ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ v Praze
Fakulta strojní
Ústav řízení a ekonomiky podniku

KOMPARATIVNÍ LCA STUDIE FN2 A ČISTIČKY VZDUCHU

MARIE TICHÁ, MIROSLAV ŽILKA, FRANTIŠEK FREIBERG, BARBORA STIEBEROVÁ

Leden 2015

Komparativní studie životního cyklu fotokatalytického nátěru FN2 a čističky vzduchu byla zpracovaná v rámci smlouvy o výzkumné spolupráci uzavřené mezi společností Advanced Materials-JTJ s.r.o. a Českým vysokým učením technickým v Praze, Fakultou strojní, Ústavem řízení a ekonomiky podniku v dubnu 2014.

Výstupy této zprávy budou součástí projektu SHYMAN (Sustainable Hydrothermal Manufacturing of Nanomaterials) sponzorovaného Evropskou komisí v rámci 7. rámcového programu.

Zpracovatel: České vysoké učeni technické v Praze
Fakulta strojní
Ústav řízení a ekonomiky podniku
Karlovo náměstí 13
121 35 PRAHA 2

.....

Prof. Ing. František Freiberg, CSc.
Vedoucí ústavu

OBSAH

I – METODIKA ZPRACOVÁNÍ STUDIE 5
II – CÍL STUDIE 9
A FOTOKATALYTICKÝ NÁTĚR FN2 10
A1 ROZSAH STUDIE 10
A1.1 POPIS PRODUKTOVÉHO SYSTÉMU 10
A1.2 FUNKCE SYSTÉMU 11
A1.3 FUNKČNÍ JEDNOTKA 11
A1.4 HRANICE SYSTÉMU 11
A1.5 ALOKAČNÍ POSTUPY 12
A1.6 POŽADAVKY NA ÚDAJE 12
A1.7 PŘEDPOKLADY 12
A1.8 OMEZENÍ 13
A1.9 TYP KRITICKÉHO PŘEZKOUMÁNÍ 13
A1.10 TYP A FORMÁT ZPRÁVY POŽADOVANÉ PRO STUDII 13
A2 INVENTARIZAČNÍ ANALÝZA - LCI 13
A2.1 SBĚR A ZPRACOVÁNÍ ÚDAJŮ 13
A2.2 PRIMÁRNÍ ÚDAJE 14
A2.3 VÝPOČET VÝSLEDKŮ INVENTARIZAČNÍ ANALÝZY 16
A3 POSUZOVÁNÍ DOPADŮ - LCIA 16
A3.1 KATEGORIE DOPADU ŽIVOTNÍHO CYKLU FOTOKATALYTICKÉHO NÁTĚRU FN2 16
A3.2 POROVNÁNÍ KATEGORIÍ DOPADU JEDNOTLIVÝCH VARIANT FOTOKATALYTICKÉHO NÁTĚRU FN2 18
A4 INTERPRETACE 21
B ČISTIČKA VZDUCHU 22
B1 ROZSAH STUDIE 22
B1.1 POPIS PRODUKTOVÉHO SYSTÉMU 22
B1.2 FUNKCE SYSTÉMU 23
B1.3 FUNKČNÍ JEDNOTKA 23
B1.4 HRANICE SYSTÉMU 23
B1.5 ALOKAČNÍ POSTUPY 24
B1.6 POŽADAVKY NA ÚDAJE 24
B1.7 PŘEDPOKLADY 24
B1.8 OMEZENÍ 24
B1.9 TYP KRITICKÉHO PŘEZKOUMÁNÍ 24
B1.10 TYP A FORMÁT ZPRÁVY POŽADOVANÉ PRO STUDII 25
B1 INVENTARIZAČNÍ ANALÝZA 25
B2.1 SBĚR A ZPRACOVÁNÍ ÚDAJŮ 25
B2.2 PRIMÁRNÍ ÚDAJE 25
B2.3 VÝPOČET VÝSLEDKŮ INVENTARIZAČNÍ ANALÝZY 26
B3 POSUZOVÁNÍ DOPADU ŽIVOTNÍHO CYKLU ČISTIČKY VZDUCHU 27
B3.1 KATEGORIE DOPADU ŽIVOTNÍHO CYKLU ČISTIČKY VZDUCHU 27
B3.2 POROVNÁNÍ KATEGORIÍ DOPADU JEDNOTLIVÝCH VARIANT ČISTIČKY VZDUCHU 28
B4 INTERPRETACE 31
C POROVNÁNÍ FOTOKATALYTICKÉHO NÁTĚRU FN2 A ČISTIČKY VZDUCHU 32
III ZÁVĚRY, OMEZENÍ A DOPORUČENÍ 34
3.1 ZÁVĚRY 34
3.2 OMEZENÍ 34

3.3 Doporučení 34
IV Informační zdroje 35

Seznam obrázků

Obrázek 1 Schéma posuzování životního cyklu podle normy ISO 14040 [1] 6
Obrázek 2 mechanismus fotokatalýzy 10
Obrázek 3 Hranice životního cyklu FN2 11
Obrázek 4 Koncept indikátorů kategorie (podle ČSN EN ISO 14044) [2] 16
Obrázek 5 Čistička vzduchu Photo Catalytic Pure Air Purifier [9] 222
Obrázek 6 Schéma životního cyklu čističky vzduchu - Hranice systému 233

I – METODIKA ZPRACOVÁNÍ STUDIE

Posuzování životního cyklu - LCA - Life Cycle Assessment je komplexní metodou která umožňuje posouzení environmentálních aspektů životního cyklu produktu v holistickém pojetí celého produkčního, uživatelského a odpadového systému. Její nejčastější uplatnění lze shrnout do dvou základních bodů:

- doporučení určitého výrobku nebo procesu srovnávaného s jinou alternativou
- návrh na zlepšení stávajícího výrobku nebo procesu vzhledem k celkovým vlivům na životní prostředí po dobu životnosti výrobku nebo trvání procesu

Z uvedeného vyplývá, že LCA je především metodou komparativní, kde srovnáním dvou, nebo více variant hodnotitel rozhodne, kterou použít z hlediska svého vlastního i společenského zájmu. Stejně tak srovnáním jedné či více variant jednoho druhu výrobku, nebo činnosti může hodnotitel navrhnout nový, efektivnější design výrobku, dokonalejší z hlediska vlivů na životní prostředí. Potenciál metody LCA lze rovněž využít k nalezení optimálního způsobu nakládání s odpady. V žádném případě však tato metody nenahrazuje proces rozhodování.

Struktura metodiky

Metodika LCA zahrnuje 4 fáze

1. **Stanovení cílů a rozsahu** studie je prvním krokem LCA. Tento krok sestává z definice úkolu studie, jejího rozsahu a předpokládaného využití výsledků; z určení funkční jednotky a z určení postupu pro zajištění kvality studie.

2. **Inventarizační analýza životního cyklu**, která je procesem sběru a zpracování údajů určených ke kvantifikaci spotřeby energie a materiálů, produkci znečišťujících látek, pevného odpadu a dalších výstupů po dobu životního cyklu výrobků, nebo procesů.

3. **Posuzování dopadů na životní prostředí** je fází LCA, která vychází z údajů inventarizace a poskytuje jak kvantitativní, tak kvalitativní zhodnocení účinků výrobků, nebo činností na lidské zdraví a zdraví ekosystémů.

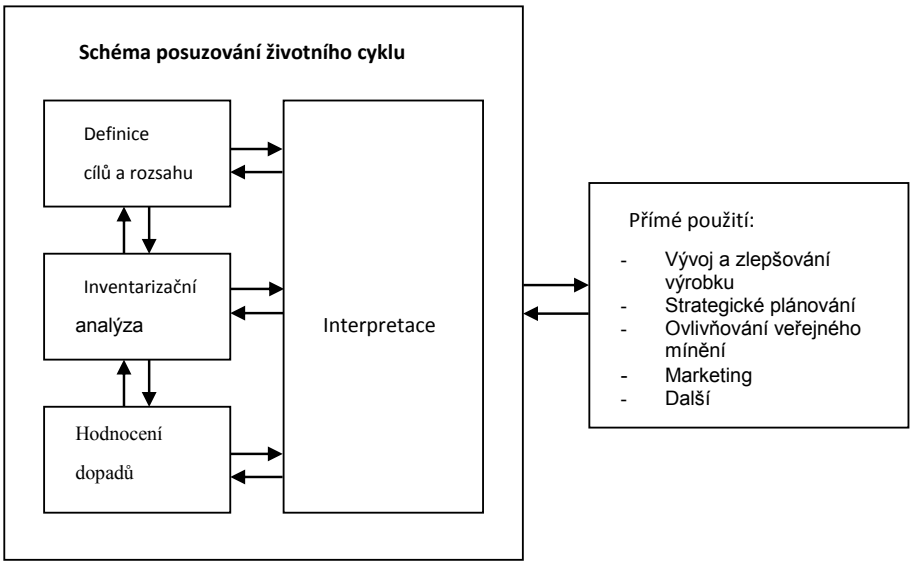
4. **Interpretace životního cyklu**, poslední fáze LCA, která vychází z výsledků obou předchozích fází. Je založena na potřebách i daných možnostech inovovat výrobek, nebo činnost. Cílem je navrhnout takové změny v jednotlivých fázích životního cyklu

Zvýšené povědomí důležitosti ochrany životního prostředí a možné dopady spojené s vyráběnými a spotřebovávanými výrobky zvýšily zájem o metodu posuzování životního cyklu (LCA). Tato metoda se stala součástí mezinárodních norem ISO 14000, které převzala Česká republika jako normy:

ČSN EN ISO 14040 Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Zásady a osnova

ČSN EN ISO 14044 Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Požadavky a směrnice

Posuzování životního cyklu musí podle těchto norem obsahovat definici cíle a rozsahu, inventarizační analýzu a interpretaci výsledků, jak je popsáno na obrázku 1.



OBRÁZEK 1 SCHÉMA POSUZOVÁNÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU PODLE NORMY ISO 14040 [1]

Podle normy ISO 14040 musí studie LCA obsahovat:

- popis funkce systému výrobku nebo systémů výrobků v případě porovnávacích studií;
- stanovení funkční jednotky;
- popis posuzovaného systému výrobku;
- stanovení hranic systému výrobku;
- alokační postupy, v případě, že byly použity;
- typy dopadu, metodologie hodnocení dopadu a následná interpretace pro použití;
- požadavky na údaje;
- předpoklady;
- omezení;
- požadavky na kvalitu počátečních údajů;
- typ kritického přezkoumání, je-li;
- typ a formát zprávy vyžadované pro studii;

Rozsah má být dostatečně dobře stanoven tak, aby bylo zajištěno, že šíře, hloubka a podrobnost studie jsou vzájemně v souladu a dostatečně odpovídají stanovenému cíli.

Funkce a funkční jednotka

Rozsah studie LCA musí jasně vymezit funkce posuzovaného systému. Funkční jednotka je mírou výkonu funkčního výstupu ze systému výrobku.
Primárním účelem funkční jednotky je poskytnout základ, ke kterému se vztahují vstupy a výstupy. Tento základ je nezbytný pro zajištění porovnatelnosti výsledků LCA.
Porovnatelnost výsledků LCA je zvlášť důležitá v případě, že jsou hodnoceny odlišné systémy proto, aby se zajistilo, že takové porovnání proběhlo na společném základě.

Systém může mít řadu možných funkcí a jedna z nich vybraná pro studii závisí na cílech a rozsahu studie. Odpovídající funkční jednotka musí být definovaná a měřitelná.

Hranice systému

Hranice systému určují, které jednotkové procesy musí být do LCA zahrnuty.

Stanovení hranic systému včetně zamýšleného použití studie je dáno několika faktory, jimiž jsou stanovené předpoklady, omezující kritéria, dostupnost údajů, výše nákladů a zamýšlené publikum.

