se podílí na spotřebě zemního plynu 36 %.

Celková energetická bilance

Tab. č. 13: Energetická bilance za rok 2021

| Ukazatel | Energie (MWh) | Náklady (tis. Kč) |
|---|---------------|-------------------|
| Spotřeba paliv a energie | 9 240 | 14 532 |
| Spotřeba energie na vytápění | 2 928 | 2 564 |
| Spotřeba energie na chlazení | 115 | 267 |
| Spotřeba energie na přípravu teplé vody | 119 | 105 |
| Spotřeba energie na větrání | 218 | 510 |
| Spotřeba energie na osvětlení | 516 | 1 205 |
| Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy | 5 305 | 9 848 |

3.4 Návrh opatření ke snížení energetické náročnosti: zavedení energetického managementu

Koncept energetického managementu (24)

Jak již bylo v předchozím textu zmíněno, struktura normy ISO 50 001 je analogicky stejná jako u ISO 9001 a 14 001 z čehož vyplývají podobné požadavky, pochopitelně s tím rozdílem, že předmětem zájmu jsou energetické vstupy. Podstata, systém PDCA, neustálé zlepšování, odpovědnost a závazek managementu, plánování, rozhodování, atd. jsou analogické se výše uvedenými systémy EnMS a QMS. Celý koncept energetického managementu ve společnosti musí vycházet z celkové **strategie společnosti**. Na základě strategie je vytvořena **energetická politika, cíle** a procesy k dosažení stanovených cílů. Dále je nutné stanovit **metriky vyhodnocování** dosažených výsledků dosažené **energetické náročnosti** a následně stanovovat opatření pro další **zlepšování**. Energetický management jako celek následně paralelně prochází celou organizací, kde je implementován, tj. do její organizační struktury, procesů, postupů a plánování zdrojů. Základním stavebním kamenem je **proces plánování a vyhodnocování** energetické náročnosti.

Proces plánování v EMS zahrnuje:

- Vstupy: minulé a současné užití energie, určení relevantních proměnných ovlivňující spotřebu energií, energetická náročnost.
- Přezkoumání spotřeby energie: analýza užití a spotřeby energie a identifikace oblastí významné spotřeby, identifikace příležitostí ke snižování energetické náročnosti.
- Výstupy z plánování: energetické KPI, cíle a cílové hodnoty, akční plány.

Implementace systému energetického managementu zahrnuje tyto kroky:

- Odpovědnost managementu – prokázání angažovanosti v podpoře systému energetického managementu a jeho neustálého zlepšování;
- Vytvoření energetické politiky – stručný, strukturovaný dokument s deklaratorní dikcí (podpora vedení, závazky);

- Nastavení energetického plánování – přezkoumávání spotřeby energie, definování výchozího stavu spotřeby energie, stanovení energetické náročnosti, nastavení energetických cílů;
- Zavádění a provoz;
- Kompetence a výcvik;
- Schéma struktury a komunikace;
- Dokumentace, řízení dokumentů;
- Řízení provozu, návrh snižování energetické náročnosti a řízení provozu;
- Kritéria nakupování energetických služeb, produktů, vybavení a energie;
- Vytvoření a jmenování týmu se zástupci managementu společnosti;
- Stanovení odpovědností a schématu struktury odpovědných osob;
- Vlastní systém zavádění a provozu;
- Koncepce předmětu a hranic systému energetického managementu;
- Koncepce prvků obsažených v energetické náročnosti definováním pojmů, zajištění základních informací o zařízeních nebo technologii pro výrobu, distribuci a užití energie;
- Stanovení významnosti výroby, distribuce a spotřeb energie;
- Doplnění systému podružného měření;
- Analýza výroby, distribuce a užití energie;
- Rozhodnutí o prioritách potenciálu úspor;
- Kontrola;
- Monitorování, měření a analýza;
- Hodnocení shody;
- Interní audit;
- Neshody, nápravy;
- Řízení záznamů.

Následující opatření si kladou za cíl snížení energetické náročnosti a tím i snížení environmentální stopy, což přispěje k dalšímu udržitelnému rozvoji společnosti. V neposlední řadě bude kvantifikován ekonomický aspekt uvedených opatření. Návrh bere v potaz stav referenčního roku 2021 a řídí se strategií společnosti směřující k modernizaci, automatizaci výrobních procesů souběžně se zvyšováním objemu výroby.

Spotřeba energií je měřena na úrovni fakturačních měřičů, podružně měřená je pouze spotřeba elektrické energie a zemního plynu objektu H2. Pro halu H1 jsou instalovány podružné plynoměry pro lakovnu a plynovou kotelnu v administrativním vestavku. V objektu H2 jsou osazeny podružné plynoměry pro lakovnu, plynovou kotelnu administrativního vestavku a pro plynové zářiče. Naměřené spotřeby nejsou nijak monitorovány a vyhodnocovány.

Způsob monitorování energetických toků neumožňuje efektivní řízení spotřeby energie. Doporučením je zavedení sledování energetických toků o **sofistikovanější model procesu vyhodnocování a kontroly**. Před vlastní implementací systému energetického řízení dle evropské normy EN ISO 50001 je doporučováno posouzení vhodnosti doplnění systému podružného měření možnou aplikací matematických modelů pro definování vztahů mezi závislými a nezávislými proměnnými a softwarové podpory.

