

# Produkty osobní péče a jejich udržitelnost

**Bc. Martina Hájková, Ing. Jan Pešta, Mgr. Ing. Marek Martinec, Ph.D., prof. Ing. Vladimír Kočí, Ph.D., MBA, VŠCHT v Praze**

## Souhrn

*Udržitelnost produktů osobní péče má čím dál větší roli v přístupu „product excellence“ společností a stává se častým předmětem zájmů vědeckých pracovišť i samotných spotřebitelů. Jedním z cílů v této oblasti je hledání udržitelnějších způsobů balení výrobků osobní hygieny.*

*V příspěvku jsou porovnávány environmentální dopady životního cyklu šesti obalů tuhých a tekutých mýdel určených pro mytí rukou. Výběr obalů byl proveden tak, aby pokryl celkovou nabídku na současném českém trhu. Určení míry environmentální udržitelnosti obalů vyžaduje kvantifikování všech dopadů na životní prostředí. Nejvhodnější nástroj pro takové posouzení je mezinárodně standardizovaná metoda Life Cycle Assessment (LCA), při které dochází k vyčíslení environmentálních dopadů v rámci celého životního cyklu daného produktu. V tomto konkrétním případě byla LCA analýza realizována s důrazem na odpadové hospodářství jednotlivých druhů obalů. Provedení materiálové analýzy odhalilo obtížnost recyklace obalů na tekutá mýdla. Z výsledků této práce zároveň vyplynulo, která fáze životního cyklu obalů nejvíce ovlivňuje životní prostředí nepříznivým způsobem. Dále byl z výsledků určen obal, který je spojen s nejmenšími environmentálními dopady.*

**Klíčová slova:** sustainability, LCA (Life Cycle Assessment) method, personal care products, packaging,

## Úvod

Obaly na výrobky osobní hygieny tvoří významnou část tuhého komunálního odpadu. Mýdla na mytí rukou najdeme v každé budově se sociálním zařízením, zároveň je používají všichni bez rozdílu, a tak jsou velmi častou položkou nákupu drogistického zboží. Po propuknutí pandemie COVID19 byla dokonce zaznamenána růstová tendence nákupů mýdel a jiných dezinfekčních hygienických prostředků<sup>1</sup>. Předpokládá se, že při upevňování hygienických návyků spotřebitelů se bude tržní poptávka po detergitech do budoucna nadále zvyšovat<sup>2</sup>.

Cílem této práce bylo se zaměřit na porovnání různých druhů obalů na tuhá a tekutá mýdla s použitím metody Life Cycle Assessment (LCA). Tato metoda umožňuje vyhodnotit environmentální dopady produktů v rámci jejich celého životního cyklu a kvantifikovat příspěvky z procesů k jednotlivým kategoriím dopadu<sup>3</sup>. Výsledek má sloužit k informování široké veřejnosti a pomoci tak spotřebitelům s rozhodováním při nákupu těchto výrobků.

## Metoda Life Cycle Assessment

Posuzování životního cyklu LCA (Life Cycle Assessment) je analytická iterativní metoda hodnocení environmentálních dopadů výrobků, služeb či technologií. Důležitost této metody spočívá v pochopení environmentálního dopadu systémů, které tvoříme a používáme, s ohledem na jejich celý životní cyklus od získání a výroby výchozích materiálů přes proces výroby samotného produktu až po jeho odstranění, opětovného využití či recyklaci, tzv. od kolébky do hrobu (cradle-to-grave).

Metoda LCA je rozdělena na 4 fáze, přičemž první spočívá v definici cílů a rozsahu analýzy. V této fázi se specifikuje rozsah, a to především hranice systému, předpoklady a omezení. Cíl studie představuje, komu bude studie určena, jak bude použita a jaký je její účel. Definuje se funkce a funkční jednotka produktu. Je nutné určit také referenční tok, který slouží k naplnění funkční jednotky a srovnání jednotlivých scénářů. Další fází je inventarizační analýza LCI (Life Cycle Inventory), která se zabývá kvantifikací materiálových a energetických toků. Výstupem je soubor dat (ekovektor) vstupujících a vystupujících toků přes hranici produktového systému, který je prezentován v inventarizačních

tabulkách. Výsledky inventarizace sdělují, kolik a jakých látek nám do systému vstupuje a kolik z něj vystupuje. Následuje fáze posuzování dopadů životního cyklu LCIA (Life Cycle Impact Assessment). Posuzování začíná klasifikací, kdy se inventarizační údaje přiřadí k jednotlivým kategoriím dopadu. Na základě tohoto úkonu se provádí charakterizace, která jednotkově vyčíslí míru dopadové kategorie. Aby bylo možné data srovnávat, je v neposlední řadě nutné provést normalizaci dat. V závěrečné fázi se shrnou významná zjištění z LCI a LCIA pro každý posuzovaný produkt formou přehledných tabulek nebo grafů a jsou podrobeny pečlivému zhodnocení<sup>3,4,5</sup>.

## Vybrané obaly

Hlavní složku posuzovaného systému tvoří obaly. Výběr obalu byl uskutečněn tak, aby pokryl rozmanitou trhovou nabídku a každý obal se lišil od ostatních svým materiálovým složením a vlastnostmi. Na některých částech obalu nebylo materiálové složení uvedeno. Z tohoto důvodu byla provedena povrchová analýza NIR a FTIR, která materiály identifikovala. Konkrétní materiálové složení shrnuje **tabulka č.1**.

**Tabulka 1: Materiálové složení obalů na mýdla v rámci přijatých předpokladů**

Název produktu	Druh materiálu	Σ hmotnost
		g
Almara	papír	4
Nivea	papír	6,6
Palmolive	papír	3,4
Authentic Toya Aroma náhradní náplň	HDPE	45,1
	PP	3,4
Today náhradní náplň	PE	13,8
	PP	0,9
Today dávkovač	PET	24
	PE	6,2
	PP	5,4
	kov	0,8



**Obr. 1: Obaly vybrané pro analýzu**

## Definice cílů a rozsahu

Cílem této práce bylo vypracovat srovnávací analýzu šesti profilových obalů na tuhá a tekutá mýdla s ohledem na životní prostředí, přičemž se usilovalo o získání třech poznatků, a to (1) kvantifikovat dopady obalů na životní prostředí, (2) určit původ hlavních dopadů, a (3) porovnat obaly mezi sebou a vyhodnotit environmentálně nejšetrnější. Jako funkční jednotka bylo zvoleno „umytí rukou mýdlem 100krát“. U tuhého mýdla jedno umytí představuje mydlení pod vodou po dobu 10 sekund a u tekutého jsou to dvě dávky dávkovačem na mýdlo.