Výběr vstupů a výstupů, úroveň agregace uvnitř kategorií údajů a modelování systému musí odpovídat cíli studie. Systém má být modelován takovým způsobem, aby vstupy a výstupy na jeho hranicích byly elementárními toky. Použitá kritéria pro stanovení hranic systému musí být určena a posouzena v rozsahu studie.

Požadavky na kvalitu údajů

Požadavky na kvalitu údajů obecně zpřesňují charakteristiky údajů potřebných pro studii. Za účelem splnění cílů a rozsahu studie musí být definovány požadavky na kvalitu údajů. Požadavky na kvalitu údajů se mají týkat:

- časového rozsahu;
- geografického rozsahu;
- technologického rozsahu;
- přesnosti, kompletnosti a reprezentativnosti údajů;
- adekvátnosti a reprodukovatelnosti metod použitých v průběhu LCA;
- zdrojů údajů a jejich reprezentativnosti;
- nejistoty informací.

Inventarizační analýza

Inventarizační analýza zahrnuje sběr údajů a výpočetní postupy ke kvantifikaci odpovídajících vstupů a výstupů ze systému výrobku. Tyto vstupy a výstupy mají zahrnovat použití zdrojů a úniky do ovzduší, vody a půdy spojené se systémem. Interpretace mohou vycházet z těchto údajů v závislosti na cílech a rozsahu LCA. Tyto údaje jsou také vstupem pro hodnocení dopadů životního cyklu.

Postup provádění inventarizační analýzy je iterativní. Když je sběr údajů ukončen a systém je lépe poznán, mohou vyvstat požadavky na nové údaje nebo omezení, která vyžadují změny v postupech sběru údajů tak, aby byly ještě splněny cíle studie. Někdy mohou být zjištěny výstupy, které vyžadují revizi cílů a/nebo rozsahu studie.

Posuzování dopadů

Fáze LCA posuzování dopadů převádí výsledky inventarizační analýzy prostřednicím indikátorů kategorií a charakterizačních faktů na výsledky indikátorů kategorií dopadu.

Interpretace životního cyklu

Interpretace je ta fáze LCA, ve které jsou za účelem dosažení závěrů a doporučení vzájemně propojeny poznatky z inventarizační analýzy a posuzování dopadů nebo v případě studií inventarizace životního cyklu pouze nálezy inventarizační analýzy, které jsou v souladu s definovaným cílem a rozsahem.

V souladu s cílem a rozsahem studie mohou mít pro rozhodovatele poznatky této interpretace formu závěrů a doporučení.

Podávání zpráv

Výsledky LCA musí být zcela, úplně a přesně popsány pro zamýšlené publikum. Typ a formát zprávy musí být definován ve fázi stanovení rozsahu studie.

Předložené výsledky, údaje, metody, předpoklady a omezení musí být transparentní a dostatečně podrobné, aby čtenáři umožnily pochopit složitosti a problémy zohledněné ve studii LCA. Zpráva musí také umožnit, aby výsledky a výklad byly použity v souladu s cíli studie.

II – CÍL STUDIE

Cílem studie LCA je poskytnout:

- přehled o environmentálních dopadech životního cyklu produktového systému FN2
- porovnání environmentálních dopadů životního cyklu fotokatalytického nátěru FN2 s environmentálními dopady životního cyklu čističky vzduchu
- posoudit význam nanočástic pro snížení environmentálních dopadů životního cyklu FN2

A FOTOKATALYTICKÝ NÁTĚR FN2

A1 ROZSAH STUDIE

A1.1 POPIS PRODUKTOVÉHO SYSTÉMU

Výrobek zapsaný pod firemním názvem FN2 je suspenze, která slouží k vytvoření svrchní minerální bezrozpouštědlové nátěrové aktivní fotokatalytické vrstvy. Důležitou součástí výrobku je nano TiO_2, jehož fotokatalytické účinky slouží k odstranění nežádoucích mikroorganismů a vzdušných polutantů z vnitřního i vnějšího prostředí.
Jedná se především o:

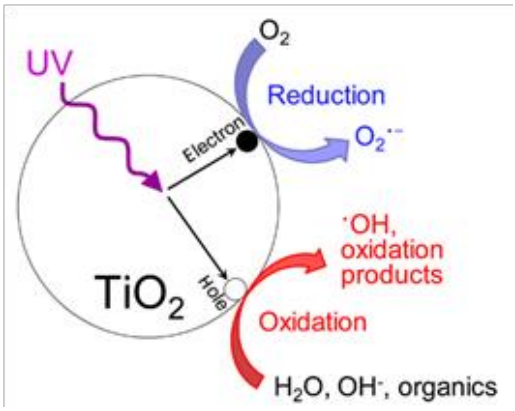
- viry a bakterie
- vzdušné polutanty, např. NOx, SO_2, CO, VOC act.
- plísně
- nepříjemné pachy,
- nečistoty na stěnách

Použití

Výrobek je optimalizovaný jako sanitární fotoaktivní nátěr vhodný pro všechny běžné typy omítek, zděných či sádrokartonových podkladů, nátěrů v interiéru i exteriéru budov. Nátěr má bílou barvu. Jeho čistící efekt se projeví okamžitě po dopadu denního nebo umělého světla s podílem UV spektra.

Princip fotokatalýzy

Fotokatalýza je proces chemického rozkladu látek za přítomnosti fotokatalyzátoru a světelného záření. Principiálně vychází z fotolýzy, přirozeného rozkladu některých látek působením světla, urychlené přítomností fotokatalyzátoru. Je-li materiál s fotokatalytickými vlastnostmi vystaven světelnému záření vhodné vlnové délky, aktivuje se jeho povrch a spustí se charakteristická reakce. Primárně vzniklý volný pár elektron-díra a hydroxylové radikály sekundárně vznikající kontaktem excitované molekuly fotokatalyzátoru a vodní páry rozkládají přítomné organické a anorganické substance. Konečným produktem pak bývají běžné a stabilní sloučeniny. [10]



OBRÁZEK 2 MECHANISMUS FOTOKATALÝZY
Autor: Ph.D. Akira Fujishima (President of Tokyo University of Science)

A1.2 Funkce systému

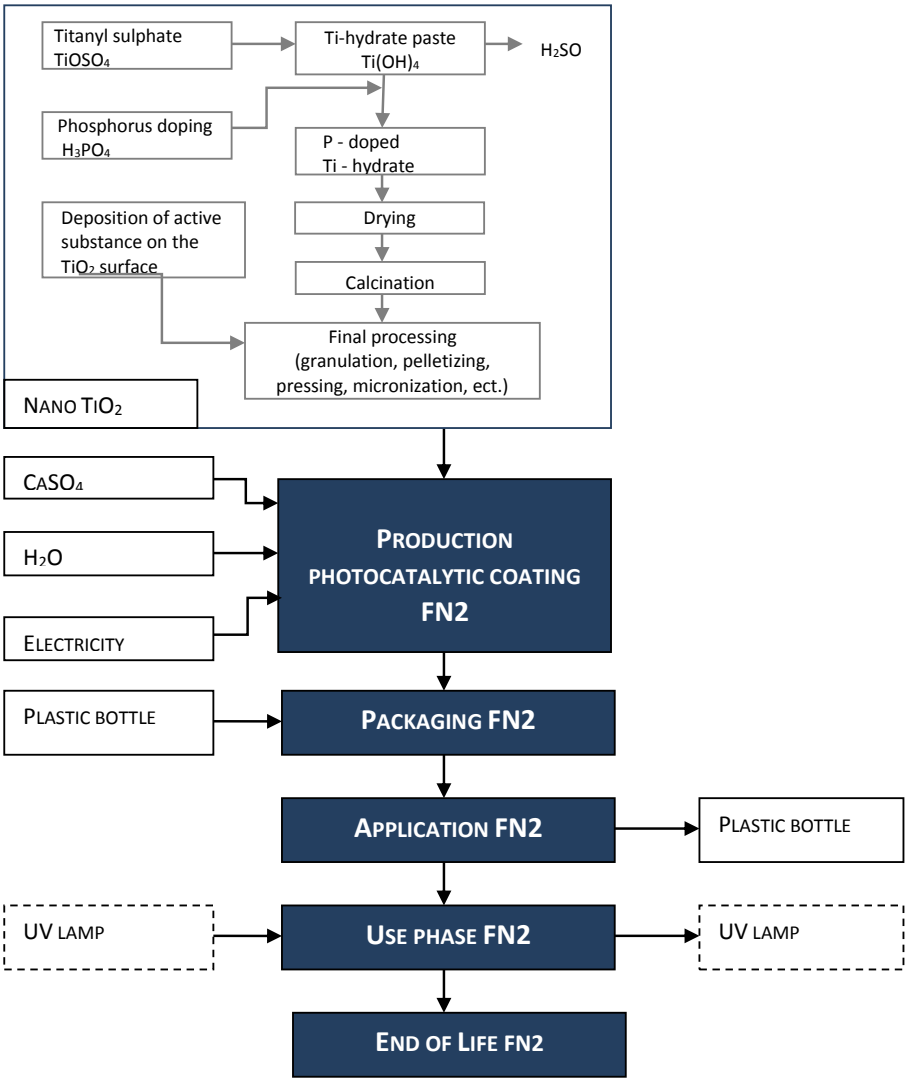
Odstranění nežádoucích nežádoucích mikroorganismů, vzdušných polutantů a pachů z v nitřního prostředí budouv.

A1.3 Funkční jednotka

Funkční jednotka: **čištění vzduchu v místnosti o objemu 300 m^3 (plocha místnosti 100 m^2, výška 3 m) za období 1 roku.**

A1.4 Hranice systému

Hranice systému byly zvoleny tak, aby zahrnovaly všechny fáze životního cyklu fotokatalytického nátěru FN2 od těžby surovin, přes výrobu FN2, jeho uživatelskou fázi, včetně údržby a oprav a nákladní s odpadem po skončení jeho životnosti. Hranice systému jsou zobrazeny na obrázku 2.



Obrázek 3 Hranice životního cyklu FN2
Poznámka: Vstupy označené čárkovaně nebyly zahrnuty do výpočtu LCI.

Vstupy v produkční fázi fotokatalytického nátěru FN2 představují nanočástice TiO_2 vyrobené sulfátovou metodou, pojivo, jehož chemické složení podléhá utajení a je pro účely této studie nahrazené sádrou, elektrickou energii a vodu. Hotový výrobek je balený v plastových (PE) lahvích. Aplikace se provádí ručně, malířskou štětkou. Po aplikaci nátěru dochází k odpařování vody, která je součástí FN2 nátěru. Pro zvýšení fotokatalytických účinků FN2 je v případě nedostatku přirozeného světla místnost ve stinných patiích vybavena zářivkami.
Životnost nátěru je podle informace výrobce 5 i více let. Studie počítá s 5 letou životností.
Po skončení životnosti je možné nátěr přetřít. V případě renovace místnosti je nátěr odstraněn škrabkou společně s omítkou a uložen na skládku.

A1.5 ALOKAČNÍ POSTUPY

Pro studii LCA FN2 byly zvoleny alokační postupy podle hmotnosti.

A1.6 VYBRANÉ KATEGORIE DOPADU

Pro účely této studie by zvoleny kategorie dopadu na úrovni midpointu, odpovídající požadavkům EPD, jako podklad pro případnou certifikaci výrobku podle normy ISO 14025.

Kategorie dopadu	**Ekvivalent kategorie**
Čerpání zdrojů	kg Sb ekv.
Globální oteplování (GWP 100)	kg CO_2 ekv.
Poškozování ozonové vrstvy (ODP)	kg CFC11 ekv.
Acidifikace (AP)	kg SO_2 ekv.
Tvorba fotooxidantů (POCP)	kg C_2H_4 ekv.
Eutrofizace (EP)	kg PO_4^{3-}

Pro výpočet výsledků indikátorů kategorií dopadu byla použita metoda CML 2000 (baseline) [8].

