



**OBALY 2022**

**LCA jako nástroj pro posuzování  
environmentálních dopadů**

Ing. Marie Tichá

Ing. Petr Balner, Ph.D.

7.4.2022

# **STRUKTURA PREZENTACE**

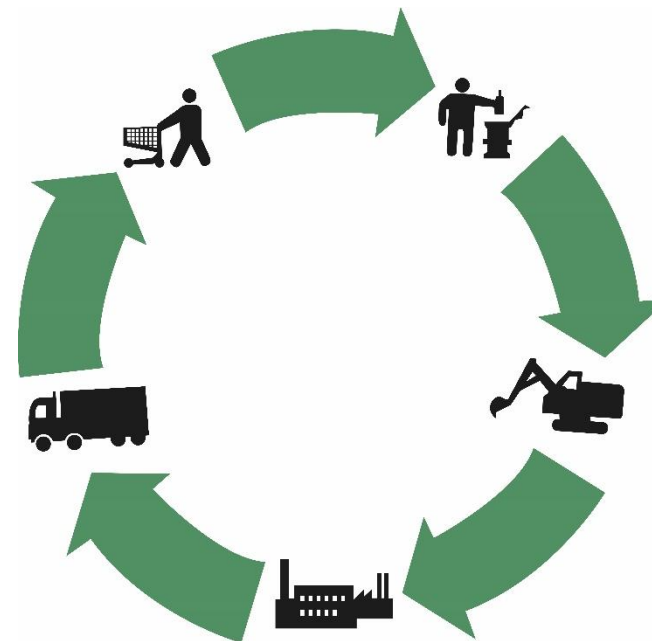
- 1. Metoda LCA na příkladu skleněné lahve**
- 2. Využití LCA v rámci systému EKOKOM**

# METODA POSUZOVÁNÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU OBECNĚ

Metoda posuzování životního cyklu LCA je systematický proces vyhodnocování potenciálních dopadů produktů na životní prostředí za použití přístupu „od kolébky do hrobu“, při kterém jsou brána v úvahu všechna stádia životního cyklu od získávání surovin až po konečné odložení odpadu do země.

## STÁDIA ŽIVOTNÍHO CYKLU

1. Získávání surovin, materiálu
2. Doprava
3. Výroba
4. Užití/údržba
5. Odpad/recyklace/znovuuzítí



# FÁZE METODY LCA

## I FÁZE LCA DEFINICE CÍLE A ROZSAHU

Poskytuje výchozí plán pro provedení inventarizační analýzy

## II FÁZE LCA INVENTARIZAČNÍ ANALÝZA

Proces sběru a zpracování údajů

## III FÁZE LCA POSUZOVÁNÍ DOPADŮ

Přepočet vstupů a výstupů inventarizační analýzy na výsledky indikátorů kategorií dopadu

## VI FÁZE LCA INTERPRETACE

Analýza předchozích částí, formulování závěrů a doporučení

## I. FÁZE LCA

### DEFINICE CÍLE A ROZSAHU

**POSKYTUJE VÝCHOZÍ PLÁN PRO  
PROVEDENÍ INVENTARIZAČNÍ ANALÝZY**

## FUNKCE SYSTÉMU

Jeden z nejvýznamnějších elementů studie životního cyklu je jasné určení funkce systému a z něho odvozené funkční jednotky. Důvodem je vyloučení nejednoznačnosti ve stanovení cílů studie a vyjasnění základů pro určení jejího rozsahu.

## FUNKČNÍ JEDNOTKA

Funkční jednotka je kvantifikovaná funkce systému. Je měřítkem jeho výkonnosti a chování produktového systému.

Jedním z prvořadých cílů funkční jednotky je poskytnout základ, k němuž jsou (v matematickém slova smyslu) vstupní a výstupní údaje normalizovány.

Funkční jednotka proto musí být jasně definovaná a měřitelná.

## REFERENČNÍ TOK

Po výběru funkční jednotky musí být definován referenční tok. Referenční tok je tok na funkční jednotku. Porovnání systémů musí být prováděno na základě téže funkce, kvantifikováno stejnou funkční jednotkou formou jejich referenčních toků.

### Příklad referenčního toku

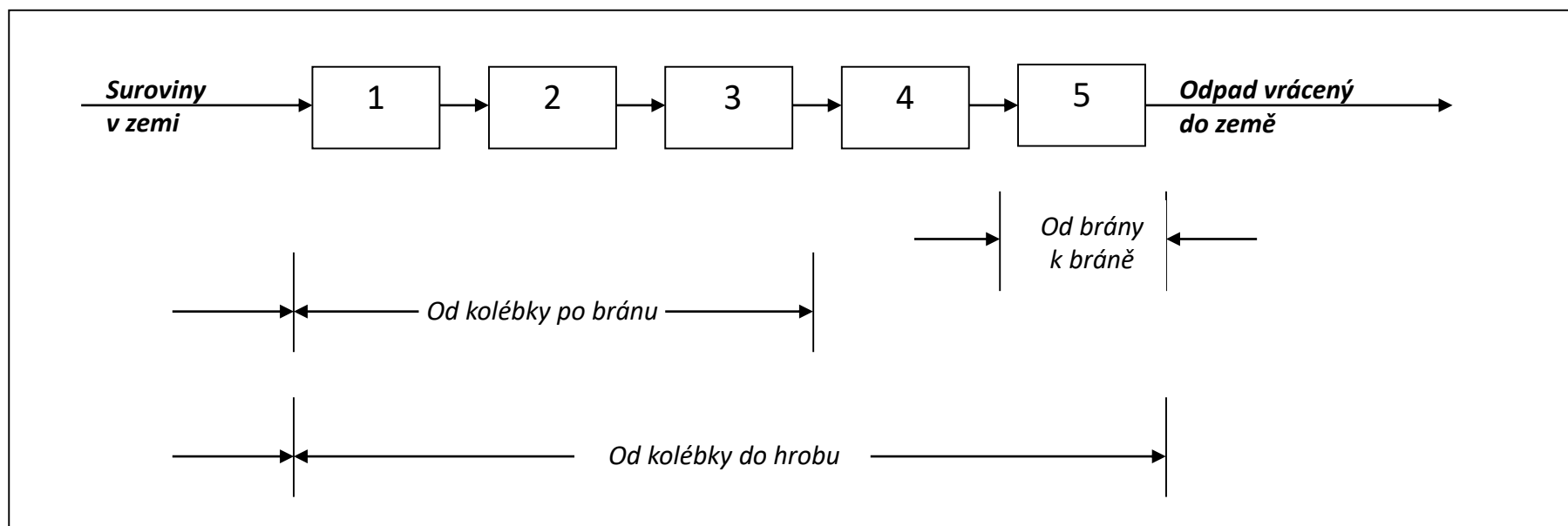
Funkční jednotka: 1000 l obaleného nápoje  
 Druh obalu: skleněná lahev  
 Objem obalu: 0,5 l  
 Váha obalu: 380 g  
 Referenční tok:  $2000 \text{ ks} * 0,38 = 760 \text{ kg}$



ILUSTRACNÍ FOTO

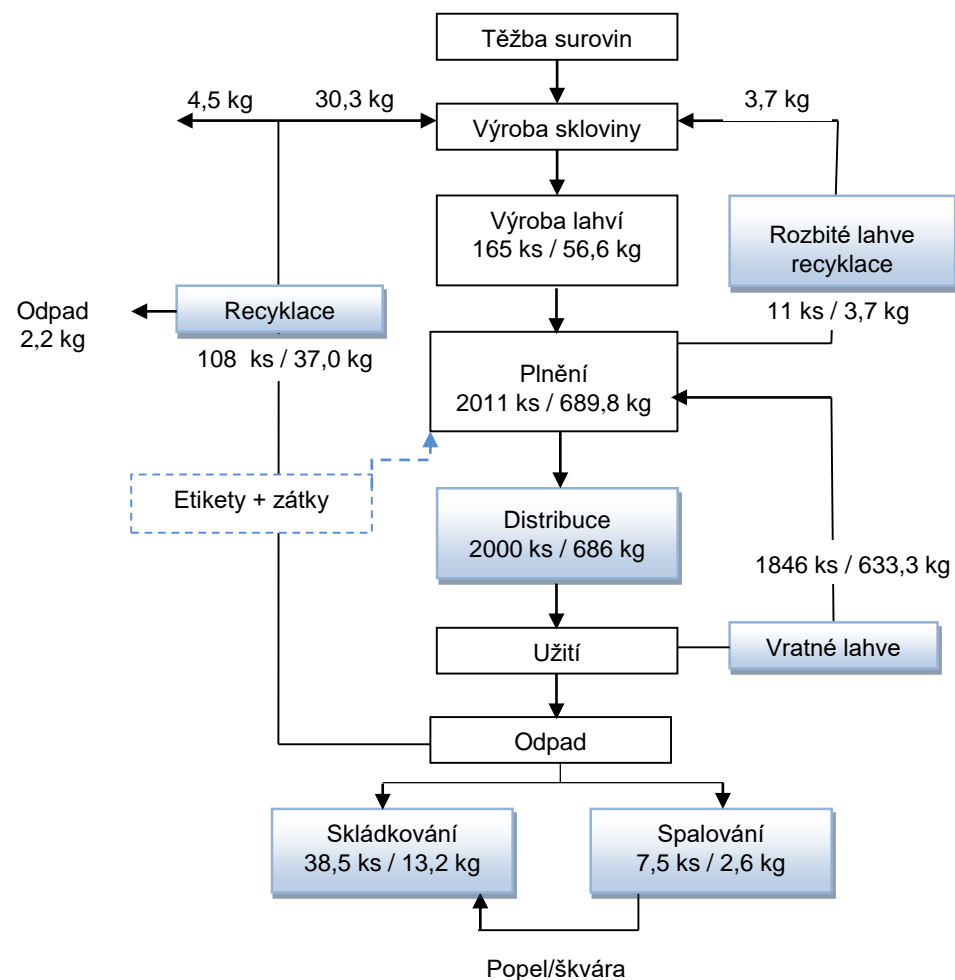
# HRANICE SYSTÉMU

Skutečný životní cyklus se týká všech procesů, počínaje surovinami v zemi, přes nepřetržitý chronologický sled procesů zahrnujících výrobu a užití až po konečné uložení zbytků z produktu po skončení jeho životnosti zpět do země. Jakýkoliv jiný systém, který není takto charakterizován, není skutečným životním cyklem, přesto neexistují žádná omezení týkající se typu definovaného systému. V průmyslové sféře to může být jednoduchý produkční systém (od brány k bráně) nebo rozsáhleji zaměřený systém eko-profilu (od kolébky k bráně) nebo komplexně pojatý životní cyklus (od kolébky do hrobu).



