

UNIVERZITA PARDUBICE  
FAKULTA EKONOMICKO-SPRÁVNÍ

# Bakalářská práce

2011

Petra Sojková

Univerzita Pardubice  
Fakulta ekonomicko-správní

Ekonomické zhodnocení výroby, sběru a recyklace plastů v ČR

Petra Sojková

Bakalářská práce

2011

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petra SOJKOVÁ**  
Osobní číslo: **E08584**  
Studijní program: **B6208 Ekonomika a management**  
Studijní obor: **Management ochrany podniku a společnosti**  
Název tématu: **Ekonomické zhodnocení výroby, sběru a recyklace plastů v ČR**  
Zadávací katedra: **Ústav veřejné správy a práva**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cíl: Analýza nakládání s odpady plastů, vyhodnocení vybraného segmentu odpadů.

1. Rešerše na zadané téma z dom. a zahr. pramenů
2. Analýzy a bilance výroby a spotřeby plastů v ČR
3. Výběr segmentu výroby a spotřeby, detailní rozbor

Rozsah grafických prací: —  
Rozsah pracovní zprávy: cca 30 stran  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická  
Seznam odborné literatury:

**Božek, F., Urban, R., Zemánek, Z.: Recyklace. Vyškov: VVŠPV, 2003**

**Internetové prameny:**

<http://www.ekokom.cz/>

<http://www.enviweb.cz>

[www.mzp.cz](http://www.mzp.cz)

<http://www.odpady.pk.cz/>

<http://theses.cz/id/m9mgxx/>

<http://www.trideniodpadu.cz/trideniodpadu.cz/Home.html>

**Časopisy:**

**Odpadové fórum, Odpady, Waste Management**

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Ilona Obršálová, CSc.**  
Ústav veřejné správy a práva

Datum zadání bakalářské práce: **29. června 2010**

Termín odevzdání bakalářské práce: **6. května 2011**



doc. Ing. Renáta Myšková, Ph.D.  
děkanka

L.S.



doc. Ing. Marcela Kožená, Ph.D.  
vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 6. srpna 2010

## PROHLÁŠENÍ AUTORA

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na mojí práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích 21. 6. 2011

Petra Sojková

## PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala paní doc. Ing. Iloně Obršálové, CSc. za pečlivé a trpělivé vedení mé práce, za cenné připomínky a rady k obsahu práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině, příteli a přátelům za podporu během celého mého studia.

## ANOTACE

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou výroby a následného nakládání s plastovými odpady. Cílem je zpracovat bilanci výroby a spotřeby plastů v České republice, zdůraznit ekonomické zhodnocení výroby plastů z primárních zdrojů oproti výrobě plastů z druhotných surovin a charakterizovat, literárně téměř opomíjenou, kategorii plastů – polyvinylchlorid (PVC).

## KLÍČOVÁ SLOVA

Odpadové hospodářství, polyvinylchlorid, recyklace odpadů, sběr odpadů, surovinové hospodářství, zpracování odpadních plastů

## TITLE

Economic Evaluation of the Production, Collection and Recycling of Plastics in the Czech Republic

## ANOTATION

This bachelor work deals with the production and subsequent disposal of plastic waste. The aim is to prepare a balance of production and consumption of plastics in the Czech Republic, emphasized the economic evaluation of the production of plastics in primary resources over the production of plastic raw materials and characterized, almost literally neglected category of plastics - polyvinyl chloride (PVC).

## KEYWORDS

Waste collection, polyvinylchloride, waste management, waste management, waste recycling, waste plastics, raw material economy

## Obsah

<b>ÚVOD .....</b>	<b>9</b>
<b>1 VYSVĚTLENÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ .....</b>	<b>10</b>
<b>2 ZÁKLADNÍ INFORMACE O SBĚRU A RECYKLACI ODPADU .....</b>	<b>13</b>
2.1 <i>Sběr odpadu .....</i>	<i>13</i>
2.1.1 <i>Problematika druhotných surovin .....</i>	<i>13</i>
2.1.2 <i>Odpadové hospodářství v ČR.....</i>	<i>14</i>
2.1.3 <i>Zpětný odběr z pohledu výrobce.....</i>	<i>15</i>
2.1.4 <i>Zpětný odběr (a třídění odpadu) z pohledu svozové firmy .....</i>	<i>17</i>
2.2 <i>Recyklace odpadu .....</i>	<i>18</i>
<b>3 SBĚR A RECYKLACE PLASTŮ Z TKO .....</b>	<b>20</b>
3.1 <i>Sběr plastů .....</i>	<i>20</i>
3.2 <i>Recyklace plastů .....</i>	<i>20</i>
<b>4 ANALÝZA HOSPODAŘENÍ S PLASTY A PLASTOVÝMI ODPADY V ČR ..</b>	<b>23</b>
4.1 <i>Bilance výroby plastů v Evropě .....</i>	<i>23</i>
4.2 <i>Česká republika a plastové odpady v číslech .....</i>	<i>25</i>
4.3 <i>Zpracování odpadních plastů .....</i>	<i>30</i>
4.3.1 <i>Ekonomické a technické hranice využitelnosti odpadu .....</i>	<i>32</i>
4.3.2 <i>Ekonomické hodnocení energetických úspor.....</i>	<i>32</i>
4.3.3 <i>Surovinové hospodářství .....</i>	<i>33</i>
4.4 <i>PVC.....</i>	<i>35</i>
4.4.1 <i>Výroba PVC .....</i>	<i>36</i>
4.4.2 <i>Recyklace PVC .....</i>	<i>38</i>
4.4.3 <i>Aktivity PlasticsEurope.....</i>	<i>41</i>
<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>43</b>
<b>SEZNAM LITERATURY .....</b>	<b>46</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>49</b>
<b>SEZNAM GRAFŮ.....</b>	<b>50</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>51</b>



## ÚVOD

Hospodaření s plasty patří již dlouhá léta mezi hlavními problémy světa. S narůstajícím počtem obyvatelstva roste i množství odpadů. Je proto potřeba řešit a vyřešit problematiku nejen se zvyšující se spotřebou a tím i odpady, ale i pokrytím poptávky, resp. výroby.

Práce mě zaujala hlavně z pohledu občana jako takového. Zajímá mě, jakou roli v budoucnosti hraje odpadové hospodářství a zejména pak samotné nakládání s plasty a plastovými odpady. Jak se skutečnosti s tímto spojené řeší či neřeší. Jaký smysl má pro obyvatele České republiky sběr a recyklace odpadu a do jaké míry tomu svou činností přispívají.

Cílem této bakalářské práce je analyzovat nakládání s odpady plastů, uvést bilanci celkové výroby a spotřeby plastů v České republice. Dále jaké kroky a s jakou úspěšností jsou uskutečňovány k následnému zpracování těchto odpadů. V neposlední řadě je i bilance výroby, spotřeby a zpracování určitého segmentu plastů.

První část bakalářské práce je zaměřena na celkové uvedení do tématu, obeznámení čtenáře se základními pojmy, se smyslem odpadového hospodářství, jaký je vývoj sběru a recyklace plastů v České republice a jaké jsou základní výhody a nevýhody plastových hmot.

Druhá část analyzuje bilanci výroby plastů, jejich sběr, recyklaci a následné zpracování na území ČR. Na jaké úrovni jsme v porovnání s jinými evropskými státy ve vybraných činnostech. Dále též jaké jsou možnosti využití a zhodnocení odpadních plastů a na konec bilance výroby a recyklace vybraného segmentu plastů – skupiny polyvinylchlorid.

K vypracování bakalářské práce byly použity následující metody: analýza, dedukce, indukce a komparace.

# 1 VYSVĚTLENÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ

K tomu, aby se co nejlépe dala vnímat problematika jednotlivých kapitol, je potřeba objasnit si několik základních pojmů, které jsou pro tuto oblast důležité. Patří mezi ně sběr odpadů a zpětný odběr, nakládání s odpady, odpadové hospodářství, úprava a recyklace odpadů a materiálové využití odpadů.

## **Sběr odpadů a zpětný odběr**

Zákon č. 185/2001 Sb. Zákona o odpadech popisuje sběr odpadu jako „soustředování odpadů právnickou osobou nebo fyzickou osobou oprávněnou k podnikání od jiných subjektů za účelem jejich předání k dalšímu využití nebo odstranění“. [6]

## **Nakládání s odpady**

Dle zákona o odpadech je nakládání s odpady „shromažďování, sběr, výkup, přeprava, doprava, skladování, úprava, využití a odstranění odpadů“. [6]

„S vyprodukovaným odpadem je třeba nějakým způsobem naložit. Od jednotlivých občanů a firem, kteří odpad ukládají do popelnic a kontejnerů, obvykle odpad vyvážejí popelářskými vozy obecní či městské komunální služby. Po jeho shromáždění se obvykle využije jedna z následujících možností“ [7]:

- opětovné využití
- materiálové využití (recyklace, kompostování) a energetické využití (spalování, zplyňování, výroba paliv)
- uložení na skládce [7]

## **Odpadové hospodářství**

„Činnost zaměřená na předcházení vzniku odpadů, na nakládání s odpady a na následnou péči o místo, kde jsou odpady trvale uloženy, a kontrola těchto činností,“ tak zní definice dle zákona č. 185/2001 Sb. Zákona o odpadech.

Zákon také stanovuje pravidla pro samotné předcházení vzniku odpadů, nakládání s nimi v rámci dodržování ochrany životního prostředí a ochrany zdraví člověka a trvale udržitelného rozvoje. Nechybí zde ani popis práv a povinností pro osoby a orgány veřejné správy věnující se odpadovému hospodářství.

Ministerstvo průmyslu a obchodu vnímá odpadového hospodářství po svém: „Oblast odpadového hospodářství, která je v gesci Ministerstva životního prostředí, je úzce spjata se všemi druhy výrobních procesů, zejména pak s průmyslovou výrobou a stavebnictvím, které produkuje v ČR největší objem odpadů.“ [8]

Centrum pro hospodaření s odpady „se soustřeďuje především na výzkum v oblasti odpadů, výzkum, vývoj, aplikaci a hodnocení metod pro nakládání s odpady, dále na vytváření podpůrných mechanismů pro prosazování principů ochrany zdraví a životního prostředí v celém cyklu nakládání s odpady, zjišťování skutečných vlastností odpadů na základě laboratorních analýz a sledování celého procesu nakládání s odpady, prosazování prevence vzniku a minimalizace odpadů, prosazování nových směrů vyplývajících z legislativních změn.“ [9]

## **Úprava odpadů**

Citace zákona č. 185/2001 Sb. Zákona o odpadech: „každá činnost, která vede ke změně chemických, biologických nebo fyzikálních vlastností odpadů (včetně jejich třídění) za účelem umožnění nebo usnadnění jejich dopravy, využití, odstraňování nebo za účelem snížení jejich objemu, případně snížení jejich nebezpečných vlastností.“ [6]

Provozovatelé databáze o environmentálních službách a nového Portálu pro podniky, podnikatele a živnostníky - [www.tretiruka.cz](http://www.tretiruka.cz) popisují úpravu odpadů jako: „úprava odpadů je i jejich třídění nebo snížení jejich objemu pro umožnění nebo usnadnění jejich dopravy. Nemusí být tedy vždy jen způsobem využívání nebo odstraňování odpadů a nemusí být ani prováděna v samostatném zařízení“. [10]

## **Recyklace odpadů a materiálové využití odpadů**

„Jakýkoliv způsob využití odpadů, kterým je odpad znovu zpracován na výrobky, materiály nebo látky pro původní nebo jiné účely jejich použití, včetně přepracování organických materiálů; recyklací odpadů není energetické využití a zpracování na výrobky, materiály nebo látky, které mají být použity jako palivo nebo zásypový materiál.“ [6]

**Materiálovým využitím odpadů** rozumí zákon o odpadech „způsob využití odpadů zahrnující recyklaci a další způsoby využití odpadů jako materiálu k původnímu nebo jiným účelům, s výjimkou bezprostředního získání energie“. [6]

Terminologický slovníček na webu PETrecycling definuje recyklaci jako „proces přeměny recyklovatelného materiálu na nové výrobky“. [11]

„Pod slovem recyklace se skrývá opětovné využití materiálů získaných z odpadů. Velice důležité je dodržovat pravidla třídění odpadů, protože jedině tak lze recyklovat a tím pádem i šetřit přírodu,“ toto uvádí autoři webové stránky ekontejnery.cz. [12]

V zásadě se každá definice o recyklaci shoduje v jedné myšlence: zpracování odpadů na nové materiály ve vztahu předchozího třídění odpadů.

„Recyklace je výraz pro takové nakládání s odpadem, které vede k jeho dalšímu využití. Recyklace umožňuje šetřit obnovitelné i neobnovitelné zdroje a omezuje zátěž životního prostředí“. [13]

Mnoho autorů definic se mmj. vyjádřilo i ke kladným a záporným stránkám recyklace. Mezi kladné jednoznačně považují úsporu primárních zdrojů, snížení množství odpadu ukládaných na skládkách, avšak za předpokladu kvalitního roztřídění surovin veškerého odpadu. Nejvýraznější mínus je často energeticky náročný proces recyklace. [13]

## 2 ZÁKLADNÍ INFORMACE O SBĚRU A RECYKLACI ODPADU

### 2.1 Sběr odpadu

Sběr surovin se stal jedním ze základních pilířů dnešního – moderního - odpadového hospodářství. Sběr a následná recyklace je v našich zemích zakotvená již desítky let. Dříve se do podniků Sběrných surovin či kovošrotů nosily k výkupu suroviny potřebné našemu hospodářství, tzn., že sběr byl vnímán jako „služba veřejnosti“.

