

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

TECHNICKÁ FAKULTA



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

ROZBOR NAKLÁDÁNÍ S OBALOVÝMI ODPADY

Vedoucí bakalářské práce: Doc. Ing. Miroslav Müller, Ph.D.

Vypracovala Iva Kopecká

© 2010 ČZU v Praze

Vysoká škola: Česká zemědělská univerzita v Praze	Fakulta: Technická
Katedra: materiálu a strojírenské technologie	Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Iva Kopecká**

Studijní obor: Obchod a podnikání s technikou

Název práce: Rozbor nakládání s obalovými odpady

Zásady pro vypracování:

Cíl práce:

- shromáždit literární podklady o problematice produkce, sběru a následné efektivní recyklaci obalových materiálů a možnostech jejich dalšího efektivního využití.

Osnova práce:

1. Úvod.
2. Přehled o současném stavu problematiky produkce, sběru a následné recyklace obalových materiálů.
3. Technologie pro zpracování a využití odpadů z obalových materiálů.
4. Závěr.

Metodika práce:

- současný stav řešeného problému (literární rešerše),
- závěry a přínos práce.

Rozsah práce: 30 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

Seznam doporučené odborné literatury:

BALNER, P.: Ekonomicko-technologické hodnocení systémů odděleného sběru využitelných látkových skupin z domovního odpadu: disertační práce, MZLU, 2002, 108 s.

FEČKO, P.: Recyklace odpadů. Ostrava, VŠB, 1997, 230 s.

FILIP, J.: Odpadové hospodářství, Brno : MZLU, 2002, 116 s.

KOLÁŘ, L. - KUŽEL, S.: Odpadové hospodářství. České Budějovice, JU, 2000, 193 s.

MÜLLER, M.: Zpracovny nekovového odpadu, Praha, ČZU v Praze, 2008, 154 s.

SMEJTKOVÁ A. - DOBIÁŠ J.: Obaly a obalová technika, ČZU v Praze, 2004, 119 s.

WILLIAMS, P. T.: Waste treatment and disposal, Chichester, Wiley, 2005, 380 p.

Časopisy: Odpady, Odpadové fórum, Plastics and Recycling Technology, Plasty a kaučuk, Recycling Magazin

Sborníky z konferencí a firemní literatura

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Miroslav Müller, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 30. 11. 2008

Termín odevzdání bakalářské práce: 30. 4. 2010


prof. Ing. Milan Brožek, CSc.

vedoucí katedry


prof. Ing. Jiří Klíma, CSc.

děkan

V Praze dne 30.11.2008

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Rozbor nakládání s obalovými odpady“ vypracovala samostatně s použitím informačních zdrojů uvedených v seznamu literatury.

V Praze, dne 2010

.....
Iva Kopecká

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu bakalářské práce panu Doc. Ing. Miroslavu Müllerovi, Ph.D. za odborné rady, podnětné připomínky a trpělivost při vypracování bakalářské práce.

Rozbor nakládání s obalovými odpady

Abstrakt: Cílem této bakalářské práce bylo shrnutí dostupným informací na téma „Rozbor nakládání s obalovými odpady“. V kapitole „Přehled o současném stavu problematiky produkce, sběru a následné recyklace obalových materiálů“ je definován obal, odpad a příslušná legislativa. Dále je v této kapitole zahrnuta současná problematika shromažďování, třídění a recyklace obalových odpadů v České republice. V kapitole „Technologie pro zpracování a využití odpadů z obalových materiálů“ jsou uvedeny technologie pro zpracování šesti nejpoužívanějších materiálů obalových odpadů (tj. papír, sklo, nápojový karton, plast, textil a dřevo).

Klíčová slova: obal, obalový odpad, odpad, recyklace, třídění.

Analysis of packaging waste treatment

Summary: The aim of the bachelor thesis is to summarize all available information on the topic „Analysis of packaging waste treatment“. In the chapter „Summary of the current state of problems of packaging material production, collection and follow-up recycling“ there is defined the packaging, waste and the respective legislation. Furthermore, a part of this chapter is made up of the current problems of packaging waste collection, separation and recycling in the Czech republic. In the chapter „Technology of processing and utilization of packaging waste materials“ there are stated the processing technologies of six most used waste packaging materials (i.e. paper, glass, beverage carton, plastic, textile and wood).

Key words: packaging, packaging waste, waste, recycling, sorting.

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Přehled o současném stavu problematiky produkce, sběru a následné recyklace obalových materiálů.....	2
2.1	Obecná definice odpadu.....	2
2.2	Obecná definice obalu.....	2
2.2.1	Základní pojmy.....	2
2.3	Základní funkce obalu.....	3
2.3.1	Výroba obalů, které se v České republice třídí a recyklují.....	4
2.3.2	Označení obalů.....	5
2.4	Současný stav obalových odpadů v České republice.....	8
2.5	Odpadové hospodářství.....	10
2.5.1	Plán odpadového hospodářství České republiky.....	12
2.6	Postup zpracování odpadu.....	12
2.6.1	Obalový odpad a jeho shromažďování.....	12
2.6.2	Nádoby potřebné k shromažďování a třídění.....	14
2.6.3	Recyklace obalových odpadů.....	15
3	Technologie pro zpracování a využití odpadů z obalových materiálů.....	18
3.1	Papírový obalový odpad.....	18
3.1.1	Sběrový papír a jeho způsoby využití.....	18
3.1.2	Recyklace odpadního papíru.....	18
3.1.3	Zpracování papírového obalového odpadu.....	19
3.2	Skleněný obalový odpad.....	20
3.2.1	Technologický odpad (vlastní střepy).....	20
3.2.2	Sběrový odpad (cizí střepy).....	20
3.2.3	Zpracování skleněných obalových odpadů.....	21
3.3	Nápojové kartónové obaly.....	22
3.4	Plastový obalový odpad.....	23
3.4.1	Zpracování plastového obalového odpadu.....	23
3.4.2	Zdrobňování plastového obalového odpadu.....	24
3.4.3	Konečné postupy zpracování plastového obalového odpadu.....	25
3.5	Textilní obalový odpad.....	26
3.5.1	Úprava zušlechťováním.....	26
3.5.2	Úprava rozvlákňováním.....	27
3.6	Dřevěný obalový odpad.....	27
3.6.1	Technologie zpracování dřevěných obalových odpadů.....	27
4	Závěr.....	29
5	Použitá literatura.....	30

1 Úvod

Omezení vzniku a způsoby zpracování obalových odpadů patří v současné době k hlavním celosvětovým tématům. Problematikou produkce a následného zpracování obalových odpadů se začala společnost zabývat až v druhé polovině 20. století. Zájem o tuto problematiku vzrostl na základě zvýšené produkce obalových odpadů a jejich nesprávného nakládání s nimi, to mělo a stále má vliv na zhoršení životního prostředí potažmo na zatížení ekonomiky, a to hlavně po finanční stránce. Neboť likvidace obalových odpadů a ulehčení tak životnímu prostředí je velice finančně nákladné.