Schematické znázornění různých typů analýz

## HRANICE SYSTÉMU ŽIVOTNÍHO CYKLU SKLENĚNÉ LAHVE



### SCHÉMA ŽIVOTNÍHO CYKLU SKLENĚNÉ LAHVE



ILUSTRAČNÍ FOTO

Posuzování životního cyklu



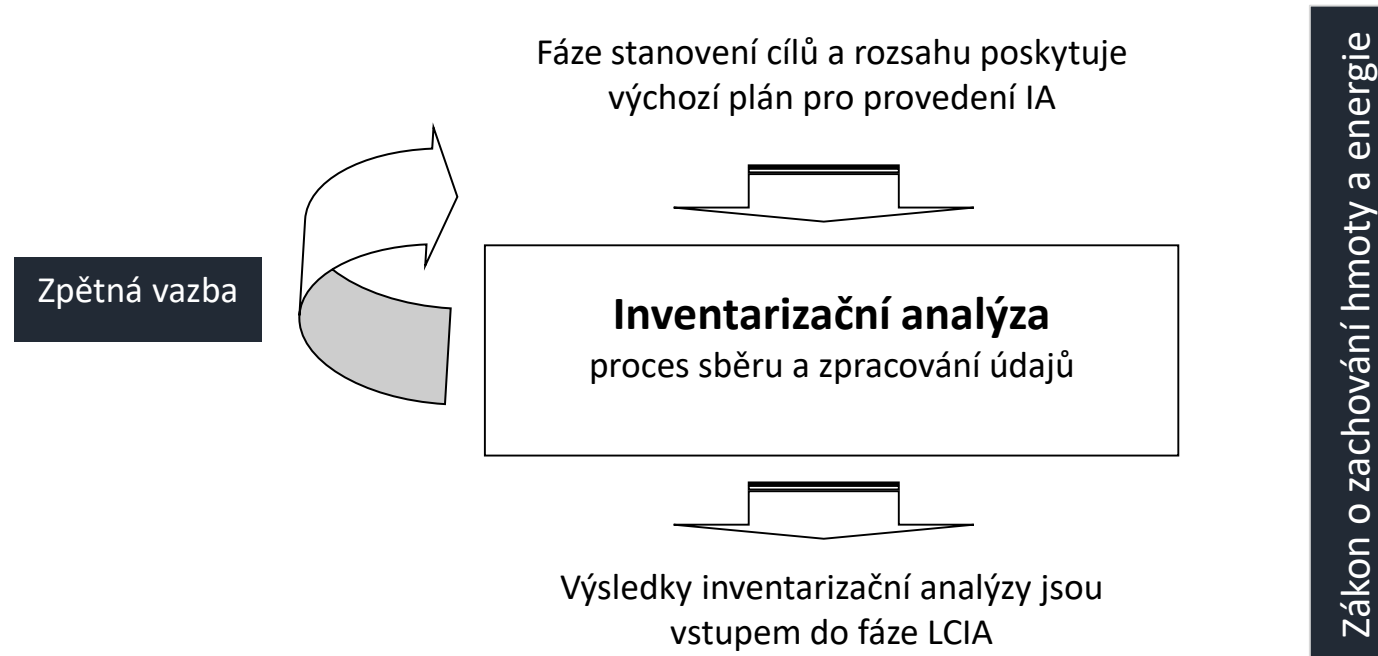
II FÁZE LCA

## INVENTARIZAČNÍ ANALÝZA

# PROCES SBĚRU A ZPRACOVÁNÍ ÚDAJŮ

# INVENTARIZAČNÍ ANALÝZA

Inventarizační analýza je procesem sběru a zpracování údajů určených ke kvantifikaci spotřeby energie a materiálů, produkce znečišťujících látek, pevného odpadu a dalších výstupů po dobu životního cyklu výrobků nebo služeb. Výchozí plán pro provedení inventarizační analýzy poskytuje fáze stanovení cíle a rozsahu. Výsledky inventarizační analýzy jsou pak vstupem do třetí fáze LCA, kterou je posuzování dopadů (LCIA).



## PŘÍKLAD FORMULÁŘE PRO SBĚR ÚDAJŮ

Vypracoval		Datum vyplnění	
Identifikované jednotkové procesy:		Místo sběru informací:	
Období: Rok	Počáteční měsíc:	Měsíc ukončení	
Popis jednotkových procesů: (v případě potřeby přiložte další list)			
<b>Materiálové vstupy</b>	<b>Jednotky</b>	<b>Množství</b>	<b>Zdroj</b>
			skleněné střepy: druhotná surovina
			produkt z ostatních systémů
			kg
			601,30
			dolomit; surovina
			elementární tok
			kg
			72,50
			živec, surovina
			elementární tok
			kg
			31,10
<b>Spotřeba vody</b>			vápencový prach, surovina
			elementární tok
			kg
			27,00
			křemičitý písek, surovina
			elementární tok
			kg
			253,10
			soda (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )
			meziprodukt
			kg
			62,80
<b>Energetické vstupy</b>			síran sodný (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )
			meziprodukt
			kg
			3,20
			vysokopecní struska
			meziprodukt
			kg
			6,50
			amoniak (NH <sub>3</sub> )
			meziprodukt
			kg
			0,30
			hydroxid sodný (NaOH 50%)
			meziprodukt
			kg
			21,40
			maziva
			meziprodukt
			kg
			0,662
<b>Emise (do ovzduší, vody a půdy)</b>			chladicí voda
			elementární tok
			m <sup>3</sup>
			1,70
			elektrická energie ze sítě (Švýcarsko)
			elementární tok
			Kw·h
			291,00
			motorová nafta (výroba)
			meziprodukt
			kg
			0,14
			palivo (celkové spalování)
			meziprodukt
			kg
			152,4
<b>Pevný odpad</b>			<b>Výstup</b>
			duté bílé sklo
			meziprodukt
			kg
			1 000,00
			odpadní voda
			meziprodukt
			m <sup>3</sup>
			1,68
			odpad z výroby dutého skla
			meziprodukt
			kg
			4,44
			zvláštní odpad z výroby dutého skla
			meziprodukt
			kg
			0,65

### III. FÁZE LCA

## POSUZOVÁNÍ DOPADŮ

# PŘEPOČET VSTUPŮ A VÝSTUPŮ INVENTARIZAČNÍ ANALÝZY NA VÝSLEDKY INDIKÁTORŮ KATEGORIÍ DOPADU

## PŘÍKLADY KATEGORIÍ DOPADU

Kategorie dopadu ze vstupu	Kategorie dopadu z výstupů
Čerpání abiotických zdrojů	Globální oteplování
Čerpání biotických zdrojů	Poškozování stratosférického ozonu
Využívání území	Acidifikace
- tlak na využívání půdy	Tvorba fotooxidantů
- degradace životně důležitých funkcí	Toxicita
- snižování biodiverzity	Eko-toxicita
	Eutrofizace

SETAC-Europe: Second Working Group on LCA (Udo de Haes et al, 1999)

## GLOBÁLNÍ OTEPLOVÁNÍ

Všechny látky, které způsobují změnu radiace a následně oteplování planety patří do kategorie dopadu globální oteplování.

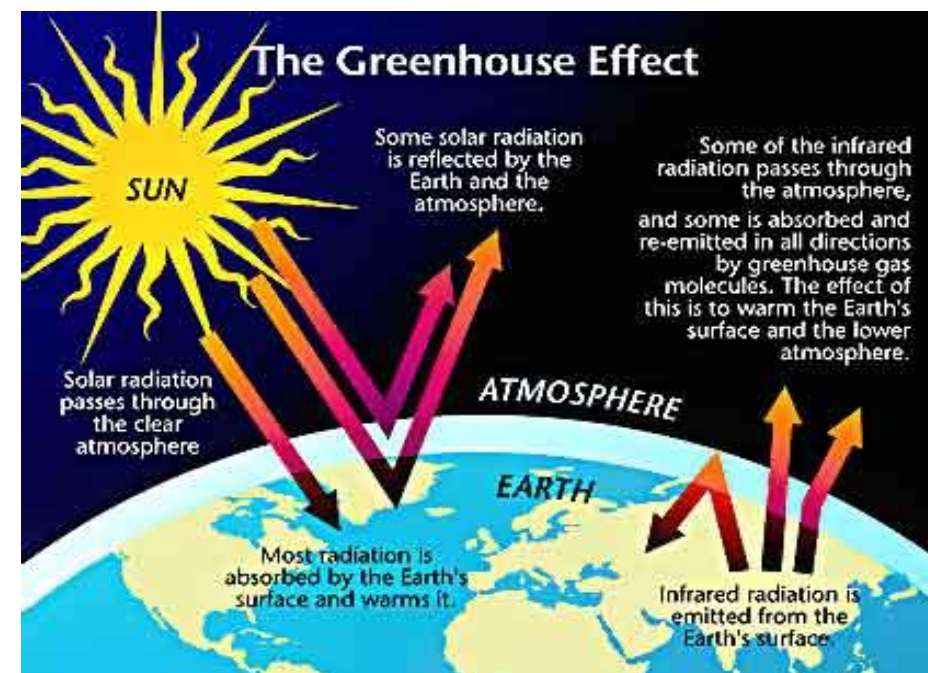
Příklady látek způsobujících globální oteplování:

Ekvivalent kategorie: kg CO<sub>2</sub> ekv.

NÁZEV	CHEMICKÝ VZOREC	CHARAKTERIZAČNÍ FAKTOR
Oxid uhličitý	CO <sub>2</sub>	1
Oxid dusný	N <sub>2</sub> O	296
Metylen chlorid	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	8,7
CFC-11	CCl <sub>3</sub> F	4750
Metan	CH <sub>4</sub>	23
...		