Od počátku 90. let se změnil přístup k odpadu ve smyslu zaměření se na celkovou minimalizaci odpadu a na „*systému odpadového hospodářství*“. Jednou z jejích součástí je sběr tzv. „využitelných odpadů“ pomocí kontejnerů rozmístěných v blízkosti lidských domovů. Odpadářské firmy a podniky sběrných surovin pak pravidelně jezdí vyprazdňovat tyto kontejnery speciálně přizpůsobenými vozidly. I firmy zabývající se zpětným sběrem se postupně transformovaly do soukromých společností.

Odpadové hospodářství od roku 1990 prošlo zásadními technologickými, ekonomickými změnami i změnami ve vlastnictví. Dnešní nakládání s komunálními odpady<sup>1</sup> je bráno jako podnikatelská příležitost.

#### 2.1.1 Problematika druhotných surovin

Hospodářsky vyspělé státy se dnes potýkají s velkou spotřebou surovin a tím tedy i množstvím vyřazených výrobků. Zpětným využíváním tohoto odpadu vzniká surovinový koloběh, kterým je možno krýt značnou část spotřeby prvotních surovin. Tím jsou dány ekonomické podmínky pro využití takovýchto materiálů.

Odpad a suroviny jsou považovány za ekonomické pojmy. Jeden materiál může být zároveň odpadem i surovinou podle charakteru vzniku v průběhu reprodukčního procesu. „Jsou to právě ekonomické hranice racionálního zhodnocování odpadu, které limitují výběr technických a technologických prostředků realizace. Pokud se suroviny plynule nevyužívají, jsou odpadem a musí se likvidovat, aby se nehromadily a nepříznivě neovlivňovaly životní prostředí. Využívání odpadu je tedy i úzce spjato s ekonomikou životního prostředí, protože náklady na ekologicky nezávadný způsob jeho likvidace prudce stoupají.“

---

<sup>1</sup> Komunální odpad je velmi různorodý odpad z domácností, měst a obcí, služeb (živnostenské odpady podobné komunálním) a objemné odpady, apod.

Při analýze faktorů souvisejících s využíváním druhotných surovin nelze přehlédnout *ekonomické faktory*, které dnes převažují, a *ekologické*, zejména co se při získávání primárních surovin týče:

1. ceny primárních surovin a energie stále stoupají;
2. zřizování skládek je stále náročnější;
3. dochází k dalším ekologickým škodám (zábor půdy, znečišťování spodních vod, znečišťování ovzduší samozápalem na skládkách apod.); [3, str. 10 a 11]
4. nižší logistické náklady;
5. nižší energetické náklady (úspory při recyklaci oproti výrobě);
6. plasty se nedají dobře spalovat, nejsou rozložitelné;
7. recyklace je bezpečnější proces, než samotná výroba v rafinériích a jiných chemických závodech (zejména proto, že při recyklaci se nepracuje s prvotnými – extrémně hořlavými - látkami);
8. recyklace probíhá většinou v místě spotřeby, kdežto prvotní suroviny se získávají poměrně daleko od centra spotřeby;
9. aj.

### **2.1.2 Odpadové hospodářství v ČR**

Smyslem odpadového hospodářství je tedy znovu-využitím komunálního odpadu a na skládku by mělo přijít pouze minimum, které neumíme zpracovat. Naše technologie jsou dnes již ale natolik vyspělé, že dokážou zpracovat téměř vše. Otázkou tedy je, zda chceme a potřebujeme využívat vše, co technologie umí zrecyklovat. V tom je rozdíl oproti minulosti - dříve se sbíralo vše, po čem byla poptávka za účelem náhražky primárních surovin a lidé byli motivováni ke sběru poměrně vysokou peněžní odměnou. Dnes se třídí a sbírá odpad, protože je to v souladu s „moderní společností“ a s cílem minimalizovat odpad na skládkách. Nakonec dochází k tomu, že máme velké množství využitelného odpadu. Bohužel však není potřeba využívat tento odpad jako celou náhražku primárních zdrojů a tak se vyříděný odpad využívá z hlediska nejen materiálového, ale i energetického potenciálu. Sběr surovin tedy má smysl, ale kolik procent z celkového množství je opět využito jako náhrada primárních zdrojů a kolik je použito za účelem nevyčerpatelného zdroje obnovitelné energie? [4, str. 20]

Ročně vzniká na území ČR přibližně 31 mil. tun všech odpadů<sup>2</sup>, z toho asi 4,4 mil tun KO. „Většina komunálních odpadů – 78 % se dnes skládkuje, **14 % se materiálově využívá a jen 8 % se energeticky využívá.**“ Odpadové hospodářství mělo v plánu zvýšit do konce roku 2010 materiálové využití KO na 50%. Tento plán nebyl splněn, ačkoliv ČR drží v rámci Evropské unie čelnou pozici, co se třídění obalových komodit týče. [5]

System zpětného odběru funguje v ČR již přes 10 let. Má charakter veřejné služby a proto k ní má přístup kdokoli a nelze ji odepřít. Je to služba regulovaná státem, protože pouze stát může dbát na její dodržování, a také ekonomicky stabilizuje odpadové hospodářství. „Zpětný odběr u nás je specifickou, zákonem regulovanou formou PPP (public-private partnership), ve které samospráva spolupracuje se soukromými subjekty na společném poskytování veřejné služby občanům a spotřebitelům. Když je režim nastaven správně a současně přísně, tak spolupráce bude vyhovovat oběma stranám, ale především občanovi, který má k dispozici kvalitní sběrnou síť.“ [4, str. 23]

„Zpětný odběr výrobků je v současné době již standardním postupem zajišťujícím sběr a následně i využití či odstranění daného výrobku. I přes všechny nedokonalosti a mezery v provádění jednotlivých dílčích operací se jedná o systém funkční.“ [2, str. 30]

Úkolem do budoucna je zdokonalení tohoto systému v rámci odevzdání výrobku do rukou pověřených subjektů a zajištění odborného využití výrobku. Tyto dvě podmínky mají největší ekonomickou efektivitu v případě volné soutěže ekonomických subjektů.

### **2.1.3 Zpětný odběr z pohledu výrobce**

Výrobce by měl zajistit nejen sběr opotřebovaného výrobku, ale i jeho další zpracování. Pro zpracování nemusí mít výrobce odborné znalosti, stačí, když touto činností pověří subdodavatele. Zde ale nastává otázka, zda jsou zpětně vybrané produkty odborně zpracovány, nebo zda dojde k jejich spálení či skládkování. Peníze, které dostane subdodavatel od podniku, nejsou nijak konkrétně účtově určeny, tedy je na firmě, jestli jej využije právě na opětovné materiálové využití. „Zpracovatel v této situaci nemá žádný vliv

---

<sup>2</sup> Naštěstí má toto množství klesající trend, ale procento zastupující komunální odpad (dále jen KO) roste (z posledních výzkumů – září 2010 – je to necelých 15%).

na způsob sběru a shromažďování suroviny a je odkázán na blahovůli smluvní firmy, kterou může být ve své podstatě jen přepravní společnost.“

Nastává tedy situace, kdy do našeho řetězce vstupuje třetí osoba, ale není tu nikdo, kdo by zajistil, že k těmto falešným praktikám nedochází. „Když každý výrobce, popř. dovozce uzavře smlouvu se zpracovatelskou firmou, splní ustanovení zákona, ale nemůže si být jist, zda tento systém nakládání s předmětným výrobkem je komplexní. Na jedné straně je tato volnost vítaná, ale na druhé straně chybí přehled o tom, zda nějaká firma nezneužívá tohoto systému tím, že vlastní zpracovatelské zařízení ani nemá a parazituje na ostatních.“ [2, str. 30]

Zpětný odběr není neuváženou povinností stanovenou zákonem. Výrobci je uložena ve smyslu poskytnutí dostupné sběrné sítě. Nutí výrobce skutečně se podílet na reálných nákladech spojených s pozdější recyklací. Výrobci zde využívají již výše zmíněnou třetí osobu, která jim zajistí sdružené plnění povinností zpětného odběru a využití odpadu z obalů, a tím jejich další efektivní recyklaci v souladu se zákonem **č. 477/2001 Sb., O obalech ve znění pozdějších předpisů**. Mezi nejznámější podnik, poskytující tuto službu patří společnost EKO-KOM, a.s. Tato společnost nakládá s odpadem „prostřednictvím systémů tříděného sběru v obcích a prostřednictvím činnosti osob oprávněných nakládat s odpadem. To znamená, že společnost EKO-KOM, a.s. fyzicky nenakládá s obalovým odpadem, ale podílí se zejména na financování nákladů spojených se sběrem, svozem, tříděním a využitím obalového odpadu.“ [14]

Dá se říci, že v tomto systému platí pro výrobce či prodejce jedna hlavní zásada – chce-li něco prodat, má povinnost poskytnout možnost zpětného odběru spolu s výrobkem a musí odebrat vše, co mu spotřebitel přinese. Další povinností spojenou s prokázáním určitého procenta recyklace znamená motivovat spotřebitele k vrácení výrobku/obalu a tím umožnění jeho dalšího materiálového využití. To znamená, že do ceny výrobku jsou zahrnuty i náklady na jeho zpětný odběr, úpravu, využití a přesvědčování spotřebitele, aby odpad opravdu třídil. „Samozřejmě do ceny nevstoupí všechny teoretické náklady na 100% obalů. Občané nikdy nevyužijí všechny možnosti zpětného odběru, a tím se náklady výrobci poněkud sníží.“ [14]



## 2.1.4 Zpětný odběr (a třídění odpadu) z pohledu svozové firmy

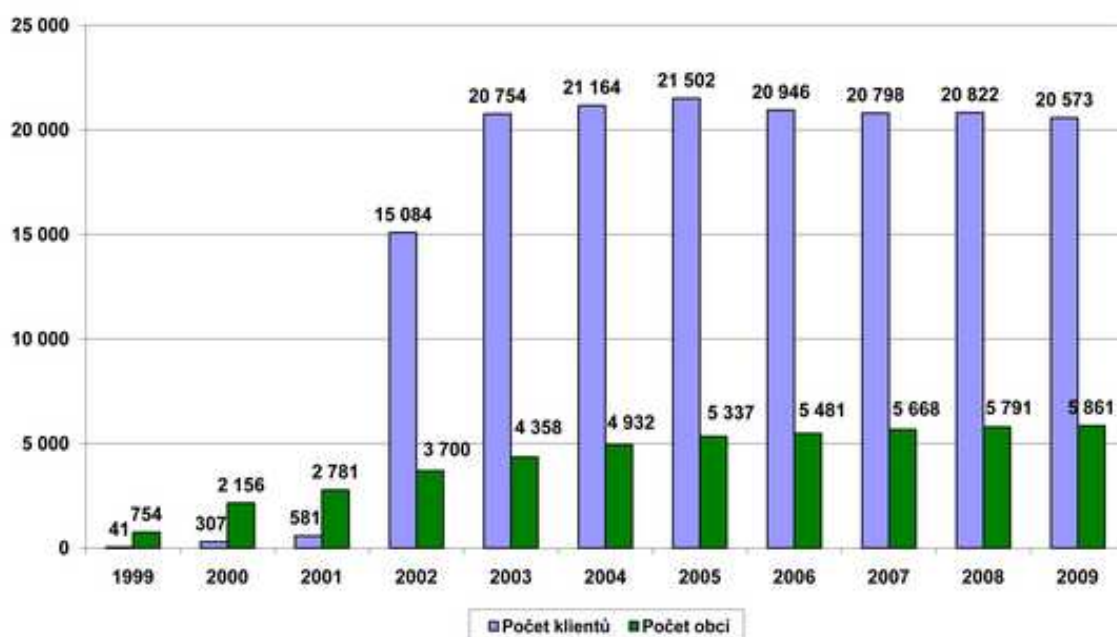
Pro jednodušší objasnění, jak finančně funguje tato část systému, je dobré oddělit svoz surovin z podnikatelské sféry a obcí.

U podnikatelské sféry jsou ceny dány trhem. To znamená, že pokud je zájem o plasty, papír, sklo a kovy, tak se za ně platí. Pokud zájem není, za svoz si zaplatí původci, popř. ho má zdarma. Dnes platí spíše ta druhá varianta. Podnikatelé proto smýšlejí následovně: „Jestliže mi třídění přijde levněji, než svoz směsného odpadu – třídím, když ne – dám ho do popelnice, případně abych nemusel platit – dám to k separačním hnízdům obce, tam to odvezou.“ [9] U velkých producentů tříděného odpadu (např. obchodní řetězce, velké průmyslové podniky, apod.) se třídí stále, bez ohledu na finanční aspekt.

