



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV PROCESNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF PROCESS ENGINEERING

NAKLÁDÁNÍ S PET ODPADEM V RÁMCI ČESKÉHO ODPADOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ

PET WASTE TREATMENT IN THE CZECH WASTE MANAGEMENT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

Ondřej Hanáček

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE

Ing. Jiří Kropáč, Ph.D.

SUPERVISOR

BRNO 2023

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav procesního inženýrství
Student:	Ondřej Hanáček
Studijní program:	Základy strojního inženýrství
Studijní obor:	Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce:	Ing. Jiří Kropáč, Ph.D.
Akademický rok:	2022/23

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Nakládání s PET odpadem v rámci českého odpadového hospodářství

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

V ČR od ledna 2021 platí nový harmonizovaný Zákon o obalech (545/2020 Sb.) a Zákon o odpadech (541/2020 Sb.), které vytyčují cíle v oblasti odpadového hospodářství, což souvisí s aktuální celoevropskou snahou o zvýšení recyklovatelnosti odpadních obalů. Práce se zaměřuje na materiálové toky PET odpadu vznikajícího v českých obcích. PET může být přítomen v různých druzích komunálního odpadu (směsný, separovaný) a je možné jej po vhodné úpravě znovuvyužít v rámci celé řady zpracovatelských procesů. Využity a vyhodnoceny budou reálné údaje o produkci a složení různých odpadových toků v ČR.

Cíle bakalářské práce:

Úvod a legislativní vymezení problematiky.

Popis systémů sběru a zpracování PET odpadů.

Rešerše zahrnující popis a technické charakteristiky systémů v kontextu zpracování komunálního odpadu v českém odpadovém hospodářství.

Porovnání systémů nakládání s odpadním PET na základě technicko-ekonomických parametrů.

Seznam doporučené literatury:

Ministerstvo životního prostředí ČR: Plán odpadového hospodářství ČR pro období 2015 – 2024. Prosinec 2014, dostupné na [www: http://www.mzp.cz/cz/plan_odpadoveho_hospodarstvi_cr](http://www.mzp.cz/cz/plan_odpadoveho_hospodarstvi_cr).

BEŇO, Z. Recyklace: efektivní způsoby zpracování odpadů. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta strojního inženýrství, Ústav procesního a ekologického inženýrství, 2011. ISBN 978-80-214-4240-5.

Zákon č. 545/2020 Sb. o obalech.

Zákon č. 541/2020 Sb. o odpadech.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2022/23

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Petr Stehlík, CSc., dr. h. c.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Předmětem této práce je popis systémů sběru a nakládání s PET odpadem v rámci českého odpadového hospodářství. Podstatnou část práce tvoří popis uvažovaného zálohového systému na nápojové PET lahve. Součástí je porovnání těchto systémů společně s analýzou dopadů, které by případné zavedení zálohového systému mělo na obce, zpracovatele odpadu, prodejce a výrobce. Ekonomické nároky na provoz obou systémů jsou porovnány na konkrétním regionu ČR, za tímto účelem byl navržen přístup k posouzení provozních nároků a byl sestaven výpočtový nástroj v MS Excel.

KLÍČOVÁ SLOVA

Komunální odpad, PET odpad, zálohový systém, cirkulární ekonomika

ABSTRACT

The subject of this thesis is a description of PET waste collection and management systems within the Czech waste management. The essential part of this thesis is a description of the considered deposit-refund system for PET beverage bottles. It includes a comparison of these systems together with an analysis of the impacts that the possible introduction of a deposit-refund system would have on municipalities, waste processors, retailers, and producers. The economic requirements for the operation of both systems are compared on a specific region of the Czech Republic, for this purpose an approach to the assessment of operational requirements was designed and a calculation tool in MS Excel was compiled.

KEY WORDS

Municipal waste, PET waste, deposit-refund system, circular economy

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HANÁČEK, O. *Nakládání s PET odpadem v rámci českého odpadového hospodářství*. Brno: Vysoké učení technické v brně, Fakulta strojního inženýrství, 2023. 84 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Kropáč, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Nakládání s PET odpadem v rámci českého odpadového hospodářství vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jiřího Kropáče, Ph.D. s použitím odborné literatury a pramenů uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

V Brně dne 25. května 2023

Ondřej Hanáček

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat Ing. Jiřímu Kropáčovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky, které mi poskytl při vypracování této závěrečné práce. Především bych chtěl poděkovat mé rodině a všem blízkým za veškerou podporu a trpělivost po celou dobu mého studia.

OBSAH

1	Úvod	1
1.1	Motivace a cíle práce	1
2	Odpadové hospodářství	3
2.1	Legislativa odpadového hospodářství ČR	3
2.2	Plán odpadového hospodářství ČR.....	3
2.3	Cirkulární ekonomika	3
2.4	Odpad	5
2.5	Rozdělení odpadů dle katalogu.....	5
2.6	Nakládání s odpady	8
3	Polymery.....	16
3.1	Dělení polymerů	17
3.2	Skupiny plastů a jejich vlastností	18
3.3	Plasty vyskytující se v KO	18
3.4	Polyethylentereftalát (PET)	19
4	Současný systém Nakládání s pet odpadem v rámci odpadového hospodářství ČR.....	22
4.1	Sběr a svoz PET odpadu	24
4.2	Autorizovaná obalová společnost EKO-KOM.....	25
4.3	Mechanická úprava PET odpadu na dotříd'ovací lince	26
5	Zálohový systém na jednorázové PET obaly	29
5.1	Princip fungování DRS.....	29
5.2	Zálohové systémy v zahraničí	31
5.3	Dopady zálohového systému na odpadové hospodářství ČR.....	35
5.4	Porovnání variant nakládání s PET odpadem.....	38
6	Výpočetní nástroj.....	41

6.1	Model současného systému nakládání s PET odpadem	42
6.2	Model se zavedením povinného zálohování nápojových PET obalů	53
6.3	Porovnání výsledků modelovaných scénářů.....	60
6.4	Diskuse k výstupům modelovaných scénářů.....	63
7	Vliv míry návratnosti PET.....	64
7.1	Porovnání s modelem současného systému.....	66
8	Závěr.....	68
	Seznam použitých zdrojů.....	70
	Seznam použitých zkratk	75
	Seznam obrázků a grafů	77
	Seznam tabulek.....	79
	Seznam příloh	80
	Příloha B: Seznam obcí svazku pro komunální služby	81

1 ÚVOD

Několik desetiletí relativně stálého ekonomického růstu nejen v Evropské unii (dále jen „EU“), ale po celém světě změnil způsob našeho každodenního života. Více cestujeme, využíváme více služeb, žijeme déle a výrazně se rozvinul konzumní způsob života obyvatel. Bohužel, až do nedávné doby jsme těchto výhod využívali bez toho, aniž bychom se zaměřili na dopad našich hospodářských činností na svět, který tu byl dlouho před námi a bude tu ještě dlouho po nás. Dopadem tohoto spotřebního stylu života, ale i výše zmíněného hospodářského rozvoje, je zvýšená produkce odpadů. Jen v České republice (dále jen „ČR“) bylo v roce 2021 vyprodukováno 39,9 mil. tun odpadu [1]. Na jednoho obyvatele tedy něco málo pod 4 tuny odpadu za rok.

Jak bylo řečeno výše, až do nedávné minulosti nebyla problematice narůstajícího vzniku odpadů věnována taková pozornost, jakou by situace vyžadovala. Za účelem jejího zlepšení se proto začal nejen u nás, ale i v EU a ve světě klást zvýšený důraz na rozvoj odpadového hospodářství. V zemích s rozvinutým odpadovým hospodářstvím byly specifikovány postupy, jak vzniku odpadu předcházet, popřípadě jak vzniklý odpad dále (materiálově nebo energeticky) využít, a není-li možné ani to, jak jej odpovědně odstranit. Byly iniciovány snahy o změnu spotřebitelského chování, jelikož nezanedbatelnou část odpadů tvoří takzvaný komunální odpad (dále jen „KO“), což je v principu to, co vyhodí občané doma do koše. Podle dat Ministerstva životního prostředí (dále jen „MŽP“) vyprodukovali občané ČR v roce 2021 necelých 6 milionů tun odpadu. Průměrný obyvateľ ČR tedy vyprodukuje přibližně 562 kg odpadu za rok [2]. Produkce a spotřeba KO se zejména v ekonomicky silných společnostech neustále zvyšuje. Podstatnou část KO tvoří obaly, které ale jsou ale často tvořeny více materiály, což zvyšuje nároky na efektivní recyklaci. Z technického a ekonomického hlediska jsou pro recyklaci KO ideální PET lahve, které lze separovat přímo u spotřebitelů, nebo je relativně snadno vytržít ze směsi odpadních materiálů.

Možností, jak efektivně recyklovat PET lahve je hned několik, přes zavedení záloh za účelem znovuvyužití nebo pro vyšší míru vytržení, nebo úplná náhrada PET jiným materiálem. Tyto skutečnosti si uvědomila před určitou dobou mj. i EU, která v návaznosti na fakt, že se technologie v oblasti zpracování odpadů posunula v poslední době značně kupředu, stanovila pro své členské země řadu závazných cílů v oblasti nakládání s odpady tak, aby bylo v budoucnu možné přejít na tzv. **oběhovou ekonomiku** [3]. Právě blížící se termíny splnění některých těchto dílčích cílů se staly podnětem pro prosazování odlišných způsobů nakládání s PET odpadem v ČR, konkrétně zavedení zálohového systému na nápojové PET obaly.

1.1 Motivace a cíle práce

V této práci je pozornost věnována nakládání s PET odpadem, konkrétně otázce zavedení povinného zálohového systému na nápojové PET obaly. Jedná se o aktuální problematiku,¹ kterou se v současné době zabývá mimo odborných institucí (Ministerstvo životního prostředí,

¹ Dne 16.5.2023 představilo Ministerstvo životního prostředí teze k povinnému zálohování nápojových PET lahví a plechovek. Je připravován návrh změny legislativy tak, aby k zavedení zálohového systému v ČR mohlo dojít nejdříve v polovině roku 2025.

Iniciativa Zálohujeme, EKO-KOM...) a řady obalových společností, také laická veřejnost. Jelikož zatím není na stole konkrétní podoba takového systému a vše je prozatím v rovině diskusí, existuje prostor pro návrhy, jakým způsobem zálohový systém v ČR koncipovat. Jedním z těchto návrhů je navázat systém na existující provozy. Právě z pohledu existujících provozů technických služeb je vhodné řešit zavedení DRS na úrovni regionu, na což se zaměřuje tato práce. Mezi hlavní cíle předkládané práce se patří:

- Úvod a legislativní vymezení problematiky.
- Popis systémů sběru a zpracování PET odpadů.
- Rešerše zahrnující popis a technické charakteristiky systémů v kontextu zpracování komunálního odpadu v českém odpadovém hospodářství.
- Porovnání systémů nakládání s odpadním PET na základě technicko-ekonomických parametrů.

Možná je řada dalších provedení systému – v rámci diskusí ohledně dané problematiky je uvažováno zejména se systémem **centralizovaným**, který by se ale ve výsledku skládal z dílčích regionálních provozů, nebo by fungoval na bázi spolupráce s existujícími provozy. Další výhodou je, že v otázce případného zavedení zálohového systému nejsou regionální systémy zatíženy takovým množstvím počátečních investic, jakým by byl systém centralizovaný.

V rámci předkládané práce budou nejprve vymezeny vybrané legislativní ustanovení v oblasti odpadového hospodářství. Představeny budou nejčastější systémy a způsoby nakládání s odpady na našem území. Poté už bude pozornost věnována výhradně plastovému a konkrétně PET odpadu. Popsány budou současné systémy sběru a zpracování PET odpadu. V návaznosti na to budou posouzeny vlivy případného zavedení zálohového systému na provozy dotřídňující plasty a odpadní obaly, společně s odhadem ekonomických nároků na jeho zavedení z pohledu existujících provozů. Zjištěné poznatky budou aplikovány na vytipovaný region s pomocí zkonstruovaného výpočtového nástroje, který bude pracovat s reálnými daty o odpadovém hospodářství daného regionu.

2 ODPADOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ

Odpadové hospodářství (dále jen „OH“) je technologickým odvětvím, které se v principu zabývá předcházením vzniku odpadu, nakládáním s odpadem, péčí o místo, kde je odpad uložen a kontrolou těchto činností. OH je založeno na tzv. Hierarchii odpadového hospodářství. Soubor úkonů, kterými se hierarchie řídí obsahuje pojmy a legislativní ustanovení, které je třeba si pro účely této práce vymežit v kapitolách 2.1–2.5.

2.1 Legislativa odpadového hospodářství ČR

V ČR vznikl první zákon o odpadech v roce 1991. Současný zákon o odpadech je platný od 1.1.2021 [4] a stanovuje práva a povinnosti v oblasti OH, včetně prosazování ochrany životního prostředí.

Nakládání s výrobky s ukončenou životností, jako jsou například odpadní pneumatiky, vozidla, nebo elektrozařízení upravuje Zákon o výrobcích s ukončenou životností, s platností od 1.1.2021 [5].

Obsahem Zákona č. 477/2001 Sb., o obalech a změně některých zákonů je stanovení práv a povinností osob při nakládání s obaly a jejich uvádění na trh. Vztahuje se na všechny obaly, které jsou v ČR uváděny na trh [6].

Zákon č.201/2012 Sb., o ochraně ovzduší upravuje přípustné úrovně znečištění a znečišťování ovzduší, nástroje ke snižování znečištění ovzduší a mj. práva a povinnosti osob, které uvádějí do volného oběhu motorové benziny a motorovou naftu pro dopravní účely [7].

2.2 Plán odpadového hospodářství ČR

Plán odpadového hospodářství (dále jen „POH“) stanovuje cíle a opatření pro nakládání s odpadem v ČR pro období 2015-2024 [8]. POH byl zpracován MŽP podle zákona o odpadech ve spolupráci s orgány veřejné správy a veřejností v souladu s aktuální směrnicí 2008/98/ES vydanou EU dne 22.11.2008, která stanovuje právní rámec pro nakládání s odpady v rámci EU [9].

Strategické cíle uvedené v POH ČR jsou:

1. Předcházení vzniku odpadů a snižování měrné produkce odpadů.
2. Minimalizace nepříznivých účinků vzniku odpadů a nakládání s nimi na lidské zdraví a životní prostředí.
3. Udržitelný rozvoj společnosti a přechod k cirkulární ekonomice.
4. Maximální využívání odpadů jako náhrady primárních zdrojů.

2.3 Cirkulární ekonomika

Cíl cirkulární ekonomiky neboli oběhového hospodářství spočívá ve využívání materiálových úspor, opětovného použití výrobků a jejich opravu. Koncept cirkulární ekonomiky vznikl jako reakce na trend tzv. Lineární ekonomiky – primární suroviny, jako ropa, stromy, nebo kovy jsou vytěženy a přeměněny na produkty, kterým jakmile skončí životní cyklus (který dokonce u 95 % produktů končí již po 6 měsících od začátku jejich používání [10]), končí na skládkách či ve spalovnách. Rozdíl mezi cirkulární a lineární ekonomikou je znázorněn na Obr. 1.

Po vzoru přírodních ekosystémů se s tímto trendem pokouší cirkulární ekonomika bojovat a prosazovat tzv. bezodpadový koncept, který navrhuje čerpání energie z obnovitelných a udržitelných zdrojů a uzavírání zbytečných materiálových toků.

V prosinci 2021 vláda ČR schválila Strategický rámec Cirkulární Česko 2040 [11], který si klade za cíle například zvýšení konkurenceschopnosti, technologické vyspělosti, rozvoj udržitelného společenského systému, ale také tvorbu nových pracovních míst.

Akční plán EU pro oběhové hospodářství (CEAP)

Byl představen Evropskou komisí v březnu 2020. Zahrnuje návrhy na snižování množství odpadu, udržitelnější design výrobků a věnuje zvláštní pozornost odvětvím, které jsou náročné na zdroje, jako je elektronika, stavebnictví a také plastům. Tento plán je součástí tzv. Balíčku oběhového hospodářství (Circular economy package – CEP), který mimo CEAP obsahuje také návrhy právních předpisů o odpadech, které přihlíží k situacím v oblasti OH členských zemí. Hlavním cílem těchto opatření je, aby se EU stala do roku 2050 uhlíkově neutrální, ekologicky udržitelnou a plně oběhovou ekonomickou. Některé dílčí cíle CEP, které se přímo týkají této práce budou podrobněji zmíněny později. Koncept cirkulární ekonomiky se v poslední době stal jedním z klíčových bodů politiky EU [3].



Obr. 1 Rozdíl mezi cirkulární a lineární ekonomikou [10]

2.4 Odpad

Odpadem se dle zákona o odpadech rozumí každá movitá věc, které se chce osoba zbavit, má povinnost se jí zbavit, nebo má v úmyslu se jí zbavit. Má se za to, že osoba má úmysl zbavit se movité věci, pokud tuto věc není možné používat k původnímu účelu. O tom, zda je movitá věc odpadem, rozhoduje krajský úřad na žádost vlastníka této movité věci, nebo osoby, která prokáže právní zájem, nebo z moci úřední. Hodnoty v Tab. 1 reprezentují množství vyprodukovaného odpadu na území ČR v letech 2010-2021.

Rok	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Produktce odpadů [tis. t]	31 811	30 672	30 023	30 621	32 028	37 338	34 242	34 513	37 785	37 362	38 504	39 897

Tab. 1 Celková produkce všech odpadů v ČR v letech 2010-2021 [2]

Pozn. Data z Tab. 1 jsou přebrána ze statistik MŽP v rámci Informačního Systému OH (ISOH-její veřejná část bývá označována jako VISOH). Na území ČR se vedou dvě veřejně přístupné statistiky o produkci a nakládání s odpadem. Kromě již zmíněné VISOH jsou k dispozici také statistiky Českého statistického úřadu [12]. Údaje těchto dvou databází se mírně liší, jelikož využívají rozdílnou metodiku sběru a vykazování dat.

Jelikož každý druh odpadu má své specifické vlastnosti a rizika vzhledem ohrožení životního prostředí (dále jen „ŽP“), vyžaduje každý druh odpadu specifické nakládání. Základní pravidla nakládání s odpady upravuje Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech [4]. Myšlenkou tohoto zákona je zajišťovat vysokou úroveň ochrany, využívání přírodních zdrojů, předcházení vzniku odpadů v souladu s hierarchií OH za sociální a ekonomické přijatelnosti tak, aby bylo dosaženo cílů POH [8]. Z důvodu strategického plánování v oblasti OH, jeho vyhodnocování a kontroly, je vedena evidence odpadů [2], která v souladu s předpisy EU umožňuje získávat podrobné informace o produkci a nakládání s odpady v ČR.

2.5 Rozdělení odpadů dle katalogu

V případě, že je potřeba definovat o jaký druh odpadu se jedná, využívá se tzv. Katalog odpadů [13], který je v souladu s § 6 a 7 zákona č. 541/2020 Sb., o odpadech [4]. Odpady se zařazují do kategorií podle šestimístního katalogového čísla podle Vyhlášky č. 8/2021 Sb., o Katalogu odpadů a posuzování vlastností odpadů [14], kde první dvojčíslí značí skupinu, druhé dvojčíslí podskupinu a třetí dvojčíslí druh odpadu, jak je ilustrováno níže na Obr.2. V této práci bude pozornost věnována zejména odděleně shromažďovaným (separovaným) plastům, které jsou v katalogu odpadů označeny jako 20 01 39.

20	KOMUNÁLNÍ ODPADY (ODPADY Z DOMÁCNOSTÍ A PODOBNÉ ŽIVNOSTENSKÉ, PRŮMYSLOVÉ ODPADY A ODPADY Z ÚŘADŮ), VČETNĚ SLOŽEK Z ODDĚLENÉHO SBĚRU		
20 01	Složky z odděleného sběru (kromě odpadů uvedených v podskupině 15 01)		
20 01 01	Papír a lepenka O		
20 01 02	Sklo O		
20 01 08	Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven O		
20 01 10	Oděvy O		
20 01 11	Textilní materiály O		

Obr. 2 Ukázka dělení KO dle katalogu odpadů [13]

2.5.1 Komunální odpad (KO)

Z pohledu legislativy podle Zákona č. 541/2021 Sb., o odpadech [4], je komunálním odpadem *směsný a tříděný odpad z domácností, zejména papír a lepenka, sklo, kovy, plasty, biologický odpad, dřevo, textil, obaly, odpadní elektrická a elektronická zařízení, odpadní baterie a akumulátory, a objemný odpad, zejména matrace a nábytek, a dále směsný odpad a tříděný odpad z jiných zdrojů, pokud je co do povahy a složení podobný odpadu z domácností*. V ČR bylo v roce 2021 vyprodukováno celkem 5,9 mil. tun KO, podíl z celkové produkce odpadů na území ČR tvořil tedy přibližně 15 % hm. (hmotnostních procent) [2]. Produkce KO v minulých letech je obsahem Tab. 2 níže.

Rok	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Produkce komunálních odpadů [tis. t]	5 362	5 388	5 193	5 168	5 324	5 274	5 612	5 691	5 782	5 879	5 730	5 904

Tab. 2 Produkce KO v ČR v letech 2010-2021 [2]

Obec má povinnost přebrat veškerý KO vzniklý na jejím území při činnosti nepodnikajících fyzických osob v momentě, kdy tato osoba odloží odpad na místo obcí k tomuto účelu určenému (koš, kontejner, sběrný dvůr). Takto odděleně shromažďovaný KO je separován přímo obyvateli na tzv. místech pro oddělené soustředování KO, která jsou také určována obcí. Mezi tyto odděleně soustředované složky KO patří například papír, sklo, plasty, biologický odpad a další (viz. Obr. 3).



Obr. 3 Rámcový přehled o složení KO z pohledu druhu odpadu uvedený v POH [8]

kde:

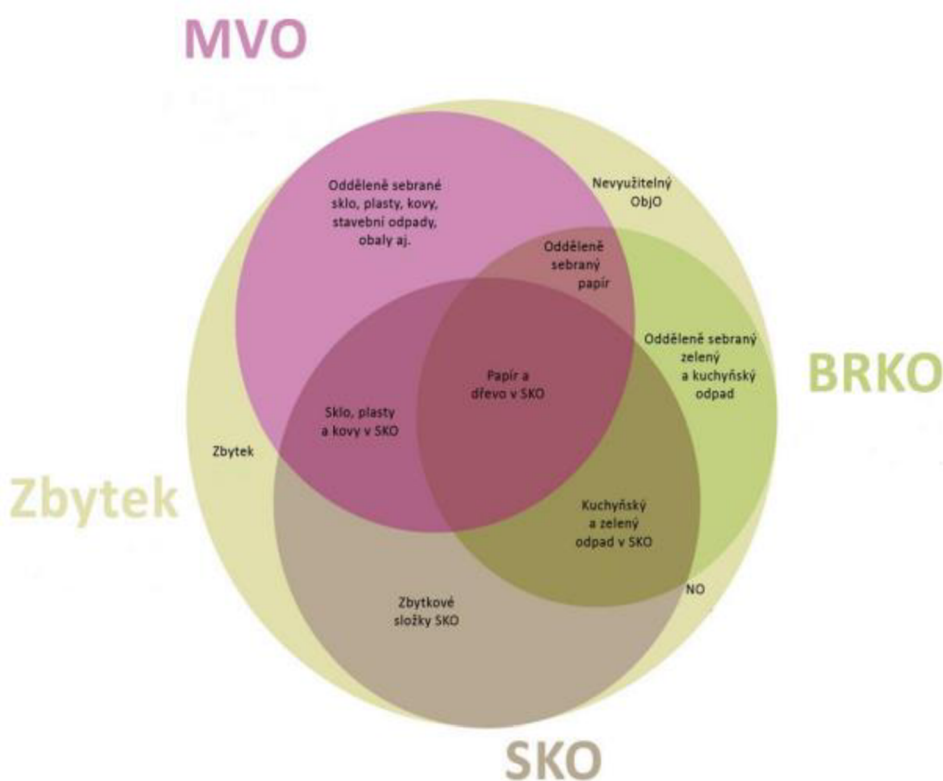
SKO – směsný komunální odpad

Obj. O – objemný odpad

BRKO – biologicky rozložitelný komunální odpad

Od 1.1.2025 bude mezi odděleně soustředěvané složky KO patřit i textil. Oddělování těchto složek obec zajišťuje pomocí sběrných nádob (tzv. barevné kontejnery) na tříděný odpad, pytlovým sběrem, nebo svozem odpadu ze sběrných dvorů. Mezi KO naopak nepatří zemědělský odpad, odpad z lesnictví, kanalizačních sítí, vozidel (na konci životnosti), nebo například odpad ze staveb nebo různých demolicí.

Dalším způsobem, kterým se může na KO nahlížet je podle jeho rozdělení do odpadních toků dle možností jeho separace a následného nakládání. Z pohledu možného nakládání odpadních toků se může tedy KO rozdělit na SKO, BRKO a materiálově využitelný odpad (dále jen „MVO“) a zbytkovou frakci. Jak je patrné z Obr. 4, tyto skupiny se můžou vzájemně překrývat, hlavně v závislosti na míře a typu sběru těchto složek.



Obr. 4 Složení KO v rámci odpadních toků [8]

kde:

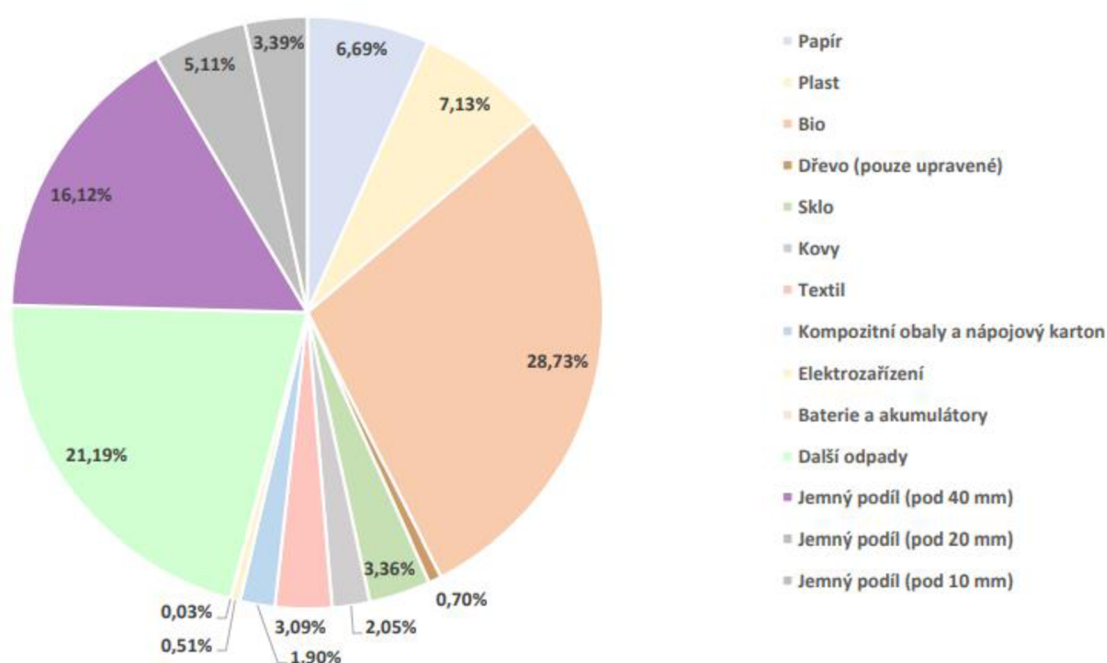
NO – nebezpečný odpad

Určitá část využitelných skupin (MVO a BRKO) bude vždy zahrnuta ve zbytkovém SKO, nicméně jedním z prioritních cílů OH je oddělené soustředění a následné využití těchto materiálových toků. Celková produkce a míra separace těchto odpadních toků, stejně i jako celkové složení KO, jsou závislé na typu zástavby, počasí, ekonomické situaci, nebo dokonce i na věku obyvatel. Například ve městech být může očekáváno s výrazně menším tokem BRKO než na venkově. V ekonomicky silných oblastech lze naopak očekávat vyšší podíl MVO. Značný podíl MVO tvoří obaly, mezi které patří i PET lahve, které jsou předmětem této závěrečné práce.

2.5.2 Směsný komunální odpad

Směsný komunální odpad (dále jen „SKO“), je směsná část KO (včetně těch domovních), která zbývá po vytrídění využitelných (odděleně soustředěvaných) složek, jako je například papír, sklo, plasty, a složek nebezpečných. V katalogu odpadů je tento odpad pod označením 20 03 01. Mezi SKO naopak nepatří objemný odpad, odpad ze zeleně, nebo opady, které podléhají zpětnému odběru. SKO už dále nebývá v rámci českého OH upravován, jelikož jeho třídění je málo efektivní a nekonceptní z pohledu hierarchie nakládání s odpadem, jak ukázalo např. posouzení zkušeností ze zahraničních provozů mechanicko-biologické úpravy SKO [15]. Směs SKO je proto využitelná spíše energeticky, nebo končí na skládkách.

Podíly jednotlivých složek SKO lze určit analýzou složení SKO pomocí certifikované metodiky MŽP, která se skládá z náhodného výběru nádob z různě velkých měst a obcí [16]. Z Obr. 5 je zřejmé významné zastoupení plastů v SKO, určitou část těchto plastů bohužel představují využitelné PET lahve a další obaly, které mohly být separovány a upraveny na druhotnou surovinu vhodnou pro recyklaci.



Obr. 5 Průměrné složení SKO v ČR v roce 2022 [16]

2.6 Nakládání s odpady

To, jakým způsobem je možné a vhodné s odpady nakládat upravuje již dříve zmíněný Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech. Nakládání zahrnuje veškerou činnost související s odpady, přes jeho shromažďování, skladování, úpravu, využití, nebo následné bezpečné odstranění. S odpady je nakládáno v souladu s tzv. **hierarchií způsobů nakládání s odpady**, která je součástí Zákona o odpadech, konkrétně paragrafu 3a [4].