V České republice je nakládání s obaly definováno zákonem č. 477/2001 Sb., o obalech. Zákon ukládá povinnost zpětného odběru obalů, stanovuje množství obalových odpadů, které musí být recyklováno nebo využito a také vymezuje pravidla pro nakládání s vratnými obaly. Nástrojem pro plnění tohoto zákona se stala z velké části v České republice společnost EKO – KOM.

Společnost EKO – KOM je na českém trhu od roku 1997. Jejím cílem je zajistit, aby docházelo ke zpětnému odběru a využití odpadu z obalů prostřednictvím systémů tříděného sběru v obcích a prostřednictvím činnosti osob oprávněných nakládat s odpadem. Společnost se podílí na financování nákladů spojených se sběrem, svozem, tříděním a využitím obalového odpadu.

Cílem bakalářské práce bylo nastínit problematiku nakládání s obalovými odpady a zároveň přiblížit technologie pro zpracování a využití odpadů z obalových materiálů (tj. sklo, papír, plast, dřevo, textil, nápojový kartón).

2 Přehled o současném stavu problematiky produkce, sběru a následné recyklace obalových materiálů

Celkovou problematiku obalových materiálů (sběr a recyklaci) má na starosti Ministerstvo životního prostředí, které vydalo k této problematice s obalovými odpady dva základní zákony (477/2001 Sb., Zákon o obalech, 185/2001 Sb., Zákon o odpadech) [23], [24].

V současné době se snaží Ministerstvo životního prostředí podporovat nové kapacity třídění a dotřídování odpadů z prostředků Operačního programu Životního prostředí a zároveň prosadilo do Národního protikrizového plánu vlády několik opatření k podpoře trhu s recyklovanými výrobky [6]

2.1 Obecná definice odpadu

Odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit. Problematika odpadů je definována zákonem č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů. Zákon je v plném souladu s právními předpisy Evropské unie v oblasti nakládání s odpady [23].

2.2 Obecná definice obalu

Obal je věc, která chrání výrobek před poškozením nebo slouží k přepravě svého obsahu. Obalem je např. skleněná láhev, papírový nebo plastový sáček, papírová krabice atd. Výrobek musí mít odpovídající způsob balení v oblasti oběhu zboží při manipulaci, skladování, dopravě a prodeji [4].

2.2.1 Základní pojmy

- a) Spotřebitelský obal – obal určený k bezprostřední ochraně jednotlivého výrobku nebo seskupení výrobků tvořícího v místě prodeje dále nedělitelnou součást nabídky spotřebiteli a k prodeji tohoto prodejního celku.
- b) Skupinový obal – seskupuje určité množství prodejních celků v místě prodeje, bez ohledu na to, zda slouží k prodeji tohoto seskupení spotřebiteli tak, jak je, nebo slouží pouze jako prostředek k doplňování výrobku do nabídky v místě prodeje.
- c) Převážný obal – slouží k usnadnění manipulace s prodejními celky nebo skupinovými baleními a jejich přepravu s cílem omezit fyzickou manipulaci

s těmito prodejními celky nebo skupinovými baleními a předejít jejich poškození při přepravě.

- d) Výrobek – je jakákoliv věc, která byla vyrobena, vytěžena nebo získána jiným způsobem a je určena k uvedení na trh nebo do oběhu.
- e) Nakládání s obaly – výroba, uvádění obalů nebo balených výrobků na trh nebo do oběhu, použití obalů, úprava obalů a jejich opakované použití.
- f) Uvedení obalu na trh – okamžik, kdy je obal v České republice poprvé nabídnut k předání za účelem distribuce nebo používání nebo kdy jsou k němu poprvé převedena vlastnická práva.
- g) Uvedení obalu do oběhu – úplatné nebo bezúplatné předání obalu jiné osobě za účelem distribuce nebo jeho použití, s výjimkou uvedení obalu na trh.
- h) Opakované použití obalu – je činnost, při níž se obal znovu plní nebo se používá k témuž účelu, pro nějž byl určen.
- i) Vratný obal – je obal, pro který existuje vytvořený způsob vracení použitého obalu osobě, která jej uvedla do oběhu
- j) Zpětný odběr – je odebrání použitých obalů od spotřebitelů na území České republiky za účelem opakovaného použití obalů, za účelem využití nebo odstranění odpadu z obalů [24].

2.3 Základní funkce obalu

Při výrobě obalu musíme dbát na další požadavky, aby obal byl pevný a nepropustný, aby výrobek v obalu dlouho vydržel, aby dobře vypadal a informoval spotřebitele, aby nejméně škodil životnímu prostředí. Výrobci se snaží vyrábět obaly tak, aby se daly znovu použít nebo z nich vyrábět nové výrobky [4].

Obal plní tři základní funkce:

- chrání výrobek – obal chrání výrobek před mechanickými, chemickými, fyzikálními a biologickými vlivy,
- slouží k manipulaci – obal musí splňovat hmotnostní požadavky a také tvar pro snadnější přepravu,
- informuje o výrobku – slouží ke komunikaci mezi výrobcem a zákazníkem. Tímto způsobem chce výrobce poskytnout informace zákazníkovi o výrobku [4].

Uvedené funkce nejsou u každého obalu stejné. Funkce se liší mezi obaly:

- přepravními – důležité funkce pro tyto obaly jsou ochrana výrobku a manipulace,
- spotřebitelskými – mezi tyto obaly patří funkce ochranná a informační, ale také u těchto spotřebitelských obalů je důležitá manipulace [4].

2.3.1 Výroba obalů, které se v České republice třídí a recyklují

Papír – výroba papíru se provádí z vláken, které se získávají především ze dřeva např. smrkové a jedlové. Dřevo měkké má dlouhá vlákna přibližně 6 mm, a proto je papír hrubší. U dřeva tvrdého jsou vlákna kratší. Prvním z postupů výroby papíru je rozvláknování dřeva, ze kterého vzniká mechanickým rozrušováním dřevovina a chemickým zpracováním vzniká buničina. Následuje bělení, mletí papíru, ze kterého vzniká papírovina. Tato poslední fáze značně ovlivňuje konečnou strukturu papíru. Aby papír byl pevný, poté následuje zplstňování papíroviny. Posledním procesem je hlazení papíru, které se provádí na tzv. kalandrech. Zdrojem pro výrobu je také starý papír, který se získá tříděním [4].