U obcí je to poněkud odlišné. Činnost je závislá na třech ekonomických pilířích. První je platba svozové firmě za svoz a nakládání se separovaným odpadem, druhý pilíř je systém svozu a dotřídění a třetí je prodej vytříděných surovin za účelem dalšího zpracování. [15]

Společnost EKO-KOM poskytuje výroční zprávu shrnující počet klientů, které využívají jejich služeb, počet evidovaných obalů, celkové množství využitého odpadu z obalů, aj. za období 1999 – 2009 a 2002 – 2009 (viz Graf 1 Počet obcí a klientů systému EKO-KOM) :

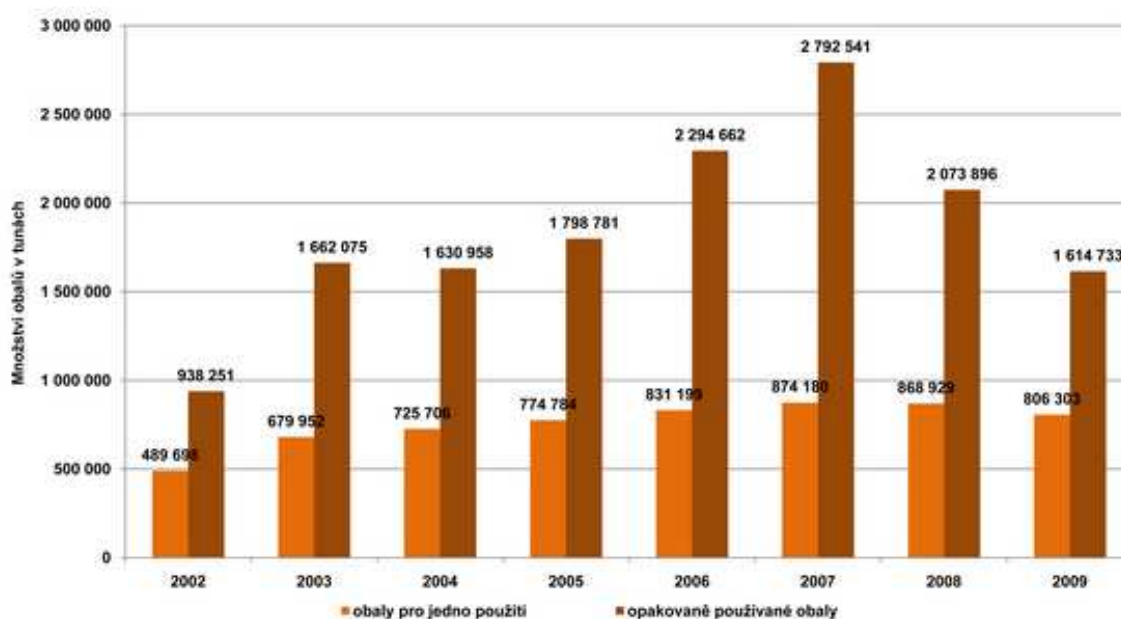
Graf 1 Počet obcí a klientů systému EKO-KOM



Zdroj: [18]

Z tohoto grafu je vidět vcelku vzrůstající trend klientů<sup>3</sup> EKO-KOM, ačkoliv jejich počet od roku 2005 mírně poklesl. Nejedná se však o více než 4,3% (v porovnání let 2005 a 2009). Jak se ale píše na jejich webu: „Počet dovozců, výrobců a plničů obalů a balených výrobků, kteří se rozhodli své zákonné povinnosti přenést na systém EKO-KOM, v průběhu roku kolísá vlivem ukončení činnosti či fúzí některých společností.“ Počet obcí zapojujících se do tohoto systému více či méně stále roste.

Graf 2 Množství evidovaných obalů v ČR, 2002-2009



Zdroj: [18]

## 2.2 Recyklace odpadu

„Recyklace je výraz pro takové nakládání s odpadem, které vede k jeho dalšímu využití. Recyklace umožňuje šetřit obnovitelné i neobnovitelné zdroje a omezuje zátěž životního prostředí. Recyklace se dělí na přímou a nepřímou. Přímá recyklace znamená znovuvyužití věci bez další úpravy. Nepřímá recyklace zahrnuje znovuvyužití pomocí znovuzpracování materiálu z odpadu.“ [15]

Jak již bylo uvedeno v kapitole „Vysvětlení pojmů“, proces recyklace v sobě skrývá nejen kladné, ale i záporné stránky. Výhody tohoto procesu si lidé uvědomovali už kol. roku 400 př. n. l., přičemž vše začalo opětovným využíváním

<sup>3</sup> Klienti EKO-KOM jsou dovozci, výrobci aj. podniky, které se rozhodli své zákonné povinnosti přenést na systém EKO-KOM.

bronzu a jiných vytěžených kovů. Nejpřednější důvod pro recyklaci je tedy šetření primárních zdrojů a energie (materiálové využití, např. v cementárnách apod.). Dále recyklace řeší množství odpadu na skládkách, jehož základem je předchozí separace, bez které by se recyklace neobešla. Recyklovat dnes můžeme vše (něco lépe, něco hůře – to platí zejména pro výrobky vytvořené z více složek), záleží jen na tom, kolik zrecyklovaného materiálu dokážeme využít. Dalším neodmyslitelným plusem recyklace je dopad na životní prostředí. Bohužel je tento proces doprovázen energetickou náročností.

V prezentaci z katedry hydromeliorace a krajinného inženýrství *Odpady a recyklace odpadu* se píše i o důležitém faktu, že jestliže je využití odpadu stejné, pak „celkové náklady na třídění, recyklaci a likvidaci druhotných odpadů musí být menší, než součet nákladů na prvovýrobu a likvidaci“. [13] Nezapomínejme ale i na náklady spojené s přepravou a zpracováním původní suroviny.

Budeme-li chtít hovořit o recyklaci **papíru**, musíme uvažovat o jeho typu (tepelná izolace, kartony, lepenky, kancelářské potřeby (obálky, obaly, papíry).

Obecně pro platí: 1t papíru = 2 stromy + 240tis. l vody + 4700 kWh E

1t recyklovaného papíru = 180 l vody + 2750 kWh E (ušetří se tedy téměř 75% vody, 59% energie a navíc cca70% dřeva)

Pro výrobu kupř. 1kg PET je potřeba 1,9kg ropy + 23 kWh energie. Spálením 1kg PET lze získat až 55% vložené energie. [13]

### 3 SBĚR A RECYKLACE PLASTŮ Z TKO <sup>4</sup>

#### 3.1 Sběr plastů

Třídění komunálního odpadu je dnes stále běžnější záležitostí. Každý člověk ročně vyhodí asi 150 – 200 kg odpadů, přičemž může vytrídít až 15kg plastů (více Obrázek 1 Skladba domovního odpadu (v % hmotnosti)). Plasty nosíme do žlutých kontejnerů. Společnost EKO-KOM se podílí na nálepkách na kontejnery obsahující výčet výrobků, které se dají recyklovat a které patří do žlutého kontejneru. Jde o láhve od nápojů, fólie, kelímky od potravin apod. Nepatří do nich plasty znečištěné chemikáliemi, oleji, nebo blátem, novodurové trubky, linolea a jiné výrobky z PVC. Je nutno dodat, že sešlápnutím PET lahví se ušetří místo téměř 3x.

Obrázek 1 Skladba domovního odpadu (v % hmotnosti)

papír	22%
plasty	13%
sklo	9%
nebezpečný odpad	3%
bioodpad	18%
zbytek	35%



Zdroj: [18]

#### 3.2 Recyklace plastů

Problematiku recyklace plastů je potřeba posuzovat zvlášť pro odpady z výroby, směsné a vytríděné plasty. Dále je nutno je rozlišovat dle jednotlivých druhů, protože každý druh podléhá jinému způsobu následného zpracování.

V současné době je na trhu několik tisíc druhů plastů, přičemž „z celkového objemu světové produkce představuje skoro 80 % jen šest druhů plastů a 70 % výroby jen tři druhy, a to polyolefiny, styrenové hmoty a polyvinylchlorid.“ [16] (viz Tabulka 1 Základní rozdělení plastových hmot) Co se produkce termoplastů<sup>5</sup> týče, jejich množství se neustále

<sup>4</sup> TKO – tuhý komunální odpad

<sup>5</sup> Termoplasty jsou polymerní materiály, které při zahřívání nemění své chemické struktury, a proto lze tento proces měknutí a tuhnutí opakovat teoreticky bez omezení. Do této skupiny patří většina zpracovávaných hmot, jako je polyethylen (PE), polypropylen (PP), polystyren (PS), polyvinylchlorid (PVC), polyamid (PA), atd.

zvyšuje. Je to dáno tím, že vědci přicházejí na nové a nové polymery a také se jim podařilo modifikovat dosavadní polymery.

Takovéto zvyšování množství počtu materiálů nese výhodu v jejich dalším použití. Některé plasty lze využít pro své lepší vlastnosti při vytváření různých dílů, aniž by se zvýšila jejich konečná cena.

Za výhody plastů se považují nízká měrná hmotnost, korozní odolnost, tlumí nárazy a chvění, mají výborné zpracovatelské vlastnosti a fakt, že plasty jsou elektrické izolanty.

Nevýhodami jsou nízké mechanické vlastnosti, z časového hlediska vydrží méně, než např. výrobky z kovů, jejich ekologická zatížitelnost při následném vyřazení z činnosti, apod.

Typy plastů	Využití
Polyvinylchlorid (PVC)	Obaly na potraviny, plastové fólie, dětské postýlky, nárazníky, dlažba, dudlíky, sprchové závěsy, hračky, vodní dýmky, zahradní hadice, auto čalounění, nafukovací bazény, aj.
Ftaláty (DEHP, DINP a další)	Měkčené PVC výrobky s ftaláty, emulzní barvy, obuv, tiskařské inkousty, výrobky pro děti, vinylové podlahy, krevní vaky a hadičky, kontejnery, chirurgické rukavice, dýchací trubice, univerzální laboratorní pomůcky, aj. zdravotnické prostředky
Polykarbonát, s Bisfenolem A	Láhve na vodu
Polystyren (PS)	Mnohé nádoby na maso, ryby, sýry, jogurty; pěny a tuhé desky; obaly na arašidy, pěnové obaly, pouzdra na audiokazety, CD, jednorázové příbory, zateplování budov, kbelíky na led, nástěnné obklady, nátěry, servírovací podnosy, kelímky nápojových automatů, hračky, apod.
Polyethylen (PET)	Lahve na vodu, kobercová vlákna, žvýkačky, sklenice na pití, nádoby na potraviny a obaly, tepelně-zapečetěné plastové obaly, kuchyňské nádobí, umělohmotné tašky, hračky, apod.
Polyester (PE)	Ložní prádlo, oděvy, jednorázové plenky, tampony, čalounění, apod.
formaldehyd	Dřevotřískové desky, překližky, stavební izolace, textilie, apod.
Polyuretanová pěna	Polštáře, matrace, apod.
Akryl	Oblečení, příkrývky, koberce vyrobené z akrylových vláken, lepidla, kontaktní čočky, zubní protézy, podlahové vosky, jednorázové pleny, hygienické ubrousky, barvy, aj.
Tetrafluoroethylen	Oblečení, žehličky, potahy na žehlicí prkna, klempířské nářadí, aj.

Tabulka 1 Základní rozdělení plastových hmot

Zdroj: [16]

Ačkoliv jsou plastové hmoty dosti hojnou záležitostí, bohužel studie ukázaly, že některé druhy plastů, resp. obaly, ze kterých jsou vytvořeny, jsou nebezpečné pro lidský organismus. Jde o některé chemické látky, které přecházejí z obalu na potraviny. Jedná se zejména o látky styren (z polystyrenu), změkčovadla (z PVC), antioxidanty (z polyethylenu) a acetaldehydu (z PET). Stejný problém nastává i v oblasti dětských hraček. Hračky jsou nebezpečné z toho důvodu, že se do nich jako změkčovadla přidávají ftaláty, které mohou u dětí způsobovat poškození ledvin či jater. U českých výrobků byly tyto problémy podchyceny vyhláškou č. 285/2006, ve které se jasně píše o zákazu ftalátů. Otázkou ale zůstává, jak zamezit dovozu nebezpečných hraček do ČR? Je zřejmé, že jak evropský, tak český trh je doslova zaplaven zejména čínským zbožím. Je prokázáno, že z celkového počtu veškerých dovezených hraček je jich necelých 80% z této země. Hračky jsou nebezpečné z toho důvodu, že se do nich jako změkčovadla přidávají ftaláty, které mohou u dětí způsobovat poškození ledvin či jater. Na toto se zaměřila Evropská unie a již zavádí směrnici, ve které je dána povinnost všem výrobcům hraček pro děti do 14 let, uvádět na obaly skutečnou adresu výrobce. Právě možnost dohledat výrobce je největším problémem u hraček dovezených z asijských zemí. Tato směrnice by měla vyjít v platnost za 2 roky.