Do systému byly zahrnuty hlavní procesy, energetické a materiálové toky tykající se životního cyklu obalů na mýdla. Některé dílčí procesy byly ze systému vyřazeny. Nepovedlo se sesbírat dostatečné množství dat, aby mohly být součástí systému. Do systému nebyly zahrnuty procesy spojené s terciálními a sekundárními obaly, balením mýdla do příslušného obalu, proces potisku obalů či tisku etiket a jejich lepení, ani proces dopravy z distribuční sítě na obchodní pobočku a poté do domácnosti zákazníka.

Aby bylo možné popsat odpadové hospodářství s co největší jistotou, byl pro každou možnost ukončení životního cyklu obalu vypracován samostatný scénář. Procentuální rozdělení odpadového scénáře bylo provedeno následujícím způsobem: Veškeré obaly na tuhá mýdla jsou z papíru. První scénář předpokládal 88 % recyklaci papíru a 0,12 % spálení odpadu v ZEVO<sup>6</sup>. Další scénáře předpokládaly 100 % spálení odpadu v ZEVO a 100 % odstranění odpadu na skládce. Obaly na tekutá mýdla jsou ze směsi různých plastů, proto nebylo předpokládáno, že by se mohly recyklovat. Z tohoto důvodu byly provedeny pouze dva scénáře, a to 100 % spálení odpadu v ZEVO a 100 % odstranění odpadu na skládce.

## Inventarizační analýza LCI (Life Cycle Inventory)

Vstupující data týkající se jednotkového procesu byla získána zvážením mýdla bez obalu a po sto použitích (viz **tab. 2**). Také hmotnosti materiálů byly získány zvážením (viz **tab. 1**).

**Tabulka 2:** Hmotnosti mýdel před začátkem experimentu a referenční toky

Název produktu	Hmotnost mýdla na počátku	Hmotnost mýdla na 100 použití
	g	g
Nivea	99,8	53,5
Palmolive	88,9	48,1
Almara	107,8	50,8
Today náhradní náplň	775,8	185,1
Authentic Toya Aroma náhradní náplň	629,5	185,8
Today dávkovač	514,2	245,9

## Princip hodnocení dopadů

V LCA studii byla data normalizována a vážena podle metodiky CML 2001- verze Jan. 2016, Evropa, bez biogenního uhlíku, regionální ekvivalenty. Pro LCA analýzu byl použit software GaBi 9.5, který vyvinula německá společnost Thinkstep-anz, ale v současné chvíli software vlastní a spravuje americká společnost Sphera. Software poskytuje snadno přístupnou a neustále aktualizovanou databázi obsahu, která podrobně popisuje náklady, energii a dopad na životní prostředí při získávání a zpracování každé suroviny<sup>7</sup>.

## Výsledky

Následující tabulky obsahují převedené ekovektory produktových systémů na veličiny, které určují míru zasažení různých problémových oblastí v životním prostředí. Výsledky environmentálních dopadů jednotlivých scénářů jsou vyhodnoceny podle metodiky CML 2001- Jan. 2016.

**Tabulka 3:** Výsledky indikátorů kategorií dopadů obalů na tuhá mýdla část 1. (verze CML 2001- Jan. 2016), vztaženo k funkční jednotce

Kategorie dopadu	Almara		Palmolive		
	recyklace, ZEVO	Almara skládka	Nivea skládka	recyklace, ZEVO	Palmolive ZEVO
Vyčerpání abiotických zdrojů (prvky) [kg Sb eq.]	1,33E-09	1,37E-09	2,30E-09	2,16E-09	2,27E-09
Vyčerpání abiotických zdrojů (fosílie) [MJ]	0,04	0,0462	0,0809	0,153	0,138
Acidifikace [kg SO <sub>2</sub> eq.]	1,35E-05	1,50E-05	2,61E-05	4,67E-05	4,44E-05
Eutrofizace [kg PO <sup>4-</sup> eq.]	3,90E-06	5,43E-06	9,32E-06	1,23E-05	1,22E-05
Ekotoxicita (sladkovodní) [kg DCB eq.]	1,48E-05	1,57E-05	2,77E-05	5,96E-05	5,90E-05
Potenciál globálního oteplování [kg CO <sub>2</sub> eq.]	0,00307	0,00686	0,0117	0,0115	0,0101
Humánní toxicita [kg DCB eq.]	0,000185	0,000195	0,000329	0,000358	0,000356
Ekotoxicita (mořská) [kg DCB eq.]	0,137	0,129	0,219	0,274	0,479
Úbytek stratosférického ozónu [kg R11 eq.]	6,39E-14	6,45E-14	1,06E-13	5,53E-14	5,42E-14
Tvorba troposférického ozónu [kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq.]	-1,67E-06	-5,31E-07	-1,39E-06	-1,45E-05	-1,47E-05
Exotoxicita (terestrická) [kg DCB eq.]	7,61E-06	1,13E-05	1,95E-05	2,81E-05	2,73E-05

**Tabulka Chyba!** V dokumentu není žádný text v zadaném stylu.: Výsledky indikátorů kategorií dopadů obalů na tuhá mýdla část 2. (verze CML 2001- Jan. 2016), vztaženo k funkční jednotce

Kategorie dopadu	Almara	Nivea	Palmolive	
	ZEVO	recyklace, ZEVO	Nivea ZEVO	skládka
Vyčerpání abiotických zdrojů (prvky) [kg Sb eq.]	1,46E-09	2,24E-09	2,45E-09	2,19E-09
Vyčerpání abiotických zdrojů (fosílie) [MJ]	0,0231	0,0707	0,0427	0,158
Acidifikace [kg SO <sub>2</sub> eq.]	1,08E-05	2,37E-05	1,93E-05	4,79E-05
Eutrofizace [kg PO <sup>4-</sup> eq.]	3,85E-06	6,79E-06	6,70E-06	1,36E-05
Ekotoxicita (sladkovodní) [kg DCB eq.]	1,41E-05	2,63E-05	2,52E-05	6,03E-05
Potenciál globálního oteplování [kg CO <sub>2</sub> eq.]	0,00142	0,00542	0,00269	0,0147
Humánní toxicita [kg DCB eq.]	0,000182	0,000313	0,000309	0,000367
Ekotoxicita (mořská) [kg DCB eq.]	0,379	0,232	0,631	0,267
Úbytek stratosférického ozónu [kg R11 eq.]	6,26E-14	1,05E-13	1,03E-13	5,59E-14
Tvorba troposférického ozónu [kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq.]	-1,9E-06	-3,27E-06	-3,70E-06	-1,35E-05
Exotoxicita (terestrická) [kg DCB eq.]	6,64E-06	1,34E-05	1,18E-05	3,13E-05

