

**MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

Projekt SP/II/2f1/16/07

**POROVNÁNÍ ENVIRONMENTÁLNÍCH DOPADŮ  
NÁPOJOVÝCH OBALŮ V ČR METODOU LCA**

Závěrečná zpráva

**Září 2009**

**Zadání práce podle smlouvy č. SP/II/2f1/16/07**

Objednatel: Ministerstvo životního prostředí  
odbor odpadů  
Vršovická 65  
100 10 Praha 10

Příjemce: Ing. Marie Tichá MT KONZULT  
Červený vrch 264/18,  
405 02 Děčín IV

Spolupříjemce: Ing. Bohumil Černík  
Rezlerova 310  
109 00 Praha 10

Odborná konzultace a poskytnutí vstupních údajů:

Dr. Ian Boustead  
Boustead Consulting Ltd.

|   |           |
|---|-----------|
| <b>ANOTACE</b> .....  | <b>8</b>  |
| <b>1. ÚVOD</b> .....  | <b>13</b> |
| <b>2. CÍL PRÁCE</b> .....   | <b>13</b> |
| <b>3. METODIKA PRÁCE</b> .....  | <b>13</b> |
| <b>4. POSUZOVÁNÍ ŽIVOTNÍCH CYKLŮ VYBRANÝCH DRUHŮ NÁPOJOVÝCH OBALŮ</b> ..... | <b>14</b> |
| 4.1 Stanovení cílu a rozsahu studie .....                                   | 14        |
| 4.1.1 Zamýšlené použití .....   | 14        |
| 4.1.2 Důvody pro vypracování studie.....                                    | 14        |
| 4.1.3 Zamýšlená skupina adresátů .....                                      | 14        |
| 4.1.4 Přístupnost veřejnosti .....  | 14        |
| 4.1.5 Posuzovaný produktový systém .....                                    | 14        |
| 4.1.6 Funkce produktového systému .....                                     | 15        |
| 4.1.7 Funkční jednotka .....  | 15        |
| 4.1.8 Hranice systému.....  | 15        |
| 4.1.9 Alokační postupy .....  | 16        |
| 4.1.10 Vybrané kategorie dopadu.....  | 16        |
| 4.1.11 Požadavky na údaje.....  | 16        |
| 4.1.12 Časový rozsah.....   | 16        |
| 4.1.13 Geografický rozsah .....   | 17        |
| 4.1.14 Předpoklady .....  | 17        |
| 4.1.15 Omezení .....  | 17        |
| 4.1.16 Kvalita údajů .....  | 17        |
| 4.1.17 Typ kritického přezkoumání .....                                     | 18        |
| 4.1.18 Typ a formát zprávy požadované pro studii.....                       | 18        |
| 4.2 Inventarizační analýza .....  | 18        |
| 4.2.1 Průzkum reálné situace v ČR .....                                     | 18        |
| 4.2.2 Sběr a zpracování údajů .....   | 22        |
| 4.2.3 Hodnocení kvality údajů.....  | 26        |
| 4.2.4 Výpočet výsledků inventarizační analýzy .....                         | 28        |

|  |           |
|--|-----------|
| 4.3 Posuzování dopadů nápojových obalů.....  | 38        |
| 4.3.1 Posuzování dopadu jednotlivých obalů .....   | 40        |
| 4.3.2 Posuzování dopadu skupin obalů.....  | 40        |
| 4.4 Interpretace .....   | 45        |
| 4.4.1 Identifikace závažných zjištění .....  | 45        |
| 4.4.2 Vyhodnocení .....  | 50        |
| 4.4.3 Závěry, omezení a doporučení .....   | 52        |
| <b>5. POROVNÁNÍ SYSTÉMU NÁPOJOVÝCH OBALŮ S CELKOVOU ZÁTĚŽÍ ŽP ČR VE VYBRANÝCH UKAZATELÍCH.....</b> | <b>55</b> |
| <b>6. MODELOVÁNÍ ZÁLOHOVÉHO SUBSYSTÉMU .....</b>   | <b>56</b> |
| 6.1 Teorie a rovnice.....  | 56        |
| 6.2 Výsledky modelování zálohového subsystému.....   | 60        |
| 6.2.1 Výsledky modelování zálohového subsystému Plastových obalů (PET).....                        | 60        |
| 6.2.2. Výsledky modelování zálohového subsystému Hliníkových obalů .....                           | 63        |
| 6.3 Analýza citlivosti.....  | 64        |
| 6.4 Vyhodnocení výsledků modelování subsystému záloh .....   | 66        |
| 6.5 Závěry a doporučení.....   | 70        |
| 6.5.1 Závěry .....   | 70        |
| 6.5.2 Doporučení.....  | 70        |
| <b>7. ÚVAHY O MOŽNOSTECH SNIŽOVÁNÍ ENVIRONMENTÁLNÍCH DOPADŮ .....</b>                              | <b>71</b> |
| <b>8. CELKOVÉ ZÁVĚRY STUDIE.....</b>   | <b>72</b> |
| <b>9. LITERATURA.....</b>  | <b>73</b> |
| <b>10. PŘÍLOHY.....</b>  | <b>74</b> |

## SEZNAM TABULEK

|  |    |
|--|----|
| TABULKA 1: SPOTŘEBA NEALKO NÁPOJŮ V ČR V ROCE 2007 /MILL/ .....      | 18 |
| TABULKA 2 PŘEHLED ZDROJŮ ÚDAJŮ.....                                  | 23 |
| TABULKA 3 HODNOCENÍ KVALITY ÚDAJŮ PODLE METODY WEIDEMA .....         | 26 |
| TABULKA 4 KVALITA ÚDAJŮ NÁPOJOVÝCH OBALŮ .....                       | 27 |
| TABULKA 5 CELKOVÁ SPOTŘEBA ENERGIE .....                             | 29 |
| TABULKA 6 PRIMÁRNÍ PALIVA / ZDROJE ENERGIE A ENERGIE MATERIÁLU.....  | 30 |
| TABULKA 7 PRIMÁRNÍ PALIVA / ZDROJE ENERGIE A ENERGIE MATERIÁLU ..... | 30 |

|  |    |
|--|----|
| TABULKA 8 PALIVA A SKRYTÁ ENERGIE MATERIÁLU .....  | 31 |
| TABULKA 9 SUROVINY .....   | 32 |
| TABULKA 10 SPOTŘEBA VODY .....   | 33 |
| TABULKA 11 EMISE DO OVZDUŠÍ .....  | 33 |
| TABULKA 12 EMISE DO VODY .....   | 34 |
| TABULKA 13 PEVNÝ ODPAD PODLE KATALOGU ODPADŮ – NETOXICKÝ ODPAD .....   | 35 |
| TABULKA 14 PEVNÝ ODPAD PODLE KATALOGU ODPADŮ – TOXICKÝ ODPAD.....  | 39 |
| TABULKA 15 KATEGORIE DOPADU GLOBÁLNÍ OTEPLOVÁNÍ .....  | 40 |
| TABULKA 16 KATEGORIE DOPADU POŠKOZENÍ OZONOVÉ VRSTVY .....   | 41 |
| TABULKA 17 KATEGORIE DOPADU ACIDIFIKACE .....  | 42 |
| TABULKA 18 KATEGORIE DOPADU TVORBA FOTOOXIDANTŮ .....  | 43 |
| TABULKA 19 KATEGORIE DOPADU EUTROFIZACE .....  | 45 |
| TABULKA 20 SPOTŘEBA VYBRANÝCH SUROVIN V % .....  | 46 |
| TABULKA 21 SPOTŘEBA VODY.....  | 47 |
| TABULKA 22 KATEGORIE DOPADU ŽIVOTNÍCH CYKLŮ OBALŮ CELKEM .....   | 48 |
| TABULKA 23 ANALÝZA PŘÍSPĚVKU JEDNOTLIVÝCH KATEGORIÍ DOPADU ŽIVOTNÍHO CYKLU OBALŮ.....  | 49 |
| TABULKA 24 KONTROLA KOMPLEXNOSTI ÚDAJŮ INVENTARIZAČNÍ ANALÝZY ŽIVOTNÍHO CYKLU<br>SKLENĚNÝCH OBALŮ .....  | 49 |
| TABULKA 25 KONTROLA KOMPLEXNOSTI ÚDAJŮ INVENTARIZAČNÍ ANALÝZY ŽIVOTNÍHO CYKLU<br>PLASTOVÝCH (PET) OBALŮ .....  | 50 |
| TABULKA 26 KONTROLA KOMPLEXNOSTI ÚDAJŮ INVENTARIZAČNÍ ANALÝZY ŽIVOTNÍHO CYKLU<br>HLINÍKOVÝCH PLECHOVEK .....   | 50 |
| TABULKA 27 KONTROLA KOMPLEXNOSTI ÚDAJŮ INVENTARIZAČNÍ ANALÝZY ŽIVOTNÍHO CYKLU<br>KOMPOZITNÍCH OBALŮ .....  | 51 |
| TABULKA 28 KONTROLA KOMPLEXNOSTI ÚDAJŮ INVENTARIZAČNÍ ANALÝZY ŽIVOTNÍHO CYKLU<br>KOMPOZITNÍCH OBALŮ.....   | 51 |
| TABULKA 29 ANALÝZA CITLIVOSTI VYBRANÝCH DRHŮ NÁPOJOVÝCH OBALŮ .....  | 52 |
| TABULKA 30 POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ LCA NÁPOJOVÝCH OBALŮ S CELKOVOU ZÁTĚŽÍ ŽIVOTNÍHO<br>PROSTŘEDÍ ČR VE VYBRANÝCH UKAZATELÍCH .....                                      | 55 |
| TABULKA 31 ZMĚNA ENVIRONMENTÁLNÍHO DOPADU ŽIVOTNÍHO CYKLU PLASTOVÝCH OBALŮ (PET-<br>MALÉ VARIANTA I) V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH .....  | 60 |
| TABULKA 32 ZMĚNA ENVIRONMENTÁLNÍHO DOPADU ŽIVOTNÍHO CYKLU PLASTOVÝCH OBALŮ (PET-<br>MALÉ VARIANTA II) V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH.....  | 60 |
| TABULKA 33 ZMĚNA ENVIRONMENTÁLNÍHO DOPADU ŽIVOTNÍHO CYKLU PLASTOVÝCH OBALŮ (PET-<br>VELKÉ VARIANTA I) V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH.....  | 61 |
| TABULKA 34 ZMĚNA ENVIRONMENTÁLNÍHO DOPADU ŽIVOTNÍHO CYKLU PLASTOVÝCH OBALŮ (PET-<br>VELKÉ VARIANTA II) V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH..... | 62 |
| TABULKA 35 ZMĚNA ENVIRONMENTÁLNÍHO DOPADU ŽIVOTNÍHO CYKLU HLINÍKOVÝCH OBALŮ<br>VARIANTA I V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH.....              | 63 |

|  |    |
|--|----|
| TABULKA 36 ZMĚNA ENVIRONMENTÁLNÍHO DOPADU ŽIVOTNÍHO CYKLU HLINÍKOVÝCH OBALŮ<br>VARIANTA II V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH.....                   | 63 |
| TABULKA 37 ANALÝZA CITLIVOSTI – SPOTŘEBA ENERGIE - ZMĚNA VSTUPŮ ENERGIE PŘI REDISTRIBUCI,<br>VÝROBĚ PET FLAKES, SBĚRU A SEPARACI OBALOVÝCH ODPADŮ PET.....               | 64 |
| TABULKA 38 ANALÝZA CITLIVOSTI – SPOTŘEBA ENERGIE - ZMĚNA VSTUPŮ ENERGIE PŘI REDISTRIBUCI,<br>VÝROBĚ PET FLAKES, SBĚRU A SEPARACI OBALOVÝCH ODPADŮ PET.....               | 65 |
| TABULKA 39 HLINÍKOVÉ PLECHOVKY – CELKOVÁ SPOTŘEBA ENERGIE - ANALÝZA CITLIVOSTI .....   | 66 |
| TABULKA 40 VÝVOJ CELKOVÉ SPOTŘEBY ENERGIE ŽIVOTNÍHO CYKLU PLASTOVÝCH OBALŮ (PET)<br>V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH VAR. I NÁPOJOVÝCH OBALŮ.....  | 67 |
| TABULKA 41 VÝVOJ VÝSLEDKŮ INDIKÁTORU KATEGORIE GLOBÁLNÍ OTEPLOVÁNÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU<br>PLASTOVÝCH OBALŮ (PET) V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH..... | 68 |
| TABULKA 42 VÝVOJ CELKOVÉ SPOTŘEBY ENERGIE ŽIVOTNÍHO CYKLU HLINÍKOVÝCH PLECHOVEK<br>V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH VAR. I NÁPOJOVÝCH OBALŮ.....   | 69 |
| TABULKA 43 VÝVOJ VÝSLEDKŮ INDIKÁTORU KATEGORIE GLOBÁLNÍ OTEPLOVÁNÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU<br>HLINÍKOVÝCH OBALŮ V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH.....      | 69 |
| TABULKA 44 PŘEHLED ZMĚN SYSTÉMU NÁPOJŮ A NÁPOJOVÝCH OBALŮ A JEJICH<br>ENVIRONMENTÁLNÍCH DOPADŮ .....   | 71 |
| TABULKA 45 PŘEHLED ZMĚN MIMO POSUZOVANÉ SYSTÉMY A JEJICH ENVIRONMENTÁLNÍ DOPADY .....  | 72 |

#### **SEZNAM OBRÁZKŮ**

|   |    |
|---|----|
| OBRÁZEK 1 Fáze LCA (PODLE ČSN EN ISO 14040) .....                       | 13 |
| OBRÁZEK 2 OBECNÉ SCHÉMA VYMEZENÍ HRANIC SYSTÉMU NÁPOJOVÝCH OBALŮ .....  | 15 |
| OBRÁZEK 3 STRUKTURA DATABÁZE BOUSTEAD MODEL .....                       | 28 |
| OBRÁZEK 4 KONCEPT INDIKÁTORŮ KATEGORIE (PODLE ČSN EN ISO 14044) .....   | 38 |
| OBRÁZEK 5 SCHÉMA FÁZE ODPAD ŽIVOTNÍHO CYKLU OBALU .....                 | 56 |
| OBRÁZEK 6 SCHÉMA FÁZE ODPAD ŽIVOTNÍHO CYKLU HLINÍKOVÝCH PLECHOVEK ..... | 57 |

#### **SEZNAM GRAFŮ**

|  |    |
|--|----|
| GRAF 1 SPOTŘEBA ENERGIE V ŽIVOTNÍM CYKLU OBALŮ.....                      | 29 |
| GRAF 2 SPOTŘEBA ENERGIE V ŽIVOTNÍM CYKLU OBALŮ.....                      | 31 |
| GRAF 3 SPOTŘEBA VODY V ŽIVOTNÍM CYKLU OBALŮ.....                         | 33 |
| GRAF 4 PRODUKCE ODPADU PODLE KATALOGU ODPADŮ V ŽIVOTNÍM CYKLU OBALŮ..... | 36 |
| GRAF 5 PRODUKCE NEBEZPEČNÉHO ODPADU V ŽIVOTNÍM CYKLU OBALŮ.....          | 37 |
| GRAF 6 POTENCIÁL GLOBÁLNÍHO OTEPLOVÁNÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU OBALŮ.....        | 41 |
| GRAF 7 POTENCIÁL POŠKOZENÍ OZONOVÉ VRSTVY ŽIVOTNÍHO CYKLU OBALŮ.....     | 42 |
| GRAF 8 ACIDIFIKAČNÍ POTENCIÁL ŽIVOTNÍHO CYKLU OBALŮ.....                 | 43 |
| GRAF 9 POTENCIÁL TVORBY FOTOOXIDANTŮ ŽIVOTNÍHO CYKLU OBALŮ.....          | 44 |
| GRAF 10 EUTROFIZAČNÍ POTENCIÁL V ŽIVOTNÍM CYKLU OBALŮ.....               | 45 |
| GRAF 11 SPOTŘEBA ENERGIE V ŽIVOTNÍM CYKLU OBALŮ PODLE ZDROJŮ.....        | 46 |
| GRAF 12 SPOTŘEBA VODY V RÁMCI ŽIVOTNÍCH CYKLŮ OBALŮ.....                 | 47 |

|  |    |
|--|----|
| GRAF 13 PRODUKCE ODPADŮ K CELKOVÉMU MNOŽSTVÍ ODPADŮ V RÁMCI ŽIVOTNÍCH CYKLŮ OBALŮ.....   | 48 |
| GRAF 14 ANALÝZA PŘÍSPĚVKU JEDNOTLIVÝCH KATEGORIÍ DOPADU ŽIVOTNÍHO CYKLU OBALŮ  | 49 |
| GRAF 15 VÝVOJ CELKOVÉ SPOTŘEBY ENERGIE ŽIVOTNÍHO CYKLU PLASTOVÝCH OBALŮ (PET) V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH VAR. I NÁPOJOVÝCH OBALŮ                   | 67 |
| GRAF 16 VÝVOJ CELKOVÉ SPOTŘEBY ENERGIE ŽIVOTNÍHO CYKLU PLASTOVÝCH OBALŮ (PET) V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH VAR. II NÁPOJOVÝCH OBALŮ                  | 67 |
| GRAF 17 VÝVOJ VÝSLEDKŮ INDIKÁTORU KATEGORIE GLOBÁLNÍ OTEPLOVÁNÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU PLASTOVÝCH OBALŮ (PET) V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH VARIANTA I.....  | 68 |
| GRAF 18 VÝVOJ VÝSLEDKŮ INDIKÁTORU KATEGORIE GLOBÁLNÍ OTEPLOVÁNÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU PLASTOVÝCH OBALŮ (PET) V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH VARIANTA II..... | 68 |
| GRAF 19 VÝVOJ CELKOVÉ SPOTŘEBY ENERGIE ŽIVOTNÍHO CYKLEU HLINÍKOVÝCH OBALŮ V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH.....  | 69 |
| GRAF 20 VÝVOJ VÝSLEDKŮ INDIKÁTORU KATEGORIE GLOBÁLNÍ OTEPLOVÁNÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU HLINÍKOVÝCH OBALŮ V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH                       | 69 |

## SEZNAM SPOLUPRACUJÍCÍCH FIREM

| Obchodní název podle OR                           | Použitá zkratka |
|---|-----------------|
| KOVHUTĚ HOLDING DT, a.s. Čelákovice               | plný název      |
| AMT, s.r.o. Příbram                               | plný název      |
| SILON, s.r.o. Planá nad Lužnicí                   | plný název      |
| Brněnské papírny, s.p. Předklášteří-Tišnov        | plný název      |
| Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s. Praha | plný název      |
| Coca-Cola HBC Česká republika, s.r.o. Praha       | CCCR            |
| Karlovarské minerální vody, a.s. Praha            | KMV             |
| LINEA NIVNICE, a.s. Nivnice                       | LINEA           |
| Plzeňský Prazdroj, a.s. Plzeň                     | Prazdroj        |
| Měšťanský pivovar v Poličce, a.s. Polička         | pivovar Polička |
| Owens-Illinois Dubí u Teplic                      | O-I Dubí        |
| VETROPACK MORAVIA GLASS, a.s. Kyjov               | VMG             |
| EKO-KOM, a.s. Praha                               | EKO-KOM         |
| Rexam Beverage Can Czech Republic, s.r.o. Dýšina  | REXAM           |

Zpracování studie **Porovnání environmentálních dopadů nápojových obalů metodou LCA, Projekt SP/II/2f1/16/07**, bylo zadáno ministerstvem životního prostředí v roce 2007 jako podklad pro rozhodování o zavedení zálohového systému nápojových obalů v kategorii plastových obalů (PET) a hliníkových plechovek. Součástí posuzování životních cyklů obalů byly i systémy skleněných obalů (vratné, nevratné) a kompozitní obaly (nápojový karton). V rámci studie bylo zpracováno:

- Posuzování životních cyklů nápojových obalů
- Modelování zálohového subsystému
- Celkové závěry studie

### Metodika

Pro naplnění cíle byla použita:

- metoda LCA rámcově zakotvená v ČSN EN ISO 14040 a 14044 v rozsahu fází:
  - ▶ stanovení cílů a rozsahu
  - ▶ inventarizační analýza
  - ▶ posuzování dopadů
  - ▶ interpretace
- počítačový model, který byl vytvořen pro kvantifikaci environmentálních dopadů zálohového systému.

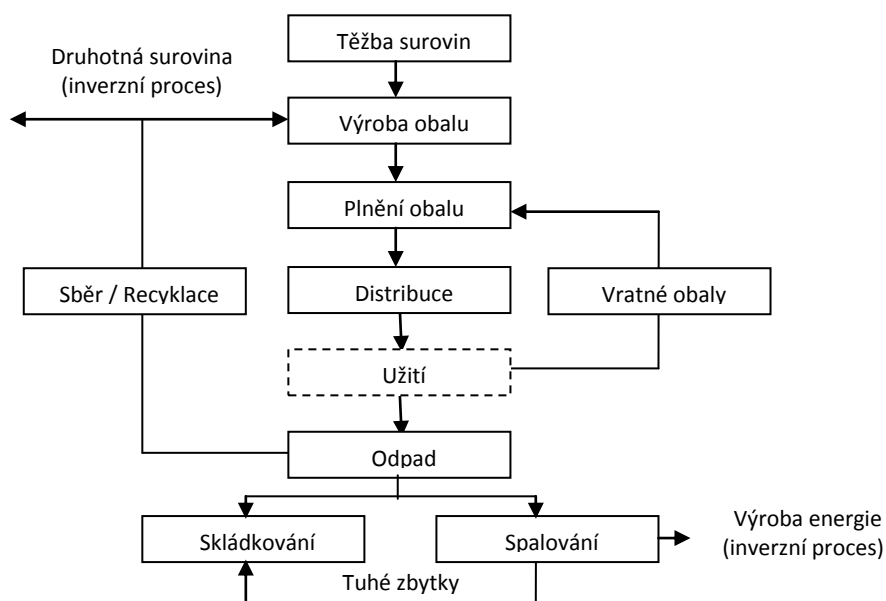
### A) POSUZOVÁNÍ ŽIVOTNÍCH CYKLŮ NÁPOJOVÝCH OBALŮ

#### Cíl a rozsah

V rámci studie byly posuzovány environmentální dopady systémů nealkoholických nápojů a piva, které byly plněny, distribuovány a prodány na území České republiky v roce 2007.

Jako funkční jednotka bylo zvoleno 1000 l obaleného nápoje.

Hranice systému byly stanoveny tak, aby zahrnovaly veškeré procesy spojené s obalem od těžby surovin po uložení odpadu do země. Fáze užití do procesu posuzování zařazena nebyla.



Obrázek A Obecné schéma vymezení hranic systému nápojových obalů



## INVENTARIZAČNÍ ANALÝZA

V průběhu inventarizace byly ze specializovaných informačních zdrojů získány údaje o výrobě a spotřebě nealkoholických nápojů, piva a nealkoholického piva v ČR v roce 2007. V 8 kategoriích nápojů bylo definováno 16 druhů obalů (sklo 0,33 l bylo hodnoceno odděleně jako vratné - pro vodu/limo a jako nevratné - pro pivo/pivo-nealko), pokrývajících v případě nealkoholických nápojů 95 % a v případě piva 99% trhu ČR v roce 2007.

K výpočtu výsledků inventarizační analýzy byl použit software a databáze firmy Boustead Consulting Ltd., tzv. Boustead Model v. 5.11.

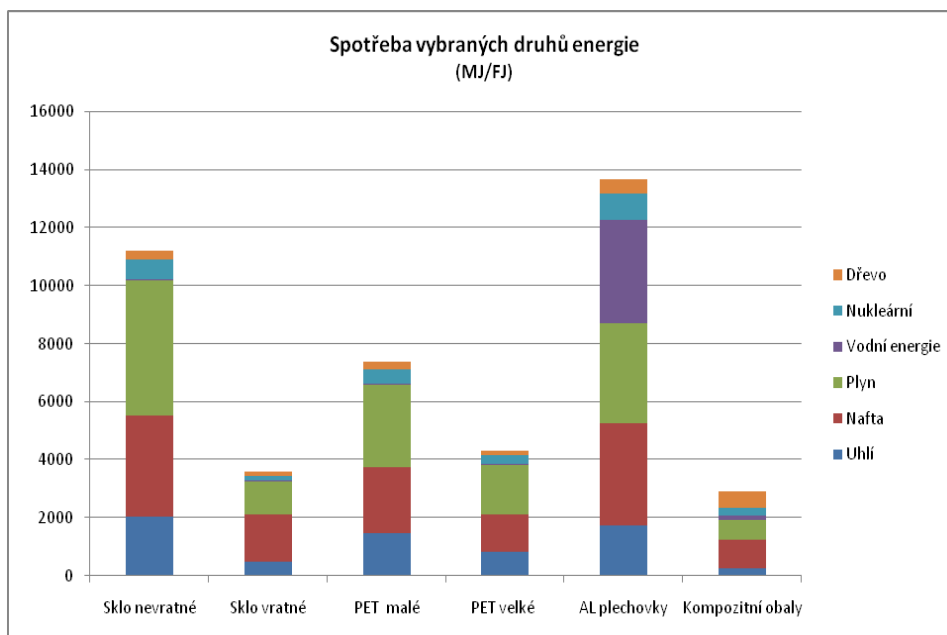
### Výsledky inventarizační analýzy

výsledky inventarizační analýzy byly prezentovány jako:

- ▶ spotřeba energie
- ▶ spotřeba surovin
- ▶ spotřeba vody
- ▶ emise do ovzduší
- ▶ emise do vody
- ▶ produkce odpadu

Z výsledků inventarizační analýzy nápojových obalů spotřebovaných v ČR v roce 2007 vyplynulo (graf A), že největší spotřeba energie je spojena s životním cyklem hliníkových plechovek. Na této spotřebě energie se podílela především elektrická energie vyráběná ve vodních elektrárnách, ropa a zemní plyn. Vysoká spotřeba energie z vodních elektráren v životním cyklu hliníkových plechovek významně snižuje potenciální dopady spojené především s globálním oteplováním a acidifikací.

**Graf A Spotřeba energie v životním cyklu obalů podle zdrojů**



Nevyšší spotřebu surovin vykazují, v rámci posuzovaných životních cyklů obalů, především skleněné nevratné obaly a hliníkové plechovky. Zatímco v případě skleněných obalů se vysoká spotřeba týká především, písku, vápence, železa, železné rudy a chloridu sodného, v případě plechovek se jedná o vysokou spotřebu především bauxitu.

Spotřeba vody je nejvýraznější u nevratných skleněných obalů a hliníkových plechovek. Vyšší spotřebu vody vykazují rovněž kompozitní obaly.

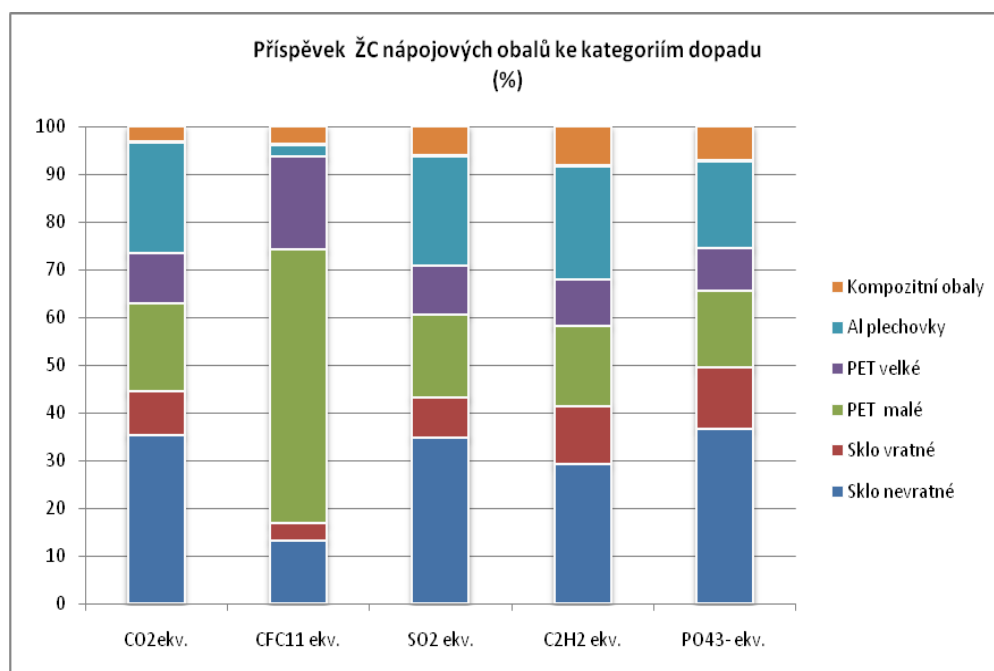
Relativně nejvyšší podíl odpadu vykazuje životní cyklus hliníkových plechovek. Zároveň je v rámci tohoto cyklu vyprodukováno největší množství nebezpečných odpadů. Z hlediska produkce nebezpečných odpadů je významné rovněž nevratné sklo.

## POSUZOVÁNÍ DOPADŮ

V rámci posuzování dopadů byly výsledky inventarizační analýzy převedeny na kategorie dopadu:

- ▶ Globální oteplování
- ▶ Poškození ozonové vrstvy
- ▶ Acidifikace
- ▶ Tvorba fotooxidantů
- ▶ Eutrofizace

**Graf B Analýza příspěvku jednotlivých kategorií dopadu životního cyklu obalů**



Z výsledků kategorií dopadů vyplývá, že kromě kategorie dopadu poškození ozonové vrstvy, kde má nejvyšší potenciální dopad životní cyklus malých PET obalů, je ve všech ostatních kategoriích dopadů pořadí skupin obalů od nejnižšího dopadu k nejvyššímu:

1. kompozitní obaly
2. vratné skleněné obaly
3. PET velké
4. PET malé
5. hliníkové plechovky
6. nevratné skleněné obaly

## INTERPRETACE

Porovnáním výsledků bylo zjištěno, že přes drobné výjimky z tohoto pravidla, mají kompozitní obaly, spolu s vratnými skleněnými obaly nejmenší dopad na životní prostředí ze všech posuzovaných nápojových obalů. Kompozitní obaly mají nízkou spotřebu neobnovitelných surovin (ropa, bauxit), relativně nižší energetickou náročnost při výrobě obalu, nízkou měrnou spotřebou materiálu obalu (39,6 kg/1000 l obaleného nápoje u obalu 0,225 l ve srovnání například se 777,9 kg/1000 l obaleného nápoje u nevratného skleněného obalu 0,221 l), dokonalé využití prostoru při distribuci. Umožňují recyklaci podstatné části hmotnosti obalu.

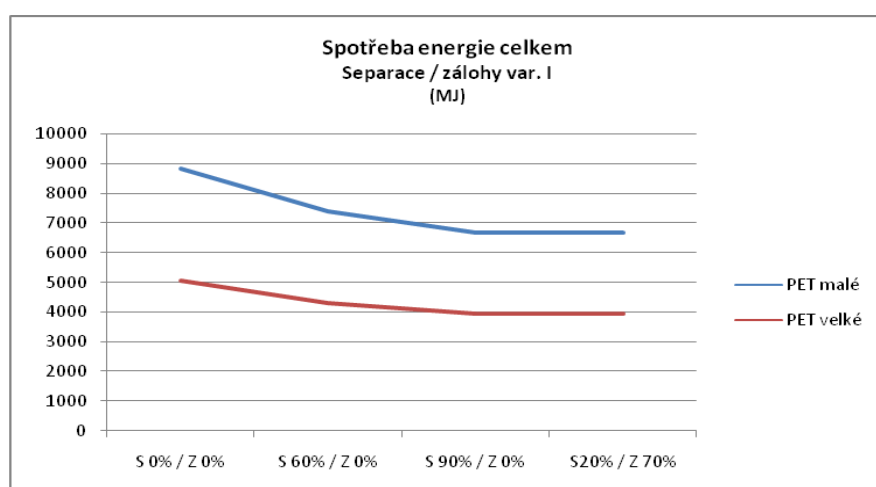
## B) MODELOVÁNÍ ZÁLOHOVÉHO SUBSYSTÉMU

Za účelem stanovení výše potenciálního environmentálního dopadu zálohového subsystému byl vytvořen počítačový model, který umožnil porovnání zálohového subsystému, pro malé a velké plastové obaly (PET) a hliníkové obaly ve dvou variantách. Výpočty byly provedeny na stav v roce 2007.

### Vyhodnocení

Na základě výsledků modelování zálohového subsystému bylo zjištěno, že v případě substituce materiálů vyrobených z primárních surovin (high-recycling), znamená materiálové využití druhotných surovin vyrobených z odpadních plastových (PET) a hliníkových obalů jednoznačně snížení environmentálního dopadu životního cyklu obalu. Platí dokonce přímá úměrnost mezi podílem materiálového využití a mírou snížení environmentálního dopadu, viz graf D, který prezentuje snížení spotřeby energie v závislosti na míře recyklace.

**Graf D Vývoj celkové spotřeby energie životního cyklu plastových obalů (PET) v závislosti na výtěžnosti subsystémů separace a záloh var. I nápojových obalů**



Legenda: S – separace; Z - zálohy

## C) CELKOVÉ ZÁVĚRY STUDIE

Ze studie LCA nápojových obalů a modelování zálohového systému vyplynuly následující závěry:

- obaly větších objemů mají u daného materiálu obalu nižší environmentální dopady ve srovnání s menšími objemy,
- výsledky posuzovaných kategorií dopadů, především kategorie dopadu globální oteplování a acidifikace jsou přímo závislé na druhu spotřebované energie,
- vratné skleněné obaly jsou z environmentálního hlediska příznivější než nevratné skleněné obaly, přičemž se zde v případě vratných obalů zároveň projevuje efekt vyššího objemu obalu,
- obaly kompozitní a vratné skleněné obaly dosahují ve většině posuzovaných parametrů příznivějších výsledků než skleněné obaly nevratné, plastové obaly (PET) a hliníkové plechovky,
- v případě, že dojde k substituci materiálů vyrobených z primárních surovin (high-recycling) znamená materiálové využití druhotných surovin vyrobených z odpadů obalů (PET, hliníkové plechovky) jednoznačně snížení environmentálního dopadu životního cyklu obalu; platí dokonce přímá úměra mezi podílem materiálového využití a mírou snížení environmentálního dopadu,

- environmentální zdůvodnění pro zavedení subsystému záloh v ČR by existovaly pouze v tom případě, že by došlo k podstatnému zvýšení současné míry materiálového využití; to lze předpokládat u hliníkových plechovek, avšak efekt na míru materiálového využití v případě koexistence subsystému separovaného sběru a subsystému záloh nelze odpovědně dopředu určit,
- vysoká míra materiálového využití plastových obalů (PET) a hliníkových plechovek na úrovni 90 % hmotnosti, při zachování spotřeby obalů stejné jako v roce 2007, nezmění pozice těchto skupin obalů ve srovnání se skleněnými obaly (vratnými, nevratnými) a kompozitními obaly,
- stejného snížení environmentálních dopadů (v kategoriích celková spotřeba energie a globální oteplování) spojených se zvýšením materiálového využití plastových obalů (PET) ze 60 % hmotnosti (stav 2007) na 90 % hmotnosti a hliníkových plechovek z 0 % hmotnosti (stav 2007) na 90 % hmotnosti by bylo možno dosáhnout omezením spotřeby balených nealkoholických nápojů v ČR v roce 2007 o 10%.

## **OMEZENÍ**

Závěry platí za předpokladů a omezení uvedených v této zprávě a je nutné je používat přesně tak, jak byly formulovány. Rovněž je nutné zdůraznit, že tato závěrečná zpráva popisuje pouze environmentální souvislosti spojené s trhem nápojových obalů.

## 1. ÚVOD

Zpracování studie **Porovnání environmentálních dopadů nápojových obalů metodou LCA, Projekt SP/II/2f1/16/07**, bylo zadáno zpracovatelům koncem roku 2007. Ukončení projektu listopad 2009.

## 2. CÍL PRÁCE

Podle smlouvy s MŽP bylo cílem práce popsat objektivním, transparentním a vědeckým postupem respektujícím náležitosti relevantních norem, environmentální dopady spojené s výrobou a používáním nápojových obalů a nakládáním s odpady nápojových obalů.

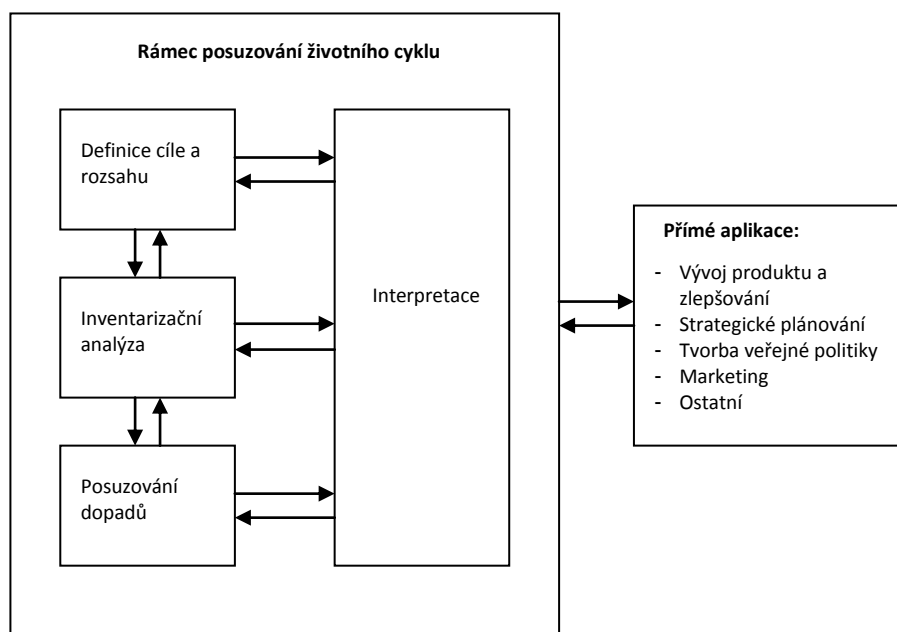
Tento cíl byl po dohodě se zadavatelem upraven následujícím způsobem:

Cílem práce bylo popsat environmentální dopady spojené se systémem nápojových obalů [skleněné obaly, plastové obaly (PET), kovové obaly (hliník), kompozitní obaly (nápojový karton)] v roce 2007 metodou LCA (ČSN EN ISO 14040) a porovnat potenciální dopady životního cyklu plastových obalů (PET) a kovových obalů (hliník) s uvažovaným systémem zálohovaných obalů.

