

# Srovnání environmentálních dopadů odnosných tašek z různých materiálů

## Comparison of environmental impacts of carrier bags from different materials

Vladimír Kočí<sup>1</sup>

### INFORMACE O ČLÁNKU

DOI  
10.3260/ENTECHO.2018.11.002

HISTORIE  
Datum doručení: 19.10.2018  
Datum revize: 12.11.2018  
Datum akceptace: 14.11.2018

AFILACE  
<sup>1</sup> VŠCHT Praha  
Ústav chemie ochrany prostředí  
Technická 5  
CZ-166 28 Praha 6  
vlad.koci@vscht.cz

KLÍČOVÁ SLOVA  
Hodnocení životního cyklu;  
environmentální hodnocení;  
odnosná taška

KEYWORDS  
Life Cycle Assessment;  
Environmental Assessment;  
carrier bag

### SOUHRN

Metodou posuzování životního cyklu bylo provedeno zhodnocení environmentálních dopadů životního cyklu jednorázových odnosných tašek z papíru, HDPE, LDPE a textilních tašek z polyesteru a z bavlny. Ve studii byly zhodnoceny různé scénáře životních cyklů tašek zohledňující různý způsob konce jejich životního cyklu. Jednalo se o skládkování, energetické využití v ZEVO a o recyklaci. Tašky byly porovnány na základě stejné funkční jednotky, kterou bylo odnesení 573 kg nákupu, což je množství nákupu, který za 1 rok nakoupí průměrná česká domácnost. Ve studii byla rovněž vypracována varianta založená na objemu odneseného nákupu. Bylo zjištěno, že nejvyšší environmentální dopady vykazují tašky z low density polyetylenu LDPE. Naopak nejnižší environmentální dopady byly zjištěny u polyesterové textilní tašky pro opakované použití. Papírová taška se polyesterové tašce co se environmentálních dopadů týče, vyrovná až v případě opakované 7 násobné recyklace papírového vlákna. Scénáře zahrnující skládkování a energetické využití jednorázových tašek z LDPE, HDPE a papíru mají vyšší environmentální dopady nežli tašky textilní určené pro dlouhodobé používání. Dále bylo zjištěno, že environmentální dopady odnosných tašek z papíru a z HDPE jsou srovnatelné.

### SUMMARY

Life cycle assessment of disposable paper, HDPE, LDPE bags and polyester and cotton textile bags is presented. The study looked at various life cycle scenarios of bags taking into account the different end-of-life cycle methods. These were landfilling, energy recovery and recycling. The bags were compared on the basis of the same functional unit, which was the delivery of 573 kg of purchase, which is the amount of the purchase that will be bought in one year by the average Czech household. The study also produced a variant based on the volume of the purchased purchase. It has been found that the highest environmental impacts are shown by LDPE low density polyethylene bags. On the contrary, the lowest environmental impacts were found with a polyester textile reusable bag. Paper bag with polyester bag in terms of environmental impacts does not match up to repeated 7-fold recycling of paper fiber. Scenarios involving landfilling and energy use of disposable LDPE, HDPE and paper bags have higher environmental impacts than textile bags designed for long-term use. It was also found that the environmental impacts of paper and HDPE carrying bags are comparable.

## 1 Úvod

Odnosné tašky, tedy papírové, plastové či textilní tašky používané spotřebiteli k odnosu nákupů představují nikoliv zanedbatelný materiálový tok, který se dříve nebo později stává předmětem odpadového hospodářství. V současné době je problematika environmentálních dopadů odnosných tašek věnována větší pozornost a to jak mezi spotřebiteli tak i na úrovni státních organizací majících ve své gesci životní prostředí, hospodaření se zdroji či odpadové hospodářství. Problematika nárůstu plastových odpadů je dnes vnímána celosvětově a řada zemí se jí začíná aktivně věnovat. Potřebu snížit množství plastových odpadů a ochotu postavit se tomuto problému čelem má i Evropská unie v novém návrhu Evropské komise týkající se omezení jednorázových plastových výrobků, který by měl vejít v platnost v roce 2019. Jasný cíl omezit spotřebu jednorázových plastových tašek deklarovala EU již v roce 2015 Směrnicí Evropského parlamentu 2015/720 (EU, 2015). V návaznosti na zájem veřejnosti o environmentální souvislosti plastových tašek či pro účely státní správy jsou v současné době zpra-

covávány studie LCA odnosných tašek v různých zemích (Bisinella et al., 2018; Edwards a Fry, 2011). Většinou se předpokládá, že nahrazením plastových tašek papírovými dojde k výraznému snížení environmentálních dopadů. Z pohledu celého životního cyklu to tak ovšem nemusí jednoznačně platit. Tato práce shrnuje výsledky studie posuzování životního cyklu, kterou si zadalo Ministerstvo životního prostředí ČR v roce 2017.

