

Fakulta strojního inženýrství  
Ústav konstruování / Odbor průmyslového designu  
Faculty of Mechanical Engineering  
Institute of Machine and Industrial Design / Department of industrial design

## **Objemová metodika určování CO<sub>2</sub> stopy v průmyslovém designu**

Volumetric Methodology for Determining  
CO<sub>2</sub> Footprint in Industrial Design

Projekt disertační práce  
Project of dissertation thesis

Autor práce     **Ing. Richard Sovják**  
Author



**OBSAH**

<b>1 NÁZEV V ČEŠTINĚ A ANGLIČTINĚ</b>	<b>4</b>
1.1 Název v češtině	4
1.2 Název v angličtině	4
<b>2 KLÍČOVÁ SLOVA ČESKY A ANGLICKY</b>	<b>5</b>
2.1 Klíčová slova česky	5
2.2 Klíčová slova anglicky	5
<b>3 ÚVOD</b>	<b>6</b>
<b>4 SHRUTÍ SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ ODBORNÉ PROBLEMATIKY V DANÉ VĚDNÍ OBLASTI</b>	<b>7</b>
<b>5 ANALÝZA, INTERPRETACE A ZHODNOCENÍ POZNATKŮ ZÍSKANÝCH NA ZÁKLADĚ KRITICKÉ REŠERŠE</b>	<b>24</b>
5.1 Interpretace a zhodnocení poznatků	24
5.2 Analýza poznatků	24
5.2.1 Bílá místa	25
<b>6 PODSTATA A CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE</b>	<b>26</b>
6.1 Podstata disertační práce	26
6.2 Cíl disertační práce	26
6.2.1 Dílčí cíle disertační práce	26
<b>7 VĚDECKÁ OTÁZKA A PRACOVNÍ HYPOTÝZA</b>	<b>27</b>
7.1 Pracovní hypotézy	27
<b>8 ZPŮSOB ŘEŠENÍ A POUŽITÉ VĚDECKÉ METODY ZKOUMÁNÍ</b>	<b>28</b>
8.1 Řešení a problémy	28
8.2 Použité metody zkoumání	28
<b>9 ČASOVÝ ROZVRH a ETAPY ŘEŠENÍ</b>	<b>29</b>
9.1 Etapy řešení	29
9.2 Časový rozvrh	29
<b>10 ODŮVODNĚNÍ NUTNOSTI A POTŘEBNOSTI ŘEŠENÍ DANÉ PROBLEMATIKY V DANÉM ČASE</b>	<b>31</b>
<b>11 POPIS NAVRHOVANÝCH KONCEPČNÍCH A METODICKÝCH POSTUPŮ NEZBYTNÝCH PRO ŘEŠENÍ DISERTAČNÍ PRÁCE A PRO DOSAŽENÍ PŘEDPOKLÁDANÉHO VÝSLEDKU A JEJICH ROZBOR</b>	<b>32</b>
11.1 Metodický postup	32
11.1.1 Slovní postup řešení	32
11.2 Prostředky	33
<b>12 SPOLUPRÁCE S JINÝMI INSTITUCEMI</b>	<b>34</b>
<b>13 PŘEDPOKLÁDANÉ NÁKLADY SPOJENÉ S ŘEŠENÍM A JEJICH ZDROJE</b>	<b>35</b>
<b>14 CHARAKTERISTIKA PŘEDPOKLÁDANÉHO VÝSLEDKU ŘEŠENÍ DISERTAČNÍ PRÁCE V KATEGORIÍCH DEFINOVANÝCH PRO ZÁKLADNÍ VÝZKUM V SOULADU S PLATNOU METODIKOU HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ VÝZKUMU A VÝVOJE</b>	<b>36</b>
<b>15 BIBLIOGRAFIE</b>	<b>37</b>
15.1 Seznam použitých zdrojů	37
15.2 Seznam použitých obrázků a grafů	38
15.3 Seznam použitých tabulek	38
<b>16 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ</b>	<b>39</b>

## **1 NÁZEV V ČEŠTINĚ A ANGLIČTINĚ**

### **1.1 Název v češtině**

Objemová metodika určování CO<sub>2</sub> stopy v průmyslovém designu

### **1.2 Název v angličtině**

Volumetric Methodology for Determining CO<sub>2</sub> Footprint in Industrial Design

## **2 KLÍČOVÁ SLOVA ČESKY A ANGLICKY**

**2**

---

### **2.1 Klíčová slova česky**

2.1

---

ecodesign, uhlíková stopa, CO<sub>2</sub>, průmyslový design, objemová metodika

### **2.2 Klíčová slova anglicky**

2.2

---

Ecodesign, Carbon Footprint, CO<sub>2</sub>, Industrial Design, Volumetric Methodology

### 3 ÚVOD

Projekt disertační práce je zaměřen na stanovení zatížení CO<sub>2</sub> stopy na životní prostředí během rané fáze návrhu průmyslových výrobků. Při samotném designérském návrhu není vytvořena silná vazba a odpovědnost designéra za volbu použitých materiálů a následný negativní dopad na životní prostředí [1, 10]. Průmyslový designér již svým výběrem materiálů, tvarováním produktu určuje povahu a intenzitu znečištění životního prostředí výrobou a používáním navrhovaného výrobku [8].

Ecodesign vznikl v počátcích 80. let minulého století z důvodu minimalizace znečištění životního prostředí. Pravidla ecodesignu byla položena již v roce 1992 a skládají se ze sedmi zásad, které setrvávají až doposud (prosazování bezpečných produktů a služeb, ochrana biosféry, udržitelné užívání přírodních zdrojů, snižování odpadů a zvyšování recyklace, moudré užívání energie, snižování rizika, předávání informací) [13]. Požadavky na ecodesign se vyvinuly až ke komplexním metodikám LCA, které slouží pro posuzování z hlediska nových výrobků, ale také ke změnám současných výrobků (strategie zaměřené na složení výrobku, na stavbu (strukturu) výrobku a na obslužné systémy) [13]. Legislativní opory ve snižování zátěže životního prostředí jsou zahrnuty v metodikách ecodesignu, které jsou zakotveny v Kjótském protokolu a směrnicích EU 2009/125/ES, 2006/121/ES (REACH), normách ČSN EN ISO 14006 a ČSN EN ISO 14040 [2].

Významnou metodikou určování znečištění nejenom CO<sub>2</sub> je využití LCA (Life Cycle Assessment) a OPM (Oil Point Method) [5, 11]. Nástroj LCA poskytuje množství údajů o samotném zrození, provozování a recyklaci jednotlivých použitých materiálů, ale také jejich závislých technologických procesů [4]. Dnešní doba vyžaduje smysluplné nakládání se surovinami, ale také jejich opětovné zařazení do surovinových zdrojů pro jejich další využití.

Pokud by byla tato metodika úspěšná umožnila by určit CO<sub>2</sub> zatížení již při samotném návrhu z volby materiálů a objemových proporcí výrobku. Lze také předpokládat že znečištění životního prostředí přesněji množství vypouštěného CO<sub>2</sub> vzniklé v rámci životního cyklu výrobku je závislé na objemových a povahových vlastnostech výrobku z důvodu principu zachování funkčnosti a proporcionality vnitřního uspořádání výrobku. Nová metodika by poskytovala účinný nástroj ecodesignu bez znalosti složitých mechanismů za pomoci nákladných LCA programů.

## 4 SHRnutí SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ ODBORNÉ PROBLEMATIKY V DANÉ VĚDNÍ OBLASTI

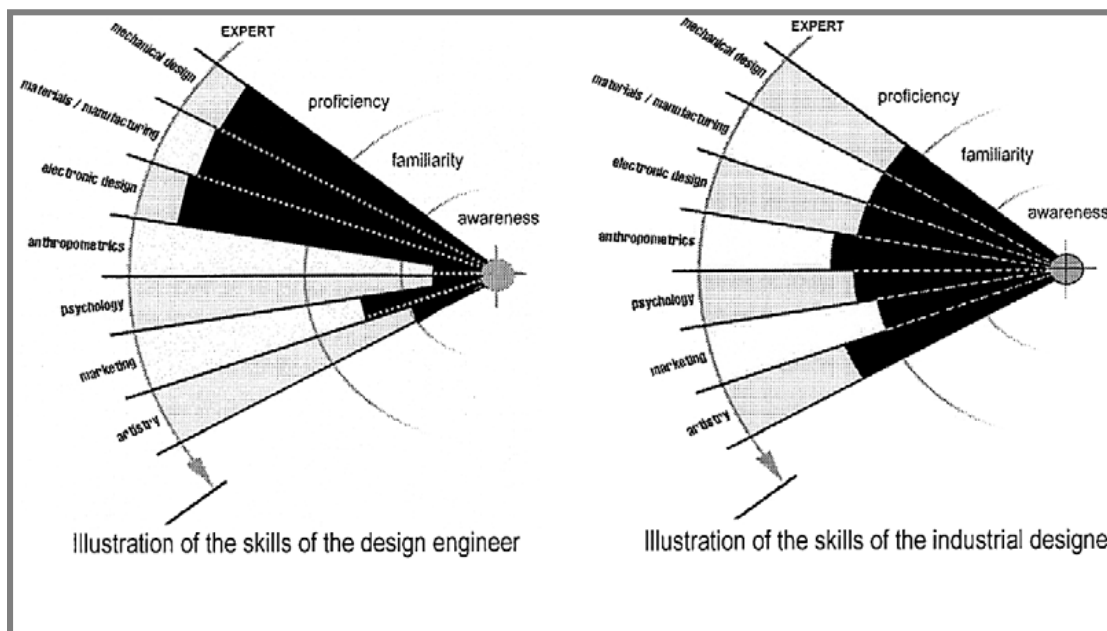
4

- [1] **LOFTHOUSE, Vicky.** Investigation into the role of core industrial designers in ecodesign projects. *Design Studies*. 2004, 25(2): 215-227. DOI: 10.1016/j.destud.2003.10.007. ISSN 0142694x. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0142694X03000516>

Práce se zabývá vztahem průmyslového designéra k ostatním profesím v rámci jeho vývoje zejména na udržitelný rozvoj surovinových zdrojů. Autor článku upozorňuje na absenci znalostí průmyslového designéra v rámci použití materiálů a jeho roli v raném stádiu návrhu výrobků. Designér navrhuje výrobky s citem pro ergonomii, estetiku, psychologii, marketing, konstrukci v rámci individuální či skupinových sezení s klienty. Zkušenost plyne z tříleté spolupráce Crandfiel University se společností Electrolux AB.

### Výsledky

Výsledky ukazují jakou roli mají průmyslový designéři a konstrukční inženýři v procesu návrhu produktu. Průmyslový design je popisován jako uživatelský zaměřený oproti konstrukčním inženýrům jenž mají technologické směřování. Dle teorie ecodesignu má mít průmyslový designér stejné znalosti jako konstrukční inženýr. Na obrázku (Obr. 4-1) zobrazuje dovednosti a rozdíly mezi těmito profesemi.