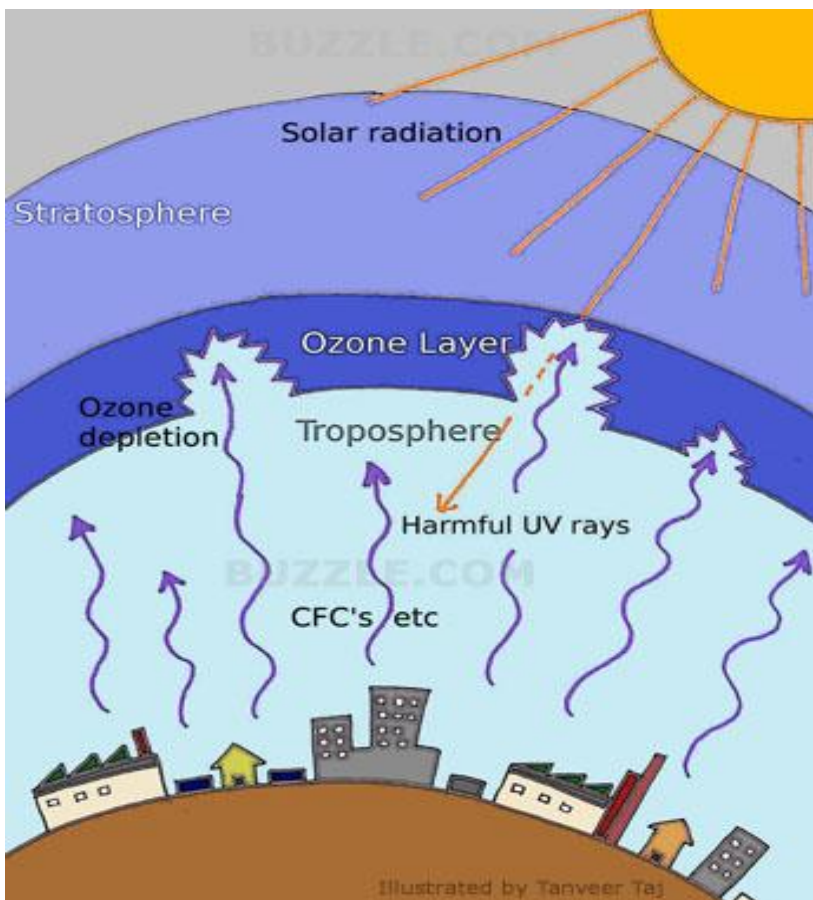
### Indikátor kategorie

Indikátorem kategorie na úrovni středního bodu je schopnost látky zadržet tepelnou energii.



Radiační účinnost skleníkového plynu je bilance mezi dopadem a zpětným odrazem záření do vesmíru vztažená na plochu země za sekundu.

## POŠKOZENÍ OZONOVÉ VRSTVY



**Indikátor kategorie:** Schopnost látky rozkládat molekulu ozonu.

Ekvivalent kategorie: CFC11 ekv.

**Troposféra** – od povrchu země do výšky cca 10 km.

**Tropopauza**

**Stratosféra** – 50 km, její součástí je **ozonoféra** (24 km) s relativně vysokou koncentrací  $O_3$ . Ozonoféra chrání Zemi před nebezpečným UV-B zářením – vlnová délka 280 – 320 nm.

Chemická látka		ChF
$CCl_4$	Tetrachlormetan	1,23
$CH_3Br$	Metylbromid	2,3
$CFCl_3$	CFC-11	1
$CClF_2Br$	HALON-1211	9
$CF_3Br$	HALON-1301	10,5
$C_2F_4Br_2$	HALON-2402	11
$C_2F_3Cl_3$	CFC-113	0,59

### Přírodní rozklad $O_3$

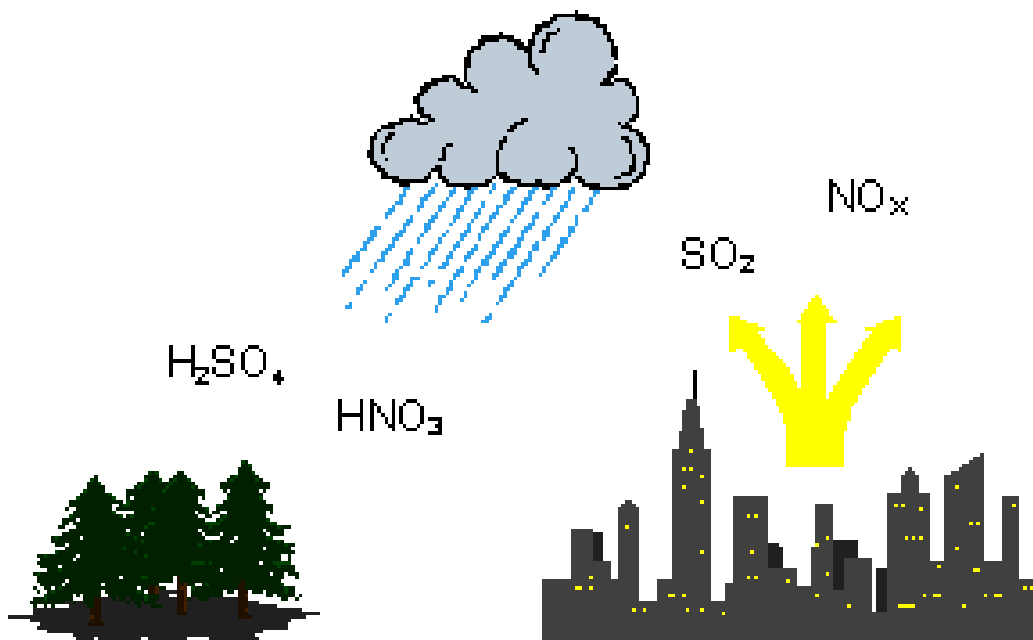
- $CH_4$
- $N_2O$
- sl.  $Cl, CH_3Cl$
- sl.  $Br, CH_3Br$

### Lidská činnost

- $NO_x$
- $ClO_x$
- $BrO_x$
- Halogen. uhlovodíky

Posuzování životního cyklu

## ACIDIFIKACE



Ekvivalent kategorie: SO<sub>2</sub> ekv.

**Acidifikace** je proces okyselení půd nebo vod způsobený nárůstem koncentrací vodíkových iontů. (kyselá srážková voda – pH menší než 5,6)

Kyselinotvorné látky s vodou disociují a uvolňují do prostředí H<sup>+</sup> ionty, které uvolňují kationy ze sorpčního komplexu půd a ochuzují tak půdu o živiny.

**Zdroje:** spalování fosilních paliv, doprava, průmysl.

Látky, které jsou příčinou acidifikace:

Oxid siřičitý SO<sub>2</sub>, oxidy dusíku NO<sub>x</sub>, anorganické kyseliny, sirovodík H<sub>2</sub>S, čpavek NH<sub>3</sub> a amonné ionty.