Cílem studie bylo porovnat metodou posuzování životního cyklu – LCA potenciální environmentální dopady odnosných tašek z různých materiálů: z papíru, z HD polyetylenu, z LD polyetylenu, z bavlny a z polyesteru. Jako funkční jednotka porovnání bylo zvoleno stejné množství (hmotnost, respektive objem) nákupu, který si zákazníci v taškách odnesou z obchodu domů. Z tohoto množství nákupu se následně odvíjí potřebný počet tašek, respektive jejich celková hmotnost. V rámci zvolených hranic systému pak byly následně namodelovány životní cykly takto určených materiálů, ze kterých byly tašky vyrobeny a určeny jejich potenciální environmentální dopady.

## 2 Popis posuzovaných tašek a scénářů jejich životního cyklu

V rámci této studie byly posuzovány odnosné tašky vyrobené z následujících materiálů:

- Jednorázové tašky: papír, polyetylén
- Textilní tašky pro dlouhodobé používání: bavlna (a organická bavlna) a polyester

Papírové a polyetylénové tašky byly modelovány jako pro jednorázové či krátkodobé použití (s variantou několika opakovaných použití), textilní bavlněné a polyesterové tašky byly určeny pro dlouhodobé používání. Jelikož na celkové výsledky environmentálních dopadů tašek hraje roli nejen materiál, z jakého je taška vyrobena, ale také počet cyklů opakovaného užití tašky, recyklace materiálu či způsob jejího odstranění na konci životního cyklu, byly v této studii porovnávány jednotlivé scénáře životních cyklů tašek. Posuzované scénáře životního cyklu jednotlivých tašek se liší v následujících položkách:

- Materiál, ze kterého je taška vyrobena: Papír, LDPE, HDPE, bavlna, organická bavlna a polyester.
- Počet cyklů znovu-užití a životnost: U jednorázových tašek byl jako základní model uvažován scénář s jedním použitím a následným odstraněním. Jako alternativní scénáře byla dále modelována opakovaná dvojnásobná, pětinásobná a dvacetinásobná použití tašek. Životnost textilních tašek byla v základním modelu uvažována 1 rok, alternativně byly uvažovány životnosti 2, 5 a 20 let.
- Ukončení životního cyklu: U jednorázových tašek byl konec životního cyklu modelován ve třech variantách: energetické využití (ZEVO), skládkování a recyklace materiálu pro výrobu stejné tašky.

Ve studii posuzované scénáře mají následující systém značení: Materiál/Počet cyklů znovupoužití/Odstranění. Kde například označení HDPE/2C/ZEVO představuje scénář životního cyklu tašky z HD polyetylénu s dvojnásobným použitím a s konečným odstraněním v zařízení pro energetické využívání odpadů.

Jelikož je na trhu k dispozici velmi široké množství tašek různých rozměrů, designů i nosností, bylo třeba pro účely této studie vybrat reprezentativní tašku pro každý z posuzovaných materiálů. S použitím vzorků tašek, které pro účely studie poskytli pracovníci Odboru odpadů MŽP ČR, a na základě informací výrobců tašek zveřejněných na inter-

netu, byly zvoleny „typické“ tašky reprezentující jednotlivé materiály. V modelech použité tašky jsou shrnuty v následující tabulce, kde jsou uvedeny technické parametry zvolených tašek.

## 3 Charakteristiky studie LCA

Posuzování životního cyklu - LCA je informační analytický nástroj, s jehož pomocí lze vyčíslit potenciální dopady na životní prostředí určitého produktového systému či služby. V rámci metody LCA se hodnotí všechny vstupy a výstupy z a do životního prostředí daného systému a to s ohledem na celý jeho životní cyklus. Do hodnocení jsou tedy zahrnuty procesy získávání surovin, výroba materiálů, energetika, stavba či výroba, provoz i odpadové hospodářství. Studie LCA se provádějí dle mezinárodních standardů ČSN EN ISO 14040 a ČSN EN ISO 14044 (ČNI, 2006a, 2006b). Tato studie LCA byla určena Ministerstvu životního prostředí ČR s cílem poskytnout podklady pro komunikaci Ministerstva s veřejností v oblasti zavedení poplatků za plastové odnosné tašky.