Kromě uvedených kategorií dopadu byla posuzována i hlučnost produktu v uživatelské fázi.

A1.6 POŽADAVKY NA ÚDAJE

Údaje o výrobě fotokatalytického nátěru FN2, včetně výroby nano TiO_2 byly poskytnuty firmou Advanced Materials, JTJ, s.r.o. Ostatní údaje, týkající se především těžby a zpracování surovin a nakládání s odpadem byly získány z databází:
Ecoinvent 3 - allocation, default - system
Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Ecoinvent system processes
Ecoinvent unit processes
Industry data 2.0
USLCI

A1.7 PŘEDPOKLADY

Předpokládaná životnost fotokatalytického nátěru je 5 let.

Uživatelská fáze byla pro potřeby výpočtů LCA uvažovaná ve třech variantách, které představovaly různou délku a intenzitu osvětlení prostou.
Studie předpokládá ruční odstranění nátěru FN2 se stěn a stropu po skončení jeho životnost.
Odpad bude uložený na skládku.

A1.8 Omezení

Do výpočtu LCA FN2 nebylo započítáno:

- životní cyklus zářivky s výjimkou spotřeby energie v uživatelské fázi
- doprava výrobku ke spotřebiteli
- opotřebení štětce
- opotřebení škrabky

A1.9 Typ kritického přezkoumání

Bude provedeno interní kritické posouzení.

A1.10 Typ a formát zprávy požadované pro studii

Zpráva bude předaná v elektronické podobě.

A2 Inventarizační analýza - LCI

A2.1 Sběr a zpracování údajů

Primární údaje byly získány převážně z podkladů společnosti Advanced Materials. Další zdroje tvořily databáze uvedené v A1.6.

Uživatelská fáze byla kalkulována ve třech variantách, které se lišily délkou a intenzitou osvětlení prostoru. Varianta I se týká místnosti z větší části osvětlené přirozeným světlem. Varianta III odpovídá situaci, kdy je potřeba umělého osvětlení zvýšená.

Varianta I	**Spotřeba energie**	**Jed.**
Doba osvětlení - 12 h denně		
Spotřeba energie 16 W (dvě 8 W zářivky)		
Výpočet spotřeby energie ($LCA_{var.. I}$ = (16*12*365)/1000)	70,08	kWh
Varianta II	**Spotřeba energie**	**Jed.**
Doba osvětlení 24 h denně		
Spotřeba energie 16 W (dvě 8 W zářivky)		
Výpočet spotřeby energie ($LCA_{var.. II}$ = (16*24*365)/1000)	140,16	kWh
Varianta III	**Spotřeba energie**	**Jed.**
Doba osvětlení - 24 h denně		
Spotřeba energie 36 W (dvě 18 W zářivky)		
Výpočet spotřeby energie ($LCA_{var.. III}$ = (36*24*365)/1000)	315,36	kWh

A2.2 PRIMÁRNÍ ÚDAJE

TABULKA A1 VÝROBA 1 KG NANO TiO_2

VSTUPY / VÝSTUPY	MNOŽSTVÍ	JEDNOTKA
VSTUPY		
Water, cooling, unspecified natural origin, RER	0,246	m^3
Lime, hydrated, packed {GLO}| market for | Atribut, U	0,363	kg
Iron scrap, sorted, pressed {GLO}| market for | Atribut, U	0,15	kg
Wastewater, average {GLO}| market for | Atribut, U	-0,06545	m3
Waste gypsum {GLO}| market for | Atribut, U	-3,849	kg
Lime, packed {GLO}| market for | Atribut, U	1,38	kg
Hazardous waste, for incineration {GLO}| market for | Atribut, U	-0,007	kg
Residue from TiO2 production, sulfate process {GLO}| market for | Atribut, U	-0,424	kg
Chemical factory, organics {GLO}| market for | Atribut, U	4,00E-10	p
Ilmenite, 54% titanium dioxide {GLO}| market for | Atribut, U	2,094444444	kg
Tap water, at user {Europe without Switzerland}| market for | Atribut, U	77	kg
Energy		
Heat, natural gas, at boiler modulating >100 kW/RER U	12,5	MJ
Heat, natural gas, at boiler modulating >100 kW/RER U	15,76	MJ
Electricity, medium voltage {EU}| market for | Atribut, U	3,0898125	kWh
Electricity – final treatment (milling)	2	kWh
VÝSTUPY		
Air emissions		
Carbon dioxide, fossil	0,6072	kg
Hydrogen sulfide	0,000003	kg
Sulfur dioxide	0,00397	kg
Particulates, > 2.5 um, and < 10um	0,000446	kg
Nitrogen oxides	0,00063	kg
Water/m3	0,08015625	m3
Hydrogen	0,001	kg
Water emissions		
Nickel	0,0003	kg
Suspended solids, unspecified	0,012	kg
Sulfate	0,274	kg
Mercury	3,10E-07	kg
Iron	0,018	kg
Chromium	0,0003	kg
Water, RER	0,150675	kg
Zinc	0,0003	kg
Titanium	0,0015	kg
Lead	0,0003	kg
Copper	0,0003	kg
Cadmium	7,99E-07	kg

Product		
Nano TiO_2	1	kg

TABULKA A2 VÝROBA 1 KG FOTOKATALYTICKÉHO NÁTĚRU FN2

VSTUPY / VÝSTUPY	MNOŽSTVÍ	JEDNOTKA
VSTUPY		
TiO_2	0,1	kg
$CaSO_4$ (náhrada skutečného vstupu, který podléhá utajení)	0,02	kg
H_2O deionisied	0,7	kg
Electricity	0,5	kWh
Plastic bottle - PE	0,05	kg
VÝSTUPY		
FN2 (v plastovém obalu)	**1,05**	**kg**

TABULKA A3 APLIKACE NANO TiO_2

VSTUPY / VÝSTUPY	MNOŽSTVÍ	JEDNOTKA
VSTUPY		
Produkt FN2 v plastovém obalu (váha obalu 0,01 kg)	**4,4**	**kg**
Energie - natírá se ručně	0	kWh
VÝSTUPY		
Opad - obal PE	0,01	kg

TABULKA A4 UŽIVATELSKÁ FÁZE FN2

VSTUPY / VÝSTUPY	MNOŽSTVÍ	JEDNOTKA
VSTUPY		
UV lampa	1,752	ks
Elektrická energie - svícení - **Var. I**	70,08	kWh
Elektrická energie - svícení - **Var. II**	140,16	kWh
Elektrická energie - svícení - **Var. III**	315,36	kWh
VÝSTUPY		
UV lampa	1,752	ks
Nátěrem ošetřené stěny místnosti o rozměrech 10 x 10 x 3 m		
Air emissions		
Water	3,52	kg

TABULKA A5 KONEC ŽIVOTNÍHO CYKLU FN2

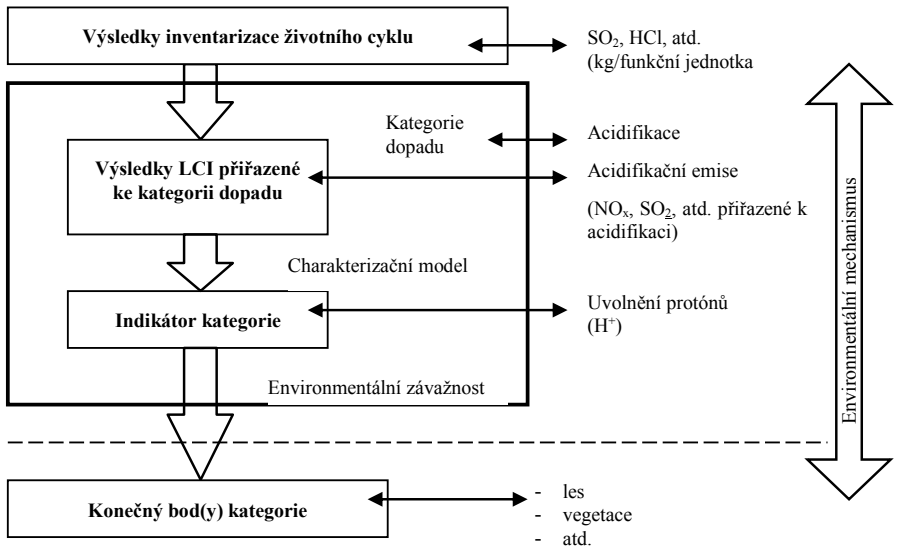
VSTUPY / VÝSTUPY	MNOŽSTVÍ	JEDNOTKA
VSTUPY		
Energie (ruční odstraňování)	0	kWh
VÝSTUPY		
FN2 (včetně obalu a po odpaření vody)	0,88	kg
Doprava na skládku	0,00088	tkm

A2.3 VÝPOČET VÝSLEDKŮ INVENTARIZAČNÍ ANALÝZY

Výpočet výsledků inventarizační analýzy byl proveden pomocí specializovaného software SimaPro 8.0.2.

A3 POSUZOVÁNÍ DOPADŮ - LCIA

Fáze posuzování dopadů životního cyklu je z metodologického hlediska třetí fází LCA. Tato fáze navazuje na fázi inventarizační analýza a směřuje k pochopení a vyhodnocení velikosti a významu potenciálních dopadů produktového systému na životní prostředí během životního cyklu produktu.



OBRÁZEK 4 KONCEPT INDIKÁTORŮ KATEGORIE (PODLE ČSN EN ISO 14044) [2]

Skupina výsledků indikátorů kategorií, někdy nazývaná profil LCIA, poskytuje informace o environmentálních dopadech, které mají souvislost se vstupy a výstupy produktového systému.

A3.1 KATEGORIE DOPADU ŽIVOTNÍHO CYKLU FOTOKATALYTICKÉHO NÁTĚRU FN2

Výsledky inventarizační analýzy byly na základě indikátorů kategorií přiřazeny ke kategoriím dopadu a prostřednictvím metody CML 2 basline 2000 [8] převedeny na ekvivalenty kategorie (tabulka A7 - A9) v rozsahu variant I - III.

TABULKA A6 KATEGORIE DOPADU ŽIVOTNÍHO CYKLU FOTOKATALYTICKÉHO NÁTĚRU FN2 VAR. I

Kategorie dopadu	Ekvivalent kategorie	Fotokatalytický nátěr FN2		
		Výroba	Užití	Odpad
Globální oteplování (GWP 100)	kg CO_2 ekv.	5,219907	42,34008	1,841222
Poškozování ozonové vrstvy (ODP)	kg CFC11 ekv.	2,89E-07	1,06E-06	1,14E-08
Acidifikace (AP)	kg SO_2 ekv.	0,003516	0,008916	0,000578
Tvorba fotooxidantů (POCP)	kg C_2H_4 ekv.	0,034877	0,126422	0,000415
Eutrofizace (EP)	kg PO_4^{3-}ekv.	0,016366	0,048465	0,010367
Čerpání zdrojů	kg Sb ekv.	81,1517	746,0015	1,530315