Sklo – základní suroviny pro výrobu skla jsou písek, staré sklo a také další přísady, které se míchají při teplotě 1 500 °C. Obalové sklo obsahuje 75 % křemíku a tím omezuje tepelnou roztažnost skla. 10 % vápníku, který zvyšuje chemickou odolnost. 15 % sodíku, který snižuje teplotu tavení a další přísady např. hořčík, hliník, draslík atd. Pomocí vzduchu a formy se z roztavené skloviny vyfoukne láhev, dále se musí postupně chladit a temperovat. Pomocí temperování není skleněná láhev tak křehká, aby mohlo dojít k následnému plnění tekutin, aniž by láhev praskla [19].

Plasty – v současné době jsou nejpoužívanější a nejrychleji rozvíjející se materiál. Pro výrobu plastů se používá ropa a zemní plyn. Méně používaný materiál je uhlí a rostliny. Materiály, které se v obalové technice používají, mohou být různé např. přírodní, polysyntetické, syntetické, termoplasty a reaktoplasty. Významnou funkcí polymerních materiálů je úprava jejich vlastností, které jsou velmi rozsáhlé. Tato úprava nastává již při přípravě polymeru např. polymerací, polykondenzací a polyadicií a další úprava nastává při výrobě obalových materiálů např. lahve [4].

Kovy – tento materiál slouží pro výrobu různých spotřebitelských i přepravních obalů např. plechovky, folie, tuby, sudy atd. Používané kovy pro potravinářské obaly jsou

ocel, hliník, chrom, zinek a olovo. Nevýhodou těchto kovů je koroze, která vzniká např. vlivem náplně. Konzervované plechovky jsou významným potravinářským obalem, které jsou především vyráběny z ocelových plechů. V dnešní době k výrobě černého ocelového plechu se používá kontinuální válcování v pásech. Zde se vyválcuje pás plechu při teplotě 1 200 °C na tloušťku 2 mm. Z povrchu se pomocí moření ve směsi kyseliny sírové, dusičné a fluorovodíkové odstraní oxidy železa. Dále se provádí další válcování plechu za studena na požadovanou tloušťku 0,16 – 0,25 mm. Pomocí žihání se dosáhne zlepšení některých vlastností a konečnou fází je doválcování plechů za studena. Dnes se černý ocelový plech nepoužívá. Pro výrobu konzervové plechovky se používá bílý ocelový plech, který se získá pocínováním černého plechu [4].

Nápojový karton – nápojový karton je tvořen z vrstev. Tyto vrstvy jsou tvořeny z různých druhů materiálů, které mají své charakteristické vlastnosti. Mezi tyto vlastnosti především patří např. pevnost, nepropustnost atd. Požadovanou pevnost a tvar dodá karton (papír). Dalším materiálem, který má své charakteristické vlastnosti je polyethylen a jeho úkolem je nepropustnost pro vodu i mikroorganismy. Poslední vrstvou, kterou tvoří nápojový karton je hliník a tento materiál má za úkol chránit obsah před pronikáním světla [19].

2.3.2 Označení obalů

Obaly se vyrábí z různých materiálů. Materiál, ze kterého je obal vyroben je na první pohled obtížné poznat. Proto tyto obaly jsou označeny různými značkami, které nás informují, jak máme s obalem dále po jeho použití nakládat.

Osoba, která zavádí obal nebo balený výrobek na trh je povinna zajistit, aby při uvedení tohoto obalu do oběhu byl na tomto obalu nebo baleném výrobku nebo na jeho štítku označen. Označení zajišťují všichni, kdo uvádí obaly na trh nebo do oběhu, povinnost nese výrobce, ale i distributor. Na obalu musí být uveden materiál, z něhož je obal vyroben a způsob nakládání s daným obalem uvedeným v tab. č. 1. Toto značení obalů musí být viditelné, snadno čitelné, odolné a trvanlivé. Způsob označení určují normy ČSN 77 0052-2 Obaly – Odpady z obalů – Část 2: Identifikační značení obalů pro následné využití odpadu z obalů, platná od 8/2003 a ČSN 77 0053 Obaly - Odpady z obalů – Pokyny a informace o nakládání s použitým obalem, platná od 8/2003. Norma ČSN 77 0052-2 informuje spotřebitele, z jakého materiálů je obal vyroben. Norma určuje termíny a

definice, základní požadavky na identifikační značení obalů pro zhodnocení obalových odpadů a provedení grafické značky pro zhodnocení. Norma ČSN 770053 stanovuje pokyny a informace o nakládání s použitým obalem [26], [27].

Tab. č. 1 Označení obalů

Použitý materiál	Písenný kód	Číselný kód
Plasty		
Polyethylentereftalát	PET	1
Vysokohustotní polyetylén	HDPE	2
Polyvinylchlorid	PVC	3
Nízkohustotní polyetylén	LDPE	4
Polypropylén	PP	5
Polystyren	PS	6
Ostatní		7
Papíry a lepenky		
Vlnitá lepenka	PAP	20
Hladká lepenka	PAP	21
Papír	PAP	22
Kovy		
Ocel	FE	40
Hliník	ALU	41
Dřevo		
Dřevo	FOR	50
Korek	FOR	51
Sklo		
Bílé sklo	GL	70
Zelené sklo	GL	71
Hnědé sklo	GL	72

Zdroj: [25]

V tab. č. 2 jsou uvedeny kompozitní materiály, které jsou označovány písmenem C, vyjadřující, že jde o obal z kompozitního materiálu a za lomnou čarou z písmenného identifikačního kódu materiálu, jehož zastoupení v materiálovém složení (vyjádřeném plošnou hmotností) převažuje. Příkladem písenného identifikačního kódu obalů na nápoje je C/PAP. Toto značení odpovídá číselnému kódu 84, kde je převažujícím materiálem skládačková lepenka. Při označování kombinovaného materiálu nemusí být dodrženo pořadí jednotlivých materiálových vrstev. Písenný a číselný identifikační kód musí být

doplněn grafickou značkou. Číselný identifikační kód se doporučuje umístit do středu a abecední identifikační kód pod grafickou značku, která je uvedena na obr. 1 [4].

Tab. č. 2 Označení obalů – kompozitní materiály

Použitý materiál	Písemný kód	Číselný kód
Papír a lepenka/různé kovy	C/*	80
Papír a lepenka/plast	C/*	81
Papír a lepenka/hliník	C/*	82
Papír a lepenka/ocelový pocínovaný plech	C/*	83
Papír a lepenka/plast/hliník	C/*	84
Papír a lepenka/plast/hliník/ocelový pocínovaný plech	C/*	85
Plast/hliník	C/*	90
Plast/ocelový pocínovaný plech	C/*	91
Plast/různé kovy	C/*	92
Sklo/plast	C/*	95
Sklo/hliník	C/*	96
Sklo/ocelový pocínovaný plech	C/*	97
Sklo/různé kovy	C/*	98

Zdroj: [25]

Obr. č. 1 Grafické označení obalů – šipky s číslem nebo zkratkou



Zdroj: [14]

Na obr. č. 1 jsou znázorněny šipky, které se dále označují číslem nebo zkratkou a informují o materiálu, z něhož je obal vyroben. Podle tohoto označení můžeme určit, do kterého kontejneru na odpady obal patří. Grafické značení může být umístěno přímo na obalu, ale také na etiketě.