**Tabulka 5:** Výsledky indikátorů kategorií dopadů obalů na tekutá mýdla (verze CML 2001- Jan. 2016), vztaženo k funkční jednotce

Kategorie dopadu	Today dávkovač skládka	Today náplň skládka	Toya skládka	Today dávkovač ZEVO	Today náplň ZEVO	Toya ZEVO
Vyčerpání abiotických zdrojů (prvky) [kg Sb eq.]	5,86E-07	7,85E-09	2,42E-08	5,87E-07	6,33E-09	2,19E-08
Vyčerpání abiotických zdrojů (fosílie) [MJ]	3,05	1,31	3,96	2,52	0,944	2,78
Acidifikace [kg SO <sub>2</sub> eq.]	0,000319	0,000115	0,000279	0,000215	4,55E-05	5,77E-05
Eutrofizace [kg PO <sup>4-</sup> eq.]	4,51E-05	2,01E-05	4,20E-05	3,41E-05	1,27E-05	1,96E-05
Ekotoxicita (sladkovodní) [kg DCB eq.]	0,000715	0,000378	0,0011	0,000676	0,000345	0,00102
Potenciál globálního oteplování [kg CO <sub>2</sub> eq.]	0,134	0,0485	0,138	0,169	0,056	0,164
Humánní toxicita [kg DCB eq.]	0,0035	0,00177	0,00514	0,00269	0,00118	0,00341
Ekotoxicita (mořská) [kg DCB eq.]	7,73	2,44	7,62	7,21	1,68	6,11
Úbytek stratosférického ozónu [kg R11 eq.]	3,50E-13	1,31E-13	4,79E-13	3,40E-13	3,08E-14	3,04E-13
Tvorba troposférického ozónu [kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq.]	1,43E-05	7,89E-07	3,09E-05	5,07E-07	-5,45E-06	1,08E-05
Exotoxicita (terestrická) [kg DCB eq.]	0,000318	0,000118	0,000354	0,000235	7,01E-05	0,000202

**Tabulka 6:** Normalizované a vážené výsledky indikátorů kategorií dopadů obalů na tuhá mýdla část 1. (verze CML 2001- Jan. 2016, Evropa, bez biogenního uhlíku, regionální ekvivalenty), vtaženo k funkční jednotce

Kategorie dopadu	Almara recyklace, ZEVO	Almara skládka	Almara ZEVO	Nivea recyklace, ZEVO	Nivea skládka
Vyčerpání abiotických zdrojů (prvky)	4,69E-17	4,81E-17	5,14E-17	7,90E-17	8,08E-17
Vyčerpání abiotických zdrojů (fosílie)	7,30E-15	8,43E-15	4,21E-15	1,28E-14	1,48E-14
Acidifikace	4,58E-15	5,08E-15	3,68E-15	8,00E-15	8,86E-15
Eutrofizace	1,37E-15	1,91E-15	1,35E-15	2,39E-15	3,27E-15
Ekotoxicita (sladkovodní)	4,39E-16	4,64E-16	4,19E-16	7,79E-16	8,21E-16
Potenciál globálního oteplování	5,18E-15	1,16E-14	2,39E-15	9,03E-15	1,97E-14
Humánní toxicita	2,41E-15	2,53E-15	2,37E-15	4,07E-15	4,28E-15
Ekotoxicita (mořská)	1,90E-14	1,79E-14	5,25E-14	3,34E-14	3,04E-14
Úbytek stratosférického ozónu	3,38E-20	3,41E-20	3,31E-20	5,58E-20	5,64E-20
Tvorba troposférického ozónu	-6,17E-15	-1,96E-15	-7,15E-15	-1,21E-14	-5,14E-15
Exotoxicita (terestrická)	4,06E-16	6,05E-16	3,55E-16	7,14E-16	1,04E-15

**Tabulka 7:** Normalizované a vážené výsledky indikátorů kategorií dopadů obalů na tuhá mýdla část 2. (verze CML 2001- Jan. 2016, Evropa, bez biogenního uhlíku, regionální ekvivalenty), vtaženo k funkční jednotce

Kategorie dopadu	Nivea ZEVO	Palmolive recyklace, ZEVO	Palmolive skládka	Palmolive ZEVO
Vyčerpání abiotických zdrojů (prvky)	8,62E-17	7,60E-17	7,70E-17	7,98E-17
Vyčerpání abiotických zdrojů (fosílie)	7,79E-15	2,78E-14	2,88E-14	2,52E-14
Acidifikace	6,54E-15	1,58E-14	1,63E-14	1,51E-14
Eutrofizace	2,35E-15	4,31E-15	4,77E-15	4,29E-15
Ekotoxicita (sladkovodní)	7,46E-16	1,77E-15	1,79E-15	1,75E-15
Potenciál globálního oteplování	4,53E-15	1,93E-14	2,48E-14	1,70E-14
Humánní toxicita	4,01E-15	4,66E-15	4,77E-15	4,63E-15
Ekotoxicita (mořská)	8,75E-14	3,86E-14	3,71E-14	6,65E-14
Úbytek stratosférického ozónu	5,47E-20	2,93E-20	2,96E-20	2,87E-20
Tvorba troposférického ozónu	-1,37E-14	-5,37E-14	-5,01E-14	-5,45E-14
Exotoxicita (terestrická)	6,31E-16	1,50E-15	1,67E-15	1,46E-15

**Tabulka 8:** Normalizované a vážené výsledky indikátorů kategorií dopadů obalů na tekutá mýdla (verze CML 2001- Jan. 2016, Evropa, bez biogenního uhlíku, regionální ekvivalenty), vtaženo k funkční jednotce