### 3.1 Funkční jednotka a hranice systému

Ve studiích LCA je funkční jednotka vztažnou hodnotou, vůči které se jednotlivé varianty produktových systémů porovnávají. Například odnosné tašky mají jinou nosnost a je tedy pro jejich vzájemné porovnání použít vhodně zvolené množství nákupu a nikoli porovnávat tašky jako takové. Za funkční jednotku byl zvolen odnos množství (kg) nakoupených potravin pro jednu průměrnou domácnost v ČR za jeden kalendářní rok. Dle aktuálních dat uvedených Českým statistickým úřadem nakoupí za 1 rok jedna průměrná česká domácnost potraviny o celkové hmotnosti 573 kg (ČSÚ, 2016).

Pro provedení analýzy citlivosti na zvolenou funkční jednotku byl hodnocen i alternativní scénář, kdy byla předpokládána výrazně nižší hustota nákupu než je 1 kg/l. V takovém případě by množství spotřebovaných tašek bylo ovlivněno především jejich objemem a nikoli nosností. Za předpokladu, že průměrná hustota nákupu je 0,5 kg/dm<sup>3</sup>, je objem nákupů domácnosti za 1 rok 1146 litrů. Studie byla vypracována pro obě varianty – pro hmotnost i objem nákupu.

### 3.2 Přijaté předpoklady

Tyto předpoklady jsou popsány v následujících odstavcích.

1. Převážná vzdálenosti. Převážná vzdálenosti od výrobce k zákazníkovi se mohou velmi lišit. Pro výpočty byla zvolena základní

Tabulka 1: Přehled typů tašek zařazených do studie

Typ tašky	Materiál	Hmotnost tašky	Nosnost tašky	Objem tašky
		použitá/ý ve studii / orientační rozpětí hmotností tašek na trhu		
Lehká plastová odnosná taška „košílka“	HDPE	6,38 g	4 kg	18 l
		5,9 – 8,2	3 – 5	16 – 19
Plastová odnosná taška s páskovým uchem	LDPE	28,60 g	8 kg	21,5 l
		27,5 – 42,5	6 – 10	19,1 – 23,9
Papírová odnosná taška s páskovým uchem	Papír	65,00 g	10 kg	20,1 l
		59,1 – 74,9 g	7 – 13	18,5 – 22,5
Textilní polyesterová taška k opakovanému použití	PES / PET	31,6 g	> 15 kg	19,8 l
		20,5 – 45,6		17,7 – 21,8
Bavlněná odnosná taška k opakovanému použití	Bavlna	120 g	> 8 kg	25,2 l
		78,7 – 229,1		17 – 33,4
Bavlněná odnosná taška k opakovanému použití (bavlna organic)	Bavlna	120 g	> 8 kg	25,2 l
		78,7 – 229,1		17 – 33,4

Tabulka 2: Určení referenčních toků jednotlivých tašek pro funkční jednotku 573 kg

Taška	Nosnost	Hmotnost 1 tašky	Počet tašek (ks)	Hmotnost tašek celkem
Lehká plastová odnosná taška „košilka“	4 kg	6,38 g	143	0,914
Papírová odnosná taška s páskovým uchem	8 kg	28,60 g	71,6	2,048
Bavlněná odnosná taška k opakovanému použití	10 kg	65,00 g	57,3	3,725
Textilní polyesterová taška k opakovanému použití	15 kg	31,6 g	1	0,032
Bavlněná odnosná taška k opakovanému použití	8 kg	120 g	1	0,120
Bavlněná odnosná taška k opakovanému použití (bavlna organic)	8 kg	120 g	1	0,120

Tabulka 3: Určení referenčních toků jednotlivých tašek pro funkční jednotku 1146 litrů