Systém podružného měření

Z uspořádání energetického hospodářství vyplývají nároky na flexibilitu modelování hierarchických vztahů jednotlivých prvků energetického systému. Nástroje obvykle umožňují vytváření stromových struktur, které umožňují vhodně vystihnout technické a související vazby. Variabilita provozu energetického hospodářství spolu s významem energetického hospodářství pro fungování firmy ovlivňují nároky na frekvenci sběru a vyhodnocování údajů. Množství a frekvence sledovaných údajů spolu s požadavky na délku uchovávané historie ovlivňují nároky na kapacitu datového úložiště. Náklady na datovou komunikaci a hardware pro archivaci dat závisí na typu technického řešení (typ převodníků, optické kabely, wi-fi, datové kabely, velikost datového úložiště, způsob archivace dat - označení měřičů, proměnných, údajů, přepočtových koeficientů).

Níže je uveden návrh instalace podružných měřičů, který vznikl na základě analýzy současného stavu spotřeby energií v areálu společnosti. Podružné měření hal 1 a 2 je již instalováno, stejně jako měření některých plynových spotřebičů (kotelny a lakovny), údaje však nejsou opisovány ani archivovány.

Měření spotřeby zemního plynu

- Kotelny v administrativních vestavcích (již instalováno)
- Významné výrobní technologie – lakovny (již instalováno)

Základní přehled podružných měřičů, které je vhodné osadit v energetickém hospodářství při sledování spotřeby el. energie:

- úroveň spotřeby jednotlivých významných technologií (svařování)
- úroveň spotřeby jednotlivých významných vzduchotechnických zařízení
- úroveň spotřeby jednotlivých kompresorů výroby stlačeného vzduchu (dvě kompresorovny)

Softwarová podpora

Základním úkolem softwarových nástrojů pro oblast energetického managementu je zajistit uživatelům požadované informace v požadovaném podobě a to je určující pro funkcionalitu takového SW řešení. Standardem je víceuživatelský přístup zahrnující řízení uživatelských práv jednotlivých uživatelů prostřednictvím jejich účtů a rolí v energetickém managementu a s tím související přizpůsobení uživatelského rozhraní. Některé nástroje navíc nabízejí funkci automatického zasílání výstupních sestav na uživatelem definované mailové adresy. Moderní softwarové nástroje umožňují vytvářet také interaktivní výstupní sestavy, které umožňují procházet vybrané typy grafů či tabulek pomocí drill-down techniky, kdy se uživatel postupně na základě vlastního výběru „noří“ do větších detailů, časové osy grafů jsou často vybaveny intuitivním prvkem pro volbu zobrazeného časového intervalu a podobně.

Kvalitní softwarové nástroje pro energetický management umožňují analyzovat a prezentovat výsledky. Tato metodika je založena na regresní analýze dostupných údajů a následném hodnocení odchylek od očekávaných výsledků. Většina moderních softwarových nástrojů pro energetický management funguje na webovém rozhraní jako cloudová aplikace, která se snadno přizpůsobí požadavkům na navýšení výpočetního výkonu, velikost prostoru pro ukládání dat,

počtu současně přihlášených uživatelů apod. Aplikaci je možné buď přímo zakoupit, nebo lze licenci jen pronajmout, v tom případě je možné o tento daňově uznatelný náklad průběžně snižovat základ daně proti vyšší počáteční investici v případě jednorázové vstupní investice na nákup SW.

Analýza, reporting, verifikace úspor, podpora implementace

Na základě získaných dat a jejich zpracování v softwarové podpoře je možno provádět jejich podrobnou analýzu. Jedná se však o předpokládané trendy, požadavky nebo výskyt odchylek. Definování skutečných požadavků kladených na spotřebu nebo toky energie je následně možno provést definováním nezávisle proměnných a jejich vhodnosti – například na základě regresní analýzy, korelačního koeficientu. Nastavením závislostí spotřeby a toků energie na nezávisle proměnných je možné následně kvantifikovat efektivitu provozu daného střediska (odběru, technologie, systému vytápění atd.). Tento nástroj nám rovněž umožňuje objektivně stanovovat dosahované přínosy po realizaci opatření.