Hierarchie způsobů nakládání s odpady

Hierarchie specifikuje, v jakém pořadí bychom měli nakládat s odpadem, popřípadě jak předejít jeho vzniku (schematicky znázorněno na Obr. 6). Hierarchie je respektována napříč odpadovým hospodářstvím a představuje podklad pro stanovení cílů v OH, při tvorbě legislativních dokumentů a pro podporu konkrétních postupů nakládání s odpady. Klade důraz na konkrétní druh odpadu tak, aby byl při nakládání s daným typem odpadu zvolen co nejšetrnější postup vůči životnímu prostředí. Také klade důraz na konkrétní druh odpadu tak, aby byl při nakládání s daným typem odpadu zvolen co nejšetrnější postup vůči životnímu prostředí. Například pokud je určitý typ odpadu efektivně využitelný pro recyklaci, tak by tento způsob nakládání měl být upřednostněn před jiným využitím a před odstraněním. Je upravována již výše zmíněným Zákonem o odpadech [4] následovně:

§ 3a Hierarchie způsobů nakládání s odpady

(1) Odpadovým hospodářstvím se rozumí činnost zaměřená na předcházení vzniku odpadu, na nakládání s odpadem, na následnou péči o místo, kde je odpad trvale uložen, zprostředkování nakládání s odpady a kontrola těchto činností.

(2) Odpadové hospodářství je založeno na hierarchii odpadového hospodářství, podle níž je prioritou předcházení vzniku odpadu, a nelze-li vzniku odpadu předejít, pak v následujícím pořadí jeho příprava k opětovnému použití, recyklace, jiné využití, včetně energetického využití, a není-li možné ani to, jeho odstranění.

(3) Výklad a použití tohoto zákona musí být v souladu s hierarchií odpadového hospodářství.

(4) Při uplatňování hierarchie odpadového hospodářství se zohlední

a) celý životní cyklus výrobků a materiálů, zejména s ohledem na snižování vlivů nakládání s odpady na životní prostředí a zdraví lidí,

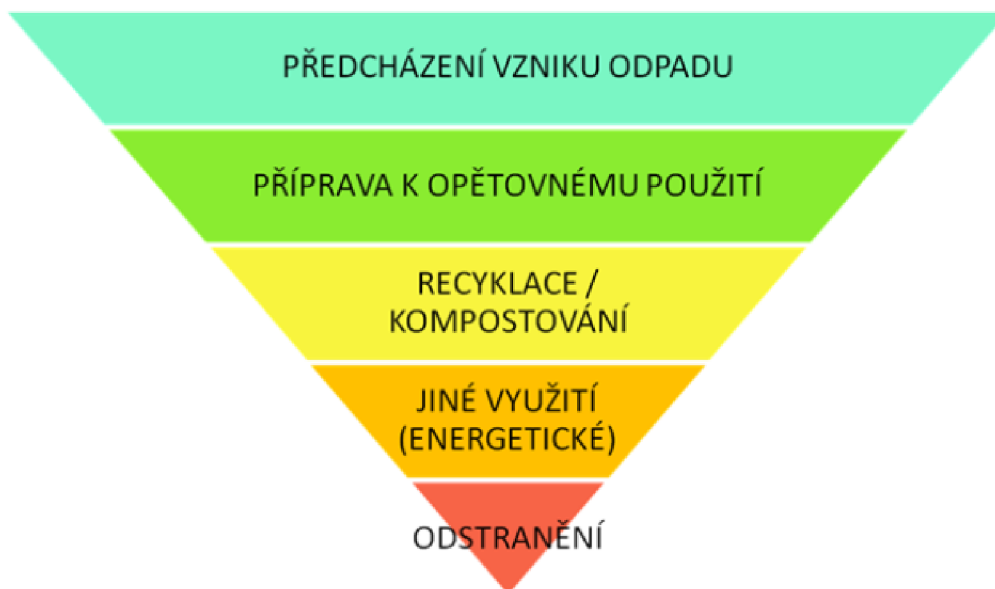
b) zásada předběžné opatrnosti a udržitelnosti,

c) technická proveditelnost a hospodářská udržitelnost,

d) ochrana zdrojů, životního prostředí, zdraví lidí a hospodářské a sociální dopady a

e) cíle, zásady a opatření Plánu odpadového hospodářství České republiky.

(5) Od hierarchie odpadového hospodářství je možné se odchýlit v případě odpadů, u nichž je to při zohlednění celkových dopadů životního cyklu výrobků a materiálů zahrnujícího vznik odpadu a nakládání s ním vhodné s ohledem na nejlepší výsledek z hlediska ochrany životního prostředí a zdraví lidí.



Obr. 6 Ilustrace hierarchie způsobů nakládání s odpady [17]

2.6.1 Předcházení vzniku odpadu

Prvotní myšlenkou při nakládání s odpadem, by mělo být zamezení jeho vzniku. Tím se rozumí přijmout taková opatření, která omezují špatné dopady vzniklého odpadu na životní prostředí a zdraví lidí před tím, než se odpadem (z movité věci) vůbec stane. Tomu se může napomoci mnoha způsoby, ať už je to prodloužení životnosti této movité věci, nebo snížení nebezpečných látek, které daná věc obsahuje. Všechna tato opatření jsou popsána v Programu předcházení vzniku odpadů ČR [17], který schválila vláda ČR dne 27.10.2014. Tento program je také zahrnut v POH ČR [8].

Jelikož se tato práce zaměřuje hlavně na toky PET odpadu v rámci českých obcí, tak předcházení vzniku tohoto druhu odpadu spočívá hlavně v zamezení vzniku zbytečných obalů. Tato myšlenka se dá přenést ale i nakládání s jinými druhy KO. Při nákupu různých výrobků a služeb, by se měl spotřebitel zamyslet nad jejich dopadem na životní prostředí a zároveň i na množství, které spotřebuje. Za účelem edukace obyvatel v rámci této problematiky připravilo MŽP manuál *Průvodce předcházení vzniku odpadů v domácnosti* [18].

2.6.2 Příprava k opětovnému použití

V principu se problematika opětovného použití odpadu přímo prolíná s předcházením vzniku odpadu, jelikož je snahou vzniklý odpad využít tak, aby se stal surovinou pro jiné účely. Zákon č.541/2020 Sb., o odpadech [4] definuje opětovné použití odpadů jako *postupy, při kterých jsou výrobky (nebo alespoň jejich části) znovu využity ke stejnému účelu, ke kterému byly určeny původně. Tím pádem se odpadem nestávají. Předáním výrobků (třeba i nefunkčních) k opětovnému použití tedy snižujete produkci (předcházíte vzniku) odpadů.*

V rámci domácností by mělo být při opětovném používání odpadů uvažováno podobně jako při předcházení jeho vzniku – zamyslet se nad vlastní spotřebou a dopady, které by případné jednorázové používání některých výrobků mělo na životní prostředí. Jedním z mnoha

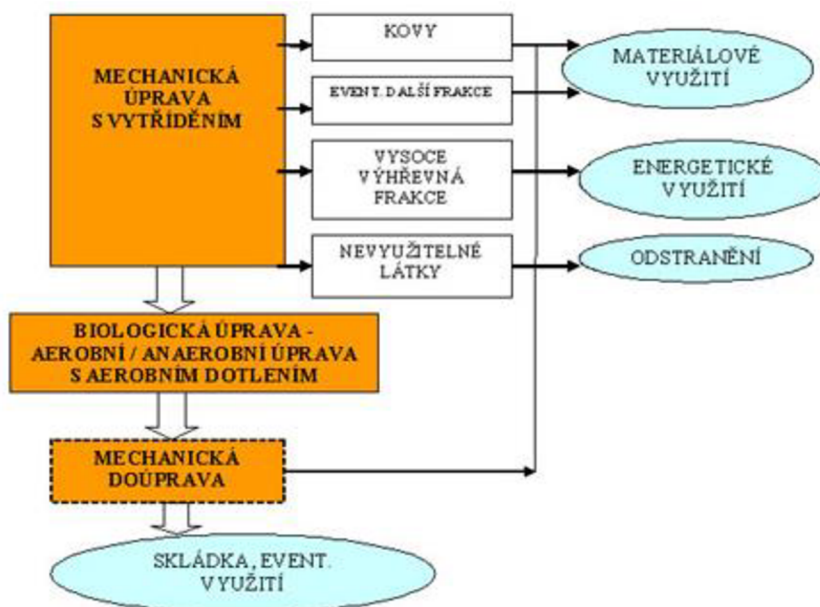
způsobů je například používání vlastních znovupoužitelných nákupních tašek místo jednorázových sáčků, používání vratných skleněných láhví, nebo snaha najít uplatnění pro nechtěné oblečení.

Obecně platí že nápojové PET láhve a celkově plastové obaly nejsou vhodné pro opětovné použití, a to z důvodu degradace materiálu, který pak přichází do styku s jídlem, nebo nápoji. Opětovné použití PET obalů nejen na nápoje, ale i na marmelády a zavařeniny se hojně praktikuje ve skandinávských zemích, zde je ale nutné podotknout, že se jedná o vybrané druhy speciálních PET obalů, které musí být nejdříve schváleny, než jsou uvedeny na trh. Tyto obaly mají tlustší stěny než ty ve zbytku Evropy a nepodléhají tak snadno degradaci materiálu [19].

2.6.3 Úprava odpadů

Úpravou odpadů se rozumí činnost, kterou se mění jeho chemické, fyzikální, nebo biologické vlastnosti tak, aby se ním poté mohlo snadněji nakládat, odstraňovat ho, nebo jej jinak využít. Jedním z hlavních důvodů úpravy odpadu je snížení obsahu jeho nebezpečných složek a snížení jeho objemu. Skládkovat se může odpad pouze tehdy, pokud tento odpad byl adekvátním způsobem upraven tak, aby byly minimalizovány jeho dopady na životní prostředí. Výjimku tvoří pouze ty odpady, u nichž jejich úpravou nelze dále benefitovat tak, jak bylo popsáno výše. Příklady jednotlivých kroků úpravy odpadů jsou znázorněny na Obr. 7.

Veškeré způsoby úprav odpadů, včetně legislativy a jejich značení je popsáno v Příloze č.2 Zákona o odpadech [4].



Obr. 7 Schéma fungování možné úpravy odpadů [20]

Mechanická úprava odpadů (MÚO)

Zahrnuje třídění odpadu – tj. oddělování jednotlivých složek odpadu za účelem jejich využití. S jednotlivými složkami je potom nakládáno rozdílným způsobem, přičemž nejméně jedna složka je vždy odstraněna a uložena na skládku. Způsobů MÚO je mnoho – demontáž, drcení, balení, lisování, paketace a v neposlední řadě již zmíněné třídění.

Pro plastový odpad je jeho mechanická úprava stěžejní, protože není žádoucí, aby došlo ke změně a degradaci jeho chemické struktury. Zároveň je často zájem snížit jeho obecně velký měrný objem na minimum, to se týká především obalů v KO (viz. Obr. 8). Nejprve se na třídící lince separují recyklovatelné obaly, které se poté rozdrtí a rozemelou na drobné vločky, které se properou ve vodě. Výsledná směs se po roztavení tepelně upraví a konečně vtlačí do kovových forem.

Výsledný materiál je označován jako druhotná surovina a putuje zpět do oběhu, kde z něj odběratel vyrábí znova další „recyklované“ produkty. V praxi bývá realizováno jak přidávání druhotných surovin v určitém podílu k primárním materiálům, tak i výroba produktů pouze z recyklovaných materiálů.



Obr. 8 PET odpad slisovaný do balíků [38]

Biologická úprava odpadu (BÚO)

Tímto pojmem se rozumí působení biologicky aktivní složky na odpad za účelem změny jeho vlastností (snížení obsahu, nebo uvolňování škodlivých látek, změna hmotnosti,..). Aby byla BÚO účinná a měla smysl, je třeba zvolit správnou složku (mikroorganismus), který je vhodný pro konkrétní typ odpadu, protože neexistuje organismus, který by byl univerzálně použitelný pro všechny druhy odpadů [20]. V praxi se BÚO využívá hlavně u některých nebezpečných odpadů a k eliminaci nežádoucích látek z kontaminovaných vod, možné je takto upravit (stabilizovat) SKO nebo odděleně shromážděný BRKO, a to včetně produkce využitelného kompostu a bioplynu.

Mechanicko-biologická úprava odpadu (MBÚ)

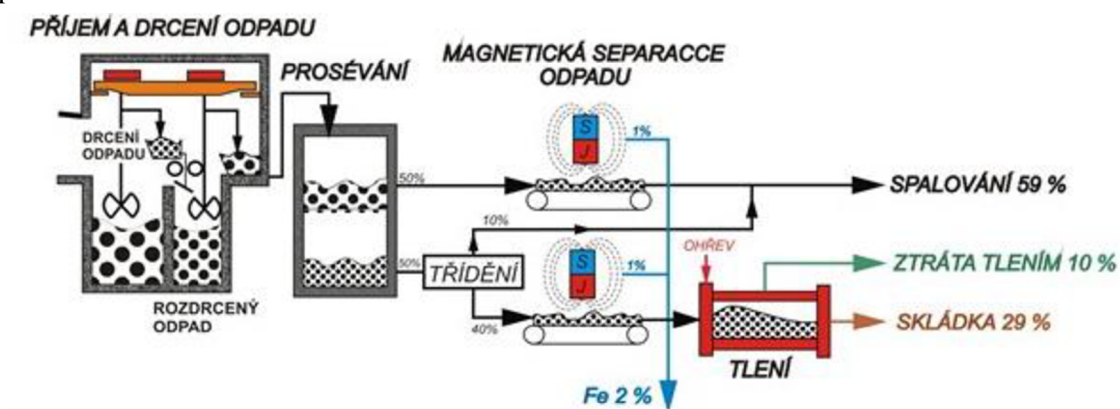
S její pomocí se probíhá snaha vytěžit z SKO, který by jinak končil na skládkách, nějaké využitelné složky. V principu není smysl MBÚ nahradit skládkování, či spalování odpadu, ale spíše maximálně využít frakce SKO, které jsou vhodné k následnému energetickému využití. Výhodou může být i stabilizace biologicky rozložitelného podílu SKO, kdy se sníží negativní vliv bioodpadu na prostředí.

Možná jsou různá provedení této technologie. Jak již bylo řečeno, do zařízení MBÚ vstupuje SKO, který může být drcen a následně tříděn (proséván) na různě velkých sítích. Odpad se pak v zásadě rozdělí na dvě složky:

Lehká (nadsítná) frakce – obsahuje kusy papíru, plastů a částí biologických materiálů. Tyto složky vykazují vyšší výhřevnost² než výchozí materiál a můžou být dále energeticky využívány například v cementárnách a spalovnách.

Těžká (podsítná) frakce – tato část obsahuje veškeré zbytky, zejména biologicky rozložitelné látky. Tato frakce se dále zpracovává nejprve za nepřístupu vzduchu (tzv. anaerobní digesce). Výsledným produktem je kompost, který se může používat ke kultivaci skládek. Bohužel tento kompost není příliš kvalitní, jelikož se v podsítné části nachází odpad jako žárovky a baterie.

Před výše popsáním zpracováním proběhne u obou složek magnetická separace za účelem oddělení magnetických kovů, které můžou být dále materiálově využity. Proces je schematicky popsán na Obr. 9.



Obr. 9 Schéma zařízení MBÚ – jedno z možných uspořádání [57]

V ČR běžel v letech 2005-2008 projekt VaV – *Ověření použitelnosti metody mechanicko-biologické úpravy komunálních odpadů a stanovení omezujících podmínek z hlediska dopadů na životní prostředí*, zadaný MŽP, který měl ověřit, zda je metoda MBÚ použitelná v našich podmínkách. Ukázalo se, že metoda není příliš vhodná pro naše OH. Základním problémem spočívá v malém využití potenciálních vytríděných složek [21].

Metoda MBÚ se hojně využívala například v Rakousku, nebo Německu. V současnosti je tato technologie využívána např. v Polsku. Materiálové využití a příprava pro recyklaci se na těchto jednotkách vykazuje nanejvýš okrajově pro sklo a kovy, odpadní plasty včetně PET jsou v rámci MBÚ upravovány na palivo pro energetické využití.

2.6.4 Materiálové využití

Druhotné suroviny z odpadu lze zhodnotit a navrátit do oběhu výroby – dochází tak k šetření přírodních zdrojů a k naplnění podstaty oběhového hospodářství. Tomuto se může jít naproti už při výrobě původního produktu, kdy se zavedením vhodného technologického postupu

² Výhřevnost je chemicko-fyzikální veličina, která udává, kolik palivo uvolní energie spálením jedné jednotky (zpravidla 1 kg)

ulehčí budoucí extrakce chtěných druhotných surovin. Důležité je ale tento proces vybalancovat a navrhnout tak, aby se energeticky, ekonomicky a environmentálně vyplatil.

Nejběžnějším způsobem materiálového využití je **recyklace**, která je zvlášť vhodná pro sklo, kovy, papír, PET a plasty obecně. Další možností materiálového využití je produkce kompostu nebo stavebních materiálů (např. stavební sutě a některé druhy popela). Recyklaci bude pozornost věnovat podrobněji v pozdějších částech textu.

2.6.5 Energetické využití odpadu (EVO)

I přes veškerou snahu o využití odpadu kterýmkoliv z výše popsaných způsobů, vždy zbude určitý objem, který už materiálově využít nelze. V rámci EVO se s odpadem nakládá jako s palivem – probíhá snaha o získání jeho energetického obsahu. Řeč je zejména o spalování odpadu za účelem výroby elektřiny a tepla (obdobně jako z uhlí, nebo biomasy) v tzv. Zařízeních pro energetické využití odpadu (ZEVO). Jedno takové je vyobrazeno v Obr. 10 níže [22].



Obr. 10 ZEVO společnosti SAKO Brno a.s. [22]

Obecně je pro produkci energie vhodné využívat paliva, která dosahují vysokého stupně výhřevnosti. V kontextu této práce je dobré poznamenat, že plasty mají obecně výbornou výhřevnost, která dokonce převyšuje hodnoty výhřevnosti například u tradičních paliv, jako je dřevo, nebo černé uhlí. Je to dáno tím, že původní surovinou plastu je ropa. Na základě hierarchie nakládání s odpady jsou ovšem pro EVO vhodné pouze směsné, znečištěné anebo jinak znehodnocené plasty, které nelze efektivně materiálově využít.

Důležité je také poznamenat rozdíl mezi EVO a spalováním odpadu. Nejedná se o EVO, pokud použitý odpad potřebuje po jeho zapálení ke spalování podpůrné palivo a vznikající teplo se nepoužije pro vlastní potřebu, nebo pro potřebu dalších osob – v tomto případě se jedná o pouhé spalování odpadu [23]. Podstatný je podíl energie vnesené odpadem na produkci elektřiny a tepla, který je specifikován v legislativních dokumentech jako tzv. Energy Efficiency.

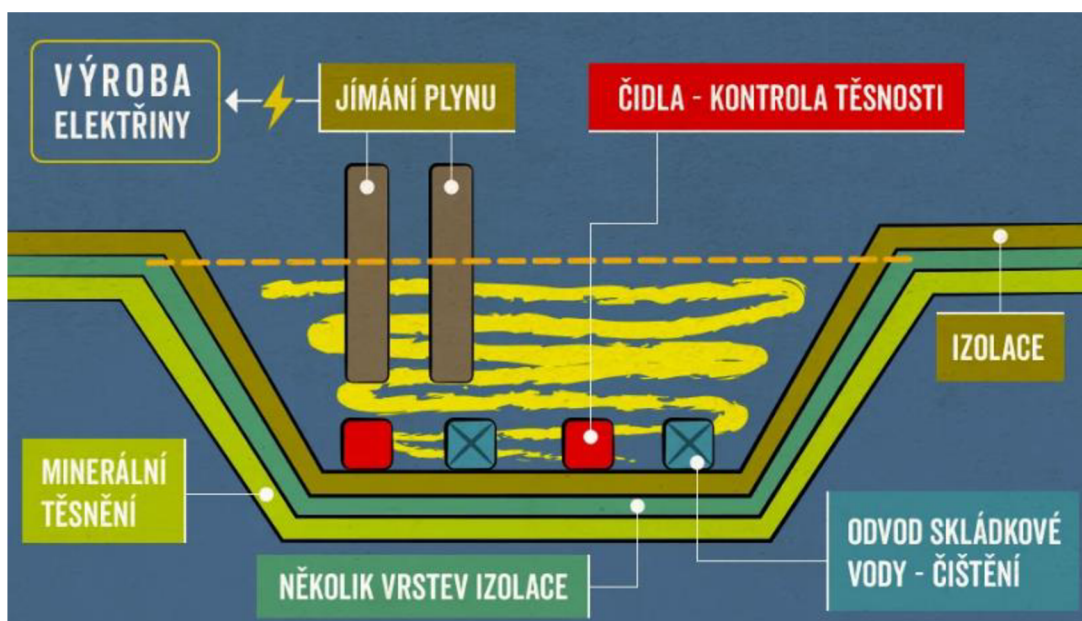
2.6.6 Odstranění odpadu

Pokud odpad není možné ani energeticky využít, je nutné jej odstranit (zlikvidovat). Tato činnost v podstatě ukončuje proces nakládání s odpady. Způsoby odstranění odpadu a značení těchto způsobů je popsáno v příloze 6 Zákona o odpadech [24].

Mezi některé vybrané způsoby odstraňování odpadu patří např.

- Vypouštění do moří a oceánů, včetně ukládání na mořské dno (značení D7).
- Úprava půdními procesy – biologický rozklad kapalných odpadů v půdě (D2).
- Spalování na moři (D11).

Odstranění zbytkového KO probíhá tzv. skládkováním (D1b). Skládkování je nejběžnější způsob odstranění odpadu a bývá vhodné pro některé skupiny odpadů, obecně inertní a chemicky stabilní odpady. Bohužel je i v českém OH stále aktuální skládkování KO. Probíhá na skládkách, které se budují na izolovaných místech s vhodným geologickým podložím. Jejich budování a provoz je přísně legislativně ošetřen (např. jak je znázorněno na Obr. 11) tak, aby skládky neohrožovaly veřejné zdraví obyvatel a životní prostředí – nesmí dojít k prosakování odpadních látek do okolí [25].

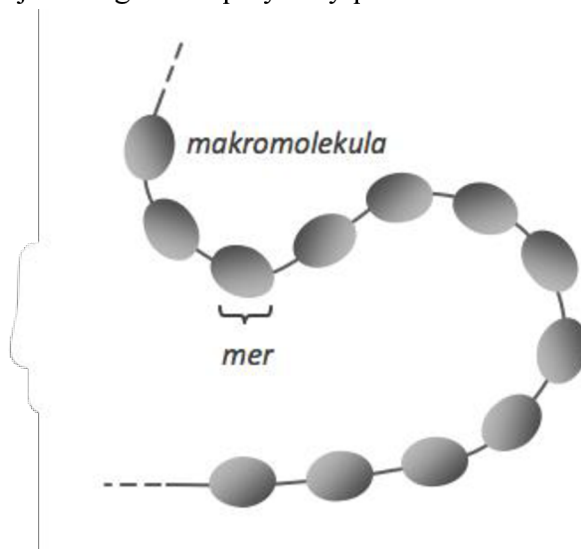


Obr. 11 Schématický průřez skládkou [25]

Plasty jsou odstraňovány také převážně skládkováním, a to především ve směsi se zbytkovým SKO. S návazností na POH [6] a směrnice EU mělo být od roku 2024 ukončeno skládkování recyklovatelných a biologicky rozložitelných odpadů. V roce 2020 ale sněmovna schválila návrh o posunutí tohoto cíle až do roku 2030 [26]. Výstupy z úpravy odpadů mohou být dle Zákona č. 541/2020 Sb., o odpadech v ČR ukládány na skládku, pouze pokud jejich výhřevnost v sušině nepřesahuje hodnotu 6,5 MJ/kg, což plasty včetně PET výrazně překračují [4].

3 POLYMERY

Polymer je organická látka přírodního (např. kaučuk), nebo syntetického (např. PET, polyetylen, polypropylen nebo polystyren) původu. Polymery se od tradičních organických látek (např. rostliny, dřevo, uhlí) liší tím, že jejich molekuly jsou značně větší, jedná se tedy o tzv. **makromolekuly**, řetězově složené z mnoha opakujících se článků (jednotek) – **merů** (mer = díl, viz Obr. 12). Existují i polymery anorganické, tzn. že jejich řetězec neobsahuje atomy uhlíku. Mezi nejznámější anorganické polymery patří azbest.



Obr. 12 Schéma makromolekuly [27]

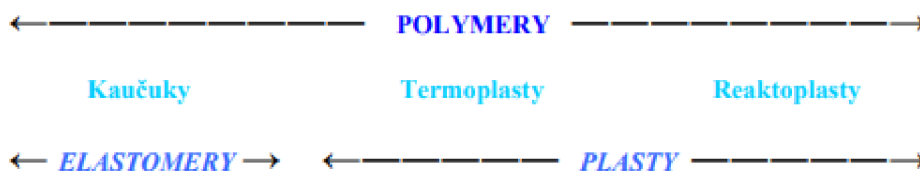
Jednou z hlavních předností polymerů je, že materiály z nich mají velmi nízkou hustotu v porovnání s těmi tradičními. To znamená, že výrobky z polymerů mají pak i nižší hmotnost. Polymery jsou také výborné tepelné a elektrické izolanty, odolné proti povětrnosti a korozi. Jsou snadno zpracovatelné a levné na výrobu.

Asi největší nevýhodou polymerů je jejich hořlavost z důvodu jejich chemického složení, tato vlastnost může být potlačena tzv. retardanty hoření (látky obsahující chlor, hliník, dusík). Jejich použití ale může mít negativní dopad na životní prostředí, a to z důvodu jejich toxicity. Polymery jsou dále málo odolné vůči nízkým teplotám a taky mají mj. vysokou teplotní roztažnost [27].

V kontextu této práce je vhodné zmínit ještě jednu vlastnost, která je sice ceněná při aplikaci výrobku, ale okamžiku, kdy výrobek doslouží a stává se odpadem se stává nevýhodou, a to je **značná životnost** vůči běžnému vnějšímu prostředí [27] [28].

3.1 Dělení polymerů

Díky velkým molekulám polymery vykazují neobvykle širokou škálu vlastností. Z hlediska chování polymerů za běžné a zvýšené teploty se dělí na elastomery a plasty (viz. Obr. 13) [29].



Obr. 13 Základní klasifikace polymerů [29]

Elastomery

Jejich hlavním rysem, jak již název napovídá, je schopnost vratné deformace, aniž by byla narušena kontinuita vlastní struktury. Deformace je převážně vratná. Elastomery se obecně vyznačují dobrým tlumením vibrací, velkým rozsahem tvrdosti a vysokou odolností vůči atmosférickým podmínkám. Převážnou část elastomerů tvoří kaučuky, z nichž se vyrábí pryže [30].

Plasty

Za běžných podmínek jsou plasty křehké a tvrdé a při zvýšené teplotě se stávají plastickými a tvarovatelnými. Dále jsou děleny na termoplasty a reaktoplasty. **Reaktoplasty**, narozdíl od termoplastů po zahřátí přecházejí do nerozpustného a netavitelného stavu a tím pádem ztrácejí svůj termoplastický charakter). Tento děj se nazývá **vytvrzování**. Používají se například k výrobě lepidel, různých nátěrových hmot, nebo prostředků pro úpravu papíru, nebo kůže [28].

Termoplasty

Základní a nejdůležitější vlastností termoplastů je, že za zvýšené teploty je možné je uvést z tuhého do plastického stavu. Narozdíl od reaktoplastů je ale tato změna vratná. V plastickém stavu mohou být termoplasty snadno tvarovány například ohýbáním, lisováním, vyfukováním nebo tažením. Při dalším zahřátí přecházejí do kapalného skupenství, díky čemuž může být prováděn dnes velmi populární proces vstřikování plastů.

Termoplasty mají spoustu výhod – nízkou měrnou hmotnost, dobře tlumí rázy a chvění a jsou také odolné vůči korozi. Součet těchto vlastností v kombinaci s tím, že finální výrobek lze snadno vytvarovat do jeho finální podoby znamená, že termoplasty získávají stále silnější postavení v řadě odvětvích veškerého spotřebního průmyslu. V kontextu této práce je důležité zmínit jejich další vlastnost, a tou je **recyklovatelnost**.

3.2 Skupiny plastů a jejich vlastnosti

Výše bylo popsáno, jak se plasty dělí podle chování za působení tepla. Protože se ale plasty v dnešní době používají v tolika odvětvích, je třeba je klasifikovat i podle způsobu jejich následného využití [31]. Na trhu se vyskytuje nepřehledné množství plastů, a proto nejde přesně určit, kolik druhů plastů vlastně je, proto budou v rámci této práce rozděleny podle způsobu užití:





- **Plasty pro široké použití** – jinak nazývány také komoditní plasty. Patří zde většina plastů, se kterými je možno se běžně setkat v obyčejném životě. Právě odpadní toky těchto typů plastu jsou jedním z hlavních předmětů této práce (viz. kapitola 3.3).
- **Plasty pro inženýrské aplikace** – tento druh plastů se využívá zejména pro konstrukční aplikace. Díky jejich nízké hmotnosti se využívají jako náhrada za tradiční materiály jako je sklo, kov, nebo keramika. Využívají se hojně v automobilovém, nebo elektrotechnickém průmyslu. Mezi některé jeho druhy patří polykarbonáty (PC), nebo polyamidy (PA).
- **Plasty pro špičkové aplikace** – jedná se o speciální druhy plastů, které mají unikátní využití pro špičkové aplikace. Své využití nalézají například ve zdravotnictví, nebo leteckém průmyslu. Mezi nejznámější druhy patří například Polyftalamidy (PPA), nebo Polysulfony (PSU), které jsou díky své schopnosti samozhašení hojně využívány právě v letectví, nebo automobilovém průmyslu [32].

3.3 Plasty vyskytující se v KO

V kapitole 3.2 bylo mj. zmíněno, že plastů je na trhu nepřehledné množství. Jednou z hlavních výhod plastů je totiž to, že při jejich výrobě mohou být přizpůsobeny potřebám prodejců a výrobců. Tento fakt se ale projevuje jako značná nevýhoda při jejich recyklaci, jelikož ta je s vyšším množstvím druhů plastu obtížnější. Za zmínku stojí, že 73 % z celkového objemu výroby plastů představuje těchto 5 druhů plastů [33]:

- Polyethylen
- Polypropylen
- Polyvinylchlorid
- Polystyren
- Polyethylentereftalát

Jsou to právě tyto druhy plastů, se kterými je možné se setkávat na denní bázi. V rámci Tab. 3 byl sestaven rámcový přehled o značení a vlastnostech těchto druhů plastů, jelikož to jsou právě tyto plasty, jejímž odpadním tokům bude věnována pozornost v pozdějších kapitolách této práce.