Taška	Objem	Hmotnost 1 tašky	Počet tašek (ks)	Hmotnost tašek celkem
Lehká plastová odnosná taška „košilka“	18 l	6,38 g	63,7	0,406
Papírová odnosná taška s páskovým uchem	21,5 l	28,60 g	53,3	1,524
Bavlněná odnosná taška k opakovanému použití	20,1 l	65,00 g	57	3,706
Textilní polyesterová taška k opakovanému použití	19,8 l	31,6 g	1	0,032
Bavlněná odnosná taška k opakovanému použití	25,2 l	120 g	1	0,120
Bavlněná odnosná taška k opakovanému použití (bavlna organic)	25,2 l	120 g	1	0,120

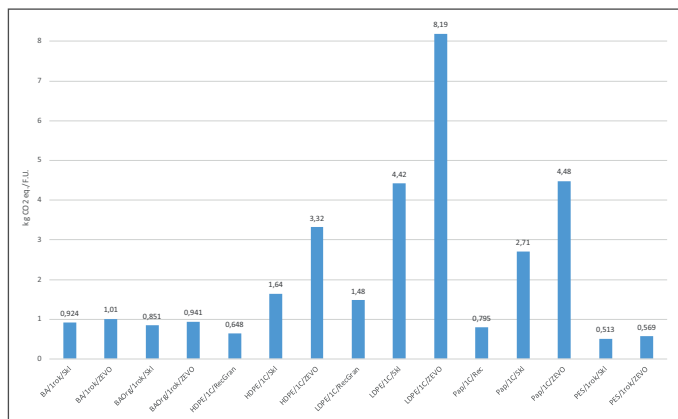
vzdálenost 100 km. Jedná se o nadsazenou hodnotu, do které se s největší pravděpodobností vejde většina skutečných přepravních vzdáleností. Jelikož dopravní vzdálenosti nejsou bezprostředně závislé na typu materiálu, lze tento předpoklad přijmout. Navíc přepravní vzdálenosti hrají ve výsledcích zanedbatelnou roli.

2. Vyloučení potisku tašek z hodnocení. Potisk tašek se v praxi velice různí. Jelikož potisk nemá přímou souvislost s typem použitého materiálu tašky, nebyl ve studii uvažován. Hmotnostně by se navíc jednalo o velmi malý podíl na celkové hmotnosti tašky.
3. Stejný energetický mix. Ve všech modelech byl použit stejný energetický mix ČR.
4. V případě papírových tašek nebylo modelováno použití lepidla pro připojení odnosných uch a pro slepení tašek. Jedná se o množství nevýznamný materiálový tok.

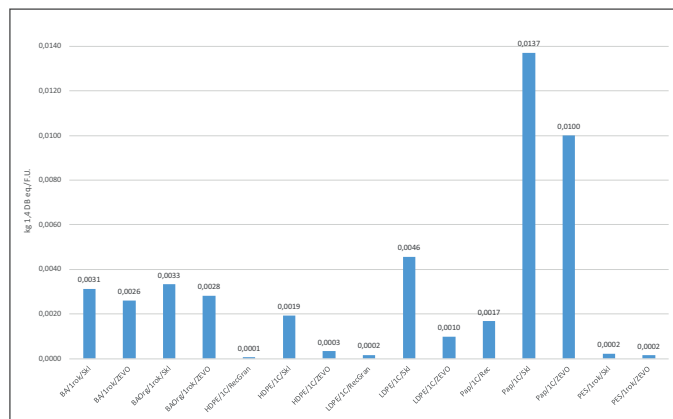
5. U recyklace papíru byla uvažována sedminásobná recyklace papírového vlákna, což je v současnosti technologické maximum. Jedná se o optimistickou variantu. V realitě by nejspíše bylo vlákno recyklováno méněkrát.

#### 4 Výsledky porovnání environmentálních dopadů odnosných tašek

Hodnocení environmentálních dopadů bylo provedeno metodikou ReCiPe (Goedkoop et al., 2013; Huijbregts et al., 2017), která zahrnuje široké spektrum environmentálních dopadů. Následující dva grafy uvádějí pro ukázkou srovnání hodnoty indikátorů kategorií dopadu klimatické změny a sladkovodní ekotoxicity.