## 3. METODIKA PRÁCE

Metodika práce vychází z cíle definovaného v kapitole 2 a zahrnuje:

- 1) Zpracování LCA studií jednotlivých druhů obalů v souladu s normou ČSN EN ISO 14040/14044 v rozsahu 4 fází (obrázek č. 1):
  - A. Stanovení cíle a rozsahu
  - B. Inventarizační analýza
  - C. Posuzování dopadů
  - D. Interpretace



**OBRÁZEK 1 FÁZE LCA (PODLE ČSN EN ISO 14040)**

- 2) Modelování fáze odpad životního cyklu hliníkových plechovek a plastových obalů (PET), která bude zavedením zálohového systému dotčena tak, aby bylo možné určit potenciální dopady zálohového systému na životní prostředí v průběhu jeho zavádění a po jeho plné implementaci v porovnání s rokem 2007.

## 4. POSUZOVÁNÍ ŽIVOTNÍCH CYKLŮ VYBRANÝCH DRUHŮ NÁPOJOVÝCH OBALŮ

### 4.1 STANOVENÍ CÍLU A ROZSAHU STUDIE

#### CÍL STUDIE

##### 4.1.1 ZAMÝŠLENÉ POUŽITÍ

Výsledky studie jsou určeny Ministerstvu životního prostředí a budou využity, jako jeden z podkladů, pro návrh zákona týkajícího se uvažovaného zálohového systému na nápojové obaly.

##### 4.1.2 DŮVODY PRO VYPRACOVÁNÍ STUDIE

Posouzení environmentálních dopadů stávajícího systému obalů nealkoholických nápojů a piva a jejich porovnání s uvažovaným zálohovým systémem jako podklad pro změnu legislativy.

##### 4.1.3 ZAMÝŠLENÁ SKUPINA ADRESÁTŮ

S výsledky studie budou seznámeni odpovědní pracovníci Ministerstva životního prostředí, oponenti a spolupracující podniky.

##### 4.1.4 PŘÍSTUPNOST VEŘEJNOSTI

Výsledky nejsou určeny pro porovnávací tvrzení přístupné veřejnosti.

#### ROZSAH STUDIE

##### 4.1.5 POSUZOVANÝ PRODUKTOVÝ SYSTÉM

V rámci studie byly posuzovány obalové systémy nealkoholických nápojů a piva, které byly plněny, distribuovány a prodány na území České republiky.

Posuzované budou nápojové obaly:

- skleněné
- plastové (PET)
- kovové (hliník)
- kompozitní (nápojový karton)

na základě reálné situace v roce 2007, ve všech objemech, jejichž celkový počet (kumulovaný součet) bude vyšší než 95 % celkového množství všech obalů na českém trhu v roce 2007. Tato omezující podmínka byla stanovena autory studie z důvodů praktické realizovatelnosti práce ve stanoveném čase.

Systémy byly posuzovány v rozsahu, který zahrnuje těžbu surovin, výrobu obalu, plnění, distribuci a nakládání s odpadními obaly.

Fáze užití nebude zařazena vzhledem ke značné proměnlivosti chování spotřebitele v této fázi (doprava do domácnosti, způsoby uskladnění nápoje, konzumace nápoje v různých časových horizontech atd.), které však není vázáno na určité druhy obalů a nelze je tedy reprezentativně stanovit. Pokud je zvykem spotřebitele uložit nakoupený nápoj do lednice, uloží ho tam bez ohledu na to, jestli je nápoj obalen ve skle, plastu, plechovce nebo kompozitním obalu. Lze proto předpokládat, že rozdíly mezi vstupy a výstupy životních cyklů jednotlivých obalů budou ve fázi užití minimální. V souvislosti s cílem studie je proto možné fázi užití vyřadit, aniž by došlo ke zkrácení výsledků.

#### 4.1.6 FUNKCE PRODUKTOVÉHO SYSTÉMU

Funkcí všech posuzovaných systémů je obalit určité množství nápoje, zajistit jeho ochranu, umožnit přenášení a skladování obaleného nápoje, nápoj prezentovat a poskytovat informace o nápoji spotřebiteli.

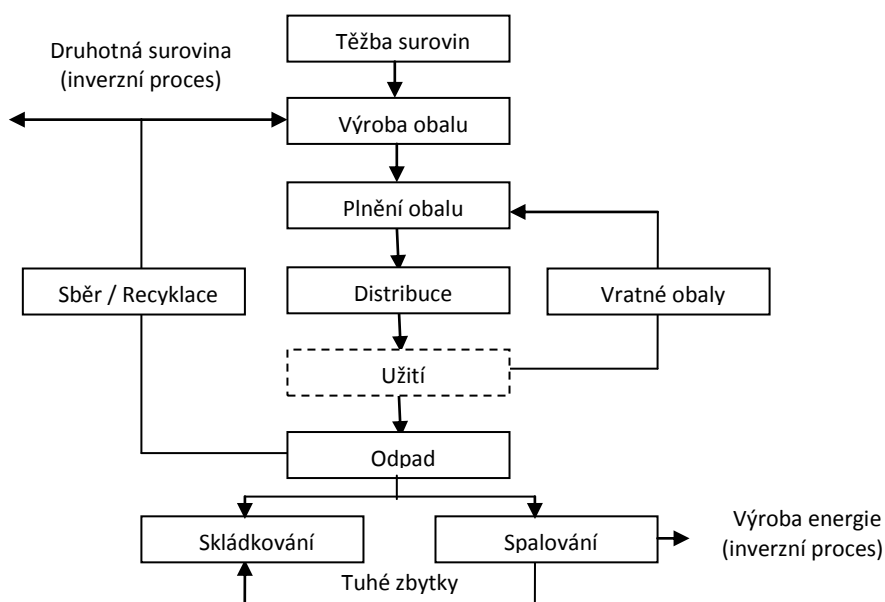
#### 4.1.7 FUNKČNÍ JEDNOTKA

Jako funkční jednotka bylo zvoleno 1000 l obaleného nápoje.

#### 4.1.8 HRANICE SYSTÉMU

Hranice systému byly stanoveny v souladu s ČSN CR 13910 "Obaly-zpráva o kritériích a metodách analýzy životního cyklu obalů" tak, aby zahrnovaly veškeré procesy spojené s obalem od těžby surovin po uložení odpadu do země. Fáze užití do procesu posuzování zařazena nebyla.

Obrázek 2 znázorňuje obecně postavení hranic posuzovaných systémů.



**OBRÁZEK 2 OBECNÉ SCHÉMA VYMEZENÍ HRANIC SYSTÉMU NÁPOJOVÝCH OBALŮ**

Konec životního cyklu obalu byl zpracováván s ohledem na reálnou situaci v nakládání s odpadními obaly v České republice v roce 2007. Posuzovány byly následující způsoby nakládání s odpadními obaly:

▶ **směsný komunální odpad**

- sládkování (sběrné nádoby, svoz a přeprava na skládku, provoz skládky, energetické využití skládkového plynu)
- energetické využití (sběrné nádoby, svoz a přeprava, provoz spalovny, náhrada primárního paliva, skládkování tuhých zbytků)

▶ **separovaný sběr**

- materiálové využití (sběrné nádoby, svoz a přeprava, provoz třídící linky, přeprava vytríděných odpadů, výroba druhotné suroviny (skleněné střeby, PET-flakes, vlákna, Al-tavenina) schopné substituce primárních surovin.

Hranice systému zahrnují rovněž součástí posuzovaných obalů v plném rozsahu jejich životních cyklů.

---

#### 4.1.9 ALOKAČNÍ POSTUPY

Pro rozdělení vstupů a výstupů mezi dva různé produkty byla použita alokační metoda podle hmotnosti.

---

#### 4.1.10 VYBRANÉ KATEGORIE DOPADU

Na základě smlouvy se zadavatelem byly vybrány následující kategorie dopadu:

- Globální oteplování
- Poškození ozonové vrstvy
- Acidifikace
- Eutrofizace

Kategorie dopadu Tvorba fotooxidantů byla doplněna s ohledem na rozsah dopravy v rámci životního cyklu obalů

---

#### 4.1.11 POŽADAVKY NA ÚDAJE

Požadavky na kvalitu údajů byly zahrnuty do následujících parametrů:

Rozsah sběru specifických údajů zahrnuje následující vstupy a výstupy, které byly získány od jednotlivých dodavatelů (firem, které realizují své aktivity v rámci životního cyklu obalů na území České republiky). Jednalo se především o:

- energetické vstupy/výstupy
- surovinové vstupy/výstupy
- vstupy/výstupy pomocných materiálů/náhradních dílů
- emise do ovzduší
- emise do vody
- emise do půdy
- produkce odpadů

---

#### 4.1.12 ČASOVÝ ROZSAH

Časový rozsah životního cyklu nápojových obalů:

- specifické údaje získané od firem realizujících svoji činnost v rámci životního cyklu obalů se týkaly výhradně roku 2007



- obecné údaje byly převzaty z databáze firmy Boustead Consulting Ltd. – časový rozsah 2000 – 2005

---

#### 4.1.13 GEOGRAFICKÝ ROZSAH

Aktivity spojené s výrobou, plněním, distribucí a nakládání s obalem po skočení jeho životnosti se odehrávají výhradně na území České republiky. Aktivity spojené s těžbou surovin a výrobou materiálů jsou, kromě skleněných obalů, situovány mimo území České republiky.

Geografický rozsah životního cyklu paliv a energie odpovídá reálné situaci v České republice.

---

#### 4.1.14 PŘEDPOKLADY

Studie LCA zahrnuje následující předpoklady:

- žádný z posuzovaných obalů neovlivní kvalitu nápoje,
- údaje získané ze zkušebních taveb odpadních hliníkových plechovek (Kovohutě Holding Čelákovice, s.r.o.) odpovídají reálné situaci tavení plechovek
- všechny materiálově využitě odpady skleněných obalů jsou přeměněny na surovinu pro výrobu obalového skla; podíl odpadů při této přeměně odpovídá reálné situaci (AMT, s.r.o. Příbram),
- všechny materiálově využitě odpady z plastových obalů (PET) jsou přeměněny na PET-flakes; podíl odpadů při této přeměně odpovídá reálné situaci (třídící linky, SILON, s.r.o. Planá nad Labem),
- všechny materiálově využitě odpady kompozitních obalů (nápojový karton) jsou přeměněny na surovinu pro výrobu papíru a lepenky; podíl odpadů při této přeměně odpovídá reálné situaci (třídící linky, Brněnské papírny, s.p., Předklášteří - Tišnov).

---

#### 4.1.15 OMEZENÍ

Nebyla zařazena doprava obaleného nápoje z prodejny ke spotřebiteli a fáze užití. Důvodem nezařazení byla značná proměnlivost chování spotřebitele a extrémní časová náročnost, která by byla spojená se získáním údajů (kapitola 4.1.5).

Mimo posuzování zůstaly takové druhy obalů, které představují méně než 5% trhu v ČR v roce 2007 - např. nevratné sklo 0,1 l, 0,25 l, 0,6 l a 0,7 l, PET 0,65 l, PET 5 l, nápojové sáčky 0,2 l, kompozitní obaly 0,33 l, 0,5 l a 1,5 l, hliníkové láhve. Mimo detailní popis distribuce zůstaly takoví výrobci nápojů, kteří v daném druhu nápoje/obalu představují minoritní podíl trhu (kapitola 4.2).

Studie LCA nezohledňuje hlukové a pachové emise.

---

#### 4.1.16 KVALITA ÚDAJŮ

Požadavky na kvalitu údajů:

**Specifické údaje** – zahrnují provozy na území České republiky.

**Obecné údaje** – byly převzaty z databáze firmy Boustead Consulting Ltd.

Posouzení kvality údajů bude provedeno podle metody WIEDEMA (kapitola 4.2.3).

#### 4.1.17 TYP KRITICKÉHO PŘEZKOUMÁNÍ

Kritické přezkoumání bylo provedeno v rámci oponentního řízení projektu VaV.

#### 4.1.18 TYP A FORMÁT ZPRÁVY POŽADOVANÉ PRO STUDII

Tištěná zpráva + CD

### 4.2 INVENTARIZAČNÍ ANALÝZA

#### 4.2.1 PRŮZKUM REÁLNÉ SITUACE V ČR

Výchozí informací byly údaje o výrobě a spotřebě nealkoholických nápojů, piva a nealkoholického piva v ČR v roce 2007 (výroba nealkoholických nápojů v některých pivovarech nebyla pro mizivá množství brána v úvahu). Tyto údaje byly získány ze specializovaných informačních zdrojů

- The Soft Drinks Service 2007, CANADEAN (sumarizace dat od výrobců nealkoholických nápojů - dotazníky + dopočet)
- Retail statistics 2007, AC NIELSEN (sumarizace dat o prodeji nealkoholických nápojů ze z obchodní sítě - pokladny, cash-slip, dotazníky)
- Statistické přehledy 2007, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s. Praha

Kombinací informací z výrobní a prodejní oblasti byl získán velice přesný obraz o trhu nealkoholických nápojů v ČR v roce 2007 a to v kategoriích: vody, slazené nápoje (limo), džusy/nektary, sirupy, čaje, ledová káva, sportovní nápoje, energetické nápoje. Informace zahrnovaly jak každého konkrétního výrobce nápojů (včetně lokalizace produkce, včetně výrobců private labels), tak i jeho distribuční model v členění: benzinové pumpy, hotely-restaurace-catering, stánky, obchodní řetězce, ostatní maloobchod a to podle krajů ČR. U výrobců piva byl vyhodnocen výstav a použité obaly u 43 největších pivovarů v ČR za rok 2007. Sumarizací těchto informací vznikl přehled uvedený v tabulce 1.

**TABULKA 1 SPOTŘEBA OBALŮ NEALKO NÁPOJŮ, PIVA A NEALKOHOLICKÉHO PIVA V ČR V ROCE 2007 /MIL. KS/**

| OBAL                 | SKLO VRATNÉ |             |           | SKLO NEVRATNÉ |      |
|----------------------|-------------|-------------|-----------|---------------|------|
|                      | 0,33        | 0,5         | 0,7       | 0,25          | 0,33 |
| OBJEM /l/            |             |             |           |               |      |
| Vody                 | 84          |             | 13        | 51            |      |
| Limonády             | 115         |             |           | 54            |      |
| Džusy                | 7           |             | 4         | 64            |      |
| Sirupy               |             |             | 8         |               |      |
| Čaje                 | 4           |             |           | 8             |      |
| Ledová káva          |             |             |           |               |      |
| Sportovní nápoje     |             |             |           |               |      |
| Energetické nápoje   |             |             |           |               |      |
| <b>CELKEM NEALKO</b> | <b>210</b>  |             | <b>25</b> | <b>177</b>    |      |
| Pivo                 |             | 1468        |           |               | 46   |
| Pivo-nealko          |             |             |           |               |      |
| <b>CELKEM</b>        | <b>210</b>  | <b>1468</b> | <b>25</b> | <b>177</b>    |      |

Legenda

xx obaly zahrnuté do kumulovaného součtu

.....pokračování

| OBAL                 | PLASTOVÉ OBALY (PET) |            |          |           |           |            |            |          |
|----------------------|----------------------|------------|----------|-----------|-----------|------------|------------|----------|
| OBJEM /l/            | 0,33                 | 0,5        | 0,65     | 0,7       | 1         | 1,5        | 2          | 5        |
| Vody                 |                      | 46         |          | 20        | 5         | 733        | 106        | 4        |
| Limonády             |                      | 34         |          |           | 25        | 1          | 319        |          |
| Džusy                | 33                   | 9          |          |           | 3         | 7          | 18         |          |
| Sirupy               |                      |            |          | 30        | 1         |            |            | 1        |
| Čaje                 |                      | 18         |          |           | 5         | 45         |            |          |
| Ledová káva          |                      |            |          |           |           |            |            |          |
| Sportovní nápoje     | 1                    |            |          |           |           |            |            |          |
| Energetické nápoje   |                      |            |          |           |           |            |            |          |
| <b>CELKEM NEALKO</b> | <b>34</b>            | <b>107</b> |          | <b>50</b> | <b>39</b> | <b>786</b> | <b>443</b> | <b>5</b> |
| Pivo                 |                      |            | 4        |           |           | 2          |            |          |
| Pivo-nealko          |                      |            |          |           |           |            |            |          |
| <b>CELKEM</b>        | <b>34</b>            | <b>107</b> | <b>4</b> | <b>50</b> | <b>39</b> | <b>788</b> | <b>443</b> | <b>5</b> |

Legenda

xx obaly zahrnuté do kumulovaného součtu

.....pokračování

| OBAL                 | SÁČKY    | HLINÍKOVÉ PLECHOVKY |           |           |
|----------------------|----------|---------------------|-----------|-----------|
| OBJEM /l/            | 0,2      | 0,25                | 0,33      | 0,5       |
| Vody                 |          |                     |           |           |
| Limonády             |          | 21                  | 11        |           |
| Džusy                | 5        |                     |           |           |
| Sirupy               |          |                     |           |           |
| Čaje                 |          |                     | 1         |           |
| Ledová káva          |          | 8                   |           |           |
| Sportovní nápoje     |          |                     |           |           |
| Energetické nápoje   |          | 83                  |           |           |
| <b>CELKEM NEALKO</b> | <b>5</b> | <b>112</b>          | <b>12</b> |           |
| Pivo                 |          |                     | 41        | 65        |
| Pivo-nealko          |          |                     |           |           |
| <b>CELKEM</b>        | <b>5</b> | <b>112</b>          | <b>53</b> | <b>65</b> |

Legenda

xx obaly zahrnuté do kumulovaného součtu

.....pokračování

| OBAL                 | KOMPOZITNÍ OBALY |          |           |          |           |
|----------------------|------------------|----------|-----------|----------|-----------|
| OBJEM /l/            | 0,2              | 0,5      | 1         | 1,5      | 2         |
| Vody                 |                  |          |           |          |           |
| Limonády             |                  |          |           |          |           |
| Džusy                | 29               |          | 91        | 8        | 18        |
| Sirupy               |                  |          |           |          |           |
| Čaje                 |                  |          |           |          | 3         |
| Ledová káva          |                  | 1        |           |          |           |
| Sportovní nápoje     |                  |          |           |          |           |
| Energetické nápoje   |                  |          |           |          |           |
| <b>CELKEM NEALKO</b> | <b>29</b>        | <b>1</b> | <b>91</b> | <b>8</b> | <b>21</b> |
| Pivo                 |                  |          |           |          |           |
| Pivo-nealko          |                  |          |           |          |           |
| <b>CELKEM</b>        | <b>29</b>        | <b>1</b> | <b>91</b> | <b>8</b> | <b>21</b> |

Legenda

xx obaly zahrnuté do kumulovaného součtu

.....pokračování

| OBAL                 | OSTATNÍ     | CELKEM        |
|----------------------|-------------|---------------|
| OBJEM /l/            |             |               |
| Vody                 | 0,4         | 1062,4        |
| Limonády             | 5,3         | 585,3         |
| Džusy                | 1,5         | 297,5         |
| Sírupy               | 0,3         | 40,3          |
| Čaje                 | 2           | 86            |
| Ledová káva          | 1,6         | 10,6          |
| Sportovní nápoje     | 0,1         | 1,1           |
| Energetické nápoje   | 0,3         | 83,3          |
| <b>CELKEM NEALKO</b> | <b>11,5</b> | <b>2166,5</b> |
| Pivo                 |             | 1626          |
| Pivo-nealko          |             |               |
| <b>CELKEM</b>        | <b>11,5</b> | <b>3792,5</b> |

Tímto postupem bylo v 8 kategoriích nápojů definováno celkem 16 druhů obalů (sklo 0,33 l bylo hodnoceno odděleně jako vratné - pro vody/limo a jako nevratné - pro pivo/pivo-nealko), pokrývajících v případě nealkoholických nápojů 95 % a v případě piva 99% trhu ČR v roce 2007 (kapitola 5.1.5). Jde o:

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Skleněné obaly nevratné | SKLO 0,2/0,25 l*), SKLO 0,33 l (pivo)                                   |
| Skleněné obaly vratné   | SKLO 0,33 l (vody, limo), SKLO 0,5 l, SKLO 0,7 l                        |
| PET lahve               | PET 0,33 l, PET 0,5 l, PET 0,7/0,75 l*), PET 1 l, PET 1,5 l, PET 2 l    |
| Hliníkové plechovky     | Al PLECH 0,25/0,275 l*), Al PLECH 0,33 l, Al PLECH 0,5 l                |
| Kompozitní obaly        | NÁPOJOVÝ KARTON 0,2/0,25 l*), NÁPOJOVÝ KARTON 1 l a NÁPOJOVÝ KARTON 2 l |

\*) Uvnitř skupiny obalů byly porovnány obaly s minimálními rozdíly v objemu.

U těchto 16 posuzovaných druhů obalů byla detailně popsána fáze distribuce nápoje od výrobce do obchodu a to u všech nejvýznamnějších výrobců daného nápoje a daného obalu:

## VODY

SKLO 0,2/0,25 l - CCCR (Coca-Cola ČR), (celkem 100% trhu),

SKLO 0,33 l - KMV (Karlovarské minerální vody), KOFOLA, ALPHADUCT, VAVRUŠKA SODOVKÁRNA (celkem 95% trhu),

SKLO 0,7 l - KMV, HANÁCKÁ KYSELKA (celkem 96% trhu),

PET 0,5 l - KMV, CCCR, PODĚBRADKA, HBSW, PEPSI, HANÁCKÁ KYSELKA (celkem 98% trhu),

PET 0,75 l - KMV, KOFOLA, ALPHADUCT, HBSW (celkem 95% trhu)

PET 1,5 l - KMV, HBSW, PODĚBRADKA, ALPHADUCT, CCCRR, KOFOLA, HANÁCKÁ KYSELKA, PEPSI, VESETA, FONTEA, ONDRÁŠOVKA, KLIMO, SKALNÍ VODA (celkem 99% trhu),

PET 2 l - VESETA, HORÁKOVÁ BENÁTECKÁ, FONTEA, JESENICKÉ PRAMENY (celkem 97% trhu).

Celkem vody - **98%** obalů na trhu.

## SLAZENÉ NÁPOJE (LIMO)

SKLO 0,2/0,25 l - CCCR, PEPSI, BEST (celkem 97% trhu),

SKLO 0,33 l - CCCR, KOFOLA, PEPSI, SODOVKÁRNA SÝKORA, ZON, BEST, VAVRUŠKA SODOVKÁRNA, AMIN, NIKOL NÁPOJE (celkem 95% trhu),

PET 0,5 l - CCCR, KOFOLA, PEPSI, ZON (celkem 94% trhu),

PET 1l - CCCR, KOFOLA, PEPSI (celkem 100% trhu),

PET 2 l - KOFOLA, VESETA, CCCR, PEPSI, KLIMO, FONTEA, TYMBARK-MASPEX, NEALKO NÁPOJE, HORÁKOVÁ BENÁTECKÁ, AQUASAG, PRVNÍ BALÍRENSKÁ (celkem 98% trhu),

PLECH 0,25 l - CCCR, KOFOLA (celkem 100% trhu),

PLECH 0,33 l - CCCR, PEPSI (celkem 100% trhu).

Celkem slazené nápoje - **96%** obalů na trhu.

## DŽUSY

---

SKLO 0,2 l - CCCR, KOFOLA (celkem 99% trhu),

PET 0,33 l - KOFOLA, TYMBARK-MASPEX, HBSW, LINEA NIVNICE, INTERFOOD (celkem 100% trhu),

PET 0,5 l - CCCR, KOFOLA, RAUCH, PEPSI (celkem 91% trhu),

PET 2 l - KOFOLA, TYMBARK-MASPEX, INTERFOOD, KLIMO (celkem 97% trhu),

NÁPOJOVÝ KARTON 0,2/0,25 l - LINEA, PEPSI, TYMBARK-MASPEX, RICKERSTEIN (celkem 90% trhu),

NÁPOJOVÝ KARTON 1 l - TYMBARK-MASPEX, LINEA, PEPSI, KOFOLA, CCCR, PFANNER, MC CARTER, RAUCH (celkem 99% trhu),

NÁPOJOVÝ KARTON 2 l - SOKPOL, PEPSI, RAUCH, PFANNER (celkem 92% trhu).

Celkem džusy - **83%** obalů na trhu.

## SIRUPY

---

PET 0,7 l - KOFOLA, NELI, LINEA, VESETA (celkem 100% trhu).

Celkem sirupy - **77%** obalů na trhu.

## ČAJE

---

PET 0,5 l - CCCR, RAUCH, KMV, PEPSI, KOFOLA, PFANNER (celkem 96% trhu),

PET 1,5 l - KMV, FONTEA, CCCR, HBSW, RAUCH, PODĚBRADKA, PFANNER (celkem 94% trhu),

Celkem čaje - **69%** obalů na trhu.

## ENERGETICKÉ NÁPOJE

---

PLECH 0,25 l - RAUCH, PINELLI, AL NAMURA, TECFOOD (celkem 98% trhu)

Celkem energetické nápoje - **97%** trhu.

## PIVO, NEALKOHOLICKÉ PIVO

---

SKLO 0,33 l - PRAZDROJ (Plzeňský Prazdroj, a.s.), STAROPRAMEN, STAROBRNO, PMS PŘEROV, BUDVAR, DRINKS UNION, KP KRUŠOVICE, MP PLATAN, PIVOVAR ČERNÁ HORA, RP BERNARD, PIVOVAR NÁCHOD, BM PIVOVAR, BOHEMIA REGENT, PIVOVAR PARDUBICE, PIVOVAR JANÁČEK, JIHMORAVSKÉ PIVOVARY, PIVOVAR NOVÁ PAKA, PIVOVAR BROUMOV, LOBKOWICZKÝ PIVOVAR, PIVOVAR EGENBERG, PIVOVAR RAKOVNÍK - 100% obalů na trhu

SKLO 0,5 l - 43 PIVOVARŮ - 100% obalů na trhu

PLECH 0,33 l - PRAZDROJ, STAROPRAMEN, STAROBRNO, PMS PŘEROV, BUDVAR, KP KRUŠOVICE, MP PLATAN, PIVOVAR NYMBURK, BM PIVOVAR, PIVOVAR STRAKONICE, PIVOVAR JIHLAVA, PIVOVAR EGENBERG - 100% obalů na trhu

PLECH 0,5 l - PRAZDROJ, STAROPRAMEN, STAROBRNO, PMS PŘEROV, BUDVAR, DRINKS UNION, KP KRUŠOVICE, PIVOVAR SVIJANY, PIVOVAR ČERNÁ HORA, PIVOVAR NYMBURK, PIVOVAR NÁCHOD, BM PIVOVAR, PIVOVAR STRAKONICE, PIVOVAR JIHLAVA - 100% obalů na trhu

Celkem pivo a nealkoholické pivo - 99% obalů na trhu.

U těchto konkrétních výrobců nápojů byla fáze "distribuce" kalkulována, s využitím jednotného distribučního modelu - kapitola 4.2.2, jako skutečné přepravní výkony v roce 2007.

#### 4.2.2 SBĚR A ZPRACOVÁNÍ ÚDAJŮ

Vlastní inventarizace vstupů a výstupů materiálů a energií v celém životním cyklu obalů byla zpracována na základě technologických údajů získaných během konzultací s výrobcí nápojů (tabulka č. 2). Tyto údaje jsou označeny jako specifické. Z důvodů praktické realizovatelnosti této studie (desítky výrobců nápojů), byly údaje od konkrétních subjektů aplikovány na ostatní subjekty trhu v daném druhu obalu. V případě piva byly fáze životního cyklu "plnění" kalkulovány na základě údajů z velkého pivovaru (Plzeňský prazdroj, a.s. Plzeň) a malého pivovaru (Měšťanský pivovar v Poličce, a.s.) a aplikovány na ostatní subjekty trhu v daném druhu obalu. Toto rozlišení má svoje opodstatnění v technologické odlišnosti výroby piva i v dosahu distribučních řetězců; dělící hranicí byl výstav piva u jednotlivých druhů obalů (1,5 mil. ks u skleněných obalů o objemu 0,33 l a 20 mil. ks u skleněných obalů o objemu 0,5 l.

Na základě předem předložené struktury potřebných údajů, prohlídky technologií, opakovaných konzultací a dodatečných upřesnění byly získány vstupní údaje od každého konkrétního výrobce nápojů. Údaje charakterizovaly výrobu konkrétních druhů nápojů, druhy a typy používaných obalů, spotřebu materiálů a energií a distribuční kanály, a to za rok 2007. Údaje se týkaly těchto jednotkových operací:

- přeprava surovin (PET granulát, PET flakes, Al-plech)
- výroba obalů (SKLO, PET, PLECH)
- přeprava obalů (SKLO, PET, PLECH, NÁPOJOVÝ KARTON)
- výroba a přeprava přepravků (SKLO)
- výroba palet (EURO, průmyslové)
- přeprava uzávěrů, etiket, proložek, fólií, lepidel, chemikálií, kartonů a trejů (kartonová podložka)
- mytí a plnění obalů (provoz linky)
- skupinové balení obalů (kartony, traye, šrinky, streče, palety, pásky)
- distribuce (výrobce-obchod).

Ty části životního cyklu obalů, které nebyly z různých důvodů pokryty specifickými údaji, byly převzaty z databáze Boustead Model (BM). Tyto údaje jsou označeny jako obecné (tabulka 2). Preferovány byly údaje specifické, pouze v případě absence (např. výroba hliníkového plechu 3104H19) byly použity údaje obecné.

Údaje popisující počáteční fáze životního cyklu obalů, byly převzaty z databáze Boustead Model (BM), přehled tabulka č. 2. V případě PET obalů a hliníkových plechovek byly použity údaje o výrobě PET granulátu z ropy a PET flakes z druhotné suroviny (Boustead, 2005) u hliníkových plechovek údaje o výrobě hliníkového plechu 3104H19 (Boustead Model) z bauxitu. U kompozitních obalů byly z BM převzaty údaje o výrobě celých obalů, přičemž byla respektována konkrétní situace u výrobců kompozitních obalů (plošná hmotnost kompozitních obalů 281g/m<sup>2</sup> - 80% celulóza, 15% PE (fólie, uzávěry), 5% hliníková fólie) - používaných k balení nápojů na území ČR. Údaje z výroby hliníkových plechovek poskytla společnost REXAM Ejovice. Údaje ke skleněným obalům O-I Dubí u Teplic.

**TABULKA 2 PŘEHLED ZDROJŮ ÚDAJŮ**

| OBALY                       | FÁZE ŽC    | ZDROJ  | Typ údajů         |
|-----------------------------|------------|--|-------------------|
| <b>SKLENĚNÉ OBALY</b>       |            |  |                   |
| Pivo                        | Suroviny   | Boustead Model   | Obecné            |
|                             | Doprava    | Boustead Model   | Obecné            |
|                             | Výroba     | O-I Dubí   | Specifické        |
|                             | Doprava    | VMG; O-I Dubí; Prazdroj; pivovar Polička   | Specifické/Obecné |
|                             | Plnění     | Prazdroj; pivovar Polička  | Specifické        |
|                             | Distribuce | Prazdroj; pivovar Polička; Výzkumný ústav pivovarský a sladařský; Statistické přehledy, 2007 | Specifické/Obecné |
|                             | Odpad*)    | Boustead Model; Projekt VaV MŽP/720/2/00; EKO-KOM  | Obecné            |
| Nealko                      | Suroviny   | Boustead Model   | Obecné            |
|                             | Doprava    | Boustead Model   | Obecné            |
|                             | Výroba     | O-I Dubí   | Specifické        |
|                             | Doprava    | VMG; O-I Dubí; CCCR  | Specifické/Obecné |
|                             | Plnění     | CCCR; LINEA; KMV   | Specifické        |
|                             | Distribuce | CCCR; KMV; AC NIELSEN; 2007  | Specifické/Obecné |
|                             | Odpad*)    | Projekt VaV MŽP/720/2/00; EKO-KOM; Boustead Model  | Obecné            |
| <b>PLASTOVÉ OBALY (PET)</b> |            |  |                   |
| Nealko                      | Suroviny   | Boustead Model   | Obecné            |
|                             | Doprava    | CCCR; LINEA; KMV   | Specifické        |
|                             | Výroba     | CCCR; LINEA; KMV   | Specifické        |
|                             | Doprava    | CCCR; LINEA; KMV   | Specifické        |
|                             | Plnění     | CCCR; LINEA; KMV   | Specifické        |
|                             | Distribuce | CCCR; LINEA; KMV; AC NIELSEN, 2007   | Specifické        |
|                             | Odpad*)    | Projekt VaV MŽP/720/2/00; EKO-KOM; CCCR; Boustead Model                                      | Specifické/Obecné |
| <b>HLINÍKOVÉ PLECHOVKY</b>  |            |  |                   |
| Pivo<br>Nealko              | Suroviny   | Boustead Model   | Obecné            |
|                             | Doprava    | REXAM  | Specifické        |
|                             | Výroba     | REXAM  | Specifické        |
|                             | Doprava    | REXAM  | Specifické        |
|                             | Plnění     | CCCR; Prazdroj   | Specifické        |
|                             | Distribuce | CCCR; Prazdroj; Výstupy z CANADEAN (The Soft Drinks Service, 2007)                           | Specifické/Obecné |
|                             | Odpad*)    | Projekt VaV MŽP/720/2/00; EKO-KOM; Boustead Model; Kovohutě Holding Čelákovice a.s.          | Specifické/Obecné |
| <b>KOMPOZITNÍ OBALY</b>     |            |  |                   |
| Nealko                      | Suroviny   | Boustead Model   | Obecné            |
|                             | Doprava    | Boustead Model   | Obecné            |
|                             | Výroba     | Boustead Model   | Obecné            |
|                             | Doprava    | Linea  | Specifické        |
|                             | Plnění     | Linea  | Specifické        |
|                             | Doprava    | Linea; Výstupy z CANADEAN (The Soft Drinks Service, 2007); AC NIELSEN, 2008;                 | Specifické        |
|                             | Odpad*)    | Projekt VaV MŽP/720/2/00; EKO-KOM; Brněnské papírny, s.p., Předklášteří-Tišnov               | Obecné            |

\*)Fáze životního cyklu odpad – zahrnuje recyklaci

Veškeré poskytnuté údaje od jednotlivých výrobců nápojů byly po přepočtu na funkční jednotku porovnávány a případné disproporce dodatečně upřesňovány. Spolehlivost vstupních údajů je klíčovým předpokladem pro hodnověrnost všech studií LCA. Srovnatelné údaje poskytnuté několika výrobci nápojů byly k dalšímu zpracování použity jako vážené průměry a to na základě podílů na trhu v daném druhu nápoje a obalu. V opačném případě - při poskytnutí údajů pouze jedním výrobcem obalů - byla provedena kontrola konzistence dat a extrémních hodnot na základě závěrečné inventarizační porovnávací tabulky; tento zdroj informací není veřejný. Přestože nebyly od výrobců shromažďovány žádné údaje ekonomického charakteru, jsou podrobné informace o výrobě a distribuci nápojů, v silném konkurenčním prostředí ČR, snadno zneužitelná. Proto byla s každým poskytovatelem údajů uzavřena smlouva neposkytování konkrétních firemních údajů třetím osobám, a to včetně zadavatele této práce.

## VÝROBA

Při zpracovávání poskytnutých údajů byly v daných jednotkových operacích zavedeny upřesnění a předpoklady. S výjimkou hliníkových plechovek jsou u každého hodnoceného druhu a objemu uváděny na trh různé typy obalů (např. u pivních lahví 0,5 l to jsou typy NRW, GOLD, BNR, ALE s korunkovými uzávěry a některé pivovary používají specifické druhy obalů s patentními uzávěry; uvedené typy se liší nejen rozměry a tvarem, ale i hmotností obalu a exkluzivní barvou skla, popř. technologickými úpravami plných obalů před expedicí). Tyto difference byly zohledněny tak, že veškeré kalkulace byly provedeny na váženém průměru všech typů obalů a to podle jejich tržního podílu v roce 2007. Sekundární obaly (přepravky, palety) byly počítány jako spotřeba materiálu na základě vykázaných průměrných ztrát (popř. jako nákup nových přepravek a palet). Přeprava přepravek od výrobce (např. Alfa Plastik Bruntál, Obalpro Hodonín/zahraniční výrobce) byla kalkulována s využitím silniční dopravy (užitečná hmotnost nad 24t; 2500-3120 přepravek/automobil; střední přepravní vzdálenost 200/630 km). Přeprava nových skleněných obalů byla kalkulována s využitím silniční dopravy (užitečná hmotnost nad 24t, 33 EURO palet/26 průmyslových palet/automobil, balicí schéma (spotřeba proložek, fólií, palet) podle jednotlivých výrobců; přepravní vzdálenosti byly počítány jako reálné dopravní vzdálenosti ([www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)) z OI Dubí u Teplic a VMG Kyjov ke každému konkrétnímu výrobcí nápojů. Výroba PET obalů probíhá v závislosti na výrobcí nápojů a objemu obalu dvěma způsoby: výroba z PET granulátu v místě plnění, nebo nákup a přeprava PET preforem (výrobci např. PlasticOne, RetalCzech, VetaUH, BemaLA, REXAM Petainer) a vyfukování v místě plnění; v kalkulacích byly zohledněny oba postupy, včetně relevantní přepravy (průměrná přepravní vzdálenost PET granulátu 600 km, PET flakes 250 km, PET preforem 300 km) tak, aby představovaly reálnou situaci v roce 2007. Kalkulovaný podíl PET flakes na výrobě PET obalů byl v obou případech 15% hm.; materiálové a energetické vstupy na vyfukování obalů byly kalkulovány na základě dat poskytnutých jednotlivými výrobci nápojů. Výroba hliníkových obalů byla kalkulována z podkladů REXAM Ejpovice a to včetně silniční přepravy hliníkového plechu/víček (tloušťka 0,245/0,5 mm), (užitečná hmotnost 24t, přepravní vzdálenost 650/700 km); součástí kalkulací výroby hliníkových obalů je i stanovení podílu odřezků a zmetků a jejich následná úprava a přeprava k opětovnému využití (mimo území ČR). Přeprava vyrobených prázdných hliníkových obalů a víček byla počítána jako reálná dopravní vzdálenost z REXAM Ejpovice ke každému konkrétnímu výrobcí nápojů s využitím silniční přepravy (užitečná hmotnost 24t, 21 palet/automobil). Výroba polotovarů pro kompozitní obaly probíhá mimo území ČR [(Maďarsko (brick), Holandsko (prisma)) a jeho kompletace (rozvinutí, lepení uzávěrů a brček) v místě plnění; součástí kalkulace proto byla přeprava polotovarů ke každému konkrétnímu výrobcí nápojů s využitím silniční dopravy (užitečná hmotnost nad 24t; 460000-2600000 ks/automobil; balicí schéma podle jednotlivých výrobců). Přeprava uzávěrů, etiket, proložek, fólií, lepidel, chemikálií, kartonů a trejů byla kalkulována u všech relevantních druhů a objemů obalů s výjimkou nevratných skleněných obalů.