Obr. č. 2 Grafické označení obalů – panáček s košem



Zdroj: [14]

Znázorněné grafické označení obalů na obr. č. 2 panáček s košem znamená, že použitý obal se odkládá do příslušného kontejneru na odpad. Pokud se však jedná o obaly

od chemických výrobků, musí se respektovat informace od výrobce, zda obal nevyžaduje specifický způsob nakládání.

Obr. č. 3 Grafické označení obalů – zelený bod



Zdroj: [14]

Obr. č. 3 grafické označení obalů zelený bod znamená, že je za obal zapláceno do systému EKO-KOM, který zajišťuje sběr a využití obalových odpadů. Zakoupením obalu, na kterém, je tato značka znamená to, že výrobce zaplatil za jeho recyklaci.

Odpad provází člověka po celý život. Vzniká při běžném životě člověka, zemědělství, dopravě a při průmyslové činnosti. V České republice občané třídí nebo skládkují odpad, který vyprodukují ve svých domácnostech (domovní odpad). Skládkování bylo běžnou činností, kde odpad nebyl tak odolný a za několik let se rozložil. Postupem času odpadu přibýlo a obaly se staly odolnějšími. Proto v dnešní době dochází ke sběru, třídění a využití obalového odpadu.

2.4 Současný stav obalových odpadů v České republice

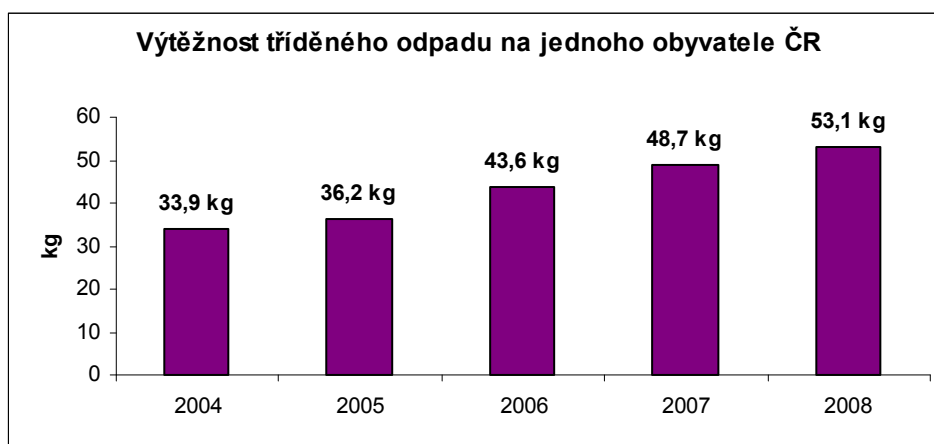
Společnost EKO – KOM, a.s. je autorizovaná obalová společnost, která je u nás na trhu od roku 1997. Jejím úkolem není fyzické nakládání s odpadem, ale financování nákladů spojených se sběrem, svozem, tříděním a využitím obalového odpadu. Společnost EKO – KOM, a.s. vychází ze dvou zákonných povinností:

- Uzavírá smlouvy o sdruženém plnění. Tyto smlouvy se uzavírají s osobami, které v ČR zařazují obaly na trh nebo do oběhu. Společnost EKO – KOM, a.s. shromažďuje informace o produkci obalů a přijímá platby, které jsou závislé na výši vykazované produkce obalů.
- Uzavírá smlouvy o zajištění zpětného odběru a recyklaci odpadu z obalů. Tyto smlouvy se týkají obcí a osob, které mají oprávnění nakládat s odpady. Obce a osoby, které nakládají s odpady, mají povinnost vést evidenci o množství zpětně odebraného a využitého odpadu z obalů. Společnost EKO – KOM a.s.

prostřednictvím této evidence přispívá na systém sběru, třídění a využití obalového odpadu svými finančními prostředky [11].

System EKO – KOM a aktivní práce obcí a krajů pomohli ke zvýšení aktivní účasti obyvatel z 28 % v roce 1999 na 70 % aktivních tříděčů v roce 2007. Výskyt obalových odpadů ve společnosti EKO – KOM, a.s. v roce 2008 byl úspěšný rok z hlediska růstu množství využitého odpadu na obyvatele a také vzrostlo procento recyklace. Z grafu č. 1 je patrná výtěžnost tříděného odpadu, která každým rokem narůstá. Nejaktuálnější údaj výtěžnosti tříděného odpadu je z roku 2008, kde výtěžnost vzrostla na 53,1kg vytříděných obalů na obyvatele [11].

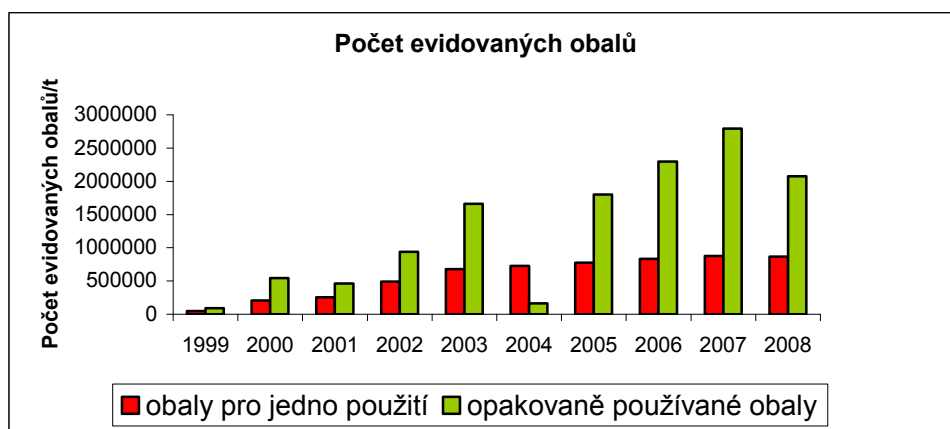
Graf č. 1 Výtěžnost tříděného odpadu na jednoho obyvatele ČR



Zdroj: [11]

Počet klientů, kteří jsou zapojeni do systému EKO-KOM se dlouhodobě pohybuje okolo 21 000. Klienti systému EKO-KOM v roce 2008 uvedli na trh a do oběhu 868 929 tun obalů pro jedno použití a 2 073 896 tun opakovaně používaných obalů. Graf č. 2 znázorňuje počet evidovaných obalů od roku 1999 do roku 2008.

Graf č. 2 Počet evidovaných obalů



Zdroj: [11]

Na grafu č. 3 je znázorněno celkové množství využitého odpadu z obalů od roku 1999 do roku 2008. Na obrázku je znázorněno každoroční stoupání využitého odpadu. V roce 2008 společnost EKO-KOM zajistila pro své klienty využití a recyklaci pro 592 549 tun odpadů z obalů.