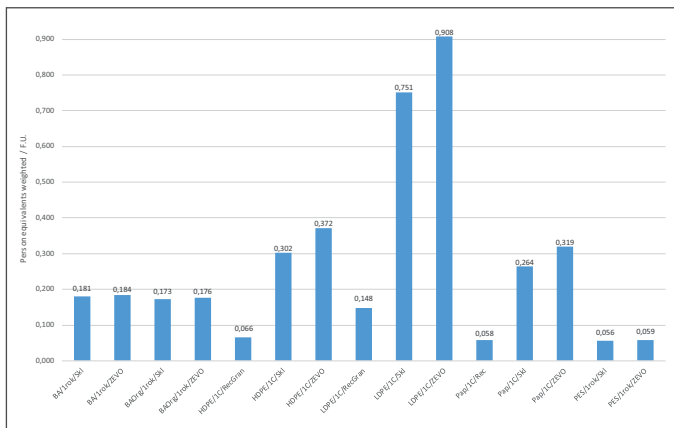
Obr. 1: Srovnání uhlíkové stopy životního cyklu odnosných tašek, ReCiPe 1.08 Midpoint (E) - Climate change, incl biogenic carbon, kg CO<sub>2</sub> eq.



Obr. 2: Srovnání akvatické ekotoxicity životního cyklu odnosných tašek, ReCiPe 1.08 Midpoint (E) - Freshwater ekotoxicity, kg 1,4 DB eq.

Jak je patrné z grafů na předchozí straně, nepodílejí se scénáře odnosných tašek na výsledcích indikátorů různých kategorií dopadu vždy stejnou měrou. Některá taška se více nepříznivě projevuje v jedné kategorii dopadu jiná v jiné kategorii. Pro celkové zhodnocení jednotlivých scénářů životních cyklů tašek je nutno vhodným způsobem interpretovat všechny kategorie dopadu současně, a to přestože jsou vyjádřeny v různých jednotkách. Společné hodnocení různých kategorií dopadu je v LCA umožněno pomocí normalizace, kterou výsledky indikátorů kategorií dopadu převádějí na bezrozměrná čísla. Různé kategorie dopadu mají rovněž pro člověka různou závažnost. Zohlednění aktuálního významu jednotlivých kategorií dopadu se provádí vážením normalizovaných výsledků indikátorů kategorií dopadu. V následující tabulce jsou uvedeny vážené výsledky indikátorů kategorií dopadu se započtením vlivu biogenního cyklu CO<sub>2</sub> – ReCiPe 1.08 (E), End-point Normalization, Europe, incl biogenic carbon (person equivalents weighted) a pro vážení byly použity odpovídající váhové faktory - ReCiPe 1.08 (E/A), incl biogenic carbon (Person equivalents weighted).

Celkové zhodnocení jednotlivých scénářů umožňuje následující graf, kde jsou vyjádřeny sumy environmentálních dopadů všech kategorií dopadu pro jednotlivé scénáře odnosných tašek.

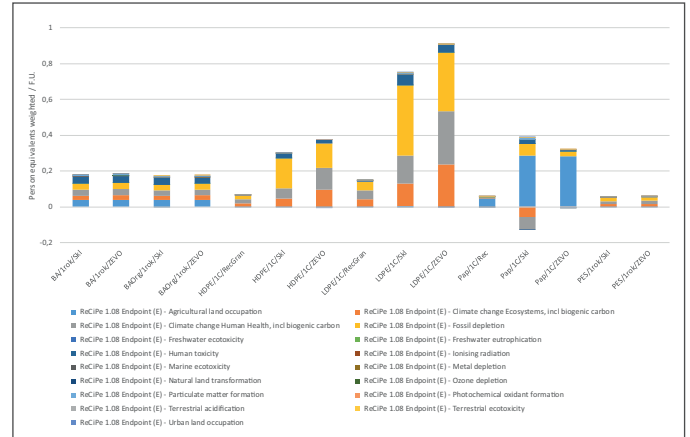


Obr. 3: Souborné znázornění vážených výsledků environmentálních dopadů, suma ReCiPe 1.08 (E/A), incl biogenic carbon (Person equivalents weighted)

Vážené výsledky indikátorů kategorií dopadu již odrážejí velikost zásahu do jednotlivých kategorií dopadu a je možné je vzájemně srovnávat. Následující graf ukazuje příspěvky scénářů životních cyklů tašek k výsledným environmentálním dopadům. U některých scénářů jsou uvedeny i záporné hodnoty (pod vodorovnou osou). Jedná se o případ, kdy výsledky poukazují na možný benefit daného systému pro životní prostředí. Benefity (záporné hodnoty environmentálních dopadů) vykazuje ve významnějším rozsahu pouze scénáře Pap/1C/Skl a Pap/1C/ZEV0.