## PLNĚNÍ

Fáze životního cyklu PLNĚNÍ zahrnovala mytí obalů, vlastní plnění a balení k expedici. Mytí obalů před plněním se provádí nejen u vratných skleněných obalů, ale i u nově vyrobených obalů a to většinou v jedné výrobní operaci s plněním na společné technologické lince. Při mytí obalů se používá vedle kyselin a zásad řada speciálních chemikálií, které byly, na základě informací z bezpečnostních listů, vzaty do kalkulací, a to včetně jejich obalů. V případě vratných skleněných obalů byly počítány ztráty obalů (podle druhu obalu 1- 9,2%) na základě nákupu nových obalů se zohledněním meziročních změn prodeje nápojů. Sycené nealkoholické nápoje a pivo spotřebovávají CO<sub>2</sub>, který byl rovněž zahrnut do výpočtů. Součástí plnění je uzavření obalu (korunka, uzávěr, víčko), označení obalu (etikety, lepidlo, smrštitelná fólie - šrink), umístění do skupinového obalu (přepravka, smrštitelná fólie - streč, lepenkový obal skupinový, multipack, tray) a paletování a značení (palety, proložky, streče, etikety). Takto je připraven nápoj k distribuci do obchodní sítě. Do fáze životního cyklu PLNĚNÍ



byly kalkulovány (na základě balicích schémat konkrétních výrobců nápojů) všechny uvedené součásti obalů, a to včetně jejich přepravy od výrobce a včetně jejich obalů.

## DISTRIBUCE

Výrobci nápojů rozlišují 2 oddělené etapy distribuce nápojů - primární (haulage), která se uskutečňuje mezi výrobcem a jeho distribučními centry, popř. u menších výrobců mezi logistickými středisky. Sekundární distribuce (distribution) zajišťuje přepravu z těchto center/středisek až k zákazníkovi. V případě regionálních, či lokálních výrobců nápojů toto schéma samozřejmě plně neplatí, avšak tyto výrobce představují pouze zlomek českého trhu nealkoholických nápojů a piva. Způsoby a místa prodeje nápojů musí respektovat spotřebitelská očekávání zákazníků a výrobci nápojů pečlivě tato místa diferencují jak co do druhu nápoje, tak i druhu a objemu obalu. V zásadě lze rozlišit obchodní řetězce (Hypernova, Albert, Tesco, Makro, Interspar, Globus, Delvita, Billa, Penny Market, Plus Discount, Lidl, Norma, Kaufland), maloobchod (retail), stánky (away from home), hotely-restaurace-catering (HoReCa) a benzinové pumpy (petrol).

Byl proto zvolen obecný distribuční model odpovídající reálné situaci v ČR, který byl aplikován na všechny konkrétní výrobce nápojů (kapitola 4.2.1. Pro zjednodušení byl zaveden předpoklad, že daný přepravní prostředek distribuuje pouze daný typ nápoje/obalu. Primární distribuce probíhá jako silniční přeprava s využitím automobilů s užitečnou hmotností nad 24t (počet palet 26-33/automobil; počet obalů na paletě podle balicího schématu každého konkrétního výrobce; zpětné vyřízení buď přepravou vratných obalů, nebo jiným zbožím); přepravní vzdálenost byla kalkulována od každého konkrétního výrobce nápojů do jednoho z 10 distribučních středisek/logistických center (Brno, České Budějovice, Frýdek-Místek, Hradec Králové, Karlovy Vary, Liberec, Olomouc, Plzeň, Praha/Střední Čechy, Ústí nad Labem). Postup lze osvětlit na příkladu obalu PET 0,5 l, v kterém se v roce 2007 v ČR distribuovaly minerální vody [výrobce/místo plnění obalu: KMV/Karlovy Vary, CCCR /Luka (Slovensko), PODĚBRADKA/Poděbrady, HBSW/Byňov, GB-PEPSI/Adršpach, HANÁČKÁ KYSELKA/Horní Moštěnice], limonády [výrobce/místo plnění obalu: CCCR/Praha, KOFOLA/Krnoh, GB-PEPSI/Praha, ZON/Třebíč], džusy [(výrobce/místo plnění obalu: CCCR/Budapešť, KOFOLA/Krnoh, RAUCH/Budapešť, GB-PEPSI/Praha) a čaje (výrobce/místo plnění obalu: CCCR/Budapešť, RAUCH/Budapešť, KMV/Karlovy Vary, GB-PEPSI/Praha, KOFOLA/Krnoh, PFANNER/Lauterach (Rakousko)]. Přeprava byla kalkulována z každého místa plnění obalu do uvedených 10 distribučních středisek/logistických center na základě reálné dopravní vzdálenosti ([www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)). Celkové ujetá vzdálenost v roce 2007 pak byla dělena celkovým počtem vyrobených funkčních jednotek daného nápoje ve stejném roce a tak byl získán údaj o přepravních nárocích na funkční jednotku obalu (drobní výrobci nápojů byli dopočtení na základě alikvotního podílu do 100%).

Stejně tak sekundární distribuce probíhá v reálné podobě jako silniční přeprava s využitím automobilů s užitečnou hmotností 10-12 t [maloobchod, počet palet 18/automobil; během rozvozu najeto 80 km (střední hodnota podle rozložení okresních měst v krajích)] a s užitečnou hmotností do 3,5 t (stánky, hotely-restaurace-catering, benzinové pumpy; vyřízení počítáno jako 80% užitečné hmotnosti; během rozvozu najeto 80 km (střední hodnota podle rozložení obchodních míst). V případě sekundární distribuce piva byla zohledněna určitá modifikace tohoto obecného modelu spočívající v odlišnostech u malých pivovarů (regionální trh). Také v případě sekundární distribuce byli dopočtení drobní výrobci nápojů na základě alikvotního podílu do 100%.

## ODPAD

Závěrečná fáze životního cyklu obalů - nakládání s prázdnými obaly - byla popsána tak, jak odpovídalo reálné situaci v nakládání s obalovými odpady v ČR v roce 2007. Část skleněných obalů je vratných (podle Nařízení vlády č. 111, ze dne 20. února 2002, kterým se stanoví výše zálohy pro vybrané druhy vratných zálohovaných obalů); z vybraných 16 druhů obalů jde o láhev na limonádu a sodovou vodu 0,33 l, láhev na minerální vody 0,33 l, láhev na minerální vody 0,7 l a pивní láhve 0,5 l (NRW, ALE). U těchto druhů obalů byla kalkulována výroba a provoz existujících výkupních automatů (TOMRA) a zpětná přeprava k výrobcům nápojů jako obrácený distribuční model (redistribuce). Sorting obalů (vzájemně

Všechny ostatní druhy prázdných obalů vstupují do regulovaného systému nakládání s odpadními obaly, nebo zůstávají mimo tento systém (jiné využití obalů, pohazení obalů, spálení obalů v domácích kotlích apod.). Podíl prázdných obalů mimo regulovaný systém nebyl v ČR pro rok 2007 věrohodně kvantifikován, lze však předpokládat, že představoval marginální část obalových odpadů a proto nebyl v této práci hodnocen. Odpadní

obaly v regulovaném systému se mohou dostat do nádob pro oddělený sběr (s výjimkou hliníkových plechovek, jejichž oddělený sběr nebyl v ČR v roce 2007 prováděn), nebo do nádob na směsný komunální odpad. Materiálové a energetické vstupy a výstupy subsystém odděleného sběru skládajícího se ze sběrných nádob, svozu obsahu nádob a dotřídění obsahu nádob na obchodovatelnou druhotnou surovinu byl popsán v (Černík, 2003) a pro účely této práce aktualizován na rok 2007 na základě technických konzultací s autorizovanou obalovou společností EKO-KOM, a.s. (počty a druhy nádob, svozových automobilů a třídících linek; výtěžnost odděleného sběru (skleněné obaly - 70%hm., PET obaly - 60%hm., kompozitní obaly - 39%hm.); ztráty při dotřídění (obaly PET - 12%hm., kompozitní obaly - 10%hm.) a při výrobě druhotné suroviny (skleněné střepy - 6% hm., PET flakes - 27%hm.); přepravní vzdálenosti k materiálovému využití). Alokace na jednotlivé druhy obalů byla provedena na základě předpokladu, že struktura odpadních obalů odpovídá struktuře prodaných obalů.

Druhou část regulovaného systému nakládání s odpadními obaly představuje sběr, svoz, spalování a skládkování směsných komunálních odpadů (kód 200301). Materiálové a energetické vstupy a výstupy tohoto subsystému byly čerpány z (Černík, 2002) a aktualizovány na základě výročních zpráv provozovatelů jednotlivých zařízení za rok 2007 (např. instalace dioxinových filtrů, zvýšení podílu odplyněných skládek). Podle těchto údajů bylo v roce 2007 spalováno 16%hm. a skládkováno 84% hm. směsných komunálních odpadů. Spalováním PET obalů a kompozitních obalů vzniká dále využitelná energie, emise CO<sub>2</sub> a produkce odpadů odpovídající materiálům obalů (Obroučka, 2005) - tyto efekty byly kalkulovány, stejně tak jako vznik CH<sub>4</sub>/CO<sub>2</sub> rozkladem kompozitních obalů na skládkách.

Konec životního cyklu vybraných 16 druhů obalů, tak jak byly stanoveny hranice systému posuzování, představuje uložený směsný komunální odpad a ztráty z recyklace (skleněné obaly), uložená škvára ze spaloven směsného komunálního odpadu a ztráty z recyklace (plastové obaly, kompozitní obaly).

Údaje o materiálových a energetických vstupech a výstupech spojených s životním cyklem obalů na nealkoholické nápoje a pivo v ČR v roce 2007 jsou uvedeny v příloze 2 (neveřejná).

#### 4.2.3 HODNOCENÍ KVALITY ÚDAJŮ

Kvalita údajů byla vyhodnocena podle metody Weidema, převzatá Toffelem (Toeffel a col, 2004; Weidema a col., 1996). Tabulka 3 prezentuje 6 kritérií pro hodnocení kvality údajů. Kvalita údajů je hodnocena v pořadí od jedné do pěti. Jednička znamená nejvyšší kvalitu údajů.

**TABULKA 3 HODNOCENÍ KVALITY ÚDAJŮ PODLE METODY WEIDEMA**

| Skóre                           | 1   | 2   | 3  | 4   | 5  |
|---------------------------------|---|---|--|---|--|
| Metody sběru                    | Měřené údaje  | Vypočtené údaje založené na měřeních                                | Vypočtené údaje z části založené na předpokladech                | Kvalifikovaný (expertní) odhad                        | Nekvalifikovaný odhad  |
| Nezávislost údajů na dodavateli | Verifikované údaje z veřejných nebo nezávislých zdrojů  | Verifikované údaje z provozů zainteresovaných na studii             | Nezávislé zdroje, ale založené na neověřených údajích z průmyslu | Neověřené informace z průmyslu                        | Neověřené informace z podniků zainteresovaných na studii   |
| Reprezentativnost               | Reprezentativní údaje na základě dostatečných vzorků v průběhu adekvátního časového období s vyrovnanou fluktuací | Reprezentativní údaje z menšího počtu míst, ale za adekvátní období | Reprezentativní údaje z menšího počtu míst, ale za kratší období | Údaje z adekvátního počtu míst, ale za kratší období  | Reprezentativnost neznámá nebo nekompletní daje z malého počtu míst a/nebo za kratší časové období |
| Stáří údajů                     | Méně než 3 roky   | Méně než 5 let  | Méně než 10 let  | Méně než 20 let                                       | Stáří neznámé, nebo větší než 20 let   |
| Geografická korelace            | Údaje z území, které je předmětem studie  | Průměrné údaje ze širšího území než je předmětem studie             | Údaje z oblastí s podobnými výrobními podmínkami                 | Údaje z oblastí s málo podobnými výrobními podmínkami | Údaje z neznámých oblastí, nebo z oblastí s velmi odlišnými výrobními                              |

|                        |   |   |  |   |   |
|------------------------|---|---|--|---|---|
|                        |   |   |  |   | podmínkami                                |
| Technologická korelace | Údaje z podniků, procesů a o materiálech, které jsou předmětem studie | Údaje o materiálech a procesech, které jsou předmětem studie, ale z různých podniků | Příbuzné údaje, které jsou předmětem studie, ale z různých technologií | Příbuzné údaje, ale ze stejné technologie | Příbuzné údaje, ale z různých technologií |

**TABULKA 4 KVALITA ÚDAJŮ NÁPOJOVÝCH OBALŮ**

| Druh obalu          | Fáze životního cyklu | Metody sběru | Nezávislost údajů na dodavateli | Reprezentativnost | Stáří údajů | Geografická korelace | Technologická korelace |
|---------------------|----------------------|--------------|---------------------------------|-------------------|-------------|----------------------|------------------------|
| Skleněné obaly      | Těžba surovin        | 2            | 1                               | 1                 | 3           | 3                    | 2                      |
|                     | Výroba               | 2            | 1                               | 1                 | 1           | 3                    | 2                      |
|                     | Plnění               | 2            | 2                               | 2                 | 1           | 1                    | 1                      |
|                     | Doprava a distribuce | 3            | 2                               | 1                 | 1           | 1                    | 1                      |
|                     | Skládkování          | 2            | 2                               | 2                 | 1           | 1                    | 1                      |
|                     | Spalování            | 2            | 2                               | 1                 | 1           | 1                    | 1                      |
|                     | Recyklace            | 2            | 2                               | 2                 | 1           | 1                    | 1                      |
| Plastové obaly(PET) | Těžba surovin        | 2            | 1                               | 1                 | 3           | 3                    | 2                      |
|                     | Výroba               | 2            | 2                               | 2                 | 1           | 1                    | 1                      |
|                     | Plnění               | 2            | 2                               | 2                 | 1           | 1                    | 1                      |
|                     | Doprava a distribuce | 3            | 2                               | 1                 | 1           | 1                    | 1                      |
|                     | Skládkování          | 2            | 2                               | 2                 | 1           | 1                    | 1                      |
|                     | Spalování            | 2            | 2                               | 1                 | 1           | 1                    | 1                      |
|                     | Recyklace            | 2            | 2                               | 2                 | 1           | 1                    | 1                      |
| Hliníkové plechovky | Těžba surovin        | 2            | 1                               | 1                 | 3           | 3                    | 2                      |
|                     | Výroba               | 2            | 2                               | 1                 | 1           | 1                    | 1                      |
|                     | Plnění               | 2            | 2                               | 2                 | 1           | 1                    | 1                      |
|                     | Doprava a distribuce | 3            | 2                               | 1                 | 1           | 1                    | 1                      |
|                     | Skládkování          | 2            | 2                               | 2                 | 1           | 1                    | 1                      |
|                     | Spalování            | 2            | 2                               | 1                 | 1           | 1                    | 1                      |
|                     | Recyklace            | 2            | 2                               | 2                 | 1           | 1                    | 1                      |
| Kompozitní obaly    | Těžba surovin        | 2            | 1                               | 1                 | 3           | 3                    | 2                      |
|                     | Výroba               | 2            | 1                               | 1                 | 3           | 3                    | 2                      |
|                     | Plnění               | 2            | 2                               | 2                 | 1           | 1                    | 1                      |
|                     | Doprava a distribuce | 3            | 2                               | 1                 | 1           | 1                    | 1                      |
|                     | Skládkování          | 2            | 2                               | 2                 | 1           | 1                    | 1                      |
|                     | Spalování            | 2            | 2                               | 1                 | 1           | 1                    | 1                      |
|                     | Recyklace            | 2            | 2                               | 2                 | 1           | 1                    | 1                      |

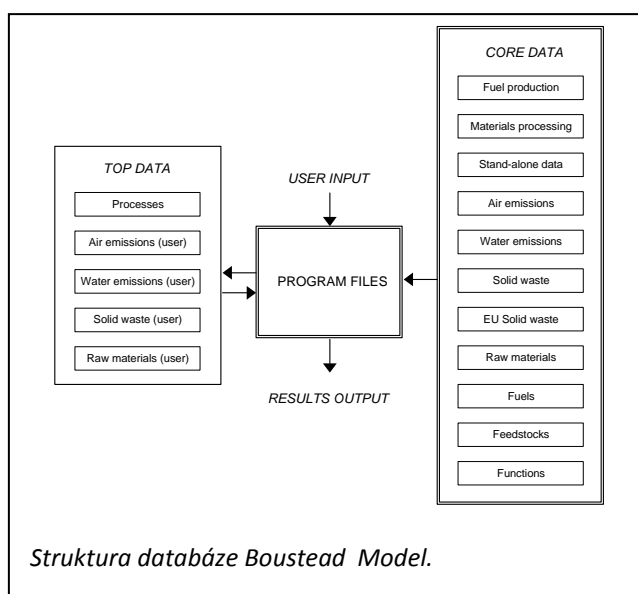
|     |        |   |   |   |   |   |   |
|-----|--------|---|---|---|---|---|---|
| Trh | Nealko | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
|     | Pivo   | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Rozdíl v kvalitě údajů jednotlivých obalů (tabulka 4) je minimální. Většina údajů je ve všech posuzovaných ukazatelích hodnocena stupněm 1 a 2, výjimečně 3. Žádný z údajů nebyl hodnocen stupněm 4 a 5. Z hodnocení vyplývá, že údaje jsou dostatečně kvalitní a reprezentativní pro posuzované systémy.

#### 4.2.4 VÝPOČET VÝSLEDKŮ INVENTARIZAČNÍ ANALÝZY

Shromážděné a zpracované údaje, vztažené na funkční jednotku 1000 l obaleného nápoje, byly vloženy do specializovaného databázového a prezentačního software - Boustead Model v. 5.11 (produkt společnosti Boustead Consulting, Ltd., GB).

Boustead Model umožňuje výpočet výsledků inventarizační analýzy životního cyklu propojením primárních údajů získaných z průmyslu a od dalších subjektů v rámci životního cyklu s inventarizačními údaji v databázi. Na obrázku 3 je znázorněna první část databáze – Core. Tato část obsahuje údaje pro 33 300 jednotkových procesů, které zahrnují výrobu paliva a výrobní postupy pro téměř každou zemi (27 000 postupů celkem) stejně jako více než 6 000 materiálových výrobních postupů. Všechny údaje o materiálových výrobních postupech byly převzaty z průmyslu. Druhá část databáze – TOP je k dispozici pro vytvoření vlastních pracovních postupů.



#### OBRÁZEK 3 STRUKTURA DATABÁZE BOUSTEAD MODEL

Výstupy z Boustead Modelu jsou prezentovány v kategoriích:

- celková spotřeba energie
- spotřeba primárních paliv
- spotřeba surovin
- spotřeba vody
- CO<sub>2</sub>ekv.
- emise do ovzduší
- emise do vody
- produkce odpadů

#### 4.2.5 VÝSLEDKY VÝPOČTŮ INVENTARIZAČNÍ ANALÝZY NÁPOJOVÝCH OBALŮ

##### 4.2.5.1 INVENTARIZAČNÍ ANALÝZA JEDNOTLIVÝCH NÁPOJOVÝCH OBALŮ

Kompletní výsledky inventarizační analýzy (LCI) a posuzování dopadů (LCIA) jednotlivých obalů jsou uvedeny v příloze 3.

#### 4.2.5.2 INVENTARIZAČNÍ ANALÝZA SKUPIN NÁPOJOVÝCH OBALŮ

Výsledky inventarizační analýzy jednotlivých obalů sloužily jako podklad pro výpočet výsledků LCA skupin obalů:

- Sklo nevratné (0,2/0,25 l, 0,33 l pивní)
- Sklo vratné (0,33 l, 0,5 l pивní, 0,7 l)
- PET malé (0,3 l, 0,5 l, 0,7/0,75 l)
- PET velké (1 l, 1,5 l, 2 l)
- Hliníkové plechovky (0,25 l, 0,33 l, 0,5 l)
- Kompozitní obaly (0,2/0,25 l, 1 l, 2 l)

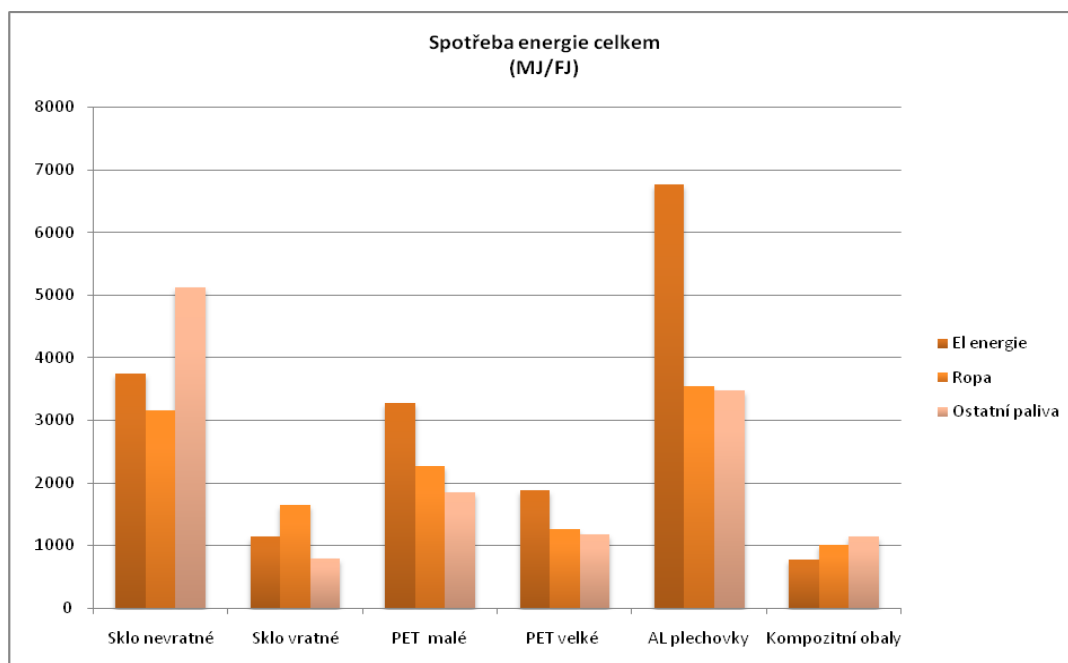
Skupiny obalů byly vypočítány jako vážený průměr jednotlivých zastoupených obalů podle počtu kusů uvedených na trh ČR v roce 2007

**Údaje v následujících tabulkách jsou vztaženy na funkční jednotku.**

**TABULKA 5 CELKOVÁ SPOTŘEBA ENERGIE**

| Druh paliva        | Sklo nevratné | Sklo vratné | PET obaly malé | PET obaly velké | Hliníkové plechovky | Kompozitní obaly |
|--------------------|---------------|-------------|----------------|-----------------|---------------------|------------------|
|                    | (MJ)          | (MJ)        | (MJ)           | (MJ)            | (MJ)                | (MJ)             |
| Elektrická energie | 3,75E+03      | 1,15E+03    | 3,28E+03       | 1,88E+03        | 6,77E+03            | 7,66E+02         |
| Ropa               | 3,16E+03      | 1,65E+03    | 2,27E+03       | 1,27E+03        | 3,54E+03            | 1,00E+03         |
| Ostatní paliva     | 5,13E+03      | 7,92E+02    | 1,85E+03       | 1,17E+03        | 3,48E+03            | 1,14E+03         |
| Celkem             | 1,20E+04      | 3,59E+03    | 7,39E+03       | 4,32E+03        | 1,38E+04            | 2,91E+03         |

**GRAF 1 SPOTŘEBA ENERGIE V ŽIVOTNÍM CYKLU OBALŮ**



#### Komentář

Z výsledků inventarizační analýzy nápojových obalů spotřebovaných v ČR v roce 2007 vyplývá, že skupina obalů hliníkové plechovky, spotřebuje během svého životního cyklu nejvíc energie ve srovnání s ostatními skupinami obalů (např. 4,7 x více než skupina kompozitní obaly). Výrazná je především spotřeba elektrické energie. V pořadí další, vysokou spotřebu elektrické energie vykazují nevratné skleněné obaly. U těchto obalů se rovněž

jedná o vysokou spotřebu ostatních paliv, především plynu, který je pro výrobu skla typický. Nejnižší spotřebu energie má životní cyklus kompozitních obalů, následně vratné sklo a velké PET obaly. Poněkud vyšší spotřebu energie, především elektřiny, vykazují malé PET obaly. Na příkladu PET obalů je zřejmá vazba mezi objemem obalu a spotřebou energie.

**TABULKA 6 PRIMÁRNÍ PALIVA / ZDROJE ENERGIE A ENERGIE MATERIÁLU**

| Druh paliva/energie | Sklo nevrtné | Sklo vratné | PET obaly malé | PET obaly velké | Hliníkové plechovky | Kompozitní obaly |
|---------------------|--------------|-------------|----------------|-----------------|---------------------|------------------|
|                     | (MJ)         | (MJ)        | (MJ)           | (MJ)            | (MJ)                | (MJ)             |
| Uhlí                | 2,06E+03     | 4,89E+02    | 1,47E+03       | 8,23E+02        | 1,74E+03            | 2,63E+02         |
| Ropa                | 3,79E+03     | 1,61E+03    | 2,29E+03       | 1,28E+03        | 3,51E+03            | 9,95E+02         |
| Zemní plyn          | 4,66E+03     | 1,17E+03    | 2,81E+03       | 1,73E+03        | 3,44E+03            | 6,83E+02         |
| Vodní energie       | 5,62E+01     | 1,96E+01    | 3,93E+01       | 2,15E+01        | 3,55E+03            | 1,55E+02         |
| Nukleární           | 6,72E+02     | 1,57E+02    | 5,16E+02       | 2,87E+02        | 9,05E+02            | 2,60E+02         |
| Lignit              | 1,70E-01     | 3,00E-02    | 4,20E-01       | 2,70E-01        | 1,20E-01            | 5,00E-02         |
| Dřevo               | 2,86E+02     | 1,48E+02    | 2,70E+02       | 1,73E+02        | 4,96E+02            | 5,53E+02         |
| Síra                | 2,01E+00     | 3,30E-01    | 1,12E+00       | 5,60E-01        | 1,49E+01            | 8,50E-01         |
| Biomasa             | 1,74E+01     | 3,19E+00    | 1,29E+01       | 6,86E+00        | 1,30E+01            | 1,06E+01         |
| Vodík               | 1,90E-01     | 5,10E-01    | 1,97E+00       | 1,28E+00        | 2,78E+00            | 1,70E-01         |
| Obnovená energie    | -3,64E+01    | -9,49E+00   | -2,56E+01      | -1,29E+01       | -2,26E+01           | -1,19E+01        |
| Nespecifik. energie | 0,00E+00     | 0,00E+00    | 1,02E+00       | 6,70E-01        | 7,00E-02            | 0,00E+00         |
| Rašelina            | 3,30E-01     | 9,00E-02    | 1,60E-01       | 9,00E-02        | 1,40E-01            | 1,90E-01         |
| Geotermální         | 2,00E-02     | 0,00E+00    | 1,00E-02       | 1,00E-02        | 1,00E-02            | 0,00E+00         |
| Solární             | 2,00E-02     | 0,00E+00    | 1,00E-02       | 1,00E-02        | 1,00E-02            | 1,00E-02         |
| Přilivová energie   | 2,00E-02     | 1,00E-02    | 1,00E-02       | 1,00E-02        | 5,00E-02            | 1,00E-02         |
| Biomasa (tekutá)    | 3,99E+00     | 7,10E-01    | 2,73E+00       | 1,46E+00        | 1,31E+02            | 3,40E-01         |
| Průmyslový odpad    | 5,70E+00     | 1,07E+00    | 3,87E+00       | 2,07E+00        | 8,71E+00            | 8,90E-01         |
| Komunální odpad     | 5,17E+02     | 6,20E-01    | 1,86E+00       | 1,00E+00        | 5,42E+00            | 9,30E-01         |
| Větrná energie      | 7,10E-01     | 2,40E-01    | 4,50E-01       | 2,50E-01        | 3,43E+00            | 7,40E-01         |
| Celkem              | 1,20E+04     | 3,59E+03    | 7,39E+03       | 4,32E+03        | 1,38E+04            | 2,91E+03         |

**TABULKA 7 PRIMÁRNÍ PALIVA / ZDROJE ENERGIE A SKRYTÁ ENERGIE MATERIÁLU**

| Druh paliva/energie | Sklo nevrtné | Sklo vratné | PET obaly malé | PET obaly velké | Hliníkové plechovky | Kompozitní obaly |
|---------------------|--------------|-------------|----------------|-----------------|---------------------|------------------|
|                     | (%)          | (%)         | (%)            | (%)             | (%)                 | (%)              |
| Uhlí                | 17,13        | 13,62       | 19,91          | 19,06           | 12,59               | 9,02             |
| Ropa                | 31,47        | 44,91       | 30,94          | 29,71           | 25,46               | 34,17            |
| Zemní plyn          | 38,72        | 32,51       | 37,96          | 40,05           | 24,96               | 23,47            |
| Vodní energie       | 0,47         | 0,55        | 0,53           | 0,50            | 25,70               | 5,33             |
| Nukleární           | 5,59         | 4,37        | 6,98           | 6,64            | 6,56                | 8,92             |
| Dřevo               | 2,37         | 4,13        | 3,65           | 4,01            | 3,59                | 18,98            |
| Ostatní             | 4,25         | -0,09       | 0,03           | 0,03            | 1,14                | 0,11             |
| Celkem              | 100,00       | 100,00      | 100,00         | 100,00          | 100,00              | 100,00           |

#### Komentář

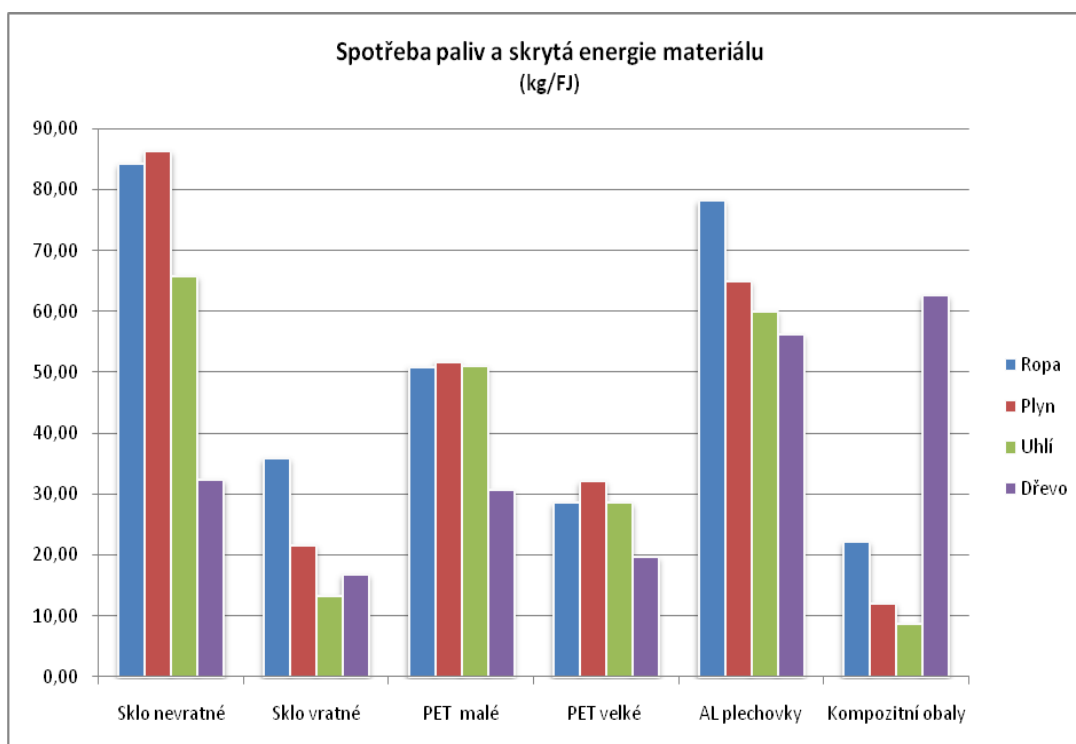
Tabulky 6 a 7 poskytují detailní obraz o primárních zdrojích energie spotřebované v rámci životních cyklů posuzovaných obalů. Významným zjištěním je, že energie spotřebovaná v rámci životního cyklu hliníkových plechovek je tvořena z 25,7 % energií z vodních elektráren. Tento fakt souvisí s energetickým mixem v síti země

zpracovávající hliník (Německo). S touto skutečností souvisí i nižší podíl spotřebované ropy a zemního plynu v porovnání s ostatními obaly. Poněkud vyšší podíl vodní energie byl zjištěn i u kompozitních obalů. I v tomto případě leží důvody mimo území České republiky. Vyšší podíl dřeva u kompozitních obalů souvisí se spotřebou dřeva jako suroviny na výrobu obalů.

**TABULKA 8 PALIVA A SKRYTÁ ENERGIE MATERIÁLU**

| Druh paliva          | Sklo nevratné | Sklo vratné | PET obaly malé | PET obaly velké | Hliníkové plechovky | Kompozitní obaly |
|----------------------|---------------|-------------|----------------|-----------------|---------------------|------------------|
|                      | (kg)          | (kg)        | (kg)           | (kg)            | (kg)                | (kg)             |
| Ropa                 | 8,41E+01      | 3,58E+01    | 5,08E+01       | 2,85E+01        | 7,81E+01            | 2,21E+01         |
| Zemní plyn/kondenzát | 8,62E+01      | 2,16E+01    | 5,17E+01       | 3,20E+01        | 6,49E+01            | 1,20E+01         |
| Uhlí                 | 6,57E+01      | 1,33E+01    | 5,09E+01       | 2,85E+01        | 5,99E+01            | 8,60E+00         |
| Metalurgické uhlí    | 5,35E+00      | 3,38E+00    | 4,66E-01       | 1,96E-01        | 3,93E-01            | 4,81E-01         |
| Lignit               | 1,15E-02      | 1,85E-03    | 2,75E-02       | 1,79E-02        | 8,16E-03            | 3,41E-03         |
| Rašelina             | 3,65E-02      | 1,02E-02    | 1,85E-02       | 9,98E-03        | 1,53E-02            | 2,10E-02         |
| Dřevo                | 3,23E+01      | 1,68E+01    | 3,06E+01       | 1,96E+01        | 5,61E+01            | 6,25E+01         |

**GRAF 2 SPOTŘEBA ENERGIE V ŽIVOTNÍM CYKLU OBALŮ**



#### Komentář

Spotřeba fosilních paliv v životním cyklu nápojových obalů vyjádřená v hmotnostních jednotkách ukazuje poněkud odlišné výsledky, než jaké byly zjištěny v případě celkové spotřeby energie vyjádřené v energetických jednotkách. Důvodem je především vysoký podíl energie z vodních elektráren v životním cyklu hliníkových plechovek. Dřevo, které je spotřebováno na výrobu kompozitních obalů (skrytá energie materiálu), vykazuje logicky i nejvyšší spotřebu u tohoto druhu obalů.

Nejvyšší spotřebu ropy mají nevratné skleněné obaly a hliníkové plechovky, nejnižší kompozitní obaly. Spotřeba plynu je nejvyšší v případě nevratného skla, což souvisí především s technologií výroby skla. Spotřeba plynu a uhlí je rovněž nejnižší u kompozitních obalů.