Obr. 4-1 Dovednosti průmyslového designéra a konstrukčního inženýra [1]

Požadavky průmyslových designérů zaměřených na ecodesign:

- trendy v designu
- vhodná aplikace materiálů
- detaily na nové typy spojování prvků
- popis jak výrobek funguje a jeho požadavky
- detaily vlastností materiálů a jejich distribuce
- montážní popisy
- převoz a skladování výrobků
- kde a jak byl výrobek vyroben
- kde bude výrobek prodáván

### Závěr

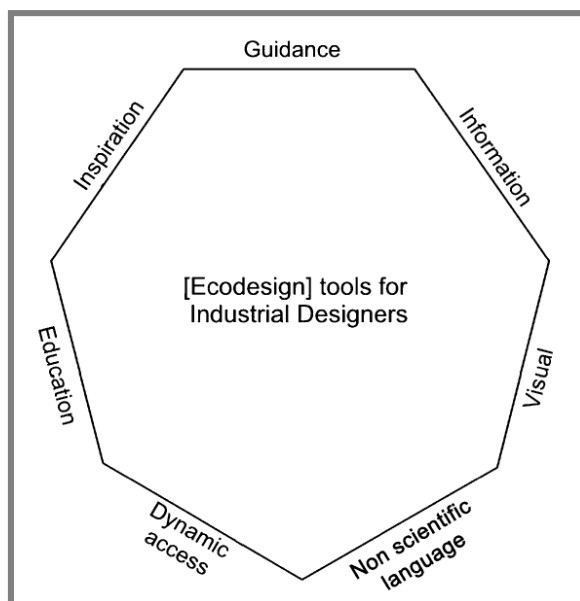
Průmyslový designér nemá být jen odborníkem v oblastech umění, ergonomie, estetiky, marketingu, ale zejména vhodně využívat vlastností materiálů. Má zohledňovat volbu materiálů produktu a dbát dopadu na životní prostředí, protože volba materiálu je integrální částí funkčního designu. Mnoho navržených ecodesign nástrojů je zaměřeno v rámci vývoje výrobku pro konstrukční inženýry, které je náročné na znalosti výrobních, surovinových procesů. Z toho důvodu je používání složité pro průmyslovými designéry.

- 
- [3] **LOFTHOUSE, Vicky.** Ecodesign tools for designers: defining the requirements. *Journal of Cleaner Production*. 2006, 14(15-16): 1386-1395. DOI: 10.1016/j.jclepro.2005.11.013. ISSN 09596526. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652605002465>

Článek navazuje na předchozí práci a analyzuje důležitá kritéria pro zjednodušený návod v rámci požadavků průmyslových designérů na nástroje ecodesignu. Odráží také požadavky designérů za vizuální či grafické informace pro snížení časových nároků aplikací nástrojů ecodesignu. Zpracování požadavků se odrazilo v on-line aplikaci "Information/Inspiration", která je výsledkem tohoto výzkumu.

### Výsledky

Práce ukazuje výsledky dlouhodobého výzkumu a sběru dat do kterého přispěli noví designéři, profesionálové v oblastech designu a ecodesignu. Do komplexního nástroje ecodesignu musí být začleněny všechny prvky uvedené na holistickém rámci (viz Obr. 4-2). Toto řešení obsahuje metodiky LiDS wheel, EcoWeb a požadavky WEEE, RoHS, EuP a nařízení Packaging and Packaging Waste. Shrnutí všech prvků bylo zpracováno do webového rozhraní "Information/Inspiration" dostupné na adrese <http://ecodesign.lboro.ac.uk/>, které má poskytnout dostatečné informace pro aplikaci ecodesignu designéry.



Obr. 4-2 Holistický rámec nástroje ecodesignu pro průmyslový design [3]

## Závěr

Ve studii se podařilo obsáhnout důležitých požadavků ecodesignu, jenž dávají designérovy komplexní představu o návrhu udržitelných výrobků. Webové rozhraní, které je výsledkem výzkumu poskytuje základní informace bez dalších informací. Důležité je zpracování požadavků ecodesignu na designéry (viz Obr. 4-2), které se ve výzkumu dále podrobněji upřesňují.

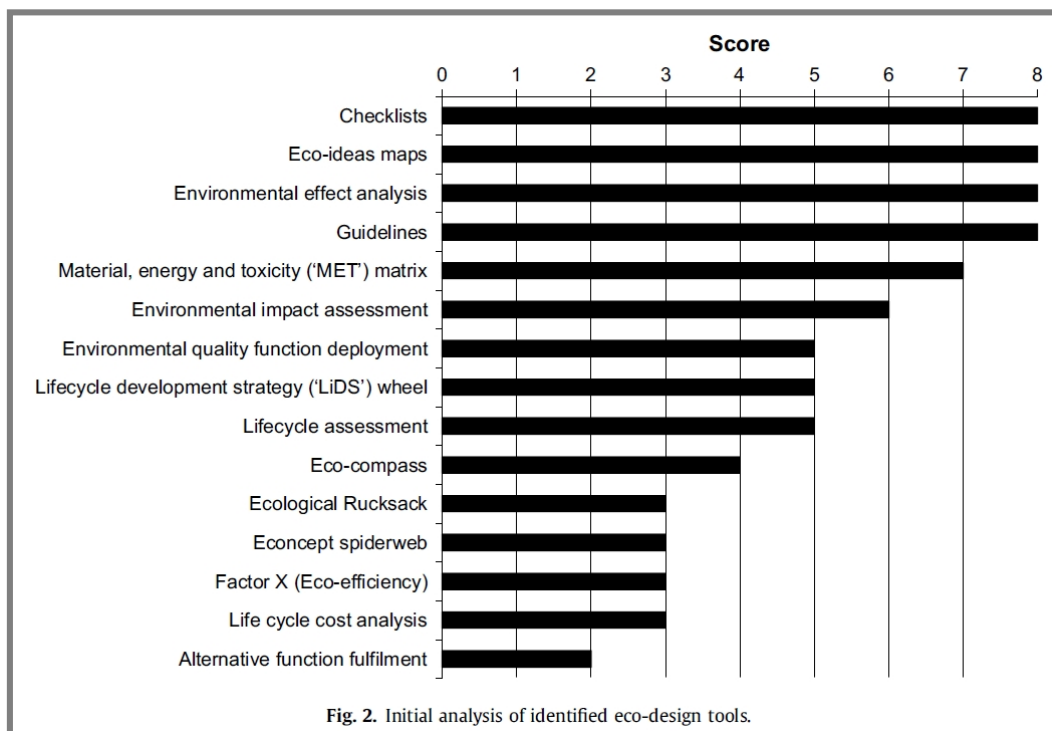
- 
- [4] **KNIGHT, Paul a James O. JENKINS.** Adopting and applying eco-design techniques: a practitioners perspective. *Journal of Cleaner Production*. 2009, 17(5): 549-558. DOI: 10.1016/j.jclepro.2008.10.002. ISSN 09596526. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652608002515>

Práce se zaměřuje na možnost zavádění nových technik ecodesignu do procesu návrhu výrobku. Porovnává přístup tří technik ecodesignu, které je možné dle studie využít. Ukazuje také, že široká aplikace není možná z důvodu rozdílných povah jednotlivých metod avšak vhodnou aplikací je možné dosáhnout ekologičnosti a ekonomičnosti výroby.

## Výsledky

Práce analyzuje a porovnává metodu checklistů "seznamy", které jsou široce využívány, snadné na pochopení a v první fázi slouží k seznámení s touto problematikou. Řešení za pomoci technických nařízení ISO 14062, které mohou být ihned používány zejména umožňují řešit možná nebezpečí, které vznikají na dodavatelském řetězci. MET matrix je využívána ke shrnutí dopadu na životní prostředí v každé fázi životního cyklu výrobku. Dle výzkumu je vhodná na změny, které jsou prováděny během návrhu produktu. Může být využita s 3D CAD systémy. Dle tohoto výzkumu (viz Obr. 4-3) je metodika LCA "Life Cycle Assessment" na

5 bodové škále avšak poukazuje na komplexnost této metodiky s horším uživatelským řešením.



Obr. 4-3 Analýza využití nástrojů ecodesignu [4]

## Závěr

Studie nám poskytuje porovnání a schopnosti vybraných nástrojů ecodesignu pro snížení dopadu těžby, výroby produktu, využití a konce života výrobků. Zavádění těchto pravidel je dáno ochotou implementovat nástroje ecodesignu, popřípadě využívání "10 Pravidel ecodesignu", které postrádají přesnosti avšak fungují na zdravém rozumu. Výhodné řešení v každé fázi životního cyklu výrobku je metoda MET matrix, která obsahuje více jak 1 000 položek materiálů, znečištění a funguje s 3D CAD systémy.

- [5] **BEY, Nouredine Yahya**, Environmental assessment - Gotten across to industrial designers, *DESIGN 2002: Proceedings of the 7th International Design Conference*. 2002, Vols 1 and 2: 1293-1298. Dostupné také z: [https://www.designsociety.org/publication/29732/environmental\\_assessment-gotten\\_across\\_to\\_industrial\\_designers](https://www.designsociety.org/publication/29732/environmental_assessment-gotten_across_to_industrial_designers)

Účelem této práce je nalezení řešení problému a souvislostí v rámci práce průmyslového designéra. Nalezení základních indikátorů v rané fázi návrhu výrobků. Vzhledem k výhodnosti aplikace OPM (Oil Point Method) je metodika kvantifikována podle: objemu, hmotnosti či spotřebou v kW/hod. Práce ukazuje schopnost informativního a jednoduchého využití OPM v průmyslovém designu.

## Výsledky

OPM vyháází z metodiky LCA, která využívá spalování fosilních paliv (ropa, uhlí, ...) a dává ucelenou představu o dopadu na životní prostředí (viz Obr. 4-4).

$$1 \text{ Oil Point (OP)} = \text{Energetický obsah } 1 \text{ kg ropy} = 45 \text{ MJ}$$

Problematika neexistujících ukazatelů OPM, lze doplnit z LCA metodiky, literaturu obsahující patřičné zdroje či interpolací stávajících hodnot (např. Aluminium 50% recyklát vznikne interpolací hodnot). Popis více jak 120 hodnot indikátorů lze nalézt na [www.designisite.dk](http://www.designisite.dk).

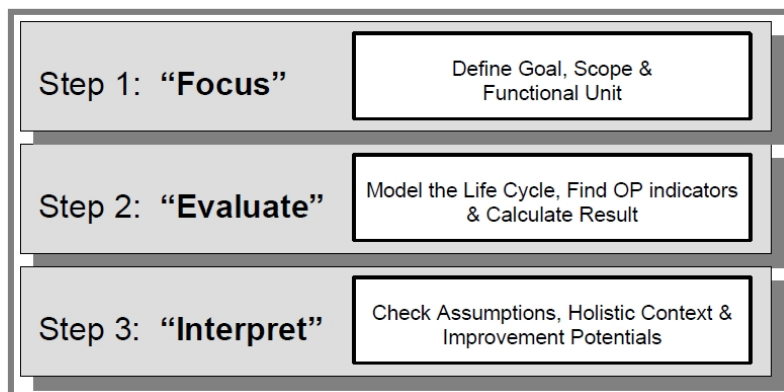
Material or process	Value	Unit
Carbon steels	1	OP/kg
Aluminium (100% primary)	4.4	OP/kg
Aluminium (100% recycled)	0.2	OP/kg
HDPE plastic (material and processing)	1.8	OP/kg
Wood, all kinds	0.5	OP/kg
Electricity (European average)	0.25	OP/kWh

Obr. 4-4 Indikátor spotřeby OPM dle typu materiálů/procesu [5]