Příklad reakce:  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$

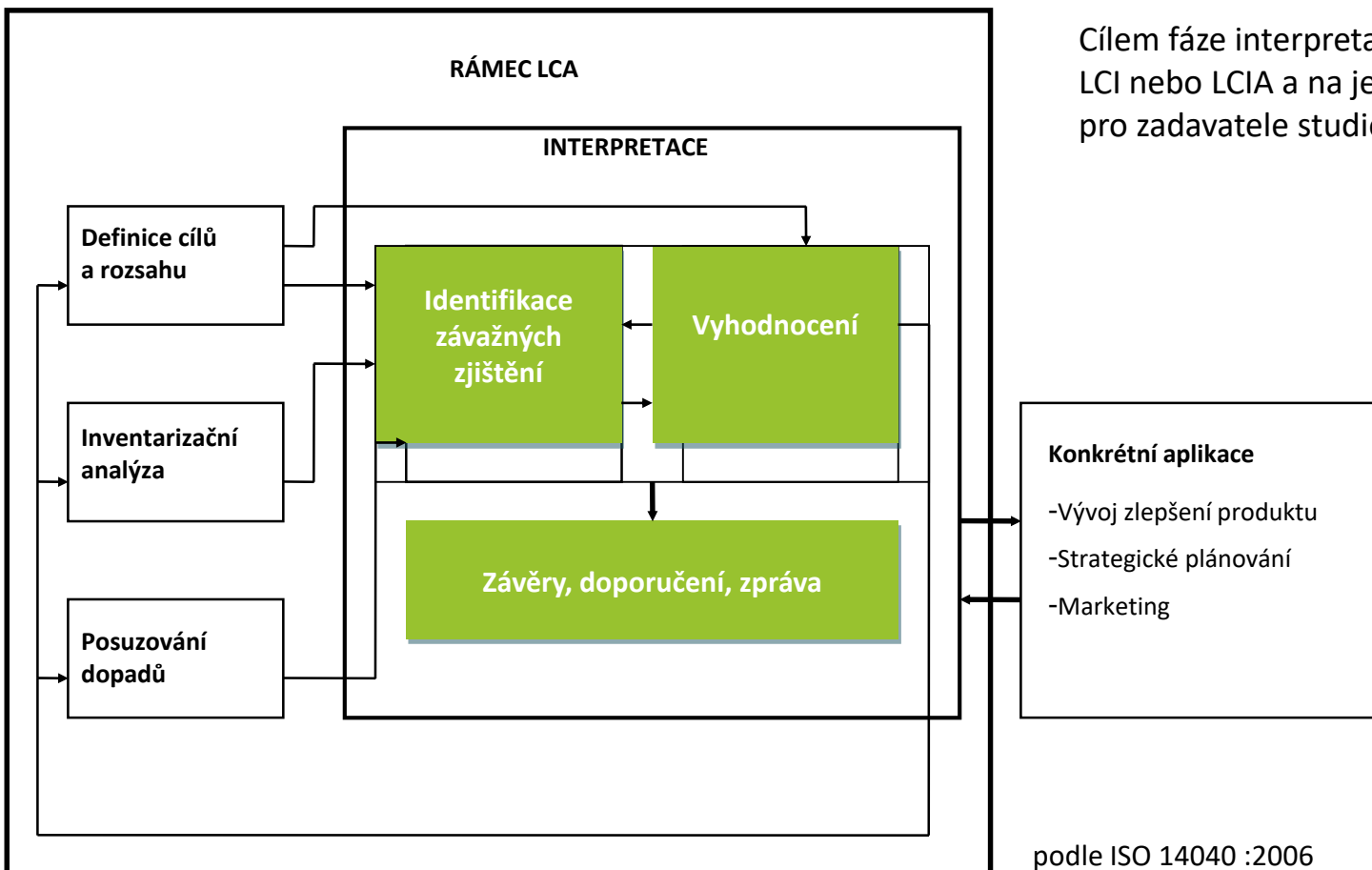


VI. FÁZE LCA

**INTERPRETACE**

**ANALÝZA PŘEDCHOZÍCH ČÁSTÍ, FORMULOVÁNÍ  
ZÁVĚRŮ A DOPORUČENÍ**

## GRAFICKÉ SCHÉMA FÁZE INTERPRETACE

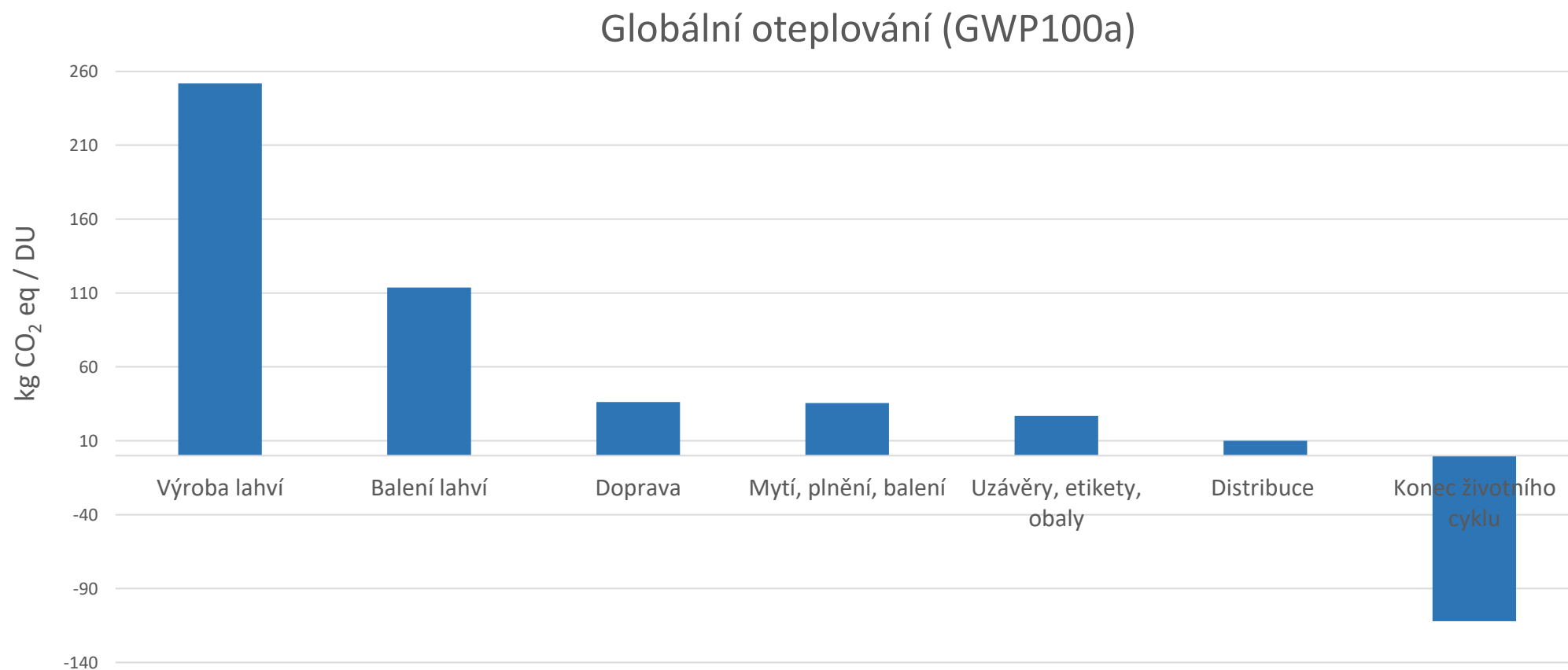


Cílem fáze interpretace je analyzovat výsledky předchozích fází LCI nebo LCIA a na jejich základě stanovit závěry a doporučení pro zadavatele studie.