Kategorie dopadu	Today dávkovač skládka	Today dávkovač ZEVO	Today náplň skládka	Today náplň ZEVO	Toya skládka	Toya ZEVO
Vyčerpání abiotických zdrojů (prvky)	2,07E-14	2,07E-14	2,76E-16	2,23E-16	8,50E-16	6,74E-16
Vyčerpání abiotických zdrojů (fosílie)	5,68E-13	4,59E-13	2,39E-13	1,72E-13	7,22E-13	5,03E-13
Acidifikace	1,11E-13	7,30E-14	3,90E-14	1,54E-14	9,45E-14	1,68E-14
Eutrofizace	1,67E-14	1,20E-14	7,05E-15	4,46E-15	1,47E-14	6,21E-15
Ekotoxicita (sladkovodní)	2,14E-14	2,01E-14	1,12E-14	1,02E-14	3,26E-14	2,94E-14
Potenciál globálního oteplování	2,33E-13	2,85E-13	8,18E-14	9,44E-14	2,33E-13	2,75E-13
Humánní toxicita	4,65E-14	3,50E-14	2,30E-14	1,53E-14	6,69E-14	4,15E-14
Ekotoxicita (mořská)	1,12E-12	9,99E-13	3,38E-13	2,32E-13	1,06E-12	7,10E-13
Úbytek stratosférického ozónu	2,33E-19	1,80E-19	6,96E-20	1,63E-20	2,54E-19	7,86E-20
Tvorba troposférického ozónu	3,96E-14	1,88E-15	2,92E-15	-2,02E-14	1,14E-13	3,83E-14
Exotoxicita (terestrická)	1,74E-14	1,26E-14	6,31E-15	3,75E-15	1,89E-14	1,05E-14

## Diskuse

### *Identifikace významných kategorií dopadu a jejich původ*

Z LCA analýzy byly identifikovány významné kategorie dopadu a jejich původ. Ve všech scénářích se mořská ekotoxicita projevila jako nejdominantnější kategorie dopadu. To je zapříčiněno převážně kvůli emisím do atmosféry. Bylo zjištěno, že životní cyklus obalů přispívá z 80-70 % k anorganickým emisím do ovzduší, které způsobují mořskou ekotoxicitu. Zbylé procenta představují emise do sladké vody a v případě papírových obalů se objevilo emisní znečištění mořské vody. Na emisích obalů na tuhá mýdla se nejvíce podílejí procesy spojené s výrobou papíru, spotřeby motorové nafty a způsoby odstranění odpadu. Dopad na mořskou ekotoxicitu je u obalů na tekutá mýdla způsobený výhradně procesem tvorby primárního obalu. Tvorba plastových obalů vyžaduje použití značného množství elektřiny. Energetický mix odpovídající momentálnímu stavu v České republice obsahuje 42,9 % energie ze spalování lignitu, což přispěvek k mořské ekotoxicitě velmi významně navyšuje. Použití jiného energetického mixu (např. s větším podílem energie z fotovoltaické elektrárny) by vedlo ke snížení dopadu na tuto kategorii.

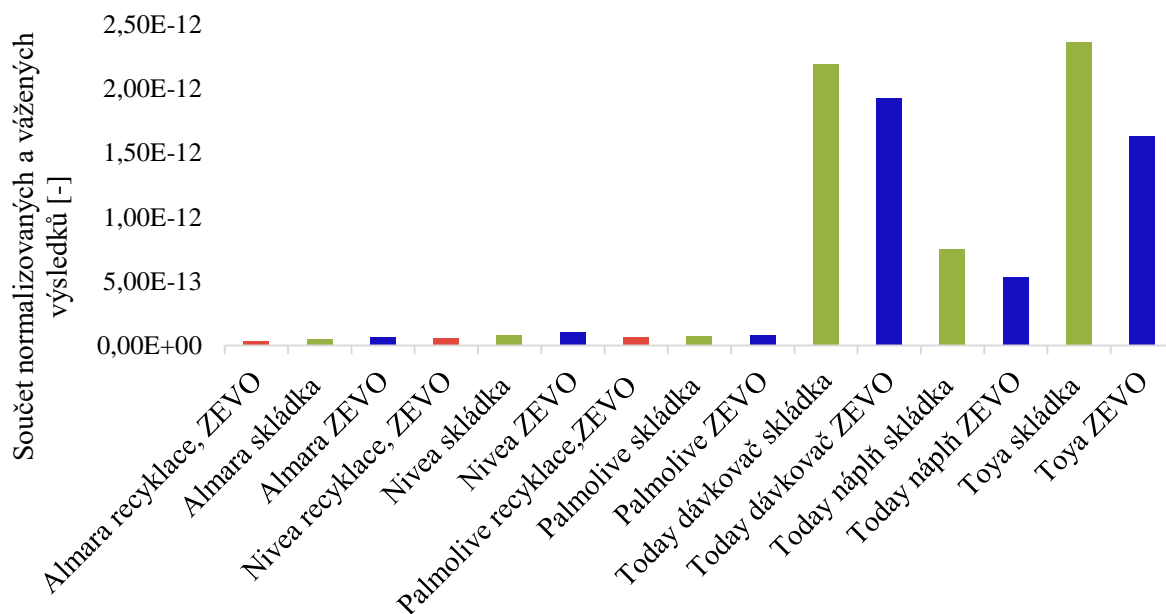
Další významnou kategorií dopadu bylo určeno vyčerpání abiotických zdrojů fosilních paliv. Vzhledem k charakteru této práce bylo předpokládáno, že především dojde k čerpání zdrojů ropy. To se také ve všech případech potvrdilo. Největší depleci ropy způsobuje výroba surovin na tvorbu plastového obalu. Motorová nafta spotřebovaná na přepravu obalů tvoří pouze jednotky procent celkového čerpání ropy, a to i ve scénářích, kde byla zjištěna nejdelší přepravní vzdálenost obalu. V menší míře dochází k čerpání hnědého, černého uhlí a zemního plynu. U papírových obalů převažuje spotřeba paliva na dopravu obalu nad výrobou papíru.

Celkové množství CO<sub>2</sub> a dalších skleníkových plynů vyjádřených jako CO<sub>2</sub> ekvivalenty uvolněných do atmosféry označuje uhlíková stopa. Uhlíkové stopy scénářů jsou zvýrazněny v **tab. 3** až **5**. Nejvyšší uhlíková stopa 0,169 kg CO<sub>2</sub> eq. náleží dávkovači Today odstraněnému v ZEVO. Naopak nejnižší uhlíková stopa má hodnotu o dva řády nižší, a to konkrétně 0,00142 kg CO<sub>2</sub> eq. a patří Almara sáčku odstraněnému v ZEVO.

### *Vyhodnocení podle způsobu odstranění odpadu*

Z LCA analýzy vyplynulo, že v rámci odpadového hospodářství obalových materiálů z papíru mají scénáře s částečnou recyklací odpadu nižší dopady na životní prostředí než scénáře se skládkování či spalování odpadu (viz **obr. 2**). Avšak jedná se o scénář, který lze považovat v praxi za nejméně častý. Přestože má Česká republika velmi hustou sběrnou síť pro tříděný odpad, v recyklaci oproti evropskému průměru zaostává<sup>8</sup>.