**TABULKA 9 SPOTŘEBA SUROVIN**

| Druh suroviny   | Sklo nevratné | Sklo vratné | PET obaly malé | PET obaly velké | Hliníkové plechovky | Kompozitní obaly |
|---|---------------|-------------|----------------|-----------------|---------------------|------------------|
|   | (kg)          | (kg)        | (kg)           | (kg)            | (kg)                | (kg)             |
| Baryt   | 2,68E-03      | 1,33E-03    | 7,00E-04       | 2,30E-04        | 8,70E-03            | 4,90E-04         |
| Bauxit  | 5,64E-02      | 4,31E-01    | 1,27E-02       | 7,49E-03        | 1,99E+02            | 6,57E+00         |
| NaCl  | 7,92E+01      | 6,15E+00    | 4,08E-01       | 2,53E-01        | 4,39E+00            | 4,52E-01         |
| CaSO <sub>4</sub>   | 2,60E-03      | 1,03E-01    | 1,20E-04       | 9,00E-05        | 3,00E-04            | 1,60E-04         |
| Křída (CaCO <sub>3</sub> )                                    | 0,00E+00      | 0,00E+00    | 2,62E-01       | 8,91E-02        | 0,00E+00            | 0,00E+00         |
| Jíl   | 4,07E-01      | 1,67E-01    | 5,38E-01       | 2,09E-01        | 8,40E-01            | 3,00E+00         |
| Živec   | 2,38E+01      | 0,00E+00    | 0,00E+00       | 0,00E+00        | 0,00E+00            | 0,00E+00         |
| Feromangan  | 1,21E-02      | 7,18E-03    | 1,08E-03       | 4,40E-04        | 8,90E-04            | 1,11E-03         |
| Fluorit   | 1,02E-03      | 7,82E-03    | 1,10E-04       | 5,00E-05        | 3,61E+00            | 1,19E-01         |
| Fe  | 1,45E+01      | 8,05E+00    | 1,18E+00       | 4,84E-01        | 9,81E-01            | 1,23E+00         |
| Pb  | 3,41E-02      | 1,63E-02    | 8,65E-03       | 2,81E-03        | 7,92E-03            | 6,08E-03         |
| Vápenec (CaCO <sub>3</sub> )                                  | 9,45E+01      | 7,08E+00    | 7,93E-01       | 4,72E-01        | 9,82E+00            | 5,28E-01         |
| Mg  | 0,00E+00      | 0,00E+00    | 0,00E+00       | 0,00E+00        | 2,43E+00            | 0,00E+00         |
| Mn  | 0,00E+00      | 0,00E+00    | 0,00E+00       | 0,00E+00        | 1,51E-01            | 0,00E+00         |
| Oxid titaničitý   | 0,00E+00      | 0,00E+00    | 2,00E-05       | 1,00E-05        | 0,00E+00            | 0,00E+00         |
| Písek (SiO <sub>2</sub> )                                     | 1,59E+02      | 1,01E+01    | 1,01E-02       | 2,48E-03        | 3,82E-02            | 1,12E-01         |
| Se  | 8,81E-03      | 0,00E+00    | 0,00E+00       | 0,00E+00        | 0,00E+00            | 0,00E+00         |
| Zn  | 2,13E-03      | 9,10E-04    | 2,34E-03       | 1,51E-03        | 5,15E-03            | 2,21E-03         |
| Cu  | 0,00E+00      | 0,00E+00    | 0,00E+00       | 0,00E+00        | 1,00E-05            | 0,00E+00         |
| Fosfáty jako P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                    | 3,10E-04      | 2,00E-05    | 9,50E-04       | 4,60E-04        | 2,64E-02            | 6,58E-03         |
| S (elementární)   | 2,90E-01      | 2,44E-02    | 1,01E-01       | 6,03E-02        | 1,61E+00            | 9,21E-02         |
| Dolomit   | 2,13E-01      | 1,02E-01    | 1,66E-02       | 5,91E-03        | 1,20E-02            | 5,06E-02         |
| Cr  | 1,04E-03      | 7,40E-04    | 3,00E-05       | 1,00E-05        | 2,50E-04            | 4,30E-04         |
| O <sub>2</sub>  | 2,62E-01      | 1,43E-01    | 3,06E-02       | 1,56E-02        | 3,61E-02            | 3,21E-02         |
| N <sub>2</sub>  | 1,91E+00      | 1,11E+00    | 3,22E+00       | 2,09E+00        | 4,77E-01            | 8,34E-01         |
| Vzduch  | 7,88E+00      | 2,13E+00    | 4,35E+00       | 2,33E+00        | 2,61E+01            | 3,26E+00         |
| Bentonit  | 1,15E-02      | 6,27E-03    | 1,56E-03       | 7,70E-04        | 1,33E-01            | 1,41E-03         |
| Štěrk   | 5,41E-02      | 2,98E-02    | 4,37E-03       | 1,78E-03        | 3,62E-03            | 4,53E-03         |
| Olivín  | 1,37E-01      | 7,57E-02    | 1,11E-02       | 4,54E-03        | 9,20E-03            | 1,15E-02         |
| Jílovitá břidlice   | 7,39E-03      | 3,60E-04    | 3,50E-04       | 2,60E-04        | 8,40E-04            | 4,40E-04         |
| Ulexit (NaCaB <sub>5</sub> O <sub>9</sub> ·8H <sub>2</sub> O) | 1,14E-02      | 1,10E-03    | 6,00E-04       | 0,00E+00        | 0,00E+00            | 1,02E-02         |
| KCl   | 8,90E-04      | 2,10E-04    | 2,55E-03       | 1,23E-03        | 5,30E-03            | 1,72E-02         |
| S (vázaná)  | 7,57E-03      | 5,00E-05    | 4,10E-04       | 2,90E-04        | 1,50E-04            | 1,30E-04         |
| Živočišné látky   | 3,20E-01      | 4,08E-01    | 1,92E-01       | 9,24E-02        | 1,05E-01            | 1,27E-02         |
| Biomasa   | 2,21E+00      | 4,62E-01    | 1,54E+00       | 9,41E-01        | 1,62E+01            | 1,23E+00         |
| Hg  | 0,00E+00      | 0,00E+00    | 0,00E+00       | 0,00E+00        | 1,00E-05            | 0,00E+00         |
| Zemina  | 2,90E+01      | 1,81E+00    | 2,52E+00       | 1,32E+00        | 4,61E+00            | 2,24E+00         |
| Znělec  | 2,55E+00      | 5,74E-01    | 0,00E+00       | 0,00E+00        | 0,00E+00            | 0,00E+00         |



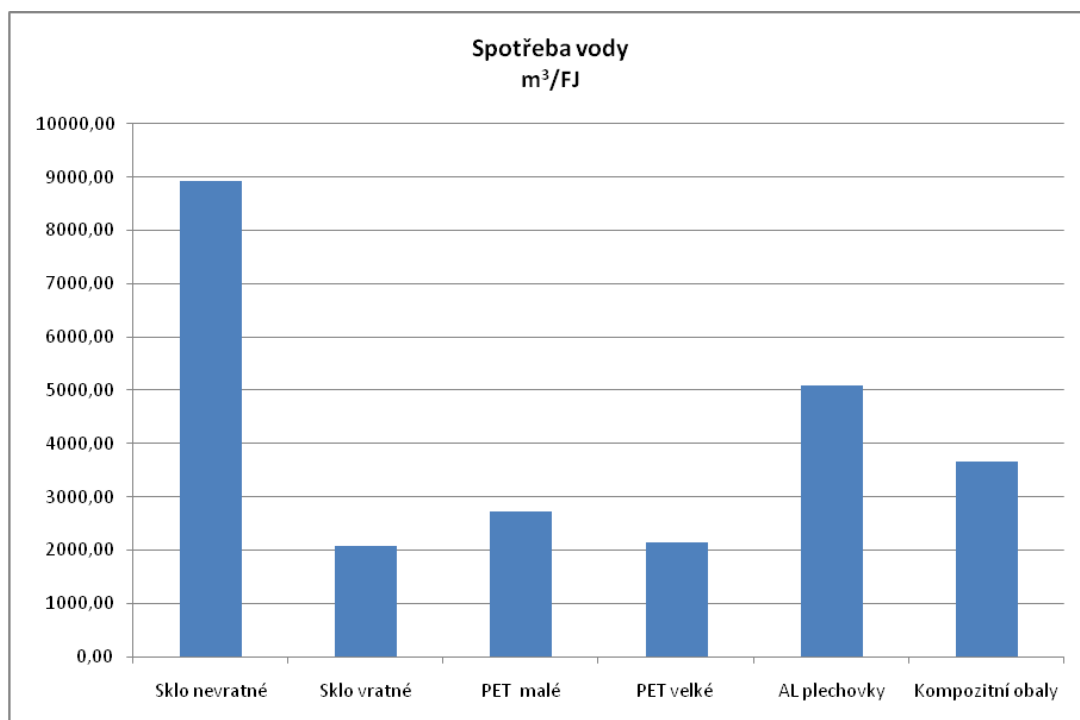
### Komentář

Vysoký příspěvek ke spotřebě jednotlivých surovin vykazují především nevratné skleněné obaly (znělec, živec, písek, vápenec, síra a chlorid sodný) a hliníkové plechovky (bauxit, Mg, Mn, fluorit, síra a bentonit). Ropa je jako surovina s obsahem energie uvedena v tabulce 6.

**TABULKA 10 SPOTŘEBA VODY**

| Zdroj vody         | Sklo nevratné     | Sklo vratné       | PET obaly malé    | PET obaly velké   | Hliníkové plechovky | Kompozitní obaly  |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
|                    | (m <sup>3</sup> ) | (m <sup>3</sup> ) | (m <sup>3</sup> ) | (m <sup>3</sup> ) | (m <sup>3</sup> )   | (m <sup>3</sup> ) |
| Veřejný vodovod    | 8,36E+03          | 1,81E+03          | 1,72E+03          | 1,57E+03          | 4,52E+03            | 3,27E+03          |
| Říční voda         | 3,13E+01          | 7,48E+00          | 5,12E+01          | 2,69E+01          | 1,73E+01            | 3,04E+01          |
| Mořská voda        | 1,46E+02          | 8,21E+01          | 1,65E+02          | 9,21E+01          | 2,33E+02            | 1,07E+02          |
| Neurčeno           | 9,79E-01          | 5,66E-01          | 1,20E+00          | 6,68E-01          | 4,64E-01            | 8,53E-01          |
| Studniční voda     | 3,82E+02          | 1,75E+02          | 8,01E+02          | 4,55E+02          | 3,13E+02            | 2,51E+02          |
| <b>Celkem</b>      | <b>8,92E+03</b>   | <b>2,08E+03</b>   | <b>2,73E+03</b>   | <b>2,14E+03</b>   | <b>5,09E+03</b>     | <b>3,65E+03</b>   |
| Recirkulace celkem | 1,61E+01          | 3,02E+00          | 4,12E+01          | 2,55E+01          | 2,65E+01            | 3,83E+01          |

**GRAF 3 SPOTŘEBA VODY V ŽIVOTNÍM CYKLU OBALŮ**



### Komentář

Spotřeba vody je nejvýraznější u nevratných skleněných obalů. Vyšší spotřebu vody vykazují rovněž hliníkové plechovky a kompozitní obaly.

**TABULKA 11 EMISE DO OVZDUŠÍ**

| Emise                     | Sklo nevratné | Sklo vratné | PET obaly malé | PET obaly velké | Hliníkové plechovky | Kompozitní obaly |
|---------------------------|---------------|-------------|----------------|-----------------|---------------------|------------------|
|                           | (kg)          | (kg)        | (kg)           | (kg)            | (kg)                | (kg)             |
| Prach (PM <sub>10</sub> ) | 1,46E+00      | 2,43E-01    | 4,14E-01       | 2,47E-01        | 5,90E+00            | 2,59E-01         |
| CO                        | 2,19E+00      | 1,18E+00    | 1,25E+00       | 7,09E-01        | 1,05E+00            | 4,34E-01         |

|                                      |          |          |          |          |          |           |
|--------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| CO <sub>2</sub>                      | 7,51E+02 | 1,86E+02 | 3,81E+02 | 2,17E+02 | 4,99E+02 | 5,53E+01  |
| SO <sub>x</sub> jako SO <sub>2</sub> | 3,15E+00 | 5,73E-01 | 1,91E+00 | 1,15E+00 | 2,67E+00 | 6,60E-01  |
| H <sub>2</sub> S                     | 8,00E-04 | 4,20E-04 | 9,00E-04 | 5,50E-04 | 1,51E-03 | 2,23E-03  |
| merkaptany                           | 9,00E-05 | 3,00E-05 | 2,50E-04 | 1,60E-04 | 4,30E-04 | -5,40E-04 |
| NO <sub>x</sub> jako NO <sub>2</sub> | 3,98E+00 | 1,24E+00 | 1,51E+00 | 8,40E-01 | 1,71E+00 | 5,49E-01  |
| Cl <sub>2</sub>                      | 0,00E+00 | 1,00E-05 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 5,20E-04 | 2,00E-05  |
| HCl                                  | 5,41E-02 | 8,26E-03 | 3,18E-02 | 1,81E-02 | 3,41E-02 | 4,99E-03  |
| F <sub>2</sub>                       | 0,00E+00 | 1,00E-05 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 4,20E-03 | 9,00E-05  |
| HF                                   | 6,08E-03 | 4,10E-04 | 1,11E-03 | 6,30E-04 | 1,29E-03 | 1,80E-04  |
| uhlodíky *)                          | 1,24E+00 | 5,74E-01 | 6,78E-01 | 3,84E-01 | 1,01E+00 | 3,98E-01  |
| organické látky                      | 2,16E-03 | 9,70E-04 | 2,36E-01 | 1,56E-01 | 1,35E-01 | 7,90E-04  |
| kovy *)                              | 5,54E-03 | 1,40E-04 | 5,55E-03 | 3,67E-03 | 1,20E-03 | 1,60E-04  |
| H <sub>2</sub>                       | 4,51E-03 | 1,39E-03 | 4,24E-03 | 2,39E-03 | 5,60E-03 | 7,20E-04  |
| CFC/HCFC/HFC *)                      | 1,00E-05 | 1,00E-05 | 1,30E-04 | 4,00E-05 | 1,00E-05 | 1,00E-05  |
| CH <sub>4</sub> (methan)             | 4,51E+00 | 1,37E+00 | 2,73E+00 | 1,64E+00 | 2,78E+00 | 7,70E-01  |
| arény *)                             | 9,78E-03 | 6,41E-03 | 2,98E-03 | 1,11E-03 | 2,92E-02 | 2,02E-03  |
| NMVOC **)                            | 2,53E-03 | 1,02E-03 | 3,32E-03 | 2,03E-03 | 1,77E-03 | 3,28E-03  |

\*) neuvedené jinde

\*\*\*) NMVOC –Těkavé organické sloučeniny mimo CH<sub>4</sub>

### Komentář

S životním cyklem nevratných skleněných obalů jsou spojeny nejvyšší emise do ovzduší u CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, HCl, HF, uhlodíků, CH<sub>4</sub>). V případě hliníkových obalů jsou nejvýznamnějšími emisemi v porovnání s ostatními skupinami obalů PM<sub>10</sub>, Cl<sub>2</sub> a aromatické uhlodíky. PET obaly jsou spojeny s emisemi především organických látek, kovů, CFC/HCFC/HFC a těkavých organických látek mimo metan (NMVOC). Emise do ovzduší jsou detailněji posouzeny v rámci III. fáze studie LCA – posuzování dopadů.

**TABULKA 12 EMISE DO VODY**

| Emise                                       | Sklo nevratné | Sklo vratné | PET obaly malé | PET obaly velké | Hliníkové plechovky | Kompozitní obaly |
|---|---------------|-------------|----------------|-----------------|---------------------|------------------|
|   | (kg)          | (kg)        | (kg)           | (kg)            | (kg)                | (kg)             |
| CHSK  | 6,73E-02      | 5,79E-02    | 3,10E-01       | 1,79E-01        | 3,13E-01            | 5,77E-01         |
| BSK5  | 6,42E-03      | 5,45E-03    | 4,22E-02       | 2,67E-02        | 3,58E-02            | 1,16E-01         |
| Fe a jeho sl. jako Fe                       | 2,50E-04      | 2,30E-04    | 5,00E-05       | 2,00E-05        | 4,00E-05            | 4,00E-05         |
| Na+ sl. jako Na                             | 8,29E-02      | 3,36E-02    | 5,34E-02       | 3,41E-02        | 1,18E-01            | 1,08E-02         |
| kyseliny jako H+                            | 4,40E-04      | 3,00E-04    | 7,90E-04       | 5,00E-04        | 2,84E-03            | 1,70E-04         |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                | 7,00E-05      | 5,00E-05    | 7,20E-04       | 2,60E-04        | 1,50E-04            | 3,50E-04         |
| kovy *)                                     | 6,40E-04      | 5,30E-04    | 2,84E-03       | 1,81E-03        | 3,30E-03            | 2,68E-03         |
| amon. sl. jako NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | 9,00E-04      | 6,60E-04    | 2,10E-04       | 1,10E-04        | 2,70E-04            | 1,20E-04         |
| Cl <sup>-</sup>                             | 8,86E-02      | 4,25E-02    | 2,25E-02       | 1,34E-02        | 1,59E-01            | 1,14E-02         |
| F <sup>-</sup>                              | 5,00E-05      | 2,50E-04    | 1,00E-05       | 0,00E+00        | 1,02E-01            | 3,38E-03         |
| S a jeho sl. jako S                         | 5,00E-05      | 3,00E-05    | 1,10E-04       | 7,00E-05        | 1,90E-04            | 2,40E-04         |
| rozp. org. látky                            | 5,40E-04      | 3,20E-04    | 2,52E-01       | 1,67E-01        | 1,25E-02            | 1,70E-04         |
| nerozpuštěné látky                          | 1,46E+01      | 1,80E+00    | 9,46E-01       | 6,63E-01        | 1,17E+01            | 8,49E-01         |
| detergenty/olej                             | 5,00E-04      | 4,50E-04    | 7,90E-04       | 4,80E-04        | 2,10E-04            | 1,60E-04         |

|                               |          |          |          |          |          |          |
|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| uhlovodíky *)                 | 3,20E-04 | 7,10E-04 | 3,17E-03 | 2,07E-03 | 8,30E-04 | 1,00E-04 |
| chlorované org. látky*)       | 0,00E+00 | 2,00E-05 | 1,00E-05 | 0,00E+00 | 9,00E-05 | 1,00E-05 |
| fenoly                        | 2,00E-05 | 2,00E-05 | 2,90E-04 | 1,90E-04 | 2,00E-05 | 1,00E-05 |
| rozp. pevné látky *)          | 6,06E-02 | 1,69E-02 | 6,78E-03 | 4,01E-03 | 5,75E-02 | 3,80E-03 |
| P a jeho sl. jako P           | 1,50E-04 | 1,00E-04 | 9,30E-04 | 4,30E-04 | 5,10E-04 | 7,40E-04 |
| ostatní sl. jako N            | 1,14E-03 | 9,60E-04 | 2,55E-03 | 1,58E-03 | 4,36E-03 | 6,62E-03 |
| ostatní org. látky *)         | 1,00E-05 | 1,00E-05 | 1,00E-05 | 0,00E+00 | 2,00E-05 | 0,00E+00 |
| SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>  | 9,85E-03 | 1,10E-02 | 1,07E-02 | 5,13E-03 | 2,57E-02 | 5,87E-03 |
| K a jeho sl jako K            | 1,00E-05 | 1,00E-05 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 1,00E-05 | 0,00E+00 |
| Ca a jeho sl. jako Ca         | 5,00E-05 | 2,20E-04 | 3,00E-05 | 2,00E-05 | 3,10E-04 | 6,00E-05 |
| ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 3,00E-05 | 3,10E-04 | 1,20E-04 | 7,00E-05 | 1,46E-03 | 9,00E-05 |

\*) neuvedené jinde

Vysvětlivky: TOC – Celkový organický uhlík

AOX – Halogenové organické sloučeniny

### Komentář

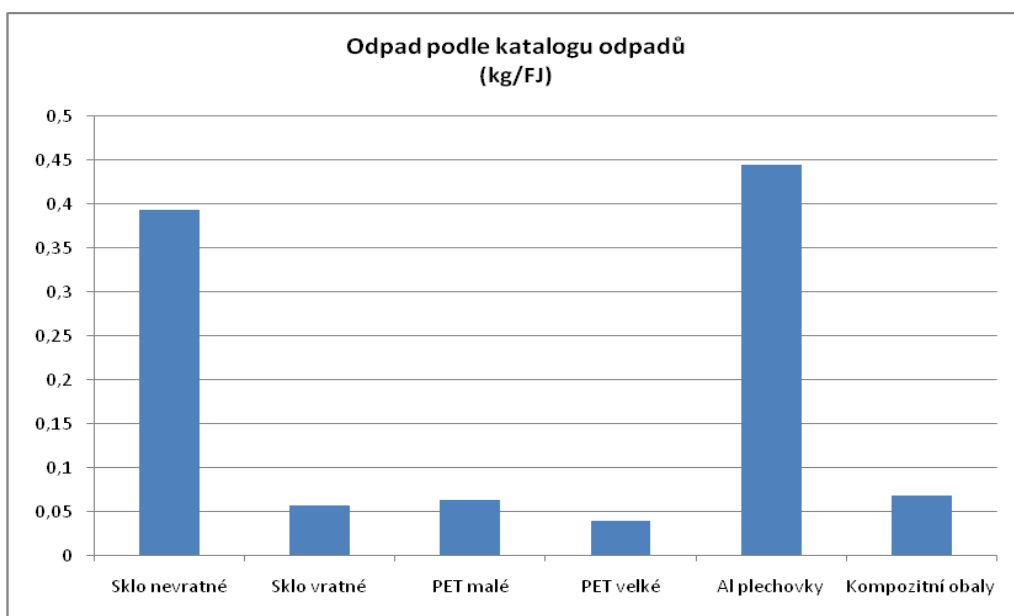
Z tabulky 12 vyplývá, že nejvíce se na emisích do vody podílí hliníkové plechovky a následně PET obaly malé. Z tohoto pravidla se vymykají nevratné skleněné obaly u emisí Cl<sup>-</sup> a pevných látek a kompozitní obaly v případě emisí CHSK a především BSK5 (souvisí se zátěží odpadních vod při recyklaci). Emise do vody byly posouzeny rovněž ve III. fázi LCA – posuzování dopadů, v rámci kategorie dopadu eutrofizace.

**TABULKA 13 PRODUKCE ODPADU PODLE KATALOGU ODPADŮ V ŽIVOTNÍM CYKLU OBALŮ**

| Druh odpadu podle Katalogu odpadů | Sklo nevratné | Sklo vratné | PET obaly malé | PET obaly velké | Hliníkové plechovky | Kompozitní obaly |
|-----------------------------------|---------------|-------------|----------------|-----------------|---------------------|------------------|
|                                   | (kg)          | (kg)        | (kg)           | (kg)            | (kg)                | (kg)             |
| 010101                            | 1,15E+01      | 6,62E+00    | 9,21E-01       | 3,74E-01        | 2,01E+02            | 7,56E+00         |
| 010102                            | 3,87E+01      | 5,08E+00    | 7,47E+00       | 4,49E+00        | 1,35E+01            | 4,25E+00         |
| 010306                            | 6,89E+00      | 5,95E-02    | 2,98E-02       | 9,61E-03        | 1,47E+00            | 6,87E-02         |
| 010308                            | 9,54E-02      | 5,36E-02    | 2,83E-02       | 9,12E-03        | 2,60E-02            | 2,00E-02         |
| 010399                            | 7,87E-02      | 3,67E-02    | 8,63E-03       | 3,67E-03        | 5,89E-01            | 1,67E-02         |
| 010508                            | 6,38E-01      | 2,90E-01    | 1,75E-01       | 7,77E-02        | 8,17E-01            | 1,77E-01         |
| 010599                            | 6,89E-01      | 3,13E-01    | 1,89E-01       | 8,39E-02        | 8,82E-01            | 1,92E-01         |
| 020107                            | 4,27E-01      | 2,58E-01    | 1,04E-01       | 5,05E-02        | 2,88E-01            | 8,04E-01         |
| 030399                            | 3,91E+00      | 1,81E+00    | 8,02E+00       | 6,00E+00        | 1,46E+01            | 1,02E+01         |
| 060399                            | 1,11E-01      | 2,24E-01    | 2,75E-03       | 1,15E-03        | 1,04E+02            | 3,42E+00         |
| 070213                            | 1,43E+00      | 6,70E-04    | 7,70E-04       | 2,60E-04        | 3,39E-03            | 5,54E-03         |
| 100101                            | 4,01E+00      | 8,37E-01    | 2,23E+00       | 1,38E+00        | 4,40E+00            | 5,71E-01         |
| 100202                            | 3,76E+00      | 2,32E+00    | 3,51E-01       | 1,42E-01        | 2,96E-01            | 3,69E-01         |
| 100210                            | 1,01E-01      | 6,18E-02    | 2,31E-02       | 8,51E-03        | 1,96E-02            | 1,80E-02         |
| 100399                            | 4,62E-03      | 9,55E-03    | 1,00E-04       | 4,00E-05        | 4,55E+00            | 1,47E-01         |
| 120103                            | 0,00E+00      | 0,00E+00    | 0,00E+00       | 0,00E+00        | 3,42E+01            | 0,00E+00         |
| 150101                            | 2,27E+00      | 1,78E+00    | 5,75E+00       | 3,78E+00        | 1,76E+01            | 8,92E+00         |
| 150102                            | 2,14E+01      | 5,86E+00    | 4,85E+00       | 3,65E+00        | 3,44E+00            | 3,30E-01         |
| 150103                            | 1,07E+01      | 7,04E+00    | 4,35E+00       | 3,43E+00        | 2,91E+00            | 4,04E+00         |
| 150107                            | 5,30E+00      | 0,00E+00    | 0,00E+00       | 0,00E+00        | 0,00E+00            | 0,00E+00         |
| 190112                            | 3,55E+01      | 2,42E+00    | 5,58E-02       | 2,56E-02        | 5,66E+00            | 2,68E-01         |
| 190812                            | 3,70E-01      | 4,71E-02    | 0,00E+00       | 1,30E-04        | 6,59E-01            | 1,36E+00         |

|                      |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 191202               | 3,77E-01        | 2,90E-02        | 1,45E+00        | 1,04E-01        | 1,82E-02        | 3,18E-01        |
| 190212               | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 5,13E+00        |
| 191204               | 7,81E-01        | 1,76E-01        | 4,18E+00        | 3,57E+00        | 5,18E-02        | 4,86E-01        |
| 191209               | 3,26E+01        | 2,05E+00        | 4,86E+00        | 2,18E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00        |
| 200139               | 2,03E-02        | 9,63E-03        | 4,00E-04        | 2,70E-04        | 4,84E-02        | 5,00E-03        |
| 200140               | 4,97E-02        | 3,25E-02        | 1,17E-03        | 5,70E-04        | 1,11E-02        | 1,88E-02        |
| 200199               | -2,59E-01       | -4,98E-02       | -1,56E-01       | -9,49E-02       | -4,36E-01       | -4,22E-02       |
| 200301               | 2,11E+02        | 1,91E+01        | 1,87E+01        | 9,78E+00        | 3,44E+01        | 1,95E+01        |
| 200399               | 5,14E-01        | 2,71E-01        | 7,66E-02        | 1,87E-02        | 3,72E-01        | 1,11E-01        |
| <b>Odpady celkem</b> | <b>3,93E+02</b> | <b>5,67E+01</b> | <b>6,37E+01</b> | <b>3,91E+01</b> | <b>4,45E+02</b> | <b>6,83E+01</b> |

**GRAF 4 PRODUKCE ODPADU PODLE KATALOGU ODPADŮ V ŽIVOTNÍM CYKLU OBALŮ**



#### Komentář

Produkce odpadů (mimo nebezpečných) v rámci životního cyklu posuzovaných nápojových obalů je nejvyšší u hliníkových plechovek a nevratného skla, nejnižší u PET obalů velkých. Podstatný podíl těchto množství tvoří jen několik málo druhů odpadů: 010101 Odpady z těžby rudných surovin, 010102 Odpady z těžby nerudných surovin, 030399 Odpady z výroby a zpracování celulózy, papíru a lepenky jinak blíže neurčené, 060399 Odpady z výroby solí a oxidů kovů jinak blíže neurčené, 120103 Piliny a třísky železných kovů, 150101-03 Papírové, plastové a dřevěné obaly, 190112 Jiný popel a struska (ne nebezpečný), 191209 Nerosty (např. písek a kameny), 200199 Další frakce komunálních odpadů blíže neurčené a 200301 Směsný komunální odpad. Vysoká produkce odpadů je v případě nevratných skleněných obalů představována z 54 % odpadem 200301 a u hliníkových plechovek přispívají k celkové produkci nejvíce (69 %) odpady 010101 a 060399.

**TABULKA 14 PRODUKCE NEBEZPEČNÉHO ODPADU V ŽIVOTNÍM CYKLU OBALŮ**

| Druh odpadu podle Katalogu odpadů | Sklo nevratné | Sklo vratné | PET obaly malé | PET obaly velké | Hliníkové plechovky | Kompozitní obaly |
|-----------------------------------|---------------|-------------|----------------|-----------------|---------------------|------------------|
|                                   | (kg)          | (kg)        | (kg)           | (kg)            | (kg)                | (kg)             |
| 010505*                           | 8,16E-01      | 3,71E-01    | 2,24E-01       | 9,95E-02        | 1,05E+00            | 2,27E-01         |
| 050107*                           | 3,40E-04      | 1,50E-04    | 1,12E-03       | 3,80E-04        | 7,70E-04            | 1,11E-03         |
| 060313*                           | 1,42E-03      | 3,91E-03    | 1,44E-03       | 9,60E-04        | 2,10E-02            | 1,26E-03         |

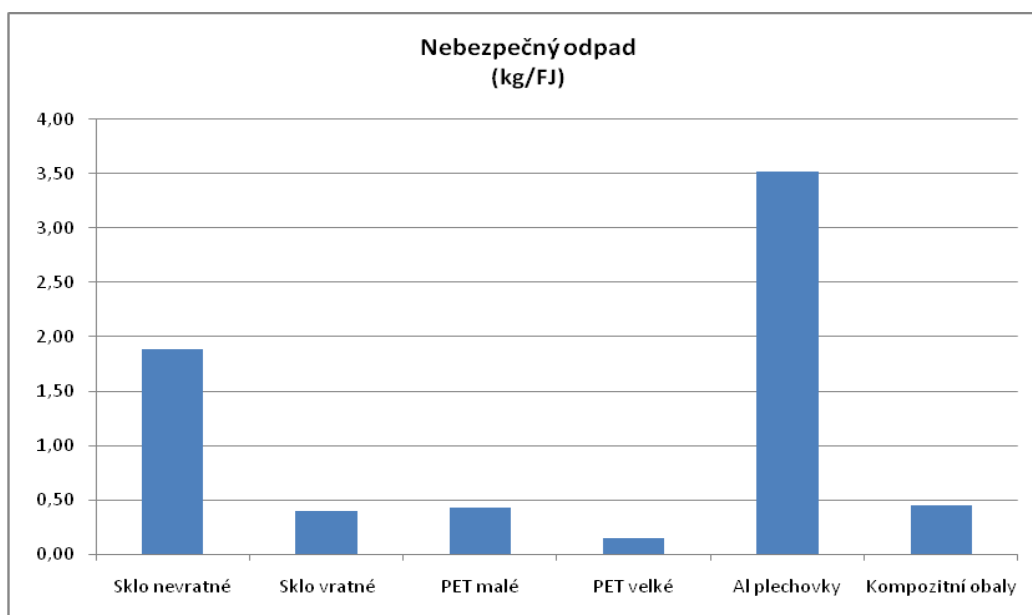
|                      |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 060404*              | 0,00E+00        | 1,00E-05        | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 4,00E-05        | 0,00E+00        |
| 060405*              | 1,37E-01        | 1,40E-02        | 1,10E-04        | 5,00E-05        | 1,15E-03        | 1,46E-03        |
| 060701*              | 8,00E-05        | 2,20E-04        | 8,00E-05        | 5,00E-05        | 1,18E-03        | 7,00E-05        |
| 060704*              | 4,40E-04        | 1,26E-03        | 4,60E-04        | 3,10E-04        | 6,81E-03        | 4,10E-04        |
| 060799               | 1,20E-04        | 7,00E-04        | 2,50E-04        | 1,70E-04        | 3,66E-03        | 2,20E-04        |
| 070107*              | 2,00E-05        | 1,00E-05        | 1,00E-05        | 0,00E+00        | 6,00E-05        | 0,00E+00        |
| 070108*              | 1,50E-04        | 7,00E-05        | 5,40E-04        | 1,80E-04        | 1,27E-03        | 5,00E-05        |
| 070207*              | 8,60E-01        | 4,90E-04        | 2,60E-04        | 8,00E-05        | 3,23E-03        | 1,80E-04        |
| 070208*              | 0,00E+00        | 1,40E-03        | 1,07E-02        | 3,65E-03        | 7,01E-03        | 1,19E-02        |
| 070213               | 4,60E-03        | 6,70E-04        | 7,70E-04        | 2,60E-04        | 3,39E-03        | 5,54E-03        |
| 070214*              | 3,93E-03        | 1,68E-03        | 5,93E-03        | 2,02E-03        | 8,39E-03        | 1,44E-02        |
| 070304*              | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 4,17E-02        | 0,00E+00        |
| 080111*              | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 4,17E-02        | 0,00E+00        |
| 100114*              | 3,90E-04        | 2,10E-04        | 2,40E-04        | 8,00E-05        | 1,36E-03        | 3,00E-04        |
| 100116*              | 2,00E-05        | 1,00E-05        | 1,00E-05        | 0,00E+00        | 8,00E-05        | 0,00E+00        |
| 100808*              | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 1,06E-01        | 0,00E+00        |
| 120109*              | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 1,46E+00        | 0,00E+00        |
| 130502*              | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 1,69E-01        | 0,00E+00        |
| 130208*              | 3,18E-02        | 3,40E-04        | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00        |
| 150110*              | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 1,04E-01        | 0,00E+00        |
| 150202*              | 2,85E-02        | 2,02E-03        | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 1,14E-01        | 0,00E+00        |
| 190107*              | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 6,58E-02        | 3,56E-02        | 1,25E-01        | 6,09E-02        |
| 190113*              | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 5,58E-02        | 0,00E+00        | 1,25E-01        | 6,09E-02        |
| <b>Odpady celkem</b> | <b>1,88E+00</b> | <b>3,98E-01</b> | <b>3,68E-01</b> | <b>1,43E-01</b> | <b>3,40E+00</b> | <b>3,86E-01</b> |

#### Legenda

Produkce opadů

> 0,1 kg

#### GRAF 5 PRODUKCE NEBEZPEČNÉHO ODPADU V ŽIVOTNÍM CYKLU OBALŮ

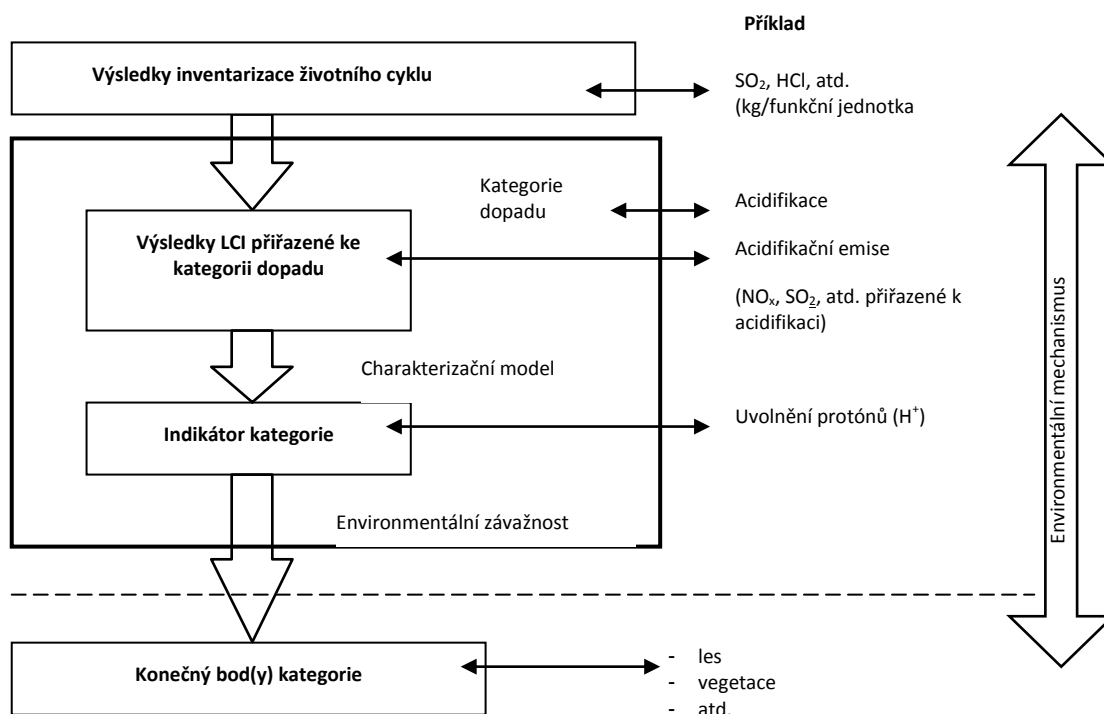


## Komentář

Nebezpečné odpady představují 0,04 % (PET velké) až 0,8 % (hliníkové plechovky) hmotnostní podíl na celkové produkci všech odpadů spojené s životním cyklem jednotlivých skupin obalů. Produkce nebezpečných odpadů je nejvyšší u hliníkových plechovek a nevratných skleněných obalů; nejnižší pak u velkých PET obalů. Produkci nebezpečného odpadu ovlivňuje několik extrémních hodnot (odpady 010505 - vrtné kaly s obsahem ropných látek, 060405 - odpady obsahující jiné těžké kovy (mimo As a Hg), 100808 - solné strusky z prvního a druhého tavení, 120109 - odpadní řezné emulze a roztoky neobsahující halogeny, 130502 - kaly z odlučovačů oleje, 150110 - obaly obsahující zbytky nebezpečných látek, 190107 - pevné odpady z čištění odpadních plynů a 190113 - popílek obsahující nebezpečné látky.

## 4.3 POSUZOVÁNÍ DOPADŮ NÁPOJOVÝCH OBALŮ

Fáze posuzování dopadů životního cyklu je z metodologického hlediska třetí fází LCA. Tato fáze směřuje k pochopení a vyhodnocení velikosti a významu potenciálních dopadů produktového systému na životní prostředí během životního cyklu produktu. V této fázi dochází k převodu výsledků inventarizační analýzy na společné jednotky a k seskupení převedených výsledků uvnitř kategorie dopadu (obrázek 4) Při tomto převodu jsou použity charakterizační faktory. Výstupem výpočtu je pak číselný výsledek indikátoru kategorie.



**OBRÁZEK 4 KONCEPT INDIKÁTORŮ KATEGORIE (PODLE ČSN EN ISO 14044)**

Výpočet výsledků indikátorů kategorií změna klimatu, acidifikace, eutrofizace, tvorba fotooxidantů byly provedeny na základě mezinárodně uznávaných charakterizačních faktorů.