podle ISO 14040 :2006

# INTERPRETACE

## VÝSLEDKY KD GLOBÁLNÍ OTEPLOVÁNÍ RECYKLOVANÉ SKLENĚNÉ LAHVE - SIMULACE



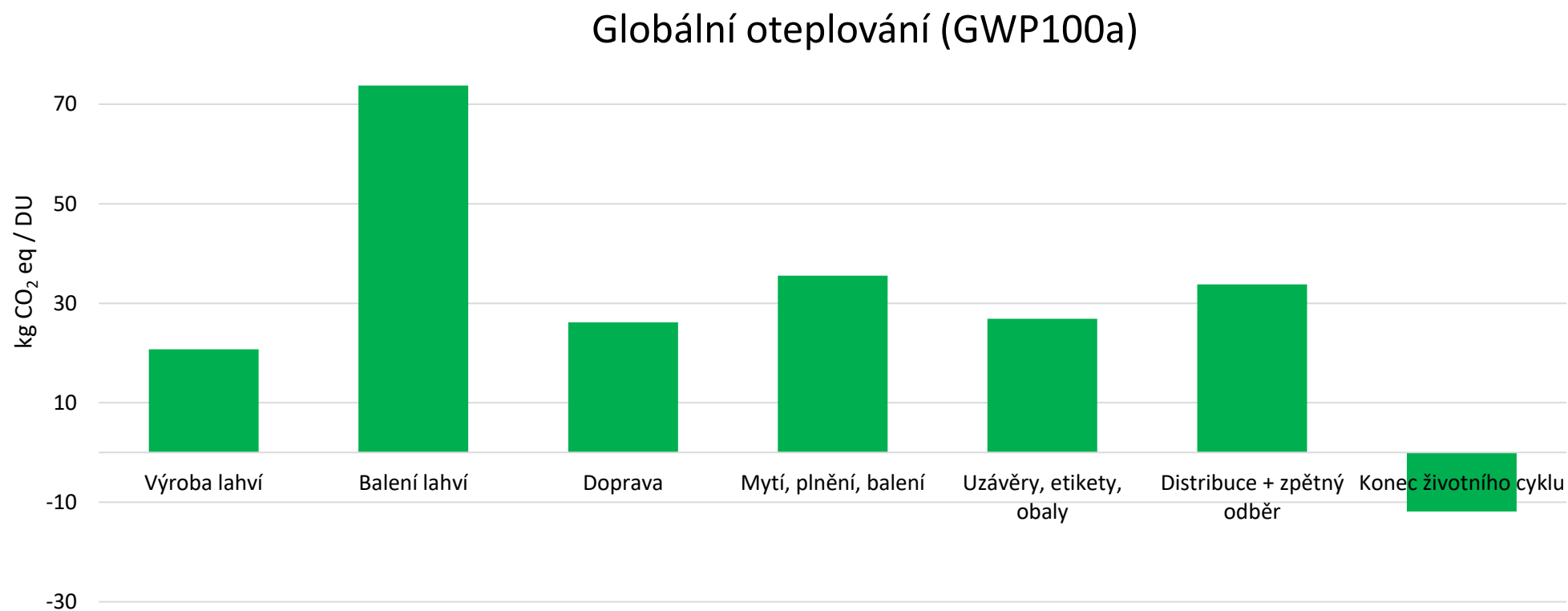
# INTERPRETACE

## VÝSLEDKY KD GLOBÁLNÍ OTEPLOVÁNÍ RECYKLOVANÉ SKLENĚNÍ LAHVE - SIMULACE



# INTERPRETACE

## VÝSLEDKY KD GLOBÁLNÍ OTEPLOVÁNÍ SKLENĚNÉ LAHVE VRATNÉ - SIMULACE



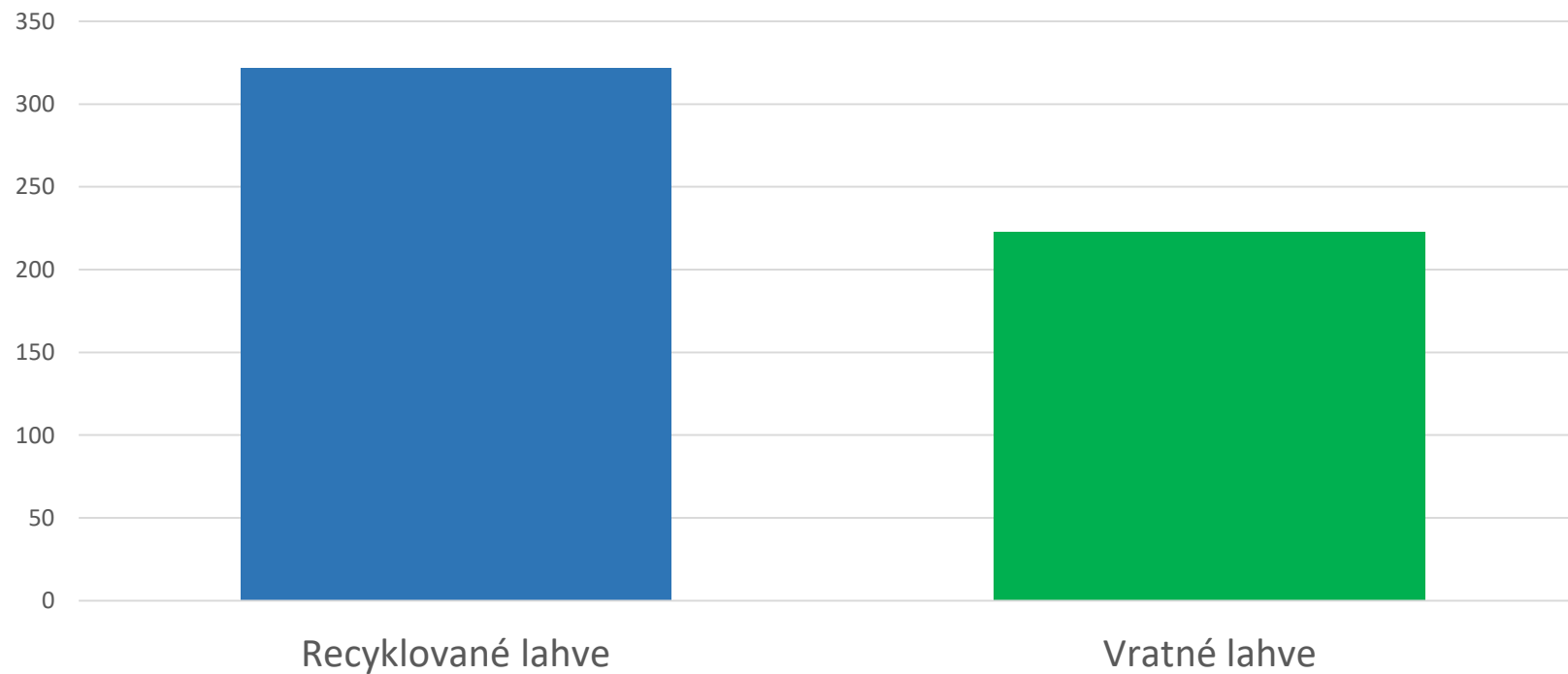
# INTERPRETACE

## VÝSLEDKY KD GLOBÁLNÍ OTEPLOVÁNÍ RECYKLOVANÉ SKLENĚNÍ LAHVE - SIMULACE



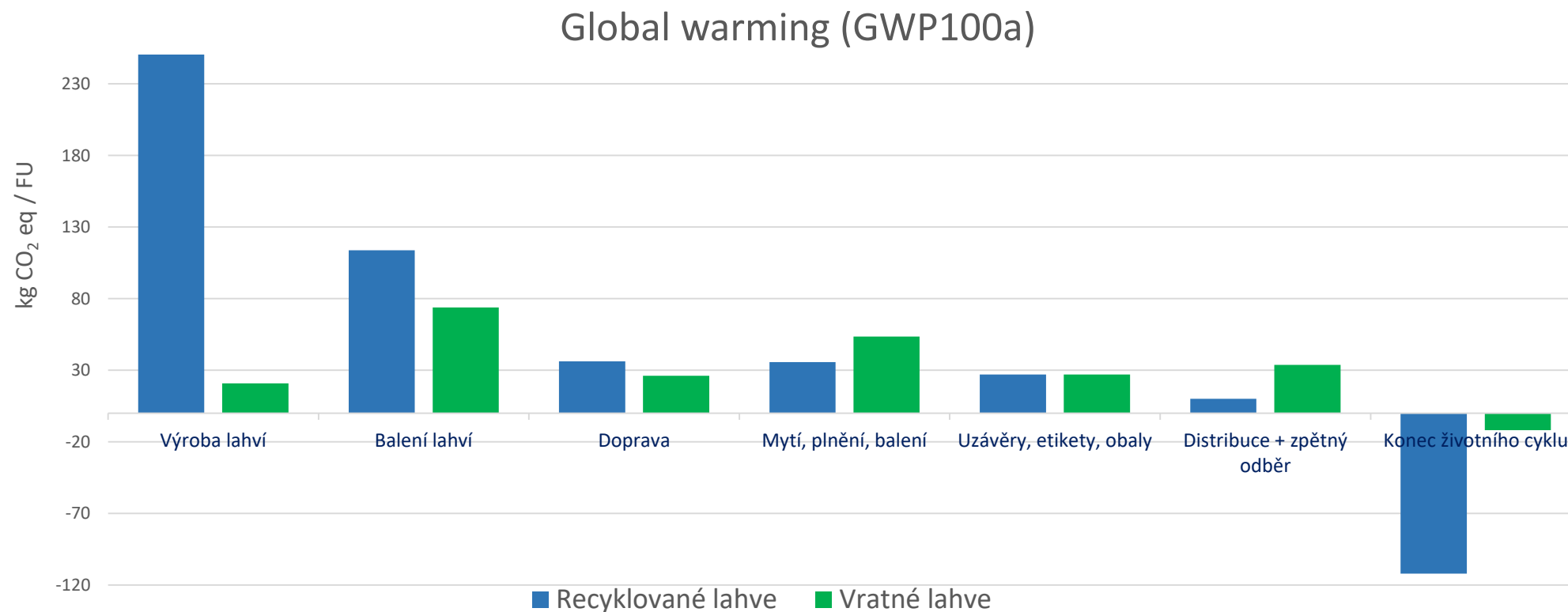
# INTERPRETACE

## VÝSLEDKY KD GWP VRATNÉ A RECYKLOVANÉ SKLENĚNÍ LAHVE - SIMULACE



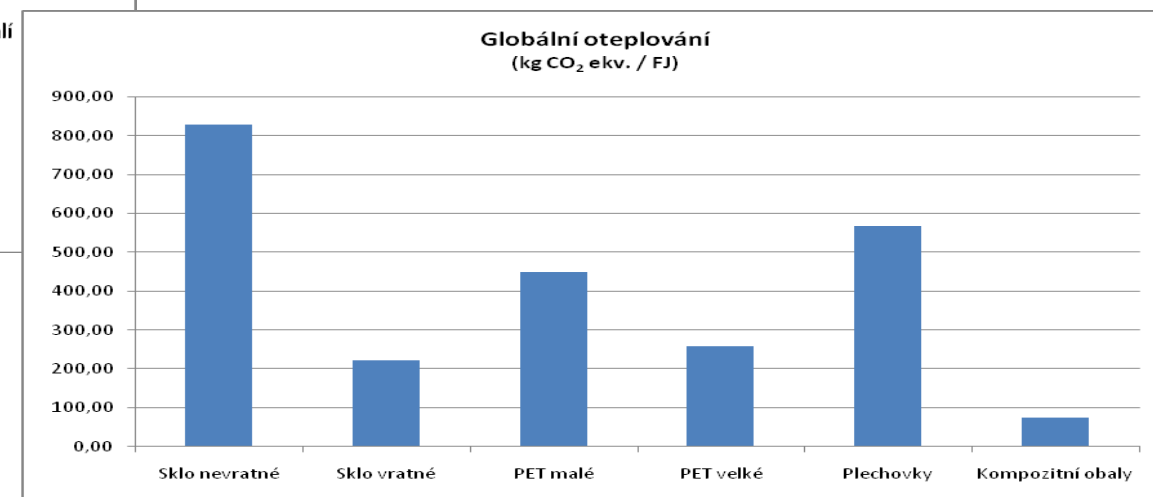
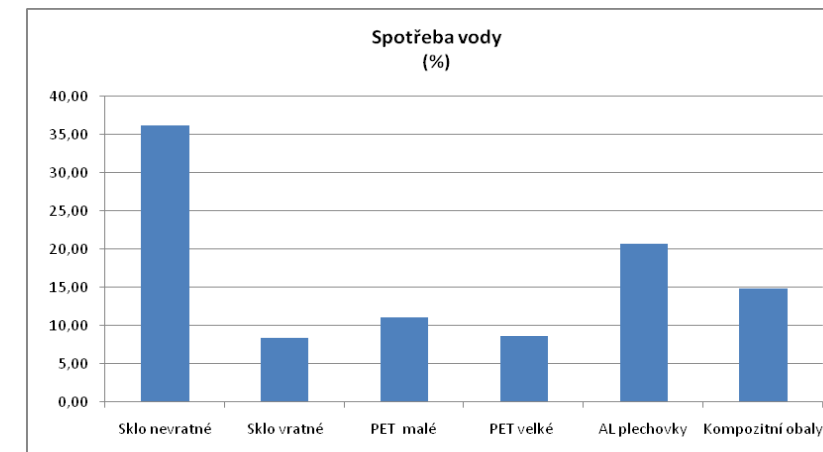
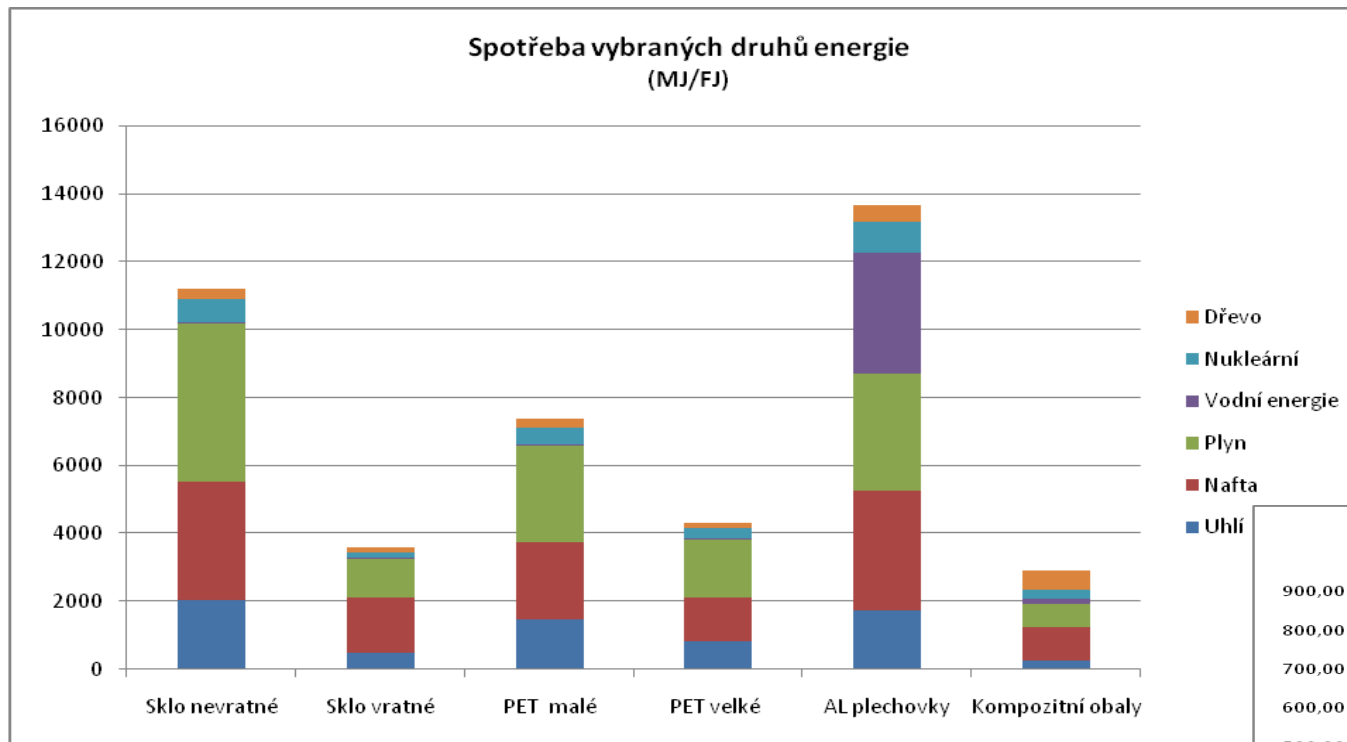
# INTERPRETACE

## POROVNÁNÍ KD GWP ŽIVOTNÍHO CYKLU SKLENĚNÍ LAHVE RECYKLOVANÉ A VRATNÉ - SIMULACE





# POROVNÁNÍ ENVIRONMENTÁLNÍCH DOPADŮ NÁPOJOVÝCH OBALŮ V ČR METODOU LCA



Projekt SP/II/2f1/16/97

## ZÁVĚREČNÉ SHRNUÍ

**Posuzování životního cyklu je velmi významný analyticko-informační nástroj, který umožňuje zjistit a posoudit dopady vybraného produktu, resp. produktového systému na životní prostředí v průběhu celého produkčního, uživatelského a odpadového systému.**

**Žádný jiný nástroj takto komplexní pohled na posuzovaný produkt neposkytuje.** Díky tomu význam LCA pro podporu rozhodování ve státním i soukromém sektoru neustále stoupá.