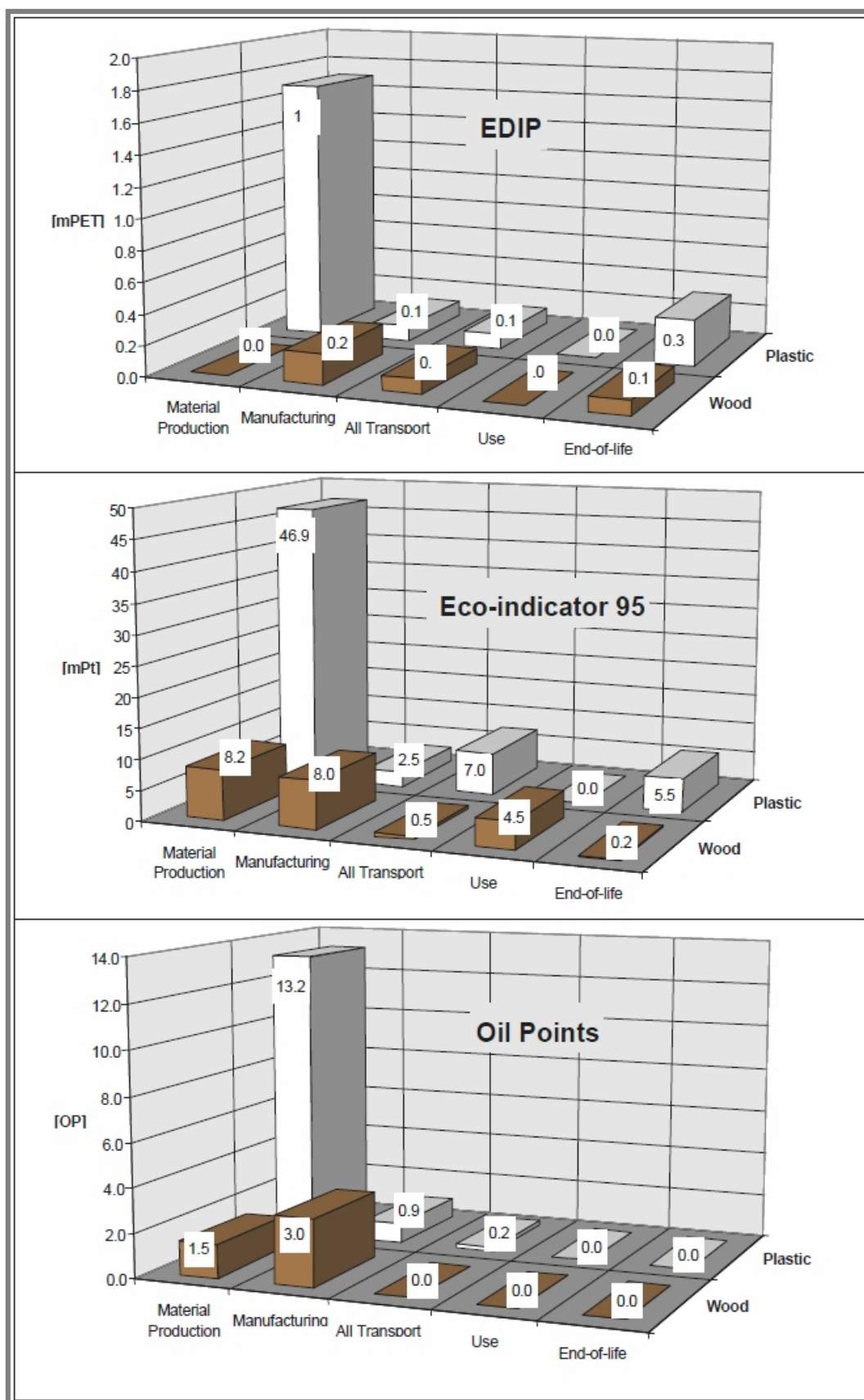
Studie je zaměřena na porovnání dopadů na životní prostředí výroby plastového okna s ocelovým ztužením dle metody: LCA, Eco-Indicator 95 a OPM (viz Obr. 4-6).

Sestavení bylo provedeno dle přístupu "tři na tři" (viz Obr. 4-5) kroky a to:

- zaměření na objekt co má být hodnoceno
- kde chceme dosáhnout zlepšení
- zhodnocení výsledků v širším kontextu



Obr. 4-5 Tři na tři kroky Oil Point zhodnocení [5]



Obr. 4-6 Grafické porovnání jednotlivých metod pro výrobu plastového okna [5]

## Závěr

Výsledky studie nám ukazují pozitivní schopnosti OPM. Při dodržení postupu (viz Obr. 4-5) bylo dosaženo dobrých výsledků, které mohou nahrazovat složitou LCA metodiku. Výhodou je také jednoduchý model výpočtu, možnost aktualizace a doplňování vstupních dat OPM. Tato studie usnadňuje stanovení zátěže na životní prostředí pro průmyslové designéry.

---

- [6] **PACELLI, Francesco, Francesca OSTUZZI a Marinella LEVI.** Reducing and reusing industrial scraps: a proposed method for industrial designers. *Journal of Cleaner Production*. 2015, (vol. 86): 78-87. DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.08.088. ISSN 09596526. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652614009111>

Výzkum se zabývá znovu využití průmyslového odpadu s ekonomickým potenciálem a významem k životnímu prostředí za pomoci produktového designu. Porovnává navrženou metodiku a jednotlivé fáze pro nové možnosti řešení. Navrhuje určený postup, který vede k posouzení využívání odpadu při výrobě.

## Výsledky

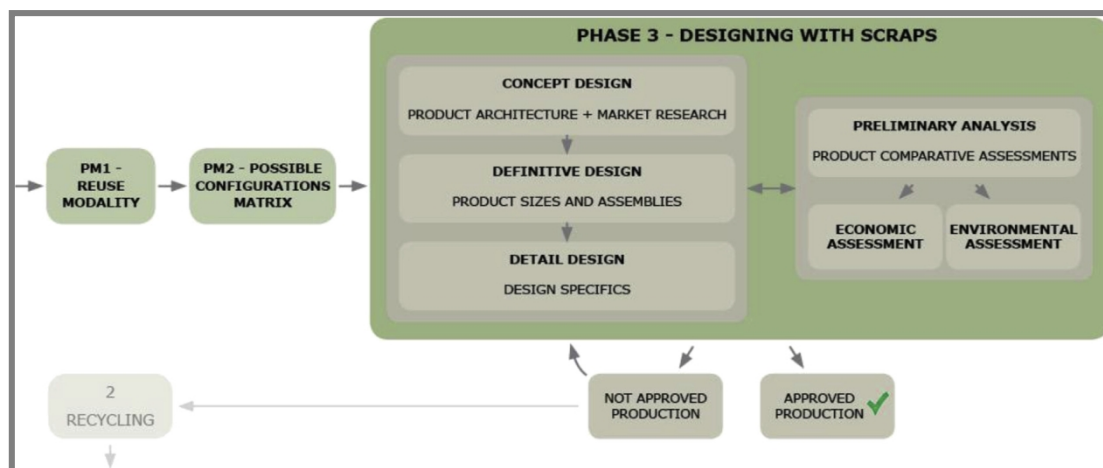
Stanovená metodika je porovnávána na dvou studiích: výroba ocelových prvků a vakuové tvarování polymerů.

Řešení znovupoužití odpadu v produktovém design podle navržených fází:

- 1 - optimalizace odpadu (tvar a hodnota)
- 2 - nevyhnutelný odpad (co lze použít a co ne)
- 3 - navrhování s odpadem (návrh a posouzení vrácení do výroby)

Metodika zpětného využití odpadních prvků v kovovýrobě pro kovový závěs (obsahuje: čepice, zástrčky, šrouby a distanční prvek) ukazuje na pozitivní využití fáze dvě uváděné metodiky. Je možné přistoupit do závěrečné fáze (viz Obr. 4-8). Zpětné využití odpadu na vyrobení závěsu vytvoří méně znečištění než výroba tradičním způsobem (0,4 Kg·CO<sub>2</sub>eq oproti 0,7 Kg·CO<sub>2</sub>eq).

Postup realizovaný při vakuovém tvarování trubek při, kterém vzniká jak ze soustružení odpad ABS tak i trubky s vadou. Dle posouzení fáze 1. je známa forma odpadu (třísky a zmetky). Po rozboru druhé fáze je zjištěna nemožnost jiného využití zmetků a třísky. Z pohledu navržené metodiky není možno přistoupit znovuzavedení odpadu do výrobního procesu.



Obr. 4-8 Design produktu z odpadu [6]

## Závěr

Výsledky výzkumu se opírají o metodiku LCA, která je použitelná ve všech životních fázích výrobku. Podle metodického postupu po jednotlivých fázích je možné odpad (zbytky a polotovary) recyklovat, nebo úspěšně zavést zpět do výroby. Tato metodika je univerzální a použitelná v rámci snižování zátěže na životní prostředí.

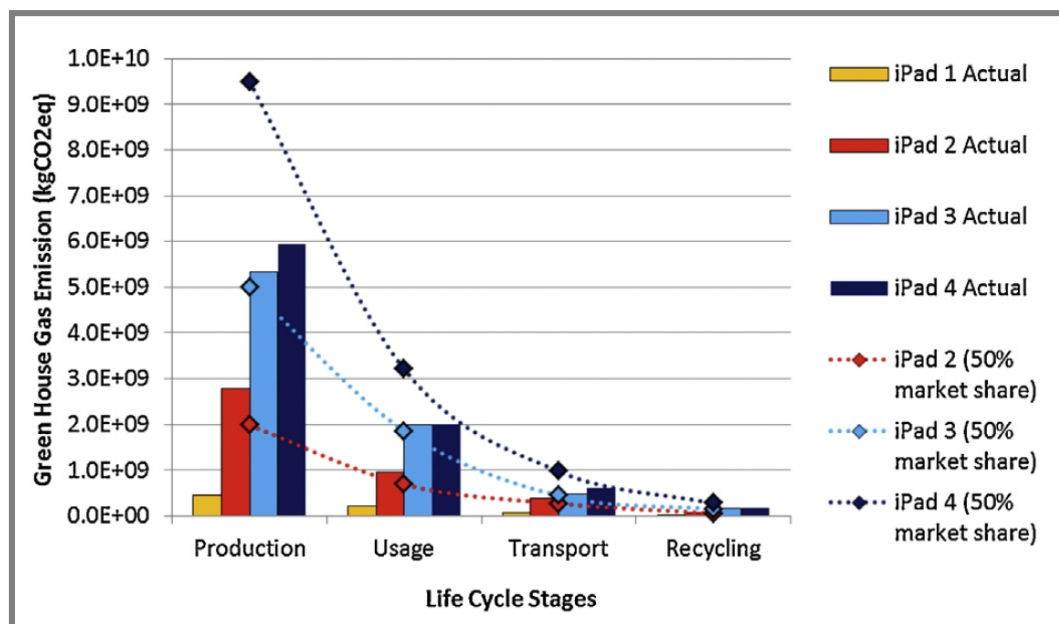
- [7] **KIM, Seung-Jin a Sami KARA.** Predicting the total environmental impact of product technologies. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*. 2014, 63(1): 25-28. DOI: 10.1016/j.cirp.2014.03.007. ISSN 00078506. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0007850614000109>

Článek je zaměřena na určení nové metodologie dopadů výrobků na životní prostředí, zejména předpovědi distribuce množství výrobku na trh. Funkčnost metodiky byla ověřena pro LCD obrazovky a zejména pro zařízení iPad 1 až iPad 4. Stanovení vlivu na ekosystém je využito matice dopadu na životní prostředí a pro simulaci distribuce SLF.

## Výsledky

Je zjištěno, že až 80 % dopadu znečištění na životní prostředí je dáno při samotném návrhu a produkci výrobku. Distribuce a znečištění jednoho výrobku jsou předvídatelné. Při nahrazení starého výrobku novým dochází k 50% zvýšení emisí za předpokladu zlepšení původního výrobku (viz Obr. 4-9).