Typ plastu	Zkratka	Vlastnosti a využití	Piktogram*
Polyethylen	PE	Nejrozšířenější obalový materiál, dělí se na vysokohustotní a nízkohustotní	viz. HDPE/LDPE
Vysokohustotní polyethylen	HDPE	PE s vysokou hustotou, má široké využití jako obalový materiál, v hračkářství, nebo u víček od PET lahví	
Nízkohustotní polyethylen	LDPE	Slouží zejména k výrobě sáčků, a fólií. Je méně tužší a více transparentní než HDPE	
Polypropylen	PP	Obaly na potraviny, výroba láhev, nádob a kanistrů. Využívá se také v textilním průmyslu	
Polystyren	PS	Má mnoho podskupin. Vyrábí se z něj krabice, misky, nebo jednorázové nádoby. Také je hojně využíván ve stavebnictví jako tepelná izolace budov	
Polyvinylchlorid	PVC	Skoro polovina vyrobeného PVC se používá ve stavebnictví, dále se používá při výrobě ochranných pomůcek, nebo nářadí.	Nepatří do žlutého kontejneru

Tab. 3 Nejrozšířenější druhy plastů v KO

pozn. Piktogramy, nebo tzv. recyklační symboly slouží k označení výrobků tak, aby bylo evidentní, ze kterého materiálu je vyroben. Obvykle se skládá ze dvou částí – číselného a písemného kódu. Součástí některých piktogramu je trojúhelník se šipkami, který značí, že se jedná o obal určený k recyklaci.

3.4 Polyethylentereftalát (PET)

Když je řeč o plastech, zkratka PET je to první, co většinu lidí napadne. Obdobně, pokud je řeč o plastovém odpadu, většinou se vybaví láhev opět z PET. Díky unikátní kombinaci vlastností tohoto materiálu se s ním dá pracovat nejen v obalovém průmyslu, ale i v řadě dalších aplikací. Některé tyto vlastnosti v sobě ale nesou jistá negativa, která se projevují hlavně v momentě, kdy se z PET výrobků stává odpad (což se dá obecně říci o většině plastů). S narůstajícími obavami o životní prostředí v posledních dekadách, se plastový odpad (a hlavně obaly právě z PET) stal předmětem nekonečných diskusí.

Z výše zmíněných důvodů bylo celosvětově zavedeno nespočet způsobů, jak nakládat se vzniklým PET odpadem. To nás dostává k předmětu této práce – popis toho, jak je nakládáno s PET odpadem v rámci ČR. Než bude pozornost upřena na odpady z PET, je třeba na PET nahlédnout jako na materiál a zmínit některé jeho vlastnosti a oblasti využití.

3.4.1 PET jako materiál

Jeden z nejvýznamnějších termoplastů vůbec. Primární surovinou pro výrobu PET je ropa (na výrobu plastů ročně připadne 8-10 % její celosvětové produkce [34]). PET je obecně pevný a nemačkový. Je pružný a odolný vůči navlhnutí a má dobré izolační vlastnosti, proto je vhodný pro styk s potravinami. Mezi jeho hlavní nevýhody patří jeho nízká odolnost vůči zásaditým chemikáliím.

3.4.2 Oblasti využití PET

Díky výše zmíněným vlastnostem nachází PET využití napříč mnoha odvětvími – používá se ve zdravotnictví, automobilovém, nebo elektrotechnickém průmyslu. Ve světě je možné se

s tímto materiálem setkat ve formě různých krytů, kladek, dále se z něj dělá oblečení, nebo různé vstříkované díly, například jako součást elektromotorů (příklady konkrétních výrobků jsou uvedeny na Obr. 14 a 15). Vlákna z PET, které se vyrábí z taveniny má širokou škálu použití hlavně v textilním průmyslu [31].



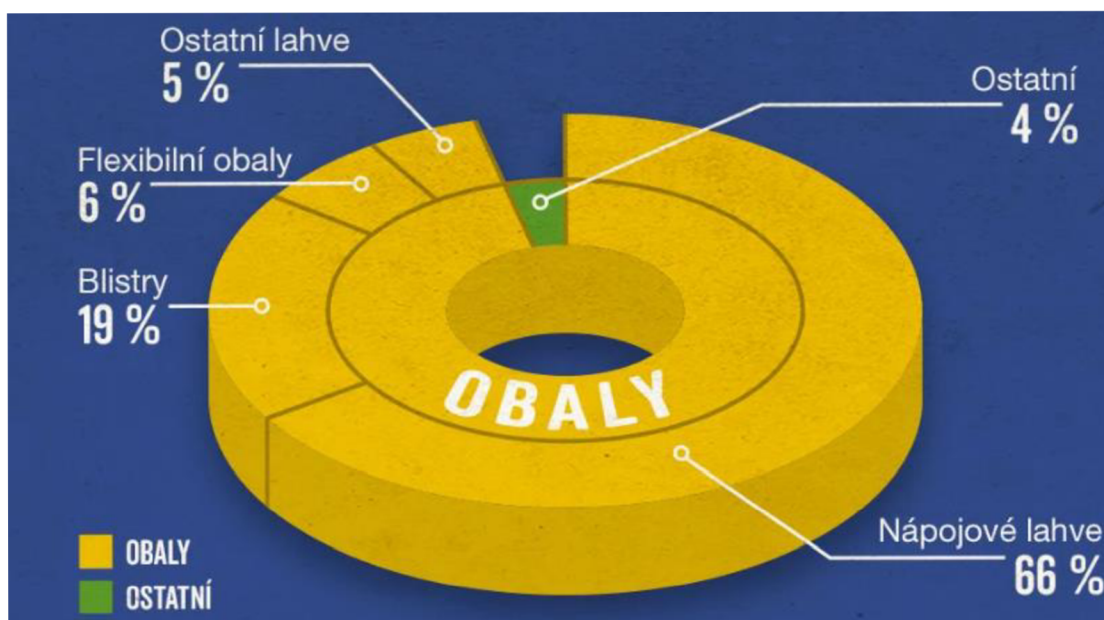
Obr. 14 Vázací páska z PET [58]



Obr. 15 Díly z PET materiálu [58]

PET v obalovém průmyslu

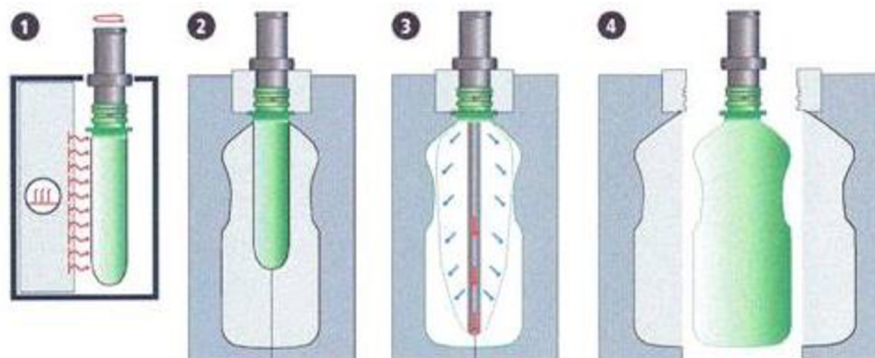
Největší využití má PET jednoznačně v obalovém průmyslu. Jak jde vidět na Obr. 16, až 96 % PET, který je uveden na trh, je použit právě v obalovém průmyslu. Odpadní toky obalů z PET, konkrétně nápojových PET lahví (které tvoří více než polovinu těchto toků), jsou hlavním předmětem této práce a pozornost jim bude věnována zejména v kapitolách 4 a 5.



Obr. 16 PET v obalovém průmyslu [35]

Nápojové a nenápojové obaly

Jak bylo zmíněno výše, s PET je možné se setkat zejména ve formě lahví. Na Obr. 17 je znázorněn možný princip výroby PET láhve – tzv. Vstřikovací vyfukování. Drtivá většina vyrobených PET lahví je využita k balení nápojů a jen zlomek je používán například pro balení omáček, nebo drogerie. V rámci této práce je důležité poznamenat, že se PET lahve dělí z pohledu dalšího zpracování a na čiré a barevné [35].



Obr. 17 Princip vstřikovacího vyfukování [59]

Blistry

Jedná se o takový typ obalu, který je vhodný pro bezpečné uložení zboží, například do regálu. Blistry chrání zboží před prachem nebo poškrábáním. Balí se do nich téměř vše, od spotřebního zboží, přes součástky nebo nářadí, až po léky, nebo kosmetiku.

Z této podkapitoly je patrné, že PET je vyhledávaný a hojně využívaný materiál s unikátními vlastnostmi. Jedna důležitá, ne-li nejdůležitější vlastnost ale byla záměrně vynechána. Touto vlastností je **recyklovatelnost**.

Z této unikátní vlastnosti ale může být benefitováno až v momentě, kdy se z PET výrobku stává odpad, což navazuje na hlavní cíl této práce – popis toho, jak se nakládá právě s PET odpadem v rámci OH ČR.

V následující kapitole budou zavedeny pojmy spojené s touto problematikou, stejně jako podrobný popis toho, co se děje s PET od momentu, co se stane odpadem.

4 SOUČASNÝ SYSTÉM NAKLÁDÁNÍ S PET ODPADEM V RÁMCI ODPADOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ ČR

Dne 1. října 2022 vyšla v návaznosti na předpisy EU [9] novela zákona týkající se plastových výrobků. Jedná se o zákon č. 243/2022 Sb., o omezení dopadu vybraných plastových výrobků na životní prostředí [36]. Mezi některá konkrétní opatření, který tento zákon ukládá patří zejména:

- Označování vybraných plastových výrobků tak, aby byl koncový uživatel informován o přítomnosti plastů a o postupech nakládání s odpadem, který z tohoto výrobku vznikne.
- Zákaz uvádění vybraných plastových výrobků na trh, zejména jednorázových plastů, jako je plastové nádobí nebo plastová brčka.
- Zavedení tzv. systému rozšířené odpovědnosti výrobců pro určité druhy plastových výrobků. V praxi to znamená, že u vybraných výrobků z plastu (např. krabiček od tabáku) mají výrobci povinnost uhradit obcím náklady na úklid na základě pásemné smlouvy.

Souběžně vchází v platnost také novela zákona č. 244/2022 Sb., o obalech [36], který mj. ukládá výrobcům plastových obalů následující povinnosti (viz. Obr. 18):

- Povinný obsah recyklovaných plastů v obalu – Od roku 2025 je požadováno, aby každá PET lahev uvedená na trh obsahovala alespoň 25 hm.% recyklovaného plastu a zároveň všechny plastové nápojové lahve o objemu do 3 litrů musí od roku 2030 obsahovat alespoň 30 hm. % recyklovaného plastu.
- Cíle pro zajištění tříděného sběru plastových lahví – od roku 2025 minimálně 77 hm.% a od roku 2030 minimálně 90 % hm.% všech těchto obalů, které byly v daném kalendářním roce uvedeny na trh.

Odpady z obalů	od 1. 1. 2021 do 31. 12. 2024		od 1. 1. 2025 do 31. 12. 2029		od 1. 1. 2030 do 31. 12. 2034		od 1. 1. 2035	
	A	B	A	B	A	B	A	B
	%	%	%	%	%	%	%	%
Papírových a lepenkových	75		75		85		85	
Skleněných	75		75		75		75	
Plastových	50		50		55		55	
Železných	55		70		80		80	
Hliníkových	-		35		50		60	
Dřevěných	15		25		30		30	
Prodejních určených spotřebiteli	50	55	50	55	50	55	50	55
Celkem	70	75	75	80	75	80	75	80

Obr. 18 Cíle pro využití obalových odpadů [60]

kde: A – recyklace

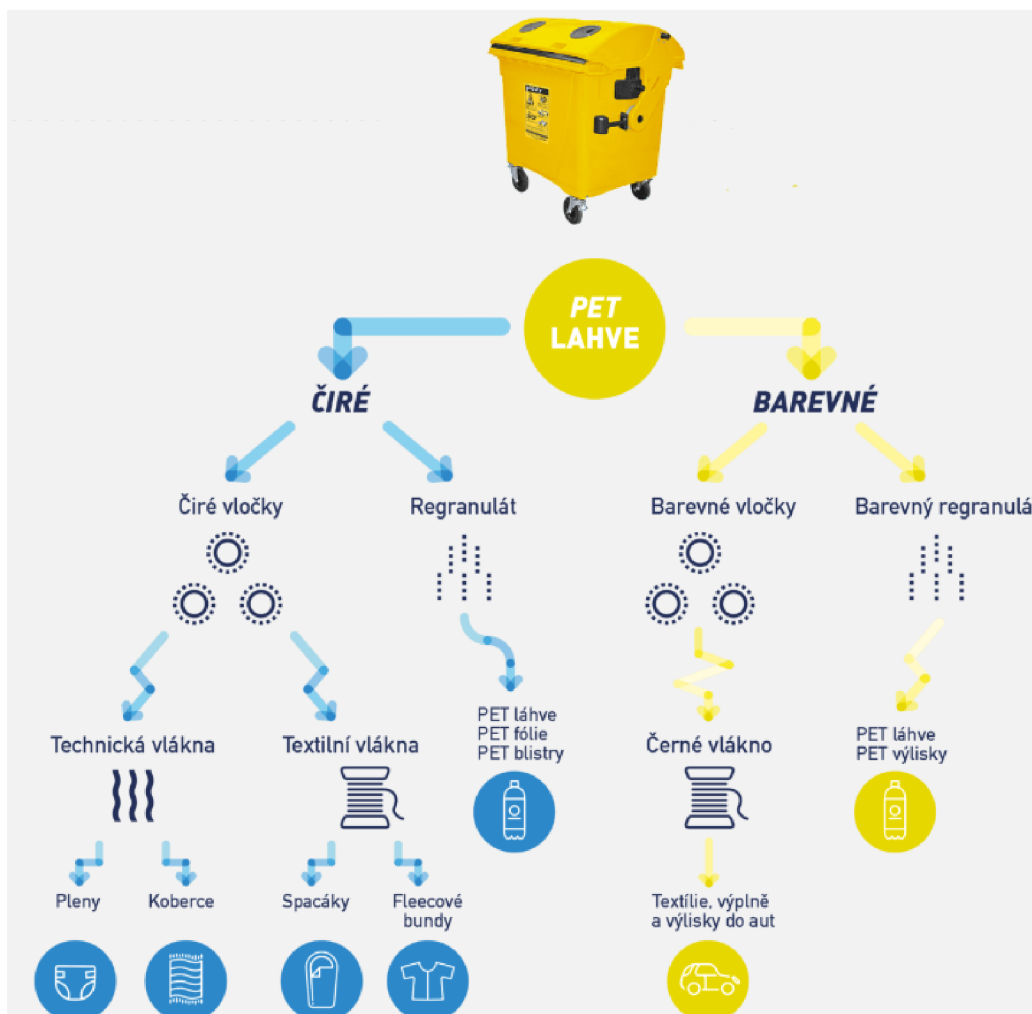
B – celkové využití

V průběhu projednávání těchto legislativních ustanovení, byla v rámci parlamentu ČR diskutována také otázka případného zavedení povinného zálohování PET lahví a nápojových plechovek, k čemuž zatím nedošlo. Zavedení zálohového systému přesto zůstává diskutovaným tématem, jelikož v mnoha zemích EU je systém záloh PET lahví dlouho zavedený.

V této kapitole bude popsáno, jak se nakládá s PET odpadem a zejména s PET obaly v rámci současného systému, aby v té následující bylo možno provést porovnání se scénářem, kdyby zálohování PET bylo v ČR povinné.

Recyklace PET

Jak již bylo zmíněno v kapitole 3, klíčovou vlastností PET je jejich recyklovatelnost. Pojem recyklace se rozumí opakované uvedení materiálu zpět do výrobního cyklu. Jejím produktem je tzv. Druhotná surovina (dále jen „DS“), neboli „recyklát“. DS se rozumí látky nebo předměty, které se různými postupy dají získávat z odpadů. Získávání DS z odpadu je podstatou fungování cirkulární ekonomiky, jelikož právě výrobky z DS nahrazují ty, které jsou vyrobeny z tzv. primárních surovin, které jsou často získávány z neobnovitelných zdrojů. Na Obr. 19 je schematicky znázorněna recyklace PET obalů.



Obr. 19 Schéma recyklace PET láhve (upraveno) [31]

Základním předpokladem vůbec pro vznik DS je poptávka, kterou určuje zejména její výsledná kvalita. K zajištění co největší kvality DS je třeba podniknout řadu mechanických úkonů, které začínají už při separaci odpadních plastů od ostatních odpadů. Tyto úkony budou popsány v následujících podkapitolách.

4.1 Sběr a svoz PET odpadu

Stěžejním stupněm recyklace je právě oddělený sběr cílových složek KO. Právě míra separace se nejvíce promítne nejen ve výsledné kvalitě DS, ale také v nákladech na jejich svoz. V ČR se cílové složky KO oddělují na základě jejich materiálového složení, nejčastěji jde o papír, plast a sklo. V prostředí ČR probíhá sběr přímo v jednotlivých obcích, nejčastěji těmito způsoby:

- **Nádobový (donáškový) sběr**

Spočívá v umístění sběrných nádob na plasty o velkém objemu na zastavěná, frekventovaná a dostupná místa v obcích, nejčastěji zastávky MHD, nebo náměstí. Společně s těmito nádobami se zde umísťují také nádoby na ostatní druhy separovaného odpadu a vznikají tak tzv. „Sběrná hnízda“ (viz. Obr. 20). Jednotlivé nádoby jsou označeny samolepkou, která obsahuje přesné instrukce týkající se správného třídění v dané obci – některé nádoby na plastový odpad jsou totiž využívány v rámci vícekomoditního sběru, což znamená, že kromě plastů do nich mohou být ukládány i jiné druhy odpadu, jako například kovy, nebo nápojové kartony.



Obr. 20 Typické sběrné hnízdo s nádobami o objemu 1100 l [61]

Pro sběr nejen plastu, ale i ostatních složek je tento systém sběru velmi efektivní. Z různých dat vyplývá, že 73 % obyvatel tímto způsobem třídí odpad. Napomáhá tomu i hustá síť žlutých nádob na plast, kterých se v ČR nachází přes 250 000. Průměrná vzdálenost od bydliště k těmto nádobám je tedy asi 90 m [37].

V některých případech je možno využít tzv. **individuálního sběru** do menších nádob. Tento způsob nachází uplatnění v zástavbách bytových domů, nebo v historických částech měst. Tyto popelnice jsou tvarem a objemem identické těm na SKO, pouze jsou barevně odděleny a označeny stejně jako nádoby na obr. 20 [38].

- **Pytlový sběr**

V některých obcích jsou rozdávány obyvatelům plastové pytle, které jsou poté v předem určených intervalech vyváženy svozovými vozidly. Tento způsob nachází uplatnění hlavně u rodinných domů, kde je možnost naplněné pytle dočasně skládkovat např. před domem (viz. Obr. 21). Mezi hlavní výhody ze strany obyvatel patří nulové pořizovací náklady a z pohledu obce zde nevznikají údržbové náklady, jako u klasických nádob.



Obr. 21 Naplněné pytle s tříděným odpadem [62]

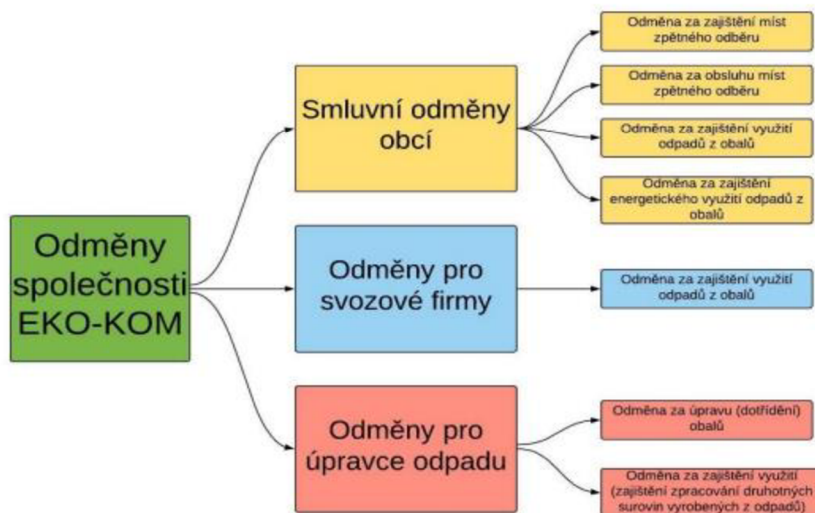
- **Odložení do sběrných dvorů**

Tohoto způsobu se využívá zejména při vyhazování odpadu o velkém objemu, nebo odpadu, který nepatří do žlutých nádob. Jedná se například o různé trubky, stavební polystyren, obaly od nebezpečných látek nebo obaly od barev.

4.2 Autorizovaná obalová společnost EKO-KOM

Společnost EKO-KOM, a.s. je nezisková autorizovaná obalová společnost, která byla založena v roce 1997 průmyslovými podniky vyrábějící balené zboží. Zajišťuje sdružené plnění povinností zpětného odběru a využití odpadu z obalů, které vyplývají ze zákona č. 477/2001 Sb., o obalech [6]. Zkráceně to znamená to, že všichni výrobci obalů a zboží v obalech jsou povinni zajistit jejich zpětný odběr.

Jelikož může být pro některé firmy tato povinnost administrativně náročná, bylo pro ně jednodušší založit a financovat právě společnost EKO-KOM. Podstatou této společnosti je provoz tzv. „Systému EKO-KOM“, který celorepublikově obstarává třídění, recyklaci a vyžití obalového odpadu. Výše zmíněné pojmy mohou být trochu zavádějící, jelikož EKO-KOM fyzicky s odpady nenakládá, ale „pouze“ rozděljuje finance získané od výše zmíněných výrobců obalů mezi obce, svozové firmy a firmám, které se starají o úpravu odpadů. Podmínkou pro účast v systému je alespoň 65% účast spotřebitelů, je proto v nejlepším zájmu obcí vytvořit dostupnou sběrnou síť. Firmy a obce jsou zároveň motivovány formou různých odměn, které se odvíjí od množství vytříděných odpadů, počtu obyvatel a dalších faktorů. Vybrané druhy těchto odměn jsou popsány na Obr. č. 22.

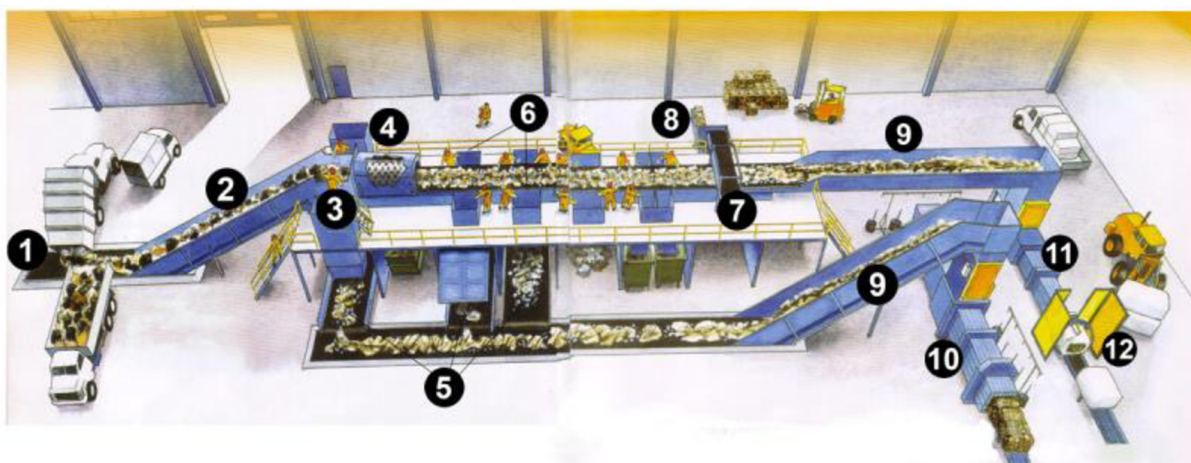


Obr. 22 Přehled odměn ze společnosti EKO-KOM [63]

4.3 Mechanická úprava PET odpadu na dotříd'ovací lince

Dalším krokem separovaného plastového odpadu je jeho převoz a následné zpracování na dotříd'ovacích linkách. Zde je cílem vytěžit z odpadu co největší množství již zmíněné DS. Zde je stěžejním bodem odstranění veškerých nežádoucích příměsí a vytřídění využitelných složek na jednotlivé frakce, které jsou pak dále předávány zpracovatelům.

V pozdější fázi práce bude pozornost věnována její praktické části, což je porovnání současného scénáře nakládání s PET odpadem a scénáře po zavedení zálohového systému na PET láhve. V obou scénářích je uvažováno s fiktivním modelem dotříd'ovací linky, jejíž princip fungování bude popsán v následující části práce. Na začátek je nutné poznamenat, že dotříd'ovací linka je řetězec systémů, jehož komplexnost se liší podle požadované kvality výsledné DS, nebo počtu tříděných frakcí. Na Obr. 23 je zobrazeno schéma možné dotříd'ovací linky.



- | | | | |
|------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| 1) přijímací dopravník | 4) bubnové sito | 7) magnetický separátor | 10) balíčka netříděného odpadu |
| 2) plnicí dopravník | 5) zásobníkový dopravník | 8) kovový lis | 11) balíčka tříděného odpadu |
| 3) předtříd'ovací stanoviště | 6) třídící stanoviště | 9) plnicí dopravník | 12) balíčka fólie |

Obr. 23 Schéma dotříd'ovací linky [64]

Pro účely praktické části práce bude model již zmíněné fiktivní linky značně zjednodušen a popsány budou jen ty části, které jsou relevantní pro výpočtový nástroj relevantní [38].

- **Vstup do linky**

Prvním krokem po tom, co svozové vozidlo přiveze odpad k vytrídění je jeho zvažení a následná kontrola kvality. Odpad je uskladněn a připraven pro další manipulaci. Tento odpad je poté transportován pomocí **nakladačů** do příjmového řetězopásového dopravníku. Tento typ dopravníku umožňuje transport materiálu pod sklonem. Vedení pásu je zajištěno pomocí dvojice řetězů, ke kterým jsou připevněny příčky, které zajišťují pevnost dopravníku proti zátěži. K těmto příčkám je uchycen gumový pás, na kterém se nacházejí v kovová hrábla. Příjmová část dopravníku většinou bývá zapuštěna v zemi tak, aby do ní mohl být odpad jednoduše nahrnut, jak je vidět na Obr. 24.



Obr. 24 Řetězopásový dopravník zapuštěný do země [65]

Po vynesení odpadu do požadované výšky je odpad přesunut na pásový dopravník, který pak dále prochází přes třídící kabinu. Tento vodorovný dopravník je konstruován pomocí rovné válečkové sekce, díky které zůstává gumový pás napnutý ve vodorovné poloze (viz. Obr. 25). Důležité je umístění dopravníku, které musí být v ergonomické poloze tak, aby vyhovoval výkonu práce stojícího pracovníka.



Obr. 25 Pásový dopravník umístěný v kabině ručního třídění [65]

- **Samotné třídění**

Samotné třídění probíhá v uzavřeném prostoru, ve kterém jsou pracovníci rozdělení do jednotlivých kójí podle typu tříděné frakce. PET odpad je žádoucí rozdělit podle barev na čiré, modré, zelené a ostatní. Třídění probíhá převážně ručním způsobem s tím, že jednotlivé frakce jsou vhazovány do shozů, jak lze vidět z Obr. 25. Nevyužitý odpad je dopravníkem nedotčen transportován k dalšímu využití nebo likvidaci. Důležité je zajištění řádné vzduchotechniky s odsáváním prachu, který vzniká při třídění. V případě komplexnějších řešení, kdy pracovníci odpad netřídí ručně je možné se setkat s prvky jako jsou například separátory magnetických kovů, různé typy automatického třídění na základě optiky, nebo způsoby tzv. **předtřídění**, kterým je možno odpad ještě před samotným ručním tříděním zbavit na první pohled nevyhovujícího materiálu.

- **Finální úprava separovaných frakcí**

Vyseparované frakce jsou poté skladovány v zásobnících, které jsou umístěny pod jednotlivými kójemi. Spodní část těchto zásobníků je otevíratelná tak, tak aby nashromážděný materiál bylo možné jednoduše přesunout na další z dopravníků, který jej pak transportuje k dalšímu zpracování (viz. Obr. 26).



Obr. 26 Zásobníky pod třídící kabinou [65]

Jednou z hlavních nevýhod vyseparovaného PET odpadu je jeho relativně vysoká objemnost. K jejímu snížení je využíváno lisů, do kterých je materiál transportován již zmíněným dopravníkem. Slisováním materiálu do balíků předem určených rozměrů se dosáhne zhutnění materiálu, který se pak snadněji převáží a skladuje. Balíky jsou ještě svazovány ocelovým drátem, nebo páskou z PET, PP a jiných kompozitních materiálů. Balíky jsou následně uskladněny, jak lze vidět na Obr. 27, a na základě poptávky potenciálních zájemců předány k dalšímu zpracování.



Obr. 27 Uskladněné balíky s PET odpadem [66]

5 ZÁLOHOVÝ SYSTÉM NA JEDNORÁZOVÉ PET OBALY

V několika posledních dekádách došlo ke značnému pokroku v oblasti zpracování obalových odpadů tak, aby mohly být dále využívány. Tuto problematiku si uvědomují nejen jednotlivé země, ale i správní orgány na evropské úrovni. V reakci na toto to byla právě Evropská komise, která v oblasti nakládání s obalovými odpady nastavila pro své členské země řadu závazných cílů, jak je vyobrazeno v Tab. 4. Dalším vytyčeným cílem, který je v klíčový v otázce zálohování PET obalů je sběr 90 % nápojových lahví o objemu až 3 litry, včetně jejich uzávěrů do roku 2029, s dílčím cílem 77 % do roku 2025 [39].

	Veškeré obaly	Plast	Dřevo	Železné kovy	Hliník	Sklo	Papír a lepenka
do 2025	65%	50%	25%	70%	50%	70%	75%
do 2030	70%	55%	30%	80%	60%	75%	85%

Tab. 4 Cíle pro recyklaci jednotlivých druhů obalů pro členské země EU [42]

K tomu, aby bylo těchto cílů dosaženo, je třeba implementovat různé regulační nástroje, které jednotlivé státy zařazují do svých legislativ. V ČR může být tímto nástrojem právě zálohování nápojových lahví z PET (dále jen „DRS“ – deposit-refund systém). O zavedení tohoto systému na našem území již bylo diskutováno v minulosti, konkrétně v roce 2008, v té době se ale všechny zasažené strany shodly pokračovat ve stávajícím systému sběru a třídění, který byl a dodnes je postaven na rozšířené odpovědnosti výrobců, o které již byla v rámci této práce řeč v kapitole 4.2.