Graf č. 3 Celkové množství využitého odpadu z obalů



Zdroj: [11]

2.5 Odpadové hospodářství

Odpadové hospodářství je odvětví, které je spojeno se všemi stupni výrobního a spotřebního cyklu od těžby surovin přes výrobu, dopravu a spotřebu až po jejich zneškodnění, kterého dosáhnou po uplynutí doby jejich životnosti a stanou se odpady. Odpadové hospodářství má vysoký vliv na všechny složky národního hospodářství. Odpadové hospodářství zároveň představuje v celosvětovém měřítku komplex faktorů, které odrážejí především úroveň využívání surovinových vstupů a péče o životní prostředí.

Některé problémy, které byly dříve považovány pouze za lokální záležitost, jsou dnes řešeny v mezinárodním a globálním rozsahu [2].

Základním cílem odpadového hospodářství je minimalizovat množství produkce odpadů v různých podobách. Vzniku odpadů nelze v žádném případě zcela zabránit, ale můžeme jej omezit. U odpadu, který již vznikl, dáváme přednost jeho dalšímu využití před odstraňováním odpadů.

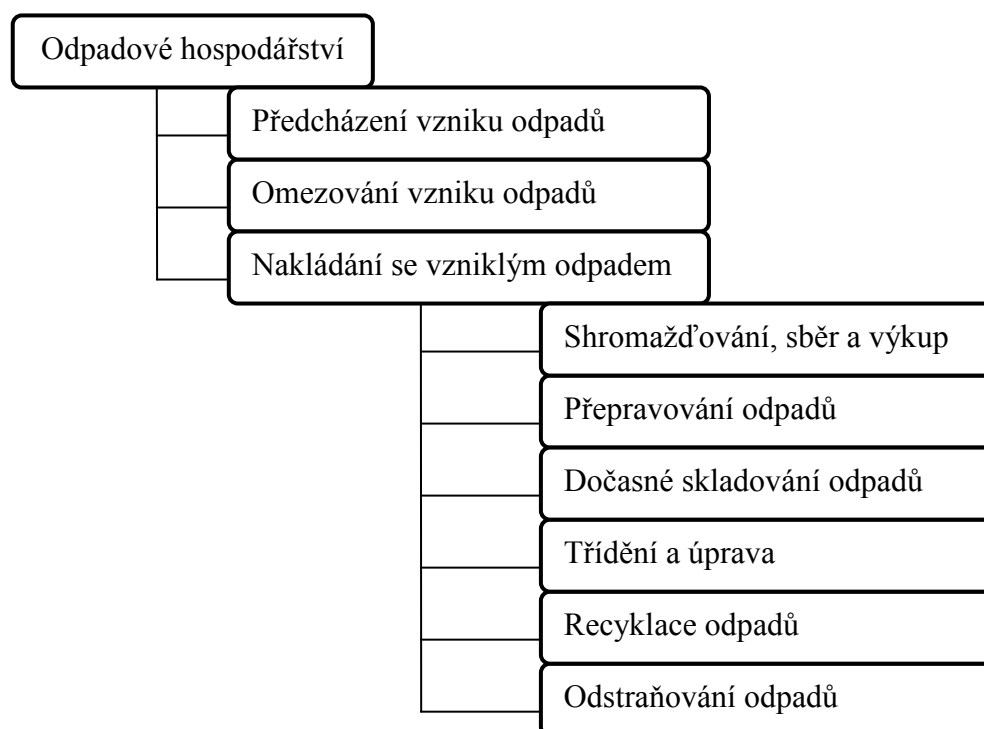
Základní cíle odpadového hospodářství:

- předcházet nebo minimalizovat množství produkce odpadů,
- již se vzniklým odpadem nakládat tak, aby byl maximálně využit jako druhotná surovina v původní nebo upravené formě [3].

Dalšími cíli v této oblasti národního hospodářství je zvyšování podílu odděleně sebraných nebezpečných odpadů a jejich využití nebo odstranění, snížením podílu biologicky využívaného odpadu. V tomto případě může být konkrétním příkladem cílů snížení množství komunálních odpadů pod hodnotu 300 kg na osobu za rok nebo využití papíru, skla a plastů v komunálním odpadu alespoň z 50 % [3].

Všechny činnosti, které jsou uvedeny na obrázku č. 4, se zabývají odpady v různých podobách a snaží se eliminovat jejich působení a množství.

Obr. č. 4 Přehled cílů odpadového hospodářství



Zdroj: [1]

2.5.1 Plán odpadového hospodářství České republiky

Byl vydán jako Nařízení vlády 197/2003 Sb., o Plánu odpadového hospodářství České republiky. Tento plán byl zpracován na dobu deseti let. Plán odpadového hospodářství České republiky je změněn pouze tehdy, když dojde k zásadní změně legislativních podmínek. Tento plán stanovuje cíle a opatření pro nakládání s odpady na území České republiky [3].

Plán odpadového hospodářství České republiky slouží jako podklad pro další zpracování plánů odpadového hospodářství krajů a současně je i závazným podkladem pro rozhodování příslušných správních úřadů, krajů a obcí.

Mezi cíle závazné části patří snižování měrné produkce odpadů nezávisle na ekonomickém růstu, využívání odpadů jako náhrady přírodních surovin, vytváření jednotné sítě zařízení k nakládání s odpady, oddělený sběr a materiálové využití u všech skupin odpadů.

2.6 Postup zpracování odpadu

Společnost EKO – KOM uvádí, že každý občan vyprodukuje přibližně za rok 150 – 200 kg odpadů. Pro recyklaci je důležitým faktorem třídění odpadu od počátku jeho vzniku. Můžeme tím ovlivnit více než třetinu celkového vyprodukovaného domovního odpadu. Jednou ze složek domovního odpadu je odpad využitelný. Do využitelného odpadu patří odpady, které je možné dále zpracovat, např. sklo, papír, plasty (PET lahve), kovy (plechovky) [11].

2.6.1 Obalový odpad a jeho shromažďování

Shromažďování obalových odpadů je dočasné soustředění odpadu před dalším nakládáním s ním. Pojmy, které se vyskytují v oblasti shromažďování obalových odpadů:

- **Oddělený sběr** – jedná se o oddělené shromažďování jednotlivých druhů obalových odpadů, jednotlivých složek nebo látkových skupin odpadu s cílem jejich využití nebo zneškodnění.
- **Separovaný sběr** – z tohoto sběru můžeme získat recyklační materiál. Důležité je správně roztřídit obalový odpad např. sklo, papír a plast.
- **Donášková vzdálenost** – tato vzdálenost je mezi místem vzniku obalového odpadu a místem jeho shromažďování.