### Globální oteplování

Charakterizační faktory, zdroj: IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment

### Poškození ozonové vrstvy

Charakterizační faktory, zdroj: Solomon & Albritton, 1992, in Nordic Guidelines on Life-Cycle Assessment, Nord 1995“20, Nordic council of Ministers, Copenhagen

Acidifikace

Charakterizační faktory, zdroj: Heijungs et al., 1992 (updated with Hauschild & Wenzel, 1998)

Tvorba fotooxidantů

Charakterizační faktory, zdroj: Heijungs et al., 1992, in Nordic Guidelines on Life-Cycle Assessment, Nord 1995:20, Nordic council of Ministers, Copenhagen

Eutrofizace

Charakterizační faktory, zdroj: Heijungs et al. 1992, in Nordic Guidelines on Life-Cycle Assessment, Nord 1995:20, Nordic council of Ministers, Copenhagen

#### VYHODNOCENÍ POUŽITÉ CHARAKTERIZAČNÍ METODY PRO KATEGORII DOPADU GLOBÁLNÍ OTETPLOVÁNÍ, PŘI POUŽITÍ GWP<sub>100 LET</sub> (GWP – GLOBAL WARMING POTENTIAL)

| KRITÉRIA                              | VYHODNOCENÍ   |
|---------------------------------------|---|
| 1. Vědecká a technická opodstatněnost | Ano, kalkulace příspěvku skleníkových plynů ke změně radiace je založená na správně poznáných a správně pochopených environmentálních procesech.  |
| 2. Environmentální závažnost          | Ano, skutečnost, že globální oteplování způsobené změnou radiace bude mít dopady na zvýšení hladiny moří a oceánů, destrukci pobřežních ekosystémů, snížení půdní úrodnosti atd., jsou mezinárodně akceptovány. |
| 3. Mezinárodní uznatelnost            | Ano, podporováno IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Changes).   |
| 4. Výběr hodnot a předpoklady         | Ano, avšak odsouhlaseno mezinárodní autoritou (IPCC).   |
| 5. Bod v environmentálním mechanismu  | Střední bod kategorie dopadu.   |

#### VYHODNOCENÍ POUŽITÉ CHARAKTERIZAČNÍ METODY PRO KATEGORII DOPADU POŠKOZENÍ OZONOVÉ VRSTVY

| KRITÉRIA                              | VYHODNOCENÍ   |
|---------------------------------------|---|
| 1. Vědecká a technická opodstatněnost | Ano, kalkulace poškození stratosférického ozonu jsou založeny na správně poznáných a pochopených environmentálních procesech.   |
| 2. Environmentální závažnost          | Ano, existuje mezinárodní souhlas, že poškození ozonové vrstvy působí zvýšení UV B záření, které je příčinou různých dopadů na člověka, řasy, arktickou flóru, úrodu atd. |
| 3. Mezinárodní uznatelnost            | Ano, podporováno Světovou meteorologickou organizací (WMO) a Spojenými národy.  |
| 4. Výběr hodnot a předpoklady         | Ano, avšak odsouhlaseno mezinárodní autoritou (WMO).  |
| 5. Bod v environmentálním mechanismu  | Střední bod kategorie dopadu.   |

#### VYHODNOCENÍ POUŽITÉ CHARAKTERIZAČNÍ METODY PRO KATEGORII DOPADU TVORBA FOTOOXIDANTŮ

| KRITÉRIA                              | VYHODNOCENÍ   |
|---------------------------------------|---|
| 1. Vědecká a technická opodstatněnost | Ano, založena na široce akceptovaném modelu trajektorie |

- |   |   |
|---|---|
| 2. <i>Environmentální závažnost</i>         | <i>Ano, nepříznivé účinky (zvláště ty, které působí na lidské zdraví) nižší koncentrace stratosférického ozonu jsou dobře známé</i> |
| 3. <i>Mezinárodní uznatelnost</i>           | <i>Ne oficiálně, ale potenciál fotochemické tvorby ozonu - POCPs (Photochemical Ozone Creation Potential)</i>                       |
| 4. <i>Výběr hodnot a předpoklady</i>        | <i>Ano, i když POCPs jsou reprezentativní pro Evropské země, s vyšší požadovou koncentrací NOx.</i>                                 |
| 5. <i>Bod v environmentálním mechanismu</i> | <i>Střední bod kategorie dopadu.</i>  |

#### VYHODNOCENÍ POUŽITÉ CHARAKTERIZAČNÍ METODY PRO KATEGORII DOPADU ACIDIFIKACE

| KRITÉRIA                                     | VYHODNOCENÍ  |
|--|--|
| 1. <i>Vědecká a technická opodstatněnost</i> | <i>Ano, založeno na REINS modelu, podporováno Spojenými národy – Ekonomickou komisí pro Evropu (UN/ECE).</i> |
| 2. <i>Environmentální závažnost</i>          | <i>Ano, blízko úrovně konečného bodu kategorie dopadu</i>  |
| 3. <i>Mezinárodní uznatelnost</i>            | <i>Ne oficiálně, ale RAINS je podporován UN/ECE.</i>   |
| 4. <i>Výběr hodnot a předpoklady</i>         | <i>Zahrnutý, ale akceptovány mezinárodní komunitou.</i>  |
| 5. <i>Bod v environmentálním mechanismu</i>  | <i>Blízko úrovně konečného bodu kategorie.</i>   |

#### VYHODNOCENÍ POUŽITÉ CHARAKTERIZAČNÍ METODY PRO KATEGORII DOPADU EUTROFIZACE

| KRITÉRIA                                     | VYHODNOCENÍ   |
|--|---|
| 1. <i>Vědecká a technická opodstatněnost</i> | <i>Není relevantní.</i>   |
| 2. <i>Environmentální závažnost</i>          | <i>Indikátor kategorie je blízko environmentálního zásahu.</i>                            |
| 3. <i>Mezinárodní uznatelnost</i>            | <i>Ne, ale je široce akceptováno.</i>   |
| 4. <i>Výběr hodnot a předpoklady</i>         | <i>Ano (poměr C-N-P je reprezentativní pro biomasu, terestrické a akvatické systémy).</i> |
| 5. <i>Bod v environmentálním mechanismu</i>  | <i>Střední bod kategorie dopadu</i>   |

#### 4.3.1 POSUZOVÁNÍ DOPADU JEDNOTLIVÝCH OBALŮ

Výsledky výpočtu indikátorů kategorií za jednotlivé obaly jsou uvedeny v příloze č. 3

#### 4.3.2 POSUZOVÁNÍ DOPADU SKUPIN OBALŮ

#### TABULKA 15 KATEGORIE DOPADU GLOBÁLNÍ OTEPLOVÁNÍ

| Výpočet výsledků indikátoru kategorie globální oteplování |                        |                         |             |                |                 |                     |                  |
|---|------------------------|-------------------------|-------------|----------------|-----------------|---------------------|------------------|
| Emise   | Charakterizační faktor | Sklo nevratné           | Sklo vratné | PET obaly malé | PET obaly velké | Hliníkové plechovky | Kompozitní obaly |
|   |                        | kg CO <sub>2</sub> ekv. |             |                |                 |                     |                  |
| CO  | 2                      | 4,47E+00                | 2,35E+00    | 2,50E+00       | 1,42E+00        | 2,11E+00            | 8,69E-01         |

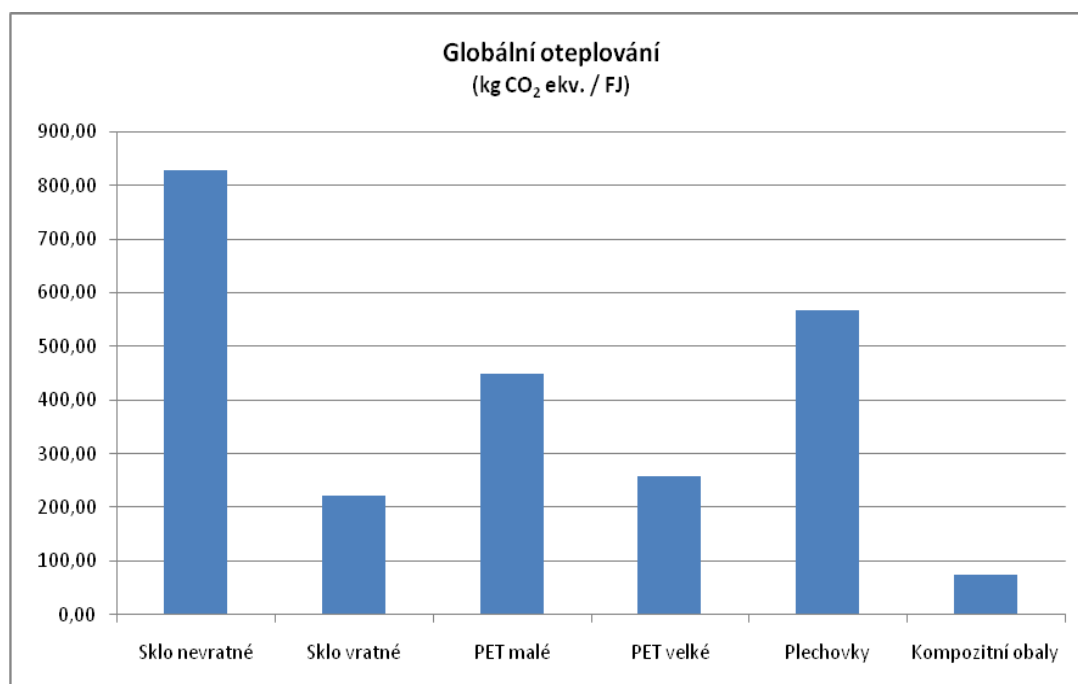


|   |        |          |          |          |          |          |           |
|---|--------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| CO <sub>2</sub>   | 1      | 7,12E+02 | 1,86E+02 | 3,81E+02 | 2,17E+02 | 4,99E+02 | 5,53E+01  |
| uhlovodíky  | 3      | 3,44E+00 | 1,72E+00 | 2,03E+00 | 1,15E+00 | 3,03E+00 | 1,19E+00  |
| N <sub>2</sub> O  | 296    | 1,78E-05 | 1,18E-05 | 1,01E-04 | 6,51E-05 | 5,92E-05 | -1,85E-02 |
| CFC/HCFC/HFC  | 4600*) | 1,36E-01 | 3,62E-02 | 5,84E-01 | 1,98E-01 | 2,39E-02 | 3,77E-02  |
| CH <sub>4</sub>   | 23     | 1,08E+02 | 3,15E+01 | 6,29E+01 | 3,77E+01 | 6,40E+01 | 1,77E+01  |
| <b>Potenciál globálního oteplování – horizont 100 let</b> |        |          |          |          |          |          |           |
| kg CO <sub>2</sub> ekv.                                   |        | 8,28E+02 | 2,22E+02 | 4,49E+02 | 2,57E+02 | 5,68E+02 | 7,51E+01  |

Ref.: IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment

\*) pro emise CFC/HCFC/HFC byl zvolen charakterizační faktor jako pro CFC11

## GRAF 6 POTENCIÁL GLOBÁLNÍHO OTEPLOVÁNÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU OBALŮ



### Komentář

Potenciál globálního oteplování je nejvyšší u skleněných nevratných obalů, nikoliv u hliníkových plechovek, jak by se dalo předpokládat z celkové spotřeby energie. Důvodem je vysoký podíl energie elektrické energie vyráběné ve vodních elektrárnách v životním cyklu plechovek, který souvisí s výrobou hliníkového plechu ve zpracovatelské zemi (Německo). Relativně vyšší produkci emisí skleníkových plynů vykazují rovněž obaly PET malé. Nejnižší produkce skleníkových plynů je emitována v rámci životního cyklu kompozitních obalů. Lze rovněž konstatovat, že pro celkový výsledek této kategorie dopadu je klíčová produkce CO<sub>2</sub> a v případě nevratných skleněných lahví i metanu.

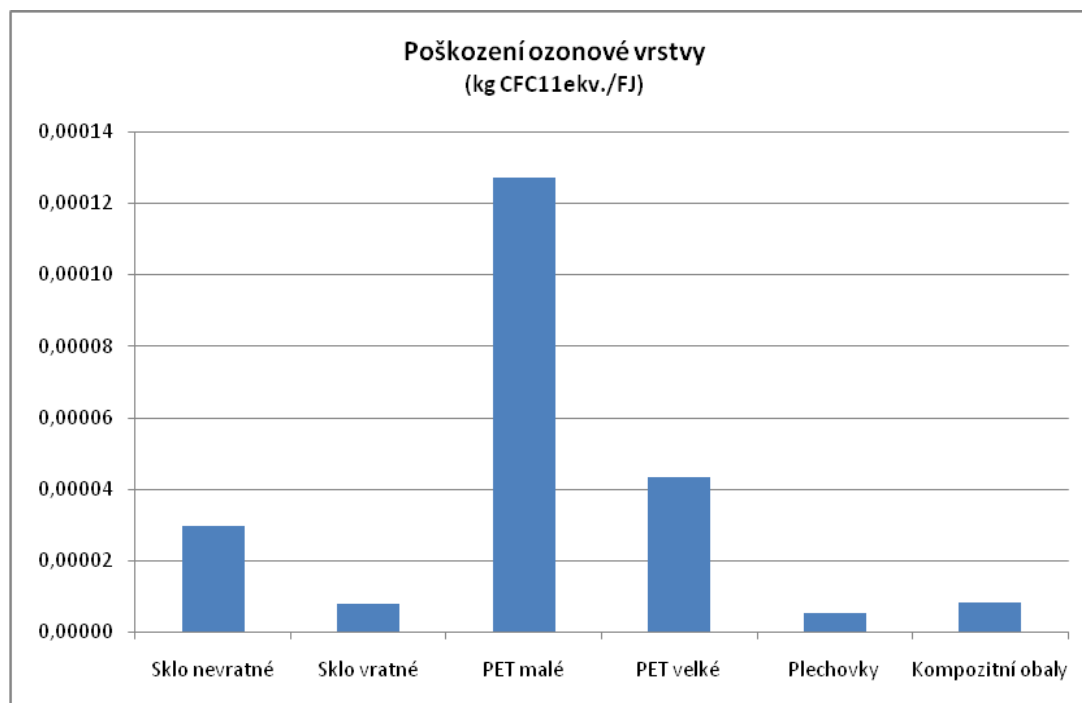
## TABULKA 16 KATEGORIE DOPADU POŠKOZENÍ OZONOVÉ VRSTVY

| Výpočet výsledků indikátoru kategorie poškození ozonové vrstvy |                        |               |             |                |                 |                     |                  |
|--|------------------------|---------------|-------------|----------------|-----------------|---------------------|------------------|
| Emise  | Charakterizační faktor | Sklo nevratné | Sklo vratné | PET obaly malé | PET obaly velké | Hliníkové plechovky | Kompozitní obaly |
|  |                        | kg CFC11 ekv. |             |                |                 |                     |                  |
| CFC/HCFC/HFC   | 1*)                    | 2,95E-05      | 7,87E-06    | 1,27E-04       | 4,31E-05        | 5,19E-06            | 8,20E-06         |
| Potenciál poškození ozonové vrstvy                             |                        |               |             |                |                 |                     |                  |
| kg CFC11 ekv.  |                        | 2,95E-05      | 7,87E-06    | 1,27E-04       | 4,31E-05        | 5,19E-06            | 8,20E-06         |

Ref.: Solomon & Albritton, 1992, in Nordic Guidelines on Life-Cycle Assessment, Nord 1995“20, Nordic council of Ministers, Copenhagen

\*) pro emise CFC/HCFC/HFC byl zvolen charakterizační faktor 1

### GRAF 7 POTENCIÁL POŠKOZENÍ OZONOVÉ VRSTVY ŽIVOTNÍHO CYKLU OBALŮ



#### Komentář

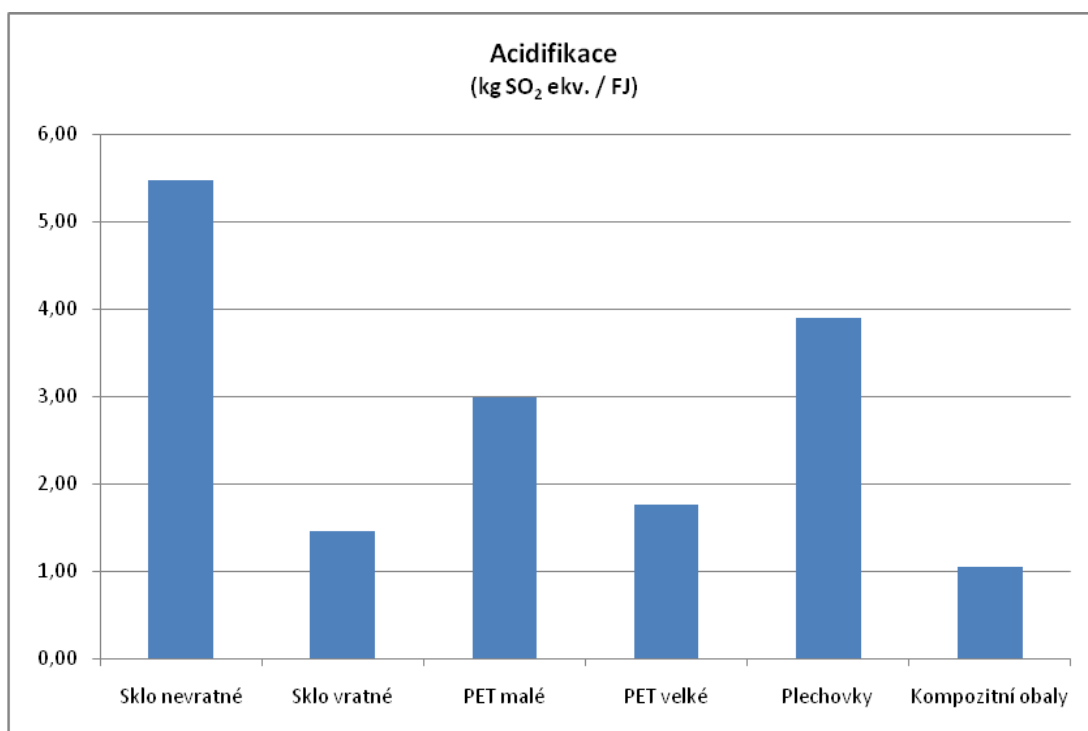
Nejvyšší potenciál poškození ozonové vrstvy je spojený s životním cyklem malých PET obalů. Emise CFC souvisí především s technologií výroby plastů. Nepřímá závislost mezi výší dopadu a objemem obalu se potvrzuje i v tomto případě. Souvisí s vyšší měrnou spotřebou plastů na výrobu obalů. Obal o objemu 0,33 l spotřebuje 65,1 kg PET/FJ a 22,1 kg PE/FJ, zatímco obal o objemu 2 l spotřebuje pouze 20 kg PET/FJ a 5,3 kg PE/FJ (kapitola 4.2.2). Nejnižší produkci plynů poškozujících ozonovou vrstvu vykazují hliníkové plechovky.

### TABULKA 17 KATEGORIE DOPADU ACIDIFIKACE

| Výpočet výsledků indikátoru kategorie acidifikace |                        |                         |             |                |                 |                     |                  |
|---|------------------------|-------------------------|-------------|----------------|-----------------|---------------------|------------------|
| Emise   | Charakterizační faktor | Sklo nevratné           | Sklo vratné | PET obaly malé | PET obaly velké | Hliníkové plechovky | Kompozitní obaly |
|   |                        | kg SO <sub>2</sub> ekv. |             |                |                 |                     |                  |
| SO <sub>x</sub> jako SO <sub>2</sub>              | 1                      | 2,90E+00                | 5,73E-01    | 1,91E+00       | 1,15E+00        | 2,67E+00            | 6,60E-01         |
| H <sub>2</sub> S                                  | 1,88                   | 1,57E-03                | 4,15E-04    | 9,01E-04       | 5,53E-04        | 1,51E-03            | 2,23E-03         |
| NO <sub>x</sub> jako NO <sub>2</sub>              | 0,70                   | 2,51E+00                | 1,24E+00    | 1,51E+00       | 8,40E-01        | 1,71E+00            | 5,49E-01         |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>                      | 1,88                   | 1,64E-05                | 6,86E-06    | 2,60E-06       | 9,40E-07        | 3,30E-05            | 3,60E-06         |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                    | 0,88                   | 0,00E+00                | 0,00E+00    | 0,00E+00       | 0,00E+00        | 2,44E-05            | -1,69E-04        |
| HCl   | 0,88                   | 4,62E-02                | 8,26E-03    | 3,17E-02       | 1,81E-02        | 3,41E-02            | 4,99E-03         |
| HF  | 1,6                    | 1,02E-02                | 4,07E-04    | 1,11E-03       | 6,27E-04        | 1,29E-03            | 1,82E-04         |
| Acidifikační potenciál                            |                        |                         |             |                |                 |                     |                  |
| kg SO <sub>2</sub> ekv.                           |                        | 5,47E+00                | 1,45E+00    | 2,99E+00       | 1,76E+00        | 3,90E+00            | 1,05E+00         |

Ref.: Heijungs et al., 1992 (updated with Hauschild & Wenzel, 1998)

**GRAF 8 ACIDIFIKAČNÍ POTENCIÁL ŽIVOTNÍHO CYKLU OBALŮ**



**Komentář**

Acidifikační potenciál životních cyklů nápojových obalů koresponduje s potenciálem globálního oteplování. Jeho souvislost s množstvím energie spotřebované v rámci životního cyklu, respektive energie získané ze spalovacích procesů, při nichž se uvolňují emise acidifikujících látek, je rovněž vysoká.

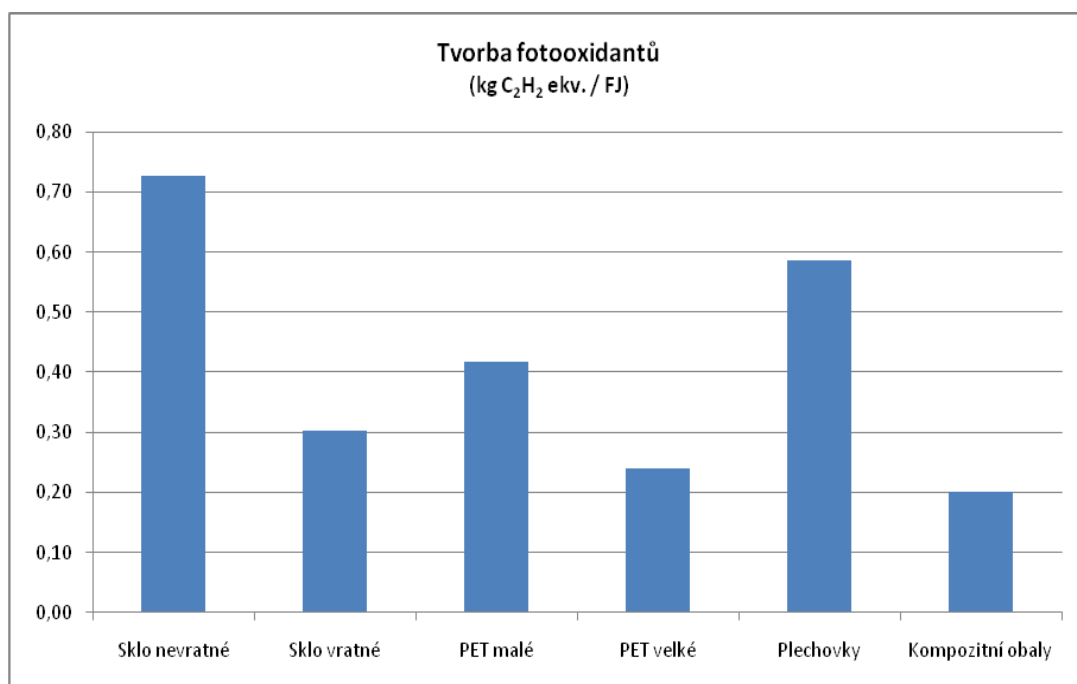
**TABULKA 18 KATEGORIE DOPADU TVORBA FOTOOXIDANTŮ**

| Výpočet výsledků indikátoru kategorie tvorba fotooxidantů |                        |                                       |             |                |                 |                     |                  |
|---|------------------------|---------------------------------------|-------------|----------------|-----------------|---------------------|------------------|
| Emise   | Charakterizační faktor | Sklo nevratné                         | Sklo vratné | PET obaly malé | PET obaly velké | Hliníkové plechovky | Kompozitní obaly |
|   |                        | kg C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> ekv. |             |                |                 |                     |                  |
| NM VOC  | 1                      | 4,52E-03                              | 1,02E-03    | 3,32E-03       | 2,03E-03        | 1,77E-03            | 3,28E-03         |
| uhlovodíky  | 0,337*)                | 3,87E-01                              | 1,94E-01    | 2,28E-01       | 1,29E-01        | 3,40E-01            | 1,34E-01         |
| aldehydy  | 0,69                   | 4,97E-06                              | 6,90E-08    | 1,38E-07       | 6,21E-08        | 4,76E-07            | -2,38E-06        |
| arény   | 0,8                    | 7,58E-03                              | 5,13E-03    | 2,39E-03       | 8,87E-04        | 2,33E-02            | 1,61E-03         |
| SO <sub>2</sub>   | 0,048                  | 1,39E-01                              | 2,75E-02    | 9,15E-02       | 5,54E-02        | 1,28E-01            | 3,17E-02         |
| NO <sub>2</sub>   | 0,028                  | 1,00E-01                              | 3,48E-02    | 4,22E-02       | 2,35E-02        | 4,79E-02            | 1,54E-02         |
| CO  | 0,027                  | 6,04E-02                              | 3,17E-02    | 3,38E-02       | 1,91E-02        | 2,85E-02            | 1,17E-02         |
| CH <sub>4</sub>   | 0,006                  | 2,81E-02                              | 8,22E-03    | 1,64E-02       | 9,83E-03        | 1,67E-02            | 4,62E-03         |
| Potenciál tvorby fotooxidantů                             |                        |                                       |             |                |                 |                     |                  |
| kg C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> ekv.                     |                        | 7,27E-01                              | 3,02E-01    | 4,18E-01       | 2,40E-01        | 5,86E-01            | 2,02E-01         |

Ref: Photochemical oxidation (high NOx); POCP (Jenkin & Hayman, 1999; Derwent et al. 1998; high NOx); baseline (CML, 1999)

\*) Ref: Heijungs et al., 1992, in Nordic Guidelines on Life-Cycle Assessment, Nord 1995:20, Nordic council of Ministers, Copenhagen.

**GRAF 9 POTENCIÁL TVORBY FOTOOXIDANTŮ ŽIVOTNÍHO CYKLU OBALŮ**



**Komentář**

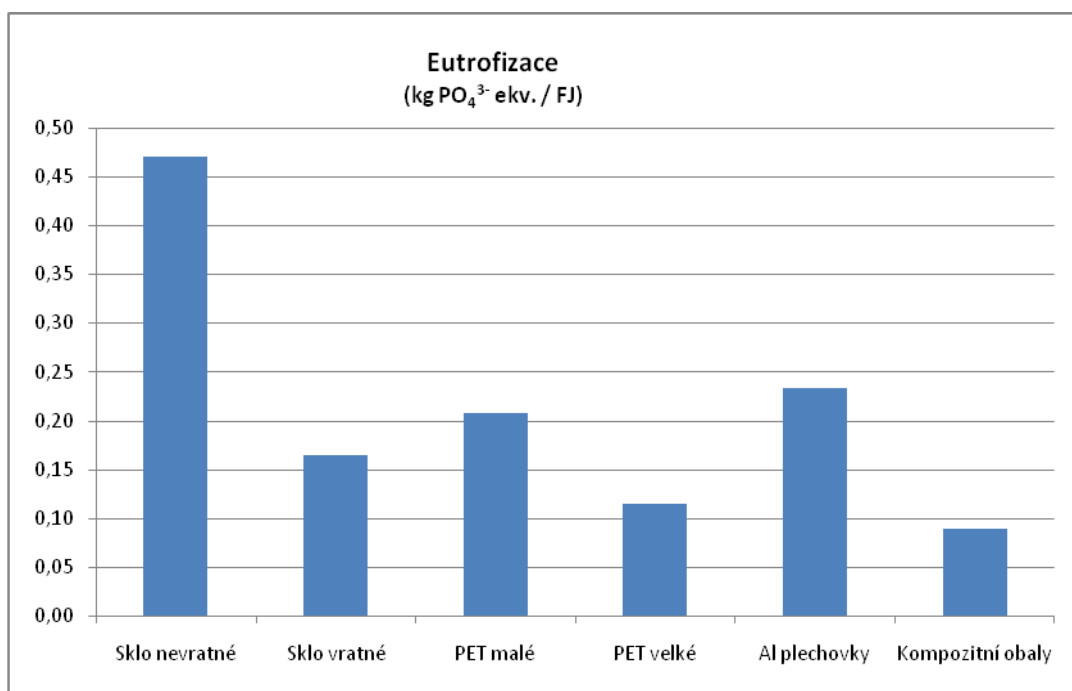
Relativně vysoký potenciál tvorby fotooxidantů je v případě nevratných skleněných obalů způsoben několika faktory, z nich nejvýznamnější je vlastní výroba a doprava. Vztahy mezi obaly jsou obdobné, jako v předchozích kategoriích dopadů.

**TABULKA 19 KATEGORIE DOPADU EUTROFIZACE**

| Výpočet výsledků indikátoru kategorie eutrofizace |                        |                                       |             |                |                 |                     |                  |
|---|------------------------|---------------------------------------|-------------|----------------|-----------------|---------------------|------------------|
| Emise   | Charakterizační faktor | Sklo nevratné                         | Sklo vratné | PET obaly malé | PET obaly velké | Hliníkové plechovky | Kompozitní obaly |
|   |                        | kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ekv. |             |                |                 |                     |                  |
| CHSK  | 0,022                  | 1,69E-03                              | 1,27E-03    | 6,81E-03       | 3,94E-03        | 6,88E-03            | 1,27E-02         |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                      | 0,1                    | 1,00E-05                              | 4,54E-06    | 7,23E-05       | 2,55E-05        | 1,47E-05            | 3,51E-05         |
| sl. čpavku jako NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>      | 0,33                   | 3,02E-04                              | 2,17E-04    | 7,06E-05       | 3,10E-07        | 9,03E-05            | 4,06E-05         |
| N <sub>2</sub> O                                  | 0,13                   | 7,80E-09                              | 5,20E-09    | 4,42E-08       | 2,86E-08        | 2,60E-08            | -8,11E-06        |
| P a jeho sl. jako P                               | 3,06                   | 4,70E-04                              | 2,98E-04    | 2,84E-03       | 1,32E-03        | 1,55E-03            | 2,26E-03         |
| ostatní dusík jako N                              | 0,42                   | 5,31E-04                              | 4,03E-04    | 1,07E-03       | 6,63E-04        | 1,83E-03            | 2,78E-03         |
| NH <sub>3</sub>                                   | 0,35                   | 3,05E-06                              | 2,40E-06    | 9,10E-07       | 3,70E-05        | 1,15E-05            | 1,26E-06         |
| NO <sub>x</sub> jako NO <sub>2</sub>              | 0,13                   | 4,67E-01                              | 1,62E-01    | 1,96E-01       | 1,09E-01        | 2,23E-01            | 7,14E-02         |
| Eutrofizační potenciál                            |                        |                                       |             |                |                 |                     |                  |
| kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ekv.             |                        | 4,70E-01                              | 1,64E-01    | 2,07E-01       | 1,15E-01        | 2,33E-01            | 8,92E-02         |

Ref.: Heijungs et al. 1992, in Nordic Guidelines on Life-Cycle Assessment, Nord 1995:20, Nordic council of Ministers, Copenhagen.

**GRAF 10 EUTROFIZAČNÍ POTENCIÁL V ŽIVOTNÍM CYKLU OBALŮ**



#### **Komentář**

V kategorii dopadů eutrofizace mají nejvyšší eutrofizační potenciál nevratné skleněné obaly, nejnižší, kompozitní obaly. Na eutrofizaci se podílí především doprava, včetně těžby a zpracování ropy (NO<sub>x</sub>) a výroba prostřednictvím CHSK.

## 4.4 INTERPRETACE

### 4.4.1 IDENTIFIKACE ZÁVAŽNÝCH ZJIŠTĚNÍ

Cílem této části je strukturovat výsledky fází LCI nebo LCIA tak, aby bylo usnadněno určení závažných zjištění, ve shodě se stanoveným cílem a rozsahem studie a interaktivně s vyhodnocovací částí.

Při posuzování výsledků je třeba si uvědomit, že výchozí popis životních cyklů obalů použitý v této práci může být pouze více či méně přesným popisem reálné situace. Znamená to tedy, že pozornost si zaslouží spíše výrazné rozdíly a zjevné trendy, než detailní rozdíly v hodnotách.

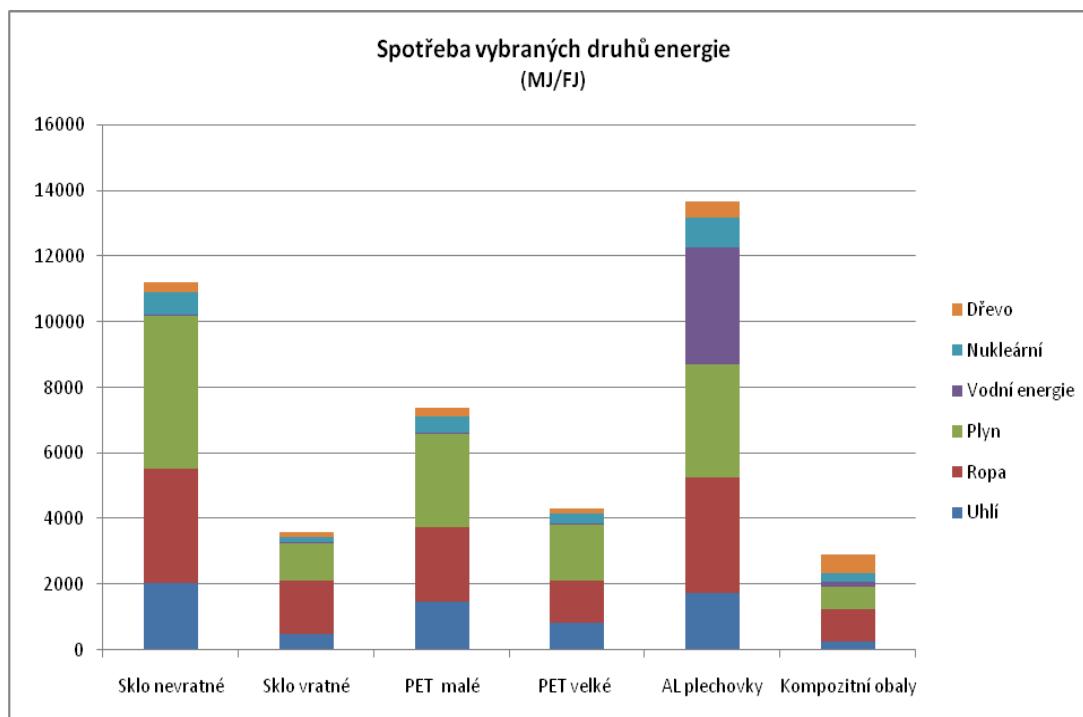
#### 4.4.1.1 INVENTARIZAČNÍ ANALÝZA

V rámci inventarizační analýzy se významná zjištění týkala:

1. spotřeby energie,
2. spotřeby surovin,
3. spotřeby vody a
4. produkce odpadů.

## 1. SPOTŘEBA ENERGIE

GRAF 11 SPOTŘEBA ENERGIE V ŽIVOTNÍM CYKLU OBALŮ PODLE ZDROJŮ



Z výsledků inventarizační analýzy nápojových obalů spotřebovaných v ČR v roce 2007 vyplynulo (graf 11), že největší spotřeba energie je spojena s životním cyklem hliníkových plechovek. Na této celkové spotřebě se podílela především elektrická energie vyráběná ve vodních elektrárnách, ropa a zemní plyn. Vysoká spotřeba energie z vodních elektráren v životním cyklu hliníkových plechovek významně snižuje potenciální dopady spojené především s globálním oteplováním a acidifikací.

U všech obalů je, v porovnání s ostatními zdroji energie, relativně vysoká spotřeba zemního plynu (nejvyšší u nevratných skleněných obalů) a ropy.

## 2. SPOTŘEBA SUROVIN

TABULKA 20 SPOTŘEBA VYBRANÝCH SUROVIN V %

| Druh suroviny                | Sklo nevratné | Sklo vratné | PET obaly malé | PET obaly velké | Hliníkové plechovky | Kompozitní obaly |
|------------------------------|---------------|-------------|----------------|-----------------|---------------------|------------------|
|                              | (%)           | (%)         | (%)            | (%)             | (%)                 | (%)              |
| Bauxit                       | 0,03          | 0,21        | 0,01           | 0,00            | 96,56               | 3,19             |
| NaCl                         | 87,18         | 6,77        | 0,45           | 0,28            | 4,83                | 0,50             |
| Jíl                          | 7,88          | 3,23        | 10,43          | 4,06            | 16,26               | 58,15            |
| Fe                           | 54,89         | 30,46       | 4,48           | 1,83            | 3,71                | 4,64             |
| Pb                           | 44,93         | 21,50       | 11,41          | 3,71            | 10,44               | 8,02             |
| Vápenec (CaCO <sub>3</sub> ) | 83,48         | 6,26        | 0,70           | 0,42            | 8,67                | 0,47             |
| Mg                           | 0,00          | 0,00        | 0,00           | 0,00            | 100,00              | 0,00             |
| Mn                           | 0,00          | 0,00        | 0,00           | 0,00            | 100,00              | 0,00             |
| Písek (SiO <sub>2</sub> )    | 93,94         | 5,96        | 0,01           | 0,00            | 0,02                | 0,07             |
| Znělec                       | 81,63         | 18,37       | 0,00           | 0,00            | 0,00                | 0,00             |

#### Legenda

|       |      |
|-------|------|
| >     | 50%  |
| 15% - | 50 % |
| <     | 15 % |

Tabulka znázorňuje příspěvek skupin obalů k čerpání jednotlivých surovin. Ropa, jako surovina na výrobu plastových obalů je započítána v celkové spotřebě energie.

Nevyšší spotřebu surovin vykazují, v rámci posuzovaných životních cyklů obalů, především skleněné nevratné obaly a hliníkové plechovky. Zatímco v případě skleněných obalů se vysoká spotřeba týká především, písku, vápence, železa, železných rudy a chloridu sodného, v případě plechovek se jedná o vysokou spotřebu především bauxitu. Hranici 50 % překročily i kompozitní obaly ve spotřebě jílu.

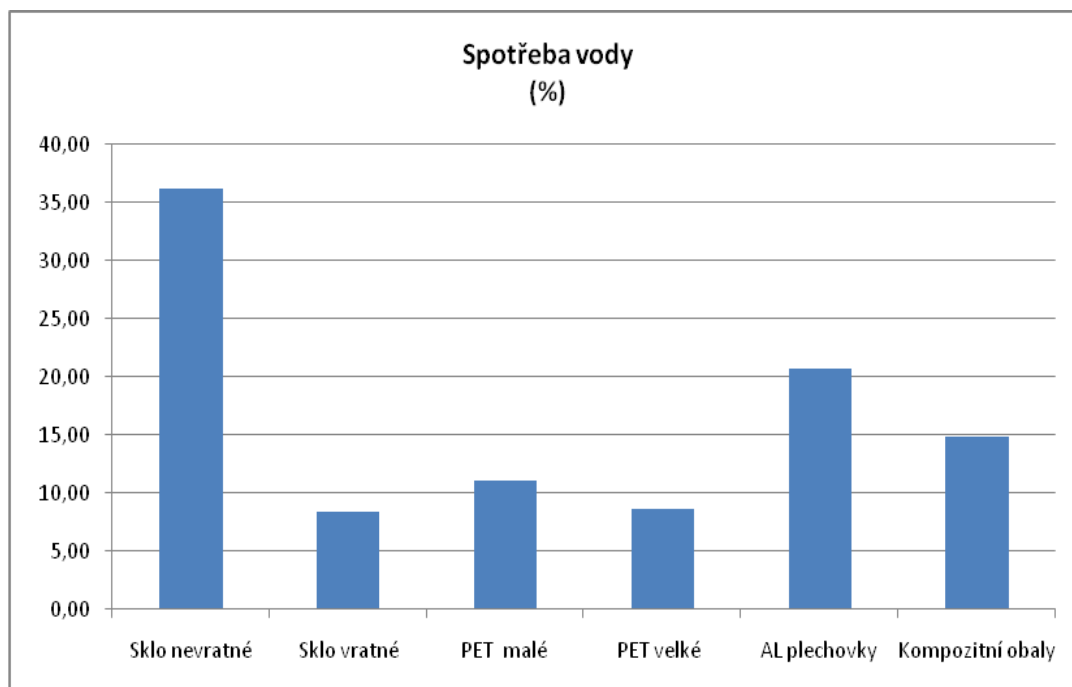
Procentický podíl vybraných surovin na životních cyklech jednotlivých obalů je barevně zobrazen v tabulce 20 podle příslušné legendy.