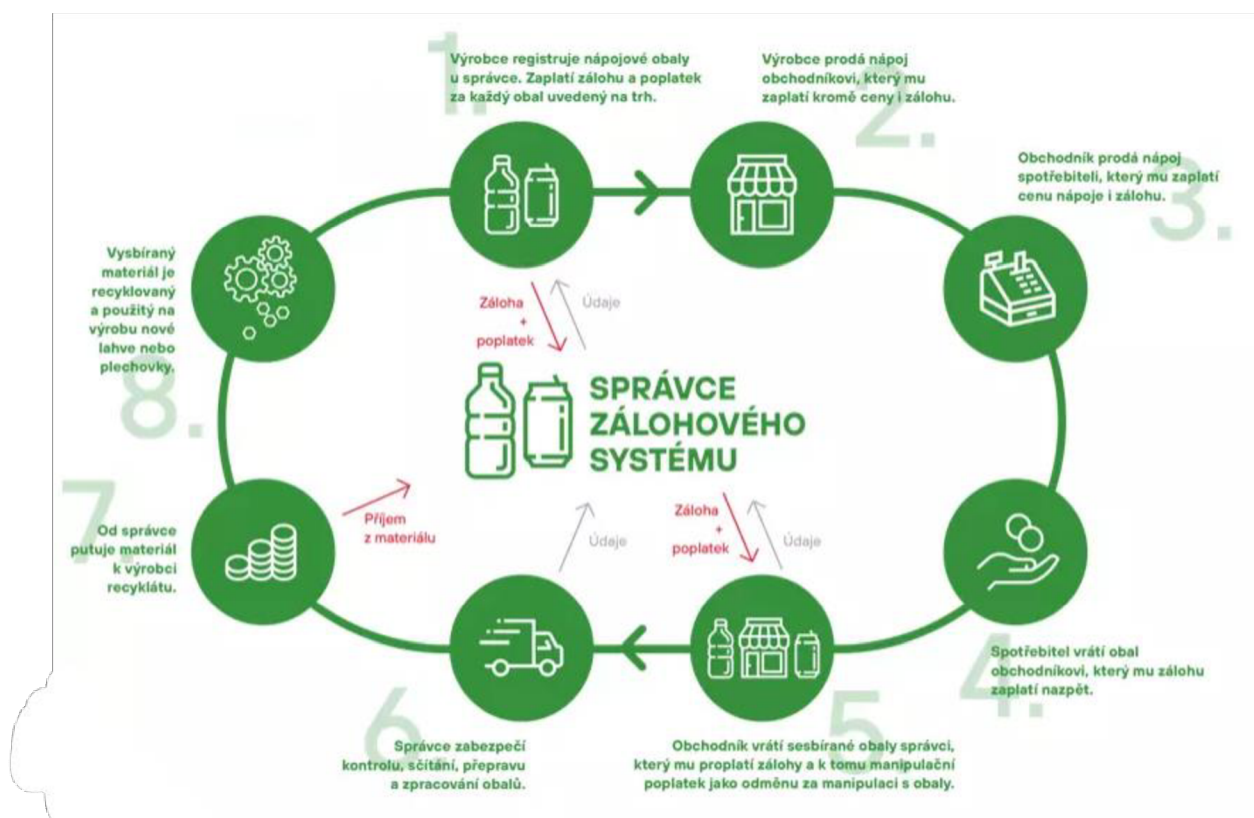
Blížící se termíny splnění cílů zadaných Evropskou komisí a nedávné zavedení DRS na Slovensku a v dalších zemích EU způsobily, že možnost zálohování PET na našem území se stalo opět diskutovaným tématem. Bylo vypracováno několik odborných studií, ve většině představených platformou Zálohujeme, jejíž vznik byl iniciován obalovými firmami v čele se společností Karlovarské minerální vody, a.s. Tyto studie shrnují stav současného poznání v oblasti obalového hospodářství, shrnují dosud známé podklady týkající se této problematiky a kladou si za cíl nastínit, jakým způsobem by měl být případný DRS v našich podmínkách vypadat [40].

V této kapitole bude popsáno, jakým způsobem by mohl fungovat uvažovaný DRS na nápojové obaly v ČR. Nutné je poznamenat, že pro účely této práce bude vycházeno právě z návrhu systému dle platformy Zálohujeme. V další části budou představeny zálohové systémy, které již fungují v zahraničí, řeč bude převážně o EU. V pozdější části bude pozornost upřena jak na ekologické, tak ekonomické dopady zavedení záloh. Porovnání scénářů za současného stavu a při zavedení záloh bude prakticky předvedeno v následujících kapitolách na konkrétním systému nakládání s odpady, kterým je Svazek obcí pro komunální služby, jež působí v regionu Třebíč.

5.1 Princip fungování DRS

Případné zavedení DRS by znamenalo uvalení větší odpovědnosti na výrobce, respektive na provozovatele systému, který ale bude ve vlastnictví právě výrobců. Takto vytvořenému subjektu budou pak výrobci vyplácet stanovené poplatky. Obchodník, který hodlá zboží uvést na trh, zaplatí výrobci zálohu v předem stanovené výši. Spotřebitel pak při nákupu zaplatí obchodníkovi zálohu, která mu bude po vrácení lahve vrácena. Za řádný sběr zálohovaných obalů a za účast v systému bude poté obchodník odměněn provozovatelem formou

manipulačního poplatku. Pro větší přehlednost je celý tento uzavřený kruh znázorněn graficky na Obr. 28.



Obr. 28 Teoretická podoba zálohového systému (upraveno) [41]

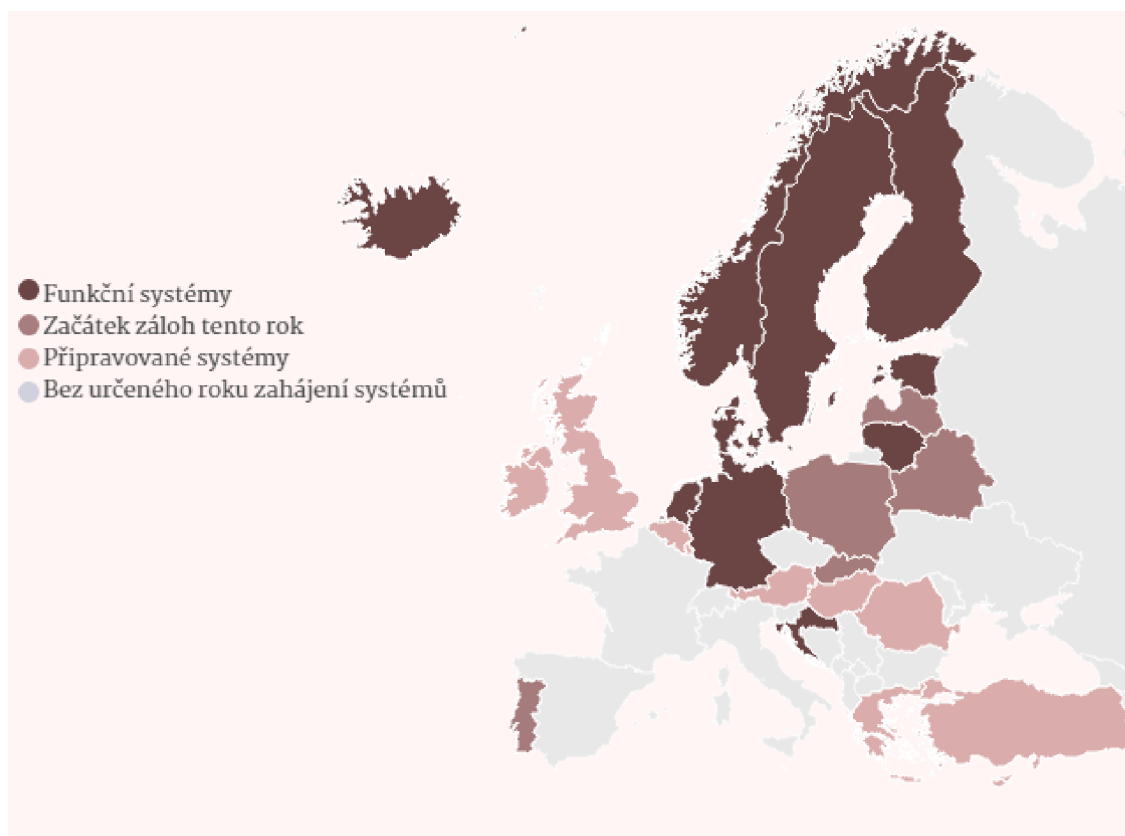
Účast v systému by byla povinná pro všechny prodejny s prodejní plochou nad 50 m². V případě menších prodejen, nebo prodejen, kde se nápoje prodávají pouze doplňkově je účast v systému dobrovolná [41]. Co se týče samotného převzetí zálohované lahve, je na obchodníkovi, zda bude výkup realizovat manuálně, či automatizovaně pomocí automatů na zpětný odběr. Parametry navrhovaného modelu DRS na území ČR jsou shrnuty v Tab. 5.

Charakter depozitního systému:	Centralizovaný
Operátor:	Soukromá nezisková společnost vlastněná zástupci nápojářského průmyslu
Účast výrobců / dovozců v DRS:	Povinná
Účast retailu v DRS:	Povinná (dobrovolná pro malé prodejny do 50 m ²)
Zálohovaný materiál:	PET lahve, kovové plechovky (výhledově HDPE lahve) - o objemu nejméně 0,1 litru a nejvýše 3 litry.
Dotčené nápoje:	Většina nealkoholických nápojů kromě mléka a mléčných výrobků, pivo a pivní nápoje
Výše zálohy:	CZK 3 (€ 0,12) – jednotná sazba
Výše kompenzace pro retail:	Počítány 3 varianty v rozmezí 0,23 – 0,77 Kč
Vlastník vráceného materiálu:	Výrobce / dovozce
Beneficiet nevrácených záloh:	Operátor
Cíl sběru:	90 %

Tab. 5 Parametry možného modelu DRS dle EEIP [41]

5.2 Zálohové systémy v zahraničí

Cenným zdrojem informací, které lze využít při snaze nastavení DRS v ČR mohou být zkušenosti ze zahraničí. V této práci bude pozornost věnována výhradně systémům zavedených v prostředí Evropy (viz. Obr 29), jelikož i politika OH těchto zemí se té naší podobá více než zbytku světa. Důkazem pro toto tvrzení mohou být i výsledky celkové návratnosti PET po zavedení DRS. Návratnost PET obalů po zavedení DRS v severských zemích Evropy značně převyšuje 80 %, kdežto ve státech USA se tyto hodnoty pohybují řádově o desítky procent níže [42].



Obr. 29 Fungující zálohové systémy v Evropě [41]

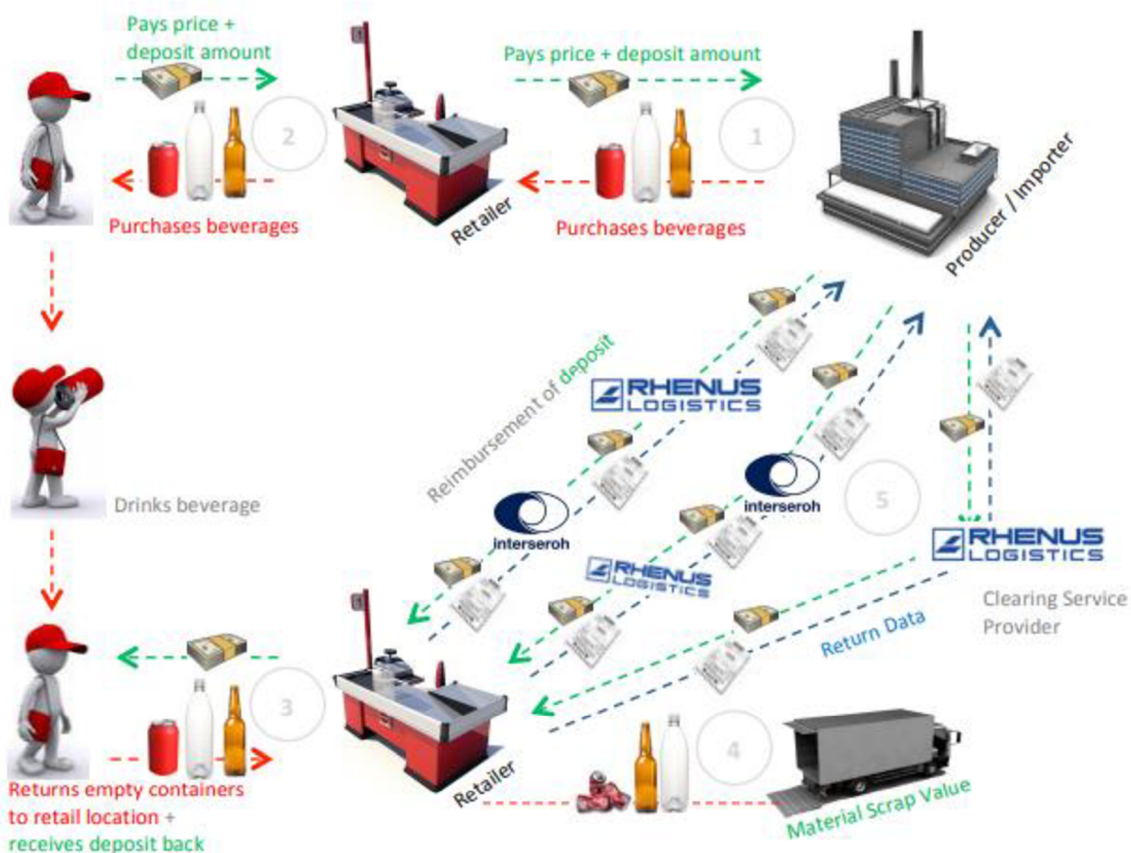
Pozn: Mapa je aktuální k roku 2022, mezi země, které zvažují zavedení DRS patří dále Belgie, Bulharsko, Černá Hora, Francie, Itálie, Slovinsko a Španělsko

5.2.1 Německo

V roce 1991 vešel v Německu v platnost Zákon o předcházení vzniku a o využití odpadu z obalů. Ten ukládal, že zastoupení znovupoužitelných obalů u piva, minerálních vod a ovocných šťáv musí být alespoň 72 %. Podmínkou pro nezavedení DRS bylo právě plnění tohoto cíle. Zpočátku se to dařilo, a dokonce mezi lety 1991–1998 poklesla spotřeba prodejních obalů o 13 % [43]. K zavedení DRS došlo v roce 2003, jelikož již zmíněný cíl zastoupení znovupoužitelných obalů nebyl splněn v minulých dvou letech.

Už od jeho zavedení byl systém kritizován, jelikož obal bylo možné vrátit pouze v místě jeho zakoupení. Od 1. května 2006 proto byla zavedena zjednodušená verze tohoto systému, jehož součástí je povinnost pro obchodníky vykoupit i obaly, které neprodává (s výjimkou

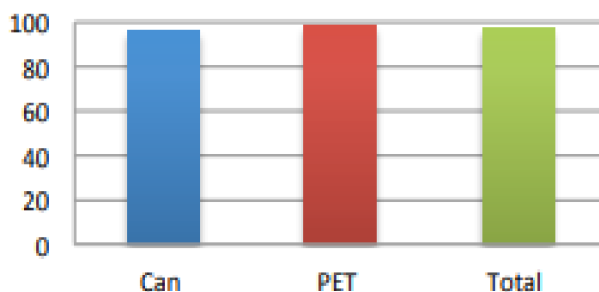
obchodů s prodejní plochou menší než 200 m²). Princip fungování DRS v Německu je schematicky vyobrazen na Obr. 30 a jeho efektivita znázorněna na Obr. 31.



Obr. 30 Finanční a materiálový tok DRS v Německu [44]

Komodity a výše zálohy – Kovové, PET a skleněné nádoby o objemu 0,1-3 litry. Jednotná výše zálohy 0,25 EUR. Míra návratnosti jednotlivých složek v procentech je vidět z Obr. 31 [44].

Provoz – chod systému zajišťuje společnost Deutsche Pfandsystem GmbH (DPG).



Obr. 31 Efektivita DRS v Německu [44]

5.2.2 Slovensko

Zálohový systém na jednorázové PET lahve a plechovky je na Slovensku zaveden od začátku roku 2022 na základě tamního Zákona č. 302/2019 Z.z. *o zálohování jednorázových obalů na nápoje a o změně doplnění některých zákonů* [45]. Největším úskalím při jeho zavedení byl až šibeniční termín, ve kterém správce systému musel zkoordinovat spuštění tohoto systému. Pokyn od ministerstva byl zadán v únoru 2021 s tím, že spuštění systému mělo proběhnout, jak bylo již zmíněno, začátkem roku 2022. Velkým problémem bylo, že výrobci automatů na zálohy tak měli najednou velkou poptávku na jejich odběr a v mnoha případech tato zařízení nebyla dodána na prodejny včas. Optimalizace systému tedy musela probíhat prakticky již za chodu, ale i přesto se v prvním roce fungování podařilo dosáhnout návratnosti PET obalů 71,3 % [46].

Zapojení do systému je zde povinné pro obchody s prodejní plochou nad 300 m², pro prodejny s prodejní plochou menší funguje zapojení do systému na bázi dobrovolnosti.

Komodity a výše zálohy – Kovové, skleněné a PET nádoby, které jsou označeny zvláštním kódem. Jednotná výše zálohy pro PET lahve činí 12 centů, pro kovové nádoby 10 centů.

Provoz – Správcem systému je nezisková organizace, která vznikla na popud tamního MŽP. Tato organizace sdružuje výrobce nápojů a jejich distributory. Členové této asociace uvedou ročně na trh přes 70 % všech zálohovaných obalů [46].

Náklady na zavedení systému

Celkové investiční náklady na zavedení DRS na Slovensku byly odhadnuty zhruba na 2,1 mld. Kč. Do této počáteční investice patří hlavně nákup a instalace automatů na zpětný odběr a úprava skladovacích prostor v prodejnách. Pro srovnání, společnost Eunomia odhadla investiční náklady pro zavedení DRS v ČR na zhruba 2,45 mld. Kč. Logicky se nabízí otázka, jak moc se tyto odhady slučují se skutečností, jelikož ČR je oproti Slovensku více než o polovinu rozlehlejší a jednou tak velká co se týče počtu obyvatel [42].

Jako více směrodatná se jeví kalkulace společnosti EKO-KOM, která tyto počáteční investiční náklady odhadla na 5 mld. Kč. Takto velký rozdíl je dán různými odhady hustoty sběrných míst. Pro efektivní fungování DRS uvažuje společnost EKO-KOM s instalací asi 8000 jednotek automatů na vrácení lahví (dále jen „RVM“ – Reverse-Vending Machine), kdežto odhad společnosti Eunomia uvažuje s instalací pouhých 3808 jednotek RVM. EKO-KOM považuje za stěžejní nutnost instalace minimálně dvou zařízení RVM do každé větší prodejny, která je otevřena většinu dnů v týdnu tak, aby byl systém dostatečně odolný vůči výpadkům, podobně jak je to v současnosti u RVM na vratné skleněné lahve [42].

5.2.3 Norsko

Inspirací pro ostatní země v oblasti systémů zálohování jednorázových obalů může být právě ten norský. Z hlediska nákladů a míry recyklace obalů je tamní verze DRS, která zde funguje již od roku 1999, hodnocena vůbec jako ta nejefektivnější na světě. V roce 2021 se norským spotřebitelům podařilo vytrídřit a odevzdat k recyklaci 92 % všech jednorázových obalů [47]. Producenti a dovozci jsou povinni platit fixní poplatek ve výši 0,08 EUR za každý obal uvedený na trh, plus ekologický poplatek 0,23 EUR za plastovou lahev, případně 0,39 EUR za kovový obal. Účastí v systému vzniká prodejcům a producentům nárok na slevu ze zmíněného ekologického poplatku. Výše této slevy se lineárně zvyšuje s mírou návratnosti obalů.

V případě dosažení míry návratnosti a recyklace 95 % budou producenti a prodejci osvobozeni od plateb ekologického poplatku úplně. Mezi další klíčové body úspěšného fungování norského DRS patří:

- Dlouho zažitý funkční centralizovaný systém, ke kterému byla za 20 let fungování vhodně poupravena legislativa tak, aby jej podporovala.
- Relativně vysoká cena záloh, která tak motivuje občany k účasti v systému. Pro plastové a kovové obaly o objemu $\leq 0,5l$ činí 0,13 EUR, pro obaly o objemu $\geq 0,5l$ 0,32 EUR.
- Již zmíněná motivace pro producenty a výrobce, kteří by tak eventuelně mohli být osvobozeni od enviromentální daně.
- Velmi hustá síť sběrných míst. V Norsku se nachází zhruba 3500 sběrných míst s RVM [42]. Automaty se zde nenacházejí pouze v obchodech, jak je tomu zatím uvažováno u nás, ale například i na čerpacích stanicích.



Obr. 32 Zálohovaný obal v Norsku

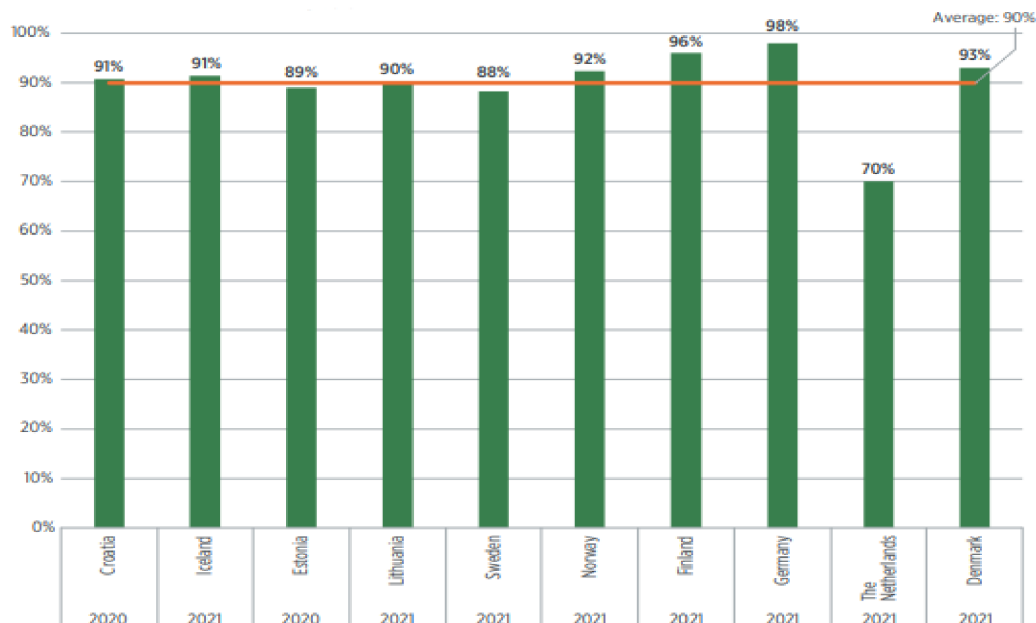
Zde je opět vhodné provést porovnání s uvažovaným modelem DRS v ČR, konkrétně s množstvím sběrných míst obsahující automaty RVS. V Norsku, jehož model DRS je považován za příkladný, je momentálně instalován podobný počet jednotek RVS, se kterými uvažuje ve svých odhadech společnost Eunomia pro zavedení DRS na našem území. Tento odhad ale v tomto případě hrubě naráží na fakt, že počet obyvatel Norska je poloviční v porovnání s ČR. V přepočtu na obyvatele by tak počet RVM v ČR byl dvakrát menší než v Norsku. Tyto skutečnosti, společně s modelem již dříve zmíněného rozmístění RVM dle odhadů společnosti EKO-KOM, jsou vyobrazeny v Tab. 6. V tomto konkrétním případě je ale nutné vzít v potaz, že v Norsku žije řádově mnohem více lidí ve městech a velkých městských aglomeracích.

	Počet obyvatel [mil.]	Rozloha [km ²]	Počet RVM		Obyvatel na jednotku RVM	
			Eunomia	EKO-KOM	Eunomia	EKO-KOM
Česká republika	10,5	78 867	3808	8000	2757	1313
Norsko	5,4	385 207	3500		1543	

Tab. 6 Porovnání počtu RVM v Norsku s odhady jednotlivých společností v ČR

5.2.4 Shrnutí fungování zálohových systému v zahraničí

Celkově 13 zemí Evropy o celkové populaci přes 144 mil. lidí je zapojeno do DRS. Dle dat agentury Reloop je průměrná návratnost jednorázových obalů 90 %. Jednotlivé země a jejich výsledky v oblasti návratnosti jednorázových obalů z posledních let jsou vyobrazeny na Obr. 33 s výjimkou Slovenska, Malty a Litvy. U těchto zemí došlo k zavedení DRS až v roce 2022 a výsledky návratnosti obalů by tak byly značně podhodnoceny, jelikož všechny obaly nemusely doposud projít celým cyklem DRS [48].



Obr. 33 Míra návratnosti jednorázových obalů v zemích Evropy využívající DRS [47]

Jak bylo zmíněno na začátku této podkapitoly, zkušenosti s DRS v zahraničí jsou cenným zdrojem informací pro případnou implementaci DRS v ČR. Na základě těchto informací lze prohlásit, že zavedení DRS má souvislost se zvýšením míry sběru nápojových obalů z PET tím pádem i splnění cílů v oblasti recyklace PET obalů zadaných Evropskou komisí. Na druhou stranu, jsou to právě informace ze zahraničí, které odhalují řadu rizik, které s sebou zavedení DRS na našem území přinese. V následující kapitole budou představeny možné dopady, které může mít zavedení DRS na OH na našem území.

5.3 Dopady zálohového systému na odpadové hospodářství ČR

Dle dat společnosti EKO-KOM je míra sběru nápojových PET 82 %, což znamenalo, že ČR už nyní splňuje závazek stanovený Evropskou komisí, který do konce roku 2025 činí 77 % [41]. Pro dosažení cílů pro rok 2029 by se míra recyklace musela zvýšit o dalších 10 %. Hlavní problém současného systému nakládání s PET odpadem vidí iniciativa Zálohujeme v plnění jiného závazku, který je součástí balíčku pro cirkulární ekonomiku (CEP – Circular Economy Package) [3]. Ten mj. nařizuje od roku 2025 přidávat 25% podíl recyklátu z PET do výroby nových lahví a dále 30% podíl recyklátu od roku 2030. Iniciativa tvrdí, že současný systém nakládání s PET není schopen tento cíl splnit [41]. Mezi další pozitiva, které iniciativa Zálohujeme vidí v zavedení DRS patří:

- Úspora energie, jelikož množství energie spotřebované pro výrobu DS je značně menší než energie potřebná pro výrobu stejného množství primární suroviny.
- Tím pádem dojde k poklesu poptávky po primární surovině, což je v souladu s CEP.
- Pokles množství obalů z cílových složek (PET lahve a hliníkové lahve) vyskytující se pohozeny v přírodě.

Kromě těchto vesměs pozitivních důsledků je ale možné, že zavedení DRS s sebou může přinést i řadu negativních dopadů na celé OH, ale v této práci bude pozornost věnována zejména těmto subjektům: obce, zpracovatelé odpadu, prodejci a domácnosti. Jedním ze zásadních nedostatků návrhu DRS iniciativou Zálohujeme je, že těmto dopadům není věnována dostatečná pozornost. Z tohoto důvodu budou tvrzení o negativních dopadech na OH podložena hlavně zkušenostmi ze zahraničí.

5.3.1 Prodejci

Zavedení DRS představuje výrazné ovlivnění fungování nejen prodejen, ale i jejich zásobování. Největší dopad pocítí provozovatelé maloobchodů, konkrétně těch, kteří operují na vesnicích. Největší výzvou bude zvládnutí zvýšené administrativy, ať už v podání vymezení nových prostor pro skladování vybraných lahví (nesešlápnuté lahve zaberou více místa), nebo v podobě jejich zabezpečení. V momentě, kdy je záloha vybrána, stává se z ní v podstatě komodita, tím pádem jsou zvýšeny nároky na proškolení zaměstnanců, nebo již zmíněnou bezpečnost. Ze strany spotřebitelů je po praktické stránce možné, že lahve budou vracet po větším množství v nejbližší možné prodejně (může tedy nastat situace, že rodina nakupuje nápoje v supermarketu, ale vrátí je ve velkém množství narázově ve vesnickém obchodě). Bude tak vytvářena zvýšená zátěž na finanční tok prodejen, jelikož spotřebiteli musí vyplatit zálohu z vlastních zdrojů a až následně mu bude zúčtována.

Obecně by se dalo říct, že větší obchodní řetězce jsou na zavedení DRS připraveny. Koneckonců, většina z nich operuje v zemích Evropy, kde je DRS dávno zaběhlý a poznatky ze zahraničí můžou snadno implementovat i zde. Napomáhá tomu i fakt, že většina takových prodejen je vybavena automaty pro zpětný odběr skleněných lahví (viz. Obr. 34) a mohlo by se tak využít již existujících skladovacích prostor.



Obr. 34 Zařízení RVM od výrobce Tomra [67]

Případné zavedení DRS by sebou pravděpodobně přineslo částečnou změnu ve spotřebitelském chování. Očekává se, že se zavedením DRS by se určitý počet lidí rozhodl přestat kupovat PET lahve úplně, s tím že by volili alternativy například v podobě skleněných nádob. Z enviromentálního pohledu je tento krok samozřejmě správný, ale pro prodejce by to znamenalo ztrátu části příjmů [42].

5.3.2 Domácnosti

Pokud by došlo k zavedení DRS, lze skoro s jistotou říci, že by došlo k razantní změně spotřebitelského chování v každé domácnosti v ČR. Podobně jako prodejci, i spotřebitelé budou muset řešit problém skladování odpadních PET lahví. Panují obavy, že pozornost padne buď částečně, nebo výhradně na separaci PET obalů a třídění zbylých separovatelných složek (sklo, papír, ale i jiné plasty) přestane být věnována pozornost.

Jak bylo zmíněno v kapitole 4.1, díky současné síti pokrytí činí průměrná vzdálenost k nádobě na separovaný odpad přibližně 90 m. Pro spotřebitele, kteří nebydlí v bezprostřední blízkosti obchodů s potravinami tak vznikají zvýšené časové a finanční nároky na transport těchto složek (což jde ruku v ruce se zmíněnou mnohonásobně vyšší objemností PET odpadu).

Littering

V úvodu kapitoly je uvedeno, že iniciativa Zálohujeme si od zavedení DRS slibuje značný pokles PET a kovových nápojových obalů, které jsou pohozeny v přírodě, konkrétně až o 95 % [49]. K identifikaci toho, kdo je za littering odpovědný, společně s předpokládanou změnou chování těchto subjektů po zavedení DRS budou zavedeny 2 různé typy původců KO na území ČR.