## 4 ANALÝZA HOSPODAŘENÍ S PLASTY A PLASTOVÝMI ODPADY V ČR

Výroba plastů v České republice patří již dlouhá léta k tahounům zpracovatelského průmyslu. Jejich stále větší množství druhů nabízí přímo úměrně i počet možností uplatnění. Mějme na mysli zejména výrobu dílů do automobilů (s podílem 26 %), elektrotechniky a stavebnictví (s 13 % podílem), dále průmysl výroby obalů (21 % podíl) a výrobky pro domácnost (10 % objemu výroby plastů). [21]

Hospodářská krize přinesla na začátku roku 2009 svou oběť i v tomto odvětví. „V loňském prvním pololetí vykázalo odvětví pokles tržeb o více než 14 procent, avšak ve druhé polovině roku se díky šrotovnému v okolních zemích situace začala zlepšovat, takže celkové tržby v roce 2009 meziročně klesly pouze o 6,3 procenta,“ uvádí Ministerstvo průmyslu a obchodu.

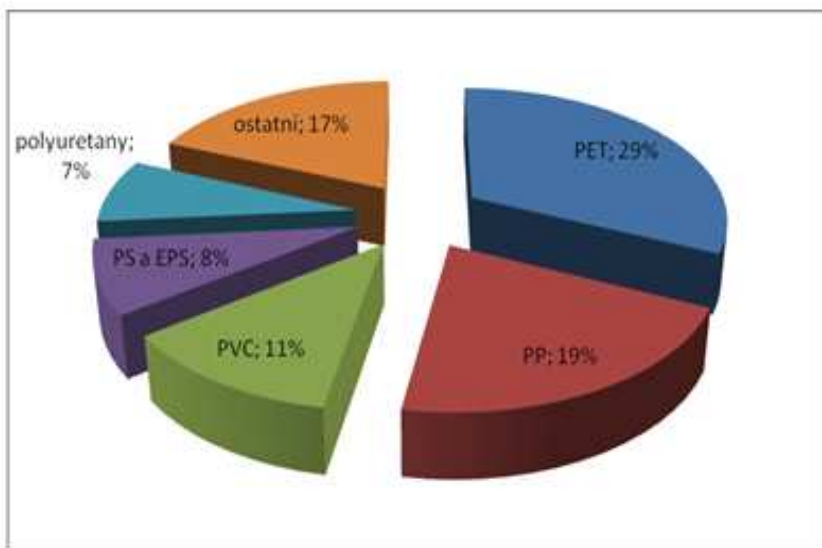
„Výroba i zpracování plastů v ČR má perspektivu.“ Plasty patří mezi nejdynamičtější se rozvíjející sektor světového hospodářství a jejich budoucnost je nezpochybnitelná. **V roce 1949 bylo na světě vyrobeno asi milion tun plastů, v roce 2007 to bylo rekordních 260 milionů tun.** „Světová krize sice zbrzdila spotřebu plastů, ale již od druhé poloviny roku 2009 je patrná obnovená dynamika.“ [20]

Z hlediska tržeb - plastikářství a gumárenství (ve srovnání s koksováním, zpracováním ropy, jaderných paliv a radioaktivního materiálu, klasickou chemií a farmaceutikou) - přináší největší růst. V roce 2001 byl tento nárůst téměř o 21%.

### 4.1 Bilance výroby plastů v Evropě

Podíl výroby plastů v Evropě na celkové výrobě světa se v roce 2009 snížilo o jedno procento – na 24%. Těchto 24% představuje 55 milionů tun plastů, přičemž jednotlivé polymery zaujímají toto složení: polyetylen PET 29%, polypropylen PP 19%, polyvinylchlorid PVC 11%, polystyren PS a pěnový polystyren EPS 8%, polyester PE 8%, polyuretany 7% a ostatní (inženýrské speciality) 17%. (viz Graf 3 Zastoupení jednotlivých polymerů výroby plastů v Evropě).

**Graf 3 Zastoupení jednotlivých polymerů výroby plastů v Evropě**



Zdroj: Vlastní zpracování

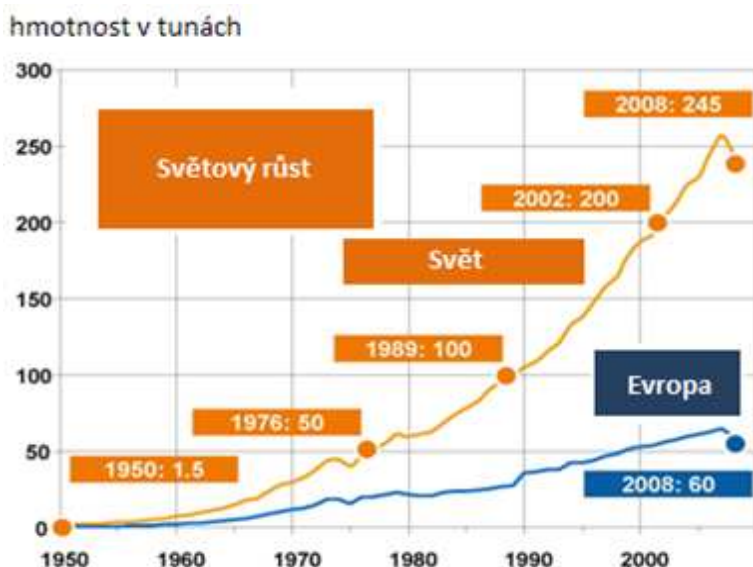
*Polyethylen PET, polystyren PS, polyvinylchlorid PVC, polypropylen PP a polypropylen tereftalát PPT*

Aplikace plastů v Evropě ukazuje, že na prvním místě jsou jednoznačně obaly se svými 40,1%, dále je to stavebnictví 20,4%, automobily 7%, elektronika 5,6% a ostatní 26,9%.

Francouzská multinacionální firma VEOLIA zveřejnila graf využití plastových odpadů ve světě v porovnání s evropským podílem na zpracování nebo recyklování. Z grafu je vidět, že z celkových 245 milionů tun vyrobených a spotřebovaných plastů na světě v roce 2008, je čtvrtina vyrobena v Evropě. [27] (Viz Graf světové a evropské výrovy plastů za období 1950 - 2008)



Graf 4 Světová a evropská výroba plastů v období 1950 – 2008



Zdroj: [27]

## 4.2 Česká republika a plastové odpady v číslech

Ročně na území ČR vzniká asi 31 mil. tun všech odpadů, z toho plastový odpad představuje značnou část. Produkují jej zejména domácnosti, města a obce, živnostníci. U živnostníků se jedná o odpad podobný komunálnímu. V celkovém množství odpadu v ČR jsou veškeré plasty zastoupeny 135 683 tunami za rok. [22]

Pro bilanci výroby primárních plastů a zpracování plastů v České republice experti z PlasticsEurope využili data z Eurostatu a vytvořili tuto bilanci v několika kategoriích pro léta 2003, 2007 a 2009, viz Tabulka 2 Bilance výroby plastů v ČR.

rok	Výroba primárních plastů			Zpracování plastů		
	2003	2007	2009	2003	2007	2009
Počet firem	45	44	42	2664	2382	2370
Počet zaměstnanců	5 372	6 647	6 396	50626	66830	59765
Obrat v miliardách Euro	1,15	1,48	1,24	2,51	5,55	4,64
Export v tis.tun	533	772	875	141	254	247
Import v tis. tun	751	1 154	1 046	294	527	432
Obchodní bilance v tis. tun	-218	-382	-171	-155	-310	-212
Obchodní bilance v mil. Euro	-513	-829	-457	-450	-589	-352

Tabulka 2 Bilance výroby plastů v ČR

Zdroj: [22] Vlastní zpracování

Z tabulky 2 Bilance výroby plastů v ČR vyplývá, že krize se v plastikářském průmyslu projevila v poklesu počtu zaměstnanců proti rekordnímu roku 2007 (o 3,8% u výrobců a o 10,6% u zpracovatelů). Také klesl obrat v roce 2009 oproti roku 2007 u výrobců o 16,2% a u zpracovatelů o 16,4%. „Obchodní bilance jak v tonáži, tak v Euro zaznamenala v roce 2009 nejpříznivější hodnoty za období 2003-2009 u obou kategorií.“ Je zde patrná převaha importu jak primárních plastů, tak plastových výrobků. Navíc potenciál růstu spotřeby plastů je značný, zejména v sektoru stavebnictví (zateplování budov) a v automobilovém průmyslu (zdvojnásobení výroby automobilů Škoda do roku 2015, ačkoliv se to neýká jenom tuzemské výroby). [5]

Celková kapacita české výroby nezaostává za špičkovými evropskými výrobci (např. podíl Unipetrolu na evropské výrobě polyolefinů je 5%). Důležité je také dodat, že výroby primárních plastů v ČR jsou ve vlastnictví zahraničních firem. [5]

Za nejznámější producenty primárních plastů (zejména komoditních typů) v České republice jsou považovány firmy:

- Unipetrol, Litvínov, člen skupiny Agrofert, (polyethylen PE a polypropylen PP) – v roce 2003 se jejich výroba obou plastů pohybovala na 600 000 tunách ročně; dále
- Spolana Neratovice (PVC) a
- Synthos Kralupy (polystyren PS, pěnový polystyren EPS);
- nejmladším výrobcem plastů v ČR je Monetive Sokolov, který vyrobí přibližně 90 000 tun plastů ročně.

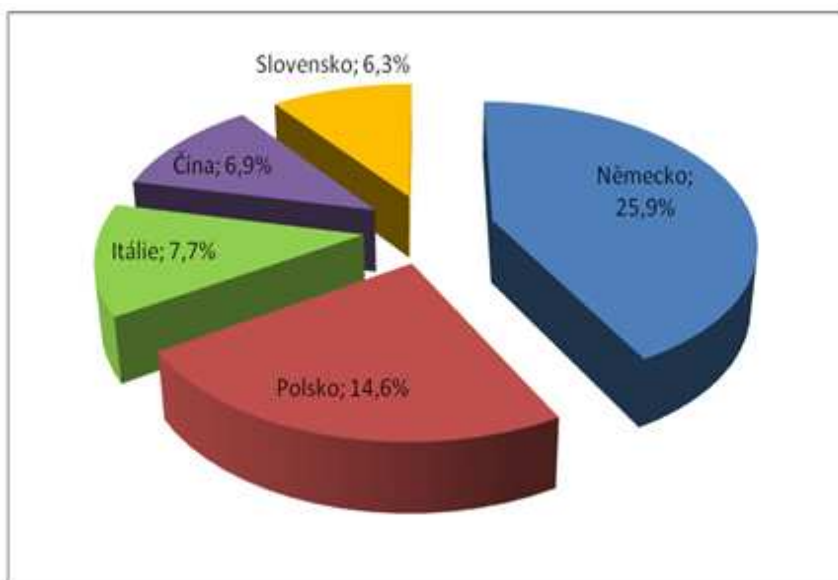
K nejvýznamnějším obchodním partnerům ČR na straně exportu u výrobců plastů za rok 2009 patří: Německo 25,9% , Polsko 14,6%, Itálie 7,7%, Čína 6,9% a Slovensko 6,3% - viz Graf 5 Export u výrobců plastů.

V pořadí u exportu hotových plastových výrobků je první jednoznačně Německo 20,2%, dále pak Slovensko 15,0%, Polsko 11,7%, Rusko 7,6% a Rakousko 5,3% - viz Graf 6 Export hotových plastových výrobků.

Pro import u výrobců plastů platí tato data: Německo 37,2%, Slovensko 10,5%, Nizozemí 9,6%, Belgie 9,0% a Rakousko 6,9% - viz Graf 7 Import u výrobců plastů.

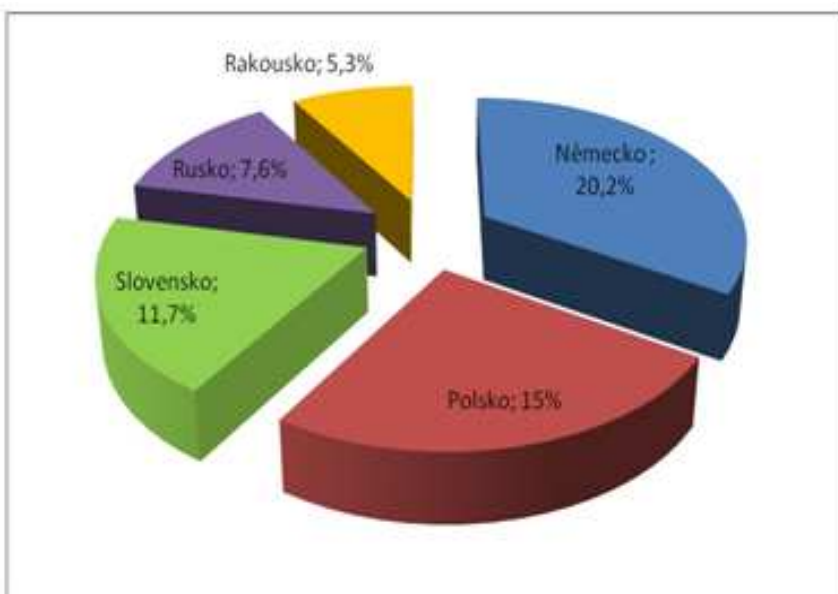
U importu hotových plastových výrobků bylo v roce 2009 pořadí následující: Německo 46,7%, Polsko 8,4%, Belgie 7,2%, Slovensko 7,0% a Itálie 6,8% - viz Graf 8 Import hotových plastových výrobků.