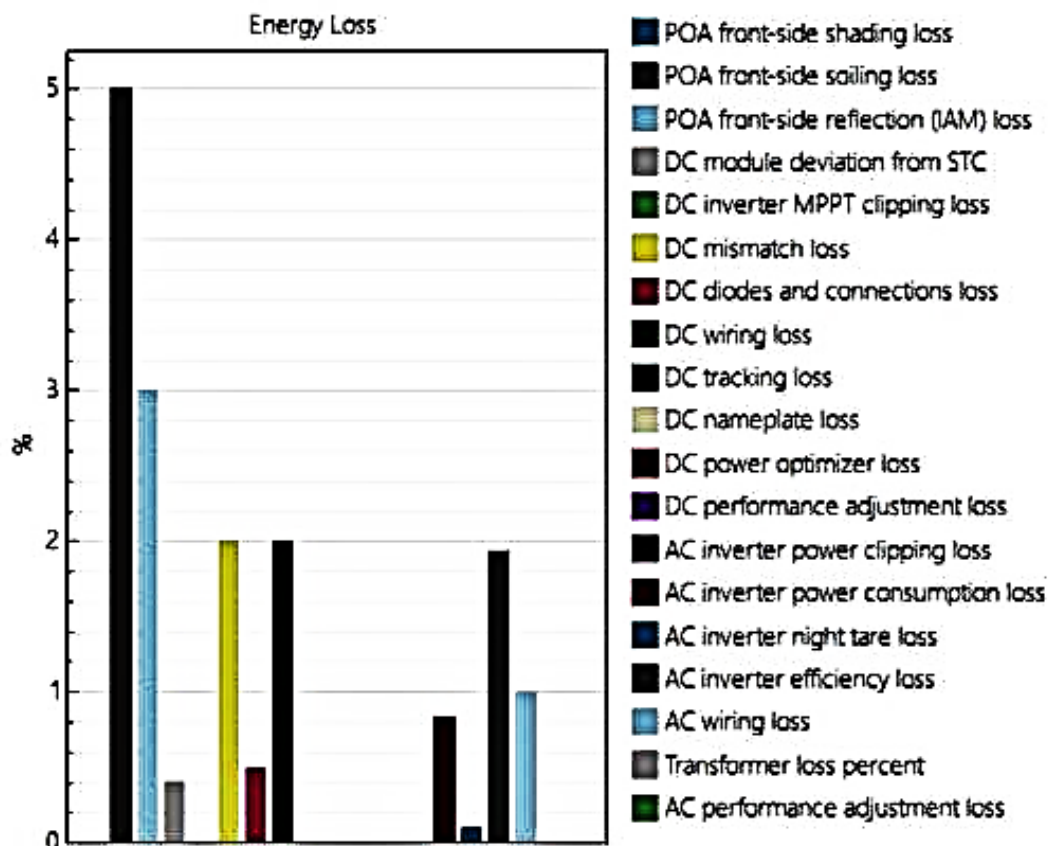
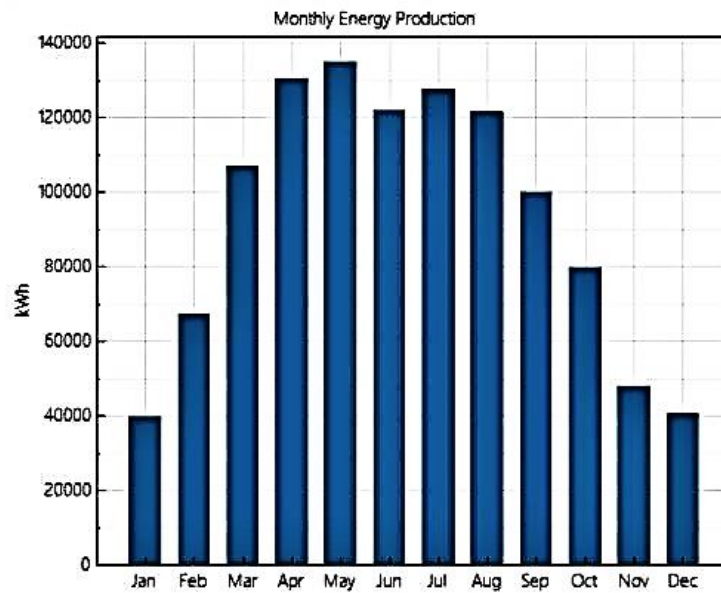
3.5 Návrh instalace střešního FVE systému (36)

Pro využití OZE je navržena instalace fotovoltaické elektrárny na plochou střešní konstrukci objektů H1 a H2. FV systém na střechu H1 je navržen o výkonu 486,0 kWp a na střechu H2 o výkonu 437,0 kWp. Celkový instalovaný výkon fotovoltaického systému bude 923,8 kWp a je navržen tak, aby přetoky do sítě byly maximálně okolo 10 %. Předpokládaná roční výroba elektrické energie FV systémem je 816 MWh, předpokladem je že 1 kWp instalovaného výkonu vyrobí v našich podmínkách přibližně 883,7 kWh.

Níže uvedený model na obrázku č. 15 předpokládá výkon 500 Wp a účinnost panelů 21 %. Celkový výkon přes 1 GWh byl upraven na místní podmínky. Model byl sestaven v programu SAM (37), který je volně přístupný na stránkách Ministerstva energetiky USA, je však třeba výsledky upravit na místní podmínky.

FV systém se bude skládat z FV panelů o jednotkovém výkonu 500 Wp v celkovém počtu 1 710 ks na střechách objektů haly 1 a 2. Orientace panelů je navržena na jih se sklonem panelů 35°, protože na severní polokouli je při orientaci na jih nejvyšší účinnost panelů. Střešní plocha potřebná pro FVE panely je přibližně 4 025 m². Pro přeměnu stejnosměrného napětí na střídavé je v systému FVE navrženo osazení MTTP měniče. Součástí instalace jsou jističe, které chrání instalované zařízení proti zkratu a přepětí. Níže uvedený model předpokládá pokrytí spotřeby el. energie přibližně ve výši 17 % roční spotřeby v roce 2021.

| Metric | Value |
|----------------------------|---------------|
| Annual energy (year 1) | 1,119,342 kWh |
| Capacity factor (year 1) | 13.8% |
| Energy yield (year 1) | 1,211 kWh/kW |
| Performance ratio (year 1) | 0.84 |



Obr. 15: Model FVE (37)

Návrh instalace střešního FV systému doplněný velkokapacitní baterií

Druhá varianta zahrnuje instalaci FVE systému se stejnými parametry spolu s instalací velkokapacitní baterie, která bude nabíjena přetoky nad okamžitou spotřebou a přetoky nebudou dodávány do sítě, ale budou z ní nabíjena služební auta s elektrickým pohonem, která nahradí stávající flotilu aut se spalovacím motorem. Referenční vozidla jsou předmětem operačního leasingu. Stávající spotřeba přibližně ve výši 45 tis. l nafty/rok použita jako palivo pro referenční vozidla bude nahrazena nabíjením z baterie. Je kalkulována průměrná spotřeba 13 kWh/100 km. Při nájezdu 693 000 km/rok se jedná o spotřebu přibližně 90 MWh/rok.