Spotřebitel A je člověk, který je systematicky veden k odpovědnému nakládání s odpady a zvažuje své chování v oblasti ochrany ŽP. Chování tohoto člověka se nějakým radikálním způsobem nezmění, jelikož se stále bude snažit odpady likvidovat ekologicky. Dle dat EKO-KOM může být do této skupiny zařazeno 73 % obyvatel ČR [42].

Spotřebitel B patří mezi zbylých 27 %, které by se dalo označit za jako za původce drtivé většiny odpadu pohozeného v přírodě. Tento člověk nepřisuzuje problematice ochrany ŽP žádnou vážnost a tím pádem u něj nelze očekávat výrazná změna spotřebitelského chování po zavedení DRS. Nákup PET lahví, které po zavedení DRS budou zdraženy o hodnotu zálohy, pro něj bude znamenat větší finanční zátěž, a je možné, že začne používat alternativní typy jednocestných obalů, jako jsou nápojové kartony, kterými pak bude znečišťovat ŽP nadále. Podobný trend byl mimochodem k vidění při zavedení záloh na skleněné lahve od piva [42].

Argument, že obyvatelé budou motivováni sbírat volně pohozené PET lahve za účelem výtěžku, nemusí být pravdivý. Systém vyžaduje, aby vrácený obal byl čistý a nesešlapaný, čehož v případě již existujících pohozených obalů, které jsou z důvodu vnějších vlivů (např. počasí) znečištěny, nelze dosáhnout.

5.3.3 Obce

V případě zavedení DRS v rámci obcí visí největší háček nad otázkou, jaký to bude mít dopad na příjmy z autorizované společnosti EKO-KOM. Jelikož výše těchto odměn se váže na hmotnost vytríděného materiálu, tak je jasné, že odklonem části plastového odpadu dojde ke snížení příjmů obce ze systému. Nabízí se také otázka, zda v návaznosti na tento fakt nebude

snížena hodnota podílu obalové složky, což by znamenalo další ztrátu příjmů pro obce. Může tedy nastat situace, že obce budou nuceny zvýšit poplatky občanů.

Jsou to právě obce, které v současnosti zajišťují a koordinují sběr odpadů. Tyto subjekty vycházejí z plánů OH na státní a krajské úrovni, které jsou plánovány na několik let dopředu [8]. V těchto plánech nefiguruje strategie zavedení DRS na našem území, proto by tyto plány vyžadovaly značné úpravy a tím pádem i další investice. V otázce investic se vyplatí zmínit ještě ty, které momentálně jednotlivé obce čerpají, aby zajistili fungování a rozšiřování stávající infrastruktury. Náhlý zásah v podobě zavedení DRS na našem území do této ustálené infrastruktury by způsobil dodatečnou zátěž v podobě administrativy, která by se opět negativně projevila do hospodářství jednotlivých obcí [42].

Jak bylo uvedeno v kapitole 5.3.1, zvýšená administrativní zátěž v kombinaci s nepředvídatelnou změnou spotřebního chování by mohla mít pro některé menší prodejce dokonce existenční následky. Absence těchto maloobchodů by byla z pohledu fungování malých obcí závažným problémem.

5.3.4 Zpracovatelé odpadu

Během posledních desítek let byly do stávajícího systému nakládání s odpadem systematicky investovány miliardy Kč. Zainteresované subjekty, ať už se jednalo o ministerstva, výrobce obalů, obce, nebo právě zpracovatele odpadu (viz. kapitola 2.6) doposud sdílely názor, že stávající systém nakládání s odpadem je pro ČR ten správný – tzn. důraz na rozšiřování stávající sítě pro sběr odpadu, nebo na vzdělávání veřejnosti. Jakýkoliv zásah (například zavedením DRS) do tohoto zaběhnutého systému, který mimochodem vykazuje špičkové výsledky v porovnání se zahraničními, by znamenal znehodnocení podstatné části vynaložených investic.

Zavedení DRS na PET lahve by znamenalo především výrazný odklon dobře obchodovatelné složky plastového odpadu (dle dat společnosti EKO-KOM tvoří jednorázové obaly z PET až 40 % hmotnosti veškerého obsahu žlutých kontejnerů).

U provozovatelů třídících a dotřídňovacích linek by došlo k výraznému snížení vytíženosti těchto zařízení. Pokud by se pro tyto podniky nenašlo další využití, jako například rozšíření o některé další tříděné frakce (což by ale vyžadovalo další investice), mohlo by dojít ke snížení jejich počtu. To by ale znamenalo další náklady na provoz systému, jelikož méně hustá síť těchto zařízení znamená delší vzdálenost, kterou musí svozové vozy urazit.

Podobný osud by potkal i **svozové firmy** s tím rozdílem, že i když by nádoby na plast byly ochuzeny o zálohovaný PET, tak intervaly svozů kontejnerů by z hygienických důvodů musely zůstat stejné. Efektivita přepravy by tak značně klesla a celý systém by najednou trpěl značnou nadkapacitou (až 50 %) [42]. K jejímu snížení by došlo v případě snížení objemu těchto nádob (což z principu nedává smysl), nebo odstraněním některých nádob, čímž by byla snížena hustota sběrné sítě. Tato varianta opět nepřipadá v úvahu, jelikož by se drasticky zvýšily náklady na sběr a zvýšením průměrné vzdálenosti ke sběrnému místu (viz. kapitola 4.1) by mohlo dojít ke snížení míry separace KO.

5.4 Porovnání variant nakládání s PET odpadem

V otázce nakládání s PET odpadem v ČR byly v rámci předešlých dvou kapitol popsány dva možné postupy. V té první byl popsán současný systém nakládání s PET, kde byl podrobně popsán tok odpadního PET. Navazující kapitola se zabývala otázkou zavedení DRS na

jednorázové PET obaly. Jelikož se o zavedení na našem území teprve spekuluje, pozornost byla věnována hlavně zahraničním systémům a jejich zkušenostem, na jejichž základě byla provedena diskuse ohledně dopadů na zdejší subjekty, jejichž fungování by bylo zavedením DRS ovlivněno. Tyto dopady jsou shrnuty níže v rámci Tab. 7.

Vybrané dopady na odpadové hospodářství po zavedení DRS	
Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none"> - pravděpodobně vyšší míra recyklace nápojových PET obalů - snížení počtu PET obalů v přírodě (littering) - vyšší míra čistoty výsledné DS - pravděpodobně vyšší obchodní potenciál DS z vrácených PET lahví 	<ul style="list-style-type: none"> - narušení současného systému nakládání s KO a nakládání s PET odpadem - nutnost vysokých vstupních investic a vysoké provozní náklady v souvislosti se zavedením systému DRS - významně negativní ekonomický dopad na současné zpracovatele separovaného odpadu z pohledu produkce DS - na rozdíl od současného systému řeší pouze část cílů OH, je zaměřen pouze na PET lahve (případně kovové obaly)
Příležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none"> - došlo by k částečnému splnění cílů obsažených v balíčku CEP vytyčených Evropskou komisí - pravděpodobně by došlo ke snížení podílu PET na trhu (určité procento lidí by přestalo PET lahve používat) - příprava infrastruktury a legislativy pro případné zálohové systémy zaměřené na další typy obalů - příprava infrastruktury a legislativy pro případné znovuvyužití PET lahví 	<ul style="list-style-type: none"> - snížení motivace spotřebitelů třídit ostatní druhy separovatelných nezálohovaných složek KO - nelze s jistotou říci, zda by i při zavedení DRS byly splněny cíle zadané Evropskou komisí - předpoklad nedostatečně husté sítě zařízení RVM na úrovni regionů a mikroregionů - možnost zcizení zálohovaných obalů a jejich vícenásobné vrácení, případně vznik černého trhu

Tab. 7 SWOT analýza dopadů potenciálního DRS na české OH

Zvláštní pozornost před případným zavedením DRS by měla být věnována následujícím skutečnostem:

- Zavedení DRS na našem území sebou nese řadu rizik, jejichž přítomnost je nutné řádně analyzovat a odstranit.
- Případný DRS musí vycházet z jasně daného legislativního základu.
- Legislativa musí být založena na spolupráci a debatách o dané problematice mezi všemi dotčenými subjekty. Je žádoucí, aby byla provedena podrobná analýza všech možných scénářů nakládání s PET odpadem.
- Důkladný průzkum zahraničních systémů.
- V případě rozhodnutí o zavedení DRS je třeba stanovit vhodný, dostatečně dlouhý časový rámec pro přípravu infrastruktury.

Na základě těchto poznatků nezbyvá nic než konstatovat, že zavedení DRS na našem území není momentálně tou správnou cestou pro dosažení všech cílů vytyčených Evropskou komisí, pouze dílčích. Pro tyto účely se jeví jako vhodnější zintenzivnění sběru využitelných odpadů pomocí již fungující sběrné sítě.

Jelikož fungování současného systému nevyklučuje možnost fungování DRS v budoucnu, tak by mělo být v nejlepším zájmu všech dotčených subjektů od vlády ČR, přes výrobce balených vod, prodejců, obcí, zpracovatelů odpadů, až po obyvatele ČR o této problematice do budoucna diskutovat. V budoucnu se totiž může ukázat, že současný systém nakládání s odpadem nezvládne plnit cíle nastavené Evropskou komisí a může to být právě rychlá implementace správně fungujícího DRS, která ke splnění těchto cílů dopomůže.

6 VÝPOČETNÍ NÁSTROJ

Jedním z hlavních cílů této práce je aplikace získaných poznatků v oblasti nakládání s PET odpadem na konkrétní region v rámci ČR. Pro tyto účely byl v programu MS Excel sestaven výpočetní nástroj (dále jen „VN“), který je **Přílohou A** této práce, a s jehož pomocí bude provedeno technicko-ekonomické vyhodnocení a následné porovnání těchto scénářů nakládání s PET odpadem:

- Současný způsob nakládání s PET odpadem
- Scénář se zavedením povinného zálohování nápojových PET obalů

Na začátek je důležité podotknout, že přesto, že VN vychází z reálných dat a údajů o regionálním OH, tak jeho výstupy nebudou, a ani není jejich účelem, přímo reflektovat reálnou situaci. Hlavním cílem je, jak již bylo řečeno dříve, vzájemné porovnání dvou způsobů nakládání s odpadními PET lahvemi a aplikace zjištěných poznatku, zejména z kapitol 4 a 5. Pro tyto účely je v rámci VN uvažováno s modelem fiktivní dotřídňovací linky (dále jen „DL“) na papír a plast. Jelikož cílem VN je zasazení zmíněných scénářů do již zaběhnutého procesu nakládání s odpady, provoz této DL nebude zatížen počáteční investicí.

Princip fungování VN je založen na zadávání vstupních, předem známých dat (například technické parametry systémů DL, nebo počet obyvatel zkoumaného územního celku) do k tomu uzpůsobených, žlutě odlišených, buněk. Tyto vstupy jsou pak proměnnými v souboru rovnic (které budou podrobně popsány později), jež přísluší předem definovaným položkám. Pro názornost je příslušnost jednotlivých buněk znázorněna níže na Obr. 35.

Výsledek předdefinované rovnice. Proměnnými v této rovnici jsou vstupní parametry (žluté buňky)

Papírový a lepenkový odpad	2 654,66 t	23	kg/rok jednotlivých složek vyprodukované 1 občanem
Plastový odpad	1 962,14 t	17	
Celkové náklady daných položek (v tomto případě součet nákladů na vyvážení, nájemné a investice)			
Sběr a svoz plastového a papírového odpadu	4 494 098 Kč/rok		
Kontejnery pro plastový odpad - vyvážení	1 992 000 Kč/rok		Kontejnery pro papírový odpad - vyvážení 1 371 516 Kč/rok
Kontejnery pro plastový odpad - nájemné	211 500 Kč/rok		Kontejnery pro papírový odpad - nájemné 145 671 Kč/rok
Kontejnery pro plastový odpad - investice	458 000 Kč/rok		Kontejnery pro papírový odpad - investice 315 411 Kč/rok

Buňky pro zadávání vstupních (známých) hodnot

Obr. 35 Příslušnost jednotlivých buněk VN

Uvažovaný region pro VN

Pro účely této práce bylo jako uvažovaný region zvoleno Třebíčsko. Za účelem sjednocení jednotlivých obcí tohoto regionu v oblasti nakládání s odpady a péči o veřejné prostranství byl v roce 1992 založen Svazek obcí pro komunální služby (dále jen „Svazek“). Svazek se nyní skládá ze 165 obcí převážně z regionu Třebíčsko, ale jeho součástí je několik obcí z okrajových částí regionů Jihlava a Znojmo [50]. V rámci VN bude uvažováno právě s obcemi, které Svazek sdružuje. Seznam těchto obcí je součástí **Přílohy B**. Mezi některé kroky, které byly svazkem podniknuty za dobu jeho fungování, patří například:

- Vybudování a následná rekultivace skládky KO Petřůvky.
- Založení společnosti pro svoz odpadů ESKO – T s.r.o.
- Vybudování sítě sběrných dvorů po celém regionu.

- Vybudování a následné rozšíření třídící linky v Třebíči.

Podstatnou část vstupních parametrů uvažované verze VN tvoří právě data o provozu OH Svazku a provozu společnosti ESKO – T s.r.o. [51].

6.1 Model současného systému nakládání s PET odpadem

Při modelování následujícího scénáře bude hojně využíváno poznatků z kapitoly 4. Jeho cílem je reflektovat současnou situaci nakládání s PET odpadem v rámci konkrétního regionu z OH ČR. PET lahve jsou v tomto případě součástí separovaných plastových KO, tj. jsou shromažďovány od občanů ve žlutých kontejnerech a svázeny společně s ostatními separovanými plasty pro úpravu na třídící linku. Výpočtová úloha je proto ohraničena na části provozu technických služeb, které se týkají toku odpadu na třídící linku, tedy sběr, svoz a úpravu separovaného plastového a papírového KO. Separované kovy a sklo, zbytkový SKO a další odpady komunálního původu jsou sice součástí provozu technických služeb, ale netýká se jich provoz třídící linky a není potřeba je uvažovat s ohledem na porovnání s případným systémem zálohování PET lahví.

6.1.1 Vstupní parametry

Základním parametrem VN je **počet obyvatel**, který byl určen na základě dat Českého statistického úřadu. Nejen celkový počet obyvatel obcí, které Svazek sdružuje, ale i počty obyvatel jednotlivých obcí jsou součástí **Přílohy B**. Od počtu obyvatel se odvíjí množství vyprodukovaného plastového a papírového odpadu. Z dat společnosti EKO-KOM je uvažováno, že průměrný obyvatel ČR vyprodukuje ročně 23 kg papírového a lepenkového odpadu a 17 kg plastového odpadu. Celkové množství jednotlivých složek, které jsou pak určeny k vyřídění, je počítán následovně:

$$PL_{celk} = n_O \cdot PL_{AVG} \quad (6.1)$$

PL_{celk} [kg/rok] – celkové množství separovaného plastového odpadu určeného k dalšímu vyřídění

n_O [-] – počet obyvatel

PL_{AVG} [kg/rok] – množství vyprodukovaného plastového odpadu průměrným člověkem za rok

$$PA_{celk} = n_O \cdot PA_{AVG} \quad (6.2)$$

PA_{celk} [kg/rok] – celkové množství separovaného papírového odpadu určeného k dalšímu vyřídění

n_O [-] – počet obyvatel

PA_{AVG} [kg/rok] – množství vyprodukovaného papírového odpadu průměrným člověkem za rok

NÁKLADY

6.1.2 Sběr a svoz separovaných složek

Při určování těchto hodnot bylo vycházeno z informací o OH města Třebíč. Jelikož je v modelu uvažováno pouze s plastovým a papírovým odpadem a tyto informace jsou udávány souhrnně pro všechny separovatelné složky (sklo, kovy a další), bylo nutné provést přepočty těchto částek v poměru k počtu sběrných nádob na papír a plast. V rámci sběrné sítě Svazku, která čítá celkem 4986 nádob na tříděný odpad je k dispozici celkově 1773 nádob na plast, resp. 1236 na papír, což tvoří přibližně 35 %, resp. 25 % z celkového počtu [50]. Jednotlivé položky, včetně jejich vyčíslení po přepočtu jsou znázorněny v Tab. 8 níže [51].

Typ nádoby	Počet nádob	Zastoupení [%]	Úkon	Náklady [Kč/rok]
Plast	1773	35	Vyvážení	1 992 000
			Nájemné	211 500
			Roční investice	458 000
Papír	1236	25	Vyvážení	1 371 516
			Nájemné	145 671
			Roční investice	315 411
Celkem	3009	60	-	4 494 098

Tab. 8 Náklady na sběr a svoz papírového a plastového odpadu

Součtem jednotlivých položek z Tab. 8 vznikne hodnota celkových nákladů na sběr a svoz papírového a plastového odpadu $N_{SBĚR}$.

6.1.3 Provozní náklady DL

Jak již bylo v práci zmíněno dříve, v rámci obou scénářů bude uvažováno s modelem DL, toto zařízení bude zpracovávat již dříve zmíněný plastový a papírový odpad. Pro účely této práce bohatě postačí zjednodušený model, tzn. u jednotlivých vytríděných složek nebude prováděna žádná další úprava, proběhne pouze slisování do balíků a následný prodej takto vzniklé DS. V kapitole 4.3 jsou popsány veškeré kroky a technologické postupy, se kterými bude uvažováno i v rámci VN.

Údržbové (fixní) náklady

Jedná se o takový druh nákladů, které jsou potřeba k zajištění provozu DL. S těmito náklady je třeba počítat bez ohledu na množství zpracovaného odpadu, jelikož i přes jeho měnící se objem zůstávají konstantní. Výše těchto nákladů byla zvolena na základě předpokládané kapacity DL. V rámci sestaveného modelu DL bude uvažováno zejména s těmito druhy fixních nákladů:

- Náklady na údržbu a opravy.
- Náklady na pojištění a zajištění technologie.
- Ostatní fixní náklady – mezi tyto náklady jsou zařazovány drobné položky jako pracovní oděvy a hygienické pomůcky.

Výše jednotlivých nákladů, společně s celkovými fixními náklady je shrnuta v Tab. 9.

Položka	Náklady [Kč/rok]
Pojištění a opravy	150 000
Pojištění budov a technologie	350 000
Ostatní náklady	50 000
Celkem	550 000

Tab. 9 Fixní náklady DL

Podobným principem jako u nákladů na sběr a svoz, výše fixních nákladů $N_{DL_{fix}}$ je dána součtem hodnot z Tab. 9.

Variabilní náklady

Narozdíl od nákladů fixních, výše variabilních nákladů se mění s množstvím odpadu a době provozu linky. Podobně jako u fixních nákladů, vstupní data zde budou volena podle provozní kapacity DL, a právě hmotnostním toku odpadu, který každoročně pojme. Vzhledem k jeho očekávanému zpracovanému množství je uvažováno s denní provozní dobou DL 8 hodin. Ve VN je tato hodnota zvolena jako vstupní parametr (takže je proměnná), ale je nutné brát v potaz, že při jejím zvýšení, resp. snížení dojde při stejném zpracovaném množství k většímu, resp. menšímu vytížení DL.

- **Náklady na spotřebu energie** – výše těchto nákladů závisí na energetické spotřebě DL. Ve VN je uvažováno s osmihodinovou pracovní dobou a 21 pracovními dny v měsíci. Dalším důležitým vstupním údajem je cena elektrické energie, která byla uvažována na 7 Kč/kWh. DL se skládá celkem ze tří dopravníků (viz. kapitola 4.3), každý o výkonu 1,2 kW. Tyto dopravníky nebudou v provozu celou pracovní dobu, například z důvodu přestávek, proto je jejich využití 90 %. Po separaci následuje úprava na mechanickém lisu o výkonu 6 kW, jenž je na rozdíl od dopravníků využíván až po nahromadění materiálu, proto je jeho využití 25 %. Nezanedbatelnou částí jsou dále náklady na osvětlení, provoz dodatečných spotřebičů, vytápění a vzduchotechniky. Jelikož se nejedná o reálný provoz, kde by se tato data dala jednoduše odečíst, bude třeba množství spotřebované elektrické energie za rok odhadnout. Po srovnání se zadávacími dokumentacemi pro DL podobné kapacity byla výše spotřebované elektrické energie stanovena na 5 000 kWh ročně. Pomocí těchto vstupních parametrů byla výše nákladů na spotřebu energie stanovena následovně:

$$N_{DL_{ene}} = \left\{ \left[P_{TL} \cdot C_{el} \cdot \left(\frac{\eta_{TL}}{100} \right) \cdot t \cdot d \cdot m \right] + \left[P_{LIS} \cdot C_{el} \cdot \left(\frac{\eta_{LIS}}{100} \right) \cdot t \cdot d \cdot m \right] \right\} + (N_{ost} \cdot t) \quad (6.3)$$

$N_{DL_{ene}}$ [Kč/rok] – náklady na spotřebu energie DL

P_{TL} [kW] – příkon dotřídovací linky

C_{el} [Kč/kWh] – cena elektrické energie

η_{TL} [%] – využití dotřídovací linky

P_{LIS} [kW] – příkon lisu

N_{ost} [kWh/rok] – ostatní náklady na spotřebu energie

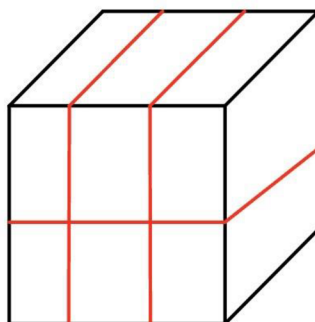
t [h/den] – denní provozní doba dotřídňovací linky

d [-] – dny v provozu za měsíc

m [-] – počet měsíců roce

- **Náklady na materiál** – $N_{DL_{mat}}$, lze volně přeložit jako náklady na nákup vázací pásky, kterou jsou svazovány balíky po slisování (viz. Obr. 27). Pro účely této práce je uvažováno s vázací páskou s PET materiálu. Pro stanovení ceny na tunu, ve které je tato hodnota udávána ve VN je třeba nejdříve definovat rozměry výsledného balíku a styl, jakým se balíky budou vázat což je znázorněno v rámci Obr. 36.

Je uvažována jednotná váha balíků přibližně 200 kg při rozměrech 1 x 1 x 1 m. Z toho tedy vyplývá, že délka použité vázací pásky na 1 balík (při stylu opásání dle Obr. 36) je 12 m. Při uvažované ceně 1000 Kč na 850 m pásky vychází cena jednoho metru pásky na 1,2 Kč. Balík o váze 200 kg tedy cenově vyjde na 10 Kč.



Obr. 36 Možný způsob vázání balíků

$$N_{DL_{mat}} = (PL_{celk} + PA_{celk}) \cdot C_{vp} \quad (6.4)$$

$N_{DL_{mat}}$ [Kč/rok] – roční náklady na materiál

PL_{celk} [kg/rok] – celkové množství separovaného plastového odpadu určeného k dalšímu vytřídění

PA_{celk} [kg/rok] – celkové množství separovaného papírového odpadu určeného k dalšímu vytřídění

C_{vp} [Kč/t] – cena vázací pásky na tunu opadu

- **Náklady na vozidla a manipulační techniku** – odpad, který je na DL dopraven je nutno transportovat pomocí nakladače na zmíněné dopravníky, na druhou stranu, po výstupu balíků z lisu je třeba je přesunout a uskladnit pomocí vysokozdvížného vozíku. V rámci VN je vstupním parametrem pro tato vozidla jejich spotřeba v litrech na hodinu, která je zvolena na základě technické dokumentace podobných zařízení – u nakladače na 3 l/hod a u vysokozdvížného vozíku na 1,5 l/hod. V rámci těchto vozidel je vhodné počítat s fixními náklady ve výši 50 000 Kč/rok, tyto náklady v sobě skrývají převážně opravy. Cena pohonných hmot je uvažována 37 Kč/l. Vztahy pro výpočet nákladů na vozidla v rámci DL jsou uvedeny v rovnicích 6.5 a 6.6 níže.

$$N_{nakl} = t \cdot d \cdot m \cdot spotř_{nakl} \cdot C_{ph} + N_{ú,voz} \quad (6.5)$$

N_{nakl} [Kč/rok] – roční náklady na provoz nakladače

t [h/den] – denní provozní doba dotříd'ovací linky

d [-] – dny v provozu za měsíc

m [-] – počet měsíců roce

$spotř_{nakl}$ [l/h] – spotřeba paliva nakladače

C_{ph} [Kč/l] – cena pohonných hmot

$N_{ú,voz}$ [Kč/rok] – roční fixní náklady na údržbu vozidla

$$N_{vys} = t \cdot d \cdot m \cdot spotř_{vys} \cdot C_{ph} + N_{ú,voz} \quad (6.6)$$

N_{vys} [Kč/rok] – roční náklady na provoz vysokozdvížného vozíku

t [h/den] – denní provozní doba dotříd'ovací linky

d [-] – dny v provozu za měsíc

m [-] – počet měsíců roce

$spotř_{vys}$ [l/h] – spotřeba paliva vysokozdvížného vozíku

C_{ph} [Kč/l] – cena pohonných hmot

$N_{ú,voz}$ [Kč/rok] – roční fixní náklady na údržbu

$$N_{DLvoz} = N_{nakl} + N_{vys} \quad (6.7)$$

N_{DLvoz} [Kč/rok] – celkové náklady na vozidla a manipulační techniku DL

N_{nakl} [Kč/rok] – roční náklady na provoz nakladače

N_{vys} [Kč/rok] – roční náklady na provoz vysokozdvížného vozíku

Celková výše ročních variabilních nákladů je součtem výše zmíněných položek

$$N_{DLvar} = N_{DLene} + N_{DLmat} + N_{DLvoz} \quad (6.8)$$

N_{DLvar} [Kč/rok]- celková výše ročních variabilních nákladů

N_{DLene} [Kč/rok] – celkové roční náklady na spotřebu energie DL

N_{DLmat} [Kč/rok] – celkové roční náklady na materiál

N_{DLvoz} [Kč/rok] – celkové náklady na vozidla a manipulační techniku DL

Mzdové náklady

S těmito náklady může být uvažováno podobně jako s fixními. Počet pracovníků obsluhy se odvíjí od počtu tříděných složek. V modelu DL je uvažováno s celkem devíti pracovníky DL, jejichž příslušnost a mzda je znázorněna v Tab. 10. Výše jednotlivých mezd byla stanovena na základě průzkumu trhu práce.

Pracovní pozice	Pozic	Měsíční mzda [Kč/měs.]	Roční mzda [Kč/rok]
Vedoucí pracovník	1	37 000	444 000
Obsluha vozidel	2	31 000	744 000
Obsluha DL	6	23 500	1 692 000
Správce a provoz budovy	2	29 000	696 000
Celkem	9	298 000	3 576 000

Tab. 10 Mzdové náklady DL

Podobně jako u ostatních fixních nákladů zmíněných dříve, i v tomto případě součtem hodnot z Tab. 10 je získána výsledná hodnota ročních mzdových nákladů DL N_{DLmzd} .

PŘÍJMY

V rámci VN je uvažováno s dvěma hlavními toky příjmů:

- Příjmy z prodeje DS.
- Příjmy od společnosti EKO-KOM za zpětný odběr a zajištění sběrné sítě.

Výše těchto příjmů závisí zejména na množství vyprodukovaného odpadu, ale i na dalších parametrech, které budou popsány podrobněji dále.

6.1.4 Příjmy z prodeje DS plastu a papíru

Výše těchto příjmů je závislá na několika faktorech, jako například určení cílových složek, které budou v rámci DL separovány, nebo vyjádření zastoupení těchto složek v rámci plastového, resp. papírového odpadu. V první řadě je třeba provést průzkum trhu, aby bylo možné stanovení výkupní ceny jednotlivých složek.

Trh s plasty

Během posledních několika let došlo v oblasti plastikářského průmyslu k mnohým neočekávaným situacím, jejichž důsledkem je nedostatek plastů na trhu a s tím spojený raketový nárůst jejich cen, který je obvykle následován obdobným cenovým poklesem. Mezi tyto situace, které mají většinou globální dopady se řadí zejména:

- Chybějící kontejnery a tankery na přepravu materiálu na trase USA-Evropa-Asie.
- Koronavirus – pokles výroby a značně zvýšené náklady na dopravu.
- Náhlé změny v ceně ropy, zejména v období koronaviru.
- Hurikány, které tvrdě zasáhly oblasti USA kde se vyrábí plasty.



Obr. 37 Vývoj výkupní ceny DS PET v letech 2015-2023 [52]

Jako příklad je na Obr. 37 zobrazen vývoj průměrné měsíční ceny materiálu PET v letech 2015-2023 [52]. Cena je udávána v EUR/kg.

Pro větší názornost a směrodatnost výsledků v této práci proto bude uvažováno s dvěma scénáři cen výsledných DS:

- **Scénář A – vysoké ceny DS** – průměrné ceny DS uvedeny k dubnu 2023 dle [52].
- **Scénář B – nízké ceny DS** – průměrné ceny DS ve zvoleném roce (2016) před rokem 2020 kdy došlo ke zvýšení výkupních cen plastů.

Při stanovování cen DS bylo vycházeno z dat portálu plasticportal.eu a z reálných provozních dat, které byly poskytnuty vedoucím práce. Z těch bylo také vycházeno při stanovení hmotnostního podílu tříděných složek. Veškeré náležitosti jsou znázorněny v Tab. 11.