TABULKA A7 KATEGORIE DOPADU ŽIVOTNÍHO CYKLU FOTOKATALYTICKÉHO NÁTĚRU FN2 VAR. II

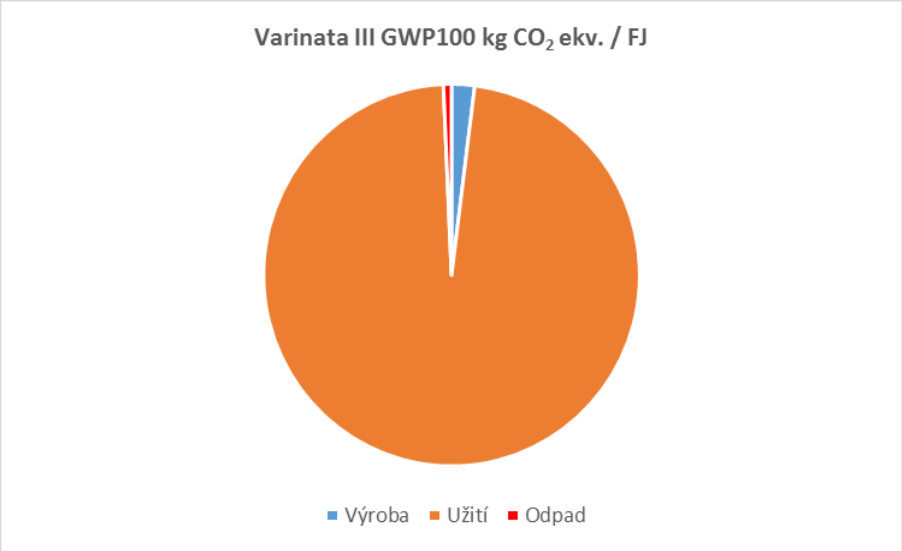
Kategorie dopadu	Ekvivalent kategorie	Fotokatalytický nátěr FN2		
		Výroba	Užití	Odpad
Globální oteplování (GWP 100)	kg CO_2 ekv.	5,219907	114,666	1,841222
Poškozování ozonové vrstvy (ODP)	kg CFC11 ekv.	2,89E-07	2,43E-06	1,14E-08
Acidifikace (AP)	kg SO_2 ekv.	0,003516	0,01816	0,000578
Tvorba fotooxidantů (POCP)	kg C_2H_4 ekv.	0,034877	0,329962	0,000415
Eutrofizace (EP)	kg PO_4^{3-} ekv.	0,016366	0,559177	0,010367
Čerpání zdrojů	kg Sb ekv.	81,1517	1624,777	1,530315

TABULKA A8 KATEGORIE DOPADU ŽIVOTNÍHO CYKLU FOTOKATALYTICKÉHO NÁTĚRU FN2 VAR. III

Kategorie dopadu	Ekvivalent kategorie	Fotokatalytický nátěr FN2		
		Výroba	Užití	Odpad
Globální oteplování (GWP 100)	kg CO_2 ekv.	5,219907	257,9985466	1,841222
Poškozování ozonové vrstvy (ODP)	kg CFC11 ekv.	2,89E-07	5,46429E-06	1,14E-08
Acidifikace (AP)	kg SO_2 ekv.	0,003516	0,040860998	0,000578
Tvorba fotooxidantů (POCP)	kg C_2H_4 ekv.	0,034877	0,742413414	0,000415
Eutrofizace (EP)	kg PO_4^{3-} ekv.	0,016366	1,258149368	0,010367
Čerpání zdrojů	kg Sb ekv.	81,1517	3655,74875	1,530315

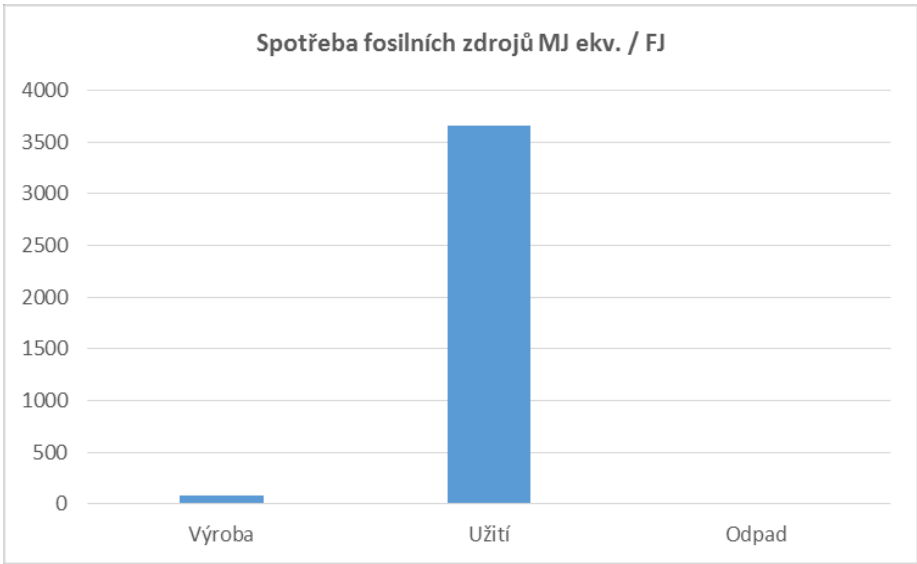
Z výsledků indikátorů kategorií je patrný výrazný vliv uživatelské fáze na všechny vybrané kategorie dopadu.

Potenciální dopady jednotlivých fází se liší pouze v uživatelské fázi a to v závislosti na délce a intenzitě osvětlení prostoru.



GRAF A1 KATEGORIE DOPADU GLOBÁLNÍ OTEPLOVÁNÍ – GWP 100 FOTOKATALYTICKÉHO NÁTĚRU FN2 VAR. III

Z grafu je patrné, že největší podíl na globálním oteplování má uživatelská fáze, která představuje čerpání elektrické energie na nasvícení fotokatalytického nátěru.

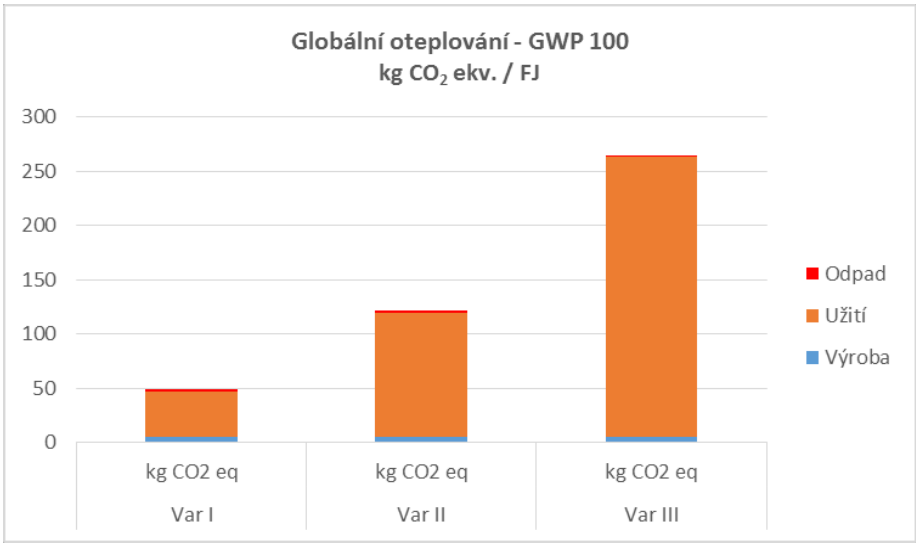


GRAF A2 KATEGORIE DOPADU SPOTŘEBA FOSILNÍCH ZDROJŮ FOTOKATALYTICKÉHO NÁTĚRU FN2 VAR. III

Obdobné výsledky jako předchozí graf ukazuje rovněž spotřeba fosilních zdrojů. Jejich největší čerpání souvisí s uživatelskou fází, tedy s výrobou elektrické energie na osvětlení prostoru.

A3.2 POROVNÁNÍ KATEGORIÍ DOPADU JEDNOTLIVÝCH VARIANT FOTOKATALYTICKÉHO NÁTĚRU FN2

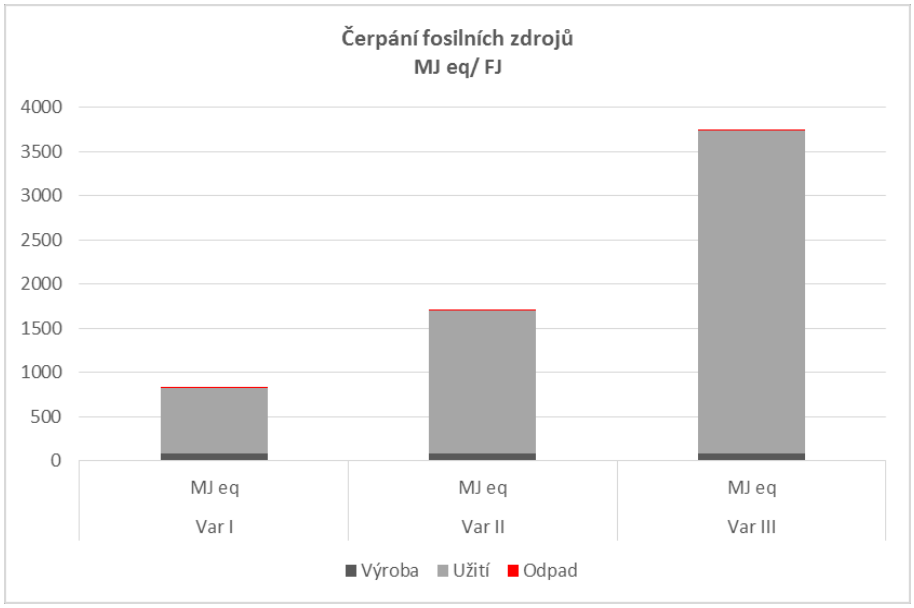
Pokud porovnáme kategorie dopadu jednotlivých variant, dostaneme výsledky vyjádřené v grafu A3 – A8.



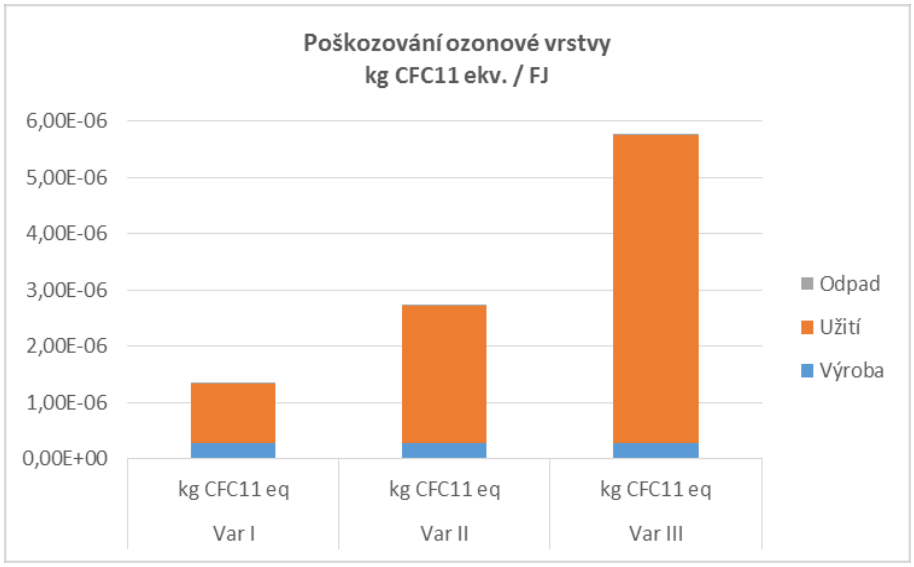
GRAF A3 KATEGORIE DOPADU GLOBÁLNÍ OTEPLOVÁNÍ – GWP 100 FOTOKATALYTICKÉHO NÁTĚRU FN2 VAR. I, II A III

Graf A3 prezentuje nejen výrazný rozdíl v potenciálu globálního oteplování jednotlivých variant, ale ukazuje i rostoucí podíl uživatelské fáze se zvyšující se délkou a intenzitou osvětlení. V místnostech dostatečně osvětlených přirozeným světlem odpovídá spotřeba elektrické energie na dosvěcování stropu variantě I. V temných místnostech bez přímého osvětlení denním světlem přichází v úvahu varianta III.