Matice dopadu na životní prostředí je dána fázemi životního cyklu výrobku (funkce musí být nezávislé). Hlavní diagonála matice určuje zatížení  $\text{kg}\cdot\text{CO}_2\text{eq}$ .



Obr. 4-9 Dopad na životní prostředí pro produkty iPad [7]

Sestavení matice dopadu na životní prostředí (jednotky jsou v emisích CO<sub>2</sub>):

- $x_1$  ... produkce (těžba, transport, výroba a balení výrobku)
- $x_2$  ... využití (spotřeba el. energie tříletého intenzivního používání)
- $x_3$  ... transport (veškerá přeprava do distribučního místa včetně balení)
- $x_4$  ... recyklace (svoz do sběrného místa, drcení a třídění materiálu)

$$\text{Environmental impact}_{\text{product or FR}} = \begin{bmatrix} x_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & x_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & x_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & x_4 \end{bmatrix} \{ \text{Production Usage Transport Recycling} \}$$

Pro předpověď celkového zatížení životního prostředí byl zahrnut do výpočtu veškerý objem vyrobených výrobků. Výpočet byl stanoven dle metodiky SLF, která simuluje růst produktu v čase  $t$  na trhu s počátečním podílem. Parametr podílu na trhu  $p$ ,  $L$  je přirozený limit, a  $b$  jsou konstanty měřítka a tvaru.

$$\text{Volume} = p(t) = \frac{L}{1 + ae^{-bt}}$$

Celkový dopad na životní prostředí závislý na objemu vyrobených a distribuovaných výrobků.

$$\text{Total Environmental Impact(TE)} = PE \times p(t)$$

## Závěr

Výsledky výzkumu otevírají nové možnosti stanovení celkového dopadu výrobků na životní prostředí za pomoci SLF (Standardní logistické funkce) při předpovědi budoucího chování. Metodika úspěšně simuluje zvětšenou poptávku s vyšší funkční hodnotou výrobků. Výhodou použití axiomatické design teorie je, že vliv výrobků na životní prostředí může být charakterizována samotnou funkcí/povahou produktu.

---

[8] ALLIONE, Cristina, Claudia DE GIORGI, Beatrice LERMA a Luca PETRUCCELLI. From ecodesign products guidelines to materials guidelines for a sustainable product. Qualitative and quantitative multicriteria environmental profile of a material. *Energy*. 2012, 39(1): 90-99. DOI: 10.1016/j.energy.2011.08.055. ISSN 03605442. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360544211005950>

Autoři se zabývali rozšířením MATto knihovny, která obsahuje více jak 500 materiálových položek. Průmysloví designéři využívají tzv. materiálové checklisty (bílé - bezproblémové materiály, šedé - problémové užití, černé - zakázané materiály). Knihovna však vychází přímo z metody LCA, která se zabývala splnění materiálových předpokladů v celém životním cyklu výrobku, nebo v jeho částech. Výsledkem je obohacená knihovna MATto o sensorické vlastnosti materiálů, ale také metodické pokyny pro stanovení vhodné trvanlivosti výrobků/materiálů.

## Výsledky

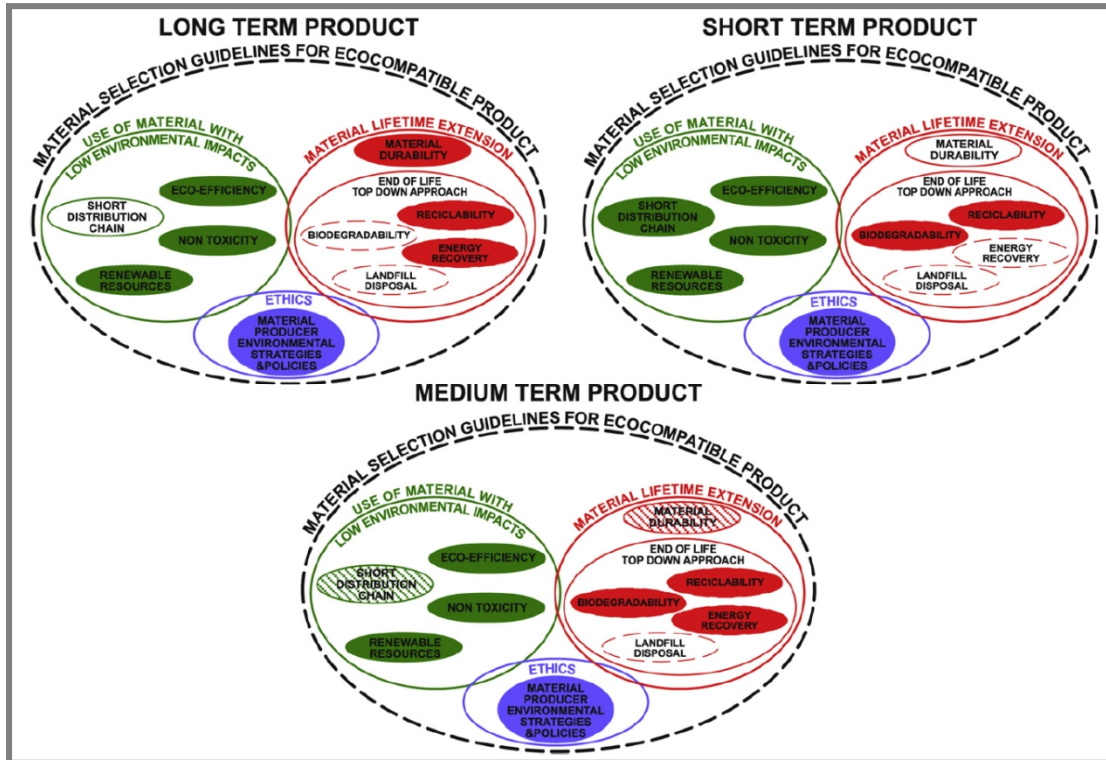
Výsledkem je rozšířená knihovna MATto o sensorické vlastnosti materiálů (viz Obr. 4-11). Práce se také zabývá metodickým přístupem k identifikaci nejdůležitějších ekologických vlastností materiálu (viz Obr. 4-10). Metodika zohledňuje TQM znám jako ISO 9000/2000, EMS, ISO 14000, ISO 14020 (Ecolabeling Typ I-III) značení výrobků dle energetické náročnosti.

Stanovení povahy materiálu dle ekologických požadavků:

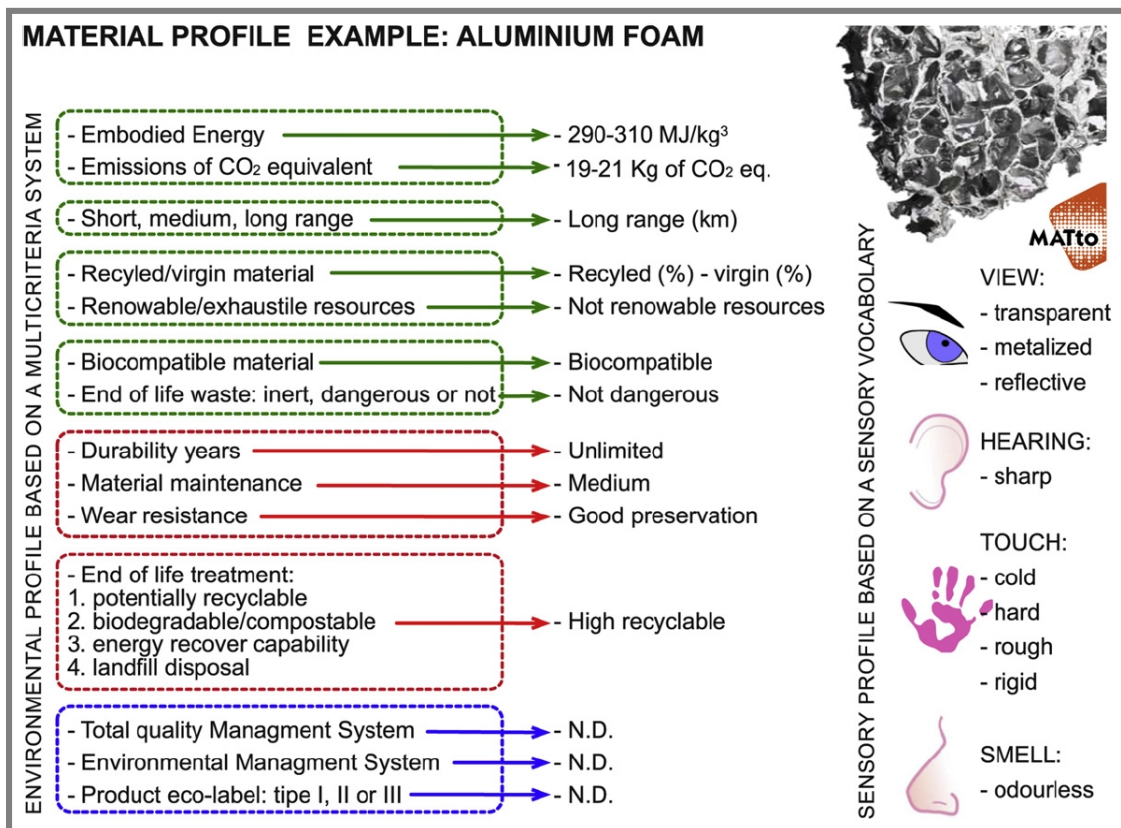
- volba materiálů s nízkým dopadem na životní prostředí
- prodloužení životnosti materiálů
- etika a dodržování nařízení

Metodika poskytuje návod pro určení životnosti materiálů dle účelu využití:

- krátká doba životnosti výrobku
- střední doba životnosti výrobku
- dlouhá doba životnosti výrobku



Obr. 4-10 Určování materiálů dle povahy výrobku [8]



Obr. 4-11 Ukázka vylepšené metodiky MATto o senzorické vjemy [8]

## Závěr

Práce nabízí inovovaný pohled na ecodesign, za pomoci stávající metodiky METto, která je rozšířena o senzorické vjemy (drsnot povrchu, průhlednost, zápach, ...). Tyto vjemy nejsou zahrnuty do metodiky navrhování za pomoci LCA a ani je neobsahují. Designéři jenž stojí od počátku vývoje výrobku mají šanci změnit negativní dopad a zlepšit životní cyklus výrobku nejen za pomoci METto, ale metodiky volby trvanlivosti výrobku.

---

- [9] **PLATCHECK, E.R., L. SCHAEFFER, W. KINDLEIN a L.H.A. CÁNDIDO.** Methodology of ecodesign for the development of more sustainable electro-electronic equipments. *Journal of Cleaner Production*. 2008, 16(1): 75-86. DOI: 10.1016/j.jclepro.2006.10.006. ISSN 09596526. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652606003763>

Článek popisuje metodologii pro optimalizaci a vývoj elektronických zařízení. Zaměřuje se na vývoj výrobku a hodnotí postup podle čtyř fázové metodiky, která zahrnuje životní cykly výrobku. Přístup za pomoci metodiky dokázal snížit dopady na životní prostředí.

## Výsledky

Výsledkem práce je stanovení postupu pro úspěšné řešení výroby elektro zařízení. Metodika byl prověřena na studii produktu kompresoru pro akvária (viz Obr. 4-12).