**Graf 5 Export u výrobců plastů**



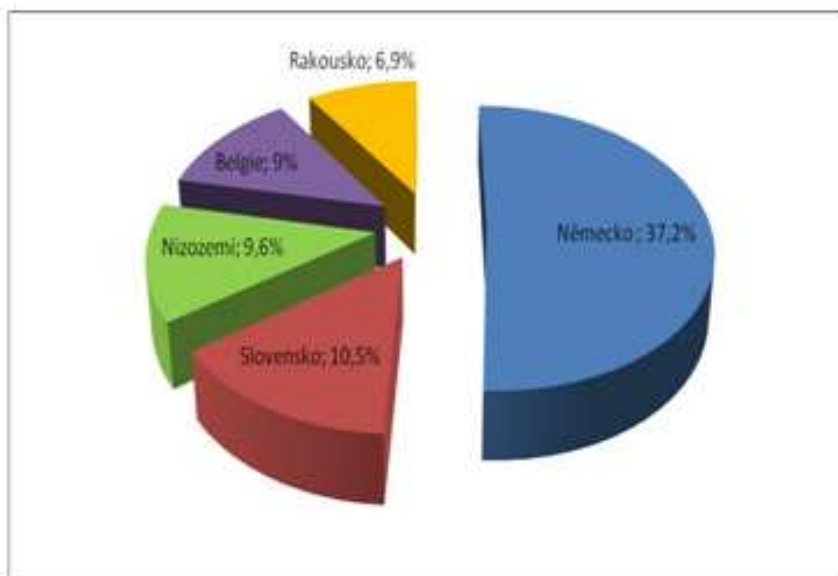
Zdroj: Vlastní zpracování

**Graf 6 Export hotových plastových výrobků**



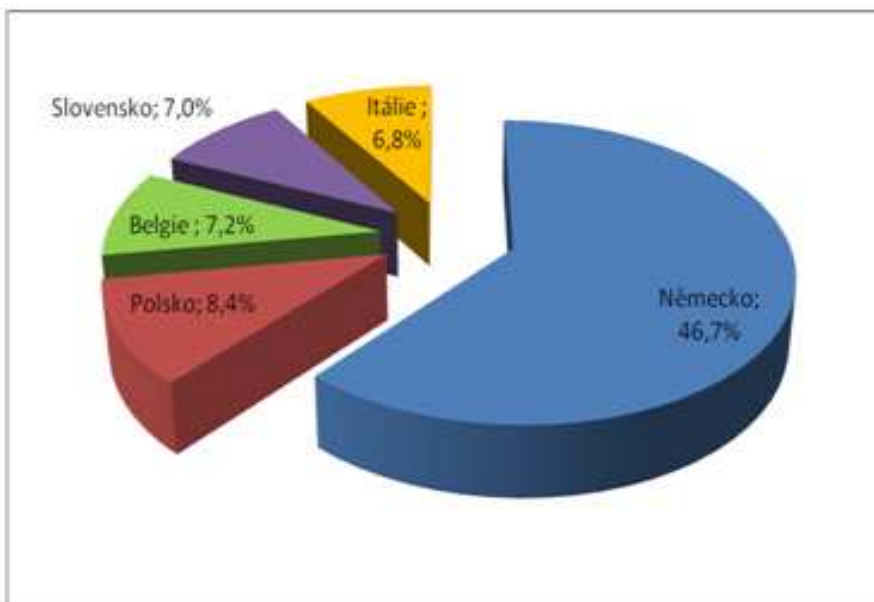
Zdroj: Vlastní zpracování

**Graf 7 Import u výrobců plastů**



Zdroj: Vlastní zpracování

**Graf 8 Import hotových plastových výrobků**



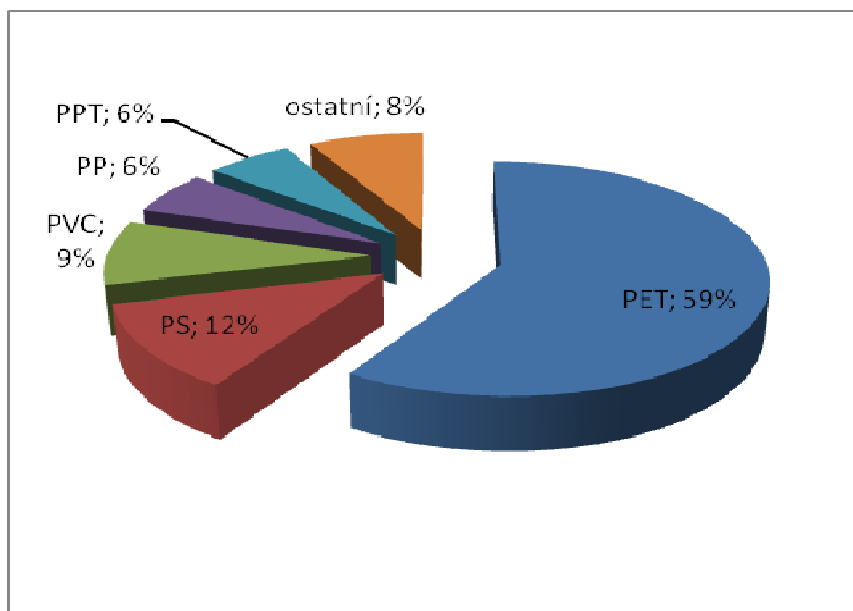
Zdroj: Vlastní zpracování

Plasty již pronikly do všech odvětví průmyslu. Mimořádný význam narůstá ve zdravotnictví (biologicky odbouratelné polymery, jejichž pomocí může lékař vytvořit tělesnou tkáň pacientům postižených úrazem, srdeční systémy, systémy srdečních chlopní, systémy ochrany před syndromem náhlého úmrtí), ve stavebnictví, ale i při výrobě spotřebního zboží, kde je nejvíce oceňována nízká hmotnost a možnost zpracovat plast do jakéhokoliv tvaru. [21]

Je tedy vidět, že spotřeba plastů má vzrůstající trend. Bohužel však je potřeba najít i východisko pro jejich zpracování po „vyhození“, neboť na skládkách způsobují značné zvětšování objemu samotného prostoru a důležitý je i fakt, že plasty jsou nerozložitelné, resp. jejich rozpad může trvat desítky let (např. rozklad igelitu trvá až 30 let, polystyren je nerozložitelný,...), aj. [25]

V komunálním odpadu tvoří konkrétně plasty 60% - z něhož 59% polyethylen (PET), 12% polystyren (PS), 9% polyvinylchlorid (PVC), 6% polypropylen (PP) a 6% polypropylen tereftalát (PPT) (viz graf 9 Jednotlivé typy plastů v KO). [23]

**Graf 9 Zastoupení jednotlivých polymerů v komunálním odpadu ČR**



Zdroj: [1, str. 77] Vlastní zpracování

*Polyethylen PET, polystyren PS, polyvinylchlorid PVC, polypropylen PP a polypropylen tereftalát PPT*

Ačkoli se obyvatelé České republiky snaží třídít odpad, zejména pak co se PET lahví týče (tato skutečnost má stále vzrůstající trend), 60% plastů v komunálním odpadu je ještě velké číslo. Vezmeme-li v úvahu, že 70% komunálního dopadu končí na skládkách, můžeme tvrdit, že téměř 40% veškerých plastů z KO, to znamená až 57 000 tun plastů ročně z celkových 135 683 tun, je nevyužito - skládkováno. Tento stav není do budoucna udržitelný/unesitelný a je proto nutné zvýšit procento třídění. Ze sběrného plastu se zhruba polovina recykluje a zbylá polovina jde do spaloven.

Je důležité mít i dobře vybudovanou infrastrukturu pro recyklaci, protože v případě, že není dostatečná, může se stát, že i tříděný platový odpad může končit na skládkách nebo jen ve spalovnách. Podle dosažených informací je tato infrastruktura v ČR na nižší úrovni v porovnání s jinými státy v Evropě. Bohužel však finance ze státní pokladny putují spíše do spaloven, než na samotnou infrastrukturu, která je pro úspěšné zpracování odpadů plastů základ.

### **4.3 Zpracování odpadních plastů**

Česká republika se řadí spotřebou i mechanickou recyklací odpadních plastů mezi vyspělé státy. Značné rezervy má v energetickém využití odpadních plastů a v omezování skládkování. [11]

„V ČR působí přes 600 zpracovatelů plastů a přibližně 65 firem, které se zabývají mechanickou recyklací.“ Ale i tento způsob má své limity. Hlavním problémem je třídění jednotlivých typů plastů, jejich kontaminace a taktéž nutnost dodržování předpisů. Dříve nebylo tolik předpisů, nebo chyběly úplně. Proto se dnes setkáváme i s plasty, zejména starších typů, o jejichž složení přesněji nic nevíme a pro jejich zpracování musíme provést analýzu. Tato recyklace pak bývá v mnoha případech nákladná. [27] Tabulka 3 uvádí Podíl mechanických recyklací odpadních plastů z obalů v ČR a sousedních státech (v %).

	Mechanická recyklace
ČR	40,4
SR	29,7
Maďarsko	20,7
Rakousko	34,4
Německo	41,9
Polsko	25,1
EU27 + 2	29

**Tabulka 3 Podíl mechanických recyklací odpadních plastů z obalů v ČR a sousedních státech v %**

Zdroj: [27]

	Mechanická recyklace	Energetické využití	Skládkování
ČR	27	6,3	66,7
SR	18	19,3	62,7
Maďarsko	15,7	19,3	65
Rakousko	24	65,8	10,2
Německo	32,4	62,3	5,3
Polsko	14,6	0,4	85

**Tabulka 4 Zacházení s odpadními plasty v ČR a sousedních státech v roce 2008 v %**

Zdroj: [27]

Tabulka 4 Zacházení s odpadními plasty v ČR a sousedních státech v roce 2008 v % udává porovnání šesti evropských zemí a jejich zacházení s odpadními plasty. Je vidět, že ČR je v mechanickém využití na druhém místě - hned za Německem.

Opadní plasty se dají efektivně využít ve spalovnách díky svému potenciálu na výrobu tepla a elektrické energie. Takovému segmentu plastů se pak říká tzv. „pevná ropa“. Energetické využití se zatím v ČR neujalo a tak ruku v ruce zůstává i velké množství odpadu na skládkách. Je však otázkou, co je výhodnější, zda spalovat, či mechanicky recyklovat. Obecně je lepší a ekologičtější recyklovat, protože při tomto procesu dochází k nadrcení odpadních plastů a výsledný granulát se opět využije jako vstupní surovina pro další výrobu. Při spalování vzniká na jednu stranu velké množství

energie, ale na stranu druhou i škodlivé zplodiny. Bohužel, spalování velmi silně konkuruje samotné recyklaci, ačkoliv není ekologická. Spalováním vzniká zdroj energie a ta je drahá.

#### **4.3.1 Ekonomické a technické hranice využitelnosti odpadu**

„Technické možnosti realizovatelnosti bezodpadových a máloodpadových technologií včetně využívání odpadních materiálů jsou větší než ekonomické možnosti realizace.“ [3, str. 174]. Z objektivního hlediska hranice racionality jde tedy o to, že náklady vynaložené na zdroje surovin a energie v recyklačních procesech musí být menší než dosažený surovinový nebo energetický efekt.

Důležité také je, že výroba plastů z primárních zdrojů je levnější, než když se vyrábí z recyklovaných surovin. Jak ale zajistit, aby se recyklovalo a výsledný granulát se poté opět využíval jako pevné palivo na úkor neobnovitelného - tekutého - paliva. Existují dva způsoby, jak zajistit recyklaci:

- prvním jsou restriktivní opatření - pomocí nařízení a zákonů, uvalení cel na prvotní suroviny, apod. Je pro stát levnější a vynutitelné, ale málo účinné oproti druhé možnosti a tou je
- motivace obyvatelstva – dotace, daňová zvýhodnění, popř. zavedení refundačního systému i na plastové láhve, které zaujímají velké procento v objemu odpadních plastů.

Dalšími omezujícími hranicemi jsou i faktory, které vyplývají z konkrétních podmínek řízení národního hospodářství. Ku příkladu:

- v plánovací metodice jsou pracnější postupy v nevýhodě, přestože se šetří zdroji surovin a energií;
- výrobci nezahrnují do celkových nákladů i náklady na likvidaci odpadu; apod. [3, str. 174].