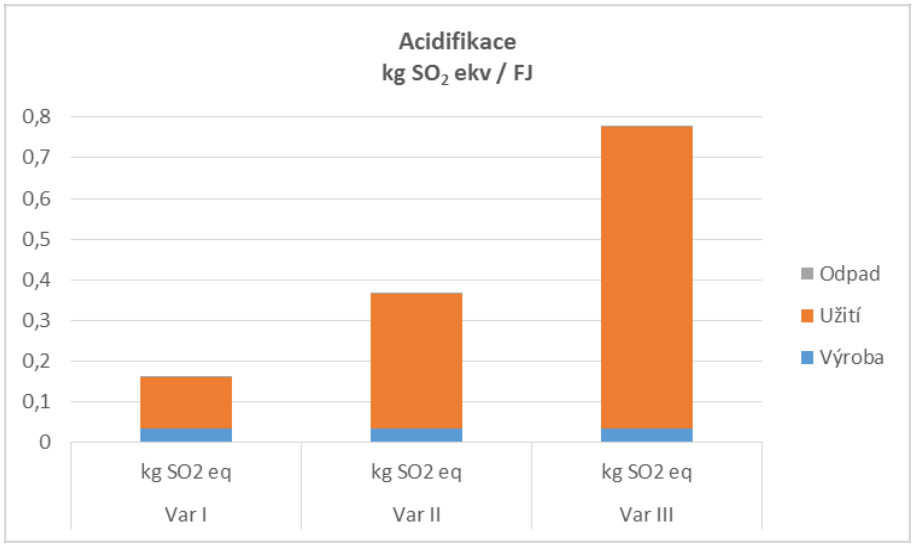
Obdobné výsledky jako kategorie dopadu globální oteplování ukazují i další posuzované kategorie dopadu, čerpání fosilních paliv, poškozování ozonové vrstvy, acidifikace, fotochemická tvorba ozonu a eutrofizace.



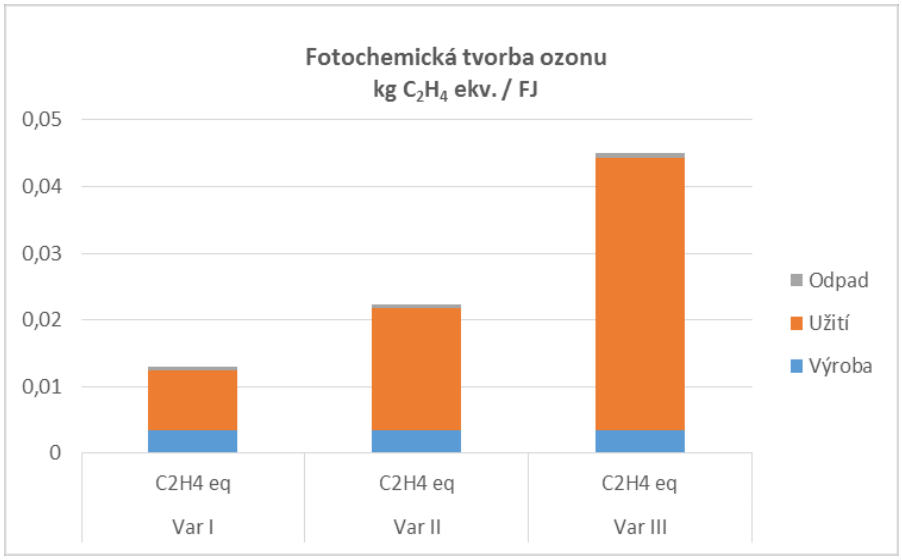
GRAF A4 KATEGORIE DOPADU ČERPÁNÍ FOSILNÍCH ZDROJŮ FOTOKATALYTICKÉHO NÁTĚRU FN2 VAR. I, II A III



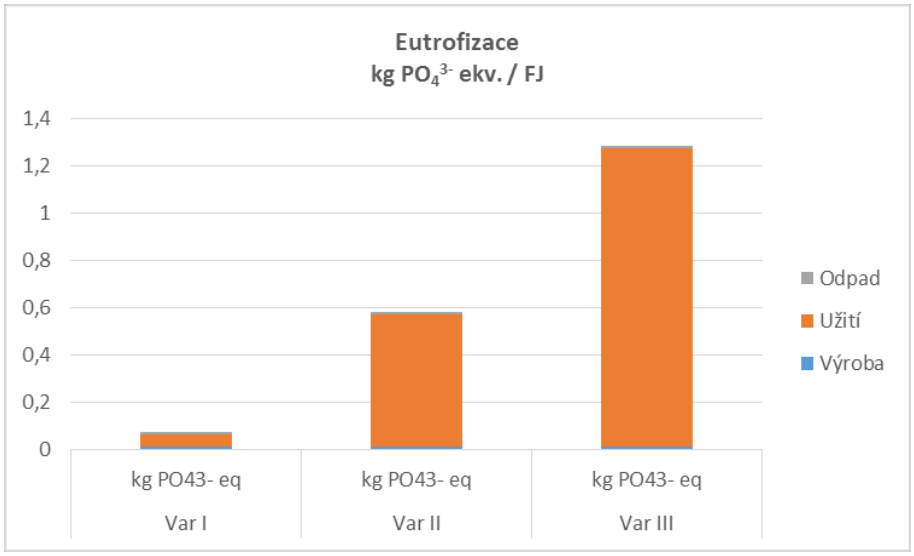
GRAF A5 KATEGORIE DOPADU POŠKOZOVÁNÍ OZONOVÉ VRSTVY FOTOKATALYTICKÉHO NÁTĚRU FN2 VAR. I, II A III



GRAF A6 KATEGORIE DOPADU ACIDIFIKACE FOTOKATALYTICKÉHO NÁTĚRU FN2 VAR. I, II A III



GRAF A7 KATEGORIE DOPADU FOTOCHEMICKÁ TVORBA OZONU FOTOKATALYTICKÉHO NÁTĚRU FN2 VAR. I, II A III



GRAF A8 KATEGORIE DOPADU EUTROFIZACE FOTOKATALYTICKÉHO NÁTĚRU FN2 VAR. I, II A III

Ve všech posuzovaných kategoriích se na dopadech jednotlivých variant podílí především uživatelská fáze, která souvisí s požadovanou intenzitou UV záření. Místnosti využívající přirozené světlo mají výrazně nižší dopady ve všech posuzovaných kategoriích, než místnosti vyžadující umělé osvětlení.

A4 INTERPRETACE

Z výsledku LCA fotokatalytického nátěru FN2 vyplývá, že nejvyšší dopad na životní prostředí má ve všech posuzovaných kategoriích dopadu uživatelská fáze, která představuje čerpání elektrické energie na osvětlování nátěru pro zvýšení jeho fotokatalytických účinků. Snižování intenzity umělého osvětlení ve prospěch přirozeného světla snižuje negativně dopady FN2 na životní prostředí.

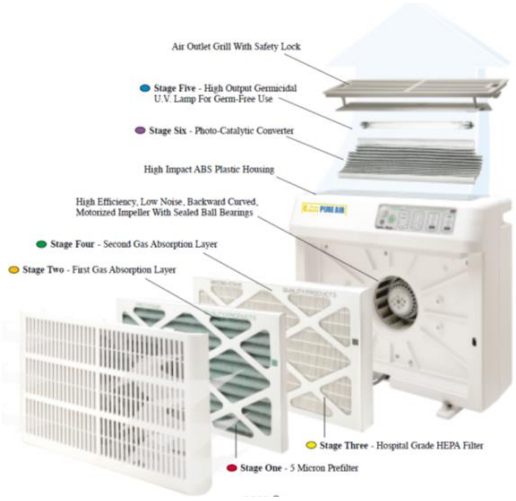
B ČISTIČKA VZDUCHU

B1 ROZSAH STUDIE

B1.1 POPIS PRODUKTOVÉHO SYSTÉMU

Čistička vzduchu

Pro účely studie byla vybraná jedna z nejkvalitnějších čističek vzduchu na trhu, která představuje technologie čištění vzduchu včetně fotokatalýzy.



OBRÁZEK 5 ČISTIČKA VZDUCHU PHOTO CATALYTIC PURE AIR PURIFIER [9]

Veškeré údaje o čističce byly převzaty z technické specifikace výrobce [9].

	PARTS	SERVICE LIFE
Dimensions	21.5” width x 18.0”height x 8.0”depth	
Dimensions	0,5461 m width x 0,4572 m height x 0,2032 m depth	
Weight	10.45 kg	
Composition	Air Outlet Grill With Safety Lock	10 years
	High Impact ABS Plastic Housing	10 years
	Motorized Impeller With Sealed Ball Bearings	10 years
	Filter One - 5 Micron Prefilter	2 years
	Filter Two - First Gas Absorption Layer	2 years
	Filter Three - Hospital Grade HEPA Filter	2 years
	Filter Four - Second Gas Absorption Layer	2 years
	Filter Five - High Output Germicidal	2 years
	Filter Six - Photo-Catalytic Converter	2 years
	U.V. Lamp For Germ-Free Use	1 years

Provozní režimy čističky vzduchu podle pokynů výrobce:

"Heavy duty" - intenzivní čištění vzduchu při silných alergiích

"Light duty" - nižší intenzita čištění vzduchu při lehčích alergických projevech

70% effectivity - určeno pro období spánku

Jednotlivé varianty se liší spotřebou elektrické energie a intenzitou hluku.

B1.2 Funkce systému

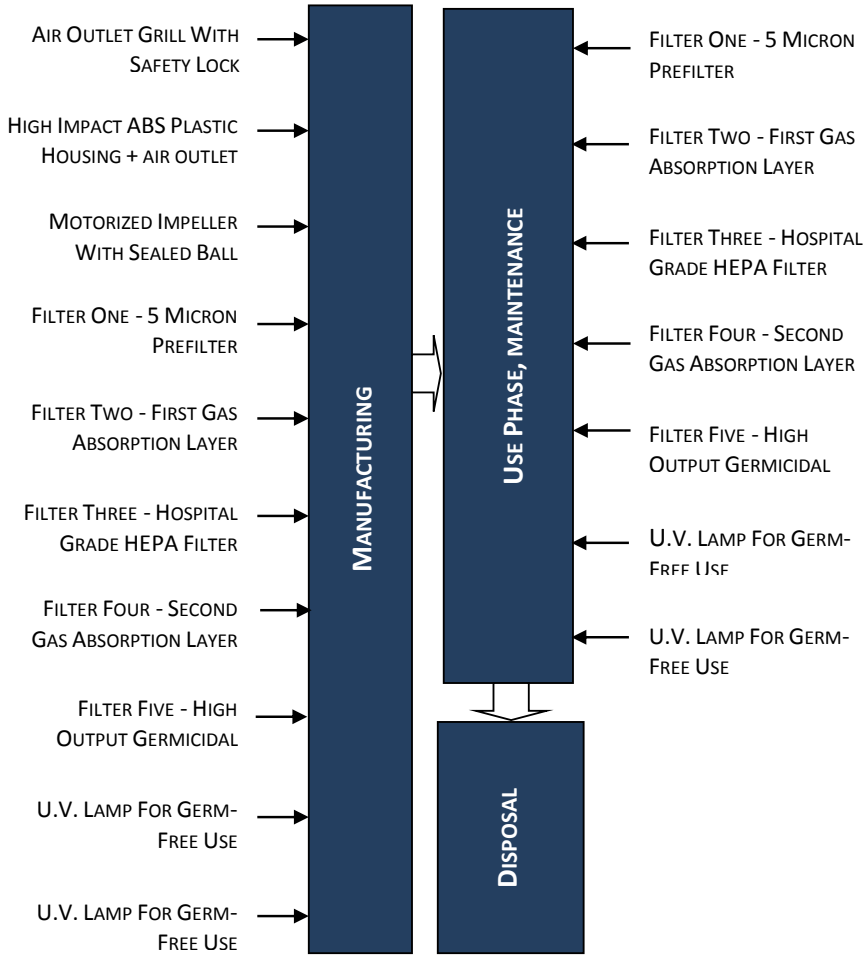
Čistička vzduchu je určena pro čištění vzduchu vuzavřených místnostech jako jsou domácnosti, kanceláře, nemocnice. Odstraňuje prach, viry, bakterie, vzdušné polutanty a pachy.