### 3. SPOTŘEBA VODY

TABULKA 21 SPOTŘEBA VODY

| Zdroj vody | Sklo nevratné     | Sklo vratné       | PET obaly malé    | PET obaly velké   | Hliníkové plechovky | Kompozitní obaly  |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
|            | (m <sup>3</sup> ) | (m <sup>3</sup> ) | (m <sup>3</sup> ) | (m <sup>3</sup> ) | (m <sup>3</sup> )   | (m <sup>3</sup> ) |
| Celkem     | 8,92E+03          | 2,08E+03          | 2,73E+03          | 2,14E+03          | 5,09E+03            | 3,65E+03          |

GRAF 12 SPOTŘEBA VODY V RÁMCI ŽIVOTNÍCH CYKLŮ OBALŮ



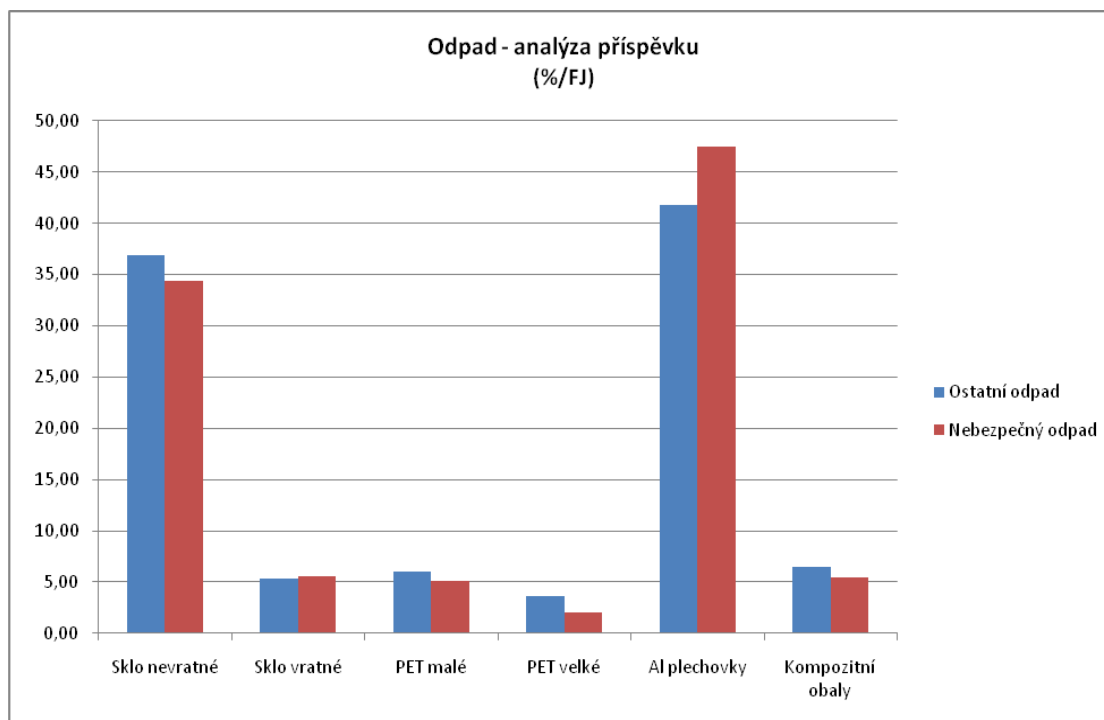
Spotřeba vody je nejvýraznější u nevratných skleněných obalů a hliníkových plechovek. Vyšší spotřebu vody vykazují rovněž kompozitní obaly.

#### 4. PRODUKCE ODPADŮ

TABULKA 22 PRODUKCE ODPADŮ

| Druh odpadu      | Sklo nevratné | Sklo vratné | PET obaly malé | PET obaly velké | Hliníkové plechovky | Kompozitní obaly |
|------------------|---------------|-------------|----------------|-----------------|---------------------|------------------|
|                  | (%)           | (%)         | (%)            | (%)             | (%)                 | (%)              |
| Ostatní odpad    | 36,87         | 5,32        | 5,98           | 3,67            | 41,75               | 6,41             |
| Nebezpečný odpad | 34,36         | 5,58        | 5,15           | 2,01            | 47,51               | 5,40             |

GRAF 13 PRODUKCE ODPADŮ K CELKOVÉMU MNOŽSTVÍ ODPADŮ V RÁMCI ŽIVOTNÍCH CYKLŮ OBALŮ



Životní cyklus hliníkových plechovek a nevratných skleněných obalů je ve srovnání s ostatními skupinami obalů spojen s největší produkcí odpadů; rovněž v případě nebezpečných odpadů je největší produkce zaznamenána u životního cyklu hliníkových plechovek. PET obaly velké produkují ve srovnání s ostatními obaly nejmenší množství odpadů.

#### 4.4.1.2 KATEGORIE DOPADU

TABULKA 23 KATEGORIE DOPADU ŽIVOTNÍCH CYKLŮ OBALŮ CELKEM

| Kategorie dopadu         | Ekvivalent kategorie               | Sklo nevratné | Sklo vratné | PET obaly malé | PET obaly velké | Hliníkové plechovky | Kompozitní obaly |
|--------------------------|------------------------------------|---------------|-------------|----------------|-----------------|---------------------|------------------|
|                          |                                    | (kg)          | (kg)        | (kg)           | (kg)            | (kg)                | (kg)             |
| Globální oteplování      | CO <sub>2</sub> ekv.               | 8,28E+02      | 2,22E+02    | 4,49E+02       | 2,57E+02        | 5,68E+02            | 7,51E+01         |
| Poškození ozonové vrstvy | CFC11 ekv.                         | 2,95E-05      | 7,87E-06    | 1,27E-04       | 4,31E-05        | 5,19E-06            | 8,20E-06         |
| Acidifikace              | SO <sub>2</sub> ekv.               | 5,47E+00      | 1,45E+00    | 2,99E+00       | 1,76E+00        | 3,90E+00            | 1,05E+00         |
| Tvorba fotooxidantů      | C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> ekv. | 7,27E-01      | 3,02E-01    | 4,18E-01       | 2,40E-01        | 5,86E-01            | 2,02E-01         |
| Eutrofizace              | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ekv. | 4,70E-01      | 1,64E-01    | 2,07E-01       | 1,15E-01        | 2,33E-01            | 8,92E-02         |



Z porovnání výsledků kategorií dopadů vyplývá, že kromě kategorie dopadu poškození ozonové vrstvy, kde má nejvyšší potenciální dopad životní cyklus malých PET obalů, je ve všech ostatních kategoriích dopadů pořadí skupin obalů od nejnižšího dopadu k nejvyššímu stejné:

1. kompozitní obaly
2. vratné sklo
3. PET velké
4. PET malé
5. hliníkové plechovky
6. nevratné sklo

Toto tvrzení je podloženo i analýzou příspěvků jednotlivých obalů ke kategoriím dopadů (tabulka 24, graf 16).

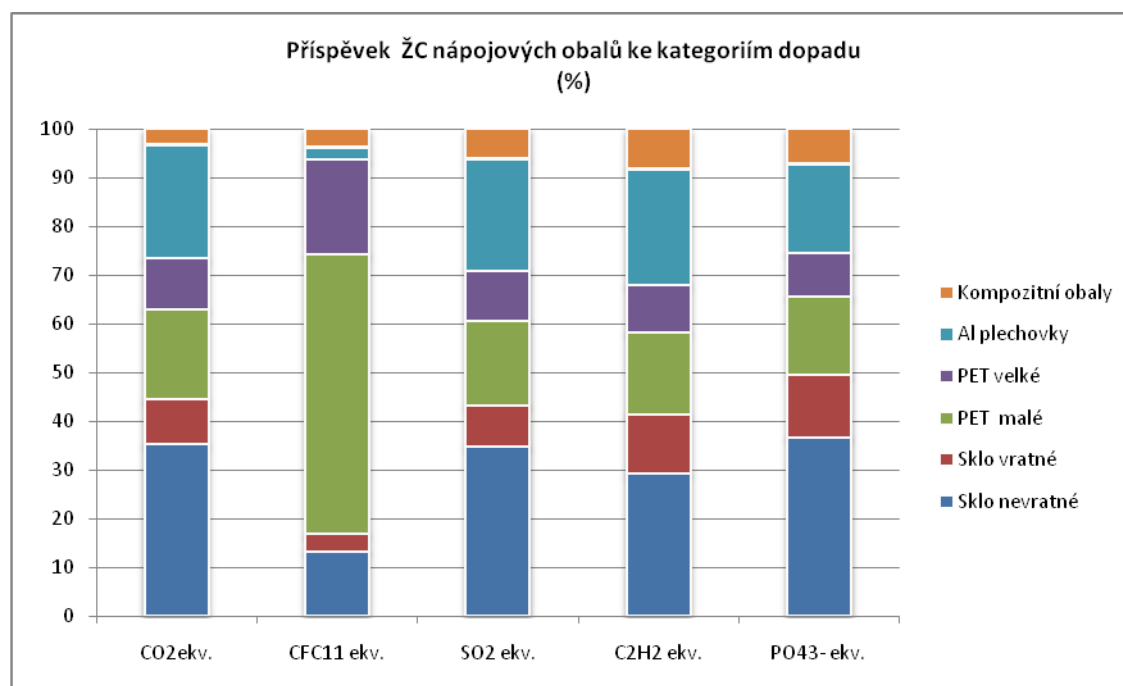
**TABULKA 24 ANALÝZA PŘÍSPĚVKU ŽIVOTNÍCH CYKLŮ OBALŮ KE KATEGORIÍM DOPADU**

| Emise                              | Sklo nevratné | Sklo vratné | PET obaly malé | PET obaly velké | Hliníkové plechovky | Kompozitní obaly |
|------------------------------------|---------------|-------------|----------------|-----------------|---------------------|------------------|
|                                    | (%)           |             |                |                 |                     |                  |
| CO <sub>2</sub> ekv.               | 35,45         | 9,12        | 18,45          | 10,56           | 23,34               | 3,09             |
| CFC11 ekv.                         | 13,36         | 3,56        | 57,50          | 19,51           | 2,35                | 3,71             |
| SO <sub>2</sub> ekv.               | 34,95         | 8,46        | 17,44          | 10,27           | 22,75               | 6,13             |
| C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> ekv. | 29,37         | 12,20       | 16,89          | 9,70            | 23,68               | 8,16             |
| PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ekv. | 36,77         | 12,83       | 16,19          | 9,00            | 18,23               | 6,98             |

Legenda

|            |
|------------|
| > 40%      |
| 30% - 40 % |
| 20% - 30 % |
| 10% - 20 % |
| < 10 %     |

**GRAF 14 ANALÝZA PŘÍSPĚVKU JEDNOTLIVÝCH KATEGORIÍ DOPADU ŽIVOTNÍHO CYKLU OBALŮ**



Kompozitní obaly a vratné sklo se na potenciálním dopadu podílí u většiny kategorií dopadu méně než 20 %, přičemž kompozitní obaly navíc dosahují ve 4 kategoriích nižšího podílu než vratné sklo. Výsledky indikátorů kategorií se u PET obalů velkých pohybují v rozmezí od necelých 10 do 20 %. Hliníkové plechovky se kromě emisí látek poškozujících ozonovou vrstvu (2,35 %) podílí na potenciálním dopadu ve třech kategoriích od 20 do 30 % a v kategorii dopadu eutrofizace nedosahující 20 % hranici. PET obaly malé dosahují ve všech kategoriích téměř 20 %, kategorie dopadu poškození ozonové vrstvy se v celkovém potenciálním dopadu této kategorie pohybuje nad 50 %. Podíl nevratného skla překračuje v kategorii globální oteplování, acidifikace a eutrofizace 30 % hranici a v kategorii tvorba fotooxidantů se k ní významně blíží.

Pokud vezmeme v úvahu pouze globální kategorie dopadu, pak jsou nejvyšším přispěvovatelem k těmto kategoriím nevratné skleněné obaly v kategorii dopadu globální oteplování a PET obaly malé v kategorii dopadu poškození ozonové vrstvy.

Rozdíl mezi životním cyklem nevratných skleněných obalů a hliníkových plechovek však není výrazný a vzhledem k tomu, že životní cyklus hliníkových plechovek spotřebovává větší množství energie než nevratné skleněné obaly, je výše příspěvku životního cyklu hliníkových plechovek ke kategorii dopadu globální oteplování pouze otázkou změny zdrojů energie. Nejnižší potenciální dopad v posuzovaných kategoriích dopadu patří kompozitním obalům a následně vratným skleněným obalům.

## 4.4.2 VYHODNOCENÍ

### 4.4.2.1 KONTROLA KOMPLEXNOSTI

Cílem kontroly kompletnosti je zajistit, aby byly všechny významné informace a údaje potřebné pro interpretaci dostupné a kompletní. Za tímto účelem byl vypracován kontrolní seznam, který umožnil provádění kontroly komplexnosti v průběhu zpracování studie.

**TABULKA 25 KONTROLA KOMPLEXNOSTI ÚDAJŮ INVENTARIZAČNÍ ANALÝZY ŽIVOTNÍHO CYKLU SKLENĚNÝCH OBALŮ**

| Fáze životního cyklu | Skleněné obaly | Kompletnost | Požadovaná akce |
|----------------------|----------------|-------------|-----------------|
| Těžba surovin        | X              | Ano         | -               |
| Výroba               | X              | Ano         | -               |
| Plnění               | X              | Ano         | -               |
| Doprava a distribuce | X              | Ano         | -               |
| Užití                | -              | n.a.        | -               |
| Skládání             | X              | Ano         | -               |
| Spalování            | X              | Ano         | -               |
| Recyklace            | X              | Ano         | -               |

X: údaje dostupné; n.a.: neaplikovatelné

**TABULKA 26 KONTROLA KOMPLEXNOSTI ÚDAJŮ INVENTARIZAČNÍ ANALÝZY ŽIVOTNÍHO CYKLU PLASTOVÝCH (PET) OBALŮ**

| Fáze životního cyklu | PET obaly | Kompletnost | Požadovaná akce |
|----------------------|-----------|-------------|-----------------|
| Těžba surovin        | X         | Ano         | -               |
| Výroba               | X         | Ano         | -               |
| Plnění               | X         | Ano         | -               |
| Doprava a distribuce | X         | Ano         | -               |
| Užití                | -         | n.a.        | -               |
| Skládání             | X         | Ano         | -               |
| Spalování            | X         | Ano         | -               |
| Recyklace            | X         | Ano         | -               |

X: údaje dostupné; n.a.: neaplikovatelné

**TABULKA 27 KONTROLA KOMPLEXNOSTI ÚDAJŮ INVENTARIZAČNÍ ANALÝZY ŽIVOTNÍHO CYKLU HLINÍKOVÝCH PLECHOVEK**

| Fáze životního cyklu | Hliníkové plechovky | Kompletnost | Požadovaná akce |
|----------------------|---------------------|-------------|-----------------|
| Těžba surovin        | X                   | Ano         | -               |
| Výroba               | X                   | Ano         | -               |
| Plnění               | X                   | Ano         | -               |
| Doprava a distribuce | X                   | Ano         | -               |
| Užití                | -                   | n.a.        | -               |
| Skládkování          | X                   | Ano         | -               |
| Spalování            | X                   | Ano         | -               |
| Recyklace            | X                   | Ano         | -               |

X: údaje dostupné; n.a.: neaplikovatelné

**TABULKA 28 KONTROLA KOMPLEXNOSTI ÚDAJŮ INVENTARIZAČNÍ ANALÝZY ŽIVOTNÍHO CYKLU KOMPOZITNÍCH OBALŮ**

| Fáze životního cyklu | Kompozitní obaly | Kompletnost | Požadovaná akce |
|----------------------|------------------|-------------|-----------------|
| Těžba surovin        | X                | Ano         | -               |
| Výroba               | X                | Ano         | -               |
| Plnění               | X                | Ano         | -               |
| Doprava a distribuce | X                | Ano         | -               |
| Užití                | -                | n.a.        | -               |
| Skládkování          | X                | Ano         | -               |
| Spalování            | X                | Ano         | -               |
| Recyklace            | X                | Ano         | -               |

X: údaje dostupné; n.a.: neaplikovatelné

#### 4.4.2.2 KONTROLA KONZISTENCE

Cílem kontroly konzistence bylo určit, zda předpoklady, metody a údaje jsou v souladu s cílem a rozsahem studie. Za tímto účelem byly předpoklady, metody a údaje prověřeny pomocí kontrolních otázek podle ČSN EN ISO 14044.

- Jsou rozdíly v kvalitě údajů v produktovém systému životního cyklu a mezi různými produktovými systémy v souladu s cílem a rozsahem studie?
- Byly odpovídajícím způsobem využívány místní a/nebo časové rozdíly, pokud nějaké existují?
- Byla ve všech produktových systémech odpovídajícím způsobem využita alokační pravidla a hranice systému?
- Byly důsledně odpovídajícím způsobem využity prvky posuzování dopadů?

ad a) Rozdíly v kvalitě údajů posuzovaných produktových systémů jsou zanedbatelné. Kvalita údajů byla prověřena interními postupy (kapitola 4.2.2) pomocí metody WIEDEMA (kapitola 4.2.3).

ad b) Veškeré specifické údaje se týkají České republiky, konkrétně roku 2007.

ad c) Ve studii bylo využito alokační pravidlo podle hmotnosti tam, kde to bylo z hlediska rozdělení vstupů a výstupů relevantní.

ad d) Posuzování dopadů bylo zpracováno na základě požadavků stanovených v cíli a rozsahu studie, za využití obecně uznávaných charakterizačních faktorů (kapitola 5.3).

#### 4.4.2.3 KONTROLA CITLIVOSTI

Pomocí kontroly citlivosti byla prověřena dopravní vzdálenost při distribuci vybraných naplněných obalů, z hlediska ovlivnění celkové spotřeby energie. Při výběru druhů obalů pro analýzu citlivosti byl zvažován fakt, že menší objemy nápojových obalů jsou z hlediska dopravy méně efektivní než objemy větší. Z tohoto důvodu byly kontrolou citlivosti posouzeny převážně nejmenší druhy obalů, s výjimkou vratných pivních lahví 0,5 l. V tomto případě bylo přihlédnuto k rozšíření těchto lahví na trhu.

**TABULKA 29 ANALÝZA CITLIVOSTI VYBRANÝCH DRHŮ NÁPOJOVÝCH OBALŮ – DOPRAVNÍ VZDÁLENOST**

| Druh obalu                         | Změna dopravní vzdálenosti | Změna spotřeby energie celkem | Změna dopravní vzdálenosti | Změna spotřeby energie celkem |
|------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Skleněné obaly nevratné 0,2/0,25 l | +25 %                      | 1,82 %                        | -25 %                      | - 1,82 %                      |
| Skleněné obaly vratné 0,5 l        |                            | + 3,75 %                      |                            | - 3,68 %                      |
| PET obaly 0,33 l                   |                            | + 1,12 %                      |                            | - 1,12 %                      |
| Hliníkové plechovky 0,33 l         |                            | + 0,65 %                      |                            | - 0,65 %                      |
| Kompozitní obaly 0,2/0,25 l        |                            | + 1,69 %                      |                            | - 1,56 %                      |

Z provedené kontroly citlivosti vyplývá, že distribuce naplněných obalů nemá významný vliv na výsledky LCA.

#### 4.4.3 ZÁVĚRY, OMEZENÍ A DOPORUČENÍ

##### ZÁVĚRY

Inventarizační analýza nápojových obalů a posuzování dopadů bylo provedeno v souladu s cílem studie jako podklad pro posouzení potenciálních dopadů životních cyklů nápojových obalů na životní prostředí a pro posouzení dopadů uvažovaného zálohového systému obalů PET a hliníkových plechovek.

Z porovnání výsledků životních cyklů nápojových obalů vyplývá:

- potenciální environmentální dopady životních cyklů nápojových obalů jsou u obalů ze stejných materiálů v nepřímé závislosti k jejich objemu,
- vratné skleněné obaly jsou z environmentálního hlediska příznivější než nevratné skleněné obaly, přičemž se zde v případě vratných obalů zároveň projevuje efekt vyššího objemu obalu,
- životní cyklus hliníkových plechovek spotřebovává nejvíce energie, má vysokou spotřebou neobnovitelných surovin (ropa, bauxit) a je nejvyšším producentem nebezpečného odpadu,
- nejvyšší spotřeba vody je spojena s životním cyklem nevratných skleněných obalů,
- největší množství pevného odpadu je vyprodukováno v rámci životního cyklu kompozitních obalů,
- nevratné skleněné obaly mají nejvyšší potenciální dopad na globální oteplování a acidifikaci,
- PET obaly malé mají nejvyšší potenciální dopad na poškození stratosférického ozonu,
- nejnižší potenciální dopad v posuzovaných kategoriích dopadu patří kompozitním obalům, relativně nízký potenciální dopad v posuzovaných kategoriích dopadu mají rovněž vratné skleněné obaly.

Z porovnání výsledků inventarizační analýzy a indikátorů kategorií dopadu je zřejmé, že se dopady obalů na životní prostředí výrazně liší a pořadí obalů se podle jednotlivých výsledků různí, přesto lze stanovit vstupy a výstupy posuzovaných systémů, které jsou z hlediska životního prostředí významné. Jedná se především o spotřebu energie, zvláště energie fosilních paliv, kategorie dopadu s globálním účinkem a produkci nebezpečného odpadu.

Z hlediska spotřeby energie je pořadí obalů následující (v pořadí od nejnižší spotřeby k nejvyšší):

1. kompozitní obaly
2. vratné skleněné obaly
3. PET velké
4. PET malé
5. nevratné skleněné obaly
6. hliníkové plechovky

Na příkladu hliníkových plechovek a nevratných skleněných obalů je zřejmé, že změna zdroje energie významně ovlivní potenciální dopady vyjádřené především kategorií dopadu globální oteplování. Způsob získávání energie proto významným způsobem zasahuje do výsledků LCA.

Podle výsledků kategorií dopadů globální oteplování je pořadí obalů téměř shodné s pořadím podle spotřeby energie. Výjimkou jsou pouze poslední dvě pozice. Vzhledem k důvodům uvedeným v předchozím odstavci, proto nelze jednoznačně stanovit pozici nevratných skleněných obalů a hliníkových plechovek z hlediska produkce CO<sub>2</sub>ekv., pouze lze konstatovat, že s ohledem na konkrétní posuzované systémy v roce 2007 jsou výsledky kategorie dopadu globální oteplování následující (v pořadí od nejnižšího, k nejvyššímu potenciálu):

1. kompozitní obaly
2. vratné skleněné obaly
3. PET velké
4. PET malé
5. hliníkové plechovky
6. nevratné skleněné obaly

Další globální kategorií, která je výrazně spojená se spotřebou ropy, je poškozování ozonové vrstvy. Relativně nejvyšší produkce látek poškozujících ozonovou vrstvu vykazují PET obaly malé a následně PET obaly velké. Ostatní obaly produkují nesrovnatelně menší množství emisí s negativním dopadem na stratosférický ozon.

Významná kategorie je rovněž produkce nebezpečných odpadů. Pořadí (od nejnižší produkce, k nejvyšší) je následující:

1. PET velké
2. PET malé
3. kompozitní obaly
4. vratné sklo
5. nevratné skleněné obaly
6. hliníkové plechovky

Z uvedeného porovnání výsledků vyplývá, že přes drobné odchylky, mají kompozitní obaly, spolu s vratnými skleněnými obaly nejmenší dopad na životní prostředí ze všech posuzovaných nápojových obalů. Kompozitní obaly mají nízkou spotřebu neobnovitelných surovin (ropa, bauxit), relativně nižší energetickou náročnost při výrobě obalu, nízkou měrnou spotřebou materiálu obalu (39,6 kg/1000 l obaleného nápoje u obalu 0,225 l ve srovnání například se 777,9 kg/1000 l obaleného nápoje u nevratného skleněného obalu 0,221 l), dokonalé využití prostoru při distribuci. Kompozitní obaly dále umožňují recyklaci podstatné části hmotnosti obalu.

## OMEZENÍ

Při hodnocení výsledků vzájemného porovnání dopadů životních cyklů nápojových obalů na životní prostředí v ČR v roce 2007 v ČR je nezbytné respektovat tato omezení:

- hodnoty se týkají roku 2007 a na budoucnost mohou být aplikovány jen omezeně (prognóza porovnání v čase by vyžadovala zvláštní studii - ČSN 13910),

- praktické závěry lze z uvedeného porovnání vyvozovat pouze v případě, že materiály/obaly mají srovnatelné funkce z hlediska bezpečnosti a ochrany nápoje a mohou-li se reálně nahrazovat.

## **DOPORUČENÍ**

Na základě výsledků studie LCA nápojových obalů, zpracovaných v rámci projektu SP/II/2f1/16/07 doporučují zpracovatelé studie legislativně podporovat:

- kompozitní obaly,
- vratné skleněné obaly a
- větší objemy obalů

## 5. POROVNÁNÍ SYSTÉMU NÁPOJOVÝCH OBALŮ S CELKOVOU ZÁTĚŽÍ ŽP ČR VE VYBRANÝCH UKAZATELÍCH

Účelem tohoto porovnání je zjistit proporce obalového průmyslu (nealkoholické nápoje, pivo) na celkové zátěži životního prostředí v ČR. Takové porovnání má jen velmi ilustrativní charakter, protože se porovnává globální zátěž životního cyklu obalů (např. při těžbě ropy ve světě) se zátěží lokalizovanou k území ČR.

**TABULKA 30 POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ LCA NÁPOJOVÝCH OBALŮ S CELKOVOU ZÁTĚŽÍ ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR VE VYBRANÝCH UKAZATELÍCH**

| Ukazatel                      | Jednotka    | Skleněné obaly <sup>a)</sup> |        | Plastové obaly (PET) <sup>b)</sup> |        | Hliníkové obaly <sup>c)</sup> | Kompozitní obaly <sup>d)</sup> | Obaly 2007 celkem | ČR 2007 celkem          | Obaly/ČR /%/ <sup>1)</sup> |
|-------------------------------|-------------|------------------------------|--------|------------------------------------|--------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------|----------------------------|
|                               |             | nevratné                     | vratné | malé                               | velké  |                               |                                |                   |                         |                            |
| Energie celkem                | PJ/rok      | 0,604                        | 2,956  | 0,740                              | 9,096  | 1,075                         | 0,406                          | 14,877            | 1902 <sup>1)</sup>      | 0,782                      |
| Elektřina                     | PJ/rok      | 0,187                        | 0,946  | 0,329                              | 3,947  | 0,528                         | 0,107                          | 6,044             | 871 <sup>2)</sup>       | 0,694                      |
| Uhlí                          | t/rok       | 3553                         | 11015  | 5099                               | 59890  | 4670                          | 1195                           | 85422             | 61596000 <sup>3)</sup>  | 0,139                      |
| Ropa                          | t/rok       | 4169                         | 29482  | 5081                               | 60173  | 6084                          | 3083                           | 108072            | 7147000 <sup>4)</sup>   | 1,512                      |
| Zemní plyn                    | mil. m3/rok | 6,634                        | 25,294 | 7,374                              | 96,378 | 7,230                         | 2,383                          | 145,293           | 9177 <sup>5)</sup>      | 1,583                      |
| CO <sub>2</sub> ekv.          | t/rok       | 38224                        | 182431 | 44901                              | 540718 | 44267                         | 10480                          | 861021            | 144800000 <sup>6)</sup> | 0,595                      |
| PM <sub>10</sub>              | t/rok       | 78                           | 199    | 41                                 | 530    | 460                           | 36                             | 1344              | 68059 <sup>7)</sup>     | 1,975                      |
| NO <sub>x</sub>               | t/rok       | 185                          | 1027   | 151                                | 1775   | 133                           | 76                             | 3347              | 281541 <sup>8)</sup>    | 1,189                      |
| C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> | t/rok       | 57                           | 473    | 68                                 | 806    | 79                            | 55                             | 1538              | 178784 <sup>9)</sup>    | 0,860                      |
| CFC/HCFC/HFC                  | t/rok       | 0,0015                       | 0,0064 | 0,0128                             | 0,0908 | 0,0004                        | 0,0011                         | 0,1130            | 122,5 <sup>10)</sup>    | 0,092                      |
| BSK <sub>5</sub>              | t/rok       | 0,4                          | 1,8    | 4,2                                | 55,8   | 2,8                           | 15,8                           | 80,8              | 248739 <sup>11)</sup>   | 0,032                      |
| Bauxit                        | t/rok       | 11,3                         | 353,1  | 1,3                                | 15,8   | 15499,0                       | 916,6                          | 16797,1           | 393590 <sup>12)</sup>   | 4,268                      |
| Písek                         | t/rok       | 8790,9                       | 8605,4 | 1,1                                | 5,4    | 3,0                           | 15,9                           | 17421,7           | 876313 <sup>13)</sup>   | 1,988                      |

Poznámka: životní cykly nápojových obalů nezahrnují uživatelskou fázi.

a) nevratné - 0,221 l, 0,33 l (pivo); vratné - 0,33 l (nealko), 0,5 l, 0,7 l (jako vážený průměr podílu jednotlivých objemů na trhu)

b) malé - 0,33 l, 0,5 l, 0,72 l; velké - objem 1 l, 1,5 l, 2 l (jako vážený průměr podílu jednotlivých objemů na trhu)

c) 0,25 l, 0,33 l, 0,5 l (jako vážený průměr podílu jednotlivých objemů na trhu)

d) 0,225 l, 1 l, 2 l (jako vážený průměr jednotlivých objemů na trhu)

Zdroj: 1) Energetická bilance, ČSÚ (jako primární energetické zdroje 2007); 2) ČSÚ/kód 8110-08 (jako výroba 2007); 3) Surovinové zdroje ČR, Nerostné suroviny (stav 2007), MŽP-ČGS-Geofond, 2008 (jako uhlí hnědé (neaglomerované) a černé); 4) Surovinové zdroje ČR, Nerostné suroviny (stav 2007), MŽP-ČGS-Geofond, 2008 (dovoz 2007); 5) Česká plynárenská unie (spotřeba 2007); 6) Statistická ročenka životního prostředí ČR 2006 (stav 2006), MŽP ČR (jako CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, F-plyny); 7) Statistická ročenka životního prostředí ČR 2006 (stav 2007 - předběžný odhad), MŽP ČR (REZZO1-4 jako tuhé znečišťující látky); 8) Statistická ročenka životního prostředí ČR 2006 (stav 2007 - předběžný odhad), MŽP ČR (REZZO1-4); 9) Statistická ročenka životního prostředí ČR 2006 (stav 2007 - předběžný odhad), MŽP ČR (REZZO1-4+nátěrové hmoty jako VOC); 10) Statistická ročenka životního prostředí ČR 2006 (stav 2006), MŽP ČR (jako F-plyny, přepočtené podle GWP = 8000); 11) Statistická ročenka životního prostředí ČR 2006 (stav 2007), MŽP ČR (jako BSK<sub>5</sub>); 12) ČSÚ/kód 8004-08, přepočtené podle podkladu Surovinové zdroje pro výrobu hliníku, MPO (jako spotřeba na výrobu 78718 t hliníku); 13) Surovinové zdroje ČR, Nerostné suroviny (stav 2007), MŽP-ČGS-Geofond, 2008 (jako těžba-vývoz+dovoz sklářských písků)

### Komentář

Podíl průmyslu nápojových obalů (nealkoholické nápoje, pivo) v roce 2007 na celkovém zatížení životního prostředí v ČR se pohyboval od 0,032% (BSK<sub>5</sub>) do 4,268% (bauxit); na celkové spotřebě energií 0,782%, ropy 1,512% a zemního plynu 1,583%. Emise spojené s životním cyklem obalů jsou na pozadí celkových emisí evidovaných v ČR nejvýznamnější u PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub> (viz významné ukazatele). V celkové zátěži životního prostředí v ČR byly v roce 2007 nejvýznamnější velké plastové obaly (PET) a vratné skleněné obaly, což souvisí s jejich vysokým podílem na trhu; nejméně významný podíl lze zaznamenat u kompozitních obalů a nevratných skleněných obalů.

## 6. MODELOVÁNÍ ZÁLOHOVÉHO SUBSYSTÉMU

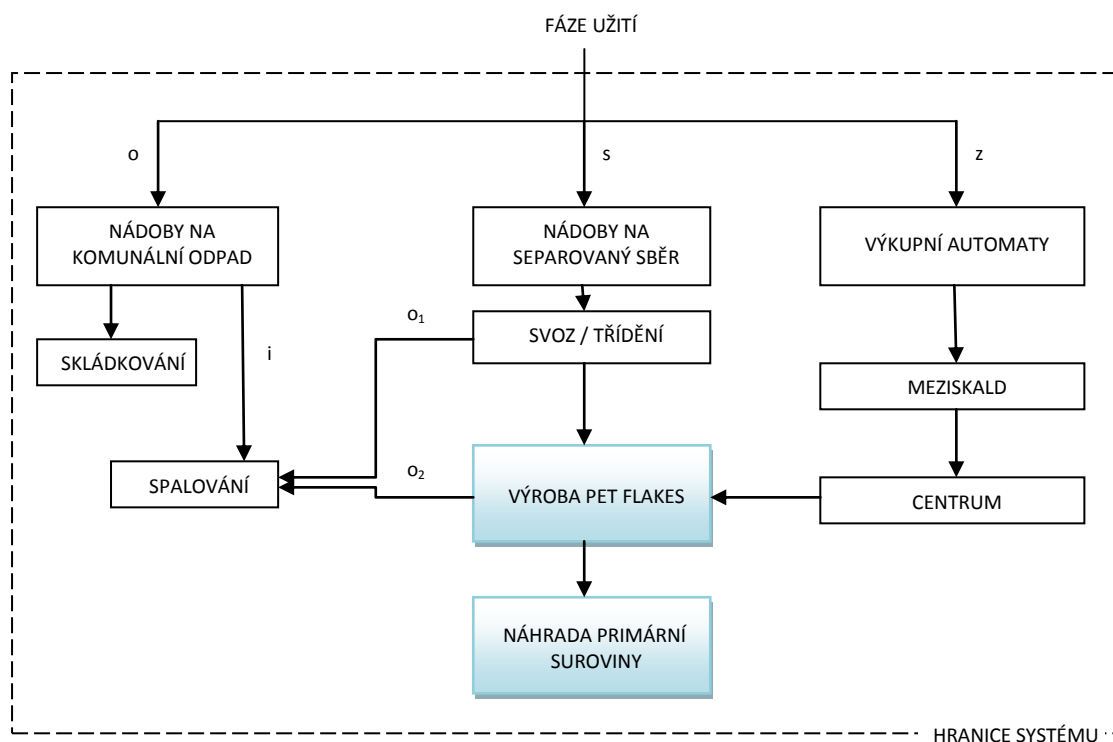
V souvislosti s návrhem MŽP ČR na zavedení záloh na plastové (PET) a hliníkové obaly byl zadavatelem vysloven požadavek na určení potenciálního environmentálního dopadu tohoto systému na životní cyklus obalů. Za tímto účelem byl zpracován model, který vycházel z následujících předpokladů:

- porovnání bude provedeno na stav v roce 2007 jako výchozí rok pro zavedení zálohového subsystému
- porovnání bude provedeno pro malé a velké plastové obaly (PET) a hliníkové obaly
- předmětem posuzování budou 2 varianty zálohového systému podle Jílková (2008), s využitím technických podkladů od společnosti TOMRA (vicepresident Wolfgang Ringel) a s přihlédnutím k poznatkům z návštěvy systému Returnpak (Švédsko) Černík (2008),
- výchozí informace o koexistenci paralelních subsystémů (oddělený a zálohový sběr), včetně odhadu jejich výtěžnosti v čase bude odpovídat požadavkům zadavatele (zápis z kontrolního dne 28. 5. 2008) a výsledkům výzkumného šetření Remr (2008).

### 6.1 TEORIE A ROVNICE

Výchozí úvahou bylo, že předmětem modelování se stane pouze ta fáze životního cyklu obalů, která bude zavedením zálohového subsystému (výkupní automaty v obchodech, ruční čtečky u pokladen, mezisklady, centrální clearingové a zpracovatelské centrum) dotčena, tzn. fáze odpad, neboť ostatní fáze životního cyklu obalů by zůstaly zavedením zálohového subsystému beze změny. Výpočty byly provedeny pomocí navrženého SW-modulu (databáze Microsoft Access 2000) na zvolenou funkční jednotku, 1000 l obaleného nápoje, takže výsledky výpočtů vztažené k životním cyklům obalů jsou ve všech variantách vzájemně porovnatelné. Záměrem bylo určit, k jakým změnám potenciálních environmentálních dopadů životních cyklů obalů by v jednotlivých letech rozvoje zálohového subsystému došlo, v porovnání se stavem v roce 2007.

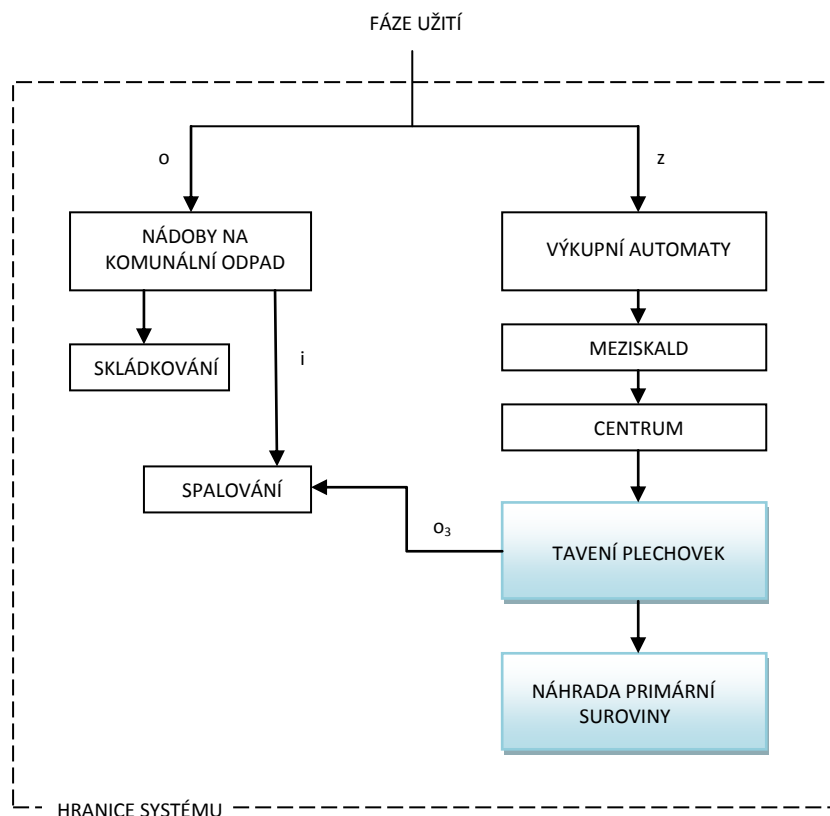
Základní materiálové toky PET obalů ve fázi odpad ilustruje obrázek 5.