#### **4.3.2 Ekonomické hodnocení energetických úspor**

Při ekonomickém hodnocení úspor energie směřuje první myšlenka na prvotní suroviny. Obecně se dá hovořit, že na výrobu 1t plastů je potřeba 2,5t ropy, z toho přibližně polovina jako surovina a druhá polovina jako zdroj energie, jež je nutná



pro výrobu. „Zhodnocování druhotných surovin je významným přínosem do celkové energetické bilance národního hospodářství. Různé parametry se v hodnocení úspor energie od sebe liší, nejde však o odchylky podstatné, jde spíše o různé metody propočtů podle konkrétních technologických podmínek.“ Jestliže porovnáme byť jen úsporu elektrické energie na výrobu jedné tuny plastů, při výrobě z prvotních surovin se jedná o **11 923 kW h**, přičemž při zpracování druhotné suroviny je tato hodnota **704 kW h**. Je tu úspora energie téměř o **94%** [3, str. 176]

### 4.3.3 Surovinové hospodářství

Řádným předpokladem surovinového hospodářství je znát zdroje druhotných surovin. U průmyslového plastového odpadu se toto množství dá zjistit výpočty, přičemž se vychází z technicko-ekonomických norem spotřeby primárních surovin. Tím tedy víme, kolik surovin se spotřebuje na jednotku hmotnosti konečného výrobku. Dnešní výpočetní technika počítá i s faktem, že suroviny při zpracování přecházejí řadou výrobních fází charakterizovaných rozdílnými parametry. Technika převede spotřebu surovin na srovnatelnou jednotku hmotnosti a snáze tak vypočítá teoretický objem odpadu.

Při stanovení ceny plastového výrobku musíme vycházet z materiálových a zpracovatelských nákladů a zisku. Porovnejme stupeň zhodnocení výroby stejného výrobku z primárních a druhotných zdrojů (při ohledu na různé technologické postupy). Na Graf 10 Porovnání zhodnocení některých odpadních plastů vnímejme *osu x jako stupeň zhodnocení prvotní suroviny srovnaný s výrobkem vyrobeným z druhotné suroviny* (v procentech). *Osa y znamená stupeň zhodnocení druhotné suroviny do výrobku z druhotné suroviny* (v procentech).

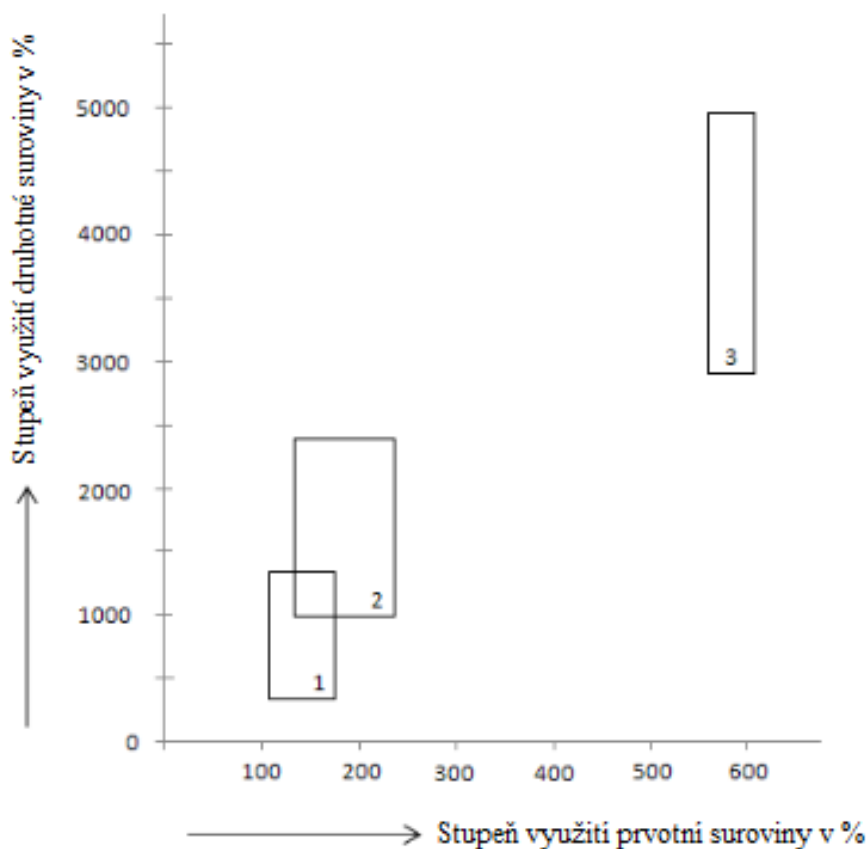
$$x = \frac{\text{kilogramová cena výrobku z druhotné suroviny}}{\text{kilogramová cena prvotní suroviny}} \cdot 100$$

$$y = \frac{\text{kilogramová cena výrobku z druhotné suroviny}}{\text{kilogramová cena druhotné suroviny}} \cdot 100$$

Jednotlivé dílky na osách x a y udávají relace cenových rozpětí (v Kč/kg).

[3, str. 177]

Graf 10 Porovnání zhodnocení některých odpadních plastů dle vybraných způsobů výroby



1. Výroba stejného vylisku z polyolefínu a polyolefínu ze sběrového odpadu;
2. vstřikované výrobky z polyamidu a polyamidu získaného z odpadu konfekčních polyamidových odstřížků z tepláren;
3. výroba pytlů z primárních zdrojů a pytlů z odpadu vznikajícího při výrobě pytlů.

Zdroj: [3, str. 178] Upraveno

Z Graf 10 Porovnání zhodnocení některých odpadních plastů dle vybraných způsobů výroby je jednoznačně vidět, že rozdíl mezi zpětným zhodnocováním odpadních materiálů a využívání primárních zdrojů je značný. To ostatně znázorňuje tvar obdélníků na grafu. Prvním obdélníčkem je porovnání výroby stejného vylisku z polyolefínu a polyolefínu ze sběrového odpadu. Znázornění č. 2 ukazuje vstřikované výrobky z polyamidu a polyamidu získaného z odpadu konfekčních polyamidových odstřížků z tepláren. Třetí sloupeček znamená výrobu pytlů z primárních zdrojů a pytlů z odpadu

vznikajícího při výrobě pytlů. Na tomto posledním sloupci je jednoznačně vidět úspora prvotních surovin oproti zpracování surovin z druhotných zdrojů, resp. odpadu.

Je potřeba si tedy uvědomit, že zhodnocování odpadních materiálů není jen technickou a ekonomickou záležitostí, ale je i novým životním stylem šetrného uspokojování materiálových potřeb a rozvojem sběrové aktivity obyvatelstva. Dnešní doba je tedy o snaze sladit hospodářskou činnost s přírodními zákony, aby nedocházelo k dalšímu znehodnocování životního prostředí. [3, str. 179]

#### 4.4 PVC

I přes své výjimečné vlastnosti jsou výrobky z PVC v posledních letech stále více spojovány se zákazem používání. Na tento v podstatě masově rozšířený polymer jsou slýchány výtky zejména v oblasti dopadu na životní prostředí a to od výroby až po jeho likvidaci. [11]

Nejvíce výtek padá na výrobu samotného monomeru vinylchloridu a dále na aditiva (různé stabilizátory a změkčovadla), používající se k dosažení rozdílných konečných vlastností polymeru. Na tyto výtky reagoval evropský průmysl PVC v březnu 2000 vytvořením dobrovolné iniciativy „Vinyl 2010“, která postupně realizuje opatření ke zlepšení stavu.

Počátek vývoje výroby a spotřeby PVC je datován do konce 19. století. V Tabulce 5 je uvedeno porovnání celkového světového množství plastů za daná období.

období/rok	množství vyrobeného a spotřebovaného PVC na celém světě (v tunách)
celé 19. stol	11 tisíc
1930	30 tisíc
1949	1 milion
počátek 20.stol.	200 milionů
2007	260 milionů
2009	230 milionů

Tabulka 5 Porovnání celkového množství plastů za daná období

Zdroj [27]

Ze světového hlediska je výroba PVC na 32 mil. tunách a zaujímá tak třetí místo v žebříčku polymerů hned za polyolefiny a polypropylenem. V rámci světové spotřeby PVC za rok 2007 je Evropa se svými 25% druhá, první je Čína s 28%. V Evropě bylo zpracováno v roce 2007 8,8 milionů tun PVC a v roce 2009 8,1 milionů tun.

Největším světovým výrobcem PVC je čínská firma Shin-Etsu s kapacitou 3,6 mil. tun, v Evropě firma Solvay s kapacitou 2,1 mil. tun. [27]

Dá se tvrdit, že polyvinylchlorid je ve světě rozšířen zejména díky poměrně levné výrobě a snadnému zpracování. Na jeho zpracování lze použít snad všechny známé technologie - kalandrování, vytlačování, vstřikováním a vyfukování. Tento polymer je snadno zpracovatelný a lze jej i modifikovat přidáním změkčovadel, stabilizátorů, barviv – záleží na požadavcích vlastností konečného plastu (např. ovlivňují tuhost, resp. měkkost plastu). Další výbornou vlastností je nízká hmotnost PVC (ačkoliv ve srovnání s ostatními plasty není nejlehčí), pevnost, tvrdost, požární odolnost, chemická a biologická inertnost, transparentnost apod.

profily	27
trubky a fittingy	25
tvrdé fólie a desky	11
kabely	7
láhve	7
ohebné filmy a desky	6
podlahové krytiny	6
ostatní	11

**Tabulka 6 Spotřeba PVC v EU v %**

Zdroj [27]

#### **4.4.1 Výroba PVC**

Polyvinylchlorid (PVC) patří do skupiny plastů, které jsou vyráběny z etylénu. Princip výroby dlouhých makromolekulárních řetězců - polymeru - je v řetězovém spojování monomerů při chemické reakci zvané polymerace.

Proces výroby se dá pro představu popsat jednoduše: roztok kuchyňské soli se rozloží působením elektrického proudu na chlor, vodík a louh sodný. Poté se sloučí chlor a etylén (etylén se získává štěpením ropy) a vznikne etylén dichlorid (EDC). Z takového etylén dichloridu se odštěpí molekula HCl a to je poté základ pro výrobu vinylchloridu. Při procesu polymerace jsou molekuly vinylchloridu spojovány do řetězců molekul PVC. Výsledkem tohoto procesu je bílý prášek. Čisté PVC se ale nepoužívá. Přidávají se do něj různá „aditiva“, které mu dávají celou řadu charakteristických vlastností, vhodných pro technické a komerční potřeby mnoha odvětví. Přítomnost chloru v molekulách PVC přispívá mmj. ke snížení jeho hořlavosti a usnadňuje automatické třídění plastových odpadů pro následnou recyklaci. PVC je ne na darmo dnes druhým nejvíce vyráběným komoditním plastem po polyetylénu, obtížně zapaluje a samovolně nehoří, proto je využíváno ve stavebnictví.

„Směsi PVC lze vhodnou volbou receptury upravit tak, aby bylo dosaženo požadovaných vlastností. Při zpracování PVC směsi na konečné výrobky je možné používat celou řadu jednoduchých technologických postupů. PVC je chemicky stabilní, netoxický a nachází široké uplatnění ve stavebnictví, elektrotechnice, dopravě, lékařství, při výrobě hraček a pod.“

Z hlediska bezpečnosti se o fyzikální a chemické vlastnosti PVC podrobně zajímali již na konci minulého století.

Tak jako u řady jiných materiálů, jsou při výrobě PVC používány potenciálně nebezpečné látky především ve formě aditiv. „Takovéto výrobní technologie jsou přísně regulovány. V minulosti byl pro dělníky při výrobě PVC nejnebezpečnějším faktorem možný únik vinylchloridu monomeru (dále jen VCM) do pracovního ovzduší. Bylo zjištěno, že přítomnost této látky může vyvolat nebezpečí vzniku sarkomu jater - vzácného druhu rakoviny jaterních cév (pokud doba vystavení monomeru byla dlouhá a koncentrace vysoká). Po tomto zjištění v počátku 70. let byla v průmyslu okamžitě přijata opatření a riziko významně sníženo.“ [3]

## **Aditiva**

Všechny typy polymerů, vč. PVC, vyžadují použití aditiv. U tvrdých PVC jsou to stabilizátory, modifikátory a maziva a u měkkých PVC jsou pro dosažení flexibility používány navíc ještě změkčovadla. Někdy se užívá i zpracovatelských přísad a pigmentů. Výběr aditiv je důležitý zejména pro výrobu těch výrobků, které mají přijít do styku

s potravinami. Tyto postupy se pak řídí seznamem aditiv stanovenými v Evropě na národní úrovni, předpisy US Food and Drug Administration v USA, či podle Evropských farmakopedických monografií.

„V posledních letech průmysl i úřady věnovaly značné úsilí posouzení vlivu PVC v aplikacích na zdraví a životní prostředí. Tyto vlivy nejsou vždy plně objasněny a jsou často spojovány s určitými typy ftalátů (diskutováno dále) a se spalováním odpadů.“ [26]

### **Stabilizátory**

Během tepelného a tlakového zatížení při zpracování PVC může dojít k jeho degradaci, proto se přidávají stabilizátory; dále napomáhají např. PVC odolávat dennímu světlu, zvětrávání a stárnutí za tepla.

Pro PVC se nejčastěji používají organické sloučeniny barya/zinku, vápníku/zinku, olova, popř. i kadmia<sup>6</sup> (v souladu EU příkazy o kadmiu). Samozřejmě, že používání stabilizátorů také podléhá v rámci EU platným předpisům EU.