B1.3 Funkční jednotka

Funkční jednotka: **čištění vzduchu v místnosti o objemu 300 m³ (plocha místnosti 100 m², výška 3 m) za období 1 roku.**

B1.4 Hranice systému

Hranice systému byly zvoleny tak, aby zahrnovaly všechny fáze životního cyklu čističky vzduchu od těžby surovin, přes výrobu čističky, její uživatelskou fázi, včetně údržby a nákladní s odpadem po skončení její životnosti. Hranice systému jsou zobrazeny na obrázku 6.



Obrázek 6 Schéma životního cyklu čističky vzduchu - Hranice systému

Čistička vzduchu je přenosná, uložená v plastovém boxu, který obsahuje mechanizmus zajišťující nasávání a výfuk vzduchu, 6 filtrů a zářivku pro zvýšení fotokatalytických účinků. Životnost samotné čističky je 10 let. Životnost filtrů 2 roky, životnost zářivky 1 rok. Výměna filtrů a zářivky je nutná pro požadovaný výkon čističky. Po skončení životnosti lze čističku uložit na skládku, nebo jako elektronické zařízení recyklovat.

B1.5 ALOKAČNÍ POSTUPY

Pro studii LCA FN2 byly zvoleny alokační postupy podle hmotnosti.

B1.6 VYBRANÉ KATEGORIE DOPADU

Pro účely této studie by zvoleny kategorie dopadu stejné jako pro fotokatalytický nátěr (kapitola A1.6)

B1.6 POŽADAVKY NA ÚDAJE

Údaje o složení čističky vzduchu a jejím provozu byly převzaty z technické specifikace výrobce. Ostatní údaje, především údaje týkající se těžby surovin, výroby materiálů a nákladní s opadem byly získány ze specializovaných databází uvedených v A1.6.

B1.7 PŘEDPOKLADY

Předpokládaná životnost čističky vzduchu je 10 let.

Uživatelská fáze byla pro potřeby výpočtů LCA uvažovaná ve třech variantách, které představovaly délkou a intenzitou používání čističky vzduchu.

Čistička vzduchu bude po skončení životnosti uložena na skládku.

Předpokládaná hlučnost čističky vzduchu v době provozu je 55 - 75 dB

Konec životního cyklu čističky: Vzhledem k tomu, že fáze životního cyklu čističky v rozsahu „těžba surovin – brány závodu“ má minimální podíl na celkových environmentálních dopadech, nezabývá se tato studie otázkou recyklace čističky, ale vychází z předpokladu, že po skončení životnosti bude čistička uložena na skládku.

B1.8 OMEZENÍ

Do výpočtu LCA čističky vzduchu nebyly kvůli omezeným možnostem získání údajů od výrobce započítány následující položky:

- životní cyklus zářivky s výjimkou spotřeby energie v uživatelské fázi
- údaje týkající se vlastní výroby/ tvarování jednotlivých dílů a montáže čističky vzduchu
- doprava výrobku ke spotřebiteli
- recyklace čističky po skončení její životnosti

B1.9 TYP KRITICKÉHO PŘEZKOUMÁNÍ

Bude provedeno interní kritické posouzení.

B1.10 Typ a formát zprávy požadované pro studii

Zpráva bude předaná v elektronické podobě.

B1 Inventarizační analýza

B2.1 Sběr a zpracování údajů

Informace o materiálových nárocích na výrobu čističky vzduchu byly získány z technické specifikace výrobce. Další zdroje tvořila databáze uvedené v A1.6.

Uživatelská fáze byla kalkulována ve třech variantách, které se lišily provozním režimem a délkou používání čističky vzduchu.

Varianta I	Spotřeba energie	Jed.
8 h režim "light duty"	90	Wh
8 h 70% efficiency	77	Wh
Výpočet spotřeby energie ($LCA_{var..\ I}$= [(90*8)+(77*8)*(365*1)]/1000)	487,64	kWh
Varianta II	**Spotřeba energie**	**Jed.**
8 h režim "heavy duty"	110	Wh
8 h režim "light duty"	90	Wh
Výpočet spotřeby energie ($LCA_{var..\ I}$ = [(110*8)+(90*8)*(365*1)]/1000)	584,00	kWh
Varianta III	**Spotřeba energie**	**Jed.**
8 h režim "heavy duty"	110	Wh
8 h režim "light duty"	90	Wh
8 h 70% efficiency	77	kWh
Výpočet spotřeby energie ($LCA_{var..\ III}$= [110*8)+(90*8)+(77*8)*(365*1)]/1000)	808,84	kWh

B2.2 Primární údaje

Tabulka B1 Výroba čističky vzduch (Catalytic Pure Air – small)

VSTUPY / VÝSTUPY	MNOŽSTVÍ	JEDNOTKA
VSTUPY		
High Impact ABS Plastic Housing + air outlet	7,05	kg
Motorized Impeller With Sealed Ball Bearings	2,5	kg
Filter One - 5 Micron Prefilter	1	ks
Polyamide	100	g
Cardboard	100	g
Filter Two - First Gas Absorption Layer	1	ks
Polyamide	100	g
Cardboard	100	g
Activated carbon	50	g
Filter Three - Hospital Grade HEPA Filter	1	ks
Fiberglass	50	g

Al construction	50	g
Cardboard	100	g
Filter Four - Second Gas Absorption Layer	1	ks
Polyamide	100	g
Cardboard	100	g
Activated carbon	50	g
Filter Five - High Output Germicidal U.V. Lamp For Germ-Free Use	1	ks
Filter Six - Photo-Catalytic Converter	1	ks
Al grill	50	cm^2
NanoTiO_2	2	g

TABULKA B2 UŽIVATELSKÁ FÁZE ČISTIČKY VZDUCHU

VSTUPY / VÝSTUPY	MNOŽSTVÍ	JEDNOTKA
VSTUPY		
Elektrická energie - spotřeba za 1 rok **var. I**	487,64	kWh
Elektrická energie - spotřeba za 1 rok **var. II**	584,00	kWh
Elektrická energie - spotřeba za 1 rok **var. III**	808,84	kWh
Výměna zářivek	0,9	ks
Filtr PM	0,4	ks
První filtr plynů	0,4	ks
HEPA Filtr	0,4	ks
Druhý filtr plynů	0,4	ks
Photo-Catalytic Converter	0,4	ks
VÝSTUPY		
Odpadní zářivky	0,9	ks
Odpadní filtr PM	0,4	ks
Odpadní první filtr plynů	0,4	ks
Odpadní HEPA Filtr	0,4	ks
Odpadní druhý filtr plynů	0,4	ks
Photo-Catalytic Converter	0,4	ks

TABULKA B3 KONEC ŽIVOTNÍHO CYKLU ČISTIČKY VZDUCHU

VSTUPY / VÝSTUPY	MNOŽSTVÍ	JEDNOTKA
VSTUPY		
Catalytic Pure Air - small	0,1	ks
Doprava k odstranění	0,01045	tkm

B2.3 VÝPOČET VÝSLEDKŮ INVENTARIZAČNÍ ANALÝZY

Výpočet výsledků inventarizační analýzy byl proveden pomocí specializovaného software SimaPro 8.0.2.

B3 POSUZOVÁNÍ DOPADU ŽIVOTNÍHO CYKLU ČISTIČKY VZDUCHU

B3.1 KATEGORIE DOPADU ŽIVOTNÍHO CYKLU ČISTIČKY VZDUCHU

Výsledky inventarizační analýzy byly na základě indikátorů kategorií přiřazeny ke kategoriím dopadu a prostřednictvím metody CML 2001 převedeny na ekvivalenty kategorie (tabulka B7 - B9) v rozsahu variant I - III.

TABULKA B4 KATEGORIE DOPADU ŽIVOTNÍHO CYKLU ČISTIČKY VZDUCHU VAR. I

Kategorie dopadu	Ekvivalent kategorie	Čistička vzduchu		
		Výroba	Užití	Odpad
Globální oteplování (GWP 100)	kg CO_2 ekv.	6,031438	400,8018	0,835058
Poškozování ozonové vrstvy (ODP)	kg CFC11 ekv.	3,86E-07	8,56E-06	4,26E-09
Acidifikace (AP)	kg SO_2 ekv.	0,007704	0,0644	0,000142
Tvorba fotooxidantů (POCP)	kg C_2H_4 ekv.	0,035944	1,154038	0,000126
Eutrofizace (EP)	kg PO_4^{3-}	0,019891	1,946733	0,002321
Čerpání zdrojů	kg Sb ekv.	110,3007	5685,684	0,217994

TABULKA B5 KATEGORIE DOPADU ŽIVOTNÍHO CYKLU ČISTIČKY VZDUCHU VAR. II

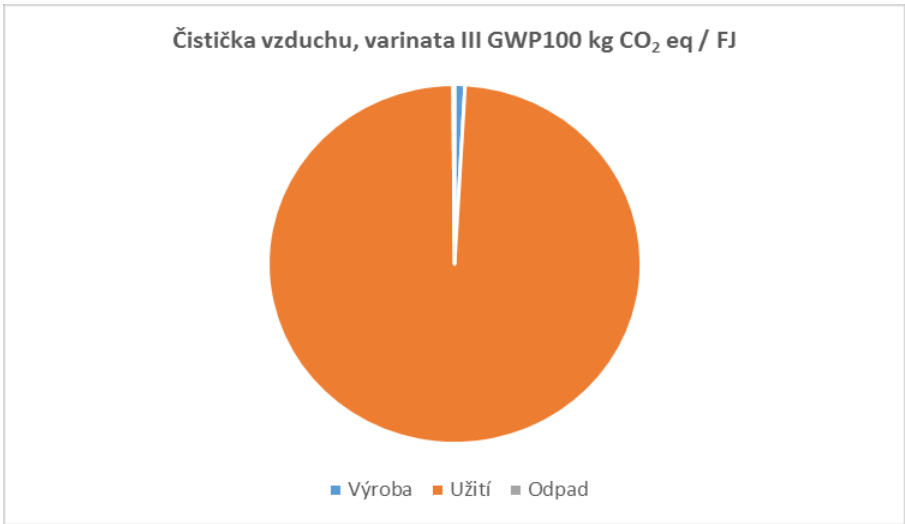
Kategorie dopadu	Ekvivalent kategorie	Čistička vzduchu		
		Výroba	Užití	Odpad
Globální oteplování (GWP 100)	kg CO_2 ekv.	6,031438	479,6347	0,835058
Poškozování ozonové vrstvy (ODP)	kg CFC11 ekv.	3,86E-07	1,02E-05	4,26E-09
Acidifikace (AP)	kg SO_2 ekv.	0,007704	0,076885	0,000142
Tvorba fotooxidantů (POCP)	kg C_2H_4 ekv.	0,035944	1,380887	0,000126
Eutrofizace (EP)	kg PO_4^{3-}	0,019891	2,331167	0,002321
Čerpání zdrojů	kg Sb ekv.	110,3007	6802,718	0,217994

TABULKA B6 KATEGORIE DOPADU ŽIVOTNÍHO CYKLU ČISTIČKY VZDUCHU VAR. III

Kategorie dopadu	Ekvivalent kategorie	Čistička vzduchu		
		Výroba	Užití	Odpad
Globální oteplování (GWP 100)	kg CO_2 ekv.	6,031438	663,5781	0,835058
Poškozování ozonové vrstvy (ODP)	kg CFC11 ekv.	3,86E-07	1,41E-05	4,26E-09
Acidifikace (AP)	kg SO_2 ekv.	0,007704	0,106018	0,000142
Tvorba fotooxidantů (POCP)	kg C_2H_4 ekv.	0,035944	1,9102	0,000126
Eutrofizace (EP)	kg PO_4^{3-}	0,019891	3,228181	0,002321
Čerpání zdrojů	kg Sb ekv.	110,3007	9409,132	0,217994

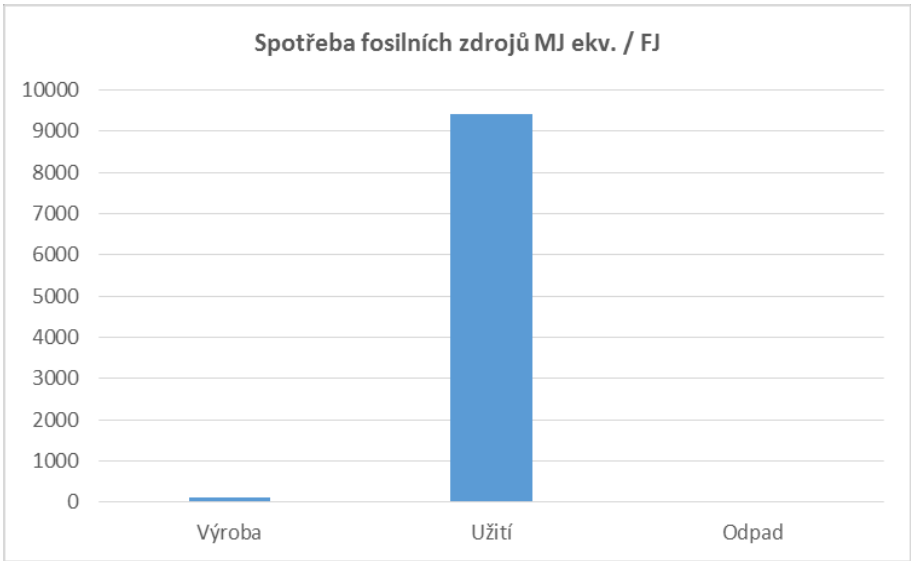
Z výsledků indikátorů kategorií je patrný výrazný vliv uživatelské fáze na všechny vybrané kategorie dopadu.