Shromažďování obalového odpadu můžeme rozdělit do třech skupin podle dostupnosti sběrného místa:

- a) donáškový sběr
- b) odvozový sběr
- c) kombinovaný systém

V České republice se nejvíce využívá odvozový sběr. Donáškový způsob sběru se používá při odděleném sběru využitelných složek odpadu.

a) Donáškový sběr – při tomto způsobu sběru musí fyzické osoby obalový odpad donést na určité sběrné místo, které je obvykle ve vzdálenosti 100 – 150 m od obytného objektu. Tento sběr je vhodný pro sběr skla, plastů, papíru a nebezpečného odpadu. Odkládání odpadu do kontejnerů (nádob) je donáškový sběr. Oddělený sběr využitelných složek komunálního odpadu do sběrných nádob jsou používány nádoby, které mají objem 240 až 360 litrů. Na vybrané druhy odpadů je umístěno několik sběrných nádob, které jsou pohromadě umístěny na stálých sběrných místech. Sběrná místa jsou umístována v prostorech s vyšší četností pohybu obyvatel. V těchto místech jsou barevně rozlišené nádoby na tříděný odpad [3].

Jestliže je donášková vzdálenost dlouhá, nádoby se plní méně a finanční výtěžnost sběru je ve vztahu k nákladům na pořízení nádob nízká. Zkrácením donáškové vzdálenosti se snižuje počet obyvatel na sběrné místo a tím se prodlužuje interval jejich naplnění a odvozu. Ideální spádovou oblastí je 200 obyvatel na jedno sběrné místo. Objem nádob, které se používají na papír a plasty by měly být přibližně stejné, nádoba na sklo může být $\frac{1}{2}$ až $\frac{1}{4}$ objemové menší [3].

Formou donáškového sběru je také odkládání komunálního obalového odpadu ve sběrných dvorech. Tyto místa jsou v České republice zřizovány za účelem zajištění míst na odkládání nebezpečných složek komunálního obalového odpadu. Sběrné dvory mají povinnost poskytnout občanům trvale se zbavovat objemného odpadu např. pračky, chladničky, stavební odpad a kovový odpad. Vzdálenost sběrných dvorů by neměla přesáhnout 3 – 5 km [3].

b) Odvozový sběr – při tomto sběru fyzické osoby nemusí donášet obalový odpad na vzdálenost větší než 50 m. Odvozový sběr je pro občany velice výhodným shromažďováním odpadů, neboť tyto sběrná místa jsou vytvořena v blízkosti obytných domů, uvnitř obytných domů nebo ve vnitroblocích. Odvozový sběr v porovnání

s donáškovým sběrem je mnohem investičně náročnější, ale je zde dosahováno vysoké výtěžnosti separovaných látek a také jejich čistota [3].

c) Kombinovaný systém – tento systém vznikl spojením donáškového a odvozového systému z důvodů nemožnosti realizovat odvozový systém od každého objektu. Kombinovaný systém vzniká na místech, kde je velmi velký počet sběrných míst, která nejsou umístěna ve všech bytových objektech [3].

2.6.2 Nádoby potřebné k shromažďování a třídění

Odpady, vznikající v domácnostech se musí třídít již od počátku jejich vzniku. Pokud se odpad správně vytrídí a uloží do nádob, které jsou k tomu určeny, poté může dojít k následné recyklaci. Shromažďovací místa jsou vyhrazena pro samotné shromažďování odpadů a vybavena nádobami, které slouží k třídění odpadů. Tyto nádoby jsou normalizovány a jsou také vyprazdňovány v pravidelných intervalech. Nádoby, slouží pro oddělený sběr druhů odpadu a jsou barevně rozlišovány. Na tříděný sběr odpadu jsou barevné nádoby o objemu 240 l do 3 m³, někdy i více. Ke zbavování tříděného odpadu se používají plastové popelnice, kontejnery s upraveným víkem nebo zvony [11].

Prostřednictvím systému EKO-KOM se sběrná síť nádob na separovaný odpad rozrostla o dalších více než 16 tisíc kontejnerů a v současné době mají občané k dispozici 178 000 kontejnerů na tříděný odpad. Zvýšením počtu kontejnerů se snížila průměrná docházková vzdálenost k nejbližším nádobám na separovaný odpad na 115 metrů. Podle posledního průzkumu společnosti EKO-KOM jsou lidé ochotní v průměru chodit s tříděným odpadem 177 metrů [11].

Mezi základní druhy tříděných odpadů patří papír, sklo, plast, nápojový karton a kov:

- **sběr papíru** – papír se odhazuje do nádob, které mají modrou barvu. Do těchto nádob patří např. noviny, časopisy, kancelářský papír, reklamní letáky, knihy, sešity, krabice, lepenka, kartón, papírové obaly,
- **sběr plastů** – plast se odhazuje do nádob, které mají žlutou barvu. Do těchto nádob se odhazuje např. PET láhve od nápojů, kelímky, sáčky, fólie, výrobky a obaly z plastů, polystyrén,
- **sběr skla** – tento odpad se odhazuje do nádob, které mají zelenou barvu. Do těchto nádob patří např. láhve od nápojů, skleněné nádoby, skleněné střepey - tabulové

sklo. Do bílých nádob se pouze odhazují např. čiré skleněné láhve. Do bílých nádob nepatří barevné skleněné lahve, tabulové sklo, drátěné sklo, automobilové sklo,

- **sběr nápojových kartonů** – sbírají se do kontejnerů, nebo do speciálních pytlů. Tyto nádoby jsou označovány speciální nálepkou pro nápojové kartony,
- **sběr kovů** – tyto kovové odpady se odnášejí do sběren, nebo do sběrných dvorů.

Trendem pro umístění odpadu je podzemní zařízení. Společnost SSI SCHÄFER dodává podzemní kontejnery, které jsou určeny k třídění papíru, plastů a dvou druhů skla. Pro kontejnery typu Grambah je důležitou předností hydraulicky ovládané vyprazdňování. Kontejnery se liší od běžných tím, že jejich větší část je ukrytá pod zemí. Nad zemí jsou umístěny vhazovací šachty různých provedení. Kontejnery jsou nejlepším řešením v místech se soustředěným pohybem obyvatel [20].

2.6.3 Recyklace obalových odpadů

Vývoj trhu ve flexibilních obalech¹ v České republice zaznamenal od roku 2003 do roku 2008 zdvojnásobení na 46 tisíc tun. Nejrychlejší rozvíjení má segment balení vod do PET lahví. V internetovém seznamu zpracovatelů plastů v České republice je zúčastněno 648 firem, vlastní mechanickou recyklací se zabývá 78 firem. V třídění a recyklaci PET lahví působí nyní 38 firem a dosahují v České republice 60 % podílu recyklací ze všech nově vyrobených lahví. Recyklace je zaměřená například na výrobu stříže a kabelů nebo vláken a netkaných textilií. Uvedené aplikace nepostihují odbytovou krizi [9].