Druh odpadu	Složka	Zkratka	Scénář A		Scénář B	
			Hm. podíl [%]	Výkupní cena [Kč/t]	Hm. podíl [%]*	Výkupní cena [Kč/t]
Plast	PET čirý	PL _{PET,clear}	10	12 000	10	8 000
	PET modrý	PL _{PET,m}	3,3	8 000	3,3	6 000
	PET zelený	PL _{PET,z}	3,3	8 000	3,3	6 000
	PET červený	PL _{PET,č}	3,3	8 000	3,3	6 000
	PET mix	PL _{PET,mix}	10	5 000	10	1 000
	HDPE čirý	PL _{HDPE,clear}	7	26 000	-	-
	HDPE mix	PL _{HDPE,mix}	13	9 900	20	1 500
	LDPE čirý	PL _{LDPE,clear}	3	30 000	3	2 000
	LDPE mix	PL _{LDPE,mix}	7	9 750	7	800
	PP	PL _{PP}	5	28 000	-	-
Výmět	PL _{ost}	35	500	40	- 1 000	
Papír	Noviny a časopisy	PA _{nov}	26	2 850	26	2 650
	Karton a lepenka	PA _{kar}	35	2 750	35	2 650
	Směs	PA _{mix}	15	1 000	15	2 020
	Výmět	PA _{ost}	24	0	24	- 500
Celkem	-	-	100	-	100	-

Tab. 11 Informace o tříděných složkách v rámci VN

*pozn. – u dat z roku 2016 nejsou k dispozici ceny DS u čirého HDPE a PP, proto čirý HDPE bude zařazen mezi HDPE mix a s PP bude uvažováno jako se složkou, která není tříděna a tím pádem je součástí výmětu

Na základě informací z Tab. 11 může být dle vztahu 6.9, resp. 6.10 stanovena výsledná výše ročních příjmu za prodej jednotlivých DS z plastového, resp. papírového odpadu:

$$P_{plast_i} = PL_{celk} \cdot \left(\frac{PL_i \cdot x_i}{100} \right) \quad (6.9)$$

P_{plast_i} [Kč/rok] – výše ročních příjmů za prodej dané složky plastového odpadu

PL_{celk} [kg/rok] – celkové množství separovaného plastového odpadu určeného k dalšímu vytrídění

PL_i [Kč/t] – výkupní cena za tunu dané plastové DS

x_i [%] – hmotnostní podíl dané DS

$Index i$ [-] – vybraná složka separovaného odpadu

$$P_{papir_i} = PA_{celk} \cdot \left(\frac{PA_i \cdot x_i}{100} \right) \quad (6.10)$$

P_{papir_i} [Kč/rok] – výše ročních příjmů za prodej dané složky papírového odpadu

PA_{celk} [kg/rok] – celkové množství separovaného papírového odpadu určeného k dalšímu vytrídění

PA_i [Kč/t] – výkupní cena za tunu dané papírové DS

x_i [%] – hmotnostní podíl dané DS

$Index\ i$ [-] – vybraná složka separovaného odpadu

Celkovou výši příjmů za prodej DS je tak možno stanovit následujícím vztahem (6.11):

$$P_{DS} = P_{plast} + P_{papír} = PL_{celk} \cdot \left(\sum \frac{PL_i \cdot x_i}{100} \right) + PA_{celk} \cdot \left(\sum \frac{PA_i \cdot x_i}{100} \right) \quad (6.11)$$

P_{DS} [Kč/rok] – celková výše příjmů za prodej DS

P_{plast} [Kč/rok] – celková výše ročních příjmů za prodej plastové DS

$P_{papír}$ [Kč/rok] – celková výše ročních příjmů za prodej papírové DS

PL_{celk} [kg/rok] – celkové množství separovaného plastového odpadu určeného k dalšímu vyřídění

PL_i [Kč/t] – výkupní cena za tunu dané plastové DS

PA_{celk} [kg/rok] – celkové množství separovaného papírového odpadu určeného k dalšímu vyřídění

PA_i [Kč/t] – výkupní cena za tunu dané papírové DS

x_i [%] – hmotnostní podíl dané DS

$Index\ i$ [-] – vybraná složka separovaného odpadu

6.1.5 Příjmy od autorizované společnosti EKO-KOM

Druhým a posledním tokem příjmů v rámci VN jsou příjmy od autorizované společnosti EKO-KOM. Společnost je zavázána financovat obce za zapojení do jejího systému dle platného sazebníku [53]. V rámci VN je uvažováno s vybraným regionem jako s jednou obcí, které jsou tyto odměny vypláceny. V rámci sazebníku je možné se setkat i s jinými typy odměn, než jsou uvedeny v rámci VN. Mezi ně se řadí například odměny za umístění nádob na kovy, nebo bonusové odměny (např. za úklid jednorázových obalů). Tyto typy odměn jsou v rámci VN zanedbány. Nyní budou uvažované odměny popsány. Zároveň bude předvedeno, jakým způsobem se vyčíslují v rámci VN.

1) Odměna za zajištění míst zpětného odběru -

Je stanovena danou částkou za každého obyvatele dané obce (na základě dat Českého statistického úřadu). V současnosti je výše této částky stanovena na 24 Kč/obytel/rok.

$$P_{AS_1} = 24 \cdot n_O \quad (6.12)$$

P_{AS_1} [Kč/rok] – roční příjmy od autorizované společnosti za zajištění míst zpětného odběru

n_o [-] – počet obyvatel

- 2) **Odměna za obsluhu míst zpětného odběru** – v rámci celkového množství KO, který obec sebrala a předala k využití či úpravě v daném období, bude v souladu se standardy složení KO a podílu odpadové složky určen množstevní podíl těchto složek KO. Tyto množstevní podíly budou pak vynásobeny sazbami dle ceníku. Výše těchto odměn se liší v závislosti na způsobu sběru. V rámci VN bude uvažováno s odměnami v rámci veřejné sběrné sítě (viz. Tab. 12).

Velikost sídla	Odměna za obsluhu míst zpětného odběru (Kč/t vyříděných obalových komunálních odpadů, bez DPH)							
	Papír	Plasty	Sklo směsné	Sklo čiré	Nápojový karton		Kov	
					samostatný sběr	sbíraný ve směsi s jinou komoditou	samostatný sběr	sbíraný ve směsi s jinou komoditou
≤ 1 000 obyvatel	5 710	9 600	1 340	1 340	9 600	9 600	9 600	9 600
1 001 až 2 000 obyvatel	4 270	6 670	1 040	1 040	6 670	6 670	6 670	6 670
2 001 až 5 000 obyvatel	4 260	6 900	1 070	1 070	6 900	6 900	6 900	6 900
5 001 až 15 000 obyvatel	4 040	7 620	1 200	1 200	7 620	7 620	7 620	7 620
15 001 až 50 000 obyvatel	3 930	6 230	1 323	1 323	6 230	6 230	6 230	6 230
≥ 50 001 obyvatel	4 850	6 490	1 370	1 370	6 490	6 490	6 490	6 490

Tab. 12 Sazebník odměn za obsluhu míst zpětného odběru v rámci veřejné sběrné sítě [53]

Jelikož je DL a VM omezen na nakládání s odpadním plastem a papírem a zároveň velikost „obce“ je $\geq 50\,000$ obyvatel, relevantními jsou pro účely této práce tyto částky: **6 490 Kč/t** pro plasty a **4 850 Kč/t** pro papír.

$$P_{AS_2,plast} = 6490 \cdot PL_{celk} \cdot \left(\frac{ob_{PL}}{100}\right) \quad (6.13)$$

$P_{AS_2,plast}$ [Kč/rok] – výše roční odměny za obsluhu míst zpětného odběru (plast)

PL_{celk} [kg/rok] – celkové množství separovaného plastového odpadu určeného k dalšímu vyřídění

ob_{PL} [%] – podíl obalové složky (plast 70 %)

$$P_{AS_2,papír} = 4850 \cdot PA_{celk} \cdot \left(\frac{ob_{PA}}{100}\right) \quad (6.14)$$

$P_{AS_2,papír}$ [Kč/rok] – výše roční odměny za obsluhu míst zpětného odběru (papír)

PA_{celk} [kg/rok] – celkové množství separovaného papírového odpadu určeného k dalšímu vyřídění

ob_{PA} [%] – podíl obalové složky (plast 60 %)

- 3) **Odměna za zajištění využití odpadů z obalů** – tato odměna náleží dané obci za zajištění materiálového využití odpadů. Princip stanovení výše je stejný, jako u odměn za obsluhu míst zpětného odběru, s rozdílem odlišných sazeb za jednotlivé složky KO (viz. Tab. 13).

Způsob sběru	Odměna za tunu obalových odpadů (Kč/t) předaných k využití, bez DPH						
	Papír	Plasty	Sklo směsné	Sklo čiré	Nápojový karton	Kov	Dřevo
Veřejná sběrná síť	500	1 000	100	100	160	30	
Sběrné dvory, sběrná místa	110	340	100	100	160	30	8 500
Ostatní způsoby sběru	30	30	30	30	160	30	

Tab. 13 Sazebník odměn za zajištění využití odpadů z obalů [53]

Jelikož je opět uvažováno pouze s odměnami v rámci veřejné sběrné sítě, odměny za papírový odpad čítají **500 Kč/t** a za plastový odpad **1 000 Kč/t**.

$$P_{AS_3,plast} = 1000 \cdot PL_{celk} \cdot \left(\frac{ob_{PL}}{100}\right) \quad (6.15)$$

$P_{AS_3,plast}$ [Kč/rok] – výše roční odměny za zajištění využití odpadů z obalů (plast)

PL_{celk} [kg/rok] – celkové množství separovaného plastového odpadu určeného k dalšímu vytrídění

ob_{PL} [%] – podíl obalové složky (plast 70 %)

$$P_{AS_3,papír} = 500 \cdot PA_{celk} \cdot \left(\frac{ob_{PA}}{100}\right) \quad (6.16)$$

$P_{AS_3,papír}$ [Kč/rok] – výše roční odměny za zajištění využití odpadů z obalů (papír)

PA_{celk} [kg/rok] – celkové množství separovaného papírového odpadu určeného k dalšímu vytrídění

ob_{PA} [%] – podíl obalové složky (papír 60 %)

- 4) **Odměna za zajištění energetického využití odpadů z obalů** – princip stanovení výše odměn je opět stejná jako u odměn 2) a 3). Odměna náleží obci za předání daného množství SKO k EVO. V současnosti je výše této odměny nulová.

$$P_{AS_4} = 0 \quad (6.17)$$

P_{AS_4} [Kč/rok] – výše roční odměny za zajištění EVO z obalů

Sečtením těchto odměn je získána výše ročních příjmů od autorizované společnosti EKO-KOM (6.18).

$$P_{AS} = P_{AS_1} + P_{AS_2,plast} + P_{AS_2,papír} + P_{AS_3,plast} + P_{AS_3,papír} + P_{AS_4} \quad (6.18)$$

P_{AS} [Kč/rok] – celkové roční příjmy za účast v systému EKO-KOM

$P_{AS_2,plast}$ [Kč/rok] – výše roční odměny za obsluhu míst zpětného odběru (plast)

$P_{AS_2,papír}$ [Kč/rok] – výše roční odměny za obsluhu míst zpětného odběru (papír)

$P_{AS_3,plast}$ [Kč/rok] – výše roční odměny za zajištění využití odpadů z obalů (plast)

$P_{AS_3,papír}$ [Kč/rok] – výše roční odměny za zajištění využití odpadů z obalů (papír)

P_{AS_4} [Kč/rok] – výše roční odměny za zajištění EVO z obalů

6.2 Model se zavedením povinného zálohování nápojových PET obalů

V rámci tohoto scénáře bude pozornost upřena hlavně na rozdíly oproti současnému scénáři nakládání s PET. Těmito rozdíly jsou myšleny zejména položky a dodatečné náklady, které mohou po zavedení DRS nastat (podrobně je této problematice věnována pozornost v rámci kapitoly 5.3).

6.2.1 Vstupní parametry

Stěžejním pro tuto modelovou situaci bude parametr **Návratnost PET** (udávána v procentech). Pokud má tento parametr nenulovou hodnotu, je celkové množství plastového odpadu k vyřídění snižováno a to proto, že jak bylo zmíněno v kapitole 5, PET obaly, které jsou odevzdány v rámci DRS podstupují oproti těm odevzdaných v rámci sběrné sítě kompletně jinou, oddělenou cestu k dalšímu využití. Ostatní vstupní parametry jako počet obyvatel a množství vyprodukovaného plastu a papíru občany zůstávají neměnné. Množství plastového odpadu, který je ochuzen o zálohované PET odpady je stanoven na základě vztahu:

$$PL_{celk}^{DRS} = n_O \cdot PL_{AVG} - \left(x_{PET} \cdot PL_{celk} \cdot \frac{D_{PET}}{100} \right) \quad (6.19)$$

PL_{celk}^{DRS} [kg/rok] – celkové množství separovaného plastového odpadu určeného k dalšímu vyřídění po zavedení DRS

n_O [-] – počet obyvatel

PL_{AVG} [kg/rok] – množství vyprodukovaného plastového odpadu průměrným člověkem za rok

x_{PET} [%] – hmotnostní podíl PET v plastovém odpadu (30 % - viz. Tab. 11)

PL_{celk} [kg/rok] – celkové množství separovaného plastového odpadu určeného k dalšímu vyřídění

D_{PET} [%] – míra návratnosti nápojových PET lahví (v uvažovaném scénáři 50 %)

Jak již bylo zmíněno, výpočet v tomto scénáři funguje na identickém principu a pracuje se stejnými vstupními daty jako scénář současný. Veškeré položky uvažované v současném scénáři se promítnou i do tohoto, proto by bylo zbytečné popisovat jednotlivé položky jako tomu bylo v kapitole 6.1. Postačí si zavést, že u vztahů, kde vstupovala proměnná PL_{celk} bude provedena její substituce za proměnnou PL_{celk}^{DRS} . Konkrétně se jedná o vztahy 6.3, 6.4, 6.9, 6.11, 6.13, 6.15.

NÁKLADY

6.2.2 Sběr a svoz separovaných složek

V kapitole 5.3.4 je uvedeno, že i když by byly žluté popelnice ochuzeny o zálohovaný PET, intervaly svozu by z hygienických důvodů zůstaly stejné. Pravděpodobný není ani výrazný pokles v objemové naplněnosti sběrných nádob. Hodnota fixních nákladů proto zůstane neměnná.

6.2.3 Svoz zálohovaných PET obalů

Jednou z položek, se kterou se musí počítat po zavedení DRS jsou náklady na svoz a sběr zálohovaných PET obalů. Pro stanovení výše těchto nákladů bylo využito poznatků z disertační práce Ing. Jiřího Gregora, Ph.D., která se zabývá právě logistikou v OH a hodnocením komplexních dopravních řetězců [54]. Jako svozové vozidlo bude uvažován dvounápravový MAN 18.255 L-KO 1M3 5661.

Fixní náklady

Výše těchto nákladů byla po poradě s vedoucím práce stanovena s využitím technicko-ekonomického modelu z diplomové práce Ing. Jiřího Gregora, Ph.D., která se zabývá optimalizací ekonomických nákladů v rámci svozových úloh [55]. Fixními náklady se rozumí zejména mzdové náklady, náklady na provozní a správní režii vozu, pojištění a také výdaje spojené s opravami. Na základě rad a poznatků ze zmíněné diplomové a disertační práce, byla výše ročních fixních nákladů na svoz zálohovaných PET obalů $N_{SVOZ_{fix}}^{DRS}$ stanovena na **847 500 Kč/rok**. Způsob stanovení vycházející z disertační práce [54] je ilustrován níže v Tab. 14.

Variabilní náklady

Ke stanovení výše těchto nákladů byl opět využit technicko-ekonomický model jako u nákladů fixních – jejich celková výše, společně s položkami, které se do nákladů promítly je znázorněna v Tab. 14. Při určování variabilních nákladů bylo stěžejní určení frekvence svozu, která závisí na kapacitě vozů a množství svážených složek. Kapacita svozového vozu byla stanovena na 3 tuny PET lahví dle poznatků z disertační práce [54] následovně:

$$k_{svoz} = \rho_{PET} \cdot V_{svoz} \quad (6.20)$$

$k_{svoz}[t]$ – kapacita svozového vozidla

$\rho_{PET}[\text{kg}/\text{m}^3]$ – sypaná hustota sešlápnutých PET lahví ($150 \text{ kg}/\text{m}^3$)

$V_{svoz}[m^3]$ – objem svozového vozidla (teoreticky až 25 m³, prakticky 20 m³)

Počet jízd, které tak musí být ročně uskutečněny je pak stanoven dle následujícího vztahu:

$$n_{jizd}^{DRS} = \frac{(PL_{celk} - PL_{celk}^{DRS})}{k_{svoz}} \quad (6.21)$$

$n_{jizd}^{DRS}[-]$ – roční počet jízd svozového vozidla, které sváží zálohované PET lahve

PL_{celk} [kg/rok] – celkové množství separovaného plastového odpadu určeného k dalšímu vytřídění

PL_{celk}^{DRS} [kg/rok] – celkové množství separovaného plastového odpadu určeného k dalšímu vytřídění po zavedení DRS

k_{svoz} [t] – kapacita svozového vozidla

Vzdálenost, kterou toto svozové vozidlo urazí za jednu jízdu, byla odhadnuta na základě vzdálenosti jednotlivých obcí a průměrné rychlosti vozidla. Využito bylo také poznatků z již dříve zmíněné disertační práce [54]. Tato průměrná vzdálenost na jednu cestu byla stanovena na 100 km. Hodnotu variabilních nákladů na svoz je pak možné určit pomocí vztahu 6.22 následovně:

$$N_{SVOZvar}^{DRS} = n_{jizd}^{DRS} \cdot s_{avg}^{DRS} \cdot N_{var,avg}^{DRS} \quad (6.22)$$

$N_{SBĚRvar}^{DRS}$ [Kč/rok] – výše ročních variabilních nákladů na svoz zálohovaných PET lahví

$n_{jizd}^{DRS}[-]$ – roční počet jízd svozového vozidla, které sváží zálohované PET lahve

s_{avg}^{DRS} [km] – vzdálenost uražena za jednu cestu

$N_{var,avg}^{DRS}$ [Kč/km] – výše variabilních nákladů na 1 km

Součtem variabilních a fixních nákladů je hodnota celkových ročních nákladů na svoz zálohovaných nápojových PET obalů:

$$N_{SVOZ}^{DRS} = N_{SVOZfix}^{DRS} + N_{SVOZvar}^{DRS} \quad (6.23)$$

N_{SVOZ}^{DRS} [Kč/rok] – celkové roční náklady na svoz zálohovaných nápojových PET obalů

$N_{SVOZfix}^{DRS}$ [Kč/rok] – výše ročních fixních nákladů na svoz zálohovaných PET lahví

$N_{SVOZvar}^{DRS}$ [Kč/rok] – výše ročních variabilních nákladů na svoz zálohovaných PET lahví

Typ vozidla	Dvounápravový MAN 18.255 L-KO 1M3 5661	[-]
Výška vozidla	3 500	[mm]
Šířka vozidla	2 500	[mm]
Délka vozidla	8 200	[mm]
Výška vozidla včetně lisovacího zařízení	3 500	[mm]
Typ lisu/kontejneru	HALLER X-2 M-15	[-]
Systém lisování	lineární	[-]
Lisovací poměr	1:5-9	[-]
Pohotovostní hmotnost vozidla	12	[t]
Užitková hmotnost vozidla	18	[t]
Způsob nakládky odpadu/kontejneru	hydraulický vyklapěč	[-]
Objem kontejneru	16,3	[m ³]
Hustota odpadu	320	[kg/m ³]
Hmotnost odpadu	5,22	[t]
Pořizovací cena vozu	3 500 000	[Kč]
Náklady na vůz	150 000	[Kč/rok]
Typ pneu	315/80 R 22.5	[Kč]
Pneumatiky 1 ks	15 000	[Kč]
Počet pneumatik auto	8	[ks]
Investice do pneumatik (sada)	120 000	[Kč]
Životnost pneumatik	100 000	[km]
Cena 1 km - přepočtená na pneumatiky	1,2	[Kč/km]
Správní režie vozu	10 000	[Kč/rok]
Provozní režie vozu	10 000	[Kč/rok]
Řidič	20 000	[Kč/měs.]
Obsluha	0	[Kč/měs.]
Počet řidičů	1	[počet]
Počet obsluhy	2	[počet]
Náklady na zaměstnance	240 000	[Kč/rok]
Nafta	35,00	[Kč/l]
Spotřeba paliva	40	[l/100 km]
Palivo - 1 km	14,00	[Kč/1 km]
Olej	7%	[%/PHM]
Olej	0,98	[Kč/1 km]
Mýtné	0,00	[Kč/1 km]
Opotřebení vozu	4,00	[Kč/1 km]
Životnost vozu	8	[rok]
Fixní náklady	847 500	[Kč/rok]
Variabilní náklady	20,18	[Kč/km]

Tab. 14 Výše fixních a variabilních nákladů na základě T-E modelu [54]

6.2.4 Provoz automatů na zpětný odběr

Jednou ze součástí této práce bylo stanovení počtu RVM, který by se teoreticky mohl nacházet v rámci obcí Svazku. Využita byla úvaha z kapitoly 5.2, kde bylo zmíněno, že pro efektivní fungování systému by byla vhodná instalace dvou RVM do větších obchodních řetězců. Na základě toho bylo dle průzkumu charakteru prodejen v jednotlivých obcích Svazku stanoveno, že celkový počet RVM čítá 32 jednotek (viz. **Příloha B**). Pořizovací cena jednotky RVM byla na základě průzkumu trhu stanovena na 550 000 Kč. Roční údržbové náklady RVM jsou stanoveny na 5 % jeho pořizovací ceny [56].

$$N_{RVM} = n_{RVM} \cdot C_{RVM} \cdot 0,05 \quad (6.24)$$

N_{RVM} [Kč/rok] – roční náklady na provoz RVM

n_{RVM} [-] – počet RVM

C_{RVM} [Kč] – pořizovací náklady RVM

6.2.5 Provozní náklady DL

Metodika výpočtu těchto nákladů zůstává neměnná. Výše fixních a mzdových nákladů zůstává stejná. Vlivem úbytku PET z odpadního plastu dojde ke snížení variabilních nákladů.

PŘÍJMY

6.2.6 Příjmy z prodeje DS plastu a papíru

Zavedením DRS (a tím pádem úbytkem PET odpadu ve žlutých popelnících) by se podstatně změnil hmotnostní podíl jednotlivých složek plastového odpadu. Ve vztahu 6.25 je znázorněno, jak byl určen hmotnostní podíl složek PET odpadu v závislosti na míře návratnosti:

$$x_{PET_i}^{DRS} = x_{PET_i} - \left(x_{PET_i} * \frac{D_{PET}}{100} \right) \quad (6.25)$$

$x_{PET_i}^{DRS}$ [%] – hmotnostní podíl vybrané PET složky v plastovém odpadu po zavedení DRS

x_{PET_i} [%] – hmotnostní podíl vybrané PET složky v plastovém odpadu za současného scénáře

D_{PET} [%] – míra návratnosti nápojových PET lahví (v uvažovaném scénáři 50 %)

Index i [-] – vybraná složka PET odpadu

Úbytek hmotnostního podílu odpadních PET by znamenal naopak procentní nárůst podílů u ostatních složek plastového odpadu. Metodika výpočtu hmotnostního podílu u ostatních složek plastového odpadu (těch co nejsou PET) je znázorněna ve vztahu 6.26:

$$x_{OST_i}^{DRS} = x_{OST_i} + \left[(\sum x_{PET_i}) - (\sum x_{PET_i}^{DRS}) \right] \cdot \frac{x_{OST_i}}{[100 - (\sum x_{PET_i})]} \quad (6.26)$$

$x_{OST_i}^{DRS}$ [%] – hmotnostní podíl vybrané složky (ne PET) v plastovém odpadu po zavedení DRS

x_{OST_i} [%] – hmotnostní podíl vybrané složky (ne PET) v plastovém odpadu za současného scénáře

x_{PET_i} [%] – hmotnostní podíl vybrané PET složky v plastovém odpadu za současného scénáře

$x_{PET_i}^{DRS}$ [%] – hmotnostní podíl vybrané PET složky v plastovém odpadu po zavedení DRS

Index i [-] – vybraná složka plastového odpadu

Zastoupení jednotlivých složek v plastovém odpadu po zavedení DRS je společně s výkupními cenami DS podobným způsobem jako v kapitole 6.1.4 shrnut v Tab. 15. Pro připomenutí, míra návratnosti PET v rámci VN je v tomto případě uvažována na 50 %.

Druh odpadu	Složka	Zkratka	Scénář A		Scénář B	
			Hm. podíl [%]	Výkupní cena [Kč/t]	Hm. podíl [%]	Výkupní cena [Kč/t]
Plast	PET čirý	PL _{PET,clear}	5	12 000	5	8 000
	PET modrý	PL _{PET,m}	1,7	8 000	1,7	6 000
	PET zelený	PL _{PET,z}	1,7	8 000	1,7	6 000
	PET červený	PL _{PET,č}	1,7	8 000	1,7	6 000
	PET mix	PL _{PET,mix}	5	5 000	5	1 000
	HDPE čirý	PL _{HDPE,clear}	8,5	26 000	-	-
	HDPE mix	PL _{HDPE,mix}	15,8	9 900	24,3	1 500
	LDPE čirý	PL _{LDPE,clear}	3,6	30 000	3,6	2 000
	LDPE mix	PL _{LDPE,mix}	8,5	9 750	8,5	800
	PP	PL _{PP}	6,1	28 000	-	-
Výmět	PL _{ost}	42,5	500	48,6	- 1 000	
Papír	Noviny a časopisy	PA _{nov}	26	2 850	26	2 650
	Karton a lepenka	PA _{kar}	35	2 750	35	2 650
	Směs	PA _{mix}	15	1 000	15	2 020
	Výmět	PA _{ost}	24	0	24	- 500
Celkem	-	-	100	-	100	-

Tab. 15 Informace o tříděných složkách v rámci VN po zavedení DRS

Metodika výpočtu příjmů z prodeje DS je opět identická té v kapitole 6.1.4.

6.2.7 Příjmy z prodeje DS ze zálohovaných PET lahví

Zde spadají příjmy za prodej PET obalů, které jsou vráceny v rámci DRS. V Tab. 16 jsou tyto složky znázorněny i s jejich hmotnostním podílem. Aby mohla být PET láhev vrácena v rámci DRS je nutné, aby byla čistá a nesešlápnutá. Tím pádem lze očekávat větší čistotu při vstupu na DL a tím pádem kvalitnější DS, což se může promítnout do její zvýšené prodejní ceny. V rámci této práce toto navýšení nebude uvažováno a bude pracováno se stejnými cenami, jako u DS z odpadního PET.

Druh odpadu	Složka	Zkratka	Scénář A		Scénář B	
			Hm. podíl [%]	Výkupní cena [Kč/t]	Hm. podíl [%]	Výkupní cena [Kč/t]
Zálohované PET	PET čirý	PL _{PET,clear}	33,3	12 000	33,3	8 000
	PET modrý	PL _{PET,m}	11,1	8 000	11,1	6 000
	PET zelený	PL _{PET,z}	11,1	8 000	11,1	6 000
	PET červený	PL _{PET,č}	11,1	8 000	11,1	6 000
	PET mix	PL _{PET,mix}	33,3	5 000	33,3	1 000

Tab. 16 Podíl složek PET odpadu v zálohách

Cena jednotlivých složek se spočítá dle vztahu 6.27:

$$PL_{zál,PET_i} = PL_{zál} \cdot \left(\frac{PL_i \cdot x_{zál_i}}{100} \right) \quad (6.27)$$

$PL_{zál,PET_i}$ [Kč/rok] – výše ročních příjmů za prodej dané složky zálohovaného PET

$PL_{zál}$ [kg/rok] – celkové množství zálohovaného PET

PL_i [Kč/t] – výkupní cena za tunu dané plastové DS

$x_{zál_i}$ [%] – hmotnostní podíl dané DS v zálohách

$Index\ i$ [-] – vybraná složka PET záloh

Celkové množství zálohovaného PET se vyčíslí dle vztahu 6.28 následovně:

$$PL_{zál} = PL_{celk} - PL_{celk}^{DRS} \quad (6.28)$$

$PL_{zál}$ [kg/rok] – celkové množství zálohovaného PET

PL_{celk} [kg/rok] – celkové množství separovaného plastového odpadu určeného k dalšímu vytrídění

PL_{celk}^{DRS} [kg/rok] – celkové množství separovaného plastového odpadu určeného k dalšímu vytrídění po zavedení DRS

Celková výše příjmů za prodej DS ze zálohovaných PET lahví se tedy stanoví dle vztahu 6.29 následovně:

$$P_{zál} = PL_{zál} \cdot \left(\sum \frac{PL_{zál, PET_i} \cdot x_{zál_i}}{100} \right) \quad (6.29)$$

$P_{zál}$ [Kč/rok] – celková výše ročních příjmů z prodeje DS ze zálohovaných PET lahví

$PL_{zál}$ [kg/rok] – celkové množství zálohovaného PET

$PL_{zál, PET_i}$ [Kč/rok] – výše ročních příjmů za prodej dané složky zálohovaného PET

$x_{zál_i}$ [%] – hmotnostní podíl dané DS v zálohách

6.2.8 Příjmy od autorizované společnosti EKO-KOM po zavedení DRS

Vzhledem k tomu, že z odpadního plastu vymizí podstatná část PET složek a tím dojde ke snížení celkového množství odpadu předaného k dalšímu využití. Jelikož výše odměn od autorizované společnosti se odvíjí právě od množství předaného odpadu, lze očekávat snížení příjmů od autorizované společnosti. Je vhodné také zmínit, že úbytkem PET složek z odpadu by také mohlo dojít ke snížení hodnoty obalové složky, což by znamenalo další pokles příjmů oproti současnému systému.

V současnosti není jasné, jakým způsobem by společnost EKO-KOM upravila financování OH při zavedení DRS, proto je v práci uvažován současný systém, který zálohový způsob sběru PET lahví nereflektuje. Způsob podpory zálohového sběru ze strany společnosti EKO-KOM je stejně jako konkrétní provedení DRS zatím nanejvýš v rovině diskusí, a proto není součástí VN.