Potenciální dopady jednotlivých fázích se liší pouze v uživatelské fázi a to v závislosti na délce a intenzitě využívání čističky vzduchu.



GRAF B1 KATEGORIE DOPADU GLOBÁLNÍ OTEPLOVÁNÍ – GWP 100 ČISTIČKY VZDUCHU VAR. III

Z grafu je patrné, že největší podíl na globálním oteplování má uživatelská fáze, která představuje spotřebu elektrické energie v době provozu čističky vzduchu. Environmentální dopady ostatních fází životního cyklu čističky jsou v porovnání s její uživatelskou fází zanedbatelné.

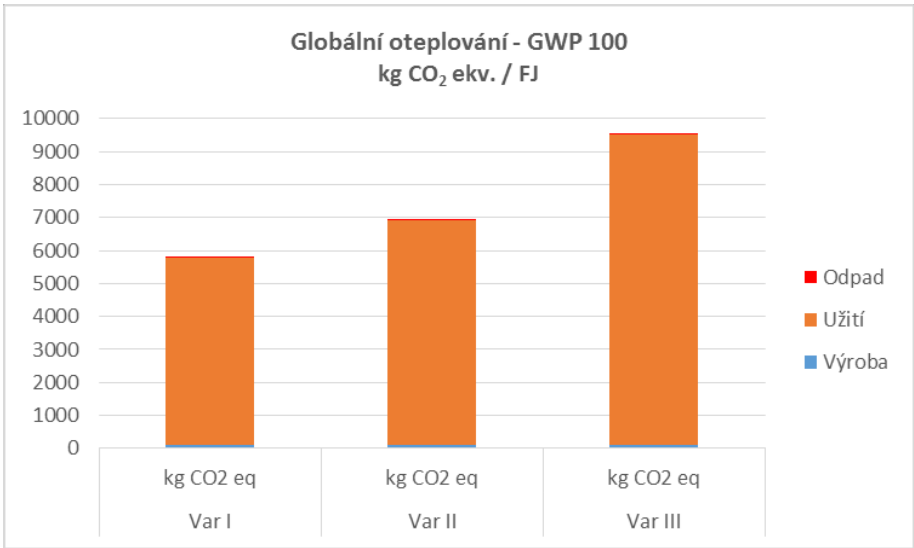


GRAF B2 KATEGORIE DOPADU SPOTŘEBA FOSILNÍCH ZDROJŮ ČISTIČKY VZDUCHU VAR. III

V souladu s předchozím grafem je i spotřeba fosilních zdrojů, které souvisí s výrobou elektrické energie použité na osvětlení místnosti.

B3.2 POROVNÁNÍ KATEGORIÍ DOPADU JEDNOTLIVÝCH VARIANT ČISTIČKY VZDUCHU

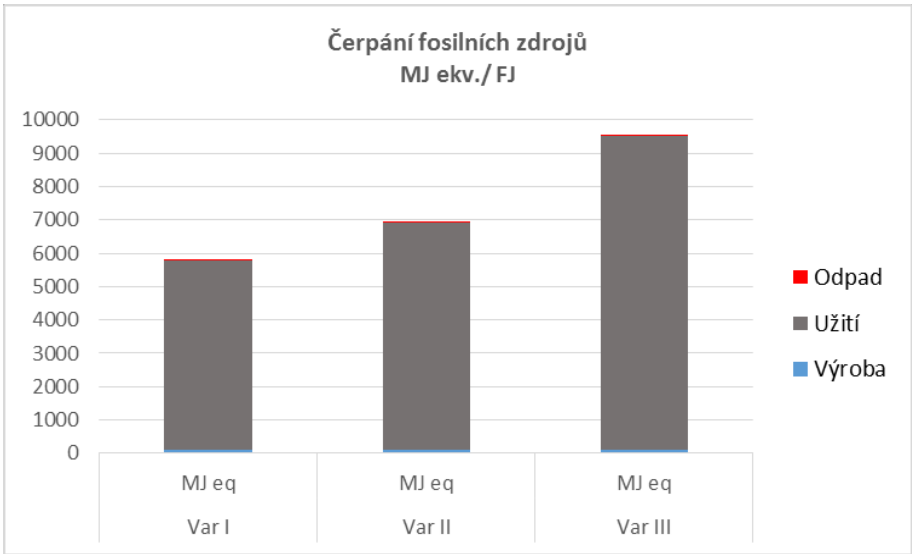
Pokud porovnáme kategorie dopadu jednotlivých variant intenzity využívání čističky vzduchu, dostaneme výsledky vyjádřené v grafu B3 – B8.



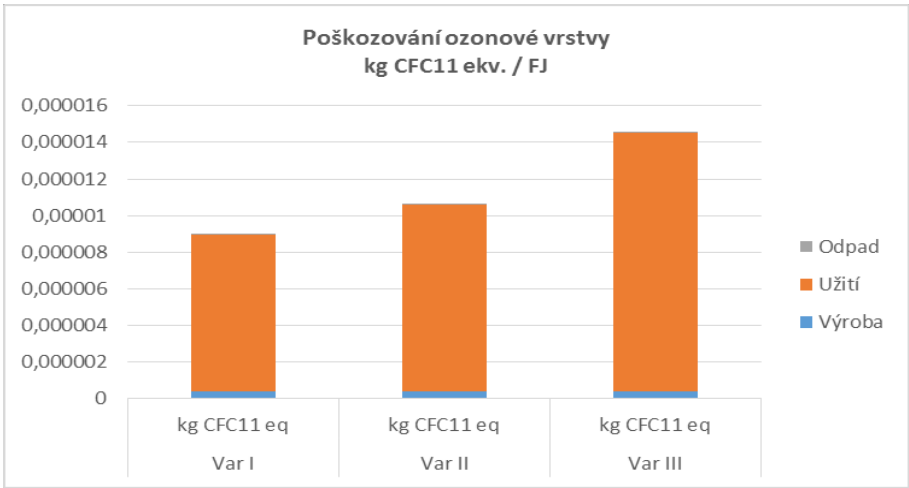
GRAF B3 KATEGORIE DOPADU GLOBÁLNÍ OTEPLOVÁNÍ – GWP 100 ČISTIČKY VZDUCHU VAR. I, II A III

Graf B3 prezentuje nejen výrazný rozdíl v potenciálu globálního oteplování mezi jednotlivými variantami, ale i uvnitř jednotlivých variant, kde se na příspěvku ke globálnímu oteplování podílí uživatelské fáze více jak 98 %. Fáze výroby a konec životního cyklu se na celkových dopadech čističky vzduchu podílí minimálně. Jejich rozsah nepřekročí 2 % celkových dopadů na životní prostředí.

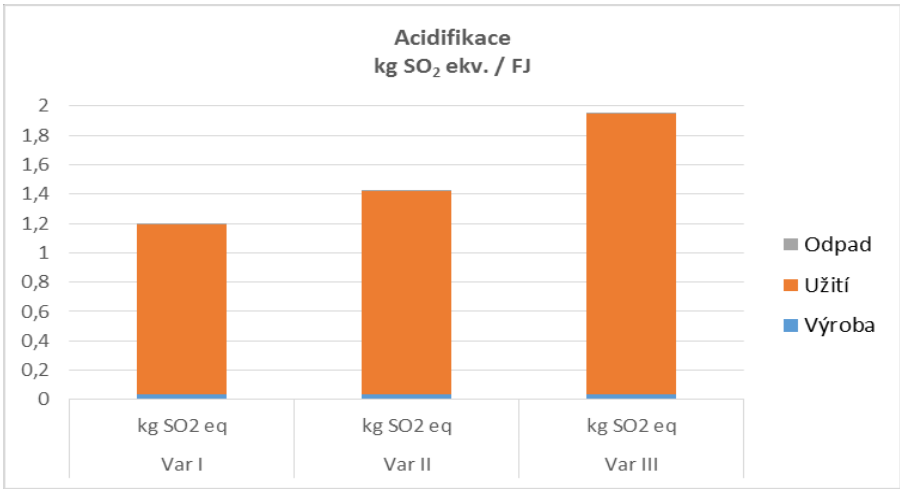
Obdobné výsledky jako kategorie dopadu globální oteplování ukazují i další posuzované kategorie dopadu, čerpání fosilních paliv, poškozování ozonové vrstvy, acidifikace, fotochemická tvorba ozonu a eutrofizace.



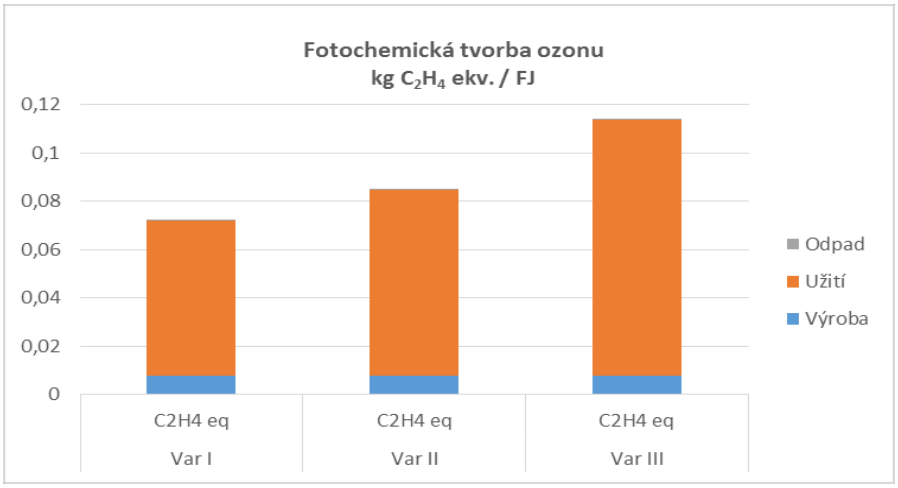
GRAF B4 KATEGORIE DOPADU ČERPÁNÍ FOSILNÍCH ZDROJŮ ČISTIČKY VZDUCHU VAR. I, II A III