OBRÁZEK 5 SCHÉMA FÁZE ODPAD ŽIVOTNÍHO CYKLU PET OBALŮ



Základní materiálové toky hliníkových plechovek ve fázi odpad ilustruje obrázek 6.



**OBRAZEK 6 SCHÉMA FÁZE ODPAD ŽIVOTNÍHO CYKLU HLINÍKOVÝCH PLECHOVEK**

Pro plastové obaly (PET) potom platí tyto matematické vztahy:

$$E_{PET} = M_{PET} \times e_{PET} \quad (1)$$

$$e_{PET} = s \times e_{SEPARACE\ PET} + z \times e_{ZÁLOHY\ PET} + (1-s-z) \times e_{ODPAD\ PET} \quad (2)$$

$$e_{SEPARACE\ PET} = e_{SBĚR,SVOZ,TRÍDĚNÍ} + 0,15 \times e_{PŘEPRAVA\ LINKA-SPALOVNA} + 0,15 \times e_{SPALOVÁNÍ*} + 0,85 \times e_{PŘEPRAVA\ LINKA-VÝROBA\ PETflakes} + 0,6205 \times e_{VÝROBA\ PETflakes} + 0,2295 \times e_{PŘEPRAVA\ VÝROBA\ PETflakes-SPALOVNA} + 0,2295 \times e_{SPALOVÁNÍ*} + 0,6205 \times e_{PŘEPRAVA\ PETflakes} - 0,6205 \times e_{PET\ GRANULÁT} \quad (3)$$

$$e_{ZÁLOHY\ PET\ I} = e_{ZÁLOHOVANÉ\ PET\ varianta\ I} + e_{PŘEPRAVA\ OBCHOD-MEZISKLAD} + e_{PŘEPRAVA\ MEZISKLAD-CENTRUM} + e_{PŘEPRAVA\ CENTRUM-VÝROBA\ PETflakes} + 0,73 \times e_{VÝROBA\ PETflakes} + 0,27 \times e_{PŘEPRAVA\ VÝROBA\ PETflakes-SPALOVNA} + 0,27 \times e_{SPALOVÁNÍ*} + 0,73 \times e_{PŘEPRAVA\ PETflakes} - 0,73 \times e_{PET\ GRANULÁT} \quad (4)$$

$$e_{ZÁLOHY\ PET\ II} = e_{ZÁLOHOVANÉ\ PET\ varianta\ II} + e_{PŘEPRAVA\ OBCHOD-MEZISKLAD} + e_{PŘEPRAVA\ MEZISKLAD-CENTRUM} + e_{PŘEPRAVA\ CENTRUM-VÝROBA\ PETflakes} + 0,73 \times e_{VÝROBA\ PETflakes} + 0,27 \times e_{PŘEPRAVA\ VÝROBA\ PETflakes-SPALOVNA} + 0,27 \times e_{SPALOVÁNÍ*} + 0,73 \times e_{PŘEPRAVA\ PETflakes} - 0,73 \times e_{PET\ GRANULÁT} \quad (5)$$

$$e_{ODPAD\ PET} = i \times e_{SPALOVÁNÍ\ PET} + (1-i) \times e_{SKLÁDKOVÁNÍ\ PET} \quad (6)$$

$$s + z + o = 1$$

(7)

**kde:**

|                |   |
|----------------|---|
| $E_{PET}$      | celkový dopad fáze ODPAD životního cyklu obalů PET na funkční jednotku /FJ/   |
| $M_{PET}$      | hmotnost obalů (malé plastové obaly (PET) = 43,9 /kg/FJ/, velké plastové obaly (PET) = 23,2 /kg/FJ/ (jako vážený průměr podle podílu na trhu)   |
| $e$            | měrný dopad jednotkové operace /dopad/kg/, /dopad/autokm/   |
| $s$            | zlomek v intervalu (0,1) vyjadřující podíl vstupujících použitých prázdných obalů v separovaném sběru plastů  |
| $z$            | zlomek v intervalu (0,1) vyjadřující podíl vstupujících použitých prázdných obalů v zálohovém systému sběru obalů   |
| $o$            | zlomek v intervalu (0,1) vyjadřující podíl vstupujících použitých prázdných obalů ve smíšeném komunálním odpadu   |
| $i$            | zlomek vyjadřující energeticky využitý podíl hmotnostního toku smíšené komunální odpady (=0,16)   |
| $o1$           | zlomek vyjadřující materiálově nevyužitelný podíl hmotnostního toku separované plasty (=0,15); využit energeticky ve spalovně komunálního odpadu  |
| $o2$           | zlomek vyjadřující materiálově nevyužitelný podíl hmotnostního toku vytríděných PET (=0,27); využit energeticky ve spalovně komunálního odpadu  |
| ZÁLOHOVANÉ PET | provoz automatů a ruční evidence obalů v obchodech  |
| PET GRANULÁT   | výroba PET granulátu z primárních surovin   |
| varianta I     | varianta zálohového systému ekonomiky optimální - 9% obchodních jednotek zapojeno do systému; výkupní automaty: hypermarket 4x, supermarket a diskont 2x, stavební úpravy při instalaci automatů; 84 meziskladů - (Jílková, 2008) |
| varianta II    | varianta zálohového systému navržená MŽP - 50% obchodních jednotek zapojeno do systému; výkupní automaty: hypermarket 3x, supermarket 2x, diskont 1x; bez stavebních úprav; 50 meziskladů - (Jílková, 2008)                       |

S využitím databáze Microsoft Access 2000 byly provedeny výpočty pro hodnoty kombinace proměnných:

separace  $z = 0$ ,  $s = (0,1)$ , krok 0,1 (modelování vlivu výtěžnosti separace na životní cyklus obalu)

zálohy kombinace  $z = 0,1/s = 0,6$ ;  $z = 0,2/s = 0,6$ ;  $z = 0,3/s = 0,5$ ;  $z = 0,4/s = 0,4$ ;  $z = 0,5/s = 0,3$ ;  $z = 0,6/s = 0,3$ ;  $z = 0,7/s = 0,2$ ;  $z = 0,8/s = 0,2$ ;  $z = 0,9/s = 0,1$ ;  $z = 1/s = 0$  (modelování výtěžnosti paralelních subsystémů v čase odpovídá očekávanému spotřebitelskému chování)

**Pro hliníkové obaly platí tyto matematické vztahy:**

$$E_{CAN} = M_{CAN} \times e_{CAN} \quad (8)$$

$$e_{PAN} = z \times e_{ZÁLOHY\ CAN} + (1-z) \times e_{ODPAD\ CAN} \quad (9)$$

$$e_{ZÁLOHY\ CAN\ I} = e_{ZÁLOHOVANÉ\ CAN-varianta\ I} + e_{PŘEPRAVA\ OBCHOD-MEZISKLAD} + e_{PŘEPRAVA\ MEZISKLAD-CENTRUM} + e_{PŘEPRAVA\ CENTRUM-HUŤ} + e_{TAVENÍ\ CAN} + 0,2 \times e_{PŘEPRAVA\ HUŤ-SKLÁDKA} + 0,2 \times e_{SKLÁDKOVÁNÍ*} - 0,8 \times e_{AI\ TAVENINA} \quad (10)$$

$$e_{ZÁLOHY\ CAN\ II} = e_{ZÁLOHOVANÉ\ CAN-varianta\ II} + e_{PŘEPRAVA\ OBCHOD-MEZISKLAD} + e_{PŘEPRAVA\ MEZISKLAD-CENTRUM} + e_{PŘEPRAVA\ CENTRUM-HUŤ} + e_{TAVENÍ\ CAN} + 0,2 \times e_{PŘEPRAVA\ HUŤ-SKLÁDKA} + 0,2 \times e_{SKLÁDKOVÁNÍ*} - 0,8 \times e_{AI\ TAVENINA} \quad (11)$$

$$e_{ODPAD\ CAN} = i \times e_{SPALOVÁNÍ\ CAN} + (1-i) \times e_{SKLÁDKOVÁNÍ\ CAN} \quad (12)$$

$$z + o = 1 \quad (13)$$

**kde:**

|                |  |
|----------------|--|
| $E_{CAN}$      | celkový dopad fáze ODPAD životního cyklu hliníkových obalů na funkční jednotku /FJ/  |
| $M_{CAN}$      | hmotnost obalů 38,2 kg/FJ/ (jako vážený průměr podle podílu na trhu)   |
| $e$            | měrný dopad jednotkové operace /dopad/kg/, /dopad/autokm/  |
| $z$            | zlomek v intervalu (0,1) vyjadřující podíl vstupujících použitých prázdných obalů v zálohovém systému sběru obalů                                |
| $o$            | zlomek v intervalu (0,1) vyjadřující podíl vstupujících použitých prázdných obalů ve směsném komunálním odpadu                                   |
| $i$            | zlomek vyjadřující energeticky využitý podíl hmotnostního toku směsné komunální odpady (=0,16)   |
| $o3$           | zlomek vyjadřující materiálově nevyužitelný podíl hmotnostního toku zálohované hliníkové plechovky (=0,20); uložen na skládce komunálního odpadu |
| ZÁLOHOVANÉ CAN | provoz automatů a ruční evidence obalů v obchodech   |
| AI TAVENINA    | výroba hliníkové taveniny z primárních surovin (bauxit)  |
| varianta I     | varianta zálohového systému ekonomiky optimální (Jílková, 2008)  |
| varianta II    | varianta zálohového systému navržená MŽP (Jílková, 2008)   |

S využitím databáze Microsoft Access 2000 byly provedeny výpočty pro hodnoty kombinace proměnných:

zálohy  $s = 0$ ,  $z = (0,1)$ , krok 0,1 (modelování vlivu výtěžnosti záloh na životní cyklus obalu)

## 6.2 VÝSLEDKY MODELOVÁNÍ ZÁLOHOVÉHO SUBSYSTÉMU

Tabulky 31 až 35 charakterizují změnu hodnot potenciálního environmentálního dopadu životního cyklu obalů v ČR v roce 2007 v závislosti na míře materiálového využití. Cestami k materiálovému využití u plastových obalů (PET) jsou separovaný sběr (oddělený sběr podle zákona č. 477/2001 Sb., o obalech) - horní část tabulky a modelově zavedený zálohový sběr - spodní část tabulky. U plastových obalů (PET) by v ČR zavedení zálohového sběru znamenalo koexistenci paralelních subsystémů. Spotřebitelské reakce na tento stav byly odhadnuty na základě výzkumných šetření (Remr, 2008), z kterých je zřejmá vysoká rezistence obyvatel ke změnám zavedeného subsystému separovaného sběru a na druhé straně, z hlediska akceptované výše záloh, se většina respondentů shoduje s představami MŽP ČR. U hliníkových plechovek materiálové využití v roce 2007 absentovalo, takže tabulky 35 a 36 dokumentují změny v případě modelového zavedení materiálového využití hliníkových plechovek cestou zálohového subsystému. Výpočet byl proveden za předpokladu, že při využití dochází k substituci materiálů vyrobených z primárních surovin (PET granulát, tavenina hliníku vyrobená z bauxitu). Záporné hodnoty znamenají snížení potenciálního environmentálního dopadu životního cyklu obalu.

### 6.2.1 VÝSLEDKY MODELOVÁNÍ ZÁLOHOVÉHO SUBSYSTÉMU PLASTOVÝCH OBALŮ (PET)

**TABULKA 31 ZMĚNA ENVIRONMENTÁLNÍHO DOPADU ŽIVOTNÍHO CYKLU PLASTOVÝCH OBALŮ (PET-MALÉ VARIANTA I) V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH**

| PODÍL HMOTNOSTNÍCH TOKŮ |                 |       | ENERGIE A PALIVA |             |             | EMISE DO OVZDUŠÍ     |                  |                 |
|-------------------------|-----------------|-------|------------------|-------------|-------------|----------------------|------------------|-----------------|
| ZÁLOHY                  | SEPAROVANÝ SBĚR | ODPAD | Celkem           | z toho ropa | z toho ZP*) | CO <sub>2</sub> ekv. | PM <sub>10</sub> | NO <sub>x</sub> |
|                         |                 |       | [MJ]             | [MJ]        | [MJ]        | [kg]                 | [kg]             | [kg]            |
| 0                       | 0               | 1     | -2,96E+02        | 1,40E+01    | -1,71E+02   | -1,14E+01            | -1,40E-02        | -3,67E-02       |
| 0                       | 0,1             | 0,9   | -5,32E+02        | -1,04E+02   | -2,39E+02   | -2,42E+01            | -3,46E-02        | -9,20E-02       |
| 0                       | 0,2             | 0,8   | -7,68E+02        | -2,22E+02   | -3,07E+02   | -3,71E+01            | -5,52E-02        | -1,47E-01       |
| 0                       | 0,3             | 0,7   | -1,00E+03        | -3,39E+02   | -3,76E+02   | -4,99E+01            | -7,58E-02        | -2,02E-01       |
| 0                       | 0,4             | 0,6   | -1,24E+03        | -4,57E+02   | -4,44E+02   | -6,27E+01            | -9,64E-02        | -2,58E-01       |
| 0                       | 0,5             | 0,5   | -1,48E+03        | -5,75E+02   | -5,12E+02   | -7,55E+01            | -1,17E-01        | -3,13E-01       |
| 0                       | 0,6             | 0,4   | -1,71E+03        | -6,93E+02   | -5,80E+02   | -8,84E+01            | -1,38E-01        | -3,68E-01       |
| 0                       | 0,7             | 0,3   | -1,95E+03        | -8,11E+02   | -6,48E+02   | -1,01E+02            | -1,58E-01        | -4,24E-01       |
| 0                       | 0,8             | 0,2   | -2,18E+03        | -9,28E+02   | -7,16E+02   | -1,14E+02            | -1,79E-01        | -4,79E-01       |
| 0                       | 0,9             | 0,1   | -2,42E+03        | -1,05E+03   | -7,84E+02   | -1,27E+02            | -1,99E-01        | -5,34E-01       |
| 0                       | 1               | 0     | -2,66E+03        | -1,16E+03   | -8,52E+02   | -1,40E+02            | -2,20E-01        | -5,89E-01       |
| 0,1                     | 0,6             | 0,3   | -1,95E+03        | -8,22E+02   | -6,43E+02   | -1,01E+02            | -1,60E-01        | -4,20E-01       |
| 0,2                     | 0,6             | 0,2   | -2,18E+03        | -9,52E+02   | -7,06E+02   | -1,14E+02            | -1,82E-01        | -4,73E-01       |
| 0,3                     | 0,5             | 0,2   | -2,18E+03        | -9,64E+02   | -7,01E+02   | -1,15E+02            | -1,83E-01        | -4,70E-01       |
| 0,4                     | 0,4             | 0,2   | -2,18E+03        | -9,76E+02   | -6,96E+02   | -1,15E+02            | -1,85E-01        | -4,66E-01       |
| 0,5                     | 0,3             | 0,2   | -2,18E+03        | -9,88E+02   | -6,91E+02   | -1,15E+02            | -1,86E-01        | -4,63E-01       |
| 0,6                     | 0,3             | 0,1   | -2,42E+03        | -1,12E+03   | -7,54E+02   | -1,28E+02            | -2,08E-01        | -5,16E-01       |
| 0,7                     | 0,2             | 0,1   | -2,41E+03        | -1,13E+03   | -7,49E+02   | -1,28E+02            | -2,09E-01        | -5,12E-01       |
| 0,8                     | 0,2             | 0     | -2,65E+03        | -1,26E+03   | -8,12E+02   | -1,41E+02            | -2,31E-01        | -5,65E-01       |
| 0,9                     | 0,1             | 0     | -2,65E+03        | -1,27E+03   | -8,07E+02   | -1,41E+02            | -2,33E-01        | -5,62E-01       |
| 1                       | 0               | 0     | -2,65E+03        | -1,28E+03   | -8,02E+02   | -1,42E+02            | -2,34E-01        | -5,58E-01       |

Poznámka: data jsou zpracována podle lineárního modelu

\*) ZP – zemní plyn

**TABULKA 32 ZMĚNA ENVIRONMENTÁLNÍHO DOPADU ŽIVOTNÍHO CYKLU PLASTOVÝCH OBALŮ (PET-MALÉ VARIANTA II) V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH**

| PODÍL HMOTNOSTNÍCH TOKŮ |                 |       | ENERGIE A PALIVA |             |             | EMISE DO OVZDUŠÍ     |                  |                 |
|-------------------------|-----------------|-------|------------------|-------------|-------------|----------------------|------------------|-----------------|
| ZÁLOHY                  | SEPAROVANÝ SBĚR | ODPAD | Celkem           | z toho ropa | z toho ZP*) | CO <sub>2</sub> ekv. | PM <sub>10</sub> | NO <sub>x</sub> |
|                         |                 |       | [MJ]             | [MJ]        | [MJ]        | [kg]                 | [kg]             | [kg]            |
| 0                       | 0               | 1     | -2,96E+02        | 1,40E+01    | -1,71E+02   | -1,14E+01            | -1,40E-02        | -3,67E-02       |
| 0                       | 0,1             | 0,9   | -5,32E+02        | -1,04E+02   | -2,39E+02   | -2,42E+01            | -3,46E-02        | -9,20E-02       |
| 0                       | 0,2             | 0,8   | -7,68E+02        | -2,22E+02   | -3,07E+02   | -3,71E+01            | -5,52E-02        | -1,47E-01       |
| 0                       | 0,3             | 0,7   | -1,00E+03        | -3,39E+02   | -3,76E+02   | -4,99E+01            | -7,58E-02        | -2,02E-01       |
| 0                       | 0,4             | 0,6   | -1,24E+03        | -4,57E+02   | -4,44E+02   | -6,27E+01            | -9,64E-02        | -2,58E-01       |
| 0                       | 0,5             | 0,5   | -1,48E+03        | -5,75E+02   | -5,12E+02   | -7,55E+01            | -1,17E-01        | -3,13E-01       |
| 0                       | 0,6             | 0,4   | -1,71E+03        | -6,93E+02   | -5,80E+02   | -8,84E+01            | -1,38E-01        | -3,68E-01       |
| 0                       | 0,7             | 0,3   | -1,95E+03        | -8,11E+02   | -6,48E+02   | -1,01E+02            | -1,58E-01        | -4,24E-01       |
| 0                       | 0,8             | 0,2   | -2,18E+03        | -9,28E+02   | -7,16E+02   | -1,14E+02            | -1,79E-01        | -4,79E-01       |
| 0                       | 0,9             | 0,1   | -2,42E+03        | -1,05E+03   | -7,84E+02   | -1,27E+02            | -1,99E-01        | -5,34E-01       |
| 0                       | 1               | 0     | -2,66E+03        | -1,16E+03   | -8,52E+02   | -1,40E+02            | -2,20E-01        | -5,89E-01       |
| 0,1                     | 0,6             | 0,3   | -1,94E+03        | -8,19E+02   | -6,43E+02   | -1,01E+02            | -1,59E-01        | -4,18E-01       |
| 0,2                     | 0,6             | 0,2   | -2,18E+03        | -9,46E+02   | -7,06E+02   | -1,14E+02            | -1,81E-01        | -4,68E-01       |
| 0,3                     | 0,5             | 0,2   | -2,17E+03        | -9,54E+02   | -7,01E+02   | -1,14E+02            | -1,82E-01        | -4,62E-01       |
| 0,4                     | 0,4             | 0,2   | -2,17E+03        | -9,63E+02   | -6,96E+02   | -1,14E+02            | -1,84E-01        | -4,56E-01       |
| 0,5                     | 0,3             | 0,2   | -2,17E+03        | -9,72E+02   | -6,91E+02   | -1,14E+02            | -1,85E-01        | -4,51E-01       |
| 0,6                     | 0,3             | 0,1   | -2,40E+03        | -1,10E+03   | -7,54E+02   | -1,27E+02            | -2,07E-01        | -5,00E-01       |
| 0,7                     | 0,2             | 0,1   | -2,40E+03        | -1,11E+03   | -7,48E+02   | -1,27E+02            | -2,08E-01        | -4,95E-01       |
| 0,8                     | 0,2             | 0     | -2,63E+03        | -1,23E+03   | -8,11E+02   | -1,40E+02            | -2,30E-01        | -5,44E-01       |
| 0,9                     | 0,1             | 0     | -2,63E+03        | -1,24E+03   | -8,06E+02   | -1,40E+02            | -2,31E-01        | -5,39E-01       |
| 1                       | 0               | 0     | -2,62E+03        | -1,25E+03   | -8,01E+02   | -1,40E+02            | -2,32E-01        | -5,33E-01       |

Poznámka: data jsou zpracována podle lineárního modelu

\*) ZP – zemní plyn

**TABULKA 33 ZMĚNA ENVIRONMENTÁLNÍHO DOPADU ŽIVOTNÍHO CYKLU PLASTOVÝCH OBALŮ (PET-VELKÉ VARIANTA I) V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH**

| PODÍL HMOTNOSTNÍCH TOKŮ |                 |       | ENERGIE A PALIVA |             |             | EMISE DO OVZDUŠÍ     |                  |                 |
|-------------------------|-----------------|-------|------------------|-------------|-------------|----------------------|------------------|-----------------|
| ZÁLOHY                  | SEPAROVANÝ SBĚR | ODPAD | Celkem           | z toho ropa | z toho ZP*) | CO <sub>2</sub> ekv. | PM <sub>10</sub> | NO <sub>x</sub> |
|                         |                 |       | [MJ]             | [MJ]        | [MJ]        | [kg]                 | [kg]             | [kg]            |
| 0                       | 0               | 1     | -1,56E+02        | 7,42E+00    | -9,05E+01   | -6,02E+00            | -7,41E-03        | -1,94E-02       |
| 0                       | 0,1             | 0,9   | -2,81E+02        | -5,48E+01   | -1,26E+02   | -1,28E+01            | -1,83E-02        | -4,86E-02       |
| 0                       | 0,2             | 0,8   | -4,06E+02        | -1,17E+02   | -1,62E+02   | -1,96E+01            | -2,92E-02        | -7,78E-02       |
| 0                       | 0,3             | 0,7   | -5,31E+02        | -1,79E+02   | -1,98E+02   | -2,64E+01            | -4,01E-02        | -1,07E-01       |
| 0                       | 0,4             | 0,6   | -6,55E+02        | -2,42E+02   | -2,34E+02   | -3,31E+01            | -5,09E-02        | -1,36E-01       |
| 0                       | 0,5             | 0,5   | -7,80E+02        | -3,04E+02   | -2,70E+02   | -3,99E+01            | -6,18E-02        | -1,65E-01       |
| 0                       | 0,6             | 0,4   | -9,05E+02        | -3,66E+02   | -3,06E+02   | -4,67E+01            | -7,27E-02        | -1,95E-01       |
| 0                       | 0,7             | 0,3   | -1,03E+03        | -4,28E+02   | -3,42E+02   | -5,35E+01            | -8,36E-02        | -2,24E-01       |

|     |     |     |           |           |           |           |           |           |
|-----|-----|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 0   | 0,8 | 0,2 | -1,15E+03 | -4,91E+02 | -3,78E+02 | -6,03E+01 | -9,45E-02 | -2,53E-01 |
| 0   | 0,9 | 0,1 | -1,28E+03 | -5,53E+02 | -4,14E+02 | -6,70E+01 | -1,05E-01 | -2,82E-01 |
| 0   | 1   | 0   | -1,40E+03 | -6,15E+02 | -4,50E+02 | -7,38E+01 | -1,16E-01 | -3,11E-01 |
| 0,1 | 0,6 | 0,3 | -1,03E+03 | -4,35E+02 | -3,40E+02 | -5,36E+01 | -8,44E-02 | -2,22E-01 |
| 0,2 | 0,6 | 0,2 | -1,15E+03 | -5,03E+02 | -3,73E+02 | -6,05E+01 | -9,60E-02 | -2,50E-01 |
| 0,3 | 0,5 | 0,2 | -1,15E+03 | -5,09E+02 | -3,71E+02 | -6,07E+01 | -9,68E-02 | -2,48E-01 |
| 0,4 | 0,4 | 0,2 | -1,15E+03 | -5,16E+02 | -3,68E+02 | -6,08E+01 | -9,76E-02 | -2,47E-01 |
| 0,5 | 0,3 | 0,2 | -1,15E+03 | -5,22E+02 | -3,65E+02 | -6,09E+01 | -9,84E-02 | -2,45E-01 |
| 0,6 | 0,3 | 0,1 | -1,28E+03 | -5,91E+02 | -3,99E+02 | -6,78E+01 | -1,10E-01 | -2,73E-01 |
| 0,7 | 0,2 | 0,1 | -1,28E+03 | -5,97E+02 | -3,96E+02 | -6,80E+01 | -1,11E-01 | -2,71E-01 |
| 0,8 | 0,2 | 0   | -1,40E+03 | -6,65E+02 | -4,30E+02 | -7,49E+01 | -1,22E-01 | -2,99E-01 |
| 0,9 | 0,1 | 0   | -1,40E+03 | -6,72E+02 | -4,27E+02 | -7,50E+01 | -1,23E-01 | -2,97E-01 |
| 1   | 0   | 0   | -1,40E+03 | -6,78E+02 | -4,24E+02 | -7,51E+01 | -1,24E-01 | -2,96E-01 |

Poznámka: data jsou zpracována podle lineárního modelu

\*) ZP – zemní plyn

**TABULKA 34 ZMĚNA ENVIRONMENTÁLNÍHO DOPADU ŽIVOTNÍHO CYKLU PLASTOVÝCH OBALŮ (PET-VELKÉ VARIANTA II) V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH**

| PODÍL HMOTNOSTNÍCH TOKŮ |                 |       | ENERGIE A PALIVA |             |             | EMISE DO OVZDUŠÍ     |                  |                 |
|-------------------------|-----------------|-------|------------------|-------------|-------------|----------------------|------------------|-----------------|
| ZÁLOHY                  | SEPAROVANÝ SBĚR | ODPAD | Celkem           | z toho ropa | z toho ZP*) | CO <sub>2</sub> ekv. | PM <sub>10</sub> | NO <sub>x</sub> |
|                         |                 |       | [MJ]             | [MJ]        | [MJ]        | [kg]                 | [kg]             | [kg]            |
| 0                       | 0               | 1     | -1,56E+02        | 7,42E+00    | -9,05E+01   | -6,02E+00            | -7,41E-03        | -1,94E-02       |
| 0                       | 0,1             | 0,9   | -2,81E+02        | -5,48E+01   | -1,26E+02   | -1,28E+01            | -1,83E-02        | -4,86E-02       |
| 0                       | 0,2             | 0,8   | -4,06E+02        | -1,17E+02   | -1,62E+02   | -1,96E+01            | -2,92E-02        | -7,78E-02       |
| 0                       | 0,3             | 0,7   | -5,31E+02        | -1,79E+02   | -1,98E+02   | -2,64E+01            | -4,01E-02        | -1,07E-01       |
| 0                       | 0,4             | 0,6   | -6,55E+02        | -2,42E+02   | -2,34E+02   | -3,31E+01            | -5,09E-02        | -1,36E-01       |
| 0                       | 0,5             | 0,5   | -7,80E+02        | -3,04E+02   | -2,70E+02   | -3,99E+01            | -6,18E-02        | -1,65E-01       |
| 0                       | 0,6             | 0,4   | -9,05E+02        | -3,66E+02   | -3,06E+02   | -4,67E+01            | -7,27E-02        | -1,95E-01       |
| 0                       | 0,7             | 0,3   | -1,03E+03        | -4,28E+02   | -3,42E+02   | -5,35E+01            | -8,36E-02        | -2,24E-01       |
| 0                       | 0,8             | 0,2   | -1,15E+03        | -4,91E+02   | -3,78E+02   | -6,03E+01            | -9,45E-02        | -2,53E-01       |
| 0                       | 0,9             | 0,1   | -1,28E+03        | -5,53E+02   | -4,14E+02   | -6,70E+01            | -1,05E-01        | -2,82E-01       |
| 0                       | 1               | 0     | -1,40E+03        | -6,15E+02   | -4,50E+02   | -7,38E+01            | -1,16E-01        | -3,11E-01       |
| 0,1                     | 0,6             | 0,3   | -1,03E+03        | -4,33E+02   | -3,40E+02   | -5,35E+01            | -8,42E-02        | -2,21E-01       |
| 0,2                     | 0,6             | 0,2   | -1,15E+03        | -5,00E+02   | -3,73E+02   | -6,03E+01            | -9,58E-02        | -2,47E-01       |
| 0,3                     | 0,5             | 0,2   | -1,15E+03        | -5,04E+02   | -3,70E+02   | -6,03E+01            | -9,64E-02        | -2,44E-01       |
| 0,4                     | 0,4             | 0,2   | -1,15E+03        | -5,09E+02   | -3,68E+02   | -6,03E+01            | -9,71E-02        | -2,41E-01       |
| 0,5                     | 0,3             | 0,2   | -1,15E+03        | -5,14E+02   | -3,65E+02   | -6,03E+01            | -9,78E-02        | -2,38E-01       |
| 0,6                     | 0,3             | 0,1   | -1,27E+03        | -5,80E+02   | -3,98E+02   | -6,71E+01            | -1,09E-01        | -2,65E-01       |
| 0,7                     | 0,2             | 0,1   | -1,27E+03        | -5,85E+02   | -3,96E+02   | -6,71E+01            | -1,10E-01        | -2,62E-01       |
| 0,8                     | 0,2             | 0     | -1,39E+03        | -6,52E+02   | -4,29E+02   | -7,39E+01            | -1,22E-01        | -2,88E-01       |
| 0,9                     | 0,1             | 0     | -1,39E+03        | -6,56E+02   | -4,26E+02   | -7,39E+01            | -1,22E-01        | -2,85E-01       |
| 1                       | 0               | 0     | -1,39E+03        | -6,61E+02   | -4,24E+02   | -7,39E+01            | -1,23E-01        | -2,82E-01       |

Poznámka: data jsou zpracována podle lineárního modelu

\*) ZP – zemní plyn

## 6.2.2. VÝSLEDKY MODELOVÁNÍ ZÁLOHOVÉHO SUBSYSTÉMU HLINÍKOVÝCH OBALŮ

**TABULKA 35 ZMĚNA ENVIRONMENTÁLNÍHO DOPADU ŽIVOTNÍHO CYKLU HLINÍKOVÝCH OBALŮ VARIANTA I V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH**

| PODÍL HMOTNOSTNÍCH TOKŮ |       | ENERGIE A PALIVA |             |           | EMISE DO OVZDUŠÍ     |                  |                 |
|-------------------------|-------|------------------|-------------|-----------|----------------------|------------------|-----------------|
| ZÁLOHY                  | ODPAD | Celkem           | z toho ropa | z toho ZP | CO <sub>2</sub> ekv. | PM <sub>10</sub> | NO <sub>x</sub> |
|                         |       | [MJ]             | [MJ]        | [MJ]      | [kg]                 | [kg]             | [kg]            |
| 0                       | 1     | 1,95E+01         | 1,47E+01    | 3,01E+00  | 1,68E+00             | 1,94E-03         | 1,18E-02        |
| 0,1                     | 0,9   | -3,76E+02        | -1,31E+02   | -2,61E+01 | -9,12E+00            | -5,83E-03        | -1,21E-02       |
| 0,2                     | 0,8   | -7,71E+02        | -2,77E+02   | -5,52E+01 | -1,99E+01            | -1,36E-02        | -3,61E-02       |
| 0,3                     | 0,7   | -1,17E+03        | -4,23E+02   | -8,43E+01 | -3,07E+01            | -2,13E-02        | -6,00E-02       |
| 0,4                     | 0,6   | -1,56E+03        | -5,69E+02   | -1,13E+02 | -4,15E+01            | -2,91E-02        | -8,39E-02       |
| 0,5                     | 0,5   | -1,96E+03        | -7,15E+02   | -1,43E+02 | -5,23E+01            | -3,69E-02        | -1,08E-01       |
| 0,6                     | 0,4   | -2,35E+03        | -8,61E+02   | -1,72E+02 | -6,31E+01            | -4,46E-02        | -1,32E-01       |
| 0,7                     | 0,3   | -2,75E+03        | -1,01E+03   | -2,01E+02 | -7,39E+01            | -5,24E-02        | -1,56E-01       |
| 0,8                     | 0,2   | -3,14E+03        | -1,15E+03   | -2,30E+02 | -8,47E+01            | -6,01E-02        | -1,80E-01       |
| 0,9                     | 0,1   | -3,54E+03        | -1,30E+03   | -2,59E+02 | -9,55E+01            | -6,79E-02        | -2,04E-01       |
| 1                       | 0     | -3,93E+03        | -1,45E+03   | -2,88E+02 | -1,06E+02            | -7,57E-02        | -2,27E-01       |

Poznámka: data jsou zpracována podle lineárního modelu

\*) ZP – zemní plyn

**TABULKA 36 ZMĚNA ENVIRONMENTÁLNÍHO DOPADU ŽIVOTNÍHO CYKLU HLINÍKOVÝCH OBALŮ VARIANTA II V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH**

| PODÍL HMOTNOSTNÍCH TOKŮ |       | ENERGIE A PALIVA |             |           | EMISE DO OVZDUŠÍ     |                  |                 |
|-------------------------|-------|------------------|-------------|-----------|----------------------|------------------|-----------------|
| ZÁLOHY                  | ODPAD | Celkem           | z toho ropa | z toho ZP | CO <sub>2</sub> ekv. | PM <sub>10</sub> | NO <sub>x</sub> |
|                         |       | [MJ]             | [MJ]        | [MJ]      | [kg]                 | [kg]             | [kg]            |
| 0                       | 1     | 1,95E+01         | 1,47E+01    | 3,01E+00  | 1,68E+00             | 1,94E-03         | 1,18E-02        |
| 0,1                     | 0,9   | -3,74E+02        | -1,29E+02   | -2,60E+01 | -8,96E+00            | -5,65E-03        | -9,97E-03       |
| 0,2                     | 0,8   | -7,67E+02        | -2,72E+02   | -5,50E+01 | -1,96E+01            | -1,32E-02        | -3,17E-02       |
| 0,3                     | 0,7   | -1,16E+03        | -4,15E+02   | -8,40E+01 | -3,02E+01            | -2,08E-02        | -5,35E-02       |
| 0,4                     | 0,6   | -1,55E+03        | -5,58E+02   | -1,13E+02 | -4,09E+01            | -2,84E-02        | -7,52E-02       |
| 0,5                     | 0,5   | -1,95E+03        | -7,01E+02   | -1,42E+02 | -5,15E+01            | -3,60E-02        | -9,70E-02       |
| 0,6                     | 0,4   | -2,34E+03        | -8,45E+02   | -1,71E+02 | -6,22E+01            | -4,36E-02        | -1,19E-01       |
| 0,7                     | 0,3   | -2,73E+03        | -9,88E+02   | -2,00E+02 | -7,28E+01            | -5,11E-02        | -1,40E-01       |
| 0,8                     | 0,2   | -3,13E+03        | -1,13E+03   | -2,29E+02 | -8,34E+01            | -5,87E-02        | -1,62E-01       |
| 0,9                     | 0,1   | -3,52E+03        | -1,27E+03   | -2,58E+02 | -9,41E+01            | -6,63E-02        | -1,84E-01       |
| 1                       | 0     | -3,91E+03        | -1,42E+03   | -2,87E+02 | -1,05E+02            | -7,39E-02        | -2,06E-01       |

Poznámka: data jsou zpracována podle lineárního modelu

\*) ZP – zemní plyn

### Komentář

V případě, že dochází k substituci materiálů vyrobených z primárních surovin (high-recycling) znamená materiálové využití druhotných surovin vyrobených z odpadních plastových (PET) a hliníkových obalů

jednoznačně snížení environmentálního dopadu životního cyklu obalu. Platí dokonce přímá úměrnost mezi podílem materiálového využití a mírou snížení environmentálního dopadu. Tato konstatování platí pouze za předpokladu, pro který byly příslušné výpočty provedeny a **nejsou** přenositelné pro případy jiného způsobu využití plastových (PET) a hliníkových obalů.

Hodnoty v tabulkách 31 až 36 dále dokládají, že rozdíly mezi změnami environmentálního dopadu životního cyklu plastových (PET) a hliníkových obalů v případě subsystému separace a subsystému záloh nejsou podstatné.

Stejně tak **nevýznamné** jsou i rozdíly z hlediska environmentálního dopadu životního cyklu obalů (PET, hliníkové plechovky) mezi varianty zálohového subsystému I a II.

### 6.3 ANALÝZA CITLIVOSTI

Cílem analýzy citlivosti je určit, jak změny v údajích ovlivňují výsledky LCA. U plastových obalů (PET) byla pomocí analýzy citlivosti prověřena:

- Změna spotřeby energie při výrobě flakes
- Změna počtu ujetých autokm při:
  - svozu použitých obalů – separace
  - svozu použitých obalů – zálohový systém, varianta I

u hliníkových plechovek:

- Změna spotřeby energie při tavení recyklovaných plechovek.
- Změna počtu ujetých autokm:
  - svoz použitých obalů – zálohový systém, varianta I
  - obchod – mezisklad

Změna vstupních hodnot byla provedena v rozmezí  $\pm 25\%$ .