6.3 Porovnání výsledků modelovaných scénářů

V kapitolách 6.1 a 6.2 byly popsány jednotlivé vstupy, se kterými se v rámci VN uvažuje. Na základě těchto vstupů byly pomocí popsáných vztahů stanoveny výstupy v podobě nákladů a příjmů za jeden rok. Z těchto výstupů je následně stanovena výsledná bilance určená jako rozdíl příjmů a nákladů pro jednotlivé scénáře. Jedná se o tyto modelované scénáře:

- **Současný systém nakládání s PET odpadem vs. Scénář se zavedením povinného zálohování nápojových PET obalů** – kde se sleduje vliv rozdílných nákladů na svoz odpadu a rozdílná výše příjmů jak ze společnosti EKO-KOM, tak z prodeje DS.
- **Cenový scénář A (vysoké ceny DS) vs. Cenový scénář B (nízké ceny)** – kde se sleduje zejména vliv značně zvýšené současné výkupní ceny na příjmy z prodeje DS

Metodika výpočtu celkových nákladů a příjmů v rámci VN

- **Výpočet celkové roční bilance v případě scénáře současného nakládání s PET**

$$B_{celk} = P_{celk} - N_{celk} \quad (6.30)$$

B_{celk} [Kč/rok] – celková roční bilance při scénáři současného nakládání s PET odpadem

P_{celk} [Kč/rok] – celková výše ročních příjmů při scénáři současného nakládání s PET odpadem

N_{celk} [Kč/rok] - celková výše ročních nákladů při scénáři současného nakládání s PET odpadem

kde:

$$P_{celk} = P_{DS} + P_{AS} \quad (6.31)$$

P_{DS} [Kč/rok] – celková výše příjmů za prodej DS

P_{AS} [Kč/rok] – celkové roční příjmy za účast v systému EKO-KOM

$$N_{celk} = N_{SBĚR} + N_{DL_{fix}} + N_{DL_{ene}} + N_{DL_{mzd}} \quad (6.32)$$

$N_{SBĚR}$ [Kč/rok]- celkové roční náklady na sběr a svoz plastového a papírového odpadu

$N_{DL_{fix}}$ [Kč/rok] – celkové roční fixní náklady na provoz DL

$N_{DL_{var}}$ [Kč/rok]- celková výše ročních variabilních nákladů DL

$N_{DL_{mzd}}$ [Kč/rok] – celkové roční mzdové náklady v rámci DL

- **Výpočet celkové roční bilance v případě scénáře zavedení DRS na PET obaly**

$$B_{celk}^{DRS} = P_{celk}^{DRS} - N_{celk}^{DRS} \quad (6.33)$$

B_{celk}^{DRS} [Kč/rok] – celková roční bilance při scénáři zavedení DRS

P_{celk}^{DRS} [Kč/rok] – celková výše ročních příjmů při scénáři zavedení DRS

N_{celk}^{DRS} [Kč/rok] - celková výše ročních nákladů při scénáři zavedení DRS

kde:

$$P_{celk}^{DRS} = P_{DS}^{DRS} + P_{AS}^{DRS} + P_{Z\acute{A}L} \quad (6.34)$$

P_{DS}^{DRS} [Kč/rok] – celková výše příjmů za prodej DS při scénáři zavedení DRS

P_{AS}^{DRS} [Kč/rok] – celkové roční příjmy za účast v systému EKO-KOM při scénáři zavedení DRS

$P_{Z\acute{A}L}$ [Kč/rok] – celková výše ročních příjmů z prodeje DS ze zálohovaných PET lahví

$$N_{celk}^{DRS} = N_{SB\check{E}R}^{DRS} + N_{SVOZ}^{DRS} + N_{RVM} + N_{DLfix}^{DRS} + N_{DLvar}^{DRS} + N_{DLmzd}^{DRS} \quad (6.35)$$

$N_{SB\check{E}R}^{DRS}$ [Kč/rok]- celkové roční náklady na sběr a svoz plastového a papírového odpadu při scénáři zavedení DRS

N_{SVOZ}^{DRS} [Kč/rok] – celkové roční náklady na svoz zálohovaných nápojových PET obalů

N_{RVM} [Kč/rok] – roční náklady na provoz RVM

N_{DLfix}^{DRS} [Kč/rok] – celkové roční fixní náklady na provoz DL při scénáři zavedení DRS

N_{DLvar}^{DRS} [Kč/rok]- celková výše ročních variabilních nákladů DL při scénáři zavedení DRS

N_{DLmzd}^{DRS} [Kč/rok] – celkové roční mzdové náklady v rámci DL při scénáři zavedení DRS

Získané výstupy pro jednotlivé modelové situace jsou vyobrazeny v Tab. 16. Pro porovnání a lepší směrodatnost je výsledná bilance vyobrazena pro oba scénáře cen výkupu DS (A,B - viz. kapitola 6.1.4).

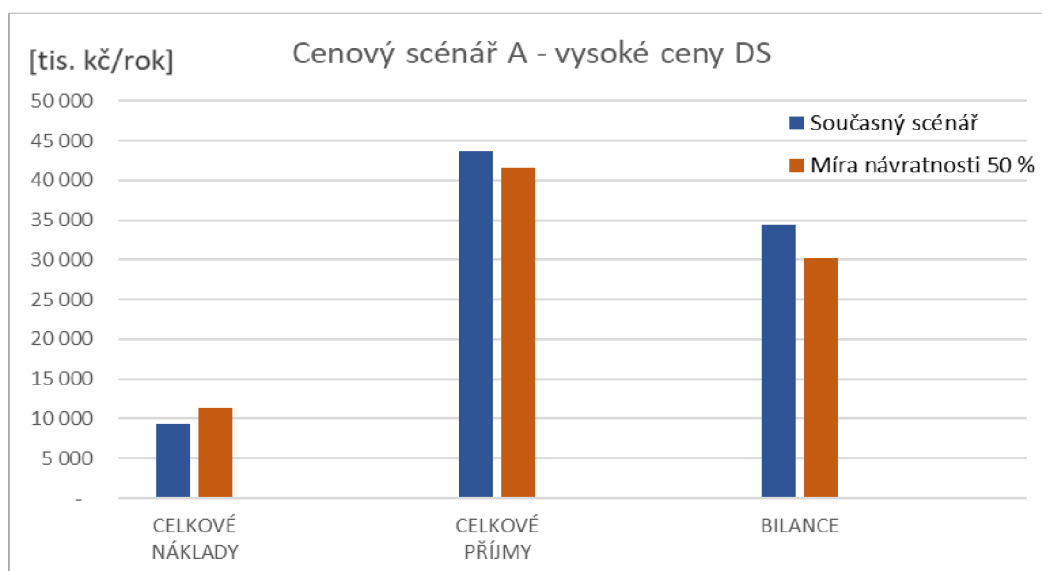
	Cenový scénář A – vysoké ceny DS		Cenový scénář B – nízké ceny DS	
	Současný	DRS	Současný	DRS
	[tis. Kč/rok]		[tis. Kč/rok]	
Příjmy	43 697	41 582	29 474	27 606
Náklady	9 401	11 362	9 401	11 362
Celková bilance	34 295	30 220	20 073	16 244

Tab. 17 Shrnutí výstupů z VN

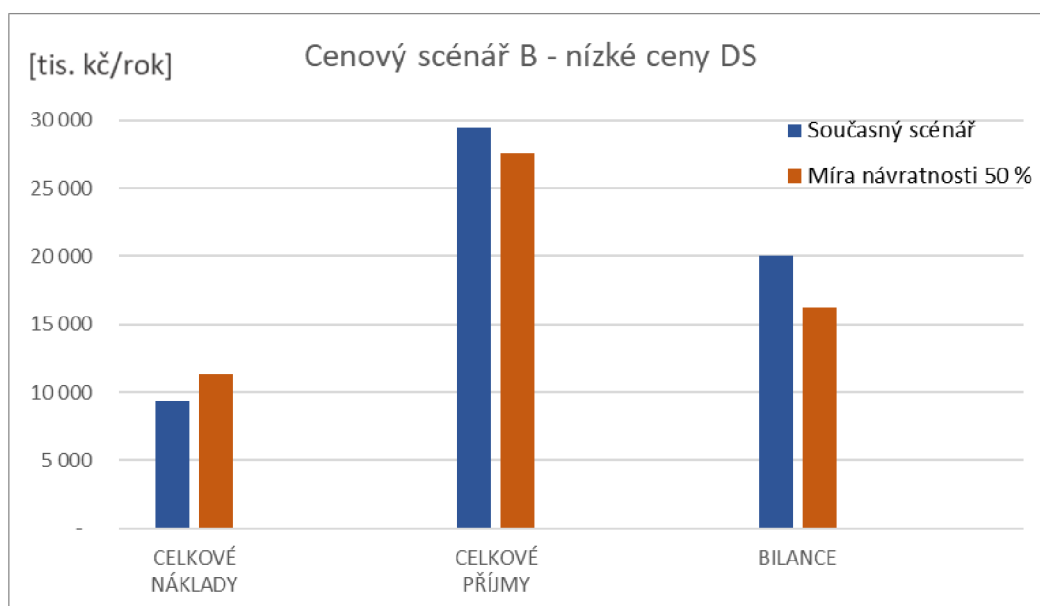
Z Tab. 16 vyplývají pro oba modelované scénáře následující závěry:

- **Současný systém nakládání s PET odpadem vs. Scénář se zavedením povinného zálohování nápojových PET obalů** – v porovnání se současným scénářem se náklady na provoz DRS zvýší o cca 2 mil. Kč/rok, což je dáno zejména zvýšenými náklady na svoz zálohovaných obalů z prodejen, nutnost údržby RVM je dalším faktorem pro toto navýšení. U příjmů je zřetelný pokles u DRS oproti současnému scénáři, což je dáno zejména snížením příjmů od autorizované obalové společnosti EKO-KOM.
- **Cenový scénář A (vysoké ceny DS) vs. Cenový scénář B (nízké ceny)** – náklady na provoz jsou u obou cenových scénářů prakticky identické. V porovnání se scénářem B se u A zvýší příjmy o více než 10 mil. Kč, což je dáno vlivem ceny DS

Porovnání současného systému nakládání s PET odpadem s DRS (s 50% mírou návratnosti PET) pro oba cenové scénáře je znázorněno v Obr. 38 a 39.



Obr. 38 Porovnání systémů v rámci cenového scénáře A



Obr. 39 Porovnání systémů v rámci cenového scénáře B

6.4 Diskuse k výstupům modelovaných scénářů

Jedním z témat praktické části této práce bylo sestrojení VN v rozhraní programu MS Excel, s jehož pomocí byly porovnány dvě fiktivní modelové situace nakládání s PET odpadem. VN funguje na principu zadávání vstupních dat do předdefinovaných buněk tak, aby mohl být aplikován na libovolný model obce, nebo na libovolný počet obyvatel a poskytnout tak rámcový přehled o nákladech a příjmech v oblasti nakládání s plastovým a papírovým odpadem zvoleného subjektu, ale hlavně jejich porovnání s náklady a příjmy v případě, kdy by na daném územním celku došlo k zavedení povinného DRS.

V praktické části byly přímo zakomponovány poznatky z části teoretické, zejména z kapitoly 5, jejíž hlavním účelem bylo shrnutí dopadů na české OH v případě zavedení povinného DRS. Jak je možné vidět z Tab. 16., zavedením DRS (s mírou návratnosti nápojových obalů 50 %) došlo ke zvýšení provozních nákladů. Za zvýšení těchto nákladů může zejména:

- Nutnost svážet zálohované PET obaly oddělené od těch odpadních
- Nutnost údržby RVM na zálohované obaly

Oproti současnému systému by také došlo ke značnému poklesu ročních příjmů. Důvodem je zejména:

- Méně plastového odpadu k vytrídění a tím pádem méně DS na prodej
- Menší množství vytríděného plastového odpadu znamená také ponížení odměn za účast v systému EKO-KOM

Z těchto výsledků tedy vyplývá, že po finanční stránce by zavedení DRS mělo na české OH negativní dopad, který by se ale v kontextu této problematiky dal nazvat jako vedlejší. Hlavním dopadem případného zavedení DRS je změna spotřebitelského chování prakticky všech obyvatel ČR (viz kapitola 5).

7 VLIV MÍRY NÁVRATNOSTI PET

V rámci kapitoly 6 proběhlo porovnání mezi dvěma fiktivními scénáři nakládání s PET odpadem. V této kapitole bude pozornost věnována výhradně scénáři se zavedením povinného DRS, konkrétně vstupnímu parametru „Návratnost PET“, který ve VN představuje, kolik procent nápojových PET obalů by obyvatelé vrátili v rámci DRS místo toho, aby je vyhodili do sběrných nádob, nebo se jich zbavili jiným méně vhodným způsobem. Ve VN proto bude proveden výpočet a následné vyhodnocení příjmů a výdajů za těchto vstupních parametrů:

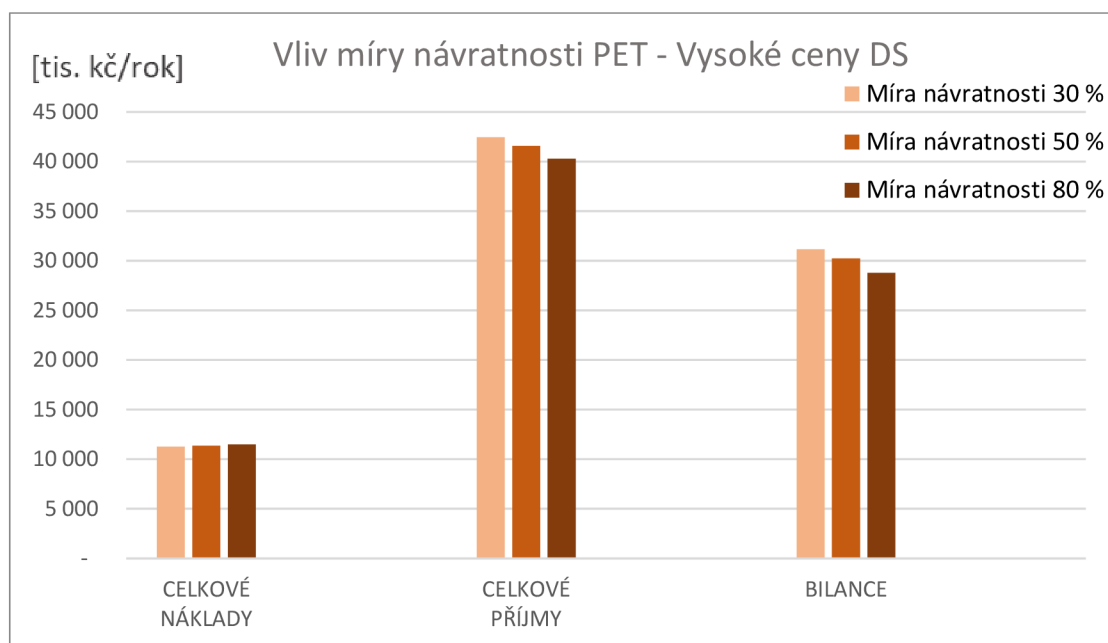
- Návratnost PET – 30 %
- Návratnost PET – 50 %
- Návratnost PET – 80 %

Porovnání bude opět provedeno pro oba cenové scénáře, tedy:

- **Cenový scénář A – vysoké ceny DS** – příjmy a výdaje v závislosti na míře návratnosti PET jsou součástí Tab. 17, společně s grafickým znázorněním na Obr. 40.

Vysoké ceny DS	Míra návratnosti nápojových PET obalů [%]			[-]
	30	50	80	
Příjmy	42 436	41 582	40 277	[tis. Kč/rok]
Náklady	11 263	11 362	11 511	[tis. Kč/rok]
Celková bilance	31 174	30 220	28 766	[tis. Kč/rok]

Tab. 18 Výstupy pro různé míry návratnosti PET – cenový scénář A



Obr. 40 Grafické znázornění výstupů – vysoké ceny DS

Z Tab. 17 a Obr. 40 je zřejmé, že se zvyšující mírou návratnosti PET roste výše nákladů, a naopak klesá výše příjmů. Při sestavování VN bylo očekáváno, že zvýšená míra recyklace PET obalů se promítne zejména do nákladů na svoz těchto zálohových obalů, jelikož se zvyšující mírou návratnosti se zvyšuje i frekvence jízd, kterou musí svozové vozidlo podniknout (viz. Tab. 18).

	Míra návratnosti nápojových PET obalů [%]			[-]
	30	50	80	
Roční frekvence svozu	80	133	213	[-]

Tab. 19 Roční frekvence svozu v závislosti na míře návratnosti nápojových PET obalů

I přesto výsledné rozdíly v nákladech na svoz zálohovaných obalů nejsou tak markantní, jak bylo očekáváno. Větší vliv na rozdílné bilance mají jednoznačně příjmy. Zálohováním sice dojde k odklonu PET materiálu z odpadu, ale zálohované obaly stejně skončí na DL čili rozdílná výše příjmů z prodeje DS je zanedbatelná. Podstatnější je, že odklonem PET ze separovaného odpadu se „dosáhne“ toho, že místo toho, aby byl odpadní PET předán k dalšímu zpracování, a tím za něj obec získala finanční odměnu v rámci systému EKO-KOM, tak putuje cestou záloh, za kterou už ale příspěvek pro obce nenáleží. Rozdílná výše odměn od autorizované společnosti EKO-KOM pro vybrané míry návratnosti PET jsou zobrazeny v Tab. 19.

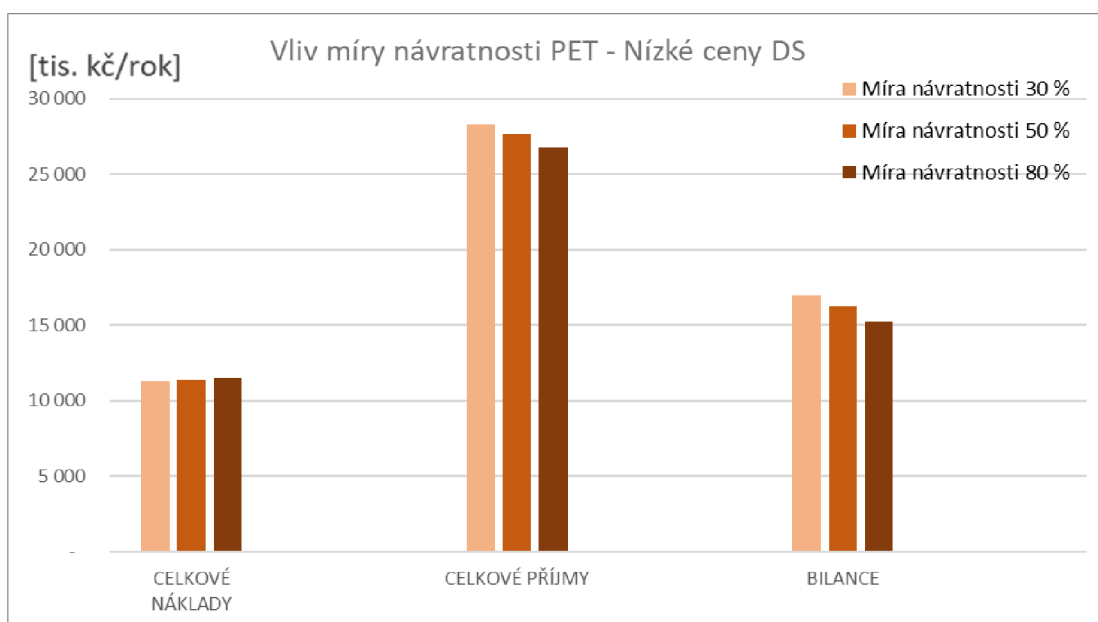
Příjmy – vysoké/nízké ceny DS	Míra návratnosti nápojových PET obalů [%]			[-]
	30	50	80	
Systém EKO-KOM	20 326	19 491	18 239	[tis. Kč/rok]

Tab. 20 Výše příjmů v závislosti na míře návratnosti nápojových PET obalů

- **Cenový scénář B – nízké ceny DS** – porovnání systémů nakládání s PET odpadem v rámci cenového scénáře s nízkými cenami DS bude analogické k tomu s cenami vysokými. V rámci Tab. 20 jsou opět zobrazeny příjmy a výdaje v závislosti na míře návratnosti PET obalů. V Obr. 41 níže jsou veškeré tyto výstupy graficky znázorněny.

Nízké ceny DS	Míra návratnosti nápojových PET obalů [%]			[-]
	30	50	80	
Příjmy	28 282	27 606	26 771	[tis. Kč/rok]
Náklady	11 263	11 362	11 511	[tis. Kč/rok]
Celková bilance	17 019	16 244	15 260	[tis. Kč/rok]

Tab. 21 Výstupy pro různé míry návratnosti PET – cenový scénář B



Obr. 41 Grafické znázornění výstupů – nízké ceny DS

7.1 Porovnání s modelem současného systému

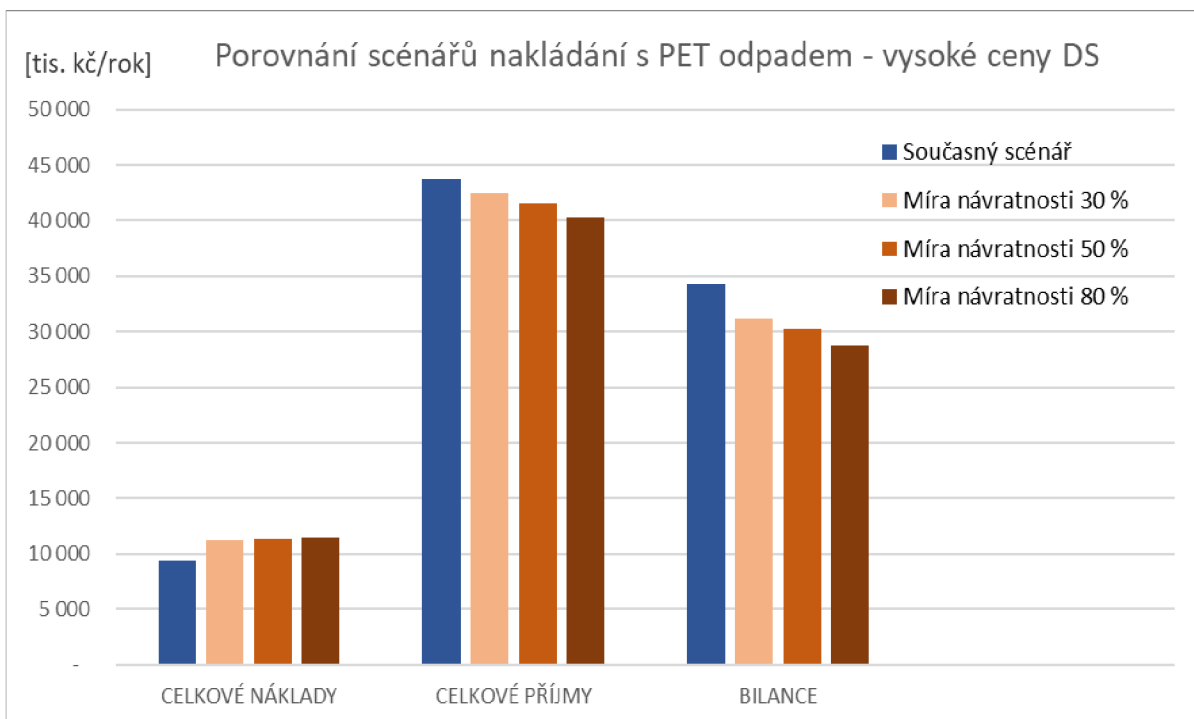
V rámci Tab. 22 níže je znázorněno, jakou mírou se změní výše nákladů, resp. příjmů u jednotlivých cenových scénářů v porovnání s modelem současného systému nakládání s PET odpadem.

	Míra návratnosti nápojových PET obalů [%]						[-]
	30		50		80		
	A	B	A	B	A	B	
Příjmy	-2,9	-4	-4,8	-6,3	-7,8	-9,2	[%]
Náklady	19,8	19,8	20,9	20,9	22,4	22,4	[%]
Celková bilance	-9,1	-15,0	-11,9	-19	-16,1	-24	[%]

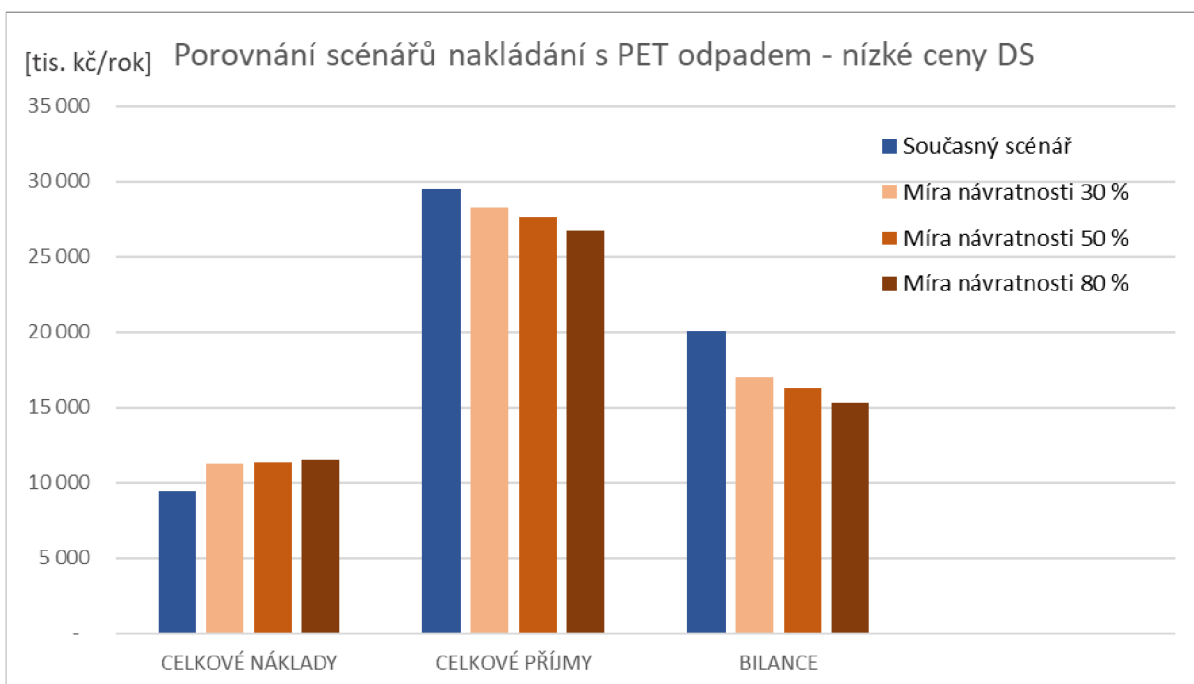
Tab. 22 Změna výstupů pro uvažované míry návratnosti PET oproti současnému systému

Z Tab. 22 je vidět jasný vztah mezi zvyšující se mírou zálohování PET a snižujícími se příjmy. Je nutné poznamenat, že různá změna příjmů oproti současnému systému u jednotlivých scénářů je zapříčiněna tím, že jednotlivých cenových scénářů byly uvažovány jiné tříděné složky (viz. kapitola 6.1.4).

Porovnání výstupů VN pro jednotlivé cenové scénáře za současného systému nakládání s PET se systémy DRS s různou mírou návratnosti těchto obalů je graficky znázorněn v Obr. 42, resp. 43.



Obr. 42 Porovnání výstupů VN – vysoké ceny DS



Obr. 43 Porovnání výstupů VN – nízké ceny DS

8 ZÁVĚR

Obsahem této práce byl zejména popis současného systému nakládání s PET odpadem v rámci českého OH. Zároveň byla pozornost věnována také otázce zavedení DRS na nápojové PET obaly. V úvodní části práce došlo k vymezení základních pojmů v oblasti českého OH, proběhlo vymezení legislativních stanov jak na tuzemské, tak Evropské úrovni, jelikož právě splnění cílů EU v rámci CEP a dalších zmíněných dokumentů je jednou z hlavních motivací pro zavedení již zmíněného DRS. Představeny byly základní druhy odpadů a způsoby, kterými se s nimi nakládá v souladu s hierarchií způsobu nakládání s odpady, pozornost byla věnována zejména nakládání s PET odpady.

Obsahem následující kapitoly byl popis polymerů, které byly následně rozděleny na jednotlivé podskupiny. Po shrnutí vlastností a oblastí použití jednotlivých skupin, byla pozornost věnována výhradně plastům, ve kterých má jednoznačné zastoupení materiál PET. U něj byly následně podrobně popsány jeho vlastnosti a oblasti využití, které je z drtivé části v obalovém průmyslu.

Odpadní toky PET materiálu byly hlavním tématem následující kapitoly. V její první části byl popsán současný systém nakládání s PET odpadem v rámci OH ČR. Po vymezení cílů, kterých má být v budoucnu v oblasti recyklace PET obalů dosaženo byly popsány způsoby sběru a svozu těchto odpadů. Následoval popis nejběžnějšího typu zpracování PET odpadu v ČR – mechanické úpravy PET odpadu na DL. Podstatnou částí této kapitoly byl popis fungování autorizované obalové společnosti EKO-KOM a její roli v českém OH.

Další, a dalo by se říct hlavní, částí této práce bylo téma zavedení DRS na PET nápojové obaly na území ČR. Zkraje kapitoly byly opět zdůrazněny závazné cíle EU v oblasti nakládání s obalovým odpadem, jelikož právě blízkost se termíny jejich splnění jsou hlavním argumentem pro zavedení DRS. Poté byl nastíněno, s jakým konkrétním modelem DRS se v rámci ČR uvažuje. V návaznosti na toto byla dále v práci pozornost upřena na DRS v zahraničí, konkrétně v Evropě, jelikož právě zahraniční zkušenosti s DRS mohou být cenným zdrojem informací pro nastavení toho českého. Nakonec proběhla analýza potenciálních dopadů nejen na odpadové, ale veškeré hospodářství, které s sebou zavedení DRS v ČR přinese. Z této analýzy vyplývají mj. následující závěry:

- Před zavedením DRS je třeba stanovit dostatečně dlouhý časový rámec tak, aby se tomuto novému systému mohly uzpůsobit veškeré dotčené subjekty.
- Je více než žádoucí provést důkladný průzkum zahraničních zálohových systémů.
- Zásadním krokem pro fungování případného DRS je spolupráce veškerých dotčených subjektů (obce, zpracovatelé odpadu, domácnosti a prodejci).

V rámci praktické části bylo provedeno technicko-ekonomické vyhodnocení dvou modelových situací v oblasti OH ČR – současný systém nakládání s PET odpadem a nakládání s PET odpadem po zavedení DRS. Pro tyto účely byl v prostředí programu MS Excel vytvořen VN, který má za úkol oba tyto scénáře porovnat a po zadání vstupních dat poskytnout rámcový přehled o příjmech a výdajích při nakládání s tříděným plastovým a papírovým odpadem v rámci regionu. VN je přístupný pro úpravy a vlastní uživatelské nastavení a po zadání konkrétních vstupních dat, jako například počet obyvatel, předpokládaná výše návratnosti PET je možné jej aplikovat na libovolný region. Jelikož se VN vymezuje právě na region, a ne na celou ČR, je třeba okomentovat **význam dopravní úlohy** v rámci svozu zálohovaných nápojových PET obalů.

Na základě zkušeností se zpracováním této úlohy v rámci regionu se ukázalo, že pro rozsáhlejší analýzy (např. návrh logistického systému pro centrální systém pro celou ČR) je právě sestavení a vyhodnocení dopravní úlohy stěžejní pro ekonomické posouzení systému DRS. V rámci regionu uvažovaném v této práci totiž není uvažováno se sítí centrálních skladů vrácených PET lahví, pouze již s existující DL, u které je předpokládáno, že tyto láhve uskladní. Protože je práce vymezena na regionální úrovni s jedním centrálním skladem na zálohované PET lahve (již zmíněná DL) tak je uvažováno právě s jedním svozovým vozem a dopravní úloha je tak přímočará. Při návrhu systému na celorepublikové úrovni a konkrétně vypracování dopravní úlohy podobných rozměrů je třeba znát mj. tyto náležitosti, které ale nejsou součástí řešení předkládané bakalářské práce a v rámci prozatímních úvah o DRS v ČR nejsou zatím specifikovány:

- Množství a lokalita centrálních skladů na zálohované PET lahve
- Struktura vozového parku
- Lokality a dostupnost následných zpracovatelských technologií

Výsledky analýzy modelovaných scénářů

Náklady – náklady na provoz DRS se oproti současnému navýší zejména vlivem dopravní úlohy a nutností údržby RVM. Jelikož bylo prokázáno, že na regionální úrovni i při vysoké míře návratnosti PET postačí k zajištění svozu ze sběrných míst jedno vozidlo, tak se jedná o navýšení v řádu jednotek milionů Kč.