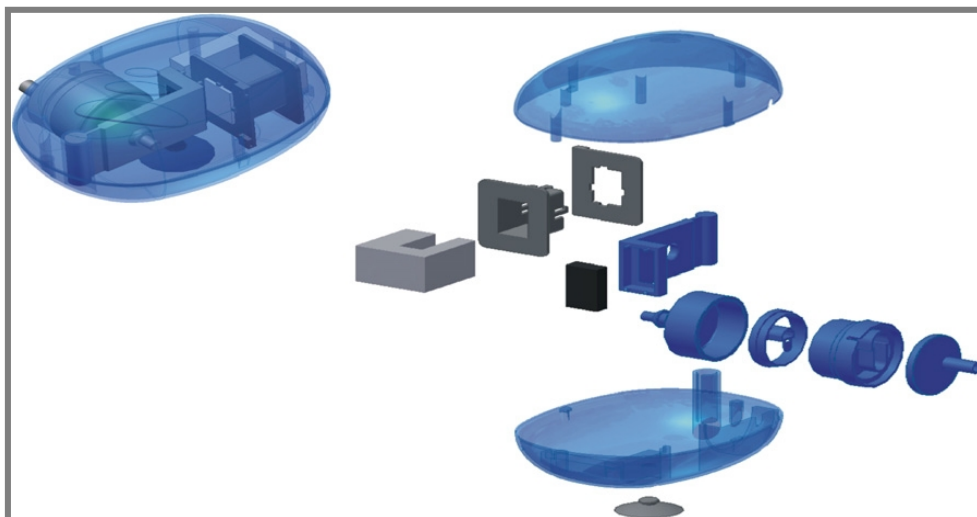
Sestavení metodologie do základních fází:

- popisná - definuje problém a hledá řešení za pomoci DfA (Design for Assembly), DfM (Design for Maintenance) pro zvýšení trvanlivosti a DfD (Design for Disassembly) pro montáž
- vývojová - analyzuje ergonomii, strukturu, funkce, morfologii, marketing, technické řešení, produktivitu, transport, balení a historický vývoj
- projekční - po vyřešení designu a technického řešení analýza dopadu na ekosystém
- komunikační - sestavení zprávy a vizuální podpory



Obr. 4-12 Vnitřní řešení kompresorů pro akvária [9]

Navržená metodika nachází optimalizaci v množství montážních komponentů, použité škále odlišných materiálů, omezení výrobních systémů a demontážních operací. Výsledkem je absence šroubových spojů, rektifikace vnitřních komponentů za pomoci tvarových výstupků a omezení množství a materiálové povahy komponentů (Obr. 4-12).



Obr. 4-12 Optimalizované vnitřní kompresoru k akváriu [9]

### Závěr

Výsledky výzkumu ukazuje potenciál navrženého optimalizačního nástroje, který prokazatelně snížil zátěž na ekosystém. Nevýhodou článku je faktické neověření metodikou LCA, která by dokázala přesně určit potenciál stanovené metodiky.

- 
- [10] **UEDA, Edilson Shindi; SHIMITSY, T.; SATO, Kiminobu.** The role of industrial designers in Japanese companies involved in eco-redesign process. In: *Proceedings of 6th Asian Design International Conference*. 2003.

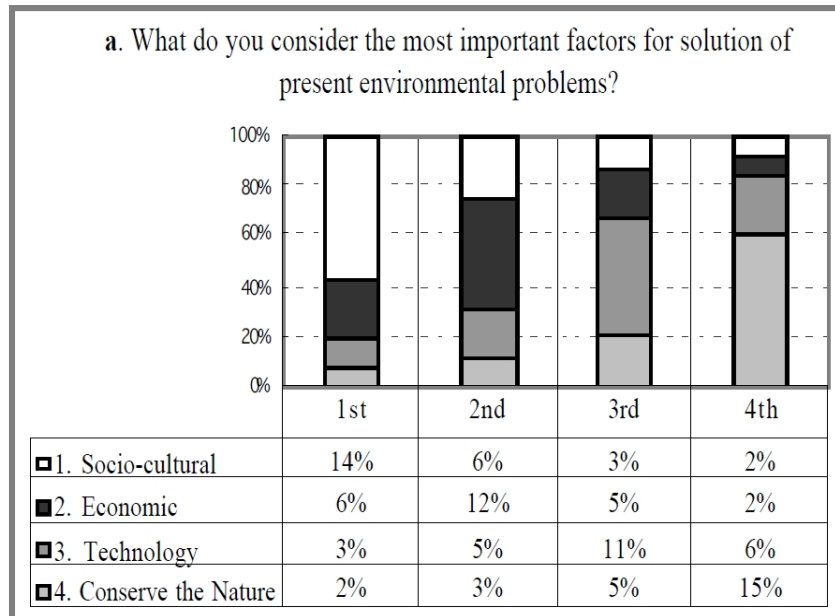
Účelem studie bylo zjištění znalostí (LCA) a zájmu průmyslových designérů v rámci procesu návrhu výrobků. Studie byla zpracována pro dizertační práci s názvem: "The Role of Industrial Designers Toward Environmental Concern for Sustainable Product Development and Ecodesign Strategy". Byly stanoveny čtyři výzkumné otázky, které poskytly odpověď na znalosti nástrojů ecodesignu a problémy ji zavádět do praxe.

### Výsledky

Definice ecodesignu byla prováděna za pomoci odborníků z EU. Otázky byly obslány do devatenácti velkých firem v Japonsku kde pracuje 197 designérů a dalším 70 nezávislým designérům.

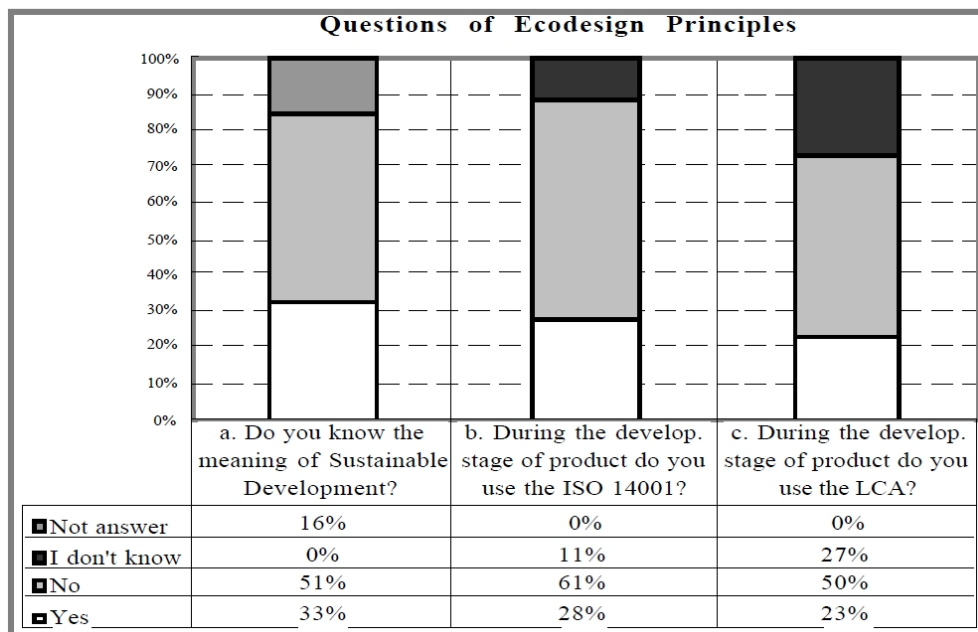
Výzkumné otázky:

- postoje designéra k otázkám životního prostředí
- jaké jsou principy ecodesignu, je možné je charakterizovat
- jak má být postup charakterizován z pohledu designérů
- integrujete ecodesign do výrobků, setkali jste se s bariérou při návrhu



Obr. 4-13 Body zájmů podle průmyslových designérů [10]

Výsledky ukazují neznalost základních nástrojů ecodesignu: v 72 % ISO 14001 (nařízení recyklace el. zařízení) a významnou metodiku LCA v 77 % (viz Obr. 4-14). 23 designérů ze 197 pracuje v oblasti ecodesignu.



Obr. 4-14 Průmyslový designéři a znalosti principů ecodesignu [10]

## Závěr

Výzkum představuje preference a postoje designérů k ecodesignu. Je dáána přednost sociálně-kulturním principům před technologický aspektem (viz Obr. 4-13). Designéři pracující ve velkých firmách (Sony, Nec, ...) mají povědomí o ecodesignu avšak jejich znalosti jsou minimální. Stejně problémy se týkají i konstruktérů. Podle výzkumu největší překážkou pro snížení ekologické zátěže na zavádění ecodesignu do výroby jsou ekonomické nároky z 36 % a technické problémy z 22 %.

---

- [11] VALLET, Flore, Benoît EYNARD, Dominique MILLET, Stéphanie Glatard MAHUT, Benjamin TYL a Gwenola BERTOLUCI. Using eco-design tools: An overview of experts' practices. *Design Studies*. 2013, 34(3): 345-377. DOI: 10.1016/j.destud.2012.10.001. ISSN 0142694x. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0142694X12000634>

Rozsáhlá práce hledá odpovědi na hypotézy vztahující se na proces používání nástroje ecodesignu a stanovení zátěže na životní prostředí. Článek je zaměřen na srovnání nástrojů ecodesignu: Ecofaire, Ecodesign Pilot, Information/Inspiration [3] a SimaPro 7.0 (metodika LCA). Pro srovnávání byly položeny hypotézy a porovnány strategie ecodesignu.

## Výsledky

Nosné hypotézy výzkumu:

- H1 - má ecodesign obdobnou strukturu jako tradiční design
- H2 - nejdůležitější jsou aktivity ecodesignu, nalezení řešení a definování strategie

Podle výzkumu programy využívají z 25 % konzultační společnosti a ze 75 % výzkumníci. Osobní zkušenosti s programy jsou od jednoho roku do patnácti let.

Schopnosti nástrojů ecodesignu byly ověřovány na programech (viz Tab. 4-1):

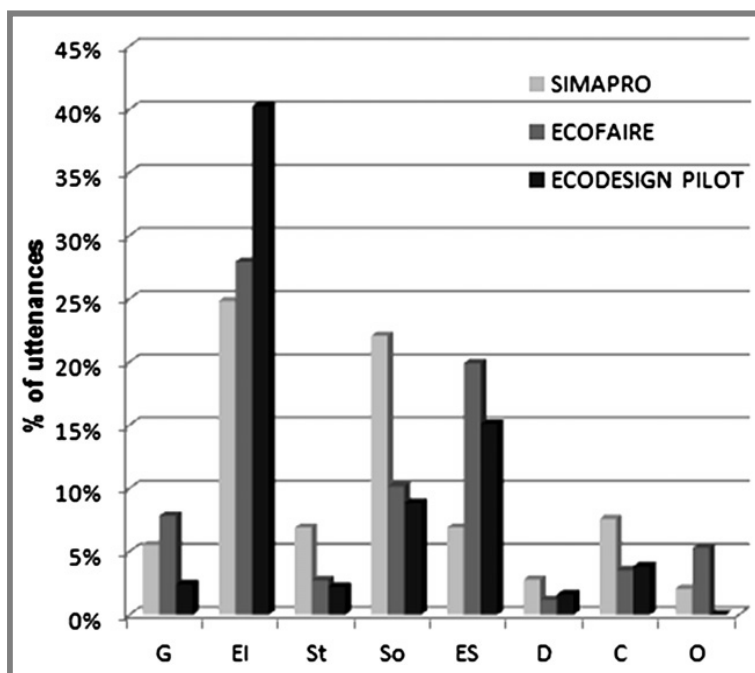
- Ecofaire
- Ecodesign Pilot
- Information/Inspiration
- SimaPro 7.0 (metodika LCA)

Struktura ecodesignu je obdobná s přístupem designéra, jelikož má stejné odborné jádro a tím je hypotéza H1 potvrzena. Výsledek výzkumu hypotézy H2 poskytuje řešení problémů ecodesignu v počáteční či v její konečné fázi nástroj SimaPro a nabízí až o 20 % více nalezených řešení. Ecofair poskytuje obdobné výsledky zejména prvotní posouzení. Nástroj Ecodesign Pilot se nejvhodnější pro řešení zjištění a definování strategie.