#### PLASTOVÉ OBALY PET MALÉ

**TABULKA 37 ANALÝZA CITLIVOSTI – SPOTŘEBA ENERGIE - ZMĚNA VSTUPŮ ENERGIE PŘI REDISTRIBUCI, VÝROBĚ PET FLAKES, SBĚRU A SEPARACI OBALOVÝCH ODPADŮ PET**

| Zálohy | Separace | Odpad | Výsledky modelování | -25 % vstupů energie |        | +25 % vstupů energie |       |
|--------|----------|-------|---------------------|----------------------|--------|----------------------|-------|
|        |          |       |                     | MJ                   | %      | MJ                   | %     |
| 0      | 0,1      | 0,9   | -531,74             | -533,16              | 100,27 | -530,32              | 99,73 |
| 0      | 0,2      | 0,8   | -767,83             | -770,68              | 100,37 | -764,99              | 99,63 |
| 0      | 0,3      | 0,7   | -1003,92            | -1008,19             | 100,43 | -999,65              | 99,57 |
| 0      | 0,4      | 0,6   | -1240,01            | -1245,70             | 100,46 | -1234,32             | 99,54 |
| 0      | 0,5      | 0,5   | -1476,10            | -1483,22             | 100,48 | -1468,99             | 99,52 |



|     |     |     |          |          |        |          |       |
|-----|-----|-----|----------|----------|--------|----------|-------|
| 0   | 0,6 | 0,4 | -1712,19 | -1720,73 | 100,50 | -1703,65 | 99,50 |
| 0   | 0,7 | 0,3 | -1948,28 | -1958,25 | 100,51 | -1938,32 | 99,49 |
| 0   | 0,8 | 0,2 | -2184,37 | -2195,76 | 100,52 | -2172,99 | 99,48 |
| 0   | 0,9 | 0,1 | -2420,46 | -2433,27 | 100,53 | -2407,65 | 99,47 |
| 0   | 1   | 0   | -2656,55 | -2670,79 | 100,54 | -2642,32 | 99,46 |
| 0,1 | 0,6 | 0,3 | -1947,45 | -1960,79 | 100,69 | -1934,10 | 99,31 |
| 0,2 | 0,6 | 0,2 | -2182,70 | -2200,85 | 100,83 | -2164,56 | 99,17 |
| 0,3 | 0,5 | 0,2 | -2181,87 | -2203,39 | 100,99 | -2160,34 | 99,01 |
| 0,4 | 0,4 | 0,2 | -2181,03 | -2205,93 | 101,14 | -2156,13 | 98,86 |
| 0,5 | 0,3 | 0,2 | -2180,20 | -2208,48 | 101,30 | -2151,91 | 98,70 |
| 0,6 | 0,3 | 0,1 | -2415,45 | -2448,53 | 101,37 | -2382,37 | 98,63 |
| 0,7 | 0,2 | 0,1 | -2414,61 | -2451,08 | 101,51 | -2378,15 | 98,49 |
| 0,8 | 0,2 | 0   | -2649,87 | -2691,13 | 101,56 | -2608,60 | 98,44 |
| 0,9 | 0,1 | 0   | -2649,03 | -2693,68 | 101,69 | -2604,39 | 98,31 |

#### Komentář

Tabulka 37 představuje výsledky analýzy citlivosti, jejímž cílem bylo prověřit spolehlivost údajů o vstupech energie při redistribuce výrobě PET flakes, sběru a separaci obalových odpadů (PET malé). Vstupy energie uvedených jednotkových procesů byly změny o  $\pm 25\%$ . Vliv těchto změn na celkovou spotřebu energie nedosahoval 2%. Uvedené údaje nemají zásadní vliv na výsledek.

#### PLASTOVÉ OBALY PET VELKÉ

**TABULKA 38 ANALÝZA CITLIVOSTI – SPOTŘEBA ENERGIE - ZMĚNA VSTUPŮ ENERGIE PŘI REDISTRIBUCI, VÝROBĚ PET FLAKES, SBĚRU A SEPARACI OBALOVÝCH ODPADŮ PET**

| Zálohy | Separace | Odpad | Výsledky modelování | -25 % vstupů energie |        | +25 % vstupů energie |       |
|--------|----------|-------|---------------------|----------------------|--------|----------------------|-------|
|        |          |       |                     | MJ                   | %      | MJ                   | %     |
| 0      | 0,1      | 0,9   | -281,01             | -281,76              | 100,27 | -280,26              | 99,73 |
| 0      | 0,2      | 0,8   | -405,78             | -407,28              | 100,37 | -404,27              | 99,63 |
| 0      | 0,3      | 0,7   | -530,55             | -532,80              | 100,43 | -528,29              | 99,57 |
| 0      | 0,4      | 0,6   | -655,31             | -658,32              | 100,46 | -652,31              | 99,54 |
| 0      | 0,5      | 0,5   | -780,08             | -783,84              | 100,48 | -776,32              | 99,52 |
| 0      | 0,6      | 0,4   | -904,85             | -909,36              | 100,50 | -900,34              | 99,50 |
| 0      | 0,7      | 0,3   | -1029,62            | -1034,88             | 100,51 | -1024,35             | 99,49 |
| 0      | 0,8      | 0,2   | -1154,38            | -1160,40             | 100,52 | -1148,37             | 99,48 |
| 0      | 0,9      | 0,1   | -1279,15            | -1285,92             | 100,53 | -1272,38             | 99,47 |
| 0      | 1        | 0     | -1403,92            | -1411,44             | 100,54 | -1396,40             | 99,46 |
| 0,1    | 0,6      | 0,3   | -1029,57            | -1036,52             | 100,68 | -1022,62             | 99,32 |
| 0,2    | 0,6      | 0,2   | -1154,29            | -1163,68             | 100,81 | -1144,90             | 99,19 |
| 0,3    | 0,5      | 0,2   | -1154,24            | -1165,32             | 100,96 | -1143,16             | 99,04 |
| 0,4    | 0,4      | 0,2   | -1154,19            | -1166,96             | 101,11 | -1141,43             | 98,89 |
| 0,5    | 0,3      | 0,2   | -1154,15            | -1168,60             | 101,25 | -1139,69             | 98,75 |
| 0,6    | 0,3      | 0,1   | -1278,87            | -1295,76             | 101,32 | -1261,98             | 98,68 |
| 0,7    | 0,2      | 0,1   | -1278,82            | -1297,40             | 101,45 | -1260,24             | 98,55 |
| 0,8    | 0,2      | 0     | -1403,54            | -1424,56             | 101,50 | -1382,52             | 98,50 |
| 0,9    | 0,1      | 0     | -1403,49            | -1426,20             | 101,62 | -1380,79             | 98,38 |
| 1      | 0        | 0     | -1403,45            | -1427,84             | 101,74 | -1379,05             | 98,26 |

#### Komentář

Cílem analýzy citlivosti bylo prověřit spolehlivost údajů o vstupech energie při redistribuce výrobě PET flakes, sběru a separaci obalových odpadů (PET velké). Vstupy energie uvedených jednotkových procesů byly změny o  $\pm 25\%$ . Vliv těchto změn na celkovou spotřebu energie nedosahoval 2%.

## HLINÍKOVÉ PLECHOVKY

TABULKA 39 HLINÍKOVÉ PLECHOVKY – CELKOVÁ SPOTŘEBA ENERGIE - ANALÝZA CITLIVOSTI

| Zálohy | Odpad | Výsledky modelování | -25 % vstupů energie |        | +25 % vstupů energie |        |
|--------|-------|---------------------|----------------------|--------|----------------------|--------|
|        |       |                     | MJ                   | %      | MJ                   | %      |
| 0      | 1     | 19,51               | 19,51                | 100,01 | 19,51                | 100,01 |
| 0,1    | 0,9   | -375,78             | -378,98              | 100,85 | -372,57              | 99,15  |
| 0,2    | 0,8   | -771,07             | -777,48              | 100,83 | -764,65              | 99,17  |
| 0,3    | 0,7   | -1166,36            | -1175,98             | 100,82 | -1156,73             | 99,17  |
| 0,4    | 0,6   | -1561,64            | -1574,47             | 100,82 | -1548,82             | 99,18  |
| 0,5    | 0,5   | -1956,93            | -1972,97             | 100,82 | -1940,90             | 99,18  |
| 0,6    | 0,4   | -2352,22            | -2371,47             | 100,82 | -2332,98             | 99,18  |
| 0,7    | 0,3   | -2747,51            | -2769,96             | 100,82 | -2725,06             | 99,18  |
| 0,8    | 0,2   | -3142,80            | -3168,46             | 100,82 | -3117,14             | 99,18  |
| 0,9    | 0,1   | -3538,09            | -3566,96             | 100,82 | -3509,23             | 99,18  |
| 1      | 0     | -3933,38            | -3965,45             | 100,82 | -3901,31             | 99,18  |

### Komentář

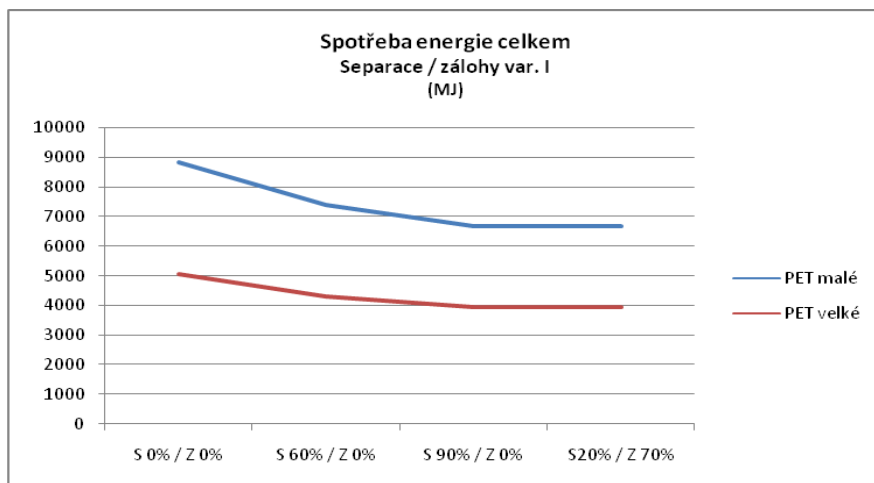
Cílem analýzy citlivosti bylo prověřit spolehlivost údajů o vstupech energie při redistribuce a tavení hliníkových plechovek. Vstupy energie uvedených jednotkových procesů byly změny o  $\pm 25\%$ . Vliv těchto změn na celkovou spotřebu energie nedosahoval 1 %.

## 6.4 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ MODELOVÁNÍ SUBSYSTÉMU ZÁLOH

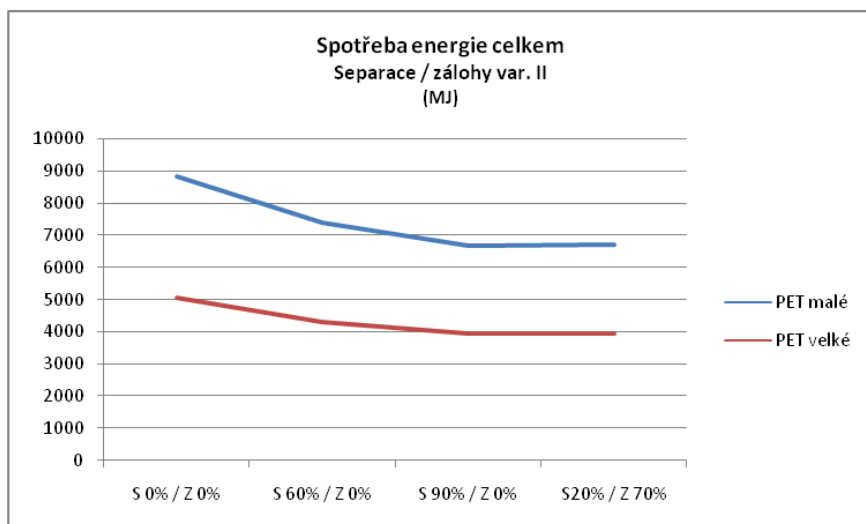
TABULKA 40 VÝVOJ CELKOVÉ SPOTŘEBY ENERGIE ŽIVOTNÍHO CYKLU PLASTOVÝCH OBALŮ (PET) V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH

| Druh obalu | Jednotky | Celková spotřeba energie |                    |      |                          |                           |
|------------|----------|--------------------------|--------------------|------|--------------------------|---------------------------|
|            |          | Separace                 |                    |      | Zálohy varianta I<br>70% | Zálohy varianta II<br>70% |
|            |          | 0%                       | 60%<br>(stav 2007) | 90%  |                          |                           |
|            |          |                          |                    |      | Separace - 20%           | Separace - 20%            |
| PET malé   | MJ/FJ    | 8811                     | 7395               | 6687 | 6692                     | 6711                      |
| PET velké  | MJ/FJ    | 5068                     | 4319               | 3945 | 3945                     | 3956                      |

**GRAF 15 VÝVOJ CELKOVÉ SPOTŘEBY ENERGIE ŽIVOTNÍHO CYKLU PLASTOVÝCH OBALŮ (PET) V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH VAR. I NÁPOJOVÝCH OBALŮ**



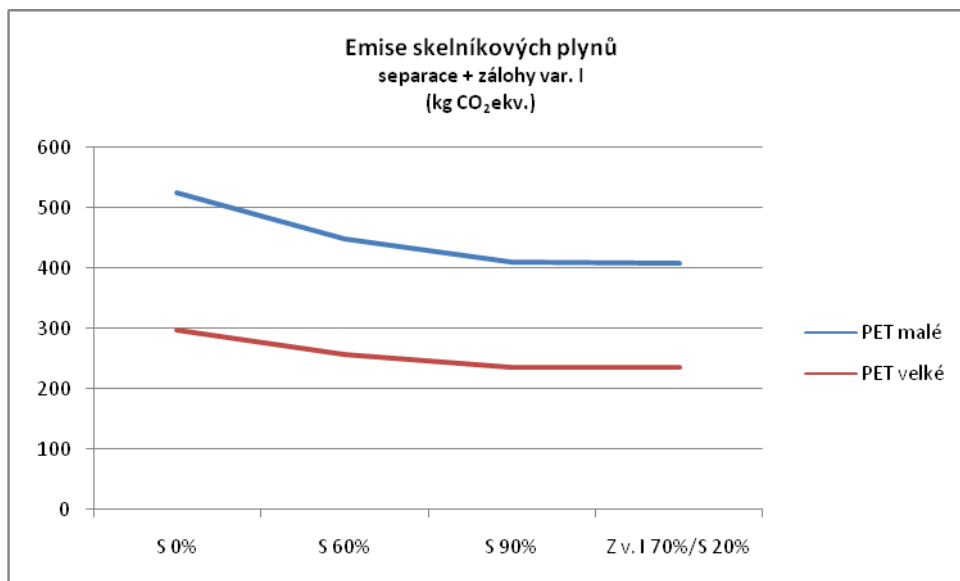
**GRAF 16 VÝVOJ CELKOVÉ SPOTŘEBY ENERGIE ŽIVOTNÍHO CYKLU PLASTOVÝCH OBALŮ (PET) V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH VAR. II NÁPOJOVÝCH OBALŮ**



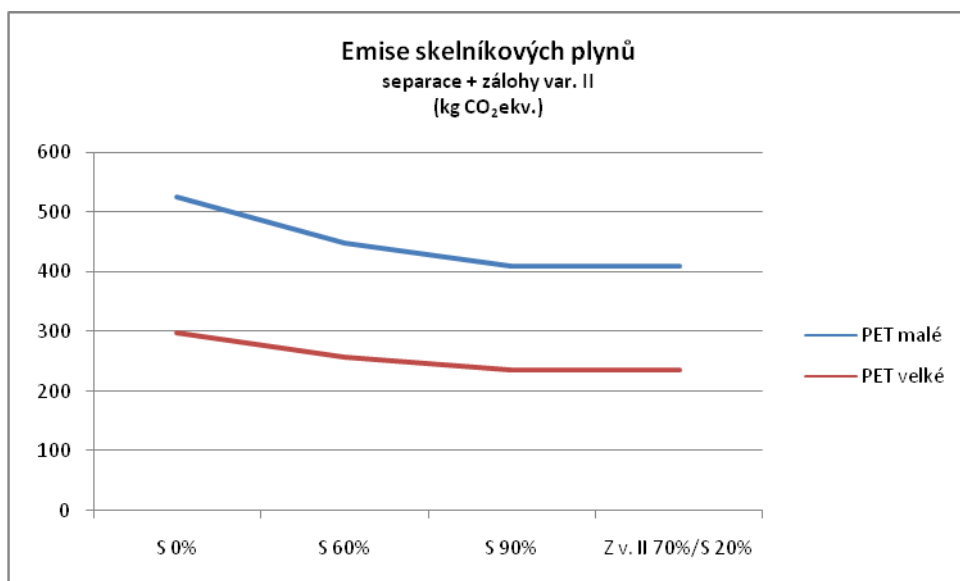
**TABULKA 41 VÝVOJ VÝSLEDKŮ INDIKÁTORU KATEGORIE GLOBÁLNÍ OTEPLOVÁNÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU PLASTOVÝCH OBALŮ (PET) V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH**

| Druh obalu | Jednotky                  | Emise skleníkových plynů |                    |       |                          |                           |
|------------|---------------------------|--------------------------|--------------------|-------|--------------------------|---------------------------|
|            |                           | Separace                 |                    |       | Zálohy varianta I<br>70% | Zálohy varianta II<br>70% |
|            |                           | 0%                       | 60%<br>(stav 2007) | 90%   |                          |                           |
| PET malé   | kg CO <sub>2</sub> ekv/FJ | 525,5                    | 448,5              | 410,0 | 408,7                    | 410,1                     |
| PET velké  | kg CO <sub>2</sub> ekv/FJ | 297,4                    | 256,7              | 236,3 | 235,4                    | 236,3                     |

**GRAF 17 VÝVOJ VÝSLEDKŮ INDIKÁTORU KATEGORIE GLOBÁLNÍ OTEPLOVÁNÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU PLASTOVÝCH OBALŮ (PET) V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH VARIANTA I**



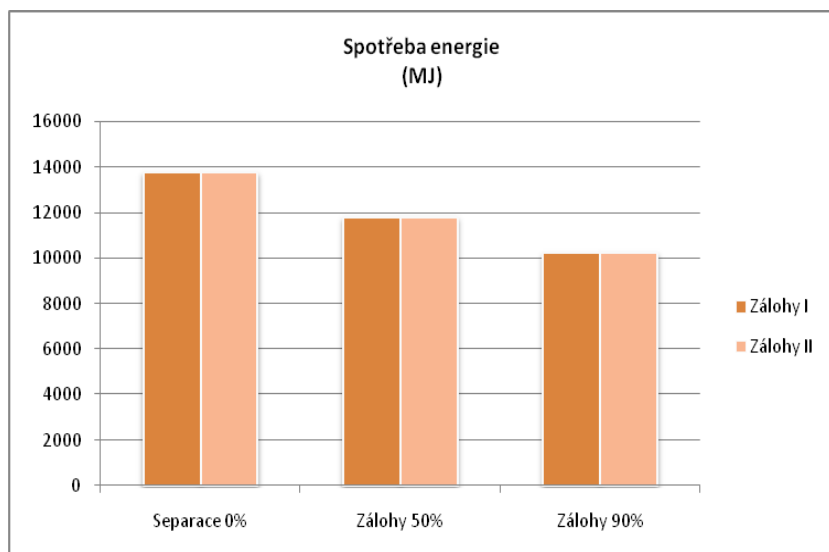
**GRAF 18 VÝVOJ VÝSLEDKŮ INDIKÁTORU KATEGORIE GLOBÁLNÍ OTEPLOVÁNÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU PLASTOVÝCH OBALŮ (PET) V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH VARIANTA II**



**TABULKA 42 VÝVOJ CELKOVÉ SPOTŘEBY ENERGIE ŽIVOTNÍHO CYKLU HLINÍKOVÝCH PLECHOVEK V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH VAR. I NÁPOJOVÝCH OBALŮ**

| Druh obalu          | Jedn. | Separace 0%<br>(stav 2007) | Zálohy I<br>50% | Zálohy I<br>90% | Zálohy II<br>50% | Zálohy II<br>90% |
|---------------------|-------|----------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| Hliníkové plechovky | MJ/FJ | 13799,00                   | 11822,00        | 10241,00        | 11833,00         | 10261,00         |

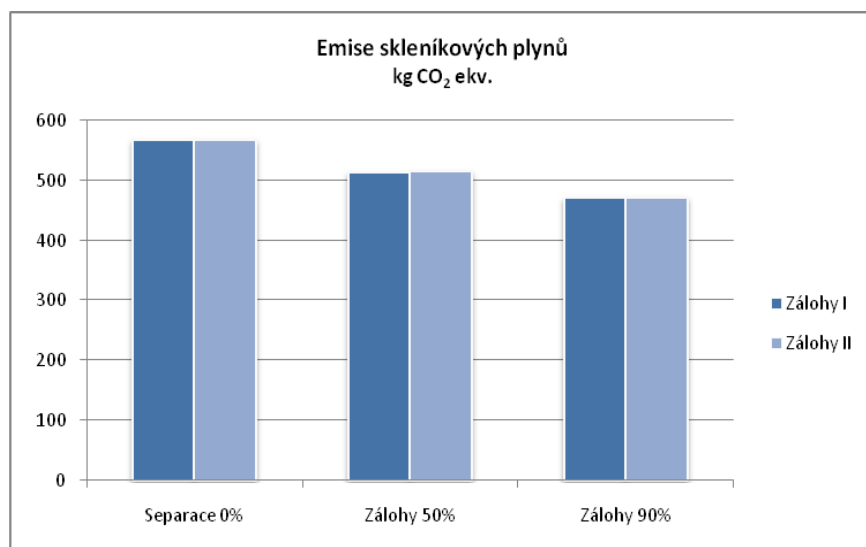
**GRAF 19 VÝVOJ CELKOVÉ SPOTŘEBY ENERGIE ŽIVOTNÍHO CYKLU HLINÍKOVÝCH OBALŮ V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH**



**TABULKA 43 VÝVOJ VÝSLEDKŮ INDIKÁTORU KATEGORIE GLOBÁLNÍ OTEPLOVÁNÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU HLINÍKOVÝCH OBALŮ V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH**

| Druh obalu          | Jednotky                   | Separace 0% (stav 2007) | Zálohy I 50% | Zálohy I 90% | Zálohy II 50% | Zálohy II 90% |
|---------------------|----------------------------|-------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Hliníkové plechovky | kg CO <sub>2</sub> ekv./FJ | 568,10                  | 514,10       | 470,90       | 514,90        | 472,30        |

**GRAF 20 VÝVOJ VÝSLEDKŮ INDIKÁTORU KATEGORIE GLOBÁLNÍ OTEPLOVÁNÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU HLINÍKOVÝCH OBALŮ V ZÁVISLOSTI NA VÝTĚŽNOSTI SUBSYSTÉMŮ SEPARACE A ZÁLOH**



Porovnáním výsledků výpočtů v tabulkách 40 až 43 se ukazuje, že ani vysoká míra materiálového využití plastových (PET) a hliníkových obalů na úrovni 90 % hmotnosti nezlepší vzájemné pořadí v hodnocení environmentálních dopadů životních cyklů skupin obalů.

Celková spotřeba energie spojená s životním cyklem plastových obalů (PET) se v takovém případě sníží v porovnání s rokem 2007 (60 % hmotnosti materiálového využití) na hodnoty PET obaly malé varianta I 6692

MJ/FJ a varianta II 6711 MJ/FJ; PET obaly velké varianta I 3945 MJ/FJ a varianta II 3956 MJ/FJ, což je řadí na jejich původní 3. a 4. místo v žebříčku skupin obalů (tabulka 5).

V kategorii dopadu globální oteplování se výsledek indikátoru kategorie při 90 % hmotnostní míře materiálového využití sníží v porovnání s rokem 2007 (60 % hmotnosti materiálového využití) na hodnoty PET obaly malé varianta I 408,7 CO<sub>2</sub>ekv./FJ a varianta II 410,1 kg CO<sub>2</sub>ekv./FJ; PET obaly velké varianta I 235,4 CO<sub>2</sub>ekv./FJ a varianta II 236,3 kg CO<sub>2</sub>ekv./FJ, což je řadí na jejich původní 3. a 4. místo v žebříčku skupin obalů (tabulka 15).

V případě hliníkových plechovek by jejich poslední pozici mezi skupinami obalů v kategorii celková spotřeba energie zlepšilo jen materiálové využití na úrovni cca 65 % hmotnosti (tabulka 5); v kategorii globální oteplování by ani 90 % hmotnostní míra materiálového využití neznamena posun z předposledního místa ve srovnání s ostatními skupinami obalů (tabulka 15).

## 6.5 ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ

Závěry a doporučení uvedené v této kapitole se týkají výhradně modelování subsystému záloh.

### 6.5.1 ZÁVĚRY

Výpočty změn environmentálních dopadů životních cyklů plastových obalů (PET) a hliníkových plechovek v ČR v případě zavedení subsystému záloh ve srovnání s reálnou situací v roce 2007 poskytly tyto závěry:

- v případě, že dochází k substituci materiálů vyrobených z primárních surovin (high-recycling) znamená materiálové využití druhotných surovin vyrobených z odpadních plastových (PET) a hliníkových obalů jednoznačně snížení environmentálního dopadu životního cyklu obalu,
- mezi podílem materiálového využití a mírou snížení environmentálního dopadu platí přímá úměrnost,
- vysoká míra materiálového využití plastových obalů (PET) a hliníkových plechovek na úrovni 90 % hmotnosti neovlivní pozici těchto skupin obalů ve srovnání se skleněnými a kompozitními obaly,
- rozdíly mezi změnami environmentálního dopadu životního cyklu plastových (PET) a hliníkových obalů v případě subsystému separace a subsystému záloh nejsou podstatné,
- rozdíly mezi změnami environmentálního dopadu životního cyklu plastových (PET) a hliníkových obalů v případě varianty I a varianty II zálohového subsystému jsou rovněž nevýznamné,

**Na základě výsledků této práce lze konstatovat, že environmentální důvody pro zvýšení materiálového využití odpadních obalů (za předpokladu substituce primárních surovin) existují.**

### 6.5.2 DOPORUČENÍ

- z důvodů srovnatelných environmentálních efektů obou subsystémů (separace, zálohy) je rozhodujícím kritériem při úvahách o změně/zavedení subsystému míra výtěžnosti - podíl z obalů uvedených na trh vstupujících do regulovaného systému nakládání s odpadními obaly (separace, zálohy), přednost by měl získat subsystém (popř. kombinace subsystémů), který zajistí nejvyšší míru výtěžnosti,
- při posuzování potenciální míry výtěžnosti daného subsystému, popř. jejich kombinace zvážit veškeré ekonomické a spotřebitelské souvislosti a rizika možného vzájemného negativního ovlivnění obou subsystémů,

- případné změny existujícího systému materiálového využití odpadních obalů provést až po akceptaci návrhů ze strany výrobců nápojů a obchodu (viz Sdělení Komise - Obaly na nápoje, systémy zálohování a volný pohyb zboží (2009/C 107/01) a doporučení, vyplývající ze zkušeností Jana Rehneberga, ředitele společnosti AB Svenska Returnpack provozující zálohový subsystém ve Švédsku (zavádět zálohové systémy po krocích a po dohodě s aktéry trhu)).

## 7. ÚVAHY O MOŽNOSTECH SNIŽOVÁNÍ ENVIRONMENTÁLNÍCH DOPADŮ

Vyčíslení environmentálních dopadů možných změn souvisejících s předmětem posouzení není požadovanou součástí zprávy o studii LCA. Provedená kvantifikace environmentálních dopadů životních cyklů obalů však k tomu poskytuje příležitost, protože se logicky naskytá otázka, jak velké jsou efekty dosažitelné v oblasti nápojových obalů v porovnání se změnami v jiných oblastech.

Za oblasti možných změn byly vybrány:

- změny ve spotřebě nápojů,
- změny materiálů obalů,
- změny objemů obalů,
- změny míry materiálového využití,
- změny v jiné oblasti.

Tabulka 44 obsahuje pouze efekty dosažitelné v oblasti obalů, protože nebyla zpracována žádná porovnávací hodnocení substitutů (např. environmentální dopady zvýšení spotřeby pitné vody a sirupů). Hodnoty je třeba posuzovat pouze jako ilustrativní, protože záměrem je spíše naznačit možné směry uvažování.

**TABULKA 44 PŘEHLED ZMĚN SYSTÉMU NÁPOJŮ A NÁPOJOVÝCH OBALŮ A JEJICH ENVIRONMENTÁLNÍCH DOPADŮ**

| Potenciální změny chování systému nápojů a nápojových obalů   | Snížení celkové spotřeby energie<br>/PJ/rok/ | Snížení emisí<br>CO <sub>2</sub> ekv.<br>/t/rok/ |
|---|--|--|
| Snížení spotřeby balených nealkoholických nápojů o 10%  | 1,144  | 66101  |
| Přechod 10% nealkoholických nápojů z plastových obalů (PET) do kompozitních obalů   | 0,341  | 43843  |
| Přechod 100% nápojů z hliníkových obalů 0,25 l do kompozitních obalů 0,225 l  | 0,344  | 16576  |
| Přechod 100% nápojů v nevratných skleněných obalech do vratných   | 0,250  | 12881  |
| Přechod 100% nápojů v plastových obalech (PET) z 0,33 l do 0,5 l  | 0,047  | 2647   |
| Přechod 100% nápojů v hliníkových obalech z 0,25 l do 0,33 l  | 0,103  | 5127   |
| Zvýšení materiálového využití (high-recycling) plastových obalů (PET) subsystémem separace z 60% (2007) na 70%  | 0,286  | 15553  |
| Zvýšení materiálového využití (high-recycling) plastových (PET) obalů z 60% (2007) na 90%, zavedením zálohového subsystému (20% separace, 70% zálohy) | 0,940  | 54893  |

|  |       |      |
|--|-------|------|
| Zvýšení materiálového využití (high-recycling) hliníkových obalů z 0% (2007) na 90%, zavedením zálohového subsystému | 0,288 | 8428 |
|--|-------|------|

#### TABULKA 45 PŘEHLED ZMĚN MIMO POSUZOVANÉ SYSTÉMY A JEJICH ENVIRONMENTÁLNÍ DOPADY

| Potenciální změny   | Snížení celkové spotřeby energie /PJ/rok/ | Snížení emisí CO <sub>2</sub> ekv. /t/rok/ |
|---|---|--|
| Snížení spotřeby benzínu a nafty v ČR o 1%                                      | 2,432                                     | 178317                                     |
| Efekty programu Zelená úsporám ( <a href="http://www.sfzp.cz">www.sfzp.cz</a> ) | 2,100                                     | 333000                                     |

#### Komentář

Hodnoty představují hypotetické změny kalkulované na environmentálních dopadech životních cyklů obalů v roce 2007. Velká většina z nich není (legislativně) ovlivnitelná ze strany státu (zadavatele-MŽP), protože spočívá na tržním vztahu mezi výrobcem, obchodem a spotřebitelem.

U změn, které lze ze strany státu přímo (legislativně) ovlivnit je pak na místě úvaha o efektivitě s tím spojených nákladů vzhledem k přínosům pro životní prostředí. Náklady na program Zelená úsporám se odhadují na 25 mld. Kč, zavedení zálohového systému podle Jílková (2008) jsou kolem 3 mld. Kč a předpokládané náklady na zvýšení výtěžnosti separace lze odhadnout (podle kampaně EKO-KOM) na 0,1 mld. Kč. Je pak zřejmé, že měrné náklady se v porovnání jednotlivých změn liší až o 1 řád!

## 8. CELKOVÉ ZÁVĚRY STUDIE

#### Závěrečná zpráva předkládá:

1. Posouzení environmentálních dopadů spojených s životním cyklem obalů na nealkoholické nápoje a pivo (studie LCA) tak jak odpovídalo situaci na trhu v ČR v roce 2007.
2. Výpočty změn potenciálních environmentálních dopadů modelového subsystému záloh (plastové obaly (PET), hliníkové plechovky).
3. Porovnání výše environmentálních dopadů trhu nealkoholických nápojů a piva ve srovnání s celkovou situací ČR.
4. Vyčíslení environmentálních dopadů potenciálních změn, jako podklad pro rozhodování o možných věcných úpravách systému nápojových obalů v ČR a jejich nástrojích.

#### Z výsledků prezentovaných v této závěrečné zprávě je možno konstatovat:

- podíl trhu nealkoholických nápojů a piva v roce 2007 se na celkovém zatížení životního prostředí v ČR pohyboval v rozmezí od 0,032 %. (znečištění odpadních vod v BSK<sub>5</sub>) do 4,268 %. (spotřeba bauxitu),
- obaly větších objemů mají nižší environmentální dopady ve srovnání s menšími objemy,
- výsledky posuzovaných kategorií dopadů, především kategorie dopadu globální oteplování a acidifikace jsou přímo závislé na druhu čerpané energie,
- vratné skleněné obaly jsou z environmentálního hlediska příznivější než nevratné skleněné obaly,



- obaly kompozitní a vratné skleněné obaly dosahují ve většině posuzovaných parametrů příznivějších výsledků než nevratné skleněné obaly, plastové obaly (PET) a hliníkové plechovky,
- v případě, že dojde k substituci materiálů vyrobených z primárních surovin (high-recycling) znamená materiálové využití druhotných surovin vyrobených z odpadů obalů (PET, hliníkové plechovky) jednoznačně snížení environmentálního dopadu životního cyklu obalu; platí dokonce přímá úměra mezi podílem materiálového využití a mírou snížení environmentálního dopadu,
- environmentální zdůvodnění pro zavedení subsystému záloh v ČR by existovaly pouze v tom případě, že by došlo k podstatnému zvýšení současné míry materiálového využití; to lze předpokládat u hliníkových plechovek, avšak efekt na míru materiálového využití v případě koexistence subsystému separovaného sběru a subsystému záloh u platových obalů (PET), nelze odpovědně dopředu určit,
- vysoká míra materiálového využití plastových obalů (PET) a hliníkových plechovek na úrovni 90 % hmotnosti, při zachování spotřeby obalů stejné jako v roce 2007, nezmění pozice těchto skupin obalů ve srovnání se skleněnými obaly (vratnými, nevratnými) a kompozitními obaly,
- stejného snížení environmentálních dopadů (v kategoriích celková spotřeba energie a globální oteplování) spojených se zvýšením materiálového využití plastových obalů (PET) ze 60 % hmotnosti (stav 2007) na 90 % hmotnosti a hliníkových plechovek z 0 % hmotnosti (stav 2007) na 90 % hmotnosti by bylo možno dosáhnout omezením spotřeby balených nealkoholických nápojů v ČR v roce 2007 o 10%.

Závěry platí za předpokladů a omezení uvedených v této zprávě a je nutné je používat přesně tak, jak byly formulovány. Rovněž je nutné zdůraznit, že tato závěrečná zpráva popisuje pouze environmentální souvislosti, spojené s trhem nápojových obalů. Ke kvalifikovanému rozhodnutí je třeba posoudit rovněž souvislosti ekonomické, předpokládané změny spotřebitelského chování, změny trhu a možnosti praktického prosazení navržených nástrojů. V každém případě je třeba i kvalifikované rozhodnutí provést po důkladné diskusi se všemi relevantními subjekty trhu nápojových obalů v ČR.

## 9. LITERATURA

- [1] Ayalona, O., Avnimelecha, Y., Shechterb, M.: Application of a comparative multidimensional life cycle analysis in solid waste management policy: the case of soft drink containers, *Environmental Science & Policy* 3
- [2] Černík, B., Tichá, M. (2002): Hodnocení skládkování a spalování zbytkového komunálního odpadu metodou LCA, zpráva Programu VaV MŽP ČR 720/2/00 "Intenzifikace sběru, dopravy a třídění komunálního odpadu", Praha, 2002
- [3] Černík, B., Tichá, M. (2003): Hodnocení využití druhotných surovin z komunálního odpadu metodou LCA, závěrečná zpráva Programu VaV MŽP ČR 720/2/00 "Intenzifikace sběru, dopravy a třídění komunálního odpadu", Praha, 2003
- [4] Černík, B., Tichá, M. (2008): Zálohový systém nápojových obalů ve Švédsku, cestovní zpráva, Praha, 2008 (nepublikováno)
- [5] ČSN EN 14182 (770004), Listopad 2003: Obaly - Terminologie - Základní termíny a definice
- [6] ČSN CR 13910 (770155), Duben 2003: Obaly - Zpráva o kritériích a metodách analýzy životního cyklu obalů
- [7] Van Duin, R. (2008): Bureau B&G / Recycling Network: konzultace, září 2008
- [8] Ekvall, T.: CIT Ekologik: Comparing packaging systems for beer and carbonated soft drinks
- [9] Fachverband Kartonverpackungen für flüssige Nahrungsmittel e. V.(2006): New life cycle assessment by IFEU Institute sees beverage carton ahead of PET bottle, Wiesbaden, 26th October 2006

- [10] Heijungs et al. (1992): *Environmental Life Cycle of Products - Guide, October 1992*. Centre of Environmental Science, Leiden 1992
- [11] Heijungs, R., J. Guinée, G. Huppes, R.M. Lankreijer, H.a. Udo de Haes, A. Wegener Sleeswijk, A.M.M. Ansems, P.G. Eggels, R. van Duin and H.P. de Goede, (1992): *Environmental Life Cycle Assessment of Products Guide and Backgrounds*. CML, Leiden University, Leiden
- [12] Institute for Sustainable Future (2004): *Review of the National Packaging Covenant, Version 1.4, March 2004*
- [13] Jílková, J., Vičková, J. (2008): *Ekonomická analýza zamýšleného systému zálohování nápojových obalů v České republice, IEEP při Národohospodářské fakultě VŠE v Praze, závěrečná zpráva (revidovaná), 28. listopad 2008*
- [14] Leiden University, Center of Environmental Sciences (2001): *Life Cycle Assessment - an operation guide to the ISO standards, final report, May 2001*
- [15] Lindfors, L.(1995): *Nordic Guidelines on Life-Cycle Assessment (Nord: 1995:20) (Paperback)*
- [16] Obroučka, K. (2005): *Výzkum spalování odpadů, zpráva Programu VaV MŽP ČR 720/16/03 "Výzkum spalování odpadů", VŠB-TU Ostrava, 2005*
- [17] PIRA International Ltd., ECOLAS N. V. (2005): *Study on Implementation of Directive 94/62/EC on Packaging and Packaging Waste and Options to Strengthen Prevention and Re-use of Packaging, final report, February 2005*
- [18] Remr. J. (2007/2008): *Systém sběru použitých obalů, zpráva z výzkumného šetření, Praha, 2007/2008*
- [19] Resch, J.: *Deposit on single Trip Packaging - an intelligent way forward for Europe, Deutsche Umwelthilfe, prezentace*
- [20] Solomon, S. & D.L. Albritton. (1992): *Time-dependent ozone depletion potential for short- and long forecast. Nature 357*
- [21] Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.): *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*
- [22] Toeffel, M.W. and HORVATH, A. (2004): *Environmental implication of wireless technologies: News delivery and business meetings, Environmental Science and technology. Vol. 38, n° 11, p. 2961*
- [23] Van Duin, R. (2008): *Bureau B&G / Recycling Network: konzultace, září 2008*
- [24] Weidema, B.P. and WESNAES, M. S. (1996): *Data quality management for life cycle inventories – an example of using data quality indicators, Journal of Cleaner Production, Vol. 4, n° 3-4, p. 167*
- [25] *Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů (ve znění pozdějších předpisů)*

## 10. SEZNAM PŘÍLOH

**PŘÍLOHA 1** SROVNÁVACÍ STUDIE LCA OBALŮ V EU A DALŠÍCH ZEMÍCH

**PŘÍLOHA 2** DATABÁZE PŮVODNÍCH DAT O NAKLÁDÁNÍ S OBALY A OBALOVÝMI ODPADY

PŘÍLOHA 2 PODLÉHÁ UTAJENÍ

**PŘÍLOHA 3** INVENTARIZAČNÍ ANALÝZA A POSUZOVÁNÍ DOPADŮ PRODUKTOVÝCH SYSTÉMŮ NÁPOJOVÝCH OBALŮ V ČR