Tuto skutečnost reflektuje i **vývoj skupiny norem ISO 14040** a dalších v rámci ISO 14000. Metoda LCA se stala organickou součástí například norem **ISO 14025 Environmentální značení typu III (EPD)** a ISO 14045 Eko-efektivita produktu.

# VYUŽITÍ LCA V RÁMCI SYSTÉMU EKOKOM

# Historie a využití LCA v rámci systému EKO-KOM



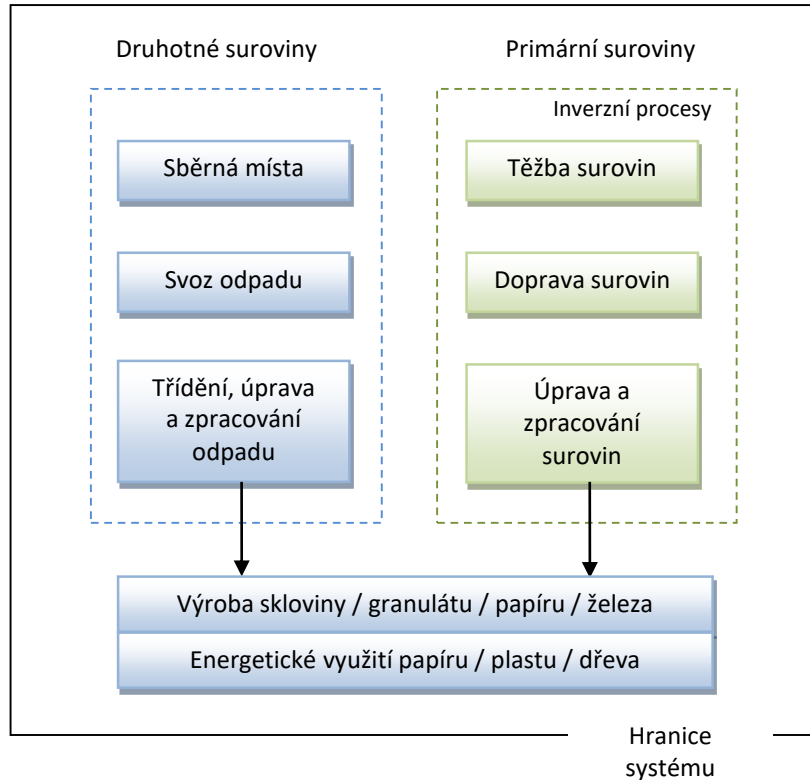
- rok 2008
- jaký rozsah?
- co bude funkční jednotku?
- lze realizovat výpočet LCA na jednotlivé obaly všech klientů samostatně?
- co a jak hodnotit a kde získat data, jak zajistit jejich kvalitu?
  - zajištění vstupních dat
  - vývoj databází a výpočtového SW
- jak vyjádřit úsporu na klienta?



# Definice parametrů LCA



## Hranice systému



vyzvednutí odpadů ze sběrných míst, jejich svoz, zpracování, přeprava výstupů, energetické využití části výstupů, skládkování části výstupů až po materiálové využití částí výstupů, tzn. vstup do dalšího životního cyklu na úrovni náhrady primární suroviny druhotnou surovinou získanou ze zpracování jednotlivých druhů odpadu.

## Funkce systému, funkční jednotka

Funkcí systému je nakládání s odpadním papírem, plasty, sklem, železem a dřevem obsaženým v komunálních odpadech a živnostenských odpadech. Vzhledem k tomu, že se nejedná o celý životní cyklus produktu, byla stanovena deklarovaná jednotka.

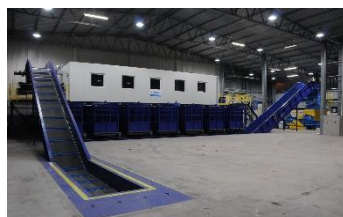
Deklarovaná jednotka **DJ - nakládání s jedním kg odpadu.**

## Hodnocené kategorie dopadu

**Celková spotřeba energie (MJ)**

**Globální oteplování (kg CO<sub>2</sub> ekv.)**

# Inventarizační analýza = pochopení celého systému a detailní poznání procesů v něm



výroba kontejnerů  
instalace  
údržba

výroba  
údržba aut  
spotřeby paliv,  
maziv ...

výroba technologie  
údržba a spotřeba náhradních dílů  
spotřeba el. energie, mazadel, vody, chemie, drátů,  
prac. pomůcek ...

## Data:

- měřená
- vypočtené údaje založené na měřeních
- vypočtené údaje z části založené na předpokladech
- kvalifikovaný (expertní) odhad