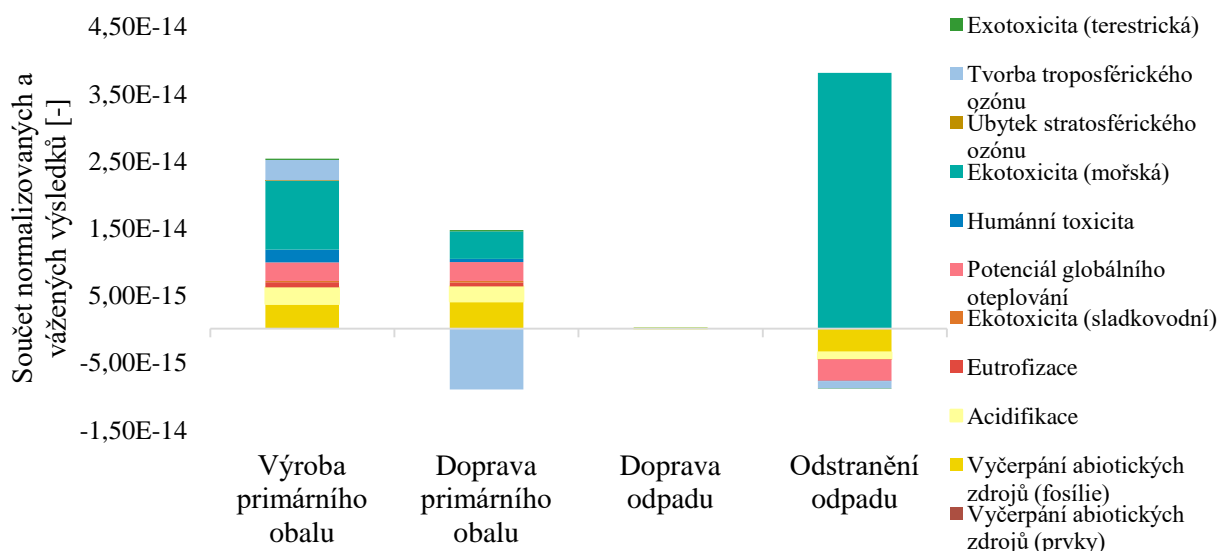
Z **obr. 2** si lze všimnout rozdílu ve výsledcích skládkování a spalování obalů z odlišného materiálu. Zatímco papírové obaly je výhodnější odstranit na skládce, u plastových obalů dopadly lépe výsledky s odstraněním obalového odpadu spálením v ZEVO. Za tento jev může kalkulace benefitů ze spálení odpadu. Čím více vznikne z tohoto procesu do budoucna využitelné energie, tím se zmírní výsledné dopady na životní prostředí.



**Obr. 1:** Součet normalizovaných a vážených výsledků kategorií dopadu všech obalů na mýdla (verze CML 2001- Jan. 2016, Evropa, bez biogenního uhlíku, regionální ekvivalenty), hodnoty vztaženy k funkční jednotce

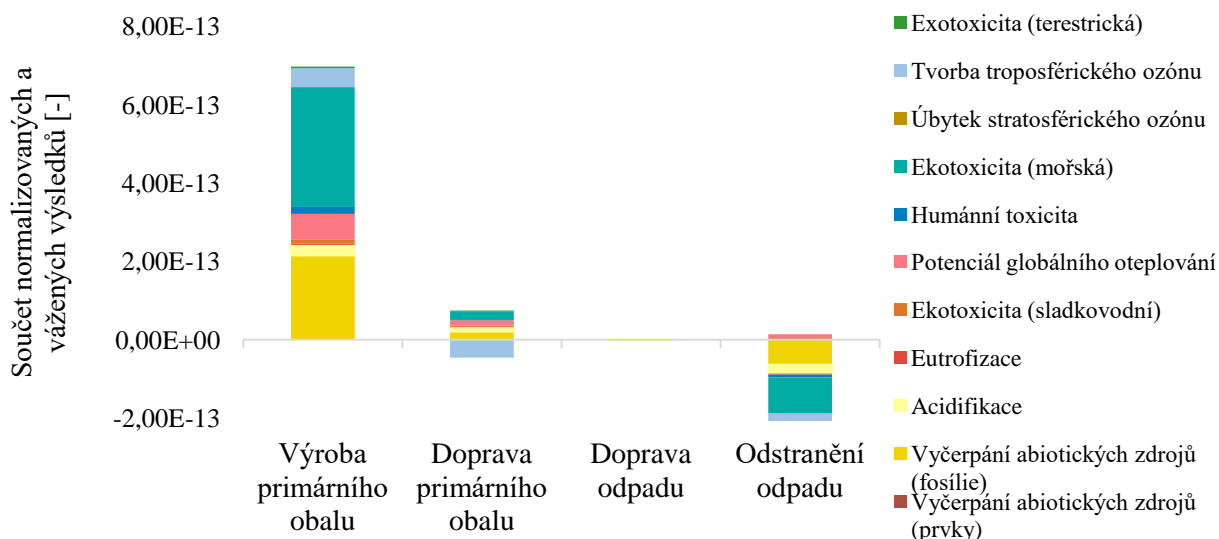
### Vyhodnocení podle materiálu

Z výsledků lze najít souvislost mezi mírou zatížení životního prostředí pocházející z výroby obalu a hmotností obalu. Obaly na tuhá mýdla a tuhá mýdla samotná mají menší hmotnost, protože přijdou do kontaktu s vodnou složkou až během samotného používání. Z **tab. 2** je patrné, že na umytí tuhým mýdlem se spotřebuje menší gramáž mýdla. Tekutá mýdla vodu obsahují už od samého začátku, spotřeba mýdla je vyšší a zároveň mají větší požadavky na druh obalového materiálu. Konstrukce obalu je energeticky náročná. Výchozí materiál těchto obalů tvoří plast, který zabraňuje změně užitkových vlastností mýdla, ale současně přispívá k vyčerpání abiotických fosilních zdrojů. Nárůst tohoto dopadu lze pozorovat při porovnání **obr. 3** a **obr. 4**. Samotná výroba obalu má na životní prostředí oproti dopadům plynoucím z dopravy a odpadového hospodářství daleko větší vliv. Výsledky jednoznačně označily výrobu obalů na tekutá mýdla jako ekologicky nejméně příznivý scénář. V rámci kategorií „tuhé“ či „tekuté“ nebyly zaznamenány významné rozdíly.