Příjmy – z výsledků analýzy vyplývá, že zavedení DRS i pro různé výše návratnosti PET má na příjmy v podstatě nulový vliv. Je nutné poznamenat, v rámci práce bylo uvažováno se stejnou výkupní cenou DS u separovaného PET a u PET, který pochází ze zálohového systému. V praxi by pravděpodobně výkupní cena PET ze záloh byla nepatrně vyšší, jelikož zálohovaný PET má vyšší čistotu než ten odpadní. Vyšší čistota PET totiž znamená produkci kvalitnější DS, která tak bude žádanější a dražší. Značně podstatnější vliv na příjmy je absence odměn od společnosti EKO-KOM u záloh. Jelikož zálohovaný PET není součástí toho odpadního, nelze očekávat, že za něj bude obcím udělena odměna v rámci **odměny za obsluhu míst zpětného odběru a odměny za zajištění využití odpadů z obalů**. Se zvyšující mírou záloh tak výše příjmů klesá – v případě 80% návratnosti PET dojde k 15% snížení odměny od autorizované společnosti, což znamená více než třímilionovou ztrátu. V případě fungování autorizované obalové společnosti je očekáváno, že se systém jejího fungování a tím pádem i systém přerozdělování odměn s případným zavedením DRS změní. Podoba těchto změn je prozatím v rovině diskusí.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Odpady – Ministerstvo životního prostředí [online]. [cit. 21. duben 2023]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/odpady_podrubrika
- [2] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. Produkce odpadů v ČR v roce 2021 [online]. [cit. 21. duben 2023]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpady_podrubrika/\\$FILE/OODP-Produkce_a_nakladani_2021-20221031.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpady_podrubrika/$FILE/OODP-Produkce_a_nakladani_2021-20221031.pdf)
- [3] COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe, COM/2020/98 final [online]. [cit. 21. duben 2023]. Dostupné z: https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en#documents
- [4] Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech [online]. [cit. 21. duben 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-541>
- [5] Zákon č. 542/2020 Sb., o výrobcích s ukončenou životností [online]. [cit. 21. duben 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-542>
- [6] Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech [online]. [cit. 11. květen 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-477>
- [7] Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší [online]. [cit. 22. květen 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-201/zneni-20220701>
- [8] ČR, OODP MŽP. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. Plán odpadového hospodářství České republiky pro období 2015-2024 s výhledem do 2035 [online]. [cit. 21. duben 2023].
- [9] SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 98/2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic [online]. [cit. 21. duben 2023]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex:32008L0098>
- [10] Církulární ekonomika – velký průvodce – Lindström [online]. [cit. 21. duben 2023]. Dostupné z: <https://lindstromgroup.com/cz/article/cirkularni-ekonomika-aneb-odpad-jako-hodnotny-zdroj-surovin/>
- [11] ČR, MŽP. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. Strategický rámec Církulární Česko 2040 [online]. [cit. 21. duben 2023].
- [12] Odpady. Český statistický úřad [online]. [cit. 22. květen 2023]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/odpady>
- [13] Katalog odpadů [online]. [cit. 21. duben 2023]. Dostupné z: <https://www.katalogodpadu.cz/>

- [14] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. Vyhláška č.8/2021 Sb., o Katalogu odpadů a posuzování vlastností odpadů (Katalog odpadů) [online]. [cit. 21. duben 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-8>
- [15] WILDOVÁ, K. Mechanicko-biologické způsoby zpracování odpadu. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2017. 74 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Kropáč, Ph.D.]. [cit. 21. duben 2023].
- [16] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. Výsledky průměrného složení směsného komunálního odpadu v ČR 2022 [online]. [cit. 21. duben 2023].
- [17] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. Program předcházení vzniku odpadů České republiky [online]. [cit. 22. duben 2023]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/predchazeni_vzniku_odpadu_navrh/\\$FILE/OO-O-program_prevence-20131212.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/predchazeni_vzniku_odpadu_navrh/$FILE/OO-O-program_prevence-20131212.pdf)
- [18] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. Průvodce předcházení vzniku odpadů v domácnosti [online]. [cit. 22. duben 2023]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/program_predchazeni_vzniku_odpadu/\\$FILE/O-ODP-pruvodce_obcan-20170201.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/program_predchazeni_vzniku_odpadu/$FILE/O-ODP-pruvodce_obcan-20170201.pdf)
- [19] Reuse packaging in Sweden. ec-europa.eu [online]. [cit. 22. květen 2023]. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/environment/pdf/waste/studies/packaging/sweden.pdf>
- [20] Biologická úprava odpadů, Enviprofi.cz [online]. [cit. 22. duben 2023]. Dostupné z: <https://www.enviprofi.cz/33/biologicka-uprava-odpadu-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4Em4nFNDRd4wDQH8d1CnTVnoMO6VlftQMFg/>
- [21] FITE A.S., Ostrava, a.s., Praha SITA CZ, Pavel BARTOŠ a Praha ETC CONSULTING GROUP S.R.O. Ověření použitelnosti metody mechanicko-biologické úpravy komunálních odpadů a stanovení omezujících podmínek z hlediska dopadů na životní prostředí [online]. [cit. 22. duben 2023]. Dostupné z: <https://invenio.nusl.cz/record/123529>
- [22] Co je ZEVO. Skupina ČEZ [online]. [cit. 22. duben 2023]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/zevo/co-je-zevo>
- [23] Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech. Energetické využití odpadu [online]. [cit. 22. duben 2023]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/ostatni/103715586.html>
- [24] Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech Příl.6. Způsoby odstranění odpadu a úpravy a skladování odpadu před jeho odstraněním [online]. [cit. 22. duben 2023]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/ostatni/103715716.html>
- [25] Jak to vypadá a funguje na skládce odpadu. Samosebou.cz [online]. [cit. 22. duben 2023]. Dostupné z: <https://www.samosebou.cz/2021/10/21/tridim-jako-diva-jak-to-vypada-a-funguje-na-skladce-odpadu/>
- [26] Odsun zákazu skládkování na rok 2030. Hnutí DUHA [online]. [cit. 22. duben 2023]. Dostupné z: <https://hnutiduha.cz/aktualne/eu-vzkazuje-cesku-odsunem-zakazu-skladkovani-az-na-rok-2030-porusujete-unijni-pravidla>

- [27] Podstata, význam a historie polymerů. Publi.cz [online]. [cit. 22. duben 2023]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/180/01.html>
- [28] DUCHÁČEK, Vratislav. DUCHÁČEK V. Polymers: production, properties, processing, use. 2006 [online]. [cit. 21. duben 2023]. Dostupné z: http://147.33.74.135/knihy/uid_isbn-80-7080-617-6/pages-img/001.html
- [29] ŠVORČÍK V. Struktura a vlastnosti polymerů [online]. [cit. 22. duben 2023]. Dostupné z: http://users.fs.cvut.cz/libor.benes/vyuka/polymvsauto/Struktura%20a%20vlastnosti%20polym%20-%20strucne_Svorcik.pdf
- [30] Elastomery – revoluce pro bezpečnost. PCC group [online]. [cit. 22. duben 2023]. Dostupné z: <https://www.products.pcc.eu/cs/blog/elastomery-revoluce-pro-bezpecnost/>
- [31] Encyklopedie plastů. Samosebou.cz [online]. [cit. 25. duben 2023]. Dostupné z: <https://www.samosebou.cz/2021/07/02/plastiveda-plasty-a-plastove-obaly-a-jejich-vyuziti/>
- [32] Rozdělení a charakteristika plastů. Multiplast.cz [online]. [cit. 27. duben 2023]. Dostupné z: <https://www.multiplast.cz/poradna/rozdeleni-a-charakteristika-plastu-26>
- [33] Termoplasty – základní druhy. publi.cz [online]. [cit. 22. květen 2023]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/180/18.html>
- [34] Plastic Bags & The Petroleum. 1 Bag at a Time [online]. [cit. 1. květen 2023]. Dostupné z: <https://1bagatime.com/learn/plastic-bags-petroleum/>
- [35] PET láhev ve všech svých podobách. Samosebou.cz [online]. [cit. 3. květen 2023]. Dostupné z: <https://www.samosebou.cz/2017/10/18/pet-lahev-ve-vsech-svych-podobach/>
- [36] Sbírka zákonů č. 243/2022 o omezení dopadu vybraných plastových výrobků na životní prostředí [online]. [cit. 5. květen 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2022-243>
- [37] Cesta PETu. EKO-KOM [online]. [cit. 11. květen 2023]. Dostupné z: <https://www.ekokom.cz/cesta-petu-z-kontejneru-zpet-do-lahve-i-do-spacaku/>
- [38] Sběr a dotřídění plastových obalů v Česku. Samosebou.cz [online]. [cit. 11. květen 2023]. Dostupné z: <https://www.samosebou.cz/2021/10/27/encyklopedie-plastu-sber-a-dotrideni-plastovych-obalu-v-cesku/>
- [39] Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/ ze dne 30. května 2018, kterou se mění směrnice 94/62/ES o obalech a obalových odpadech [online]. [cit. 11. květen 2023]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018L0852>
- [40] Seznam odborných studií v oblasti depozitních systémů v ČR. zálohujeme.cz [online]. [cit. 13. květen 2023]. Dostupné z: <https://www.zalohujme.cz/ke-stazeni/>
- [41] Návrh modelu zálohového systému pro jednorázové nápojové obaly v ČR. EEIP, a.s., pro Mattoni 1873 [online]. [cit. 13. květen 2023]. Dostupné z: https://www.zalohujme.cz/wp-content/uploads/2021/03/2020_06_EEIP_DRS-studie_FINAL.pdf

- [42] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. Studie dopadů zavedení zálohového systému na nápojové obaly z PET [online]. [cit. 13. květen 2023]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_190606-zalohovani-PET/\\$FILE/Studie_PET_CETA_2019.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_190606-zalohovani-PET/$FILE/Studie_PET_CETA_2019.pdf)
- [43] NĚMECKÝ PŘÍSTUP. Odpady – časopis o nakládání s odpady a o životním prostředí [online]. [cit. 14. květen 2023]. Dostupné z: <https://odpady-online.cz/>.
- [44] DEPOSITTSYSTEMS FORRONEEWAY BEVERAGECONTAINERS: GLOBALOVERVIEW. CM Consulting Inc., Reloop Platform [online]. [cit. 14. květen 2023]. Dostupné z: <https://www.cmconsultinginc.com/wp-content/uploads/2017/05/BOOK-Deposit-Global-24May2017-for-Website.pdf>
- [45] 302/2019 Z. z. Zákon o zálohování jednorazových obalov na nápoje [online]. [cit. 14. květen 2023]. Dostupné z: <https://www.epi.sk/zz/2019-302>
- [46] Fungování zálohového systému na Slovensku. cc.cz [online]. [cit. 14. květen 2023]. Dostupné z: <https://cc.cz/cirkularni-ekonomika-v-praxi-byli-jsme-se-podivat-jak-funguje-system-zalohovani-obalu-na-slovensku/>
- [47] Deposit return systems: How they perform. Reloop [online]. [cit. 14. květen 2023]. Dostupné z: https://www.reloopplatform.org/wp-content/uploads/2022/12/RELOOP_Factsheet_Performance_12I2022.pdf
- [48] Global Deposit Book An Overview of Deposit Return Systems for Single-Use Beverage Containers. Reloop [online]. [cit. 14. květen 2023]. Dostupné z: <https://www.reloopplatform.org/resources-2/global-deposit-book-2022/>
- [49] Otevřený dopis iniciativy Zálohujme.cz ministru životního prostředí ČR. zálohujme.cz [online]. [cit. 15. květen 2023]. Dostupné z: https://www.zalohujme.cz/wp-content/uploads/2021/08/2021-08-16-Otev%C5%99en%C3%BD-dopis-M%C5%BDP-cirkularita-FINAL_1.pdf
- [50] Stanovy Svazku obcí pro komunální služby [online]. [cit. 18. květen 2023]. Dostupné z: <https://www.svazek-sluzby.cz/wp-content/uploads/2018/11/Stanovy-Svazku-obc%C3%AD-pro-komun%C3%A1ln%C3%AD-slu%C5%BEby-1.pdf>
- [51] Informace o OH města Třebíč za rok 2022 [online]. [cit. 18. květen 2023]. Dostupné z: https://www.trebic.cz/assets/File.ashx?id_org=16973&id_dokumenty=58723
- [52] Average Resin Prices I PlasticPortal.eu [online]. [cit. 20. květen 2023]. Dostupné z: <https://www.plasticportal.eu/en/ceny-polymerov/lm/14/price/4119/>
- [53] Odměny dle smlouvy s obcí. EKO-KOM [online]. [cit. 20. květen 2023]. Dostupné z: <https://www.ekokom.cz/cz/obce-a-mesta/smluvni-odmeny-obci/>
- [54] GREGOR, J. Pokročilé modely logistiky v odpadovém hospodářství. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2019. 180 s. Vedoucí disertační práce prof. Ing. Petr Stehlík, CSc., dr. h. c. [cit. 18. květen 2023].

- [55] GREGOR, J. Komplexní přístup k modelování dopravních nákladů při energetickém využití odpadů. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2014. 83 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Radovan Šomplák. [cit. 18. květen 2023].
- [56] ATA, NAZ. A design scheme for collecting and sorting flexible plastic packaging waste for recycling in Italy [online]. [cit. 21. květen 2023]. Dostupné z: <https://www.politesi.polimi.it/handle/10589/154142>
- [57] Proces MBÚ. odpadjeenergie.cz [online]. [cit. 21. květen 2023]. Dostupné z: <http://www.odpadjeenergie.cz/mbu-a-jine/mbu/proces-mbu>
- [58] Co je to PET. obalnet.cz [online]. [cit. 21. květen 2023]. Dostupné z: <https://www.obalnet.cz/co-je-to-pet-polyethylentereftalat/>
- [59] Vstřikování plastů. ksp.tul.cz [online]. [cit. 21. květen 2023]. Dostupné z: https://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/04.htm
- [60] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. Aktuální legislativní rámec pro odpady, obaly a jednorázové plasty. [online]. [cit. 21. květen 2023]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_20220321-Na-ctyri-desitky-expertu-odstartovaly-debatu-o-povinnem-zalohovani-PETek-a-plechovek-Povede-ji-MZP/\\$FILE/Prezentace%20odboru%20odpadu%20MZP.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_20220321-Na-ctyri-desitky-expertu-odstartovaly-debatu-o-povinnem-zalohovani-PETek-a-plechovek-Povede-ji-MZP/$FILE/Prezentace%20odboru%20odpadu%20MZP.pdf)
- [61] Barevné kontejnery. jaktridit.cz [online]. [cit. 21. květen 2023]. Dostupné z: <https://www.jaktridit.cz/cz/trideni/zpusoby-sberu-a-svozu/barevne-kontejnery/>
- [62] Pytlový sběr tříděného odpadu. novybydzov.cz [online]. [cit. 21. květen 2023]. Dostupné z: <https://www.novybydzov.cz/jak-spravne-plnit-pytile-na-trideny-odpad/d-23795>
- [63] JEDLIČKOVÁ, K. Využitelnost plastových materiálů z komunálních odpadů. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2018. 65 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Kropáč, Ph.D.
- [64] Odpady. enviregion.pf.ujep.cz [online]. [cit. 21. květen 2023]. Dostupné z: http://enviregion.pf.ujep.cz/inter_uc/ss/index.php?iddata=156
- [65] Dotřídovací linky separovaného odpadu TDS. bluetech.cz [online]. [cit. 21. květen 2023]. Dostupné z: <https://www.bluetech.cz/tridici-technologie-dotridovaci-linky>
- [66] Třídící linka, lis na odpad – papír, plasty, sklo. mariuspedersen.cz [online]. [cit. 21. květen 2023]. Dostupné z: <https://www.mariuspedersen.cz/cs/o-marius-pedersen/sluzby/16.shtml>
- [67] Vestavné automaty na výkup obalů. tomra.orwak.cz [online]. [cit. 21. květen 2023]. Dostupné z: <https://tomra.orwak.cz/tomra-fe>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

BRKO	Biologicky rozložitelný komunální odpad
BÚO	Biologická úprava odpadů
CEAP	Circular economy action plan (v překladu Akční plán pro oběhové hospodářství)
CEP	Circular economy package (v překladu Balíček oběhového hospodářství)
ČR	Česká republika
DL	Dotřídovací linka
DRS	Deposit-refund systém (v překladu Systém vrácení záloh)
DS	Druhotná surovina
EU	Evropská unie
EVO	Energetické využití odpadu
HDPE	Vysokohustotní polyethylen
KO	Komunální odpad
LDPE	Nízkohustotní polyethylen
MBÚ	Mechanicko-biologická úprava odpadů
MÚO	Mechanická úprava odpadů
MVO	Materiálově využitelný odpad
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NO	Nebezpečný odpad
Obj.O	Objemný odpad
OH	Odpadové hospodářství
PA	Polyamid
PC	Polykarbonát
PE	Polyethylen
PET	Polyethylentereftalát

POH	Plán odpadového hospodářství
PP	Polypropylen
PPA	Polyftalamid
PS	Polystyren
PSU	Polysulfon
PVC	Polyvinylchlorid
RVM	Reverse-vending machine (v překladu Automat na zpětný odběr nápojových obalů)
SKO	Směsný komunální odpad
VISOH	Veřejné informace o produkci a nakládání s odpady
VN	Výpočetní nástroj
ZEVO	Zařízení pro energetické využití odpadu
ŽP	Životní prostředí

SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr. 1 Rozdíl mezi cirkulární a lineární ekonomikou [10]	4
Obr. 2 Ukázka dělení KO dle katalogu odpadů [13]	5
Obr. 3 Rámcový přehled o složení KO z pohledu druhu odpadu uvedený v POH [8].....	6
Obr. 4 Složení KO v rámci odpadních toků [8].....	7
Obr. 5 Průměrné složení SKO v ČR v roce 2022 [16]	8
Obr. 6 Ilustrace hierarchie způsobů nakládání s odpady [17]	10
Obr. 7 Schéma fungování možné úpravy odpadů [20].....	11
Obr. 8 PET odpad slisovaný do balíků [38]	12
Obr. 9 Schéma zařízení MBÚ – jedno z možných uspořádání [57].....	13
Obr. 10 ZEVO společnosti SAKO Brno a.s. [22]	14
Obr. 11 Schématický průřez skládkou [25]	15
Obr. 12 Schéma makromolekuly [27]	16
Obr. 13 Základní klasifikace polymerů [29]	17
Obr. 14 Vázací páska z PET [58]	20
Obr. 15 Díly z PET materiálu [58]	20
Obr. 16 PET v obalovém průmyslu [35]	20
Obr. 17 Princip vstřikovacího vyfukování [59].....	21
Obr. 18 Cíle pro využití obalových odpadů [60].....	22
Obr. 19 Schéma recyklace PET láhve (upraveno) [31].....	23
Obr. 20 Typické sběrné hnízdo s nádobami o objemu 1100 l [61]	24
Obr. 21 Naplněné pytle s tříděným odpadem [62]	25
Obr. 22 Přehled odměn ze společnosti EKO-KOM [63].....	26
Obr. 23 Schéma dotřídňovací linky [64].....	26
Obr. 24 Řetězopásový dopravník zapuštěný do země [65]	27

Obr. 25 Pásový dopravník umístěný v kabině ručního třídění [65].....	27
Obr. 26 Zásobníky pod třídící kabinou [65].....	28
Obr. 27 Uskladněné balíky s PET odpadem [66].....	28
Obr. 28 Teoretická podoba zálohového systému (upraveno) [41]	30
Obr. 29 Fungující zálohové systémy v Evropě [41].....	31
Obr. 30 Finanční a materiálový tok DRS v Německu [44]	32
Obr. 31 Efektivita DRS v Německu [44]	32
Obr. 32 Zálohovaný obal v Norsku	34
Obr. 33 Míra návratnosti jednorázových obalů v zemích Evropy využívající DRS [47]	35
Obr. 34 Zařízení RVM od výrobce Tomra [67]	36
Obr. 35 Příslušnost jednotlivých buněk VN.....	41
Obr. 36 Možný způsob vázání balíků.....	45
Obr. 37 Vývoj výkupní ceny DS PET v letech 2015-2023 [52]	48
Obr. 38 Porovnání systémů v rámci cenového scénáře A	62
Obr. 39 Porovnání systémů v rámci cenového scénáře B	63
Obr. 40 Grafické znázornění výstupů – vysoké ceny DS.....	64
Obr. 41 Grafické znázornění výstupů – nízké ceny DS	66
Obr. 42 Porovnání výstupů VN – vysoké ceny DS	67
Obr. 43 Porovnání výstupů VN – nízké ceny DS.....	67

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Celková produkce všech odpadů v ČR v letech 2010-2021 [2].....	5
Tab. 2 Produkce KO v ČR v letech 2010-2021 [2]	6
Tab. 3 Nejrozšířenější druhy plastů v KO	19
Tab. 4 Cíle pro recyklaci jednotlivých druhů obalů pro členské země EU [42]	29
Tab. 5 Parametry možného modelu DRS dle EEIP [41]	30
Tab. 6 Porovnání počtu RVM v Norsku s odhady jednotlivých spolků v ČR	34
Tab. 7 SWOT analýza dopadů potenciálního DRS na české OH.....	39
Tab. 8 Náklady na sběr a svoz papírového a plastového odpadu	43
Tab. 9 Fixní náklady DL	44
Tab. 10 Mzdové náklady DL	47
Tab. 11 Informace o tříděných složkách v rámci VN.....	49
Tab. 12 Sazebník odměn za obsluhu míst zpětného odběru v rámci veřejné sběrné sítě [53] .	51
Tab. 13 Sazebník odměn za zajištění využití odpadů z obalů [53]	52
Tab. 14 Výše fixních a variabilních nákladů na základě T-E modelu [54].....	56
Tab. 15 Informace o tříděných složkách v rámci VN po zavedení DRS.....	58
Tab. 16 Podíl složek PET odpadu v zálohách	58
Tab. 17 Shrnutí výstupů z VN.....	61
Tab. 18 Výstupy pro různé míry návratnosti PET – cenový scénář A	64
Tab. 19 Roční frekvence svozu v závislosti na míře návratnosti nápojových PET obalů.....	65
Tab. 20 Výše příjmů v závislosti na míře návratnosti nápojových PET obalů	65
Tab. 21 Výstupy pro různé míry návratnosti PET – cenový scénář B	65
Tab. 22 Změna výstupů pro uvažované míry návratnosti PET oproti současnému systému ...	66

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A: Výpočtový nástroj v prostředí programu MS Excel (elektronicky)

2023_BP_Hanacek_228875_Priloha_A.xlsx

Příloha B: Seznam členských obcí Svazku pro komunální služby s informacemi o počtu obyvatel, počtu potenciálních míst zpětného odběru zálohovaných PET obalů, případně počtu potenciálních jednotek RVM

PŘÍLOHA B: SEZNAM OBCÍ SVAZKU PRO KOMUNÁLNÍ SLUŽBY

Název obce	Počet obyvatel	Počet míst zpětného odběru	Způsob zpětného odběru
Obec Babice	194	1	ručně
Obec Bačice-Udeřice	190	0	ručně
Obec Benetice	191	0	ručně
Obec Biskupice	256	0	ručně
Obec Blanné	85	0	ručně
Obec Blatnice	360	1	ručně
Městys Blížkovice	1153	1	ručně
Obec Bohušice	134	0	ručně
Obec Bransouze	225	1	ručně
Město Brtnice	3766	3	ručně
Obec Brtnička	104	0	ručně
Obec Březník	689	1	ručně
Městys Budišov	1215	1	ručně
Obec Chlístov	295	1	ručně
Obec Chlum	149	0	ručně
Obec Cidlina	84	0	ručně
Obec Čáslavice	547	0	ručně
Obec Častohostice	186	0	ručně
Obec Čechočovice	296	0	ručně
Obec Čechtín	315	1	ručně
Obec Červená Lhota	188	1	ručně
Obec Číhalín	206	0	ručně
Obec Číchov	229	1	ručně
Obec Čikov	202	1	ručně
Obec Číměř	203	1	ručně
Městys Dalešice	584	1	ručně
Obec Dědice	123	0	ručně
Obec Dešov	427	1	ručně
Obec Dolní Heřmanice	512	0	ručně
Obec Dolní Lažany	149	0	ručně
Obec Dolní Vilémovice	421	1	ručně
Obec Domamil	317	1	ručně
Obec Dukovany	901	1	ručně
Obec Hartvíkovice	548	0	ručně
Městys Heraldice	364	1	ručně
Obec Hluboké	197	1	ručně
Obec Hodov	302	0	ručně
Obec Horní Dubňany	289	0	ručně
Obec Horní Heřmanice	139	0	ručně
Obec Horní Smrčné	54	0	ručně
Obec Horní Újezd	273	0	ručně
Obec Horní Vilémovice	90	0	ručně
Obec Hornice	64	0	ručně

Obec Hostim	420	0	ručně
Město Hrotovice	1768	3	ručně
Obec Hroznatín	113	0	ručně
Obec Hrutov	104	0	ručně
Obec Hvězdoňovice	111	0	ručně
Obec Jakubov	647	1	ručně
Obec Jamolice	434	1	ručně
Město Jaroměřice nad Rokytnou	4136	6	1
Obec Jasenice	175	0	ručně
Obec Jindřichovice	99	0	ručně
Obec Jinošov	243	0	ručně
Obec Jiřice u Moravských Budějovic	56	0	ručně
Městys Kamenice	1950	2	ručně
Obec Kamenná	212	0	ručně
Obec Kladeruby nad Oslavou	202	1	ručně
Obec Klučov	169	0	ručně
Obec Kněžice	1362	3	ručně
Obec Kojatice	273	0	ručně
Obec Kojatín	87	0	ručně
Obec Kojetice	439	1	ručně
Obec Komárovice	116	0	ručně
Obec Koněšín	505	1	ručně
Obec Kouty	391	1	ručně
Obec Kozlany	140	0	ručně
Obec Kožichovice	436	0	ručně
Obec Krahulov	282	0	ručně
Obec Kralice nad Oslavou	1015	1	ručně
Obec Kramolín	117	0	ručně
Obec Krhov	180	0	ručně
Obec Krokocín	210	1	ručně
Obec Kuroslepy	146	0	ručně
Obec Láz	284	0	ručně
Obec Lesná	91	0	ručně
Obec Lesní Jakubov	104	0	ručně
Obec Lesonice	494	1	ručně
Obec Lesůňky	80	0	ručně
Obec Lhánice	165	0	ručně
Obec Lipník	393	0	ručně
Obec Litoňov	561	1	ručně
Obec Litovany	127	0	ručně
Obec Loukovice	106	0	ručně
Obec Lukov	396	0	ručně
Obec Markvartice	276	0	ručně
Obec Martínkov	255	0	ručně
Obec Mastník	237	0	ručně

Obec Meziříčko	91	0	ručně
Obec Mikulovice	223	1	ručně
Městys Mohelno	1342	3	ručně
Město Moravské Budějovice	7300	10	3
Obec Myslibořice	736	1	ručně
Obec Naloučany	167	0	ručně
Město Náměšť nad Oslavou	4861	4	1
Obec Nárameč	353	1	ručně
Obec Nimpšov	51	0	ručně
Obec Nová Ves	247	1	ručně
Obec Nové Syrovice	921	1	ručně
Obec Nový Telečkov	100	0	ručně
Obec Ocmanice	331	0	ručně
Obec Odunec	98	0	ručně
Obec Okarec	115	0	ručně
Obec Okřešice	188	0	ručně
Městys Okříšky	2046	3	ručně
Městys Opatov	755	1	ručně
Obec Oponěšice	179	1	ručně
Obec Oslavička	119	0	ručně
Obec Ostašov	145	0	ručně
Obec Petrovice	421	2	ručně
Obec Petrůvky	130	0	ručně
Obec Pokojovice	112	0	ručně
Obec Popůvky	72	0	ručně
Obec Pozdatín	156	1	ručně
Obec Přeckov	72	0	ručně
Obec Předín	685	0	ručně
Obec Přešovice	136	0	ručně
Obec Přibyslavice	800	1	ručně
Obec Příštpo	255	0	ručně
Obec Pucov	167	0	ručně
Obec Pyšel	462	1	ručně
Obec Rácovice	118	0	ručně
Obec Račice	87	0	ručně
Obec Radkovice u Hrotovic	337	1	ručně
Obec Radonín	82	0	ručně
Obec Radošov	171	0	ručně
Obec Rohy	114	0	ručně
Městys Rokytnice nad Rokytnou	837	2	ručně
Obec Rouchovany	1163	2	ručně
Obec Rudíkov	708	1	ručně
Obec Římov	419	1	ručně
Obec Sedlec	246	1	ručně
Obec Seniorady	390	1	ručně
Obec Slavětice	236	1	ručně

Obec Slavíčky	279	1	ručně
Obec Smrk	259	0	ručně
Městys Stařeč	1661	1	ručně
Obec Stropešín	130	0	ručně
Obec Střítež	543	1	ručně
Obec Studenec	592	2	ručně
Obec Studnice u Budišova	133	0	ručně
Obec Sudice	355	0	ručně
Obec Svatoslav	262	0	ručně
Obec Šebkovice	475	0	ručně
Obec Štěměchy	299	1	ručně
Obec Štěpkov	113	1	ručně
Obec Tasov	675	1	ručně
Obec Tavíkovice	599	2	ručně
Obec Trnava	729	1	ručně
Obec Třebelovice	430	0	ručně
Obec Třebenice	454	1	ručně
Město Třebíč	35451	33	11
Obec Třesov	92	0	ručně
Obec Valdíkov	110	0	ručně
Obec Valeč	807	1	ručně
Obec Vícenice	194	0	ručně
Obec Vícenice u Náměště nad Oslavou	398	1	ručně
Městys Vladislav	1152	3	ručně
Obec Vlčatín	153	0	ručně
Obec Výčapy	868	2	ručně
Obec Zahrádka	143	0	ručně
Obec Zárubice	119	0	ručně
Obec Zašovice	122	0	ručně
Obec Zvěrkovice	228	1	ručně
Městys Želetava	1528	3	ručně
Celkem	115420	144	32