### **Změkčovadla**

Změkčovadla se přidávají do výroby pro dosažení ohebnosti PVC. Nejvýznamnější typy jsou ftaláty (bezbarvé, biologicky odbouratelné kapaliny).<sup>7</sup> [26]

## **4.4.2 Recyklace PVC**

Recyklace PVC spadá pod tzv. „politiku hospodárnosti zdrojů“, rozpracovanou Evropským svazem výrobců plastů (Associatori of Plastics Manufactures in Europe APME). To znamená, že existuje reálná snaha o vytvoření a udržení souladu/vyrovnanosti mezi životním prostředím a výhodami průmyslové společnosti. Je to více známo jako „Integrovaný přístup“.

---

<sup>6</sup> Dříve se kadmiové stabilizátory používaly hojně – jen v roce 1993 se použilo 16 tisíc tun tohoto těžkého kovu. Poté bylo vydáno nařízení ES č. 1907/2006 z 18. 12. 2006 o registraci, hodnocení, autorizaci a omezování chemikálií (REACH), kde se výrobci mají vyhnout stabilizátorům z kadmia. Např. v r. 1993 se v západní Evropě použilo 16 tisíc tun těchto stabilizátorů, v roce 1998 pouze 0,23 tisíc tun. Úplný konec používání kadmiových stabilizátorů nastal v roce 2007.

<sup>7</sup> Pro představu se v r. 2007 v západní Evropě spotřebovalo 963 tis. tun změkčovadel, nejenom pro PVC.

## Celková strategie

Průmysl plastů usiluje o nejefektivnější možné využití přírodních zdrojů. Tato jeho politika “hospodárnosti zdrojů“ míří k vyrovnanosti zájmů životního prostředí a výhod průmyslové společnosti tak, aby oba tyto faktory byly ve vzájemném souladu. Strategie “hospodárnosti zdrojů“ zahrnuje všechny fáze použití plastů od výroby až po konečnou likvidaci. Společnost Argona a.s. na svých webových stránkách uveřejňuje tyto fáze:

- Prevence cestou u zdroje tj. minimalizaci odpadů při výrobě
- Opakované použití formou prodloužené životnosti pro určité typy výrobků
- Recyklace - výrobou nových předmětů z již použitých materiálů
- Získávání energie - využitím vysokého energetického obsahu plastových odpadů
- Ukládání odpadů nevhodných k jiné formě použití a odpadů z jiných forem zpracování odpadů [26]

## Způsoby recyklace PVC

Při analýze strategií vedoucích k redukci negativního účinku výrobních procesů na životní prostředí je evidentní, že primární variantou aplikace je prevence vzniku odpadů. Žádná technologie však není absolutně bezodpadová, a tudíž při každé produkci vzniká odpad, jenž je možno dále využívat cestou rozvoje a zavádění recyklačních technologií. [31, str. 12]

Recyklace v pravém smyslu slova (tedy zpracování odpadního PVC tak, aby mohlo sloužit k původnímu účelu) je možná jen u neměkčeného PVC (potrubí, kanystry, fólie, obalové materiály, tapety, ap.). Materiál se rozdrťí a znovu slisuje. Zpravidla se tím však kvalita zhoršuje. [29]

Pokud budeme hovořit o **PVC směsích**, tak ty jsou 100% recyklovatelné mechanicky, chemicky anebo energeticky. Po mechanickém třídění, mletí, promývání a odstranění nečistot, je zpracováno použitím různých technik (granulované nebo jako prášek) a znovu použito ve výrobě.

„Úspěšná a skutečná recyklace PVC se daří jen na jednotky procent. Spalováním PVC také vznikají agresivní a nebezpečné dioxiny a další toxické látky, které se v PVC ocitly ve formě aditiv a stabilizátorů. O přítomnosti toxických látek se často přesvědčují i hasiči zasahující při požárech v budovách, kde je mnoho výrobků z PVC. Nejlepší by bylo používání tohoto plastu omezit a posléze zakázat.“ [30]

Existují dva základní způsoby recyklace PVC:

- Mechanické (fyzikální) recyklování - kde odpad PVC je rozdrčen na malé části, které potom mohou být upraveny do nových PVC směsí na extrudování nebo lití. „Tento způsob recyklace však vyžaduje dostatečné množství stejnorodého, od sebe oddělitelného a tříděného odpadu. Po recyklaci lze zpětně získaný materiál použít na výrobu stejných nebo podobných produktů. Proto je dobré nepodceňovat třídění směsného plastového odpadu.
- Recyklace na základní suroviny (chemická recyklace) - odpad je rozložen na základní chemické složky, které mohou být použity při výrobě nového PVC anebo jiných materiálů.“ [31] Tato recyklace je vhodná pro případ nestejnorodých, netříděných plastů, například linoleí.

Zdá se, že není žádná překážka, co by kazila dojem z tohoto způsobu recyklace. Ve skutečnosti ale existuje celá řada produktů, které po provedené recyklaci nemohou ekonomicky rozděleny na jednotlivé typy polymerů. (Více viz kapitola 4.3 Zpracování odpadních plastů).

Další možností chemické recyklace je pyrolýza. Pyrolýza je chemický proces vedoucí k plynným produktům, pro PVC je výsledkem zpětné získávání chlorovodíku a uhlovodíků. Chlorovodík může být po přečištění použit jako surovina v oxychloraci při výrobě vinylchloridu či jiných halogenderivátů. Také uhlovodíky mohou být zhodnoceny jako chemická surovina nebo jako kvalitní palivo. „Technologicky i ekonomicky jsou výhodné postupy založené na společném zpracování odpadních plastů s uhlím. Při tomto způsobu zpracování se využívá schopnosti uhlí předat vodík.“ Tato možnost je ze všech uvedených postupů nejméně náročná na investice do technologického zařízení a předpokládají se i nejnižší provozní náklady.“ [31] Bohužel, i tento způsob recyklace má svůj háček. Hlavní problém není skryt v procesu, ale v samotném chlóru v polyvinylchloridu. Chlór se podílí na vysokoteplotní korozi zařízení.

Skládkování, recyklace, či spalování PVC je velice obtížné a spojeno vždy s nějakými překážkami. V případě skládkování PVC je to uvolňování toxických aditiv, při spalování vznikají rovněž toxické látky a navíc zplodiny. Jaké jsou tedy další varianty nakládání s odpady z PCV?

- Odděleně jej skladovat do doby, než přijde něco opravdu přijatelného;



- PVC vůbec nekupovat, nebo po skončení životního cyklu daného výrobku předat zpět firmě, která jej vyrobila a uživatelům tím způsobila problém "kam s ním?";
- Nejlépe se dá odpad z PVC využít ve směsném plastu. To znamená smíchat jej při výrobě výrobků s jinými materiály. Nejedná se tedy o recyklaci jako takovou. Tato možnost se nazývá *Down-cycling* plasty, jež končí ve směsné hmotě a jsou tak vráceny zpět do života. Ze směsného plastu se vyrábí třeba lavičky, palety, květináče na veřejná prostranství, apod. Není to ale příliš kvalitní surovina.<sup>8</sup> Po takovémto zpracování ale definitivně končí jako odpad a opět vznikne problém „co s ním?“ [30]

#### 4.4.3 Aktivity PlasticsEurope

„V rámci recyklace vznikl dobrovolný závazek výrobců zvaný PlasticsEurope, který se týkal projektů řízení odpadního hospodaření s PVC z různých aplikačních sektorů s tím, že pro r. 2005 byl vyhlášen příslib recyklace 50 % shromážděného odpadního PVC. Zaměření se týkalo mechanické recyklace odpadních trubek, fittingů, okenních rámců a linoleí.“ [27]

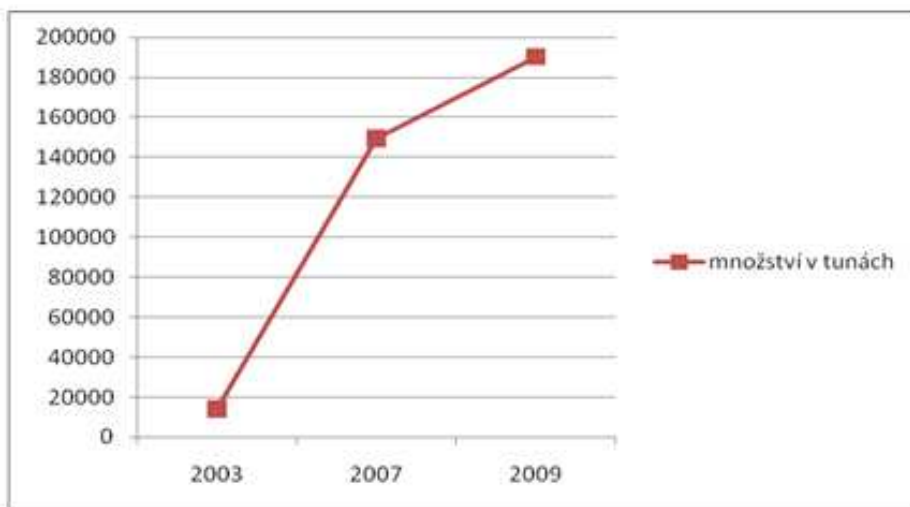
„Jednou z hlavních náplní činnosti PlasticsEurope jsou aktivity z oblasti udržitelnosti produktů. Pro připomenutí uvádím, že se jedná o tři pilíře. První se týká ekonomické užitečnosti - pro PVC svědčí jeho významné podíly na trhu plastů. O společenském přínosu PVC svědčí fakta, že v Evropě vyrábí PVC 14 společností a při jeho následném zpracování je zapojeno 21 tis. společností s 530 tis. pracovníky a obratem 72 miliard EUR [26]. Při plnění třetího pilíře – environmentální neškodnosti PVC - je konáno mnoho aktivit.“ [27]

Mezi léty 2000 – 2009 bylo v Evropě mechanicky recyklováno celkem 688 674 tun odpadního PVC<sup>9</sup>. Graf č. 11 ukazuje nárůst množství recyklovaného odpadního PVC v Evropě z dostupných informací za rok 2003, 2007 a 2009 (v roce 2003 - 14 255 tun, v roce 2007 - 149 463 tun a 2009 - 190 324 tun).

<sup>8</sup> Japonští experti se mohou chlubit patenty v této oblasti zpracování. Jedná se zejména o možnosti, kdy smícháním PVC s cementem se dá získat velmi pevný stavební materiál, nebo tepelným zpracováním přeměnit PVC na chlorovodík a palivo.

<sup>9</sup> Hodnota je stanovena v rámci dobrovolné iniciativy výrobců PVC VINYL 2010, vzniklé v roce 1995

**Graf 11 Recyklace odpadního PVC v Evropě**



Zdroj: [29]

Odpady z PVC lze využít i energeticky, jelikož má energetický potenciál srovnatelný s papírem. Moderní spalovny PVC jsou vybaveny zařízením na zachycování nebezpečných zplodin, které při spalování PVC vznikají. Problém vzniká tehdy, když jsou tyto polymery spalovány v domácnostech či skládkovány.

## ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo analyzovat nakládání s odpady plastů, dále také uvedení bilance celkové výroby a spotřeby plastů v České republice. V práci je obsažen popis kroků následného zpracování těchto odpadů a také úspěšnost těchto postupů. V neposlední řadě je zde nastíněna bilance výroby, spotřeby a zpracování určitého segmentu plastů.

Tyto cíle byly splněny pomocí čtyř kapitol, rozdělených do dvou částí. V první části byly definovány základní pojmy, byl popsán sběr a recyklace odpadu, resp. plastů a nechybí ani zasvěcení do problematiky druhotných surovin, odpadového hospodářství a zpětného odběru jak z pohledu svozové firmy, tak z pohledu výrobce. Ve druhé – aplikační části - byla provedena analýza zkoumaného hospodaření s plastovými odpady v ČR a provedena komparace úspěšnosti zacházení s těmito odpady se sousedními státy, či státy Evropské unie, ve vybraných jevech.

V oblasti sběrové činnosti bylo zjištěno, že tento systém je v České republice na dobré úrovni. Obyvatel, kteří třídí odpad, stále přibývá, ačkoliv studie ukázaly, že v rámci sběru plastů je podíl této suroviny v komunálním odpadu stále ještě vysoký - jedná se až o 60%.

Na kapitolu věnovanou sběru plastů volně navazují informace o recyklaci. Faktem zůstává, že to málo množství, co se dostane do zpracovatelských firem, je buď spalováno, nebo zpracováno mechanicky. Myslím, že tato čísla jsou velice nízká na možnosti, které se nám nabízejí – třídící kontejnery jsou poblíž každého domu, či sídliště, sběrná síť také funguje dobře. Ze získaných informací vím, že velké procento lidí recyklaci neúplně věří, nebo jsou líní třídít, někteří se dokonce nechali i slyšet, že recyklace je pro ně stejně nevýznamná, jako na příklad čištění ulic od nečistot speciálními vozidly. Namítají, že stejně tak, jako déšť smyje prach z cest, tak si i lidé poradí s plasty. Ale už si neuvědomují, že to jsou právě oni/my, kteří by měli přiložit ruku k dílu. Plasty jsou totiž, na rozdíl od nečistot, lidský výrobek, a tak si s ním jen tak příroda neporadí, a v některých případech, jako je polystyren, je úplně bezradná. Je proto nutné vnímat recyklaci jako nejen pomoc přírodě, čistému okolí našich domovů, minimalizaci úniku zplodin do ovzduší, vod, ale i jako surovinový potenciál, který zejména plasty typu polymery skrývají. Tyto látky se dají opakovaně přetvářet – recyklovat – na stejné, popř. jiné produkty, ale využít i jako zdroj energie. Spalování je však doprovázeno zplodinami, které jsou více méně ve spalovnách

filtrovány, ale už nezabráníme spalování těchto látek v kamnech a na zahrádkách, či jiných prostranstvích, ba dokonce vzplanutí skládek komunálního odpadu.