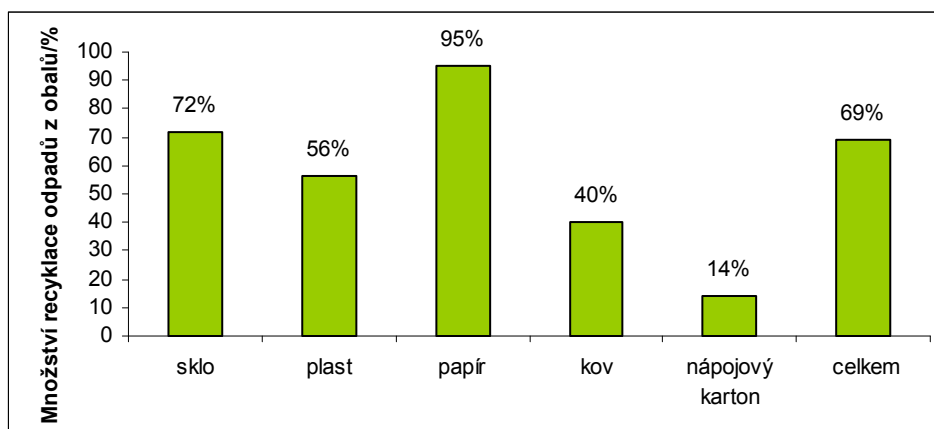
Recyklace je definována jako upravení odpadu, které vede k jeho dalšímu využití. Recyklací se snižuje zátěž na životní prostředí a šetří obnovitelné i neobnovitelné zdroje [16].

Recyklaci můžeme rozdělit do dvou skupin:

- **přímá recyklace** – znamená to využití starého materiálu, bez předchozích úprav.
- **nepřímá recyklace** – je to využití starého odpadu po nezbytných úpravách [16].

¹ Flexibilní obal – je jedno nebo více vrstev obal, který vzniká spojením vstupních materiálů (hliníková fólie, polyetyléntereftalát, polypropylen, polyetylenová fólie, případně papír. Předností těchto obalů: bariéra vůči plynům a vodním parám, aromatická těsnost, mechanická stabilita, tepelná odolnost, bariéra vůči slunečnímu a ultrafialovému záření. Používají se především pro balení majonéz, kávy, kečupů, suchých potravin a nápojů [10].

Graf č. 4 Recyklace odpadů z obalů



Zdroj: [11]

Na výše znázorněném grafu č. 4 je zachycena recyklace odpadů z obalů ze společnosti EKO-KOM. Tyto informace jsou z roku 2008.

Nové obaly typu AirPag² jsou novým trendem, které uvádí na trh česká pobočka firmy NEFAB. Jedná se o obal, který má do několika let nahradit dosud používaný EPS – polystyren. Obaly AirPag mají menší objem ve složeném stavu, nižší cenu a jsou šetrnější k životnímu prostředí. AirPag využívá minimum materiálu, které jsou recyklovatelné [5].

Recyklace papíru – sběrový papír získaný ze sběrných nádob se ve většině případů používá na výrobu lepenky nebo novin. Nejprve se sběrový papír v papírnách rozvlákňuje a poté upravuje mechanicky nebo chemicky. Mechanickou úpravou se vlákna ve vodní lázni mele kontinuálně v diskových mlýnech. Při chemické úpravě se do vlákniny přidává kationický škrob, barvy, klíždla, plniva a další chemické prostředky [17].

Směs, která vznikla, se pak na speciálních strojích zbavuje drobných nečistot např. kancelářské sponky nebo fólie, které jsou na obálkách. Základní surovinou pro výrobu papíru je vyčištěná směs, která se skladuje ve velkých zásobnících za stálého promíchávání. Samotná výroba papíru spočívá v nanášení této směsi na papírenské síto, kde se tvoří tenká vrstva papíru. Při nanášení na síto papírovina obsahuje 99 % vody, a proto je nejdůležitějším procesem sušení papíru [7].

Papír je možné recyklovat maximálně šestkrát, poté je papírové vlákno natolik krátké a nekvalitní, že se nezachytí na papírenských sítích [15].

² AirPag – je obalový materiál vyrobený z polyetylenové fólie. Zajišťuje ochranu proti nárazům a oděru [13].

Recyklace skla – pro tuto recyklaci je důležité, aby sklo bylo důkladně přetříděné a zbavené všech nečistot. Ve 100kg skleněného střepu pro sklárny může obsahovat maximálně jeden gram nečistot. Takto vysoké kvality lze docílit na velice složitých třídících zařízeních. Na těchto zařízeních se nejprve ze skla vyberou velké nečistoty, jako je např. keramika a další pevné částice. Poté se sklo nadrtí a pomocí dopravníků a vibračních sítí upravuje. Nakonec se čistí pomocí laserových čidel. Laserová čidla každý kousek prosvítí. Pokud se nepodaří některý střep prosvítit, znamená to, že se nejedná o sklo a tato malá částička se odfoukne vzduchovou tryskou. Tímto způsobem se získává skleněný střep pro sklárny [7].

Recyklace plastů – plastové předměty se mohou od sebe lišit chemickým složením, tvarem a barvou. Díky tomuto rozlišení se tyto plastové předměty dotřídí na dotřídovací lince. Na dotřídovacím pásu se ručně vybírají PET lahve, nádoby, fólie a pěnový polystyren. Výsledkem jsou balíky slisovaných plastů, které mají stejné chemické složení a dopravují se ke zpracovatelům, kteří se specializují na konkrétní druhy plastů. Výsledkem recyklace plastů je regranulát, který je vstupní surovinou pro výrobu nových plastů. Plasty se vyrábějí z malých peciček granulátu, který se zahřívá a poté vytlačuje do forem. Regranuláty z odpadních plastů jsou ve většině nových plastových výrobků. V PET lahvích je použito 10 – 30 % regranulátu ze starých PET lahví [7].

Recyklace nápojových kartonů - pro tuto recyklaci je podstatou papírová část. Nápojové kartony zpracovávají papírny stejně jako sběrový papír, který rozmixují ve vodní lázni. Vlákna, která jsou vysoce kvalitní, se použijí na výrobu jiných papírových obalů. Polyethylen a hliník se pak použijí jako např. palivo do cementáren nebo se zpracovávají na další výrobky. Další možností pro recyklaci nápojových kartonů je výroba stavebních a izolačních desek. V této druhé možnosti se nápojové kartony rozdrťí, vyperou, usuší a pak se při teplotách okolo 200 °C lisují do desek. Desky, které jsou vyrobeny tímto způsobem, mají mnoho vlastností podobných sádrokartonu a mají i podobné využití [7].

3 Technologie pro zpracování a využití odpadů z obalových materiálů

Technologie pro zpracování a využití obalových odpadů je členěna podle druhů použitých materiálů.