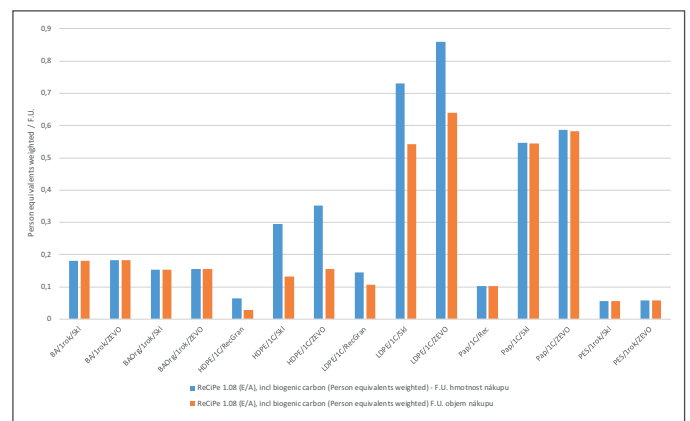
V případě scénáře Pap/1C/Skl se však jedná o poněkud problematickou záležitost. Benefit pro životní prostředí zde vykazují kategorie dopadu Climate change Ecosystems, incl biogenic carbon a Climate change Human Health, incl biogenic carbon. V obou případech se však jedná o záporné hodnoty (benefity) získané tím, že ve skládkách se předpokládá dlouhý čas zdržení papíru (který se zde reálně rozkládá velmi pomalu a po desetiletích je ve skládkovém tělese přítomen). Jelikož bilance uvažuje absorpci CO<sub>2</sub> při růstu biomasy, ale následně rovněž předpokládá zdržení této biomasy ve skládkovém tělese, vychází celková bilance ve prospěch zadržky CO<sub>2</sub> v systému a tudíž se systém tváří jako že podporuje předcházení klimatickým změnám. Takový závěr by však mohl být velmi osídlný z delšího časového horizontu, kdy lze odůvodněně předpokládat, že rozklad papíru povede k uvolnění CO<sub>2</sub> do atmosféry.

Co se týče scénáře Pap/1C/ZEV0 dochází zde k benefitu pro životní prostředí (záporné hodnoty) v důsledku energetického využití papírových tašek. Získaná tepelná energie v ZEV0 byla modelována pro vyčíslení tak zvaných odvrácených emisí, tedy emisí, jejichž vypuštění do prostředí se předejde tím, že nebude třeba získávat odpovídající množství energie z jiných běžně používaných zdrojů.



Obr. 4: Souborné znázornění příspěvků jednotlivých kategorií dopadu k váženému výsledku environmentálních dopadů

Ve studii byla jako základní scénář použita funkční jednotka založená na hmotnosti nákupu (množství nákupů pro průměrnou českou rodinu vyjádřené hmotnostně v kilogramech). Jelikož hodnocené tašky mají nejen různou nosnost, ale také různý objem, bylo v následující analýze citlivosti zjišťováno, jak se výsledky hodnocení tašek změní, bude-li funkční jednotka vyjadřována nikoli hmotnostně, ale objemově. Pro účely analýzy citlivosti byla použita poněkud extrémní hodnota hustoty průměrného nákupu, a sice 0,5 kg/l. Tato hodnota byla zvolena z toho důvodu, aby se výrazně lišila od základního scénáře, hmotnostního porovnávání uvažujícímu hustotu 1 kg/l. Porovnání výsledků založených na funkční jednotce odvozené od hmotnosti či objemu nákupu ukazuje následující graf.



Obr. 5: Analýza citlivosti – porovnání výsledků pro hmotnostně či objemově určenou funkční jednotku

Z grafu je patrné, že rozdíly mezi výsledky pro funkční jednotku založenou na hmotnosti či objemu nákupu jsou měřitelné. Největší rozdíly jsou u tašek z polyetylenu, kde došlo k relativnímu poklesu environmentálních dopadů. Výsledná formulace významných zjištění však zůstává nezměněna s jednou výjimkou, a sice že v případě hodnocení založeného na objemu nákupu vychází taška z HDPE v případě recyklace HDPE/1C/RevGran environmentálně šetrnější než textilní taška PES v případě životnosti 1 roku. Zde je však třeba připomenout, že re-

cyklace HDPE v modelu předpokládá optimistickou situaci 20 násobné recyklace a že skutečná životnost PES tašky je delší nežli jeden rok. Změna z funkční jednotky založené na hmotnosti nákupu na funkční jednotku založenou na objemu nákupu však nemá vliv na formulaci závěrů či pořadí hodnocení tašek.