3.6 Ekonomické hodnocení instalace FVE systému

V rámci ekonomického hodnocení je provedeno posouzení investiční varianty samostatné FVE s využitím dotace na podporu úspory energií a energií z obnovitelných zdrojů od Agentury pro podnikání a inovace – výzva I. (38) Dotace je kalkulována ve výši přibližně 35 % z předpokládaných investičních nákladů dle velikosti organizace a její lokality. Z původní investice ve výši 12 mil. Kč bez DPH je tedy počítáno s investicí ve výši 7,8 mil. Kč. Úspora za 816 MWh vzniklá náhradou spotřeby el. energie činí přibližně 1 905 tis. Kč/rok. Za těchto podmínek je diskontovaná doba návratnosti investice přibližně 5 let a vnitřní výnosové procento je 23 %.

Ekonomické hodnocení instalace FVE včetně velkokapacitní baterie

I v tomto případě je hodnocení investiční varianty instalace FVE včetně velkokapacitní baterie provedeno se započítáním předpokládané dotace, která je taktéž kalkulována ve výši přibližně 35 % z předpokládaných investičních nákladů. Z původní investice ve výši 22 mil. Kč bez DPH je počítáno s investicí z vlastních zdrojů ve výši 14,3 mil. Kč. Úspora za 816 MWh el. energie vyrobené vlastní FVE činí taktéž 1 904 tis. Kč/rok nákup energie a úsporu za přibližně 45 tis. l nafty za cca 1 575 tis. Kč, což vytváří celkovou úsporu přibližně 3 480 tis. Kč/rok. Předpokládaná spotřeba el. energie v KWh jakožto náhrady za motorovou naftu je přibližně 90 KWh/rok. Diskontovaná návratnost investice v případě kombinace FVE a velkokapacitní baterie činí přibližně 5 let a vnitřní výnosové procento 23 %.

Tab. 14: Ekonomické hodnocení variant FVE

| Parametr | Jednotka | Investice FVE | Investice FVE + velkokapacitní baterie |
|---|----------|---------------|--|
| Celkové investiční náklady ¹ | tis. Kč | 12 000 | 22 000 |
| Investiční náklady se zohledněním dotace ² | tis. Kč | 7 800 | 14 300 |
| Nákup el. energie za rok ³ | MWh | -816 | -816 |
| Úspora nákladů na nákup el. energie ⁴ | tis. Kč | 1 905 | 1 905 |
| Úspora nákladů na nákup motorové nafty ⁵ | tis. Kč | 0 | 1 575 |
| Celková úspora nákladů na energie ⁶ | tis. Kč | 1 905 | 3 480 |
| Diskont r | % | 3 | 3 |
| Doba návratnosti | roky | 4 | 4 |
| Diskonovaná doba návratnosti | roky | 5 | 5 |
| Vnitřní výnosové procento investice | % | 23 | 23 |

¹Odborný odhad
²Dotace dle velikosti organizace a lokality ve výši 35 % z celkových investičních nákladů
³Předpokládaný objem el. energie vyrobený FVE
⁴MWh * Kč/ MWh
⁵Roční spotřeba nafty * 35 Kč/l
⁶Náklady na el. energii vyrobenou FVE + úspora za nákup motorové nafty

3.7 Environmentální stopa organizace po implementaci návrhu

a) Identifikace přímých emisí v rozsahu Scope 1

- Stacionární spalování:
 - spalování zemního plynu
- Mobilní spalování:
 - služební jízdy referentskými vozy – započítána spotřeba el. energie z vlastního FVE zařízení s nulovým emisním faktorem
 - služební lety managementu – letecké palivo v km/rok
 - zahrnuta spotřeba vyrobené energie z vlastního FVE zařízení a o tuto složku byla snížena spotřeba el. energie odebrané z distribuční sítě zahrnutá do Scope 2
- Emise z procesů
 - nejsou zahrnuty.
- Fugitivní emise:
 - náplně do chladicí techniky metodou „Sales approach – user“

b) Identifikace nepřímých emisí v rozsahu Scope 2

- Započítána nakoupená elektrická energie ze 100 % obnovitelných zdrojů, k dispozici certifikát o původu el. energie, na základě toho je dle doporučení Scope 2 guidance (6) zvolen přístup „Market based“. Protože obnovitelné zdroje jsou považovány za bezemisní, byl použit nulový emisní faktor

c) Identifikace emisí dodavatelského řetězce rozsahu Scope 3 - Tento volitelný krok nebyl do výpočtu zahrnut.

| GHG Emissions Summary | | | | | |
|-----------------------|--|-----------------------------|----------------|---------------|----|
| Name of Business | | KION Group Ostrov u Stříbra | | | |
| Prepared By | | Jana Vagnerová | | | |
| Boundary for results: | | Company | | | |
| Year (optional): | | 2020 | | | |
| | | | | | Ye |
| Scope | Activity Type | 2021 | 2022 | 2023 | |
| Scope 1 | Stationary combustion | 874,45 | 874,45 | 874,45 | |
| | Mobile combustion | 195,52 | 195,52 | 0,00 | |
| | Fugitive emissions from air-conditioning | 0,35 | 0,19 | 0,13 | |
| | Other fugitive or process emissions | | | | |
| | Scope 1 - Total | 1070,32 | 1070,17 | 874,58 | |
| Scope 2 | Purchased electricity - location based | 1721,46 | 0,00 | 0,00 | |
| | Purchased electricity - market based | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| | Purchased heat and steam | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| | Scope 2 - Location based + heat and steam | 1721,46 | 0,00 | 0,00 | |
| | Scope 2 - market based + heat and steam | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |

Obr. 16: Emise skleníkových plynů po implementaci navrhovaného opatření (35)

Výše uvedený výpočet na Obr. 16 počítá s realizací návrhu FVE s velkokapacitní baterií, tj. s úsporou motorové nafty, která byla zahrnuta v kolonce „mobile combustion“ na výše uvedeném obrázku. Odhad environmentální stopy organizace vyjádřená emisemi skleníkových plynů pro rok 2023 činila celkem 874,45 kg CO² ekv. **Vlivem eliminace motorové nafty by se celkové emise CO² snížily o dalších 195,72 kg CO² ekv. oproti roku 2022.**

3.8 Shrnutí

Společnosti bylo po důkladné analýze navržena implementaci energetického managementu spolu s konkrétními návrhy na zlepšení její energetické náročnosti. Současně byly kvantifikovány environmentální dopady organizace před a po návrhu opatření, kdy je možné snížit emise o přibližně 195 kg CO² ekv. Ekonomické hodnocení investice pořízení FVE vychází stejně pro investiční variantu samostatné FVE i kombinace FVE s velkokapacitní baterií. Připočítáme-li další aspekty, jako směřování k udržitelnosti a uhlíkové neutralitě, což je směr daný strategií skupiny KION, hovoří tyto aspekty ve prospěch varianty umožňující další, nejen ekonomické úspory. V případě této varianty je zlepšení environmentální stopy organizace výraznější a umožní splnit stanovené cíle nejen firemní, ale i celospolečenské.

4. Závěr

V úvodní části práce jsou charakterizovány odbornou veřejností uznávané a zároveň v praxi nejčastější metody environmentálního účetnictví produktu a organizace. Metody LCA analýzy a Uhlíkové stopy jsou upraveny mezinárodními normami ISO a GHG Protokol Inventory byl vytvořen uznávanými vědecko-výzkumnými organizacemi. Jsou vysvětleny obecné postupy při snižování dopadů organizace na životní prostředí a popsány metody těchto postupů. K této části bylo přistoupeno s praktickým přístupem a s ohledem na individuální možnosti každé výrobní i nevýrobní organizace, kdy se dnes již každá firma musí otázkami svého vlivu na životní prostředí zabývat.

V části práce, která se věnuje zlepšení environmentální stopy v konkrétní výrobní společnosti, je po analýze energetických toků a klasifikaci spotřeby jednotlivých technologií a spotřebičů navržena implementace energetického managementu. Energetický management primárně slouží ke snižování energetické náročnosti obecně, může být také použit jako nástroj ke snižování environmentální stopy organizace i jednotlivce, jelikož výroba zejména elektrické energie vytváří zásadní objem emisí CO₂ v globálním měřítku. V této práci má EMS také podpůrnou funkci pro fungování hlavního opatření ke snižování emisí skleníkových plynů, který je tvořen návrhem FVE elektrárny ve dvou variantách. Varianta FVE v kombinaci s velkokapacitní baterií, kdy elektrická energie by mohla sloužit pro nabíjení elektromobilů, může ušetřit přibližně 200 kg CO₂ ekv. za rok a zároveň kompenzuje vyšší počáteční investici.

Následuje ekonomické zhodnocení obou variant spolu s kvantifikací změny emisí skleníkových plynů po implementaci navrhovaných opatření. Ekonomické hodnocení varianty FVE samotné a FVE s baterií vychází podobně, ve prospěch FVE s baterií hovoří výrazné snížení emisí skleníkových plynů vzniklé náhradou spotřeby motorové nafty za 100 % obnovitelnou zelenou energii solární.

Na závěr zbývá konstatovat, že cíl práce byl splněn, bylo navrženo zlepšení environmentální stopy organizace a zhodnoceny ekonomické aspekty.

Seznam použité literatury

1. Doporučení Komise ze dne 9. dubna 2013. O používání společných metod pro měření a sdělování environmentálního profilu životního cyklu produktů a organizací. Brusel : Evropská Komise: Úřední věstník EU (2013/179/EU), 2013.
2. ČSN EN ISO 14 044:2006. Environmentální management - Posuzování životního cyklu - Požadavky a směrnice. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2006.
3. ČSN EN 15804+A2:2022. Udržitelnost staveb - Environmentální prohlášení o produktu - Základní pravidla pro produktovou kategorii stavebních produktů. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2022.
4. ČSN EN ISO 14 040:2006. Environmentální management - Posuzování životního cyklu - Zásady a osnova. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2006.
5. ČSN EN ISO 14044:2006+A2:2020. Environmentální management - Posuzování životního cyklu - Požadavky a směrnice - Změna A2. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2020.
6. Greenhouse Gas Protocol - Scope 2 Guidance - An Amendment to the GHG Protocol Corporate Standart. [<https://ghgprotocol.org>] Washington : World Resources Institute (WRI) and World Business Council for Sustainable Development (WRCSD), World Resources Institute (WRI) and World Business Council for Sustainable Development (WRCSD), 2010. ISBN: 978-1-56973-850-4.
7. ČSN EN ISO 14 067:2019. Skleníkové plyny - Uhlíková stopa produktů - Požadavky a směrnice pro kvantifikaci. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019.
8. Doc. Ing. Kočí, V. Ph.D. Environmentální dopady: posuzování životního cyklu. Praha : VŠCHT v Praze, 2013. ISBN 978-80-7080-858-0.
9. Ochrana ozonové vrstvy v České republice. Praha : Ministerstvo životního prostředí. ISBN: 978-80-7212-471-8.
10. Vyhláška č. 376/2001 Sb. . Vyhláška MŽP a MZ o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů. Praha : Ministerstvo životního prostředí a Ministerstvo zdravotnictví, 2001. Sv. částka 143/2001.
11. Osvědčení: Uhlíková stopa společnosti Eutit s.r.o. Plzeň : TZUS, s.p., 2021.