Tab. 4-1 Charakteristické vlastnosti nástrojů ecodesignu [11]

Name of tool/author/ date published	Category	Language	Addressed to	Objectives
ECOFAIRE/SEM Pays de Loire/2008	Guideline	French	Engineering designers, Industrial designers, Research department, Marketing... Teachers, Students.	Introduction to eco-design Diagnosis/first environmental assessment Solution finding/evaluating solutions Communication
INFORMATION INSPIRATION/ Loughborough University/2005	Guideline	English	Industrial designers	Introduction to eco-design Environmental strategies Examples of eco-products
ECODESIGN PILOT/TU Wien/2001	Guideline	10 languages	Designers, Industrial designers, Manufacturers, Environment managers.	Introduction to eco-design Environmental strategies Tracks for environmental improvement
SimaPro 7.0/Pré Consultants	Analytic	English	Environmental experts	Environmental assessment

Využitím nástroje Ecodesign Pilot subjekt strávil 40 % svého času posouzením výrobku a to je více jak o 30 % za pomoci Ecofair a 37,5 % u nástroje SimaPro. Nejvýznamnější úspory času na hledání řešení docílil nástroj SimaPro, který uspoří až dvojnásobné množství času (viz Obr. 4-15).



Obr. 4-15 Graf distribuce času [11]

Poznámka: G - Cíl, EI - Počáteční posouzení, St - Strategie, So - Řešení, ES - Posouzení řešení, D - Rozhodnutí, C - Kontrola, O - Jiné

### Závěr

Práce podrobný způsobem popisuje výhody nástrojů ecodesignu a určuje jejich vhodnost pro určité fáze posuzování životního cyklu výrobku. Dle zjištění se

odborníci na ecodesign nezabývají samotným designem. Z výzkumu vyplynulo, že některé provedené úpravy v rámci optimalizace ecodesignu mohou mít jen malé změny na ekosystém. Výsledky se opírají o zodpovězení hypotézy H1 a H2 a uvádí jako vhodný nástroj posuzování životního cyklu SimaPro, který je založen na metodice LCA.

## 5 ANALÝZA, INTERPRETACE A ZHODNOCENÍ POZNATKŮ ZÍSKANÝCH NA ZÁKLADĚ KRITICKÉ REŠERŠE

### 5.1 Interpretace a zhodnocení poznatků

Stanovování ekologické zátěže je velmi problematické avšak nejvhodnější metodikou určování z hlediska variability, přesnosti a rozšířenému využití je metodika LCA dle počtu publikovaných článků [4, 5, 8, 9, 10, 11]. Tato metoda je také základem ostatních nástrojů ecodesignu které se o ní opírají. Metoda LCA je používána pro celý životní cyklus výrobku od těžby, výroby produktu, využití a konce života výrobků [4, 11].

Zlepšení posuzování nástrojem ecodesignu pro průmyslové designéry nabízí řešení "Information/Inspiration", které je podporováno metodikou LiDS wheel, EcoWeb a požadavky WEEE, RoHS, EuP a nařízení Packaging and Packaging Waste [3]. Rozšířením standardních nástrojů ecodesignu LCA o sensorické vjemy materiálů je nástroj MATto, který zohledňuje TQM znám jako ISO 9000/2000, EMS, ISO 14000, ISO 14020 (Ecolabeling Typ I-III) značení výrobků dle energetické náročnosti [4].

Recykláty které jsou produkovány z odpadních materiálů jenž jsou zpětně zavedeny do řetězce výroby mění výslednou zátěž na životní prostředí. Při využití recyklátů klesají emise nebezpečných látek až o 50 % oproti novým produktům [6].

Významným prvkem ve znečištění je množství distribuce nového výrobku na trh kde dochází k 50% zvýšení emisí za předpokladu zlepšení původního výrobku, Je zjištěno, že až 80 % dopadu znečištění na životní prostředí je dáno při samotném návrhu a produkci výrobku. Distribuce a znečištění jednoho výrobku jsou předvídatelné [7].

### 5.2 Analýza poznatků

Shrnutím článků můžeme analyzovat zásadní problémy dané problematiky současného stavu poznání:

- designéři nemají povědomí o ecodesignu [1, 10, 11]
- práce s nástroji ecodesignu by měla být vizuálně zpracována [3]
- průmysloví designéři neznají nástroje ecodesignu [10]
- zavádění nástrojů ecodesignu je nákladné a časově náročné na zaškolení [10]
- nástroje ecodesignu zpravidla vychází z metodiky LCA [11]
- 80 % znečištění je dáno samotným návrhem výrobku [7]
- mezi recyklovaným a novým výrobkem je o 50 % méně emisí [7]

Shrnutím jednotlivých metod uvedených v člancích viz (Tab. 5-1) zhodnocuje vhodnost použití při řešení tématu disertační práce. Jednotlivé metody ecodesignu vykazují vhodnost použití při řešení problému dopadu výrobku na životní prostředí. Z tabulky je možné určit, že nejvhodnějším nástrojem pro průmyslové designéry je metodika "Information/Inspiration", kterou následuje LiDS wheel. Tyto metodiky

nevykazují hodnoty pro porovnání. Nejpřesnějším výstupem je plnohodnotný nástroj LCA kterým je SimaPro s vysokým požadavkem na náročnost používání.

Tab. 5-1 Tabulka analýz jednotlivých metod ecodesignu [1, 3, 4, 5, 8, 11]

Popis/Metodika		Použitelnost (design)	Přesnost metodiky	Implementace (design)	Náročnost používání
s LCA	OPM	I	III	II	II
	SimaPro	I	III	I	III
	MET	II	II	II	I
	EDIP	II	II	II	II
	Eco-Indicator95	II	I	II	II
bez LCA	LiDS Wheel	III	I	III	I
	METto	II	II	II	I
	EcoWeb	II	I	II	II
	Information / Inspiration	III	I	III	I

Poznámka: I (nejmenší), III (největší)

### 5.2.1 Bílá místa

Poznatky získané z rešerše podtrhují významnost cíle disertační práce a to určení CO<sub>2</sub> stopy z objemových vlastností výrobků. Práce je nová a otvírá neprobádanou oblast stanovení znečištění životního prostředí nekonvenčním přístupem. Reprezentované články se zaměřují na stanovení znečištění, energetických nároků dle souborových listů "checklistů" [4], přímé analýzy LCA nebo metodik založených na LCA analýze zapracované do jiných nástrojů ecodesignu [11].

## 6 PODSTATA A CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE

### 6.1 Podstata disertační práce

Podstatou disertační práce je stanovení metodiky pro určení zatížení životního prostředí ve fázi návrhu výrobků v průmyslového designu. Průmyslové výrobky jsou známy svým konstrukčním řešením, povahou, materiálovým zpracováním a velikostí.

### 6.2 Cíl disertační práce

Cílem disertační práce je vytvořit analýzu stanovení CO<sub>2</sub> stopy ve stádiu návrhu za využití statistického zpracování dat z nástroje ecodesignu z předem definovaných typů produktů za pomoci jejich objemu. Důraz bude kladen na udržení odchylky navržené metodiky od komplexního nástroje ecodesignu běžné odchylky  $\pm 15 \%$ , při změněných podmínkách stejné kategorie produktu.

#### 6.2.1 Dílčí cíle disertační práce

Splnění cíle disertační práce předpokládá vypracování dílčích cílů:

- stanovení nejvhodnějšího nástroje pro určování CO<sub>2</sub> stopy dle rozboru článku [3, 4, 5, 8, 10, 11] (Information/Inspiration, LCA, OPM, Ecodesig Pilot, Ecofair, MATto, MAT matrix)
- vytvoření základních kategorií pro třídění průmyslových výrobků
- určení skupiny výrobků, které budou kategorizovány a prověřeny vybraným nástrojem ecodesignu dle článku [3, 4, 5, 8, 10, 11]
- vytvoření seznamů vnitřního uspořádání skupin výrobků pro analýzu ecodesignu
- provést sérii modelových situací za pomoci vybraného nástroje ecodesignu dle článku [3, 4, 5, 8, 10, 11]
- zavést při vyhodnocení matici dopadu na životní prostředí [7] (fragmentace jednotlivých fází životního cyklu výrobku)
- provést simulaci dopadu množství distribuce výrobků na životní prostředí za pomoci článku [7]
- objemová simulace pro jednotlivé skupiny výrobků
- zpracování dat a navržení jednotkové množství CO<sub>2</sub> dle vlastního objemu pro jednotlivé skupiny výrobků

## 7 VĚDECKÁ OTÁZKA A PRACOVNÍ HYPOTÉZA

---

**7**

Jaký vliv má na znečištění životního prostředí velikost a druh výrobku a lze určit znečištění pouze na základě objemu a povaze výrobku?

### 7.1 Pracovní hypotézy

---

**7.1**

- Lze předpokládat že znečištění životního prostředí přesněji množství vypouštěného CO<sub>2</sub> vzniklé v rámci životního cyklu výrobku je závislé na objemových a povahových vlastnostech výrobku. Z principu zachování funkčnosti a proporcionality vnitřního uspořádání výrobku je možné stanovit jednotkové množství CO<sub>2</sub> dle vlastního objemu výrobku v její rané fázi.
- Usuzuji, že řešení stanoveného cíle za pomocí SimaPo LCA nástroje [11] poskytuje přesnější a věrohodnější data, než nástroje (checklisty, Information/Inspiration, OPM, Ecodesig Pilot, Ecofair, MATto, MAT matrix) [3, 4, 5, 8, 10, 11] avšak je možné využít výhod jmenovaných metod.
- Domnívám se, že je možné docílit 15% odchylky určování objemovou metodikou od stanovených hodnot za pomocí ekonástrojů při dostatečném statistickém zpracování dat se specifikací druhu výrobku.

## **8 ZPŮSOB ŘEŠENÍ A POUŽITÉ VĚDECKÉ METODY ZKOUMÁNÍ**

Pro vyřešení stanovené pracovní hypotézy bude nejdříve provedena klasifikační analýza, která roztrídí obory do jednotlivých tříd (výrobků). Po té bude prováděna empirická evidence podle stanovených podmínek experimentu na jednotlivých třídách. Skupiny získaných dat z aplikovaných nástrojů ecodesignu pro jednotlivé třídy budou statisticky zpracovány a za pomoci indukce určen koeficient objemového znečištění CO<sub>2</sub> pro jednotlivé třídy. Po té bude koeficient jednotlivých tříd podroben zpětné empirické metodě za ověřovacích podmínek experimentu po stejných třídách. Dedukcí bude možné odpovédět na danou vědeckou otázku.