Česká republika se může pyšnit úrovní mechanického zpracování odpadních plastů, která je srovnatelná s vyspělými státy, a já se také přikláním této možnosti. Vzniklý regranulát se může buď přidávat jako druhotná surovina spolu s primárními surovinami při výrobě nových výrobků, kde v množství 4-5% nedojde k narušení výsledných vlastností produktu, nebo se z něho mohou vyrábět zcela nové výrobky. Dalším důvodem, proč recyklace není na našem území tak úspěšná je, že není vytvořena dostatečná infrastruktura pro recyklaci. Některé tříděné odpady jednoduše končí na skládkách.

Jedním z nejvýraznějších řešení tohoto problému je podle mě zavedení zálohovacího systému, zejména na plastové láhve. Pro ostatní produkty, jako jsou kabely, trubky, pláštěnky, aj., je možným východiskem zajištění, že se tyto výrobky dostanou nejlépe zpět přímo do rukou výrobců nebo zpracovatelů.

Česká republika si uvědomuje i již zmíněného energetického potenciálu plastů a proto, bohužel, investuje více do spaloven, než do samotné infrastruktury.

Dalším důležitým zjištěním do budoucna je předpoklad „zastavení“ růstu počtu obyvatel na světě. Vědci jej předpokládají kolem roku 2050 a počet lidí by pak neměl výrazněji kolísat. Pro hospodaření s odpady to má jeden důležitý, zatím alespoň tedy teoretický, význam. Nebude-li přibývat počet spotřebitelů, odhaduje se i téměř stejná spotřeba, resp. téměř stejná produkce odpadních plastů. Jestliže se na světě naučíme recyklovat a jinak zpracovávat plasty, je vysoká pravděpodobnost, že již nebudeme tolik závislí na přírodních neobnovitelných zdrojích. Do jisté míry by se při výrobě se snižovalo procento tekuté ropy potřebné ke vzniku nových výrobků, až by jednou tato potřeba zcela vymizela.

Aspektem dodávajícím naději pro tuto možnost je také zvyšování ceny ropy. Zatím je stále levnější vyrábět z primárních zdrojů, než ze sekundárních. Pokud ale bude růst cena prvotních surovin, recyklace by se stala levnějším/výhodnějším způsobem výroby plastů.

Co se PVC týče, je situace o něco složitější. Sice na jednu stranu třetí nejžádanější polymer na světě právě díky svým vlastnostem a šířkou využití, na stranu druhou způsobuje značné obavy při jeho zpracování po ukončení životnosti. PVC se dá recyklovat fyzikálně i chemicky - záleží jen, zda je či není ve směsi (mnohdy jsou však potíže jej

přičadit do první či druhé skupiny) - anebo pomocí pyrolýzy získávat plynné látky, které poté vstupují do jiných procesů výroby. I tato varianta je ale spojena s korozními procesy vlivem chlóru působících za vysokých teplot. Konec konců, PVC se reálně recyklovat dá, jak to ostatně dokazují aktivity tzv. PlasticsEurope<sup>10</sup>. Zatím se daří jen v malém procentu, ale naděje tu je. Myslím si, že se tyto činnosti brzy dostanou do popředí, protože opomíjený problém s „likvidací“ PVC se jednou bude muset začít řešit.

V této bakalářské práci jsem se dále nažila zhodnotit zejména odpadové hospodářství plastů v ČR a zacházení s PVC. Česká republika si nevede ve výrobě ani recyklaci špatně, ba naopak - významně spolupracuje na straně dovozu i vývozu i s evropskými státy. Největším úskalím však stále zůstává neustále se zvyšující počet skládek komunálního odpadu. Věřím ale, že jak třídění plastů, tak zvyšující se procento úspěšné recyklace má na světě i v České republice svoji slibnou budoucnost a to samé platí i pro výrobky z PVC.

---

<sup>10</sup> Více viz kapitola 4.4.3

## SEZNAM LITERATURY

### Tištěné zdroje

- [1] Božek, F.; Urban, R.; Zemánek, Z. *Recyklace*, 1st ed.; MoraviaTisk Vyškov, spol s.r.o.: Vyškov, 2003.
- [2] Černík, B.; Benešová, L.; Doležalová, M. Prognóza vývoje odpadového hospodářství v České republice. *Odpadové fórum* 2010, 5, 30.
- [3] Sedlář O., Ing. Navrátil B., CSc., Kadlec J. *Pryže a plasty jako druhotné suroviny*, Praha 1987, SNTL - nakladatelství technické literatury
- [4] ODPADOVÉ FÓRUM 2009, 9. České ekologické manažerské centrum.
- [5] *Energetické využití odpadů - Odpad je nevyčerpatelný zdroj energie*; Tematická informační příručka, část A – Program EFEKT MPO; Praha, září 2010; MPO: Praha, 2010.

### Zákony

- [6] Zákon č. 185/2001 Sb. Zákon o odpadech

### Webové stránky

- [7] *www.wikipedia.cz* [online]. [cit. 2011-03-09]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Odpad>.
- [8] *www.mpo.cz* [online]. [cit. 2011-03-09]. Odpadové hospodářství. Dostupné z WWW: <http://www.mpo.cz/dokument5200.htm>.
- [9] *www.ceho.cz* [online]. [cit. 2011-04-05]. Centrum pro hospodaření s odpady. Dostupné z WWW: <http://www.ceho.cz/>.
- [10] *www.tretiruka.cz* [online]. [cit. 2011-04-05]. Novinky. <http://www.tretiruka.cz/>.
- [11] *www.petrecycling.cz* [online]. 2003 [cit. 2011-04-07]. Terminologický slovníček. Dostupné z WWW: <http://petrecycling.cz/terminy.htm>.
- [12] *www.ekontejnery.cz* [online]. [cit. 2011-04-07]. 3. díl - Co je to recyklace? Dostupné z WWW: <http://www.ekontejnery.cz/serial-trideni/3-dil-co-je-to-recyklace.html>.
- [13] Dočkal, M. *Odpady a recyklace* [online]. [cit. 2011-04-04]; ČVUT: Praha, Dostupné z WWW: [http://storm.fsv.cvut.cz/on\\_line/odrz/06.pdf](http://storm.fsv.cvut.cz/on_line/odrz/06.pdf).

- [14] [www.ekokom.cz](http://www.ekokom.cz) [online]. [cit. 2011-04-07]. Jak systém funguje. Dostupné z WWW: <http://www.ekokom.cz/scripts/detail.php?id=68>.
- [15] [www.muzeumspotrebicu.cz](http://www.muzeumspotrebicu.cz) [online]. [cit. 2011-04-09]. Recyklace. Dostupné z WWW: [http://www.muzeumspotrebicu.cz/?page\\_id=52](http://www.muzeumspotrebicu.cz/?page_id=52).
- [16] [www.ksp.tul.cz](http://www.ksp.tul.cz) [online]. [cit. 2011-04-09]. Technologie II. Dostupné z WWW: [http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta\\_tkp/sekce\\_plasty/01.htm#012](http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/01.htm#012).
- [17] [www.ksp.tul.cz](http://www.ksp.tul.cz). [online]. [cit. 2011-04-10]. Ekology center. Dostupné z WWW: <http://translate.google.com/translate?hl=cs&rurl=translate.google.cz&sl=en&tl=cs&u=http://www.ecologycenter.org/factsheets/plastichealtheffects.html>.
- [18] [www.ekokom.cz](http://www.ekokom.cz) [online]. [cit. 2011-04-11]. Výroční shrnutí. Dostupné z WWW: <http://www.ekokom.cz/scripts/detail.php?id=161>.
- [19] [www.profit.cz](http://www.profit.cz). Ekology center. [online]. [cit. 2011-04-11]. Dostupné z WWW: <http://www.profit.cz/clanek/vyroba-plastu-ma-perspektivu.aspx>.
- [20] Petr Korběl, [www.profit.cz](http://www.profit.cz) [online]. [cit. 2011-05-12]. Dostupné z WWW: <http://www.profit.cz/clanek/vyroba-plastu-ma-perspektivu.aspx>.
- [21] [www.technik.ihned.cz](http://www.technik.ihned.cz) [online]. 2002 [cit. 2011-04-27]. Ekology center. Dostupné z WWW: [http://technik.ihned.cz/c4-10015300-11352820-800000\\_d-zacalo-stoleti-plastu](http://technik.ihned.cz/c4-10015300-11352820-800000_d-zacalo-stoleti-plastu).
- [22] [www.czso.cz](http://www.czso.cz) [online]. [cit. 2011-04-05]. Český statistický úřad. Dostupné z WWW: <http://www.czso.cz/>.
- [23] Švorčík, V. [online] [cit. 2011-04-18]. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze: Praha, Dostupné z WWW: [http://www.vscht.cz/ipl/osobni/svorcik/skripta/tyden\\_1.pdf](http://www.vscht.cz/ipl/osobni/svorcik/skripta/tyden_1.pdf).
- [24] [www.novinky.cz](http://www.novinky.cz) [online]. 2009 [cit. 2011-04-16]. Ropa vyrobená z plastového odpadu je sedmkrát levnější. Dostupné z WWW: <http://www.novinky.cz/veda-skoly/179681-ropa-vyrobená-z-plastoveho-odpadu-je-sedmkrat-levnejsi.html>.
- [25] [www.tridime-vysocina.cz](http://www.tridime-vysocina.cz) [online]. [cit. 2011-04-11]. Dostupné z WWW: [http://www.tridime-vysocina.cz/skoly-hry/pdf/JC\\_Kunzak\\_Pracovni\\_List\\_2.pdf](http://www.tridime-vysocina.cz/skoly-hry/pdf/JC_Kunzak_Pracovni_List_2.pdf)
- [26] [www.argona.cz](http://www.argona.cz) [online]. [cit. 2011-04-13]. Krátce z historie plastů. Dostupné z WWW: <http://www.argona.cz/DataStorage/File/KR%C3%81TCE%20Z%20HISTORIE%20PLAST%C3%9A.pdf>.

- [27] Vörös, F. *www.plasticseurope.org* [online]. [cit. 2011-04-17]. European Plastics Industry. Dostupné z WWW: <http://www.zchfp.sk/Dokumenty/PlasticEurope/PlasticsEurope%20a%20produktova%20skupina%20polyvinylchlorid.doc>.
- [28] *www.plasticseurope.org* The Plastics Portal [online]. [cit. 2011-04-25]. The Compelling Facts About Plastics 2009. Dostupné z WWW: <http://www.plasticseurope.org/Document/the-compelling-facts-about-plastics-2009.aspx?Page=SEARCH&FolID=2>.
- [29] Linhart, I. *www.ekolist.cz* [online]. [cit. 2011-04-08]. Jakými způsoby lze recyklovat PVC. Dostupné z WWW: <http://ekolist.cz/cz/zelena-domacnost/dotazy-a-odpovedi/jakymi-zpusoby-lze-recyklovat-pvc>.
- [30] Petrlík, J. *www.ekolist.cz* [online]. [cit. 2011-04-01]. Jakými způsoby lze recyklovat PVC. Dostupné z WWW: <http://ekolist.cz/cz/zelena-domacnost/dotazy-a-odpovedi/jakymi-zpusoby-lze-recyklovat-pvc>.
- [31] *www.recyklivinyl.com* [online]. [cit. 2011-04-11]. PVC recyklovatelný materiál. Dostupné z WWW: <http://cz.recovinyl.com/pvc>.



## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Základní rozdělení plastových hmot .....	21
Tabulka 2 Bilance výroby plastů v ČR .....	25
Tabulka 3 Podíl mechanických recyklací odpadních plastů z obalů v ČR a sousedních státech v % .....	31
Tabulka 4 Zacházení s odpadními plasty v ČR a sousedních státech v roce 2008 v % .....	31
Tabulka 5 Porovnání celkového množství plastů za daná období.....	35
Tabulka 6 Spotřeba PVC v EU v % .....	36

## SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Počet obcí a klientů systému EKO-KOM.....	17
Graf 2 Množství evidovaných obalů v ČR, 2002-2009.....	18
Graf 3 Zastoupení jednotlivých polymerů výroby plastů v Evropě .....	24
Graf 4 Světová a evropská výroba plastů v období 1950 – 2008.....	25
Graf 5 Export u výrobců plastů.....	27
Graf 6 Export hotových plastových výrobků .....	27
Graf 7 Import u výrobců plastů.....	28
Graf 8 Import hotových plastových výrobků .....	28
Graf 9 Zastoupení jednotlivých polymerů v komunálním odpadu ČR .....	29
Graf 10 Porovnání zhodnocení některých odpadních plastů dle vybraných způsobů výroby.....	34
Graf 11 Recyklace odpadního PVC v Evropě.....	42

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Skladba domovního odpadu (v % hmotnosti).....	20
---	----