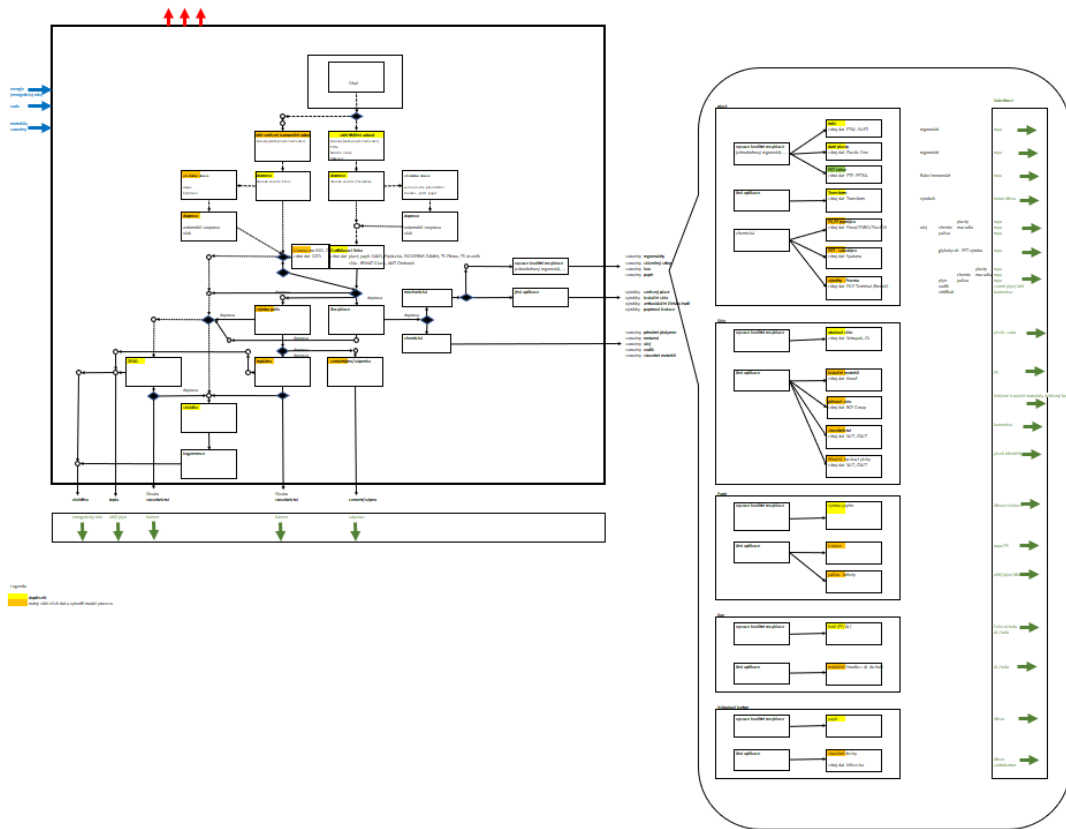
= vstup do SW

množství procházející každým procesem

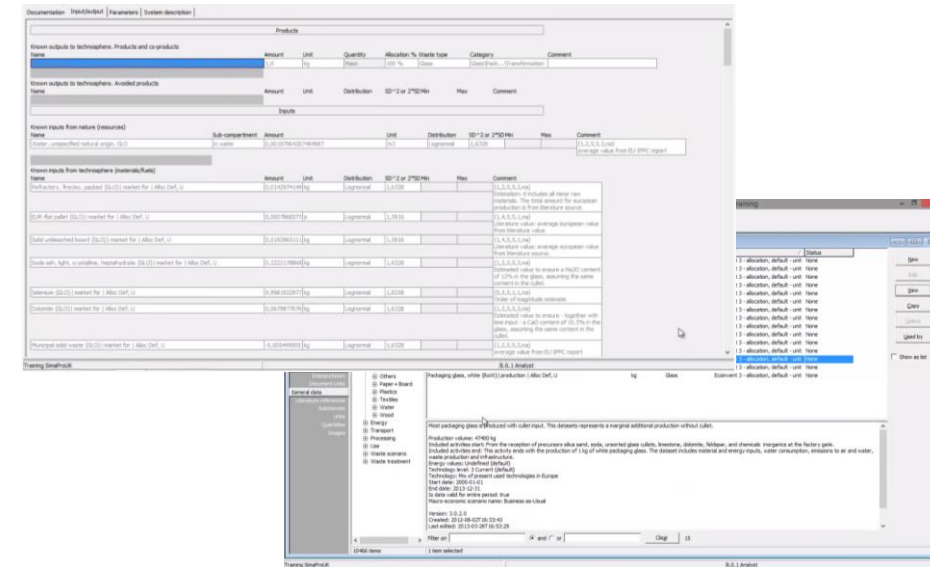




# Model - ukázka



## SimaPro LCA software

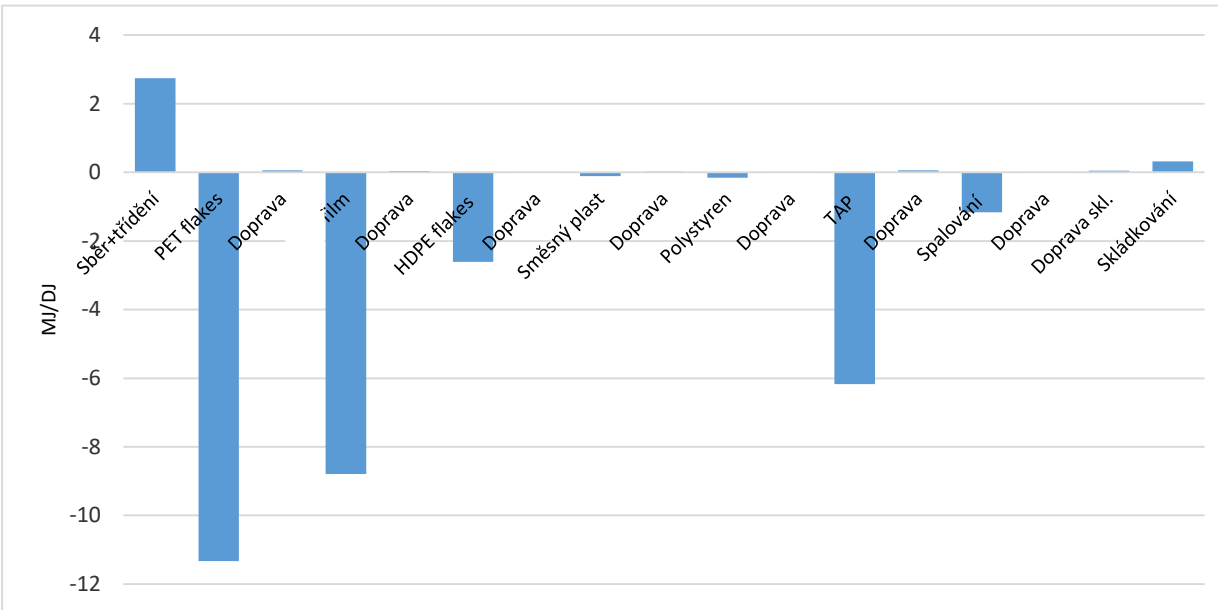


- Zpracování vstupních údajů pro každý jednotkový proces
- Výstupy definovaných kategorií dopadu dle komodit a procesů

# Ukázky výstupu inventarizační analýzy



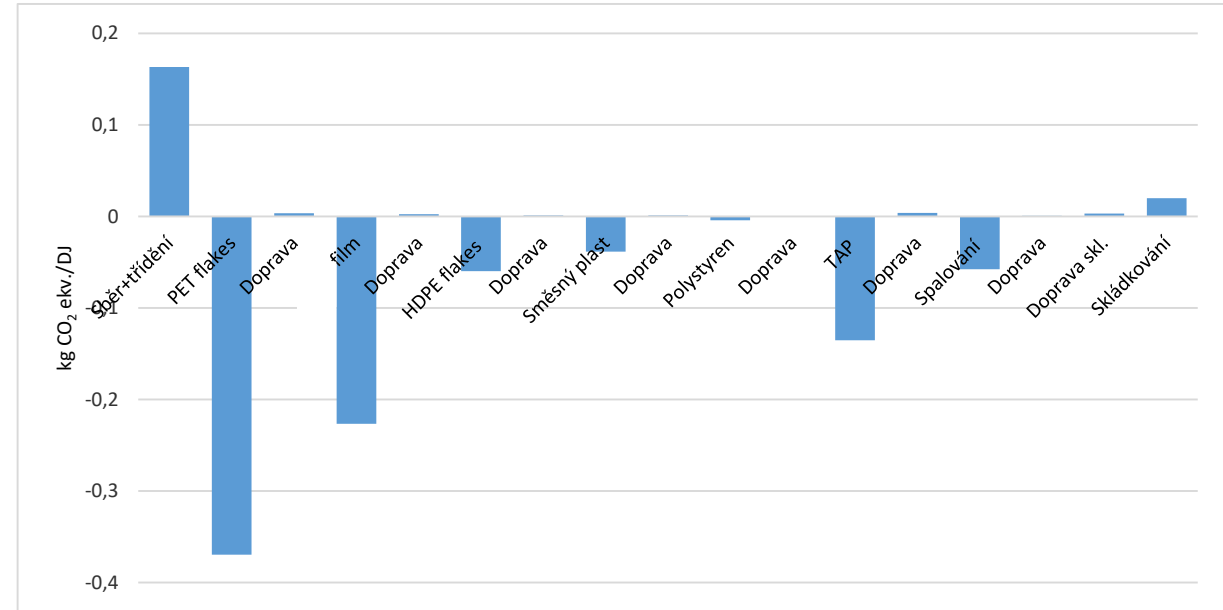
Odpadání plast obce - celková spotřeba energie v MJ/DJ



Spotřeba energie spojená především s procesy sběru, třídění, přepravy a skládkování odpadních plastů.

Úsporu energie naopak představuje materiálové i energetické využívání odpadních plastů, zejména PET a PE.

Odpadní plast - Globální oteplování (GWP100a) obce v kg CO<sub>2</sub> ekv./ DJ



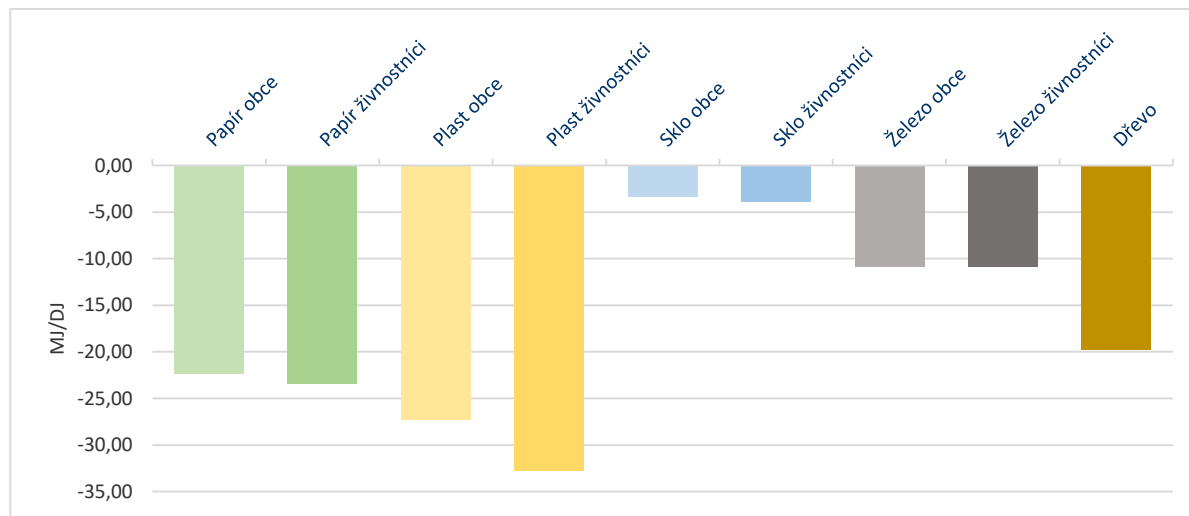
Emise skleníkových plynů z procesů nakládání s odpadním plastem z tříděného sběru obcí jsou spojené především se sběrem a dotřídováním plastu, dále pak s dopravou a skládkováním nevyužitelných zbytků plastu.

Úsporu CO<sub>2</sub> ekv. přináší náhrada primární suroviny ať už při materiálovém, nebo energetickém využívání plastů.

# Interpretace výsledků



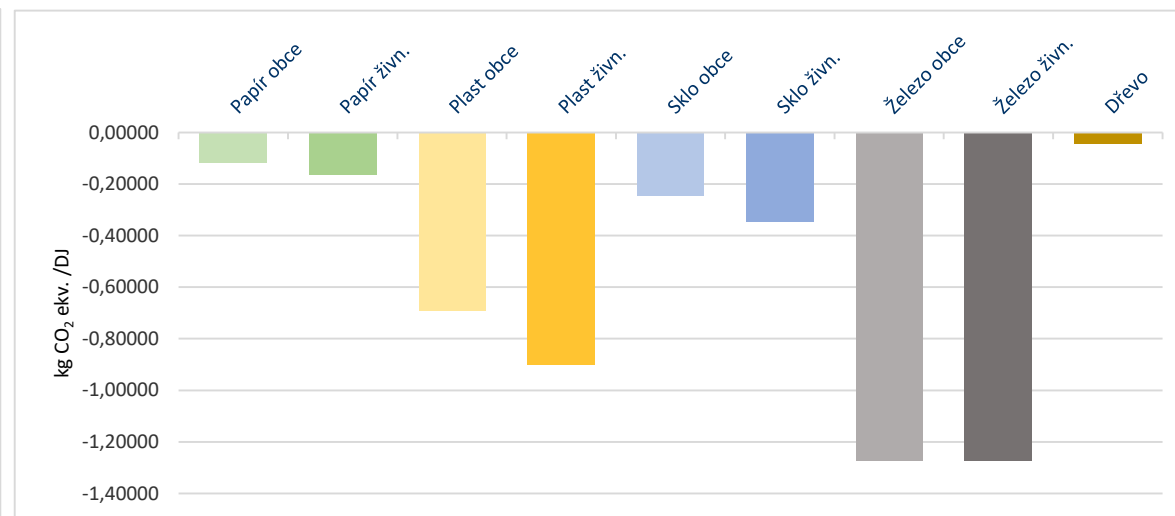
Souhrnné výsledky indikátoru kategorie dopadu celková spotřeba energie na MJ/DJ



Největší úsporu energie představuje nakládání s odpadním plastem od živnostníků.

Nejmenší úsporu, nikoliv však zanedbatelnou představuje nakládání s odpadním sklem z tříděného sběru obcí.

Výsledky indikátoru kategorií dopadu globální oteplování za jednotlivé komodity kg CO<sub>2</sub> ekv./ DJ



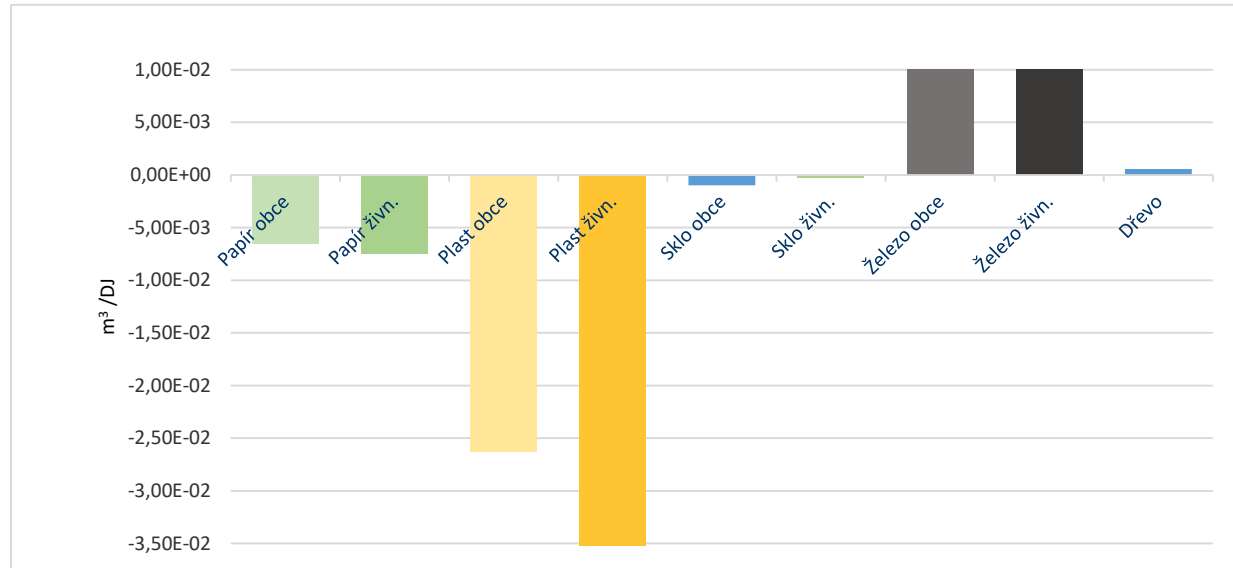
Největší úsporu přináší materiálové využívání železného šrotu, následně pak materiálové a energetické využívání odpadního plastu z živnostenského odpadu.

Úspory související s využíváním živnostenského odpadu jsou u plastu, papíru a skla vyšší, než u odpadu z tříděného sběru obcí, což souvisí jednak s vyšší kvalitou živnostenského odpadu, jednak s menší náročností na sběr, svoz a úpravu odpadu.

Posuzování životního cyklu

# Interpretace výsledků

## Celková spotřeba vody za jednotlivé komodity



Materiálové a energetické využívání odpadního plastu z živnostenského odpadu přináší největší úspory vody. U tříděného plastu obcí jsou úspory přibližně o 1/3 menší. Úspory vody souvisí i s využíváním papíru. Velmi malou úsporu přináší materiálové využívání skla.

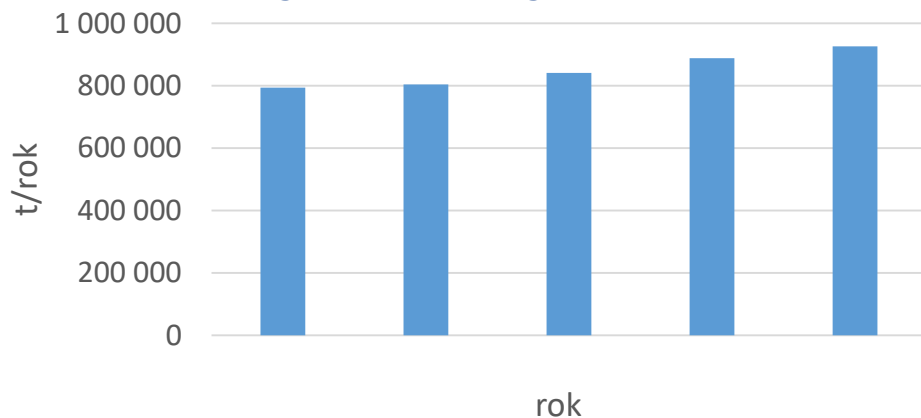
Spotřebu vody naopak zvyšuje materiálové využívání železného šrotu. Využívání dřevního odpadu spotřebu vody zvyšuje pouze nepatrně.

- **Největší úsporu** v kategorii dopadu CED - celková spotřeba energie představuje **nakládání s odpadním plastem ze živnostenského odpadu**. Nakládání s odpadním plastem z tříděného sběru obcí má přibližně o ¼ horší výsledky.
- V kategorii dopadu GWP - **globální oteplování jsou největší úspory** spojené s **materiálovým využíváním železného šrotu**.
- Celková spotřeba vody ukazuje na **zvýšenou spotřebu vody právě v procesu materiálového využívání železného šrotu**.
- **Nakládání s odpadem od živnostníků přináší větší úspory, než nákladní s tříděným odpadem obcí.**

# Výstupy modelu LCA – vstup do výpočtů celkových přínosů systému EKO-KOM pro životní prostředí



## Využití a recyklaci obalů



V roce 2020 zajistila společnost EKO-KOM, a.s., za své klienty **využití a recyklaci pro 926 055 tun odpadů z obalů.**

Každý měsíc se systému EKO-KOM daří využít či recyklovat přes 77 tisíc tun domovního a průmyslového odpadu.

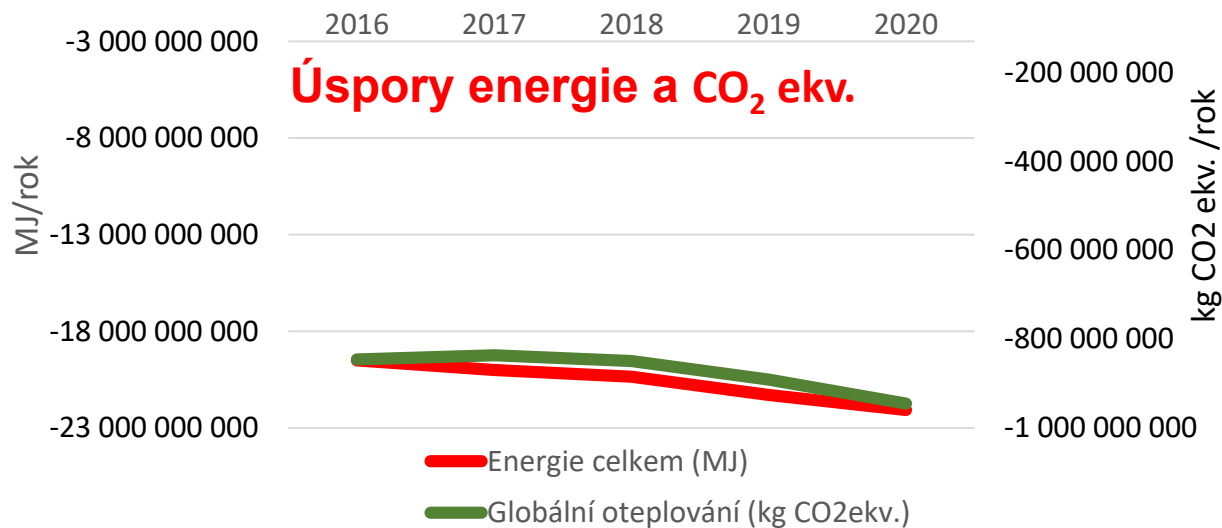
**Přínos recyklace pro úsporu energie je v případě, kdy je na jednotku vyrobeného materiálu spotřebováno méně energie než při výrobě z primárních surovin.**

**Celkový přínos je vyjádřen v MJ/rok. V roce 2020 tato úspora představovala 22,4 mil. GJ.**

Přínosu dosaženo v případě, kdy je na jednotku materiálu nebo energie vyrobených z druhotné suroviny spotřebováno méně energie než při výrobě stejného materiálu nebo energie z primárních surovin.

**V r. 2020 tato úspora představovala 942 tis. t CO2 ekv./rok**

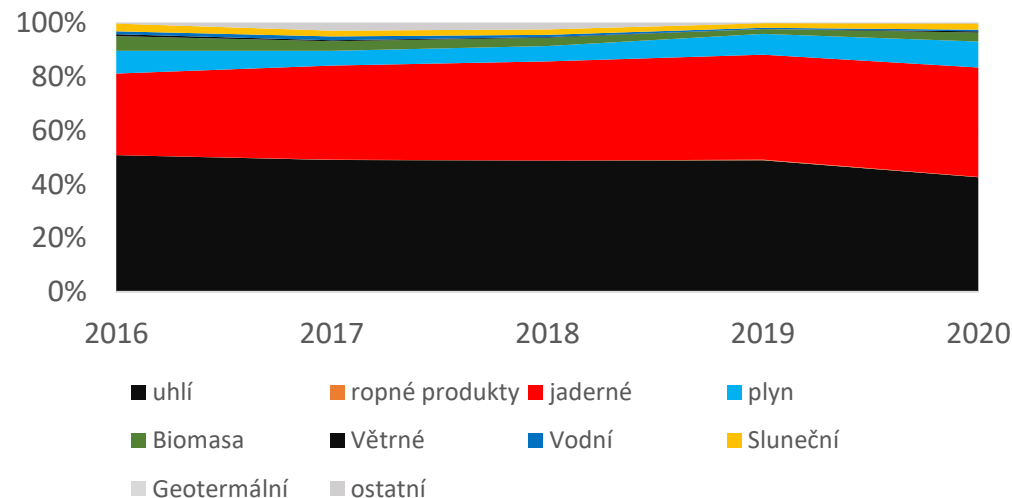
Posuzování životního cyklu



# Faktory ovlivňující „environmetální zisky z recyklace a využití obalových odpadů“



Národní energetický mix představuje přehled podílů jednotlivých zdrojů energie



<https://www.ote-cr.cz/cs/statistika/narodni-energeticky-mix>

technologie výroby z primárních surovin

technologií nakládání s odpady recyklace, využití  
toky odpadů

**Při významné změně nutno přepočítat**

Posuzování životního cyklu

# Myšlenky na závěr



- Vnímání obalů **pouze z hlediska recyklace a využití může vést ke zkresleným závěrům** a chybným rozhodnutím.
- Jaké dopady přinese změna obalu na celý výrobní a distribuční proces.
- **Primární role obalu je ochrana výrobku.** Dobře recyklovatelný, odlehčený obal, který by způsobil **větší ztráty na baleném zboží může mít horší dopad na ŽP.**
- Využití simulace a porovnávání více variant.
- Co člověk vidí na to se soustředí – **LCA umožní nahlédnout dále a často boří mýty**

**LCA = nástroj pro podporu rozhodování**