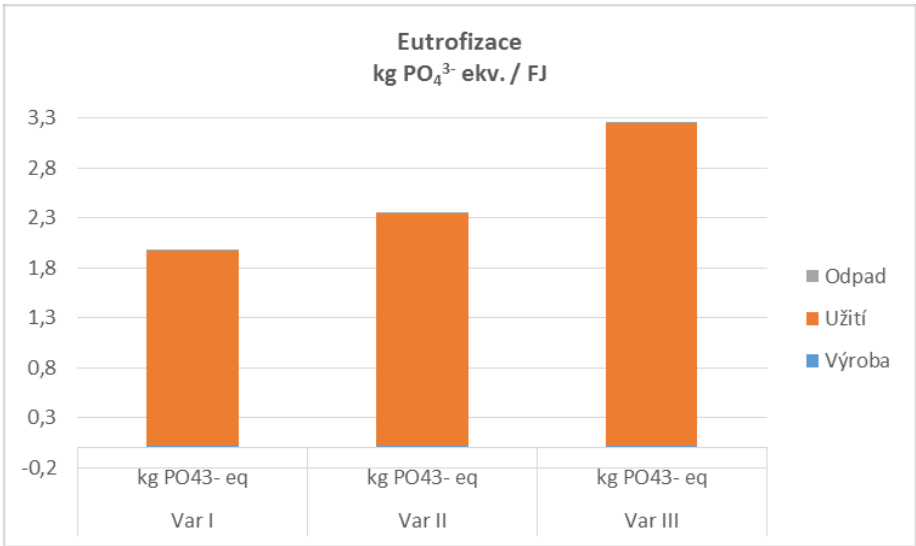
GRAF B5 KATEGORIE DOPADU POŠKOZOVÁNÍ OZONOVÉ VRSTVY ZDROJŮ ČISTIČKY VZDUCHU VAR. I, II A III



GRAF B6 KATEGORIE DOPADU ACIDIFIKACE ČISTIČKY VZDUCHU VAR. I, II A III



GRAF B7 KATEGORIE DOPADU FOTOCHEMICKÁ TVORBA OZONU ČISTIČKY VZDUCHU VAR. I, II A III



GRAF B8 KATEGORIE DOPADU EUTROFIZACE ČISTIČKY VZDUCHU VAR. I, II A III

Na výsledcích výpočtu indikátorů kategorií jednotlivých variant využívání čističky vzduchu se ve všech posuzovaných kategoriích podílí především uživatelská fáze, která souvisí s uvažovaným provozním režimem čističky a s ním spojenou spotřebou elektrické energie. Nejvyšší spotřebu elektrické energie a tedy i nejvyšší dopad v uživatelské fázi má varianta III, která představuje intenzivní využívání čističky vzduchu s 24 hodinovým provozem a kombinací provozních režimů „havy duty“ (8 hodin), „light duty“ (8 hodin) a „noční režim“ (8 hodin). Další dvě varianty využívání čističky vzduchu mají provoz omezený pouze na 16 hodin. Z toho varianta II pracuje 8 hodin v režimu „heavy duty“ a 8 hodin v provozu „noční režim“. Varianta I pracuje 8 hodin v režimu „light duty“ a 8 hodin v provozu „noční režim“.

Fáze výroby a odpad mají na celkových environmentálních dopadech čističky vzduchu minimální podíl.

B4 INTERPRETACE

Z výsledku LCA čističky vzduchu vyplývá, že nejvyšší dopad na životní prostředí má ve všech posuzovaných variantách uživatelská fáze, kde se na příspěvku ke globálnímu oteplování podílí především čerpání elektrické energie v době provozu čističky.
Délka provozu i vyšší intenzita využívání čističky vzduchu zvyšuje environmentální dopady celkového životního cyklu čističky.

C POROVNÁNÍ FOTOKATALYTICKÉHO NÁTĚRU FN2 A ČISTIČKY VZDUCHU

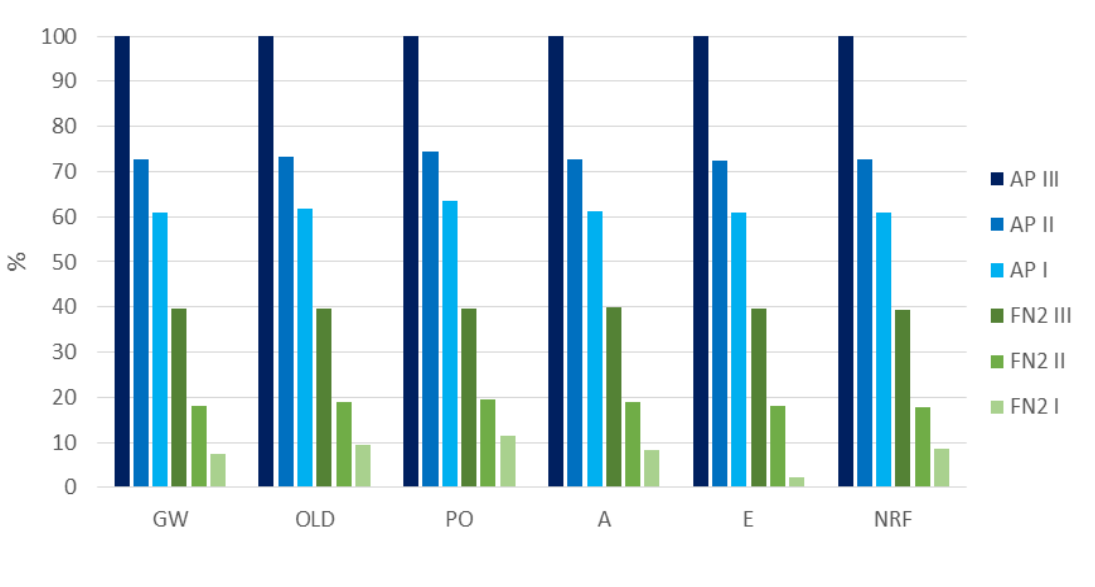
Následujíc kapitola se zabývá porovnáním environmentálních dopadů životního cyklu čističky vzduchu a fotokatalytického nátěru FN2.

Základním předpokladem pro porovnání životních cyklů obou produktových systémů je jejich shodná funkce. Oba systémy slouží k odstranění nežádoucích mikroorganismů a vzdušných polutantů z vnitřního prostředí nemocnic, školních zařízení a dalších uzavřených prostor s větší koncentrací lidí, ale i pro domácnosti. Ze vzduchu jsou odstraněny:

- viry a bakterie
- vzdušné polutanty, např. NOx, SO_2, CO, VOC act.
- plísně
- nepříjemné pachy

Čistička vzduchu navíc odstraňuje pevné prachové částice, fotokatalytický nátěr oproti tomu odstraňuje nečistoty na stěnách a lze jej použít pro zajištění stejné funkce i ve vnějším prostředí.

Přesné porovnání výkonu obou produktových systémů je obtížné vzhledem k tomu, že neexistují standardizované postupy, které by umožnily posoudit úroveň jejich výkonu na srovnatelné bázi.



GRAF C1 POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ KATEGORIÍ DOPADU ČISTIČKY VZDUCHU A FOTOKATALYTICKÉHO NÁTĚRU FN2
AP – Air Purifier var. I, II a III, FN2 – Photocatalytic Coating FN2 var. I, II a III
GWP – Global warming (GWP100), ODP – Ozone layer depletion, POCP – Photochemical oxidation AP – Acidification, EP – Eutrophication, FF n.r. – Non renewable, fossil

Graf C1 ukazuje výrazný rozdíl v environmentálních dopadech čističky vzduchu a fotokatalytického nátěru FN2. I poměrně intenzivně nasvícený fotokatalytický nátěr varianta III, má přibližně o 20 % nižší dopady v posuzovaných kategoriích, než varianta I čističky vzduchu s nejnižší intenzitou a délkou provozu.

Intenzivně používaná čistička vzduchu – varianta III a fotokatalytický nátěr, který využívá přirozené světlo – varianta I, se liší velmi výrazně. Ve většině kategorií dopadu přibližně o 90 %.

Poměrně značný rozdíl je však i mezi nejšetrnější variantou čističky vzduchu – varianta I a nejintenzivněji nasvíceným fotokatalytickým nátěrem FN2 – varianta III.

Z LCA obou produktů zároveň vyplývá, že oba mají, v porovnání s ostatními fázemi jejich životního cyklu, relativně vysoké environmentální dopady v uživatelské fázi. V případě fotokatalytického nátěru jsou tyto dopady spojené s dosvěcováním místnosti pro zvýšení fotokatalytických účinků nano TiO_2 a v případě čističky vzduch s intenzitou využívání čističky, použitým provozním režimem a údržbou čističky (výměnou filtrů a zářivky). V obou případech se jedná o fázi, do které výrazně zasahuje uživatel. Podíl člověka na výkonu jednotlivých systémů se však různí. Zatímco fotokatalytický nátěr vyžaduje pouze výměnu zářivky po skončení doby její životnosti, čistička vzduchu vyžaduje nejen výměnu zářivky, ale i 6 filtrů. Lidský faktor může tedy výrazně ovlivnit jak výkon, tak dopady uživatelské fáze.

Další rozdíl je v hlučnosti provozu. Fotokatalytický nátěr má nulovou hlučnost v uživatelské fázi, zatím co hlučnost čističky vzduchu činí v době provozu 55 - 75 dB.

III ZÁVĚRY, OMEZENÍ A DOPORUČENÍ

3.1 ZÁVĚRY

Na základě této studie lze konstatovat, že používání fotokatalytického nátěru FN2 je výrazně šetrnější k životnímu prostředí, než používání čističky vzduchu.

Využívání denního světla k nasvícení fotokatalytického nátěru FN2 může výrazně snížit environmentální dopady uživatelské fáze.

Způsob užívání obou produktů, především však čističky vzduchu, může značně ovlivnit výkon systému a s ním i environmentální dopady uživatelské fáze.

3.2 OMEZENÍ

Pro výpočet výsledků životního cyklu čističky vzduchu nebyly použity údaje týkající se vlastní výroby/ tvarování jednotlivých dílů a montáže čističky vzduchu.

Dopady fotokatalytického nátěru na lidské zdraví a ekosystémy nebyly posuzovány. Zpracovatelé studie vycházeli z předpokladu, že nano TiO_2 nemá v tomto ohledu toxické ani jinak škodlivé účinky.

3.3 DOPORUČENÍ

Zpracovat studii LCA, která by řešila omezení uvedené v kap 3.2.

Doporučení pro oblast výzkumu: Posoudit účinky nano TiO_2 na lidské zdraví a ekosystémy.

IV INFORMAČNÍ ZDROJE

[1] ISO 14040:2006 Environmental management - Life cycle assessment – Principles and Framework

[2] ISO 14044:2006 Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines

[3] Project information from University of Nottingham partners within 7. RP SHYMAN

[4] Procházka, J., Advanced Materials, personal communication, [2014]

[5] SimaPro. Ecoinvent inventory database. Simapro software. Pré Consultants, 2013

[6] Zilka, M; Freiberg, F, Ticha, M, Stieberova B. Project meeting presentation, Valladolid, Spain, 2014

[7] Guinée, J.B.; Gorrée, M.; Heijungs, R.; Huppes, G.; Kleijn, R.; Koning, A. de; Oers, L. van; Wegener Sleeswijk, A.; Suh, S.; Udo de Haes, H.A.; Bruijn, H. de; Duin, R. van; Huijbregts, M.A.J. Handbook on life cycle assessment. Operational guide to the ISO standards. I: LCA in perspective. IIa: Guide. IIb: Operational annex. III: Scientific background. Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-0228-9, Dordrecht, 2002, 692 pp.

[8] CML-IA - LCA methodology, Center of Environmental Sciences (CLM)), Leiden University, The Netderlands, http//cml.leiden.edu/software/data-cmlia.html

[9] Air Purifier, technical specification, http://www.catalyticpureair.com/wp-content/uploads/2012/02/cpa_user_manual.pdf

[10] Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews, 2012, in press, DOI: 10.1016/j.jphotochemrev.2012.1007.1001)