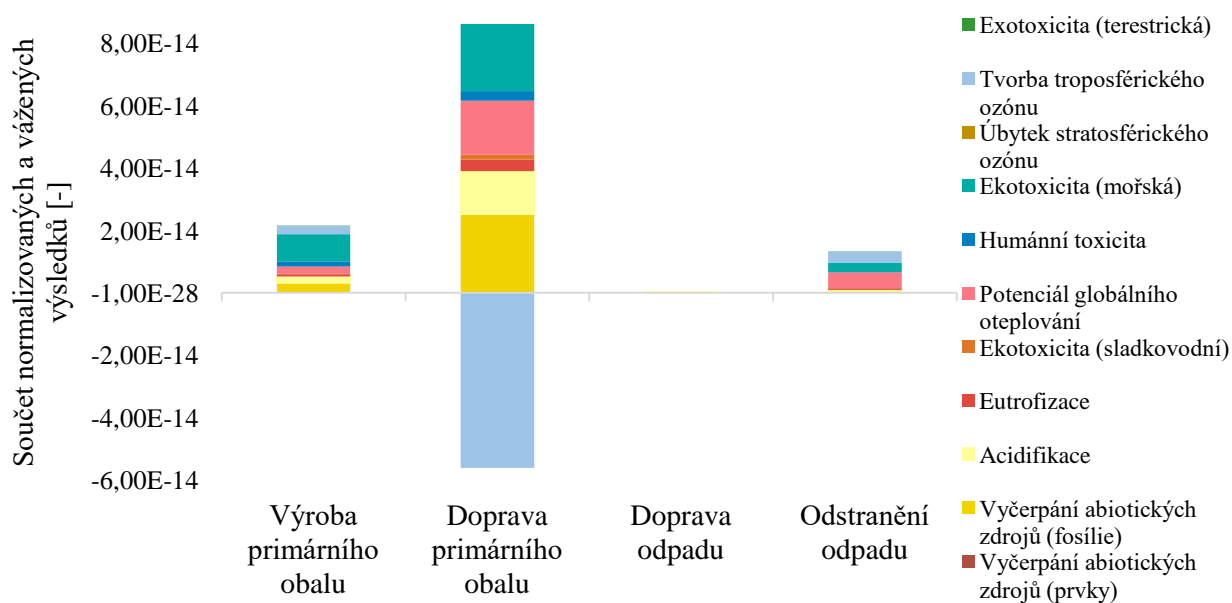
**Obr. 2:** Součet normalizovaných a vážených výsledků kategorií dopadu obalu Almara odstraněném v ZEVO (verze CML 2001- Jan. 2016, Evropa, bez biogenního uhlíku, regionální ekvivalenty), hodnoty vztaheny k funkční jednotce



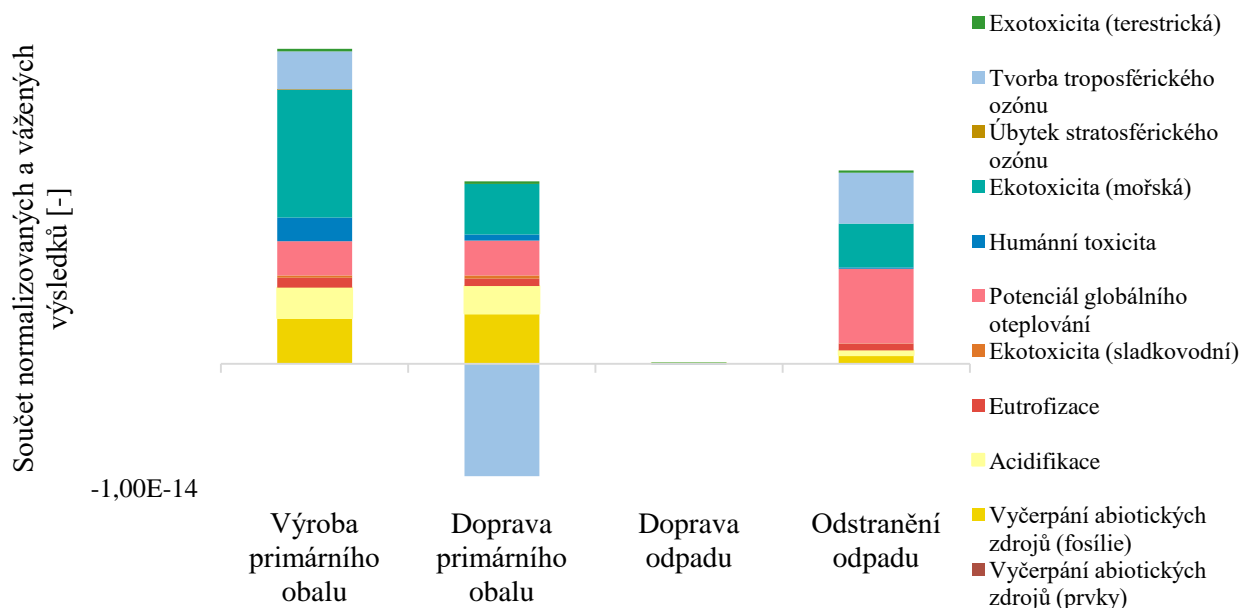
**Obr. 3:** Součet normalizovaných a vážených výsledků kategorií dopadu náplně Today odstraněné v ZEVO (verze CML 2001- Jan. 2016, Evropa, bez biogenního uhlíku, regionální ekvivalenty), hodnoty vztaheny k funkční jednotce