### **8.1 Řešení a problémy**

Možné problémy vzniklé při řešení pracovní hypotézy

- nevhodně provedena klasifikační analýza (stejně roztrídění výrobků)
- velký rozptyl hodnot a nenalezení validního koeficientu CO<sub>2</sub>
- problémy se zpracováním a vyhodnocení velkého množství dat
- neúplné zahrnutí všech parametrů do metodiky LCA
- špatný vzorek dat pro reverzní kontrolu výsledného CO<sub>2</sub> znečištění

### **8.2 Použité metody zkoumání**

Chronologické seřazení aplikovaných metod

- klasifikační analýza
- empirická evidence
- statistické zpracování
- indukce
- empiristická evidence
- dedukce

## 9 ČASOVÝ ROZVRH A ETAPY ŘEŠENÍ

Časová dotace na zpracování kompletní disertační práce jsou čtyři roky od zápisu do studia (od září 2014 do srpna 2018). Čas bude rozdělen do tří bloků a sedmi etap. První blok je složen z Etapy 1 a završen absolvováním předmětu 9MOP. Druhý blok dle časového plánu ukončen SDZ do konce června 2016 a obsahuje Etapu 2-3. Poslední část Etapa 4-7 bude zaměřena na samotný výzkum, vyhodnocení a tvorba textu disertační práce. Následována jazykovou korekcí textové části, kompletací celé práce, administrativní úkony a obhájením DP.

### 9.1 Etapy řešení

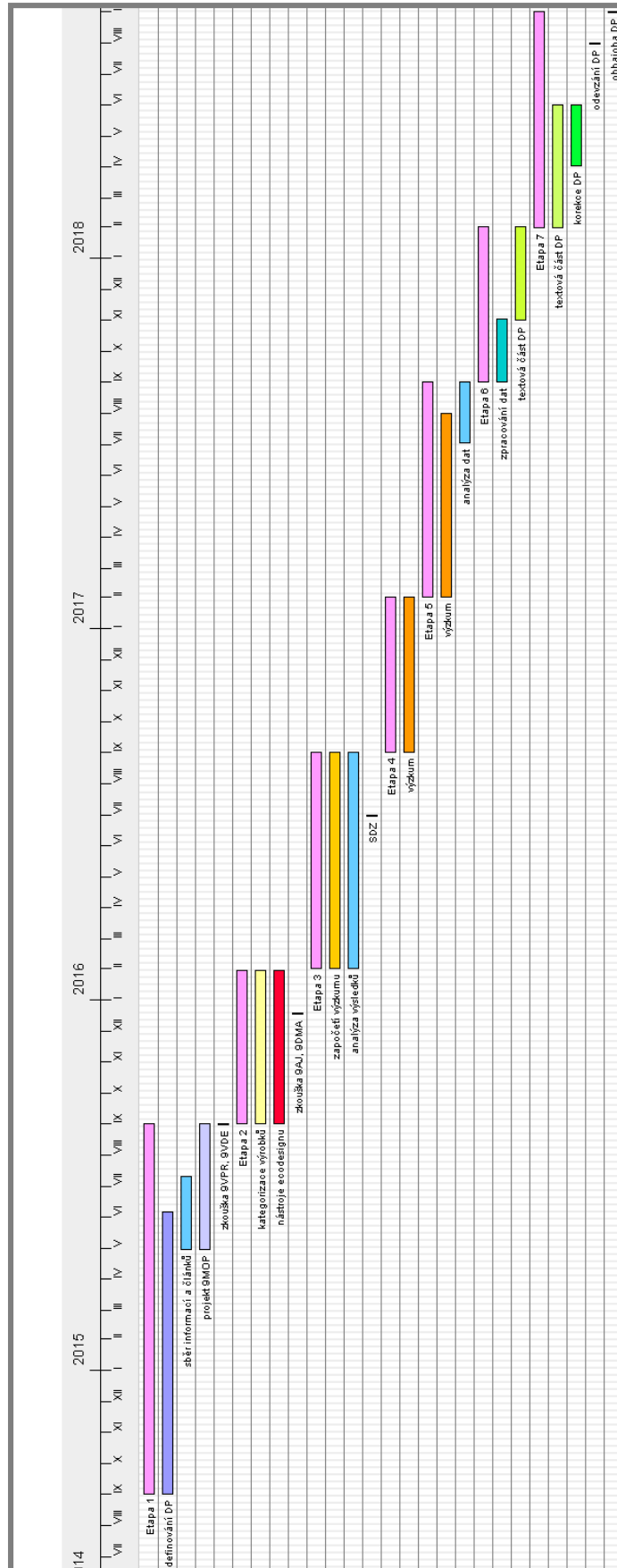
Strukturální rozdělení etap řešení

Tab. 9-1 Tabulka časových etap

Etapa	Popis činností	Časový plán
Etapa 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>definování DP</li> <li>sběr informací a článků</li> <li>projekt disertační práce</li> <li>složení 9VDE, 6MOP, 9VPR</li> </ul>	září 2014 - srpen 2015
Etapa 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>kategorizace výrobků</li> <li>seznámení se s nástrojem ecodesignu</li> <li>složení 9AJ, 9DMA</li> </ul>	září 2015 - leden 2016
Etapa 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>započetí výzkumu</li> <li>analýza prvotních výsledků</li> <li><b>SDZ</b></li> </ul>	leden - srpen 2016 duben - červen 2016 <b>30. červen 2016</b>
Etapa 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>průběh výzkumu</li> </ul>	září 2016 - leden 2017
Etapa 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>průběh výzkumu</li> <li>analýza dat</li> </ul>	leden - srpen 2017
Etapa 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>zpracování dat</li> <li>textová část DP</li> </ul>	září 2017 - leden 2018
Etapa 7	<ul style="list-style-type: none"> <li>textová část DP</li> <li>korekce DP</li> <li>odevzdání DP</li> <li><b>obhájení DP</b></li> </ul>	leden - srpen 2018 květen 2018 červen 2018 <b>31. srpen 2018</b>

### 9.2 Časový rozvrh

Obraznější zpracování interaktivního harmonogramu pomocí programu GanttProject s možností průběžné kontroly provedené práce.



Obr. 9-1 Ganttův diagram

## **10 ODŮVODNĚNÍ NUTNOSTI A POTŘEBY ŘEŠENÍ DANÉ PROBLEMATIKY V DANÉM ČASE**

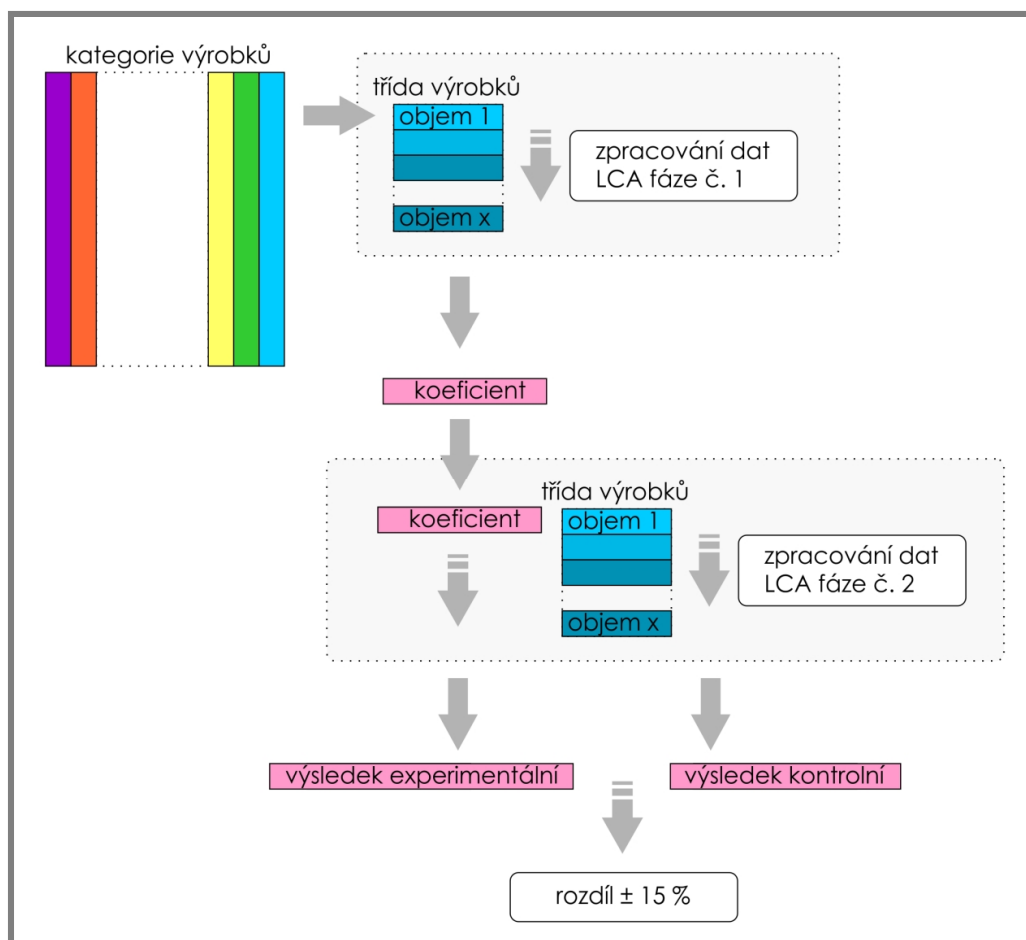
Rešeršní část Projektu disertační práce ukazuje na absenci znalostí použití materiálů v průmyslovém designu a jeho roli v raném stádiu návrhu výrobků. Je známo, že designér má být odborníkem na ergonomii, estetiku, psychologii, marketing, konstrukci ale zejména na životní cyklus výrobků [1]. Samotná praxe ukazuje na neznalost nástrojů ecodesignu nejenom průmyslovými designéry, ale také konstruktéry v tak rozvinuté ekonomice jako je Japonsko. Je nutné si také uvědomit vysokou cenu a časovou náročnost zavádění komplexních LCA metodik, které se projevují sníženým množstvím aplikací [10]. V rámci snižování ekologické zátěže existují metodiky, které je možné použít, ale ty neposkytují přesná data jako metodika LCA. Podstatný problém v zavádění nástrojů ecodesignu je časová náročnost posouzení a sestavení podkladů pro analýzu [11].

Řešení disertační práce umožní určit CO<sub>2</sub> stopu v raném stádiu návrhu designu výrobku (je možné stanovovat např. množství skleníkových plynů vzniklých při možné výrobě produktu). Průmyslový designér může jednoduchým způsobem určit dopad svého návrhu na životní prostředí a provést korekci v rámci výběru použitých materiálů. Nezanedbatelným přínosem bude rychlost a efektivita z důvodu statisticky zpracovaných údajů dle kategorizace. Důležitým pozitivním faktorem, který poukazuje na snižování těchto dopadů jsou schválené normy/předpisy (WHEE, RoHS, EuP, REACH, EU 2009/125/ES, ČSN EN ISO 14006 a ČSN EN ISO 14040), Kjótský protokol, ale také požadavky společnosti na úsporná zařízení prostřednictvím Ecolabelu ISO 14020 (štítky uvádějící spotřebu elektrozařízení).