12. ČSN EN ISO 14 021. Environmentální značky a prohlášení – Vlastní environmentální tvrzení (environmentální značení typu II). Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
13. Auctioning - Carbon Market Report 3Q/22. European Commission. [Online] 27. 12 2022. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/auctioning_en#auction-platforms.
14. EEX. Burza komodit a emisních povolenek v Lipsku. [Online] 28. 12 2022. <https://www.eex.com/en/markets/environmental-markets/eu-ets-auctions>.
15. Směrnice EP č. 2003/87/ES. O vytvoření systému pro obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů ve Společenství. Štrasburk : Evropský parlament a Rada, 2003.
16. GHG Protocol - A Corporate Accounting and Reporting Standard, revised edition. [<https://ghgprotocol.org>] Washington : World resource institute (WRI) and World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), 2004. ISBN 1-56973-568-9.
17. ČSN EN ISO 14 064-1. Skleníkové plyny – Část 1: Specifikace s návodem pro stanovení a vykazování emisí - a propadů skleníkových plynů pro organizace. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019.
18. Chomkham Sri, Kirana a Pelletier, Nathan. Analysis of Existing Environmental Footprint Methodologies for Product and Organisations: Recommendations, Rationale, and Alignment. Ispra : European Commission, Joint Research Centre, 2011.
19. Jules Chuang, Hsing-Lung Lien, Walter Den, Luvian Iskandar, Pei-Hsuan Liao. The relationship between electricity emission factor and renewable. [<https://www.sciencedirect.com>] Taiwan : Sustainable Environment Research, 2018.
20. ČSN EN 197-1 ed. 2: 2011. Cement - Část 1: Složení, specifikace a kritéria shody cementů pro obecné použití. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
21. SimaPro Analyst – verze 9.3, databáze Ecoinvent 3.8. Výpočetní program pro LCA, CFP, PEF, OEF. [<https://simapro.com/>]. Amersfoort : PRé Sustainability b.v., 2022.
22. Kislingerová, E. a kolektiv. Cirkulární ekonomie a ekonomika. Praha : Grada Publishing, 2021. ISBN 978-80-271-3230-0.
23. ČSN EN ISO 14001. Systémy environmentálního managementu - Požadavky s návodem pro použití. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
24. ČSN EN ISO 50001. Systémy managementu hospodaření s energií – Požadavky s návodem k použití. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
25. ČSN EN ISO 9001:2015. Systémy managementu kvality – Požadavky. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
26. ČSN EN ISO 19011:2018. Směrnice pro auditování systémů managementu. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.

27. Představení společnosti. KION Group. [Online] [Citace: 01. 03 2023.] <https://www.kiongroup.com/en/Landing-Pages/KION-Stribro/>.
28. Mix, Andreas. Sustainability Report KION GROUP 2021. Frankfurt am Main : KION GROUP, 2021.
29. Interní materiály společnosti. Frankfurt am Main : KION GROUP, 2020 - 2023.
30. Nahlížení do katastru nemovitostí. Státní správa zeměměřičství a katastru. [Online] [Citace: 25. 4 2023.] <https://nahlizenidokn.cuzk.cz/>.
31. Directive (EU) 2022/2464 of the European Parliament and of the Council of 14 December 2022 amending Regulation (EU) No 537/2014, Directive 2004/109/EC, Directive 2006/43/EC and Directive 2013/34/EU, as regards corporate sustainability reporting. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32022L2464&qid=1684267503780] Štrasburk : European Parliament, 2022.
32. Directive n. 2014/95/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32014L0095&qid=1684268147649] Štrasburk : European Parliament, 2014.
33. INDUSTRIAL MACHINERY & GOODS Sustainability Accounting Standard. SASB STANDARDS. [Online] [Citace: 14. 05 2023.] <https://www.sasb.org/company-use/>.
34. Emisní faktor CO₂ z výroby elektřiny za léta 2010–2022. Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR . [Online] [Citace: 18. 05 2023.] https://www.mpo.cz/cz/energetika/statistika/elektrina-a-teplo/emisni-faktor-co2-z-vyroby-elektriny-za-leta-2010_2022--273197/.
35. GHG Emissions Calculation Tool. Washington : World Resources Institute (WRI), 2017.
36. E.ON energie, a.s. Nezávazná nabídka na řešení FVE z 04/2021. Praha : E.ON energie, a.s., 2021.
37. System Advisor Model (SAM). [https://sam.nrel.gov/download.html]. Washington : National Renewable Energy Laboratory, 2022.
38. Úspora energie - výzva I. Agentura pro podnikání a inovace. [Online] [Citace: 18. 05 2023.] <https://www.agentura-api.org/cs/podporovane-aktivity-optak/uspory-energie-optak/uspory-energie-vyzva-i/>.
39. ČSN EN ISO 14 020. Environmentální značky a prohlášení - Obecné zásady. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2000.
40. ČSN EN ISO 14064-2. Skleníkové plyny - Část 2: Specifikace s návodem pro stanovení, monitorování a vykazování snížení emisí nebo zvýšení propadů skleníkových plynů pro projekty. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019.
41. ČSN EN ISO 14064-3. Skleníkové plyny - Část 3: Specifikace s návodem na ověřování a validaci prohlášení o skleníkových plynech. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019.

42. ČSN ISO 14 025. Česká technická norma: Environmentální značky a prohlášení - Environmentální prohlášení typu III - Zásady a postupy. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2006.
43. EUROPEAN KOMMISSION: ILCD Handbook: General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance. Luxembourg : European Commission - Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability, 2010. EUR 24708 EN.
44. Hoffman, Urbanová. Fyzika I. Praha : VŠCHT v Praze, 2005. ISBN: 978-80-7080-777-4.
45. ČSN EN 206+A2:2021. Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2021.
46. Hopwood, A., Unerman, J., Fries, J. Accounting for Sustainability. London : Earthscan Ltd., 2010. ISBN: 978-1-84971-067-1.
47. příloha č. 7 k vyhlášce č. 140/2021 Sb. Vyhláška o energetickém auditu. Praha : Ministerstvo životního prostředí, 2021.
48. Nařízení vlády č. 163/2002 Sb., Nařízení vlády, kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky.
49. Centrální systém operátora trhu. OTE CZ a.s. [Online] [Citace: 29. 12 2022.] <https://www.ote-cr.cz/cs>.
50. ČSN EN ISO 14 064-1. Skleníkové plyny – Specifikace s návodem pro stanovení a vykazování emisí a propadů skleníkových plynů pro organizace. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019.
51. COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT IMPACT ASSESSMENT Accompanying the document Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2013/34/EU Directive 2004/109/EC, Directive 2006/43/EC and Regulation (EU) No 537/2014,. [https://eur-lex.europa.eu] Brusel : European Kommission, 2021.
52. EPD Library. Environdec: The International EPD System. [Online] 08. 12 2022. <https://www.environdec.com/library>.
53. EN 15942:2011. Udržitelnost staveb – Environmentální prohlášení o produktu – Formát komunikace mezi podniky. Brusel : Evropská komise pro normalizaci CEN, 2011.
54. PCR EN 16757:2017. Udržitelnost staveb - Environmentální prohlášení o produktu - Pravidla produktové kategorie pro beton a betonové prvky. Brusel : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017.
55. TNI CEN/TR 15941:2012. Udržitelnost staveb – Environmentální prohlášení o produktu – Metodologie výběru a použití generických dat. Brusel : Evropský institut pro normalizaci CEN, 2012.

PŘÍLOHA č. 1



S2 - Purchased Electricity

Electricity and other sources of energy purchased from your local utility (that is not combusted on-site). Examples include electricity, steam, and chilled or hot water. To generate this energy, utilities combust coal, natural gas, and other fossil fuels, emitting carbon dioxide, methane, and nitrous oxide in the hot water.

Data required:

1. Energy source
2. Energy usage
3. Units (KWh for electricity)

$\text{Emissions}_{\text{GHG, fuel}} = \text{Fuel Consumption}_{\text{fuel}} \cdot \text{Emission Factor}_{\text{GHG, fuel}}$

- User has the option to choose between market-based or location-based emissions
- The tool includes data for grid average emission factors for the US, Canada, Australia and China; residual mix factors are provided for the US, Canada and EU countries
- Market-based emissions hierarchy: Custom emission factors, residual mix, location based/grid average
- Country-level location based emission factors are available for other countries from the IEA. These factors may be purchased from: <http://data.iea.org/payment/products/122-emissions-factors-2017-edition.aspx>

| Year | Facility ID | Amount of Electricity Consumption | Units | Calculation Approach | Type of Emission Factor | GHG Emissions (tonnes CO ₂ e) | | | | | EF (kgCO ₂ e/kWh) |
|------|-------------|-----------------------------------|-------|--|-------------------------|--|--------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------|------------------------------|
| | | | | | | CO ₂ (tonnes) | CH ₄ (tonnes) | N ₂ O (tonnes) | CO ₂ e (tonnes) | Renewable en | |
| 2021 | 1 | 4414 | MWh | Purchased Electricity - Location Based | Custom emission factor | 1721,46000 | 0 | 0 | 1721,46 | 0,39 | Ministry of Ind |
| 2022 | 1 | 3566 | MWh | Purchased Electricity - Market Based | Custom emission factor | 0,00000 | 0 | 0 | 0 | 0 | Renewable en |
| 2023 | 1 | 3598 | MWh | Purchased Electricity - Market Based | Custom emission factor | 10,00000 | 0 | 0 | 0 | 0 | Renewable en |

Introduction

Parameter Input

Scope 1 Stationary Combustion

Scope 1 Mobile Combustion

Scope 2 Purchased Electricity

Scope 3 Transportation

Recall Summary

Emission Factors

S1 - Mobile Combustion

Includes fuel consumption by vehicles that are owned or leased by the company. Combustion of fossil fuels in vehicles (including cars, trucks, planes, and boats) emits carbon dioxide, methane, and nitrous oxide into the atmosphere.

Data required:
Two of the following:
1. Total fuel used by each vehicle
2. Total distance traveled by each vehicle
3. Fuel efficiency of each vehicle

Emissions_{GHG, fuel} = Fuel Consumption_{fuel} * Emission Factor_{GHG, fuel}

- This calculation uses EPA emission factors by default.
- Activity type can either be in the form of fuel used, distance traveled, or custom emission factors

| Year | Description | Facility ID | Activity Type | Fuel Source | Vehicle Type | Activity Amount | | GHG Emissions (tonnes CO2e) | | | | | EF (kgCO ₂ e/unit) | |
|------|-------------|-------------|-------------------|-------------------|----------------------------|-----------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--|
| | | | | | | Activity Amount | Unit of Fuel Amount | CO ₂ (tonnes) | CH ₄ (tonnes) | N ₂ O (tonnes) | CO ₂ e (tonnes) | Biofuel CO ₂ (tonnes) | | |
| 2021 | | 1 | Distance Activity | Diesel Fuel | Diesel Passenger Cars | 693000 | km | 195,402 | 0,000215 | 0,000431 | 195,522 | 0,000 | 10,216 | EPA, "Emission Factors" [https://www.epa.gov/wri, GHG Protocol - Emi |
| 2021 | | 1 | Distance Activity | Aviation Gasoline | Aviation Gasoline Aircraft | 1200 | km | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### | 8,537 | EPA, "Emission Factors" [https://www.epa.gov/wri, GHG Protocol - Emi |
| 2022 | | 1 | Distance Activity | Aviation Gasoline | Aviation Gasoline Aircraft | 1200 | km | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### | 8,537 | EPA, "Emission Factors" [https://www.epa.gov/wri, GHG Protocol - Emi |
| 2022 | | 1 | Distance Activity | Diesel Fuel | Diesel Passenger Cars | 693000 | km | 195,402 | 0,000215 | 0,000431 | 195,522 | 0,000 | 10,216 | EPA, "Emission Factors" [https://www.epa.gov/wri, GHG Protocol - Emi |
| 2023 | | 1 | Distance Activity | Aviation Gasoline | Aviation Gasoline Aircraft | 1200 | km | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### | 8,537 | EPA, "Emission Factors" [https://www.epa.gov/wri, GHG Protocol - Emi |

Introduction

Parameter Input

Scope 1: Stationary Combustion

Scope 1: Mobile Combustion

Scope 1: Refrigerants

Scope 2: Purchased Electricity

Scope 3: Transportation

Result Summary

Emission Factors

S1 - Stationary Combustion

Includes fuel consumption at a facility to produce electricity, steam, heat, or power. The combustion of fossil fuels by natural gas boilers, diesel generators and other equipment emits carbon dioxide, methane, and nitrous oxide into the atmosphere.

Data required:

- Fuel type
- Fuel Usage
- Units for usage (volume or weight)

$Emissions_{GHG, fuel} = Fuel\ Consumption_{fuel} * Emission\ Factor_{GHG, fuel}$

| Facility ID | Year | User supplied data | | GHG Emissions (tonnes CO ₂ e) | | | | | EF [kgCO ₂ e/unit] | Emiss | | |
|-------------|------|--------------------------|-------------|--|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------|----------------------------|---|
| | | Custom Emission Factors? | Fuel | Amount of fuel | Units (e.g., kg or kWh) | CO ₂ (tonnes) | CH ₄ (tonnes) | N ₂ O (tonnes) | | | CO ₂ e (tonnes) | Biofuel CO ₂ (tonnes) |
| 1 | 2021 | No | Natural Gas | 4825 | MWh | 873,558 | 0,0164636 | 0,0016464 | 874,455 | 0,000 | 53,1145 | EPA, "Emission Factors for Greenhouse Gas Emissions from Stationary Combustion of Fossil Fuels", March 9, 2018 (https://www.epa.gov/ghg-emissions-ghg-emission-factors-hub). |
| 1 | 2022 | No | Natural Gas | 4825 | MWh | 873,558 | 0,0164636 | 0,0016464 | 874,455 | 0,000 | 53,1145 | EPA, "Emission Factors for Greenhouse Gas Emissions from Stationary Combustion of Fossil Fuels", March 9, 2018 (https://www.epa.gov/ghg-emissions-ghg-emission-factors-hub). |
| 1 | 2023 | No | Natural Gas | 4825 | MWh | 873,558 | 0,0164636 | 0,0016464 | 874,455 | 0,000 | 53,1145 | EPA, "Emission Factors for Greenhouse Gas Emissions from Stationary Combustion of Fossil Fuels", March 9, 2018 (https://www.epa.gov/ghg-emissions-ghg-emission-factors-hub). |
| 1 | 2023 | Yes | S1 | 816 | MWh | 0,000 | 0,0000000 | 0,0000000 | 0,000 | 0,000 | 0 | PVE |

GHG Emissions Summary

Name of Business: KION Group Ostrov u Stříbra
Prepared By: Jana Vagnerová

Boundary for results:
Year (optional):

Company:
2020

| Scope | Activity Type | Year | | |
|---------|---|----------------|----------------|---------------|
| | | 2021 | 2022 | 2023 |
| Scope 1 | Stationary combustion | 874,45 | 874,45 | 874,45 |
| | Mobile combustion | 195,52 | 195,52 | 0,00 |
| | Fugitive emissions from air-conditioning | 0,35 | 0,19 | 0,13 |
| | Other fugitive or process emissions | | | |
| | Scope 1 - Total | 1070,32 | 1070,17 | 874,58 |
| Scope 2 | Purchased electricity - location based | 1721,46 | 0,00 | 0,00 |
| | Purchased electricity - market based | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | Purchased heat and steam | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | Scope 2 - Location based + heat and steam | 1721,46 | 0,00 | 0,00 |
| | Scope 2 - market based + heat and steam | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Scope 3 | Purchased goods and services | | | |
| | Capital goods | | | |
| | Fuel and energy-related activities (not included in scope 1 or scope 2) | | | |
| | Upstream transportation and distribution | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | Waste generated in operations | | | |
| | Business travel | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | Employee commuting | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | Upstream leased assets | | | |
| ... | Emission Factors | | | |
| | S1-Stationary Combustion | | | |
| | S1-Mobile Combustion | | | |
| | S1-Refrigerants | | | |
| | S2-Purchased Electricity | | | |
| | S3-Transportation | | | |
| | Results Summary | | | |