### Vyhodnocení podle dopravy

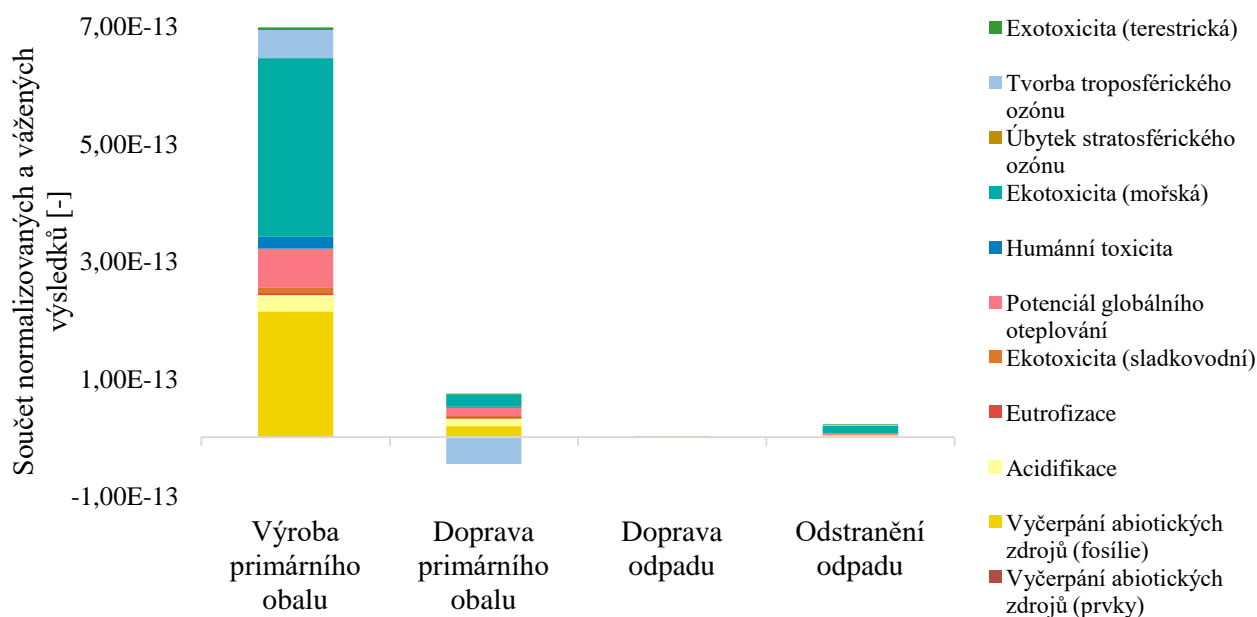
Nejdelší dopravní vzdálenost absolvoval obal značky Palmolive. Při porovnání grafického znázornění dopravy primárního obalu na **obr. 5** a **obr. 6** je patrný nárůst všech kategorií dopadu způsobený rozdílnou vzdáleností. Pokud tedy byla doprava realizována ze vzdálenější destinace, promítlo se to výrazně ve výsledcích v měřítku dané kategorie. Pokud se porovnají jednotlivé fáze životního cyklu na **obr. 5** s výsledky tekutých obalů na **obr. 7**, lze dopady vzniklé z přepravy primárního obalu označit ve srovnání s dopady z výroby obalů tekutých mýdel za marginální. To znamená, že pokud by byl obal transportován na delší vzdálenost, na výsledcích obalů tekutých mýdel by se to nijak významně neprojevilo.



**Obr. 4:** Součet normalizovaných a vážených výsledků kategorií dopadu obalu Palmolive odstraněném na skládce (verze CML 2001- Jan. 2016, Evropa, bez biogenního uhlíku, regionální ekvivalenty), hodnoty vztaženy k funkční jednotce



**Obr. 5:** Součet normalizovaných a vážených výsledků kategorií dopadu obalu Almara odstraněném na skládce (verze CML 2001- Jan. 2016, Evropa, bez biogenního uhlíku, regionální ekvivalenty), hodnoty vztaženy k funkční jednotce

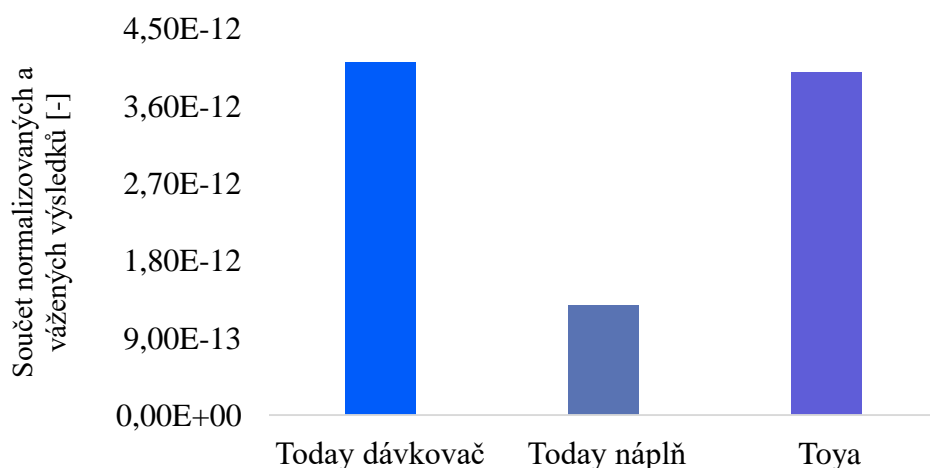


**Obr. 6:** Součet normalizovaných a vážených výsledků kategorií dopadu náplně Today odstraněné na skládce (verze CML 2001- Jan. 2016, Evropa, bez biogenního uhlíku, regionální ekvivalenty), hodnoty vztaženy k funkční jednotce

### Celkové vyhodnocení obalů

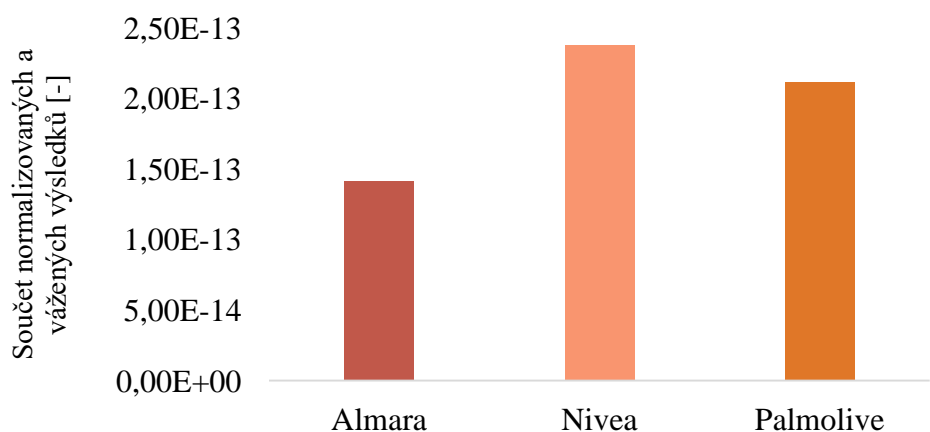
Po zhodnocení všech testovaných aspektů vychází z environmentálního pohledu jako nejméně vhodný dávkovač Today (viz **obr. 8**). Tento obal je konstruován tak, že se skládá s ohledem na ostatní vybrané obaly z nejvíce částí a zároveň má velmi rozmanité materiálové složení. Kromě plastu obsahuje

kov a sklo. Při zakoupení tohoto dávkovače je výhodnější dokoupit do něj náplň, kterou reprezentuje Today náplň, než dávkovač vyhodit a koupit nový. Pokud by se na doplnění mýdla použila náplň z tvrdého plastu, kterou zastupuje obal Toya, z **obr. 2** je patrné, že by se to vyplatilo pouze v případě, kdyby náplň byla odstraněna v ZEVO.