## 11 POPIS NAVRHOVANÝCH KONCEPČNÍCH A METODICKÝCH POSTUPŮ NEZBYTNÝCH PRO ŘEŠENÍ DISERTAČNÍ PRÁCE A PRO DOSAŽENÍ PŘEDPOKLÁDANÉHO VÝSLEDKU A JEJICH ROZBOR

### 11.1 Metodický postup

Postup zahrnuje chronologicky seřazené fáze pro stanovení CO<sub>2</sub> koeficientu jednoho druhu výrobku



Obr. 11-1 Blokové schéma řešení DP

#### 11.1.1 Slovní postup řešení

- kategorizace dat - pomocí klasifikační metody sestavíme třídy výrobků (např. brusky, vysavače, ...)
- výběr třídy výrobků - sestavíme detailní vnitřní složení a objemové proporce (např. pro bruska)

- fáze č. 1 zpracování dat - za pomoci nástroje ecodesignu určíme hodnoty všech životních fází vybraného výrobku o daných objemových proporcích (od surovinových zdrojů až po recyklaci) a určíme znečištění CO<sub>2</sub>
- opakování - provedeme opakování výběru stejné třídy výrobků s jiným objemem výrobku a zpracujeme pomocí fáze č. 1
- vyhodnocení - ze statistické soubor získaných hodnot opakování určíme koeficient závislost objemu na znečištění CO<sub>2</sub>
- fáze č. 2 - zjištěný koeficient CO<sub>2</sub> použijeme k experimentálnímu výpočtu znečištění CO<sub>2</sub> k určeným objemům výrobků
- výsledek - hodnoty z fáze č. 2 získaných z ověřovacího experimentu po té porovnána s hodnotou znečištění CO<sub>2</sub> stanoveným nástrojem ecodesignu k referenčním výrobkům dané třídy
- pro úspěšné splnění pracovní hypotézy se musí experimentálně stanovené znečištění CO<sub>2</sub> pohybovat v odchylce  $\pm 15 \%$  od referenční hodnoty

## 11.2 Prostředky

11.2

---

Prostředky nutné k dosažení cíle jsou:

- tabulkový procesor, který bude určen pro základní klasifikační analýzu (vytvoření tříd produktů z hlediska průmyslového designu) a také zpracování získaných dat z experimentu
- nástroj ecodesign (LCA), který bude sloužit k provádění první a druhé fáze experimentu
- kontrolní nástroj ecodesignu OPM a MATto

## **12 SPOLUPRÁCE S JINÝMI INSTITUCEMI**

Od září je 2015 je plánovaná spolupráce s Ing. Marií Tichou z Univerzity Jana Evangelisty Purkyně. Spolupráce s výrobcí nástrojů a zařízení např.: firmou Romo, a.s., Narex Ždánice, spol. s r. o. popřípadě firmou ETA a. s. Vyhodnocení a zpracování dat z LCA softwaru bude ve spolupráci s Ústavem matematiky VUT FSI.

### 13 PŘEDPOKLÁDANÉ NÁKLADY SPOJENÉ S ŘEŠENÍM A JEJICH ZDROJE

Náklady na řešení disertační práce jsou tvořeny doktorským stipendiem vypláceným dle aktuálních předpisů VUT. Investiční náklady na pořízení softwaru umožňující analýzu LCA budou řešeny volně dostupnou licencí OpenLCA, školskou licencí softwaru GaBi a placenou licencí od školitele speciality SimaPro. Orientační soupis nákladů spojených s řešením disertační práce viz Tab. 13-1.

Tab. 13-1 Tabulka orientačních nákladů na 1 rok řešení disertační práce

Náklady	Popis činností	Částka v CZK
Stipendia z VUT	<ul style="list-style-type: none"> <li>řádné stipendium</li> </ul>	82 800
Cestovné	<ul style="list-style-type: none"> <li>konzultace se školitelem specialistou</li> <li>návštěva podniků</li> <li>konference KČMS (cena dle místa)</li> <li>zahraniční konference (letenka)</li> </ul>	10 000 9 000 5 000 10 000
Publikační činnost	<ul style="list-style-type: none"> <li>poplatky</li> </ul>	6 000
Konference	<ul style="list-style-type: none"> <li>KČMS (cena dle místa)</li> <li>zahraniční konference poplatky</li> </ul>	8 000 10 000
Ubytování	<ul style="list-style-type: none"> <li>KČMS (cena dle místa)</li> <li>zahraniční konference</li> </ul>	6 000 15 000
Diety	<ul style="list-style-type: none"> <li>KČMS (cena dle místa)</li> <li>zahraniční konference</li> </ul>	5 000 10 000
	<b>Celkové náklady</b>	<b>176 800</b>

## **14 CHARAKTERISTIKA PŘEDPOKLÁDANÉHO VÝSLEDKU ŘEŠENÍ DISERTAČNÍ PRÁCE V KATEGORIÍCH DEFINOVANÝCH PRO ZÁKLADNÍ VÝZKUM V SOULADU S PLATNOU METODIKOU HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ VÝZKUMU A VÝVOJE**

Výsledným řešením disertační práce dle metodiky hodnocení výsledků výzkumu a vývoje podle I. kategorií (Publikační výsledky): recenzovaný odborný článek (J), článek ve sborníku (D) a dle III. kategorií (Ostatní výsledky): uspořádání workshopu (W) jako realizace původních výsledků výzkumu a vývoje [12].

Dílní výsledky dizertační práce mohou být publikovány:

- impaktovaný časopis (Design Issues, Journal of Environmental Law, Ecosystem & Ecography a další)
- recenzovaný časopis (Design Studies , Journal of Cleaner Production a další)
- recenzovaný český časopis (MM Spektrum a další)
- prezentace výzkumu na konferencích
- článek ve sborníku (KČMS a další)
- samostatná publikace zjištěných výsledků a metodiky výzkumu
- uspořádání workshopu v rámci výuky na OPD VUT

**15 BIBLIOGRAFIE****15****15.1 Seznam použitých zdrojů**

15.1

- [1] LOFTHOUSE, Vicky. Investigation into the role of core industrial designers in ecodesign projects. *Design Studies*. 2004, 25(2): 215-227. DOI: 10.1016/j.destud.2003.10.007. ISSN 0142694x. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0142694X03000516>
- [2] *United Nations Environment Programme (UNEP) - Home page* [online]. 2015 [cit. 2015-06-06]. Dostupné z: <http://www.unep.org/>
- [3] LOFTHOUSE, Vicky. Ecodesign tools for designers: defining the requirements. *Journal of Cleaner Production*. 2006, 14(15-16): 1386-1395. DOI: 10.1016/j.jclepro.2005.11.013. ISSN 09596526. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652605002465>
- [4] KNIGHT, Paul a James O. JENKINS. Adopting and applying eco-design techniques: a practitioners perspective. *Journal of Cleaner Production*. 2009, 17(5): 549-558. DOI: 10.1016/j.jclepro.2008.10.002. ISSN 09596526. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652608002515>
- [5] BEY, Nouredine Yahya, Environmental assessment - Gotten across to industrial designers, *DESIGN 2002: Proceedings of the 7th International Design Conference*. 2002, Vols 1 and 2: 1293-1298. Dostupné také z: [https://www.designsociety.org/publication/29732/environmental\\_assessment-gotten\\_across\\_to\\_industrial\\_designers](https://www.designsociety.org/publication/29732/environmental_assessment-gotten_across_to_industrial_designers)
- [6] PACELLI, Francesco, Francesca OSTUZZI a Marinella LEVI. Reducing and reusing industrial scraps: a proposed method for industrial designers. *Journal of Cleaner Production*. 2015, (vol. 86): 78-87. DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.08.088. ISSN 09596526. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652614009111>
- [7] KIM, Seung-Jin a Sami KARA. Predicting the total environmental impact of product technologies. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*. 2014, 63(1): 25-28. DOI: 10.1016/j.cirp.2014.03.007. ISSN 00078506. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0007850614000109>
- [8] ALLIONE, Cristina, Claudia DE GIORGI, Beatrice LERMA a Luca PETRUCCELLI. From ecodesign products guidelines to materials guidelines for a sustainable product. Qualitative and quantitative multicriteria environmental profile of a material. *Energy*. 2012, 39(1): 90-99. DOI: 10.1016/j.energy.2011.08.055. ISSN 03605442. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360544211005950>
- [9] PLATCHECK, E.R., L. SCHAEFFER, W. KINDLEIN a L.H.A. CÃNDIDO. Methodology of ecodesign for the development of more sustainable electro-electronic equipments. *Journal of Cleaner Production*. 2008, 16(1): 75-86. DOI: 10.1016/j.jclepro.2006.10.006. ISSN 09596526. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652606003763>
- [10] UEDA, Edilson Shindi; SHIMITSY, T.; SATO, Kiminobu. The role of industrial designers in Japanese companies involved in eco-redesign process. In: *Proceedings of 6th Asian Design International Conference*. 2003.

- [11] VALLET, Flore, Benoît EYNARD, Dominique MILLET, Stéphanie Glatard MAHUT, Benjamin TYL a Gwenola BERTOLUCI. Using eco-design tools: An overview of experts' practices. *Design Studies*. 2013, 34(3): 345-377. DOI: 10.1016/j.destud.2012.10.001. ISSN 0142694x. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0142694X12000634>
- [12] Definice druhů výsledků výzkumu, experimentálního vývoje a inovací | Výzkum a vývoj v ČR. *Výzkum a vývoj v ČR* [online]. © 2013 [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: <http://www.vyzkum.cz/FrontClanek.aspx?idsekce=29415>
- [13] REMTOVÁ, Květa. *Ekodesign*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2003, 15 s. ISBN 80-721-2230-4

## 15.2 Seznam použitých obrázků a grafů

<b>Obr. 4-1</b> Dovednosti průmyslového designéra a konstrukčního inženýra [1]	7
<b>Obr. 4-2</b> Holistický rámec nástroje ecodesignu pro průmyslový design [3]	9
<b>Obr. 4-3</b> Analýza využití nástrojů ecodesignu [4]	10
<b>Obr. 4-4</b> Indikátor spotřeby OPM dle typu materiálů/procesu [5]	11
<b>Obr. 4-5</b> Tři na tři kroky Oil Point zhodnocení [5]	11
<b>Obr. 4-6</b> Grafické porovnání jednotlivých metod pro výrobu plastového okna [5]	12
<b>Obr. 4-8</b> Design produktu z odpadu [6]	14
<b>Obr. 4-9</b> Dopad na životní prostředí pro produkty iPad [7]	15
<b>Obr. 4-10</b> Určování materiálů dle povahy výrobku [8]	17
<b>Obr. 4-11</b> Ukázka vylepšené metodiky MATto o senzorické vjemy [8]	17
<b>Obr. 4-12</b> Vnitřní řešení kompresorů pro akvária [9]	18
<b>Obr. 4-12</b> Optimalizované vnitřní kompresoru k akváriu [9]	19
<b>Obr. 4-13</b> Body zájmů podle průmyslových designérů [10]	20
<b>Obr. 4-14</b> Průmyslový designéři a znalosti principů ecodesignu [10]	20
<b>Obr. 4-15</b> Graf distribuce času [11]	22
<b>Obr. 9-1</b> Ganttův diagram	30
<b>Obr. 11-1</b> Blokové schéma řešení DP	32

## 15.3 Seznam použitých tabulek

<b>Tab. 4-1</b> Charakteristické vlastnosti nástrojů ecodesignu [11]	22
<b>Tab. 5-1</b> Tabulka analýz jednotlivých metod ecodesignu [1, 3, 4, 5, 8, 11]	25
<b>Tab. 9-1</b> Tabulka časových etap	29
<b>Tab. 13-1</b> Tabulka orientačních nákladů na 1 rok řešení disertační práce	35

**16 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ****16**

LCA	- Life Cycle Assessment
LiDS	- Lifecycle Development Strategy Wheel
WEEE	- Waste Electrical and Electronic Equipment Directive
RoHS	- Restriction of Hazardous Substance Directive
EuP	- Energy Using Product Directive
ISO	- International Organization for Standardization
MET	- Material, Energy and Toxicity
CAD	- Computer Aided Design
OPM	- Oil Point Method
SLF	- Standart Logistic Function
LCD	- Liquid Crystal Display
TQM	- Total Quality Management
EMS	- Environmental Management System
DfA	- Design for Assembly
DfM	- Design for Maintenance
DfD	- Design for Disassembly
EU	- European Union
REACH	- Regulation on Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals

