

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**Fakulta životního prostředí**

**Katedra aplikované ekologie**



**Posouzení environmentálních dopadů jednorázových  
a vratných kelímků**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Vedoucí práce:**

**Ing. Lenka Wimmerová, MSc., Ph.D.**

**Bakalant:**

**Kristýna Mottlová**

**2020**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Kristýna Mottlová

Krajinářství  
Územní technická a správní služba

Název práce

Posouzení environmentálních dopadů jednorázových a vratných kelímků

Název anglicky

Assessment of environmental impacts of disposable and returnable cups

---

### Cíle práce

Cílem práce je analýza environmentálních dopadů používání jednorázových a vratných kelímků na vybraném modelovém případě. Rešerše bude zaměřena na současný legislativní rámec nakládání odpady a obaly, typy materiálů používaných pro výrobu kelímků a na způsoby jejich likvidace. Praktická část práce proběhne na vybraném modelovém příkladu kulturní akce.

### Metodika

Bakalářská práce má charakter studie. Metodicky půjde o vytvoření aktuálního literárního přehledu z oblasti nakládání s jednorázovými a vratnými obaly z pohledu legislativního a technického. Zhodnocení environmentálních dopadů bude realizováno pomocí kalkulace vybraných environmentálních stop (uhlíkové a vodní) respektující zásady hodnocení životního cyklu výrobku.

#### Doporučený rozsah práce

cca 50 stran textu a 10 stran příloh

#### Klíčová slova

kelímek, vratný, jednorázový, plast, bioplast, nakládání, likvidace, dopad, stopa

---

#### Doporučené zdroje informací

- ČSN EN ISO 14046: Environmentální management – Vodní stopa – Zásady, požadavky a směrnice. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2016. 52 s.
- ČSN EN ISO 14067: Skleníkové plyny – Uhlíková stopa produktů – Požadavky a směrnice pro kvantifikaci. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2019. 64 s.
- JELÍNKOVÁ, J. – TUHÁČEK, M. *Právo životního prostředí : praktický průvodce*. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-5464-2.
- Šalanda, P., 2017: Biodegradabilní plasty v systému nakládání s odpady. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Praha, 43 s (bakalářská práce).
- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, v pozdějším znění a prováděcí předpisy k tomuto zákonu.
- Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů, v pozdějším znění a prováděcí předpisy k tomuto zákonu.
- Zloch, J., 2011: Biodegradabilní plasty a plastové odpady, jejich úprava, zhodnocení, odstranění. Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Brno, 67 s (bakalářská práce).
- 

#### Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FŽP

#### Vedoucí práce

Ing. Lenka Wimmerová, MSc, Ph.D.

#### Garantující pracoviště

Katedra aplikované ekologie

Elektronicky schváleno dne 23. 11. 2019

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 25. 11. 2019

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 02. 03. 2020

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma „Posouzení environmentálních dopadů jednorázových a vratných kelímků“ vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 28. 3. 2020

.....

Kristýna Mottlová

## **Poděkování**

Děkuji Ing. Lence Wimmerové, MSc., Ph.D. za pomoc a odborné vedení při zpracování této bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat pořadatelům festivalu Pekelný ostrov, zvláště panu Bc. Martinu Štenglovi za ochotu a veškeré odpovědi a vyčerpávající informace.

**Abstrakt:**

Předmětem bakalářské práce je analýza environmentálních dopadů používání jednorázových a vratných kelímků v průběhu letního festivalu Pekelný ostrov konaného v Holýšově pravidelně v červenci již od roku 2012. Teoretická část práce se zabývá legislativním rámcem v oblasti obalů a odpadů, dále se zaměřuje na oběhové hospodářství, jeho význam, nutnost hodnocení celého životního cyklu výrobku a na nakládání s plastovými odpady, jejich likvidací a možnostmi prodloužení životnosti. Praktická část je zpracována na základě dostupných informací z oblasti výroby, uskladnění, dopravy, užití a likvidace vybraných jednorázových a vratných plastových kelímků na výše zmíněném letním festivalu. Dopady kelímků jsou hodnoceny pomocí výpočtu uhlíkové a částečné vodní stopy výrobků. Vyčíslením uhlíkové stopy bylo zjištěno, že vratný kelímek se vyplatí až v případě, kdy je využit alespoň 5krát. Je třeba také zmínit, že čím vyšší recyklace výrobku je dosaženo, tím nižší dopady na environmentální prostředí má.

**Klíčová slova:**

kelímek, vratný, jednorázový, plast, bioplast, nakládání, likvidace, dopad, stopa

#### Abstract:

The bachelor work is aimed at the analysis of environmental impacts of using disposable and returnable cups during the summer festival called the Hell Island held in Holýšov regularly in July since 2012. The theoretical part deals with the legislative framework for packaging and waste, further with the circular economy concept, its importance, the need of evaluating an entire product life cycle and plastic waste management, its disposal and possibility of extending its life. The practical part is based on available information on production, storage, transport, use and end of life of selected disposable and returnable plastic cups at the aforementioned summer festival. Impacts of the cups were evaluated by calculating their carbon and partial water footprints. By calculating of the carbon footprint it was find out that the returnable cup pays off only when it is used at least 5 times. It should be also noted that when the higher product recycling is achieved, the lower impacts on environment it has.

#### Key words:

cup, returnable, disposable, plastic, bioplastic, management, disposal, impact, footprint

## Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíle práce.....	2
3. Literární rešerše .....	3
3.1. Legislativní úprava EU.....	3
3.2. Legislativní úprava nakládání s odpady a obaly v ČR .....	5
3.3. Oběhové hospodářství v ČR a EU.....	7
3.3.1. Oběhové hospodářství – význam a struktura.....	7
3.3.2. Přejchod k cirkulární ekonomice.....	9
3.3.3. Zpracování komunálního odpadu v zemích EU.....	11
3.3.4. Řešení odpadů v rámci oběhového hospodaření.....	12
3.3.5. Prodloužení životnosti výrobků a jejich značení.....	13
3.3.6. Limity cirkulární ekonomiky.....	14
3.4. Posuzování životního cyklu výrobku .....	15
3.5. Způsoby nakládání s obaly, jejich likvidace a opětovné využití .....	18
3.5.1. Způsoby likvidace jednorázových obalů.....	18
.....	21
3.5.2. Modelový příklad nakládání s vratnými kelímky .....	21
4. Charakteristika studijního území .....	24
5. Metodika.....	26
5.1. Metodika výpočtu uhlíkové stopy .....	26
5.2. Metodika výpočtu vodní stopy.....	30
6. Současný stav řešené problematiky.....	31
7. Výsledky .....	33
7.1. Uhlíková stopa jednorázových a vratných kelímků.....	33
7.2. Vodní stopa vratných kelímků.....	35
7.3. Ekonomické aspekty užití jednorázových a vratných kelímků .....	35
8. Diskuze.....	36
9. Závěr a přínos práce.....	37
10. Přehled literatury a použitých zdrojů.....	38



## SEZNAM ZKRATEK

BAT	Nejlepší dostupné techniky ( <i>Best Available Techniques</i> )
BRO	Biologicky recyklovatelné obaly
BRKO	Biologicky rozložitelné kompostovatelné obaly
CEWEP	Konfederace evropských zařízení na nakládání s odpady ( <i>Confederation of European Waste-to-Energy Plants</i> )
CFP	Uhlíková stopa produktu ( <i>Carbon Footprint of a Product</i> )
CO <sub>2</sub> e	Ekvivalentní množství oxidu uhličitého
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČR	Česká republika
EF	Emisní faktor ( <i>Emission Factor</i> )
ELCD	Evropská referenční databáze životního cyklu ( <i>European reference Life Cycle Database</i> )
EMAS	Systém environmentálního řízení a auditu ( <i>Eco-Management and Audit Scheme</i> )
EK	Evropská komise
EP	Evropský parlament
ES	Evropské společenství
ETV	Program ověřování environmentálních technologií ( <i>Environmental Technology Verification</i> )
EU	Evropská unie
GHG	Skleníkový plyn ( <i>Greenhouse Gas</i> )
GWP	Potenciál globálního oteplování ( <i>Global Warming Potential</i> )
IML	Technologie IML ( <i>In-Mold Labeling</i> )
KO	Komunální odpad
LCA	Posuzování životního cyklu ( <i>Life Cycle Assessment</i> )
LCI	Inventarizační analýza životního cyklu ( <i>Life Cycle Inventory</i> )
LCIA	Hodnocení dopadů životního cyklu ( <i>Life Cycle Impact Assessment</i> )
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
OEF	Environmentální stopa organizace ( <i>Environmental Footprint of an Organisation</i> )
PE	Polyethylen
PEF	Environmentální stopa produktu
PET	Polyethylentereftalát
PO	Festival Pekelný ostrov
PP	Polypropylen
PS	Polystyren
PVC	Polyvinylchlorid
ZEVO	Zařízení pro energetické využití odpadu

## 1. Úvod

Žijeme v době, kdy lidská populace míří nezadržitelně vpřed mílovými kroky, ať už v sektoru ekonomiky, průmyslu, techniky a technologií a v mnoha dalších sférách lidské činnosti, které mají nesmazatelný dopad na environmentální oblast našeho života na planetě Zemi. Užíváme si období blahobytu, všeobecného přebytku a dostupnosti statků a služeb v jakoukoliv denní dobu ze všech konců světa. Každou vteřinou čerpáme ze zdrojů Země. Neefektivně využíváme omezené zdroje velmi vyčerpané krajiny, přírody. Otázkou zůstává, jestli stejnou měrou Zemi vrátíme to, co jsme použili? Regenerujeme a dopřáváme jí dostatečný odpočinek k načerpání sil?

V éře opakovaného popírání klimatických změn, přírodních katastrof a ekonomických krizí se prostřednictvím demonstrací snažíme upozornit na jedinečnost naší planety. Z každého ekologicky smýšlejícího jedince se stává rázem „*ekoterorista*“ či nedospělé dítě s touhou po pozornosti. Jak velký význam pro nás bude mít zákaz používání jednorázových plastů? Je to řešení nebo jen částečný alibismus malých podniků i velkých soukromoprávních společností?

Celosvětový význam dopadu různých omezení v používání jednorázových plastů je dlouhodobě řešeným problémem. Rockový festival Pekelný ostrov a jeho pořadatelé se při svých pořadatelských akcích snaží o zmírnění negativních dopadů na životní prostředí a bezprostřední okolí v místě konání festivalů. Jednou z těchto snah je nepoužívání jednorázových plastových kelímků a jejich nahrazení za kelímky na opakované použití, ke kterým festival přistoupil poprvé v roce 2018.

## **2. CÍLE PRÁCE**

Bakalářská práce (BP) je zaměřena na rozbor a zhodnocení environmentálních dopadů používání jednorázových a vratných kelímků za pomoci výpočtu uhlíkové a vodní stopy. Studijní oblast představuje hudební festival Pekelný ostrov každoročně konaný v západočeském Holýšově.

Cílem bakalářské práce je zjistit, zda je ekonomicky výhodnější a hlavně environmentálně příznivější použití jednorázových kelímků či kelímků na opakované použití.

Doprovodným cílem BP je také navrhnout environmentálně nejpříznivější variantu řešení pro posuzovaný hudební festival.

### 3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

#### 3.1. Legislativní úprava EU

V rámci Evropské unie je zpracovávána široká škála právních předpisů komplexně upravující dopad na environmentální prostředí. Je důležité pracovat s legislativou EU v souvislostech a nezaměřovat se pouze na ojedinělé předpisy. Environmentální zákony EU jsou klíčové a tematicky zaměřené na oblast ochrany přírody, vodní právo, odpady a obaly, změnu klimatu stejně jako na ochranu lidských práv v životním prostředí (Kingston a kol., 2017). Důležitým faktorem pro úspěšnost a dosah právních předpisů EU je právě dodržování těchto předpisů nejen velkými celky, podniky a státy, ale i samostatnými jedinci.

Právní úprava na úrovni Evropské unie je o poznání komplikovanější z několika prostých důvodů. EU spojuje 28 evropských států, různých vlád, zvyklostí, možností a poměrů. Povinností každého členského státu je akceptovat a zpracovat veškeré směrnice, jež EU vydá. V obecné rovině kopíruje legislativa členských států směrnice EU. Rozdíl je spatřován ve vlastním způsobu provedení a úprav každého státu.

Směrnice EP a Rady (ES) č. 98/2008, o odpadech a o zrušení některých směrnic považuje za hlavní cíl minimalizaci nepříznivých účinků vzniku odpadů a nakládání s nimi na lidské zdraví a životní prostředí. S tím souvisí zásadní prioritou směrnice vedoucí k šetrnému chování, opětovnému používání výrobků a také recyklaci materiálů, jež je vhodnější než energetické využívání odpadů. Důležitou částí směrnice je pak záměr zmapování celého životního cyklu produktů a materiálů a jejich následné opětovné využití, a nikoliv tvorba odpadu.

Zpracování směrnice členskými státy EU tak přináší priority v nakládání s odpady, kdy by se v první řadě mělo předcházet vzniku odpadu, připravit jej k opětovnému použití, recyklovat, dále pak energeticky využít a až v poslední řadě přichází jeho odstranění.

Téma odpadu je velice obsáhlé a komplikované a je důležité, aby se mu ve všech členských zemích věnovala opravdu dostatečná pozornost a zároveň se kontrolovalo dodržování všech doporučených kroků a postupů. S odpadovým hospodářstvím a životním cyklem výrobků a následně i odpadů souvisí také obaly, které se v mnoha případech po svém primárním využití stávají právě odpady.

Ze směrnice EP a Rady 94/62/ES, o obalech a obalových odpadech vyplývá, že základním cílem je společnými silami omezit celkový objem obalů. Ideální cestou

k jeho dosažení je předcházení vzniku odpadu. Další ústřední zásadou je opakované použití obalů, efektivní recyklace a jiné způsoby využití obalových odpadů tak, aby bylo co nejvíce zamezeno jejich konečnému odstranění (Kingston a kol., 2017).

V rámci obou zmíněných směrnic, platí zásada „*platí znečišťovatel*“. Zásada s sebou tedy nese potřebu propracovaného systému třídění, sběru, recyklace a opětovného využití obalů a odpadů. Je důležité uplatnit spolupráci zúčastněných stran v rámci sdílené odpovědnosti. Právní úpravy dané problematiky dopadají nejen na producenty obalů a odpadů z nich, ale také na spotřebitele. Spotřebitelské chování a zacházení s odpady má vliv na následující procesy opětovného vrácení obalu do oběhu nebo konečnou likvidaci.

Podle Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/852, kterou se mění směrnice 94/62/ES o obalech a obalových odpadech, je nejúčinnějším způsobem, jak omezit negativní dopad tvorby obalů a odpadu z nich na životní prostředí, co nejvíce předcházet vzniku odpadů. Dlouhodobým cílem EU je přechod na oběhové hospodářství, resp. cirkulární ekonomiku. EU se snaží omezit závislost na dovážených surovinách a podporovat udržitelnou bioekonomiku. V zájmu členských států je využívat biologicky recyklovatelné obaly (BRO) a také biologicky rozložitelné kompostovatelné obaly (BRKO), jež by mohly vést k podpoře využívání obnovitelných zdrojů při výrobě obalů.

Objem a druh použitých obalů je závislý na výrobci, proto by bylo vhodné zavést systém rozšířené odpovědnosti pro výrobce, která by měla kladný přínos pro životní prostředí, ať už sníženým vznikem odpadu z obalů či zvýšením třídění, sběru a recyklace.

V souvislosti s děním posledních dnů a měsíců je třeba také zmínit Směrnici EP a Rady (EU) 2019/94, o omezení dopadu některých plastových výrobků na životní prostředí. S vývojem moderních technologií a rozvojem dopravy a vůbec možností pro lidstvo souvisí i rozsáhle rozšíření plastů do všech sektorů lidské činnosti. Reakcí na nastalé události a stav je mnoho. EU ve snaze udržet bujně šířící enormní znečištění životního prostředí pracuje na mnoha směnicích a doporučeních pro členské státy.

Snahou směrnice je i přes vysokou funkčnost a nízkou cenu plastů omezit jejich krátkodobé využití a co nejvíce je zapojit zpět do koloběhu a prodloužit tak jejich životní cyklus, než se nadobro stanou odpadem. S tím souvisí i dlouhodobý cíl snížení negativních environmentálních, zdravotních a ekonomických dopadů, jež má za následek výroba mnohých plastových výrobků. Omezení a zákazy používání se

pak vztahují zvláště na plastové výrobky na jedno použití, jako jsou obaly na jídlo, nápoje, plastové přebory, igelitové tašky a další. Specifickou sférou jsou mikroplasty, na které se směrnice sice nevztahuje, ale záměrem je omezení používání této složky ve výrobcích.

### **3.2. Legislativní úprava nakládání s odpady a obaly v ČR**

Legislativní úprava odpadů a obalů, nakládání, sběr, třídění a následné zpracování je v České republice zpracována velmi rozsáhle. S každou další snahou zpřístupnit zákonnou úpravu obyčejným občanům i podnikajícím osobám vzniká velké množství novel, vyhlášek a nařízení, která činí proces tvorby, shromažďování a likvidace odpadu ještě nečitelnějším a neprostupnějším „*pralesem*“. Vlivem přibývajících novelizací a stále se měnících předpisů EU se zákon o odpadech stal nepřehledným a v mnoha směrech i nevyhovujícím předpisem (Tuháček a Jelínková, 2015).

V současné době je v platnosti zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a změně některých dalších zákonů, v pozdějším znění, nařízení vlády č. 352/2014 Sb., o Plánu odpadového hospodářství ČR pro období 2015 až 2024, vyhláška č. 376/2001 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů ve znění vyhlášky č. 502/2004 Sb., vyhláška č. 381/2001 Sb., Katalog odpadů, v pozdějším znění, vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, v pozdějším znění, vyhláška č. 321/2014 Sb., o rozsahu a způsobu zajištění odděleného soustředění složek komunálních odpadů (Tuháček a Jelínková, 2015).

Dne 1. 9. 2019 také nabyla účinnosti vyhláška č. 199/2019 Sb., kterou se mění vyhláška č. 94/2016 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů. Změna provedená vyhláškou se týká hlavně způsobu přiřazení nebezpečné vlastnosti HP 14 Ekotoxický. Současně nabyla účinnosti také vyhláška č. 200/2019 Sb., kterou se mění vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů, a vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů. Vyhláška č. 200/2019 Sb. se zaměřuje hlavně na nakládání a technické požadavky na prozatímní a trvalé uložení odpadní rtuti.

V rámci celosvětového boje se snižováním odpadu a zamořováním krajiny různorodými druhy plastů se ČR připravuje na plnění nových požadavků souvisejících s propracováním systému oběhového hospodářství. V červenci loňského roku nabyla účinnosti nové směrnice a nařízení EU. Jedná se o směrnice o obalech a odpadech,

zaměřující se zvláště na prevenci vzniku odpadů, omezování skládkování komunálního odpadu (KO) nebo recyklaci odpadů. V prosinci roku 2019 byly vládou přijaty legislativní návrhy novely zákona o odpadech, o vybraných výrobcích s ukončenou životností, ale také novela zákona o obalech a tzv. změnový zákon týkající se dopadů nové legislativy do souvisejících právních norem. Legislativní změny by měly vstoupit v platnost k 1. 1. 2021, po schválení zákonů poslaneckou sněmovnou a senátem, a mají za cíl motivovat k většímu třídění odpadu a recyklaci. Novelizované zákony se ale setkávají i s kritikou, protože odborné skupiny nesouhlasí s odkladem ukončení skládkování z plánovaného roku 2024 na rok 2030.

Souvztažně, se zákonem o odpadech je třeba také myslet na zákon o obalech, které jsou specifickou kategorií odpadů. Zákonná úprava nakládání s obaly a odpady z nich vzniklých se nachází v zákoně č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů, v pozdějším znění, v nařízení vlády č. 111/2002 Sb., kterým se stanoví výše zálohy pro vybrané druhy vratných zálohovaných obalů, ve znění nařízení vlády č. 209/2010 Sb., ve vyhlášce MPO č. 116/2002 Sb., o způsobu označování vratných zálohovaných obalů, ve vyhlášce MŽP č. 641/2004 Sb., o rozsahu a způsobu vedení evidence obalů a ohlašování údajů z této evidence (Tuháček a Jelínková, 2015).

Zásadní význam zákona o obalech a jemu blízkých předpisů je chránit životní prostředí před vznikem obalových odpadů. Převážně je toho možné dosáhnout snížením hmotnosti, objemu a chemického složení obalů. Klíčovým záměrem je tedy předcházet samotnému vzniku odpadu z obalů, zajistit jeho zpětný odběr a opakované použití či přepracovat jej na nové produkty. Důležitým faktorem je také design a složení obalů, na němž záleží jeho následné zpracování, možnost využití či likvidace spalováním s efektivním využitím vytvořené energie.

### 3.3. Oběhové hospodářství v ČR a EU

#### Rámec pro sledování oběhového hospodářství

##### 1 Surovinová soběstačnost EU

Podíl výběru klíčových materiálů (včetně kritických surovin) používaných v EU a vyrobených v EU

##### 2 Zelené veřejné zakázky

Podíl významných veřejných zakázek v EU zahrnujících ekologické požadavky

##### 3a–c Vznik odpadu

Produkce komunálního odpadu na jednoho obyvatele; celková produkce odpadů (kromě nejvýznamnějších druhů minerálního odpadu) na jednotku HDP a ve vztahu k domácí spotřebě materiálů

##### 4 Plýtvání potravinami

Množství vyprodukovaného potravinového odpadu

##### 7a–b Přínos recyklovaných materiálů k poptávce po surovinách

Podíl druhotných surovin na celkové poptávce po materiálech – u konkrétních materiálů a v celé ekonomice

##### 8 Obchod s recyklovatelnými surovinami

Dovoz a vývoz vybraných recyklovatelných surovin



##### 5a–b Celková míra recyklace

Míra recyklace komunálního odpadu a veškerého odpadu kromě nejvýznamnějších druhů minerálního odpadu

##### 6a–f Míry recyklace u konkrétních toků odpadů

Míra recyklace obalových odpadů celkem, plastových obalů, dřevěných obalů, odpadních elektrických a elektronických zařízení, recyklovaného biologického odpadu na jednoho obyvatele a míra využití stavebního a demoličního odpadu

##### 9a–c Soukromé investice, pracovní místa a hrubá přidaná hodnota

Soukromé investice, počet zaměstnaných osob a hrubá přidaná hodnota v odvětvích oběhového hospodářství

##### 10 Patenty

Počet patentů týkajících se nakládání s odpady a recyklace

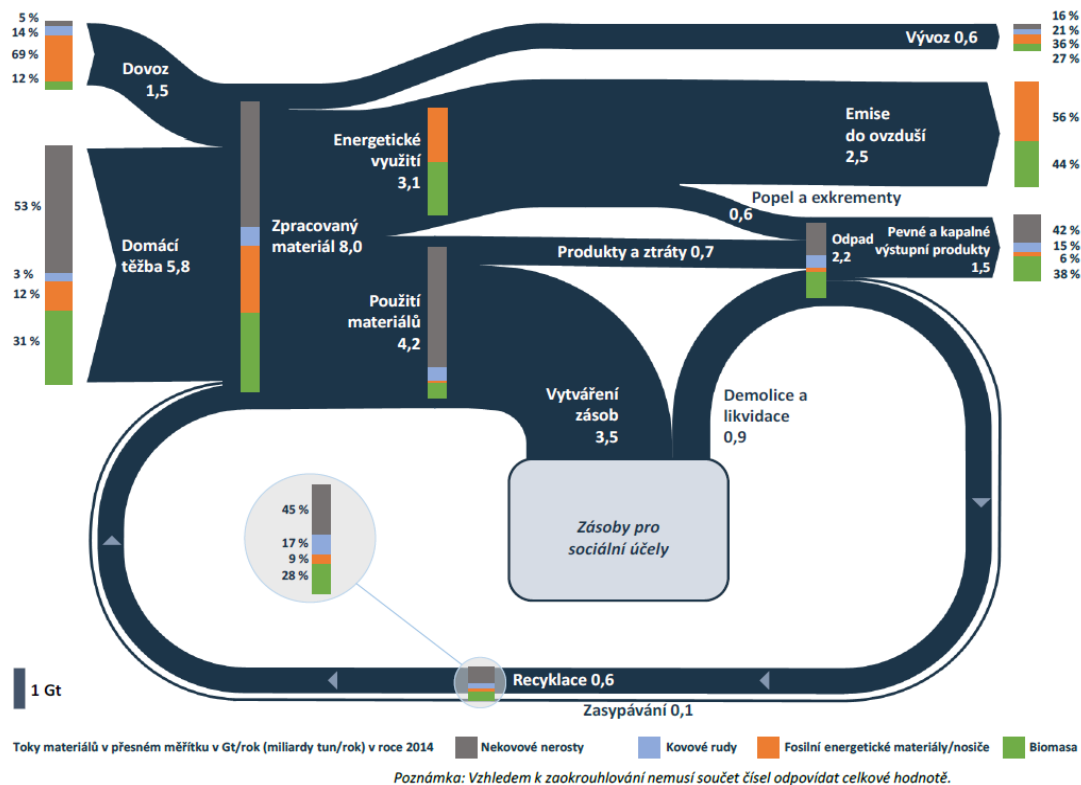
Obrázek 1 Rámec pro sledování oběhového hospodářství (EP, ©2018)

#### 3.3.1. Oběhové hospodářství – význam a struktura

Oběhové hospodářství nebo také cirkulární ekonomika je životní styl, způsob a přístup k výrobě a spotřebě produktů, výrobků, materiálů a odpadu. Je to forma sdílení, pronájmů, opakovaného využití, oprav, repasí nebo recyklace vhodných dříve použité materiály a suroviny či vytvořené výrobky (Stahel, 2016). Účelem oběhového hospodářství je minimalizace odpadu a také prodloužení životního cyklu produktu. Zvláštním dopadem přechodu k cirkulární ekonomice je, dle Sdělení Komise Uzavření cyklu – akční plán EU pro oběhové hospodářství COM/2015/0614, mimo jiné využití surovin či součástí již nepoužitelných výrobků. Je snahou o vybudování nízkouhlíkového a konkurenceschopného hospodářství, jež dokáže účinně využívat zdroje (EK, 2015).

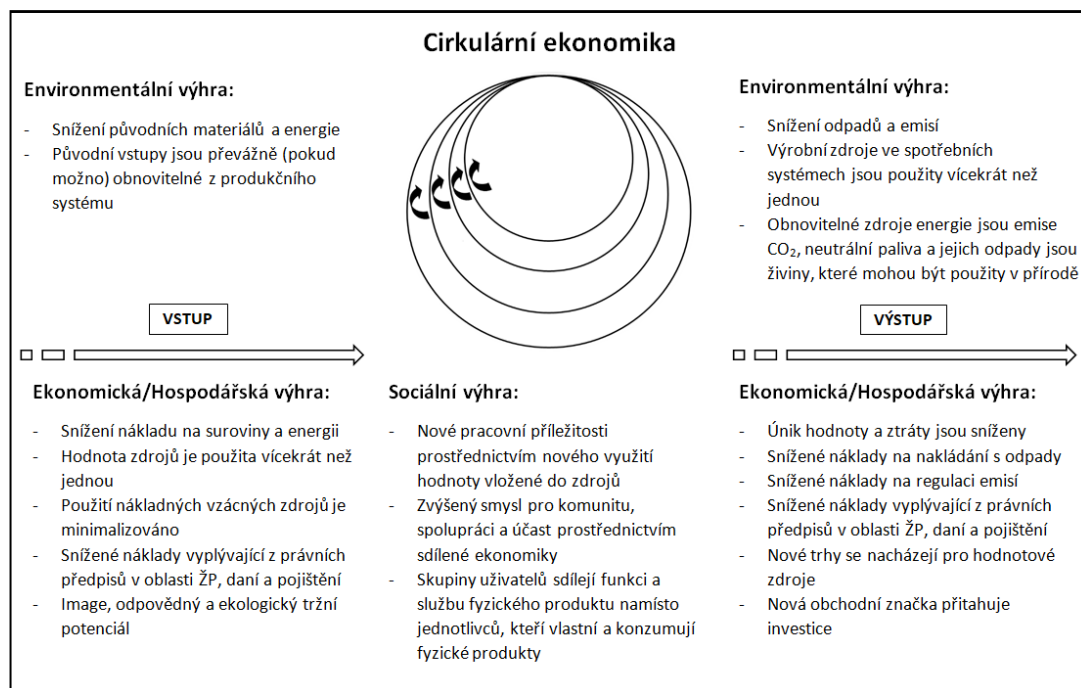
Obecným záměrem oběhového hospodářství je šetrné a efektivní využívání zdrojů, tedy přeměna všeobecně známého stávajícího systému VYTĚŽIT – VYROBIT – POUŽÍT – VYHODIT v opakované použití výrobků delší životnosti s omezením jejich poruch či zastarávání (Stahel, 2016). Stejně tak v rámci podpory podnikání působí jako jistá obrana před možným nedostatkem zdrojů a nepříznivým vývojem cen (EK, 2015).





Obrázek 2 Zobrazení toků v oběhovém hospodářství EU (EP, © 2018)

Tradiční model lineárního hospodářství a energetický tok moderního ekonomického systému je dlouhodobě neudržitelný (Frosch a Gallopoulos, 1989). V oběhovém hospodářství je naopak využíváno alternativního toku – cyklického, který snižuje dopady na životní prostředí a stimuluje nové obchodní příležitosti (Desrochers, 2004). Cirkulární ekonomika rozšiřuje soudobé podnikové systémy environmentálního managementu tak, že jsou podporovány mezisektorové, mezioborové a mezikontinentální cykly materiálů a energií, aby bylo dosaženo vysoké ekonomické hodnoty zdrojů (Korhonen a kol., 2018). Ekonomickými cíli oběhového hospodářství jsou snížené náklady na suroviny a energie při výrobě, výdaje spojené s nakládáním s odpady a kontrolou emisí, rizika vycházející z legislativy a zdanění, stejně jako inovativní návrhy výrobních postupů, tržní příležitost pro malé a střední podniky či sociální aspekt dané problematiky (Zink a Geyer, 2017).



**Obrázek 3** Potenciál oběhového hospodářství (vlastní zpracování podle Korhonen a kol., 2018)

### 3.3.2. Přechod k cirkulární ekonomice

Nadměrně rostoucí spotřeba přírodních zdrojů je celosvětovým problémem, se kterým se dlouhodobě snaží bojovat i EU včetně ČR. Avšak naše země v tomto směru značně zaostává. Využívání obnovitelných i neobnovitelných surovinových zdrojů každým rokem nesmírně stoupá, cirkulární ekonomika přináší nezpochybnitelnou příležitost pro změnu způsobu využívání darů planety Země (Kulháňková, 2018).

Řešením však není pouhé legislativní rozhodnutí či doporučení EU členským státům, jak se chovat. Změny lze dosáhnout pouze transformací chování jednotlivců společnosti, státní správy, podniků a firem. Opatření EU, která s sebou přináší směřování k oběhovému hospodářství, blízce navazují na plány investic, zaměstnanost a hospodářský růst, vývoj klimatu, energetiku a inovace v průmyslu (EK, 2015).

Jedním z prvních kroků je informovanost a osvěta všeobecné společnosti. Je důležité podpořit sdílení a propagaci novinek a informací, propojit podnikatele, veřejnou správu, vysoké školy, výzkumné ústavy a věnovat se marketingové propagaci (Kulháňková, 2018).

Není jednoduché přesvědčit širokou veřejnost obecně směřující k nedůvěřivosti v druhotně využívané produkty, ale je to podstatnou částí boje s enormní spotřebou

nedostatečných zdrojů. Nezbytnou činností v rámci oběhového hospodářství je produkce výrobků a materiálů, jež jsou skutečnou alternativou primárních výrobků. Z pohledu obecné ekonomie a různorodých ekonomických zákonů je třeba uvádět sekundární produkty na trh stejným způsobem jako prvotní zboží. Je tedy důležité využívat obdobné cesty, oslovovat stejné spotřebitele a nabízet jim analogické výhody (Zink a Geyer, 2017).



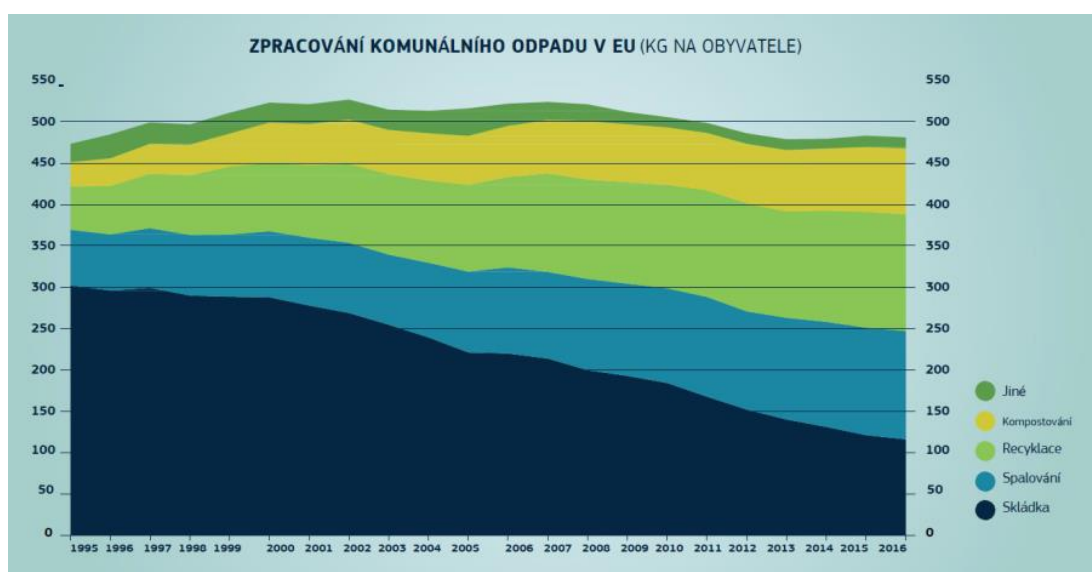
Obrázek 4 Struktura oběhového hospodářství (MŽP, ©2019)

Otázkou k řešení jsou negativní dopady na životní prostředí a zdravotní podmínky při zvýšeném zavádění recyklačních technologií, opětovného využívání surovin a materiálů. Jedná se zejména o nebezpečné chemické prvky a sloučeniny, jež obsahují produkované výrobky (Zimová a Matějů, 2019). V souvislosti s uvedenou problematikou je pro oběhové hospodářství podstatným krokem vývoj efektivních a bezpečných náhradních materiálů a provoz technologií na úrovni BAT technologií (tamtéž), jež vyjadřují nejlepší dostupné techniky a označují dosud nejúčinnější a nejpokročilejší technologie.

Nesmírně důležitým hlediskem pro posuzování dopadu přechodu k oběhovému hospodářství jsou zdravotní rizika a řešení důrazných preventivních zásahů na ochranu zdraví obyvatelstva.

### 3.3.3. Zpracování komunálního odpadu v zemích EU

Záležitost oběhového hospodářství je v Evropě i ve světě dlouhodobá otázka, řešená na státní, vědecké a společenské úrovni. Avšak je třeba uvést, že přechod směrem k cirkulární ekonomice je stále v začátcích. V evropských zemích byla během roku 2017 recyklována či kompostována zhruba polovina komunálního odpadu, skládkovaná byla více jak čtvrtina. Při skládkování hrozí nejen riziko kontaminace podzemních vod i půdy, ale dochází také k tvorbě metanu, který je mnohonásobně silnější než oxid uhličitý.



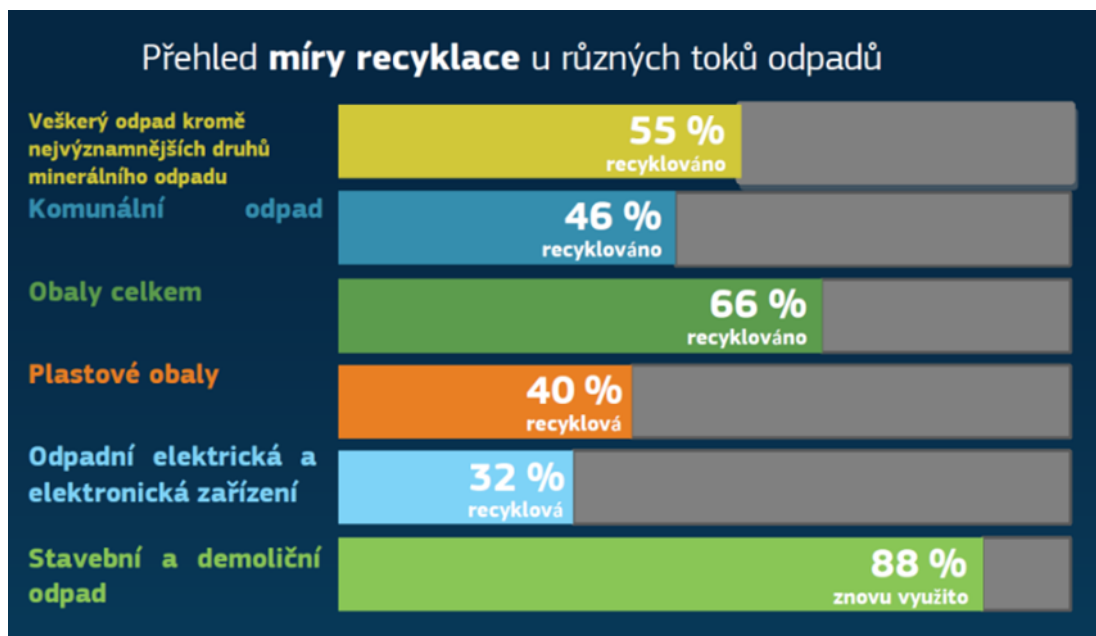
Obrázek 5 Zpracování KO v EU (EP, ©2018)

Recyklace komunálního odpadu v EU je obecně na dobré úrovni, ale pro efektivní využívání zdrojů a celkově zpomalení environmentálních dopadů lidské činnosti na planetu to opravdu nestačí. Z tohoto důvodu je důležité změnit postoj spotřebitelů k recyklovaným materiálům a jejich využívání, a zvláště se pak zaměřit na kvalitu těchto materiálů. Je třeba si uvědomit komplexní složení materiálů a látek z nich vycházejících při recyklaci. V rámci opakované recyklace může docházet ke kontaminaci materiálů, jež mohou být následně degradovány a stávají se tak zcela nevhodnými pro další využití. S tím souvisí poměrné zastoupení energetického využití odpadů u členských států EU. Tedy, státy s vysokou měrou recyklace mají nejvyšší podíl energetického využití odpadů (Kůs a Dvořáková, 2019).

Podle Světové banky bude produkce odpadů stále růst, i přes snahy ve vývoji v oboru eko-designu a ovlivnění spotřebitelského myšlení. Neustále bude vznikat komunální odpad, který bude třeba zpracovat v recyklačních a třídících zařízeních. Zbytkový odpad, kterého bude dosaženo po ohleduplném vyčlenění zdrojů, je třeba dále zpracovat.

### 3.3.4. Řešení odpadů v rámci oběhového hospodaření

Cílovými oblastmi v dlouhodobých opatřeních EU a členských států jsou plasty, potravinové obaly, stavebnictví, průmyslový a důlní odpad a další. Významnou otázkou jsou také legislativní úpravy týkající se nakládání s hnojivy a opakované využívání vody.



Obrázek 6 Míra recyklace podle toků odpadů (EP, ©2018)

Z pohledu toků odpadů a daných záměrů je třeba zhodnotit potřebu zbytkové kapacity pro zpracování odpadu v Evropě. Jak uvádí Konfederace evropských zařízení na nakládání s odpady (CEWEP), která za předpokladu dosažení stanovené úrovně recyklace komunálního odpadu v roce 2035 vyčíslila potřebu kapacity na zpracování zbytkového odpadu na téměř 142 milionů tun (Kůs a Dvořáková, 2019). S ohledem na současnou kapacitu zařízení k energetickému využití odpadů (ZEVO) vzniká v evropských státech potřeba nových zařízení, díky kterým by se předešlo opětovnému skládkování či nešetrnému spalování zbytkových odpadů.

Díky ZEVO, které v současnosti zásobují v EU několik milionů obyvatel elektřinou, by mohly vznikat nové lokální zdroje energie, které by tak podpořily nekomplexní dodávky energií z obnovitelných zdrojů. Problémem budoucího využití ZEVO je však skutečnost, že výše zmíněný legislativní návrh novely zákona o odpadech omezuje využívání této možnosti u KO a preferuje materiálovou recyklaci (v poměru 25% ku 65%).

### 3.3.5. Prodloužení životnosti výrobků a jejich značení

V rámci cirkulární ekonomiky je třeba zmínit životní cyklus výrobku, jak uvádí Sdělení Komise Uzavření cyklu – akční plán EU pro oběhové hospodářství COM/2015/0614. Výrobek je tak třeba sledovat od fáze výroby (design, výrobní postupy), spotřeby, nakládání s odpady a opětovnému využití. Etapa návrhu i výrobní postup výrobku se dotýkají získávání a využívání zdrojů i vzniku odpadu po celou dobu životnosti produktu (EK, 2015).

Podstatným okruhem pro prodloužení životnosti výrobků, respektive pro jejich snadnější opravy, repasi či obnovu je design výrobku, díky kterému může, dle Směrnice EP a Rady 2009/125/ES, o stanovení rámce pro určení požadavků na ekodesign výrobků spojených se spotřebou energie, dojít k šetření vzácných zdrojů. Rámcově je design výrobků zachycen ve směrnici o eko-designu, která má za účel zvýšit účinnost a environmentální výkonnost produktů souvisejících se spotřebou energie (EP, 2009).

Eko-design výrobků by měl zajistit jejich snadnou opravitelnost, výrobu z druhotných surovin a také, aby byly po celý svůj životní cyklus využívány na maximum, jak deklaruje Zpráva Komise EP o provádění akčního plánu pro oběhové hospodářství, COM/2019/190. Velký význam v oblasti životního cyklu výrobku mají výrobní postupy a jejich přizpůsobení se environmentálním požadavkům moderní doby. Podporou malého a středního podnikání ve využívání obchodních příležitostí a s tím souvisejícím účinným využíváním zdrojů je subvence pořizování inovativních technologií (EK, 2019).

Přínosem je také využívání systému pro environmentální řízení a audit organizací (EMAS), rovněž tak možnosti programu ověřování environmentálních technologií (ETV).

Spotřeba výrobků a produktů se na základě spotřebitelského rozhodování děje neustále. Důležitým krokem pro ovlivnění spotřebitelského chování a efektivního rozhodování v koupi a nakládání s produkty je jejich efektivní jasné a komplexní označování. Všeobecná osvěta pro populaci EU a systém značení výrobků usnadní další tvorbu a nakládání s produkty. Komparace environmentální stopy produktu (EFP) a jejich dopadu na životní prostředí bude v budoucnu směrodatnou pro volbu spotřebitele. Postup vymezení environmentální stopy produktu a environmentální stopy organizace (OEF) podnikům zprostředkují provádět spolehlivá, srovnatelná a lehce zopakovatelná prohlášení, která odhalí kritická místa v oblasti dopadů

na životní prostředí. Tím dochází k propojení dodavatelského řetězce s podniky i spotřebiteli (tamtéž).

### 3.3.6. Limity cirkulární ekonomiky

Cirkulární ekonomika má však také svoje limity, které není radno opomíjet. Mezi základní limity a výzvy koncepčního přístupu k cirkulární ekonomice řadíme limity (Korhonen a kol., 2018):

- Termodynamické;
- Prostorové a časové hranice systému, tedy krátkodobé využívání neobnovitelných zdrojů, jež může tvořit dlouhodobou infrastrukturu pro obnovitelné zdroje;
- Fyzické měřítko ekonomiky představované efektem odrazu, Jevonsovým paradoxem (tj. efektem technologického pokroku, který je přínosem pro efektivnější využití daného zdroje, ale současně enormně zvyšuje jeho spotřebu díky vysoké poptávce (Bauer a kol., 2017)) a efektem bumerangu;
- Limity vstupu na trh a blokování;
- Meze správy a řízení ovlivňující vnitro-organizační uspořádání a mezisektorové řízení fyzických toků energie a materiálů;
- Meze kulturních a sociálních definic se vztahují ke konceptu odpadů mající souvislost s cirkulární ekonomikou. Jedná se o předpoklady nakládání s odpady a jejich následné využití, kdy celospolečenský přístup k odpadové problematice podléhá dynamickému vývoji v krátkém čase a daných sociálních podmínkách.

Hranicemi pro využívání oběhové ekonomiky jsou tedy termodynamické limity, kdy cyklické systémy spotřebovávají zdroje a vytvářejí odpady a emise. Mezi omezení prostorová a časová je třeba zařadit přístup oběhového hospodářství z globálního hlediska čisté udržitelnosti, kdy může docházet k přesunu negativních dopadů do méně vyvinutých zemí (Korhonen a kol., 2018).

Limity reprezentované reálným ekonomickým růstem, tedy je-li předpoklad celkového ekonomického růstu vytvořeného počátečními environmentálními zisky z využití cirkulární ekonomiky, by měly omezit růst fyzického měřítka ekonomiky měřený v použitých materiálech a energetických tocích (Daly, 2008). Důležitou otázkou pro oběhové hospodářství z hlediska dlouhodobě udržitelného rozvoje společnosti

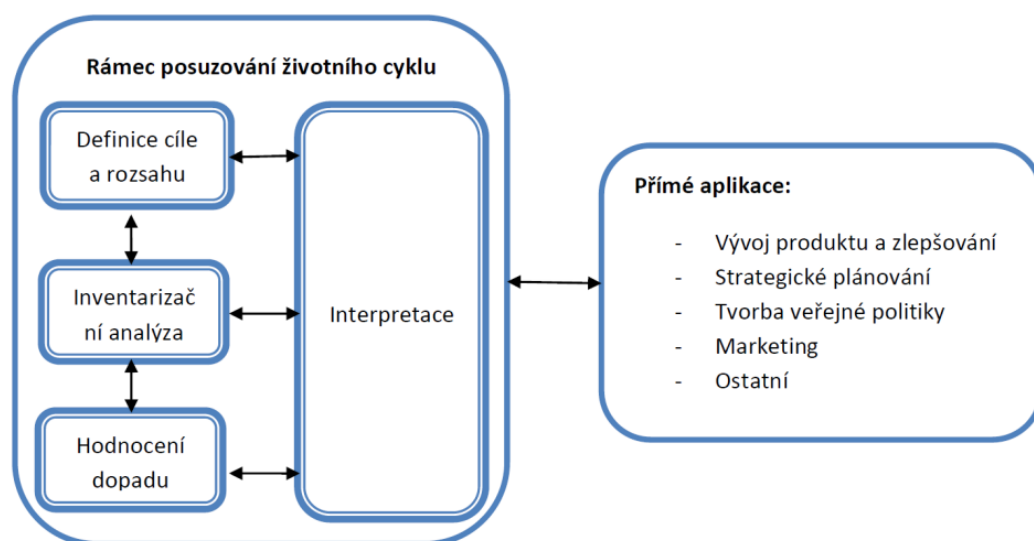
zůstává, jak zdroje a peníze ušetřené či získané cirkulací v ekonomice efektivně nasměrovat na rozvoj udržitelné spotřeby (Korhonen a kol., 2018). Možným limitem oběhové ekonomiky jsou také závislost na cestě a blokování. Tento jev se týká zvláště inovací zaváděných na trh, neboť nejvýhodnější pozici získá první zavedená inovace i za cenu nižší efektivity, kterou by bylo možné získat inovací pozdější, ale výrazně účinnější (Norton a kol., 1998).

Evropská komise v rámci přechodu EU k oběhovému hospodářství přijala koncept vědeckého, ekonomického a legislativního přístupu k objevování optimálních cest nárůstu využití sekundární produkce (Zink a Geyer, 2017). Vhodnou, i když velice obsáhlou a složitou metodikou se stalo posuzování životního cyklu produktu.

### 3.4. Posuzování životního cyklu výrobku

Komplexní metoda posuzování životního cyklu (LCA) zahrnuje úplný životní cyklus produktu, který, počínaje těžbou a získáváním surovin, pojímá produkci energie, výrobu a zpracování materiálů, jejich použití a úpravu až k ukončení životnosti finálním odstraněním, jak uvádí norma ISO 14040. Účelem LCA je efektivně pojmenovat možná environmentální břemena v průběhu celého životního cyklu, a zdržet se jich mezi individuálními fázemi.

LCA se koncentruje na životní cyklus produktu z environmentálního hlediska. Ekonomické a sociální pojetí produktu stojí mimo jeho metodiku. LCA se vyznačuje systémovou analýzou specializovanou na shromažďování a vyhodnocování vstupů, výstupů a eventálních dopadů produktu na životní prostředí ve všech fázích jeho životního cyklu.



Obrázek 7 Fáze posuzování životního cyklu, LCA (vlastní zpracování podle ČSN EN ISO 14040)



Životní cykly produktů jsou velmi proměnlivé, ať už se jedná o rozdílné míry zatížení životního prostředí v odlišných fázích životního cyklu nebo variabilní řešení výrobních i likvidačních technologií.

Výstupem LCA jsou pak kvalitativní a kvantitativní data, vyjadřující environmentální důsledky pro životní prostředí a jejich věrohodnost či rizika. Metoda LCA je tzv. iterativní, proto v průběhu shromažďování dat může docházet pod vlivem rozmanitých aspektů k úpravě studie tak, aby byl i nadále naplněn její cíl.

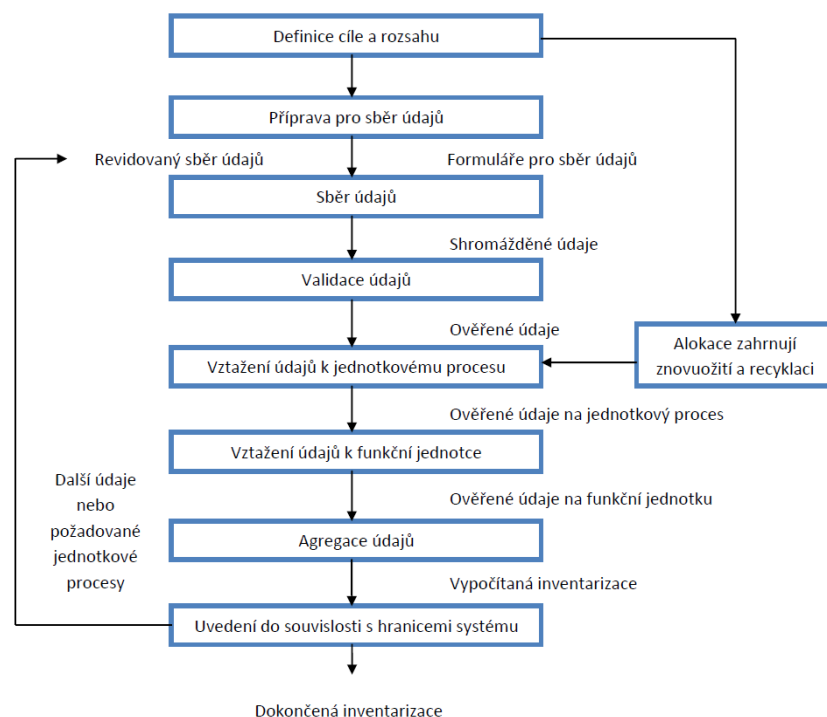
Zpracování LCA je rozděleno do následujících fází:

- *Definice cíle a rozsahu* – plánovací fáze studie, cíl a rozsah studie by měl být přesně stanoven v souladu s plánovaným použitím a v průběhu studie by měl být hlouběji propracován podle normy ISO 14044. V rámci určení rozsahu LCA jsou charakterizovány body:

Posuzovaný produktový systém, jeho funkce a funkční jednotka, systémové hranice a alokační postupy, metodologie hodnocení dopadu životního cyklu (LCIA) a druhy dopadů, uvažovaná interpretace, nároky na údaje (jejich typy, zdroje a požadavky na jejich kvalitu, porovnání systémů a úvahy kritického přezkoumání.

- *Inventarizační analýza (LCI)* – fáze vyčíslení základních toků přes hranice systému (sběr, kontrola a výpočet údajů, upřesnění hranic systému, vztažení údajů k jednotkovému procesu a funkční jednotce, alokace toků a úniků).

Výstupem LCI jsou fáze:



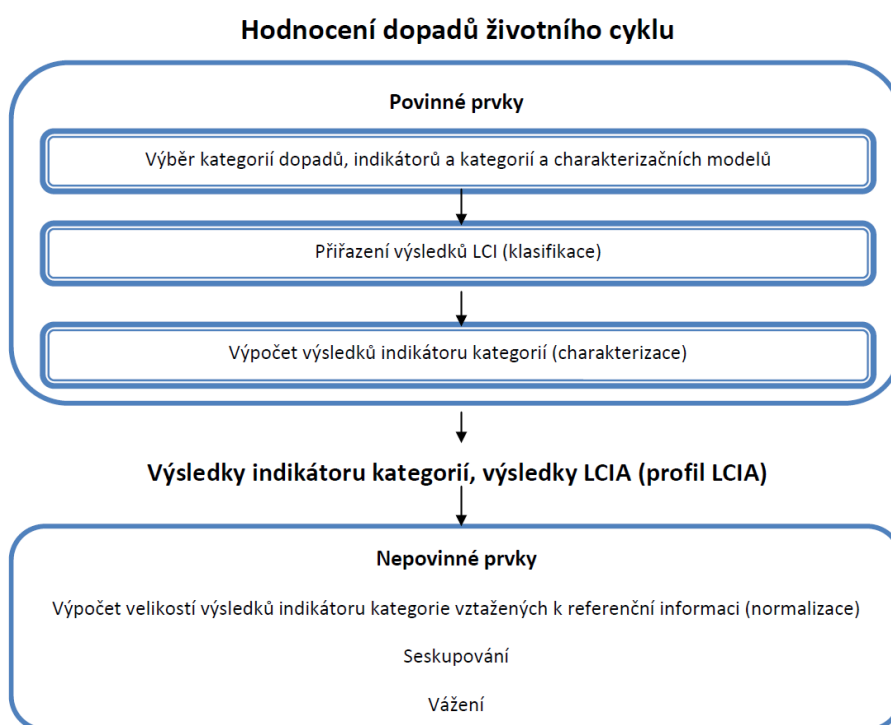
Obrázek 8 Inventarizace životního cyklu, LCI (vlastní zpracování podle ČSN EN ISO 14044)

Definice cíle a rozsahu, inventarizační analýza, interpretace výsledků.

Norma ISO 14044 obsahuje doporučení, že studie LCI by neměla být samostatně používána pro porovnávání prezentované široké veřejnosti.

- *Hodnocení dopadů životního cyklu (LCIA)* – propojení s ostatními fázemi LCA, jež nabízí rozsáhlé hledisko na environmentální problematiku produktového systému. Fáze poskytující údaje pro interpretaci životního cyklu.

Fáze LCIA by měla být svědomitě naplánovaná pro dosažení stanovených záměrů a šíře studie LCA. Její koordinace probíhá v závislosti na ostatních fázích.



Obrázek 9 Prvky hodnocení dopadů životního cyklu, LCIA (vlastní zpracování podle ČSN EN ISO 14044)

- *Interpretace* – postup označení environmentálních problémů sledovaného produktového systému a určení možností snížení negativních dopadů na životní prostředí. Poskytuje ucelené údaje o výsledcích LCA. V normě ISO 14044 je zpracována závěrečná fáze studie LCA, jež identifikuje významné nedostatky založené na výsledcích fáze LCI a LCIA, vyhodnocuje výsledky studie v závislosti na kontrole kompletnosti, citlivosti a konzistence, vyvozuje závěry, omezení a doporučení.

Norma ISO 14044 zahrnuje cíle studie LCA, kterými musí být zamýšlené použití, důvodu pro provádění studie, zamýšlená skupina adresátů a záměr použití výsledků. Závěry a hodnocení získané studií LCA musí být zcela přesně a nestranně oznámeny odpovídající skupině. Celý průběh a vyhotovení studie LCA musí být transparentní a podrobné.

Součástí studie LCA je také podávání zpráv, jejichž typ a formát je definován již v počáteční fázi studie LCA. Následné podávání zpráv zohledňuje nejen zadavatele a zpracovatele, ale i dodatečné požadavky a pokyny pro zprávy třetí strany.

V neposlední řadě je důležité zmínit kritické přezkoumání studie, jež má doložit normativní správnost použitých metod pro zpracování studie LCA, dále jejich vědeckou a technickou platnost, používání odpovídajících údajů a také vhodnou interpretaci výsledků.

### **3.5. Způsoby nakládání s obaly, jejich likvidace a opětovné využití**

Vývoj lidstva v celé jeho historii zaznamenal nesmírné pokroky, a tak se člověk přesunul od hlíny a kamene až k plasty. Celosvětová produkce plastového odpadu se pohybuje ročně okolo 34 milionů tun, z nichž je téměř 93 % skládkováno, případně se nachází v oceánech (Emadian a kol., 2016). Pevný plastový odpad tak zůstává jedním z nejvýraznějších globálních dopadů na ŽP vedoucí k znečištění půd a podzemních vod. Předúprava a vysoká míra recyklace se ukázaly jako metody pro omezení negativních dopadů produkce plasty, avšak stále rostoucí objem plastového odpadu a nízké procento jeho recyklace a opětovné využitelnosti poukazují na stále větší význam řešení otázky, jak nakládat s pevným plastovým odpadem (Antelava a kol., 2019).

#### **3.5.1. Způsoby likvidace jednorázových obalů**

Nakládání s běžně dostupnými plasty je v ČR možné několika způsoby, formou recyklace a dalšího využití, spalování za vzniku energie a konečná, nejméně preferovaná možnost je skládkování.

Samotné recyklaci plastů a plastových odpadů vždy předchází klasifikace různých typů plastů a jejich správná selekce. V ČR je využíváno takzvané manuální dotřídování, kdy pracovníci třídící linky rozebírají plastový odpad a třídí ho

dle jednotlivých typů. Ovšem škála používaných typů plastů je tak široká, že stoprocentní selekce a následná degradace výrobního materiálu je téměř nemožná.

Je třeba také zmínit možnost tzv. flotace neboli využití rozdílné hustoty materiálů, kdy je ve vodní lázni za pomoci odstředivé síly dosaženo oddělení PP a PE na vodní hladinu a PET, PVC nebo PS ke dnu. Jedná se o relativně jednoduchou metodu s velmi nízkou účinností (Šalanda, 2017).

Běžně užívané plasty můžeme v současnosti recyklovat několika způsoby. V první řadě se jedná o mechanickou recyklaci. Polymerní materiály procházejí drcením či mletím, praním a postupným zahříváním se přetaví. Jak již bylo popsáno výše, následuje postup extrudace, vstřikováním, vytlačování či vyfukování (pouze duté tvary) a poté je dosaženo požadovaného tvaru plastového výrobku. Při mechanické recyklaci je kladen velký důraz na kvalitu vstupní suroviny. Mechanická recyklace odpovídá přepracování plastového odpadu na výrobu nových produktů (Bernardo a kol., 2016), nicméně výrobci jsou schopni akceptovat pouze nízkou míru degradace vstupních materiálů tak, aby zachovali kvalitu a odolnost výsledných produktů.

Druhou možností recyklace běžně dostupných plastů je chemická recyklace využívající mechanismus degradace, jež rozkládá materiál na původní monomery za použití degradačního činidla. Oproti prvnímu způsobu recyklace je tento proces výrazně složitější.

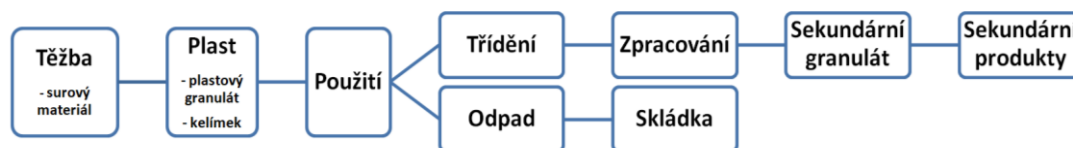
Třetí variantou je pak surovinová recyklace využívaná hlavně pro velké směsi plastových odpadů. Avšak v případě surovinové recyklace se získaná látka následně používá jako palivo či ropná surovina. Surovinová recyklace využívá různé metody termochemického zpracování, jako je hydrogenace, zplyňování a pyrolýza (Nizami a kol., 2015), jež jsou zároveň velmi složité a nákladné. Přesto pyrolýza představuje řadu výhod při řešení otázky tuhých plastových odpadů pocházejících z komunálního sektoru (Antelava a kol., 2019).

Energetické využití neboli tepelná recyklace je spalování plastového odpadu za účelem výroby energie ve formě elektřiny, tepla nebo páry. Plasty mají v porovnání s ostatními materiály velmi vysokou výhřevnost, z čehož plyne jejich vhodné využití jako zdroj energie (Bernardo a kol., 2016). Spalování polymerů je docela jednoduchý a také poslední krok zhodnocení kvalitativních vlastností plastového odpadu a probíhá při vysokých teplotách okolo 900°C. Velkou nevýhodou spalování jsou samozřejmě emise vznikající při samotném procesu, které je třeba kontrolovat a korigovat. Pozitivem a výhodou spalování je vznik tepelné energie, jíž je možno využít např. na výrobu energie (Zloch, 2011; Odstrčilová a kol., 2007). Na tomto místě je

třeba opět zmínit ZEVO, tedy zařízení pro energetické využití odpadu, kde dochází ke spalování např. komunálního odpadu (zdravotnický a průmyslový odpad se likviduje ve spalovnách). V současné době fungují v ČR 4 ZEVO dodávající teplo a elektrickou energii pro více jak 40 tisíc domácností ročně. ZEVO musí plnit přísná environmentální kritéria a nepředstavují tak zátěž pro ŽP. Obecným problémem je nedostatečná informovanost obyvatelstva, a proto dochází k velmi negativním reakcím na vytvoření ZEVO v blízkosti menších měst a obcí. EU velmi podporuje vznik ZEVO a v současné době je to jedno z efektivních řešení komplikované situace s dále nerecyklovatelnými odpady a směsných KO mnoha obcí v ČR (Šyc, 2018).

Důležitou zmínkou je také fakt, že recyklace odpadů a jeho spalování za využití vzniklé energie nejsou konkurenční procesy vzájemně, ale jsou to konkurenti pro nejméně vhodnou volbu odstraňování odpadů, kterou je skládkování (Beňo a kol., 2011). Skládka je podle zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech, v pozdějším znění, zařízení určené ke shromažďování a ukládání odpadu na nebo pod úroveň terénu. Díky vlastnostem plastů, a tedy plastového odpadu je velký problém zabezpečit jejich likvidaci běžným skládkováním. Plasty jsou díky svému komplikovanému složení, mnohočetnosti druhů, trvanlivosti a odolnosti velice těžko rozložitelné. Ať už při odhození v přírodě nebo volném uložení na skládce dokážou v nezměněné podobě přetrvat desítky let (Janoško, 2011).

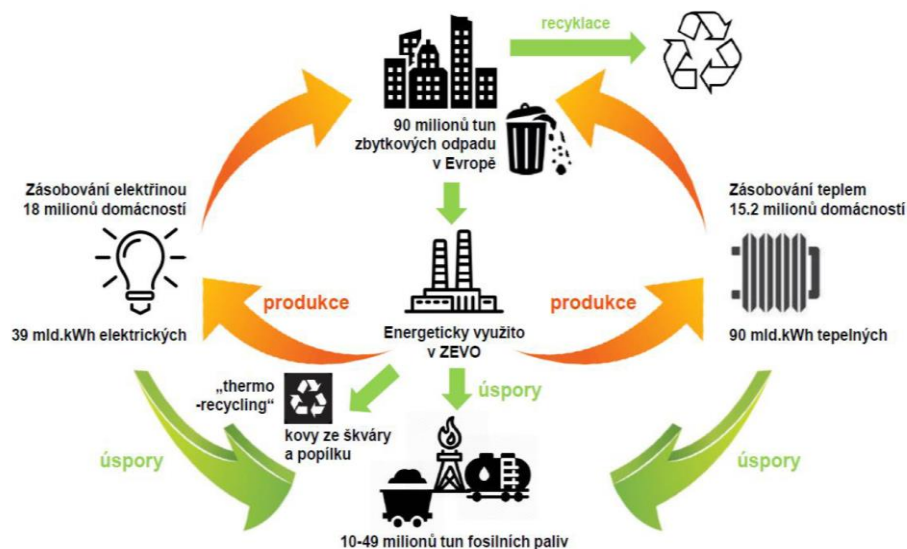
Způsob likvidace plastového odpadu je důležité zhodnotit i z pohledu posouzení životního cyklu výrobku, aby se porozumělo celému účinku na ŽP od pořízení, zpracování, používání až po likvidaci produktu.



**Obrázek 10** Otevřený životní cyklus jednorázového kelímku (vlastní zpracování podle Harst a Potting, 2014)

LCA jednorázových PP kelímků je relativně krátký otevřený cyklus, jehož postup je založen na porovnání různých fází zpracování odpadu: recyklace, spalování a skládkování v celém životním cyklu produktů kvantifikují dopady na ŽP. Výsledky se v mnoha výzkumech různí a záleží na zkoumaném materiálu a prostředí. Výsledky porovnání recyklace a spalování ukazují hlavní dopady obou variant při získávání a předběžném zpracování surovin (Treenate a kol., 2017). Recyklace ve všech porovnávaných fázích vykazuje příznivější výsledky než spalování (Rajendran a kol., 2013). Avšak Demetrious a Crossin (2019) uvádí, že skládkování směsného plastu je výhodnější než tepelné zpracování, tedy že normalizovaný a vážený smíšený plast

má nejméně negativní dopady při zpracování na skládce bez ohledu na použité metody hodnocení.



Obrázek 11 Příspěvek k energetickému mixu v EU (Šyc, 2018, zpracování ČEZ podle CEWEP, ©2018)

### 3.5.2. Modelový příklad nakládání s vratnými kelímký

Výroba jednorázových kelímků probíhá obecně v několika etapách. Každá společnost zabývající se jejich výrobou má svůj postup. Možnosti získání materiálu pro výrobu je buď primární zdroj PP bez příměsí a možnosti degradace jinými látkami, nebo recyklací již použitých plastů (Arena a kol. 2003).

Z vytríděných plastů od spotřebitelů získá výrobce polypropylenový granulát, který je nejdříve extrudován a díky zahřátí (220 – 260°C) a námaze smykem je přiveden k tzv. plastifikaci. Takto zpracovaný materiál je následně vytlačován jako fólie, která se chladí, řeže a navíjí na roli. V závislosti na počtu extruderů je vyráběna jednovrstvá či vícevrstvá fólie (DOPLA PAP, ©2019)

Druhou fází výroby je tvarování nahřáté fólie při teplotě okolo 150°C. Díky této teplotě se fólie za pomoci tlaku a tvarovacích nástrojů formuje do zvolené podoby. (Ducháček, 2011).

Poslední fází, která v případě čirých barev odpadá, je potisk daného výrobku. Každá společnost na trhu pak využívá různorodé přístupy a technologie tisku, záleží na materiálu, postupu výroby a požadavcích zákazníka. Tisk může probíhat formou technologie IML, sítotisku nebo suchého ofsetu.

Jednou z možností výroby plastového kelímku je také vstřikování do vstřikovací formy, v níž se zvolený materiál lisuje a probíhá následná úprava ořezáváním

a finalizace zvoleného produktu. Další možností je také vytlačovací vyfukování, jež bychom mohli považovat za nejrozšířenější způsob výroby dutých produktů. Tato metoda je omezena malou přesností výrobků a také produkcí relativně velkého množství odpadu, pozitivem je možnost velkoobjemové výroby (Greiner Packaging, ©2019).

Výroba opakovaně použitelných kelímků využívá tuhého PP, který je výrazně odolnější než lehčený PP pro výrobu jednorázových kelímků. Životní cyklus vratných kelímků je uzavřený a dá se říct, že po opakovaném používání, mytí a sušení, pokud dojde např. k destrukci kelímku, může být tento kus rozdrcen na plastový granulát a použit pro další výrobu. Záleží však na obsahu potisku či barvě a podle toho se řídí i oddělená recyklace. Na recyklaci vratných kelímků je zapotřebí více energie a vody na odstranění potisků a také roztřídění kvůli barevnosti, proto je důležité v komparaci s nakládáním s jednorázovými kelímky zvažovat opravdu všechny proměnné.

Pro výrobu vratných kelímků systému NICKNACK se používá polypropylen Mosten MT 230, který se zpracovává v rafinérii Unipetrol v Litvínově. Vlastní výroba probíhá vstřikováním do formy, tzv. horké vtoky ve společnosti NICK-NACK s.r.o. v Brně. Kelímek má rozměry 160 x 90x x 63 mm, váží 60 g a tloušťka stěny je 2 mm (Charvát, 2015).

Na boku kelímku je praktický klip systém pro snadné nošení. Společnost vyrábí kelímky čiré, barevné nebo s potiskem. Technologie potisku, jež společnost využívá, jsou rotační síťotisk a IML technologie. Podle dostupných zdrojů lze vratné kelímky používat opakovaně alespoň 100krát, avšak záleží na kvalitě tisku a výrobku obecně (Marek Štěpánek, II. 2020, in litt.).



Obrázek 12 Vratné kelímky NICKNACK (vlastní zpracování podle PO, ©2020 a NICKNACK, ©2020)

Společnost NICKNACK sama zajišťuje dovoz a odvoz kelímků na místa konání akcí, který probíhá za využití nákladních vozů, jejichž druh závisí na množství objednaných kelímků. Dále společnost poskytuje službu mytí a sušení kelímků a také jejich uskladnění mimo festivalovou sezonu.

Podle společnosti jsou všechny poškozené kelímky rozemlety do granulátu a vzniklý materiál je opět použit na výrobu dalších kelímků. Barevné kelímky a kelímky s potiskem je třeba třídit odděleně, z důvodů zabarvení a degradace výrobního materiálu.

Společnost NICKNACK, která vyrábí PP kelímky na opakové použití, nabízí službu chemického mytí kelímků vlastní produkce za pomoci velkokapacitní průmyslové myčky. V současné době je v ČR funkční právě tato jediná velkokapacitní myčka, pro podobné účely se připravuje výstavba další průmyslové myčky v blízkosti Prahy.

Z uvedeného tedy vyplývá, že jediná myčka musí vystačit na všechny akce a festivaly v celé republice, pokud si tedy organizátoři nezajistí vlastní způsob mytí kelímků. Problémovou oblastí je tedy i přes velkou výkonnost i kapacitu mycí linky její nedostatečnost v letní sezoně, kdy probíhají největší kulturní akce v ČR. NICKNACK vratné kelímky používají festivaly Colours of Ostrava, Let it Roll, Hip Hop Kemp a další. Je třeba zmínit, že v rámci náporu na mycí a sušící linku může docházet k nedostatečnému vysušení kelímků a tím i k jejich znehodnocení a snížení jejich kvality a odolnosti.

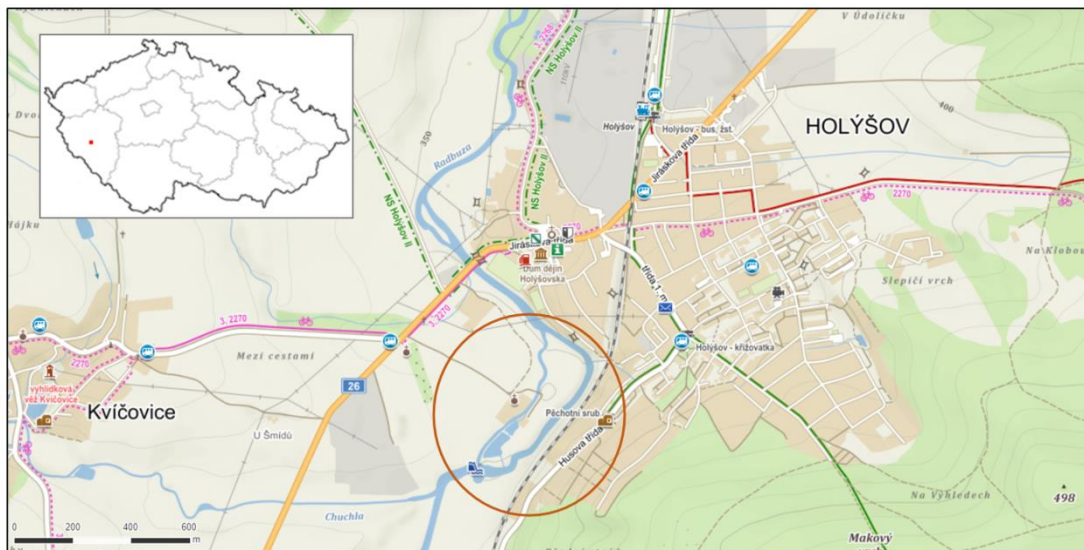


Obrázek 13 Mapa zastoupení společnosti NICKNACK na letních festivalech v ČR (NICKNACK, ©2020)



#### 4. CHARAKTERISTIKA STUDIJNÍHO ÚZEMÍ

Festival Pekelný ostrov se zrodil v roce 2012 na přírodním ostrůvku vytvořeném rozdělením ramene řeky Radbuzy v obci Holýšov v Plzeňském kraji ležící mezi Plzní a Domažlicemi. První ročníky festivalu lákaly své fanoušky na ověřenou klasickou rockovou hudbu české scény a kvalitní služby. Velkou devizou je příjemné přírodní prostředí v blízkosti řeky s možností koupání.



Obrázek 14 Mapa obce Holýšov s vyznačením místa konání festivalu (vlastní zpracování podle MAPY, ©2020)

V roce 2014 zařadili pořadatelé mezi účinkující poprvé i zahraniční kapelu. Tento trend na festivalu přetrvával, a tak na návštěvníky každý rok čeká překvapení v podobě zahraniční rockové kapely. Rok 2015 se nesl ve znamení změn, především se zvětšilo parkoviště a změnila se dispozice uspořádání areálu. Ročník 2016 byl pro festival zvláštní tím, že získal ocenění Čistý festival, což bylo další motivací pro pořadatele pořádat festival tak, aby do životního prostředí zasahoval co nejméně.

Festivalový park a přilehlá parkoviště zabíraly téměř 13 hektarů plochy. Novinkou pro rok 2017 se stala VIP zóna se stylovým anglickým dvoupatrovým autobusem. Návštěvníci měli ten nejlepší výhled na celý areál festivalu a především na pódia s účinkujícími. V roce 2018 se podařilo na břehu řeky Radbuzy vybudovat pláž u splavu v areálu festivalu.

Pro pořadatele festivalu, společnost Westmusic, s.r.o., nebyl tento festival první akcí. Předchůdcem byl festival Chodrockfest, který se od roku 2011 každým rokem také úspěšně opakuje. Pořadatelé PO nejdříve založili občanské sdružení (dnes zapsaný

spolek) Westmusic z.s., následovalo Westmusic, s.r.o. a nyní také Westmusic Production, s.r.o.



Obrázek 15 Upoutávka na festival Pekelný ostrov z roku 2019 (PO, ©2019b)

Celý festival se odehrává na okraji obce Holýšov, která díky každoročnímu náporu fanoušků rockové hudby zažívá třídní ekonomický boom. Svým zaměřením je festival lákavý pro rozmanité věkové kategorie posluchačů.

Festival zanechává velkou stopu na poměrně rozsáhlém území, v areálu se nachází dostatečné množství odpadkových košů i na tříděný odpad. Velké množství prostor pro osobní hygienu a jejich pravidelné a velmi zodpovědné vyvážení a čištění. Pořadatelé velmi efektivně řeší i problematiku placení, výběru hotovosti a průběh platebního styku. Návštěvníci festivalu mohou v celém areálu platit pouze čipovou peněženkou ukrytou v náramku, který při prvním vstupu do areálu obdrží každý účastník.



Obrázek 16 Mapa areálu festivalu Pekelný ostrov (PO, ©2019c)

## 5. METODIKA

Bakalářská práce je zpracována ve dvou rovinách, teoretické a praktické.

Literární rešerše je zpracována podle běžných zvyklostí s použitím tuzemských a zahraničních literárních zdrojů.

Praktická část práce se zaměřuje na osmý ročník festivalu Pekelný ostrov, který se konal ve dnech 5. – 6. 7. 2020. Tato část se zaměřuje na dvě skupiny výpočtů, a to na výpočet uhlíkové a vodní stopy jednorázových kelímků a vratných kelímků NICKNACK. Pro obě zmiňované varianty výpočtů byly použity údaje a informace poskytnuté pořadatelem festivalu PO a společnostmi poskytujícími ostatní služby související s chodem festivalu (tj. dodavatel vratných kelímků, společnost NICKNACK s.r.o., společnost zajišťující odvoz a likvidaci odpadů AVE CZ odpadové hospodářství, s.r.o.). Výpočty praktické části BP byly vypracovány s pomocí programu Microsoft® Excel® pro Office 365 MSO.

### 5.1. Metodika výpočtu uhlíkové stopy

Uhlíková stopa produktu (CFP) je tvořena součtem emisí skleníkových plynů a jejich výkyvů během celého životního cyklu výrobku vyjádřená ekvivalentem oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>e). Metoda výpočtu zohledňuje LCA výrobku za účelem vyčíslení celkového dopadu celkových emisí skleníkových plynů (GHG) (CI2, ©2020).

Normativním rámcem pro řešení uhlíkové stopy produktů je norma ČSN EN ISO 14067: Skleníkové plyny – Uhlíková stopa produktů – Požadavky a směrnice pro kvantifikaci. V rámci bakalářské práce byla použita srovnávací studie dvou produktů. Následující tabulka uvádí parametry obou hodnocených druhů kelímků. Pro účely BP byl uvažován čirý kelímek bez potisku.

Tabulka 1 Základní parametry posuzovaných kelímku

Kelímek 500 ml	Jednorázový PP kelímek	Vratný NICKNACK
<b>Rozměry</b>	122 x 95 x 57 mm	160 x 90 x 63 mm
<b>Váha</b>	14 g	60 g
<b>Tloušťka stěny</b>	0,2 mm	2 mm
<b>Počet užití</b>	1krát	5krát, 10krát

Pro výpočet CFP byly zohledněny následující fáze životního cyklu výrobku:

- Fáze výroby – pouze množství suroviny, potřebné na jedno užití výrobku,
- Fáze užití výrobku na festivalu,
- Fáze jeho likvidace výrobku jako odpad.

Pro výpočty CFP jednotlivých fází byly použity vzorce uvedené níže. Pro účely výpočtů byly použity tzv. emisní faktory (EF) vyjadřující objem skleníkových plynů v tunách CO<sub>2</sub> nebo dalších skleníkových plynů (vztažených na jednotku energie nebo jednotku množství daného zdroje) slouží k přepočtu energie na ekvivalentní množství skleníkových plynů. K převodu faktoru na odpovídající objem skleníkových plynů vyjádřený v ekvivalentech CO<sub>2</sub> se využívá potenciál globálního oteplování (GWP). GWP je vyjádřením odrazu určitého plynu na globálním oteplování (Lupač a kol., 2012).

**Pro výpočet CFP výroby** z použité suroviny potřebné pro výrobu kelímků byla použita data ze zprávy COWI (2018). Pro výrobu byl použit emisní faktor odpovídající výrobě 1 kg PP granulátu v průměrných evropských podmínkách (EF = 1,65 kg CO<sub>2</sub>e). V rámci výroby nebyla zohledněna technologie výroby kelímků ani doprava suroviny k výrobcí, protože je obdobná v obou případech.

Vzorec [5.1] použitý pro výpočet CFP daný množstvím suroviny pro výrobu jednorázového kelímku:

$$CFP \text{ výroba jednorázový} = \frac{EF \text{ výroby}}{1000} \times \text{hmotnost výrobku} \quad [5.1]$$

Kde:

*EF výroby* = emisní faktor výroby 1 kg PP (1,65 kg CO<sub>2</sub>e dle COWI, 2018),

*Hmotnost výrobku* = hmotnost jednorázového kelímku v gramech.

Vzorec [5.2] pro výpočet CFP daný množstvím suroviny pro výrobu vratného kelímku a jeho opakovaným použitím:

$$CFP \text{ výroba vratný} = \left( \frac{EF \text{ výroby}}{1000} \times \text{hmotnost výrobku} \right) \div \text{počet použití} \quad [5.2]$$

Kde:

*EF výroby* = emisní faktor výroby 1 kg PP (1,65 kg CO<sub>2</sub>e dle COWI, 2018),

*Hmotnost výrobku* = hmotnost vratného kelímku v gramech,

*Počet použití* = kolikrát je vratný kelímek použit (uvažováno 5krát a 10krát).

**Do výpočtu CFP fáze užití** na festivalu byl zahrnut dovoz kelímků na festival a odvoz kelímku do myčky a jeho mytí v případě vratných kelímků. Při výpočtu CFP dopravy výrobku byly zohledněny následující faktory:

- Ujeté kilometry,
- Hmotnost a počet přepravovaných kelímků,
- Emisní faktor (EF) dopravy.

Vzorec [5.3] výpočtu CFP pro fázi užití jednorázových kelímků na festivalu:

$$CFP \text{ užití jednorázový} = \frac{\text{hmotnost nákladu} \times \text{vzdálenost} \times EF \text{ dopravy}}{\text{počet kelímků v nákladu}} \quad [5.3]$$

Kde:

*Hmotnost nákladu* = celková hmotnost nákladu v tunách,

*Vzdálenost km* = ujetá vzdálenost v kilometrech,

*EF dopravy* = emisní faktor dopravy (0,13679 kg CO<sub>2e</sub> na t.km dle ELCD, 2016),

*Počet kelímků v nákladu* = počet kelímků potřebných pro účely festivalu.

Výše uvedený EF dopravy byl převzat z ELCD databáze 3.2 (ELCD, 2016), který, stejně jako v předchozím případě, odpovídá průměrné hodnotě pro Evropu na t.km nákladu pro dopravu typu malého nákladního vozu, emisní třídy Euro 0-4, o max. užitné hmotnosti 7,5 t a max. hmotnosti nákladu 3,5 t.

Vzorec výpočtu CFP pro fázi užití vratných kelímků na festivalu byl vypočten podle stejného vzorce jako v případě jednorázových kelímků (viz vzorec [5.3] výše) s tím rozdílem, že k CFP dopravy byla dále připočítána doprava vratných kelímků do myčky (opět spočítána dle vzorce [5.3] uvedeného výše) a současně bylo připočítáno CFP mytí vratných kelímků vypočítané dle vzorce [5.4] uvedeného níže:

Vzorec výpočtu CFP mytí vratných kelímků:

$$CFP \text{ mytí vratný} = EF \text{ výroby el. energie} \times \text{spotřeba elektrické energie} \quad [5.4]$$

Kde:

*EF výroby el. energie* = emisní faktor výroby elektrické energie (0,535 . 10<sup>-3</sup> kg CO<sub>2e</sub> na 1 kWh dle ČHMÚ, převzato z MHMP, 2018),

*Spotřeba elektrické energie* = spotřeba elektrické energie na mytí 1 kusu kelímku v kWh.

**Do výpočtu CFP fáze likvidace** po ukončení festivalu byl zahrnut odvoz kelímků do vybraného koncového zařízení (ZEVO nebo recyklace) a jeho likvidace v tomto zařízení. V případě jednorázových kelímků se jednalo o 100 % likvidaci použitých kelímků v ZEVO. V případě vratných byly zohledněny různé varianty výpočtu – poměr ZEVO a recyklace. Doprava do zařízení byla kalkulována dle vzorce [5.3] uvedeného výše.

Vzorec [5.5] výpočtu CFP fáze likvidace odpadu v ZEVO pro oba typy kelímků:

$$CFP \text{ likvidace ZEVO oba} = \text{hmotnost odpadu} \times EF \text{ spalovna} \quad [5.5]$$

Kde:

*Hmotnost odpadu* = celková hmotnost odváženého PP odpadu v kilogramech,

*EF spalovna* = emisní faktor pro energetické využití plastů (1,09013 kg CO<sub>2e</sub> na 1 kg odpadu dle ELCD, 2016).

Jako EF pro energetické využití plastů byla použita průměrná hodnota pro Evropu z databáze ELCD 3.2 (2016) ve výši 1,09013 kg CO<sub>2e</sub> na energetické využití 1 kg odpadu.

Vzorec [5.6] výpočtu CFP fáze likvidace odpadu v recyklačním zařízení pro vratný kelímek:

$$CFP \text{ recyklace vratný} = \text{hmotnost odpadu} \times EF \text{ recyklace} \quad [5.6]$$

Kde:

*Hmotnost odpadu* = celková hmotnost odváženého PP odpadu v kilogramech,

*EF recyklace* = emisní faktor pro recyklaci plastů (0,66146 kg CO<sub>2e</sub> na 1 kg odpadu dle ELCD, 2016).

Jako emisní faktor pro recyklaci plastů byla použita průměrná hodnota pro Evropu z databáze ELCD 3.2 (2016) ve výši 0,66146 kg CO<sub>2e</sub> na recyklaci 1 kg plastového odpadu.

**Celková CFP** posuzovaných kelímků je součtem tří posuzovaných fází – výrobní (pouze potřeba suroviny), užití a vybraný způsob likvidace nebo jeho kombinace.

Tabulka 2 Shrnutí hodnot použitých pro výpočet uhlíkové stopy kelímků

Hodnoty použité pro výpočty	PP jednorázový	vratný 5krát	vratný 10krát
Váha 1 ks v g	14	60	60
EF výroby PP v kg CO <sub>2</sub> e	1,65	1,65	1,65
Počet celkem	30000	30000	30000
<u>Počet použití</u>	<u>1</u>	<u>5</u>	<u>10</u>
Váha přepravního boxu g	1200	2420	2420
Počet přepravních boxů	37,5	139	139
Váha palety v g	20000	20000	20000
Počet palet	2	10	10
Hmotnost nákladu t	0,465	2,13638	2,13638
Vzdálenost od výrobce na festival v km	82	327	327
Počet jízd	2	4	4
EF dopravy v kg CO <sub>2</sub> e	0,13679	0,13679	0,13679
EF výroby elektrické energie v kg CO <sub>2</sub> e	0,000535	0,000535	0,000535
Spotřeba elektrické energie na 1 kus v kWh		0,23	0,23
EF energetického využití v kg CO <sub>2</sub> e	1,09013	1,09013	1,09013
Vzdálenost do spalovny v km	37	37	37
Počet jízd	2	2	2
Hmotnost plastového odpadu v t	0,42	0,36	0,18
EF pro recyklaci v kg CO <sub>2</sub> e	0,66146	0,66146	0,66146

## 5.2. Metodika výpočtu vodní stopy

Vodní stopa produktu je metrická hodnota, která kvantifikuje environmentální dopady spojené s vodou. Vyčísluje celkový objem vody potřebný k jeho vyprodukování, užívání nebo likvidaci. Načítá se tedy množství vody spotřebované a znečištěné v průběhu celého životního cyklu výrobku.

Normativním rámcem pro řešení vodní stopy produktu je norma ČSN EN ISO 14046: Environmentální management – Vodní stopa – Zásady, požadavky a směrnice.

V rámci BP nebyly komplexně vyčísleny dopady vodní stopy kelímků. Byla vyčíslena pouze vodní stopa užití vratných kelímků v rámci jejich mytí v průmyslové myčce. U jednorázových PP kelímků nebyla vodní stopa zohledněna, neboť pro fázi užití ani likvidace není zapotřebí vody.

Pro potřeby výpočtu vodní stopy vratného kelímku bylo třeba popsat technologii mytí a sušení kelímků, a s tím související spotřebu vody. Mytí kelímků probíhá v průmyslové tunelové myčce, která je rozčleněná na několik sekcí (sekce mytí, sekce oplachu a sekce vysoušecí). Vlastnosti myčky dovolují použít několik mycích cyklů,



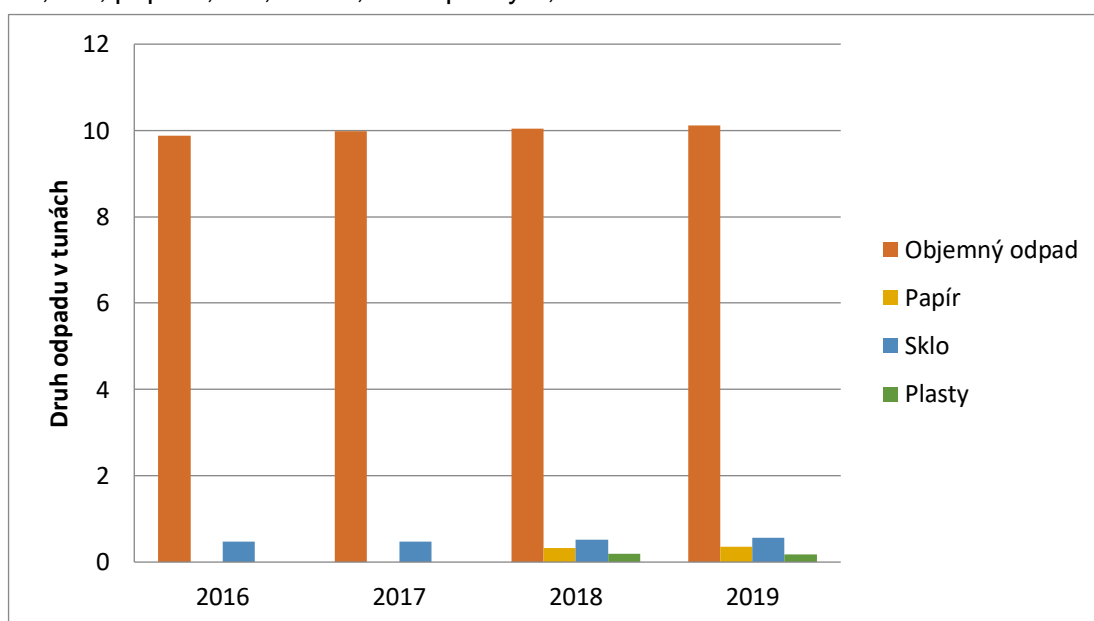
kteře trvají rŕznŕ dlooho (nejdŕle vŕŕak 6,5 minuty). Kaŕdŕy cyklus muŕŕi doŕŕhnout stejného vŕsledku, a to kvalitního umytí a vysuŕení bez rizikovŕch stop saponátu (Juraj Haberl, III. 2020, in verb.).

Vzorec pro vŕpočet vodnŕ stopy vratnŕch kelŕmkŕ (vodnŕ stopa mytí kelŕmkŕ) byl odvozen z dostupnŕch ŕdajŕ o hodinovŕm vŕkonu prŕmyslovŕ myčky. Pro určení vodnŕ stopy kelŕmku byl pouŕit vstupnŕ počet kelŕmkŕ za celŕ festival (30 000 kusŕ), spotřeba vody v mycŕ lince za hodinu (360 l) a spotřeba energie mycŕ linky za hodinu (750 kWh). Pře-početem na jeden mycŕ cyklus trvající 6,5 minuty bylo moŕné vyčíslit spotřebu na jeden kus kelŕmku a nŕslednŕ pak spotřebu vody na umytí vratnŕch kelŕmku potřebnŕch pro celŕ festival.

## 6. SOUČASNŔ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Festival Pekelnŕ ostrov začil s jednorázovŕmi kelŕmkŕ a neustálŕm bojem s velkŕm množstvŕm KO. V roce 2017 převzala ŕpolečnost AVE CZ odpadovŕ hospodŕřstvŕ, s.r.o. po skončení festivalu PO k ekologickŕ likvidaci odpady ve sloŕení objemnŕ odpad (smŕsnŕ, netřŕdŕnŕ) 0,27 t, smŕsnŕ komunální odpad 9,72 t a sklo 0,48 t.

V současnŕ dobŕ, kdy dochází i ze stran velkŕch vŕrobcŕ a znŕmŕch značek na trhu k negativnŕmu pŕŕstupu k jednorázovŕm plastŕm, rozhodli se i pořadatelŕ menšího rockovŕho festivalu na zŕpadŕ Ŕech k ukončení pouŕívání jednorázovŕch nŕpojovŕch kelŕmkŕ. Po rozhodnutŕ pořadatelŕ vedoucŕmu k pouŕívání vratnŕch kelŕmkŕ se skladba odpadu v roce 2018 zmŕnila nŕsledovnŕ objemnŕ odpad (smŕsnŕ, netřŕdŕnŕ) 10,04 t, papŕr 0,32 t, sklo 0,52 t a plasty 0,19 t.



Obrŕzek 17 Grafickŕ znŕzornŕnŕ množství odpadu za jednotlivŕ roky 2016 - 2019



V roce 2019 byly objemy odpadů zlikvidované společností AVE CZ odpadové hospodářství s.r.o. po skončení festivalu v podobném složení jako za rok 2018. Jak je vidět na obrázku č. 17, nedochází k velkým změnám ani při přechodu na vratné kelímky. Pořadatel festivalu od roku 2018 třídí také papír a plast (Martin Bečvář, II. 2020, in litt.).

Neopominutelnou součástí festivalu je také pestrá škála občerstvení, stánků s jídlem a nápoji. S tím souvisí téma bakalářské práce, kelímky. I přes celoplošné rozhodnutí pořadatelů pro použití vratných kelímků NICKNACK, se v areálu vyskytovaly i běžné jednorázové kelímky, do kterých menší prodejce prodával specifický alkohol. Hlavní podíl na použitém druhu kelímků měly však preferované vratné kelímky NICKNACK.

Na prvním místě stojí samozřejmě environmentálně šetrné řešení, ale časem se dle slov pořadatele ukazuje, že vratné kelímky nejsou z důvodů finančních i materiálových nákladů na výrobu a následné čištění a skladování zcela vhodným východiskem.

Zásadní problém spočívá v přepravě použitých kelímků, které se odváží na mytí přes celou republiku. Jediná velkokapacitní myčka pro tyto účely se v současnosti vyskytuje pouze v Brně, kde dochází k chemickému mytí vratných kelímků, které se ze zákona nesmí použít vícekrát než jednou, byť by spotřebitel sám požádal o použití stejného kelímku. K chemickému mytí se užívají různé čisticí prostředky, samozřejmě elektrická energie a v neposlední řadě stále vzácnější voda.

Dalším problémem je, že počet otočení (použití) jednoho kelímku nejsou tisíce ani stovky, ale max. 10 otočení dle slov organizátora (výrobce uvádí 100 a více použití). Vzhledem k tomu, že je tento vratný kelímek mnohem silnější než obyčejný jednocestný kelímek, je při výrobě spotřebováno mnohem více materiálu (plastu), energie a vody.

Důvodem pro volbu vratných kelímků bylo také finanční hledisko. Celé je postavené na zakoupení a ponechání si kelímku návštěvníky, protože pořizovací náklady jsou cca 18,- Kč a vybíraná záloha na jeden kelímek je 50,- Kč. Pekelný ostrov dělá i vlastní edici kelímků s vlastním grafickým motivem, díky kterému si v dobách počátku vratných kelímků návštěvníci odnášeli kelímky jako suvenýr. Bohužel i toto hledisko již není rentabilní. Doba, kdy si návštěvníci nechávali všechny druhy kelímků, je pryč. Trh je nasycen, málo kdo chce zvyšovat počet svých nahromaděných suvenýrů. Jak uvádí organizátor festivalu PO, ročně si návštěvníci ponechají zhruba 1 000 festivalových kelímků jako upomínku. Celkově nechává organizátor vyrábět 5 000 festivalových kelímků, zbytek je doplněn čirými NICKNACK kelímky. Nehledě

na to, že distribuce vratných kelímků vyžaduje hodně logistiky a celý tým, který se o ni stará. Nadcházející ročník festivalu PO bude opět využívat kelímky NICKNACK tak, jako tomu bylo po dvě předešlé sezony.

## 7. VÝSLEDKY

### 7.1. Uhlíková stopa jednorázových a vratných kelímků

Do výpočtů CFP obou druhů kelímků byly zahrnuty údaje uvedené v tabulce č. 2, zobrazující proměnné vstupující do fáze výroby, užití a likvidace produktu. Důležitou proměnnou ve výpočtu byl počet použití, který je u vratného kelímku uvažován při minimálním užití 5krát a pro účely festivalu max. 10krát. Velký rozdíl je dále spatřován ve vzdálenosti, na kterou se oba druhy kelímků dopravují na festival PO. Vratné kelímky jsou dováženy ze skladu v Brně, jednorázové z nedalekého Horšovského Týna. Kromě toho vstupuje do výpočtu také proměnná počtu jízd nákladního vozidla, neboť u vratných kelímků muselo být do výpočtu zahrnuta cesta nákladního automobilu 4krát (z důvodu odvozu špinavých kelímků zpět k mytí a následnému uskladnění po skončení festivalu) a u jednorázových pouze dvakrát. Je třeba se také zaměřit na váhu samotného nákladu, do které výrazně zasahují různé typy přepravních boxů podle druhů kelímku.

Fáze likvidace byla u jednorázového kelímku formou spalování v ZEVO Chotíkov. Péči o odpady zajišťuje na festivalu PO společnost AVE CZ odpadové hospodářství s.r.o. Tato společnost před začátkem festivalu naveze dostatečné množství kontejnerů na směsný i tříděný odpad. Následně je po skončení festivalu jednorázově odváží. V rámci BP je tedy uvažována cesta kontejneru z centrálního skladu v Plzni a cesta odpadu do ZEVO Chotíkov. Odpadní společnost likviduje směsné odpady formou spalování v ZEVO s následným energetickým využitím (Martin Bečvář, II. 2020, in litt.), z tohoto důvodu nevstupovala do výpočtu možnost skládkování odpadu.

Tabulka 3 Výsledky výpočtu uhlíkové stopy jednorázových a vratných kelímků

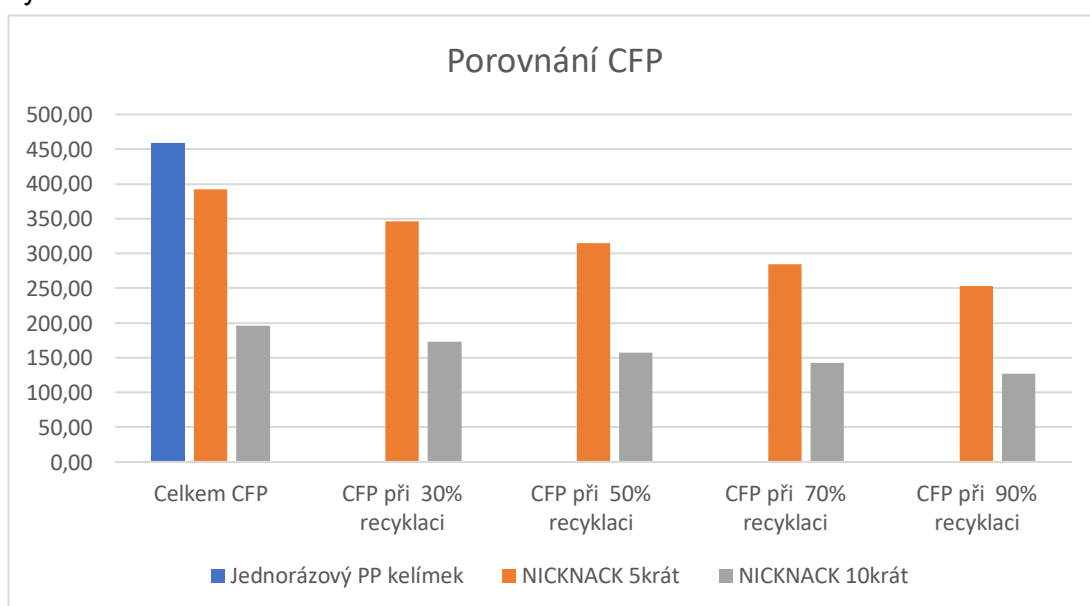
CFP (kg CO <sub>2e</sub> )	PP jednorázový	vratný 5krát	vratný 10krát
CFP výroby suroviny	0,02310	0,01980	0,00990
CFP užití	0,00038	0,01406	0,01406
CFP likvidace ZEVO	457,85474	392,44692	196,22340
CFP celkem	457,87822	392,48074	319,28340

Celková uhlíková stopa obou produktů je znázorněna v tabulce č. 3. Podle výpočtů je patrné, že vratný kelímek je třeba použít minimálně 5krát, aby se daná varianta vyplatila více, než užití jednorázového kelímku. Zásadní proměnnou je u obou výrobků jejich likvidace, která se projevuje nejvyšším zatížením. Vratný kelímek se zvýšením počtu užití a navýšením poměru recyklace vyplácí výrazně více. Při pětinasobném použití vratného kelímku je jeho CFP oproti jednorázovému kelímku o 15% nižší, avšak u desetinásobného použití je CFP vratného kelímku už o 58 % nižší.

Tabulka 4 Změny uhlíkové stopy vratného kelímku při různých variantách recyklace

CFP vč. recyklace (kg CO <sub>2</sub> e)	vratný 5krát	vratný 10krát
30% recyklace kelímků	346,1506	173,0752
50% recyklace kelímků	315,2864	157,6432
70% recyklace kelímků	284,4221	142,2111
90% recyklace kelímků	253,5579	126,7789

Při komparaci výsledku je třeba zmínit, že s rostoucí mírou recyklace vratného kelímku klesá jeho celková CFP a snižují se tak jeho environmentální dopady. Na obrázku č. 18 jsou patrné výrazné změny při zohlednění 30 % (míra recyklace obecně uváděná plastickým průmyslem), 50 %, 70 % a 90 % míry recyklace a také je zde vyobrazen markantní rozdíl mezi variantami užití kelímku 5krát a 10krát.



Obrázek 18 Porovnání výsledků CFP obou variant kelímků při zohlednění různé míry recyklace vratných kelímků

## 7.2. Vodní stopa vratných kelímků

Vodní stopa byla pro účely BP sledována pouze v případě vratných kelímků, neboť jednorázové kelímky se po použití přímo likvidují. K mytí kelímků nedochází přímo na festivalu, ale ve velkokapacitní průmyslové myčce v Brně.

Tabulka 5 Přepočet spotřeby vody a energie na umytí vratného kelímku

Spotřeba na 1 cyklus	Hodina	Minuta	Mycí cyklus 6,5 min	Spotřeba na 1 kelíme	Celková spotřeba na festival
Počet kelímků	3200	53,33	346,67		
Spotřeba vody [l]	360	6,00	39,00	0,11	3375,00
Spotřeba energie [kWh]	750	12,50	81,25	0,23	7031,25

U vratných kelímků byla z dostupných informací vypočtena částečná vodní stopa, která činí 0,11 l na jeden kelímek. Při zohlednění celkového počtu vratných kelímků na festivalu, tj. 30 000 ks, pak festival díky užití těchto kelímků spotřebuje na jejich omytí celkem 3,375 m<sup>3</sup> vody a 7,03 MWh elektrické energie. Spotřeba vody není významná, ale v případě elektrické energie, při zohlednění EF výroby elektrické energie (pro energetický mix) ve výši 0,535 kg CO<sub>2e</sub> na 1 MWh (dle ČHMÚ, převzato z MHMP, 2018), se mytím kelímků se ročně vyprodukuje 3,76 kg CO<sub>2e</sub>.

## 7.3. Ekonomické aspekty užití jednorázových a vratných kelímků

V rámci posuzování je vždy třeba také uvážit finanční náklady na pořízení obou variant kelímků. Náklady na pořízení jednorázových kelímků jsou pro festival minimálně o polovinu nižší než finance vynaložené na nákup, dopravu, mytí a skladování kelímků vratných. Je třeba si uvědomit, že počet kelímků je v obou variantách pro festival stejný a neměnný. Jednorázové kelímky i s dopravou a následnou likvidací vychází pro festival z pohledu financí výhodněji. Pořízení jednorázových kelímků je pro festival náklad cca 25 000,- Kč, pořízení vratných kelímků cca 57 000,- Kč (Martin Štengl, X. 2019, in litt.).

## 8. DISKUZE

Uhlíková stopa je měřítkem dopadu lidské činnosti na životní prostředí a na klimatické změny. Specifikace uhlíkové stopy na jednotlivý produkt určí celkové množství emisí skleníkových plynů, které se uvolní během jeho výroby, spotřeby a likvidace (CI2, ©2020). Komparací uhlíkových stop jednotlivých produktů je možné vybrat environmentálně a případně i ekonomicky výhodnější produkty.

Výpočty uhlíkové stopy uvedené v bakalářské práci poukazují na potřebu změny chování a přístupu v likvidaci odpadů. Na řešeném případě je patrné, že velkou zátěží je v rámci celého životního cyklu produktů jejich doprava. Další velmi důležitou fází je pak jejich likvidace. Právě na přístupu k likvidaci plastového odpadu záleží jak významné bude jeho působení na životní prostředí.

V rámci Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008, a stejně tak v našem zákoně o odpadech, je preferováno nakládání s odpady v pořadí recyklace, energetické využití a skládkování, kterému by se v blízké době mělo zamezit úplně. Jak uvádí Antelava a kol. (2019) je určitě ekonomicky i environmentálně výhodnější plastový odpad recyklovat a znovu využít a teprve až v druhé řadě ho spálit. Stejného názoru je i Běho a kol. (2011), kteří konstatují, že zvýšení míry recyklace odpadu a jeho opětovného použití se významně snižují jejich environmentální dopady. Tento předpoklad byl v rámci BP potvrzen a je patrné, že právě energetické využití zvyšuje environmentální dopady obou kelímků.

Důležité je také opakované použití vratných kelímků. Pokud by byly použity pouze jednou, jejich celková CFP bude mnohonásobně vyšší než u jednorázových kelímků. Je to způsobeno převážně množstvím spotřebovaného materiálu na výrobu vratného kelímku a také odlišným způsobem balení a přepravy tohoto produktu. Proto je třeba edukovat návštěvníky festivalů, aby s vratnými kelímky zacházeli šetrně, aby počet cyklů užití byl co nejvyšší.

Úplná vodní stopa nebyla v rámci bakalářské práce zpracována, hlavním důvodem bylo malé množství vody potřebné k omytí vratných kelímků (cca 3 m<sup>3</sup> ročně za celý festival). Hlavním a rozhodujícím faktorem je doprava vratných kelímků do myčky, která razantně zvyšuje CFP produktu, protože asi spotřeba elektrické energie není v rámci mytí vysoká.

Z ekonomického hlediska je pro festival výhodnější varianta jednorázových kelímků, která je cca o polovinu levnější (cca 25 000,- Kč vs. cca 57 000,- Kč dle Martin Štengl,

X. 2019, in litt.), nicméně její společenské a environmentální dopady projevují opačně. Je tedy dobře, že organizátoři festivalu věnují této problematice pozornost.

## 9. ZÁVĚR A PŘÍNOS PRÁCE

Bakalářská práce je zaměřena na zhodnocení environmentálních dopadů používání jednorázových a vratných polypropylenových kelímků na letním festivalu Pekelný ostrov. Analýza byla realizována pomocí výpočtu uhlíkové a vodní stopy vybraných druhů kelímků.

V rámci výpočtu uhlíkové stopy produktů bylo zjištěno, že je environmentálně šetrnější využívání vratných kelímků, avšak pouze za předpokladu minimálně pětinasobného užití. Je-li vratný kelímek použit alespoň 5krát, jeho uhlíková stopa je o 15% nižší než uhlíková stopa jednorázového kelímku. Pozitivně se na uhlíkové stopě vratného kelímku také podepisuje možnost recyklace tohoto kelímku na konci jeho životnosti. U vratných kelímků se velkou měrou na celkové CFP podílí zvláště doprava vratných kelímků na festival a zpět na mytí a skladování. Naopak u jednorázových kelímků se na celkové uhlíkové stopě nejvíce podílí fáze likvidace, která probíhá v zařízení ZEVO.

Z ekonomického hlediska, s ohledem na pořizovací cenu, způsob balení a přepravy, se ukázaly jako výhodnější variantou jednorázové kelímky, které lze počítat cca o polovinu levněji než vratné kelímky.

Za hlavní přínos bakalářské práce je považován praktický výpočet a srovnání uhlíkové stopy jednorázového a vratného kelímku pro účely konkrétního festivalu. Výsledky práce mohou být dále použity pro budoucí rozhodování a řešení environmentálních dopadů během podobných společenských akcí.

## 10. PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ

### Literární zdroje:

ANTEJAVA, A., DAMILOS, S., HAFEEZ, S., MANOS, G., AL-SALEM, S.M., SHARMA, B.K., KOHLI, K., CONSTANTINO, A., 2019: Plastic solid waste (PSW) in the context of Life Cycle Assessment (LCA) and sustainable management. *Environmental Management* 64: 230–244.

ARENA, U., MASTELLONE, M.L., PERUGINI, F., 2003: Life Cycle Assessment of a Plastic Packaging Recycling System. *Plastic Packaging Recycling* 8: 92–98.

BAUER, D., PAPP, K.; POLIMENI, J., MAYUMI, K., GIAMPIETRO, M., ALCOTT, B., 2017: The Jevons Paradox and the Myth of Resource Efficiency Improvements. *Sustainability: Science, Practice and Policy* 5-1: 48-54.

BEŇO Z., ELSÄSSER T., HOUDKOVÁ L., PĚČEK J., SPONAR J., TABASOVÁ A., 2011: *Recyklace: Efektivní způsoby zpracování odpadů*. Vitium, Brno, 149 s., ISBN 978-80-214-4240-5.

BERNARDO, C.A., SIMÕES, C.L., COSTA PINTO, L.M., 2016: Environmental and economic life cycle analysis of plastic waste management options. *AIP Conference Proceedings* 1779 (140001): 1–5. 21 – 25 September 2015, Graz, Austria.

DALY, H., 2007: *Ecological economics and sustainable development. Selected essays of Herman Daly*. Edward Elgar Publishing Limited, Cheltenham, UK. ISBN: 9781847201010.

DEMETRIOUS, A. a CROSSIN, E., 2019: Life cycle assessment of paper and plastic packaging waste in landfill, incineration, and gasification-pyrolysis. *Journal of Material Cycles and Waste Management* 21: 850–860.

DESROCHERS, P., 2004: Industrial symbiosis: The case for market coordination. *Journal of Cleaner Production*. Volume 12, Issues 8–10: 1099-1110.

DUCHAČEK, V., 2011: *Polymery: výroba, vlastnosti, zpracování, použití*. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha, 276 s. ISBN 978-80-7080-788-0.

EMADIAN, S.M., ONAY, T.T., DEMIREL, B., 2016: Biodegradation of bioplastics in natural environments. *Waste Management* 59: 526–536.

FROSCH, R. A. a GALLOPOULOS, N. E. (1989): *Strategies for Manufacturing*. *Scientific American* 261: 144–152.

HARST, E. a POTTING, J., 2014: Variation in LCA results for disposable polystyrene beverage cups due to multiple data sets and modelling choices. *Environmental Modelling & Software* 51: 123–135.

JANOŠKO I., 2011: Odpadní plasty - odstraňování a recyklace. *Komunální technika* 2: 41–42.

KINGSTON, S., HEYVAERT, V., ČAVOŠKI, A., 2017: *European environmental law*. Cambridge University Press, Cambridge, 558 s. ISBN 110764044X.

KORHONEN, J., HONKASALO, A., SEPPÄLÄ, J., 2018: Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics* 143: 37–46.

KULHÁNKOVÁ, P., 2018: Problematika cirkulární ekonomiky a účinného využívání zdrojů. *Odpadové fórum - electronic peer-reviewed journal on all topics of industrial and municipal ecology* 12. CEMC - Czech Environmental Management Center, Praha. ISSN 1804-0195.

KŮS, L., DVOŘÁKOVÁ, P., 2019: Sklárky odpadů a zařízení určená k odstraňování či úpravě odpadů za rok 2018. *Odpadové fórum - electronic peer-reviewed journal on all topics of industrial and municipal ecology* 6. CEMC - Czech Environmental Management Center, Praha. ISSN 1804-0195.

LUPAČ, M., NOVÁK, J., TŘEBICKÝ, V., 2012: Uhlíková stopa města: metodika pro stanovení místního příspěvku ke klimatické změně. *Týmová iniciativa pro místní udržitelný rozvoj*, Praha, 38 s.

NIZAMI, A.S., REHAN, M., OUDA, O.K., SHAHZAD, K., SADEF, Y., IQBAL, T., ISMAL, I.M., 2015: An argument for developing waste-to-energy technologies in Saudi Arabia. *Chemical Engineering transactions* 45: 337–342.

NORTON, B., COSTANZA, R., BISHOP, R. C., 1998: The evolution of preferences - why 'sovereign' preferences may not lead to sustainable policies and what to do about it. *Ecological Economics* 24: 193–211.

ODSTRČILOVÁ L., KVAPILOVÁ P., HOZÍKOVÁ B., JANÍČEK A., BAUMANN E., 2007: Plasty - zátěž pro životní prostředí. In: ZLOCH, J., 2011: *Biodegradabilní plasty a plastové odpady, jejich úprava, zhodnocení a odstranění*. Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Brno. 67 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. Ústřední knihovna Mendelovy univerzity v Brně.

RAJENDRAN, S., HODZIC, A., SCELISI, L., HAYES, S., SOUTIS, C., ALMA'ADEED, M., KAHRAMAN, R., 2013: Plastics recycling: insights into life cycle impact assessment methods. *Plastics, Rubber and Composites* 42: 1–10.



STAHEL, W. R., 2016: The circular economy. *Nature* 531 (7595): 435-438.

TREENATE, P., LIMPITAKPHONG, N., CHAVALPARIT, O., 2017: A complete life cycle assessment of high density polyethylene plastic bottle. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 222 012010. 10 – 12 May 2017, Hiroshima, Japan.

TUHÁČEK, M., JELÍNKOVÁ, J., 2015: *Právo životního prostředí: praktický průvodce*. Grada, Praha, 288 s. ISBN 978-80-247-5464-2.

ZIMOVÁ, M., MATĚJŮ, L., 2019: *Oběhové hospodářství a zdraví, příležitosti a rizika*. Odpadové fórum - electronic peer-reviewed journal on all topics of industrial and municipal ecology 5. CEMC - Czech Environmental Management Center, Praha. ISSN 1804-0195.

ZINK, T., GEYER, R., 2017: Circular Economy Rebound. *Journal of Industrial Ecology* 21 (3): 593–602.

#### **Zákony, vyhlášky a normy:**

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, v pozdějším znění a prováděcí předpisy k tomuto zákonu.

Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů, v pozdějším znění a prováděcí předpisy k tomuto zákonu.

Vyhláška č. 199/2019 Sb., kterou se mění vyhláška č. 94/2016 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů.

Vyhláška č. 200/2019 Sb., kterou se mění vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů, a vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů.

Nařízení vlády č. 352/2014 Sb., o Plánu odpadového hospodářství České republiky pro období 2015-2024.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008, o odpadech a o zrušení některých směrnic.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 94/62/ES, o obalech a obalových odpadech.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2019/904 ze dne 5. června 2019 o omezení dopadu některých plastových výrobků na životní prostředí.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/852 ze dne 30. května 2018, kterou se mění směrnice 94/62/ES o obalech a obalových odpadech.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES ze dne 21. října 2009, o stanovení rámce pro určení požadavků na ekodesign výrobků spojených se spotřebou energie.

ČSN EN ISO 14040: Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Zásady a osnova. Český normalizační institut, Praha, 2006. 36 s.

ČSN EN ISO 14044: Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Požadavky a směrnice. Český normalizační institut, Praha, 2006. 68 s.

ČSN EN ISO 14046: Environmentální management – Vodní stopa – Zásady, požadavky a směrnice. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2016. 52 s.

ČSN EN ISO 14067: Skleníkové plyny – Uhlíková stopa produktů – Požadavky a směrnice pro kvantifikaci. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha 2019. 64 s.

#### **Internetové zdroje:**

CI2, ©2020: Co je to uhlíková stopa (online) [cit. 2020.02.17], dostupné z <https://ci2.co.cz/cs/co-je-uhlikova-stopa>

DOPLA PAP, ©2019: Plastová výroba (online) [cit. 2019.12.23], dostupné z <https://www.doplapap.cz/o-nas/technologie/plastova-vyroba.html>

Greiner packaging, ©2019: Výrobní technologie (online) [cit. 2019.12.29], dostupné z <https://www.greiner-gpi.com/cz/technologie/>

Hlavní město Praha: Magistrát hl. m. Prahy (MHMP), ©2020: Praha životní prostředí 2018: Elektronická zpráva o stavu životního prostředí (online) [cit. 2020.03.22], dostupné z [http://portalzp.praha.eu/jnp/cz/ekologicka\\_vychova\\_ma21/informacni\\_sytem\\_o\\_zp/publikace\\_aplikace/index.html](http://portalzp.praha.eu/jnp/cz/ekologicka_vychova_ma21/informacni_sytem_o_zp/publikace_aplikace/index.html)

Mapy.cz, ©2019: Plánovač tras (online) [cit. 2019.11.16], dostupné z <https://mapy.cz/zakladni?x=13.1164534&y=49.5948601&z=12&source=muni&id=1164>

MPO, ©2019: Politika druhotných surovin ČR (online) [cit. 2019.11.08], dostupné z <https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/politika-druhotnych-surovin-cr/2019/8/Politika-druhotnych-surovin-CR.pdf>

MŽP, ©2019: OECD pomůže České republice s přípravou strategie oběhového hospodářství (online) [cit. 2019.11.24], dostupné z [https://www.mzp.cz/cz/news\\_191011\\_OECD\\_pomuze\\_Ceske\\_republice\\_pripravo\\_u\\_strategie\\_obehoveho\\_hospodarstvi](https://www.mzp.cz/cz/news_191011_OECD_pomuze_Ceske_republice_pripravo_u_strategie_obehoveho_hospodarstvi)

NICKNACK, ©2020a: Novinky v NickNacku (online) [cit. 2020.01.17], dostupné z <https://www.nicknack.cz/12/10/2019/nicknack-x-mestske-slavnosti/>

NICKNACK, ©2020b: Produkt (online) [cit. 2020.01.17], dostupné z <https://www.nicknack.cz/vratny-plastovy-kelimek-s-potiskem/>

Pekelný ostrov, ©2019a: O Pekelném ostrově (online) [cit. 2019.11.14], dostupné z <https://www.pekelnyostrov.cz/festival/profil>

Pekelný ostrov, ©2019b: Místo konání festivalu (online) [cit. 2019.11.14], dostupné z <https://www.pekelnyostrov.cz/festival/misto>

Pekelný ostrov, ©2019c: Mapa areálu (online) [cit. 2019.11.14], dostupné z <https://www.pekelnyostrov.cz/4714ec8598703462f107edf5857fbd4f.jpg>

Poslanecká sněmovna Parlamentu ČR, ©2018: Trendy v nakládání s odpady (online) [cit. 2020.02.06], dostupné z <https://www.psp.cz/sqw/hp.sqw?k=4606&td=19&cu=9&fbclid=IwAR1tSSVU7DPUJ VH0CEQkDRMa5wmN3vIwMsisV-1hCS3kFESQBbFmVAh0kh4>

Ostatní zdroje:

COWI A/S and Utrecht University, 2018: Environmental impact assessments of innovative bio-based products – Summary of methodology and conclusions. Publications office of the European Union, Luxembourg. 131 s.

ELCD, 2016: European reference Life Cycle Database 3.2. Dtabáze stažená přes server Nexus (dostupné z <https://nexus.openlca.org/database/ELCD>) a použita v software OpenLCA (dostupný z <http://www.openlca.org/openlca/>).

EK, 2015: COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy. COM/2015/0614 final 02/12/2015.

EP, 2019: ZPRÁVA KOMISE EVROPSKÉMU PARLAMENTU, RADĚ, EVROPSKÉMU HOSPODÁŘSKÉMU A SOCIÁLNÍMU VÝBORU A VÝBORU REGIONŮ o provádění akčního plánu pro oběhové hospodářství. COM/2019/190 final 04/03/2019.

Charvát, M., 2015: Vratné ekologické kelímky jako marketingový nástroj a jejich využití ve sportovním sektoru. Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií, Brno. 88 s. (diplomová práce). „nepublikováno“. Dep. Univerzitní repozitář - IS MU.

Šalanda, P., 2017: Biodegradabilní plasty v systému nakládání s odpady. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Praha. 43 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. Digitální repozitář UK.

Šyc, M., 2018: Tisková zpráva Pirátské strany k události, informace o energetickém využívání odpadů, dodal Ing. Michal Šyc, Ph.D., Vedoucí vědeckého oddělení environmentálního inženýrství Ústavu chemických procesů AV ČR v.v.i.

### Seznam obrázků:

Obrázek 1 Rámec pro sledování oběhového hospodářství (EP, ©2018).....	7
Obrázek 2 Zobrazení toků v oběhovém hospodářství EU (EP, ©2018).....	8
Obrázek 3 Potenciál oběhového hospodářství (vlastní zpracování podle Korhonen a kol., 2018).....	9
Obrázek 4 Struktura oběhového hospodářství (MŽP, ©2019).....	10
Obrázek 5 Zpracování KO v EU (EP, ©2018).....	11
Obrázek 6 Míra recyklace podle toků odpadů (EP, ©2018).....	12
Obrázek 7 Fáze posuzování životního cyklu, LCA (vlastní zpracování podle ČSN EN ISO 14040).....	15
Obrázek 8 Inventarizace životního cyklu, LCI (vlastní zpracování podle ČSN EN ISO 14044).....	16
Obrázek 9 Prvky hodnocení dopadů životního cyklu, LCIA (vlastní zpracování podle ČSN EN ISO 14044).....	17
Obrázek 10 Otevřený životní cyklus jednorázového kelímku (vlastní zpracování podle Harst a Potting, 2014).....	20
Obrázek 11 Příspěvek k energetickému mixu v EU (Šyc, 2018, zpracování ČEZ podle CEWEP, ©2018).....	21
Obrázek 12 Vratné kelímky NICKNACK (vlastní zpracování podle PO, ©2020 a NICKNACK, ©2020).....	22
Obrázek 13 Mapa zastoupení společnosti NICKNACK na letních festivalech v ČR (NICKNACK, ©2020).....	23
Obrázek 14 Mapa obce Holýšov s vyznačením místa konání festivalu (vlastní zpracování podle MAPY, ©2020).....	24
Obrázek 15 Upoutávka na festival Pekelný ostrov z roku 2019 (PO, ©2019b).....	25
Obrázek 16 Mapa areálu festivalu Pekelný ostrov (PO, ©2019c).....	25
Obrázek 17 Grafické znázornění množství odpadu za jednotlivé roky 2016 - 2019	31
Obrázek 18 Porovnání výsledků CFP obou variant kelímků při zohlednění míry recyklace vratných kelímků.....	34

### Seznam tabulek:

Tabulka 1 Parametry podle druhu kelímku (vlastní zpracování).....	26
Tabulka 2 Shrnutí hodnot použitých pro výpočet uhlíkové stopy kelímků.....	30
Tabulka 3 Výsledky výpočtu uhlíkové stopy jednorázových a vratných kelímků.....	33
Tabulka 4 Změny CFP při různých variantách recyklace.....	34
Tabulka 5 Přepočítání spotřeby vody a energie na 1 kelímek.....	35