**Obr. 7:** Součet celkových dopadů scénářů obalů na tekutá mýdla, hodnoty vztaženy k funkční jednotce

Naopak výrazně nižší hodnoty indikátorů kategorií dopadu měly obaly na tuhá mýdla. Z **obr. 9** vyplývá, že nejlépe dopadl obal značky Almara. O něco hůře skončil Palmolive, a to i přestože měl menší hmotnost než obal Almara. Na výsledku se projevila dopravní vzdálenost. Pokud by byl tento typ obalu dovážen do ČR z bližší lokality, mohly by výsledky dopadnout lépe. Je důležité zmínit, že tento papírový obal má na povrchu polymerní vrstvu z poly(ethylen-co-vinylacetátu), což znesnadňuje jeho biologickou rozložitelnost. Pokud by se provedla analýza, která by zahrнула tuto polymerní vrstvu, mohl by obal značky Palmolive dopadnout hůře než Nivea. Nicméně v této profilové studii dopadl obal Nivea nejhůře ze všech tuhých mýdel.



**Obr. 8:** Součet celkových dopadů scénářů obalů na tuhá mýdla, hodnoty vztaženy k funkční jednotce

## Závěr

Ze studie, která se věnovala porovnání šesti obalů na tuhá a tekutá mýdla pomocí LCA analýzy, vyplývá následující:

- Celý životní cyklus obalů na tuhá mýdla je spojen s výrazně nižšími dopady na životní prostředí v porovnání s obaly na tekutá mýdla.
- Jako nejvhodnější scénář z hlediska odpadového hospodářství se ukázala recyklace obalů na tuhá mýdla. Obaly na tekutá mýdla je obtížně kvůli různorodému materiálovému složení

recyklovat, a proto je environmentálně výhodnější odstranit obalový odpad v ZEVO a získat z něj benefity ve formě energie než obaly odstranit na skládce. Z analýzy vyplynulo, že životní cyklus obalů na tuhá mýdla má menší dopady, pokud místo spalení jsou odstraněny na skládce.

- Fáze výroby surovin a primárního obalu na tekuté mýdlo byla identifikována jako fáze s výrazně vyššími dopady na životní prostředí ve srovnání s dopravou primárního obalu, dopravou v rámci odpadového hospodářství a odstraněním odpadu. Podíl příspěvků jednotlivých fází životního cyklu s nepříznivými environmentálními dopady se u obalů na tuhá mýdla lišil v závislosti na daném scénáři.
- Pokud se dojezdová vzdálenost přepravy primárního obalu liší cca pětinasobně oproti průměrné dojezdové vzdálenosti, promítne se to pouze na výsledcích tuhých mýdel. Na výsledky obalů tekutých mýdel má navýšení transportní vzdálenosti minoritní vliv.
- Papírový sáček na Almara mýdlo byl ze všech posuzovaných obalů vyhodnocen jako environmentálně nejšetrnější. Dávkovač na tekuté mýdlo od značky Today měl naopak největší dopady na životní prostředí.
- Z indikátorů kategorií dopadu zasáhl životní cyklus obalů na mýdla nejvíce mořskou ekotoxicitu, vyčerpání abiotických zdrojů fosilních paliv a globální oteplování. Nejnižší dopad v kategorii globální oteplování byl vyčíslen pro papírový sáček odstraněný v ZEVO na 0,00142 kg CO<sub>2</sub> eq.. Naopak nejvyšší hodnota dopadu (0,169 kg CO<sub>2</sub> eq.) patřila dávkovači Today, který byl také odstraněn v ZEVO.
- Z LCA analýzy vyplynulo, že je environmentálně udržitelnější dávkovač na tekuté mýdlo doplnit náhradní náplní Today z tenkého plastu než dávkovač použit jen jednou a pořídit nový. Pokud by se dávkovač doplnil náhradní náplní Toya z tvrdého plastu, a ta by byla odstraněna na skládce, dopady této náplni by převýšily dopady dávkovače.

Z prezentovaných výsledků vyplývá, že preference nákupu tuhých mýdel nad tekutými by mohla vést ke výraznému snížení dopadů na životní prostředí. Zároveň je potřeba významně přehodnotit dosavadní recyklační systém a rozšířit síť bezobalových prodejen v České republice. Pro komplexnější a přesnější přehled o dané problematice by další studie mohla do posuzovaného systému zahrnout životní cyklus jednotlivých mýdel.

## Literatura

1. Fact.MR. *Hand Soap Market By Pack Size (100 ml to 200 ml, 200 ml to 500 ml, 500 ml to 1L, 1L to 5L), By Application (Industrial, Medical & Clinical, Household), By Sales Channel (Retail Stores, Hyper Markets, Big-box retailers, Pharmacies)- Global Market Insights 2020-2030* [online]. [cit. 2022-05-03]. Dostupné z: <https://www.factmr.com/report/4718/hand-soap-market>
2. Research and Markets. *Detergents Market - Growth, Trends, COVID-19 Impact, and Forecasts (2022 - 2027)* [online]. Mordor Intelligence, duben 2022 [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: <https://www.researchandmarkets.com/reports/5572627/detergents-market-growth-trends-covid-19>
3. KOČÍ, Vladimír. *Posuzování životního cyklu Life Cycle Assessment - LCA*. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, 2009. 263 stran. ISBN 9788086832425.
4. KOČÍ, Vladimír. *LCA a EPD stavebních výrobků: posuzování životního cyklu a environmentální prohlášení o produktu jako cesta k udržitelnému stavebnictví*. Praha: Česká rada pro šetrné budovy, 2012. 149 stran. ISBN 9788026035046.
5. SCHENCK, Rita. a Phillip WHITE. *Environmental Life Cycle Assessment: Measuring the Environmental Performance of Products*. American Center for Life Cycle Assessment: 2014. 322 stran. ISBN 9780988214552.
6. CENIA, *Statistická ročenka životního prostředí České republiky 2020*. [online]. Česká informační agentura životního prostředí: 2020, 593 stran. [cit. 2022-05-15] ISBN 978-80-7674-024-2.
7. THINKSTEP. *GaBi Life Cycle Engineering Suite* [online]. [cit. 2022-05-15] Dostupné z: [https://gabi.sphera.com/uploads/media/GaBi\\_Life\\_Cycle\\_Engineering\\_Suite\\_01.pdf](https://gabi.sphera.com/uploads/media/GaBi_Life_Cycle_Engineering_Suite_01.pdf)
8. European Environment Agency. *Municipal waste management across European countries* [online]. European Environment Agency: listopad 2016, [cit. 2022-05-25] Dostupné z:

[https://www.eea.europa.eu/publications/municipal-waste-management-across-european-countries/copy\\_of\\_municipal-waste-management-across-european-countries](https://www.eea.europa.eu/publications/municipal-waste-management-across-european-countries/copy_of_municipal-waste-management-across-european-countries)