## 5 Závěr

Na základě výsledků inventarizační analýzy a výsledků hodnocení dopadů životního cyklu byly zjištěny následující poznatky týkající se environmentálních dopadů odnosných tašek z papíru, HDPE a LDPE a textilních tašek z polyesteru a bavlny. Nejvyšší environmentální dopady vykazují tašky z LDPE, naopak nejnižší environmentální dopady vykazuje polyesterová textilní taška pro opakované použití. Papírová taška se polyesterové tašce, co se environmentálních dopadů týče, vyrovná až v případě opakované 7 násobné recyklace papírového vlákna. Scénáře životního cyklu jednorázových tašek z LDPE, HDPE a papíru zahrnující skládkování a energetické využití vykazují vyšší environmentální dopady nežli tašky textilní určené pro dlouhodobé používání.

Bylo zjištěno, že environmentální dopady odnosných tašek z papíru a z HDPE jsou srovnatelné. V tomto kontextu je však nutno upozornit, že do hodnocení nejsou zahrnuty možné environmentální dopady plastových mikročástic, které se mohou do prostředí z rozpadu plastových tašek uvolňovat. V metodě LCA totiž nejsou dosud k dispozici charakterizační faktory environmentálních dopadů plastových mikročástic.

Opakovaná materiálová recyklace papírových i polyetylenových tašek snižuje jejich environmentální dopady v závislosti na počtu recyklačních cyklů. Recyklované materiály však mají omezený počet cyklů recyklace. Opětovné užití jednorázových tašek vede ke snížení environmentálních dopadů jejich životních cyklů. Jsou-li papírové a HDPE tašky odstraněny na skládce či v ZEVO, jsou jejich environmentální dopady srovnatelné s textilní PES taškou o životnosti 1 rok teprve při pětinásobném a dalším opakovaném použití. Tašky z LDPE se na úroveň textilní PES tašky s 1 roční životností dostávají až téměř při dvacetinásobném použití. Bavlněná taška má vyšší environmentální dopady než taška polyesterová a to i v případě, že je vyrobena z organické bavlny.

## 6 Poděkování

Práce vznikla díky finanční podpoře Ministerstva životního prostředí ČR a díky institucionální podpoře VŠCHT Praha.

## 7 Literatura

- Bisinella, V.; Albizzati, P. F.; Astrup, T. F.; Damgaard, A., 2018. *Life Cycle Assessment of grocery carrier bags* (Miljøprojekter No. 1985). Danish Environmental Protection Agency, København Ø.
- ČNI, 2006a. *ČSN ISO 14040 Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Zásady a osnova*. Český normalizační institut, Praha.
- ČNI, 2006b. *ČSN ISO 14044 Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Požadavky a směrnice*. Český normalizační institut, Praha.
- ČSÚ, 2016. *Vydání a spotřeba domácností statistiky rodinných účtů – 2016*.
- Edwards, C.; Fry, J. M., 2011. *Life cycle assessment of supermarket carrierbags: a review of the bags available in 2006* (No. SC030148). Environment Agency, Bristol.
- EU, 2015. *Směrnice Evropského parlamentu a rady (EU) 2015/720 ze dne 29. dubna 2015, kterou se mění směrnice 94/62/ES, pokud jde o omezení spotřeby lehkých plastových nákupních tašek*.
- Goedkoop, M.; Heijungs, R.; Huijbregts, M. A. J.; De Schryver, A.; Struijs, J.; van Zelm, R., 2013. *ReCiPe 2008 - A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level* (No. I).
- Huijbregts, M. A. J.; Steinmann, Z. J. N.; Elshout, P. M. F.; Stam, G.; Verones, F.; Vieira, M. D. M.; Hollander, A.; Zijp, M., 2017. *ReCiPe 2016 v1.1 - A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level: Report I. Characterization* (No. RIVM Report 2016-0104a). National Institute for Public Health and the Environment, Bilthoven, The Netherlands.