3.1 Papírový obalový odpad

Vysoká škola chemicko - technologická v Praze prováděla v roce 2005 spalovací zkoušky paliv na bázi odpadního papíru, kde bylo zjištěno, že emisní faktory alternativních paliv na bázi starého papíru jsou podobné hodnotám, které byly dosaženy při spalování dřevěných briket. Zvyšováním cen energií a snížením cen starého papíru je jedním z důvodů investorů o technologii výroby papírových briket. Důležitou podmínkou, která vede k úspěšné výrobě briket je velikost materiálu. Velikost materiálu by neměla přesahovat rozměr 20 x 20 mm. Studie jsou podloženy řadou odborných diskusí např. papír, je biopalivo, které nahrazuje topný olej a jiná fosilní paliva [8].

3.1.1 Sběrový papír a jeho způsoby využití

Do tohoto využití sběrového papíru patří tři základní způsoby:

- **Recyklace** – je to opětovné získávání a využití celulózových vláken. Tato recyklace je vhodným způsobem pro výrobu nového papíru nebo lepenky. Sběrový papír je na vstupu do recyklačního procesu dělen do jednotlivých tříd [3].
- **Kompostování** – je biologické odbourávání odpadu. V tomto případě musí být sběrový papír schopen fyzikálního, chemického a biologického rozkladu tak, aby konečným produktem byly pouze CO₂, H₂O a biomasa [3].
- **Energetické využití** – při tomto energetickém využití musí sběrový papír nebo z něj vyrobené palivo umožňovat energetické využití přímým spalováním při minimu škodlivých látek v popelu a v emisích za využití vzniklé tepelné energie [3].

3.1.2 Recyklace odpadního papíru

V papírenském průmyslu pouze můžeme rozeznávat tři druhy papírů:

Sběrový papír – je papír, karton nebo lepenka, který se po jejich vyrobení nějakým způsobem použije a splní svůj účel nebo úkol. Při tomto použití si zachová své hlavní papírenské, mechanické vlastnosti a čistotu. Tento sběrový papír se může vrátit jako sekundární surovina zpět do papíren k regeneraci vláken a k použití na jiné papíry, kartony a lepenky [3].

Výmět papírenský – tento výmět vzniká při výrobě papíru, kartonu a lepenky jejich vyřazením. Důvody pro který je vyřazen např. díry, zátrhy, nečistoty, nestejná plošná hmotnost, nedodržení barevných odstínů, vadné navíjení, nestejnoměrné natírání a záhyby. Výmět se obvykle ihned na místě výroby vrací zpět do technologického procesu, kde se stává součástí vláknité zanášky, bez újmy na kvalitě výrobku [3].

Odpadní papír nebo lepenka ze zpracování – tento odpadní papír vzniká při zpracování papíru, kartonu a lepenky na papírenské a lepenkářské výrobky. Jsou to např. odřezky papíru a lepenky, zbytky papírů z balíren a tiskáren [3].

3.1.3 Zpracování papírového obalového odpadu

Zpracování sběrového papíru, můžeme rozdělit do čtyřech základních skupin, které jsou suchou cestou, mokrou cestou, termodisperzní metoda a zesvětlovací způsoby.

Metoda suchou cestou se používá při zpracování čistého a tříděného papíru, nejčastěji vlastního výmětu. Proces, kterým se provádí tato metoda je založena na hnětení papíru v kolovém mlýnu, trhačích nebo hnětačích. Hnětením se látka mírně zahřívá a vlákna jsou hydratována. Tyto změny jsou způsobeny vlivem tlaku a ostatních působících sil. Během procesu se přidává malé množství vody, které má snížit sušinu vlákniny na 20 – 23 %. Nelze zpracovávat sběrový papír, který má horší jakost [3].

Metoda mokrou cestou se skládá z rozvláknění, odvláknění a třídění. Rozvlákněním se velké množství sběrového papíru převádí na vodolátku, která se dále zpracovává. Používají se horizontální a vertikální rozvláknovače. Další část tvoří dovláknovače při kterých se z rozvlákněné látky odstraňují zbytky shluků vláken. K dotřídění plovoucích nečistot se používá vibrační třídič, který má třídící otvory o průměru 3 – 6 mm [3].

Při termodisperzní metodě se musí nejdříve sběrový papír rozvláknit. Poté se očistí, zahustí na šroubových extraktorech a odvodní v kotoučových zahušťovačích. Zahuštěná látka se ohřívá párou na teplotu 120 – 145 °C. Zvýšená teplota způsobí dovláknění a rozptýlení tavitelných příměsí [3].

Zesvětlovací způsoby lze uskutečnit pouze u dobře tříděných materiálů. U tohoto způsobu lze z povrchu vláken potištěného papíru oddělit tiskové barvy a vrátit vláknům původní bělost.

3.2 Skleněný obalový odpad

Obalové sklo dobře snáší teplou i studenou náplň, lze v něm sterilizovat i pasterizovat. Hnědá sklovina udržuje obsah dlouho čerstvých. Jednou z významných vlastností skla je jeho recyklovatelnost [18].

3.2.1 Technologický odpad (vlastní střepy)

Střepy z vlastní výroby jsou nejlevnější surovinou sklářské vsázky, které jsou úsporou ostatních surovin a energie. Tyto střepy jsou tvořeny studeným odpadem od třídění, okraje plochého skla, hlavice foukaného skla, otěrky a někdy i rafinační odpad z řezáren plochého skla a dále horké kapky skla z granulace. Při manipulaci, se suchými střepy dochází k velké prašnosti, a proto musí docházet k vlhčení před jejich manipulací. Pomocí kladivových drtičů se suché střepy drtí podle potřeby [18].

3.2.2 Sběrový odpad (cizí střepy)

Celkové množství střepů ve vsázce závisí na jejich čistotě. Proto jsou nejvíce používané střepy při tavně zeleného skla, kde nedochází k problému s barevnou čistotou. Použitím vytříděného sběrového odpadu sklářských střepů může docházet k tomu, že budou přítomny cizorodé příměsi ve vsázce. Přítomností cizorodých příměsí se mohou způsobit těžké ztráty a lze je často přičíst lidskému činiteli. Tyto příčiny mohou být způsobeny nedbalostí a znečištěním dopravních prostředků [3].

Nejnebezpečnější cizí příměsi jsou takové materiály, které se ve skle nerozpouštějí. Mohou to být např. kovy, anorganické a organické látky. Ocel se ve střepích může vyskytnout v podobě korunkových uzávěrů, plechovek, drátů a šroubů. Část oceli, která je menší rozpustí se ve skle a barví ho, část se roztaví a vytvoří korodující kuličky. Pro odstranění feromagnetických příměsí se doporučuje provádět i ve sklárně magnetickou separaci u surovin [3].

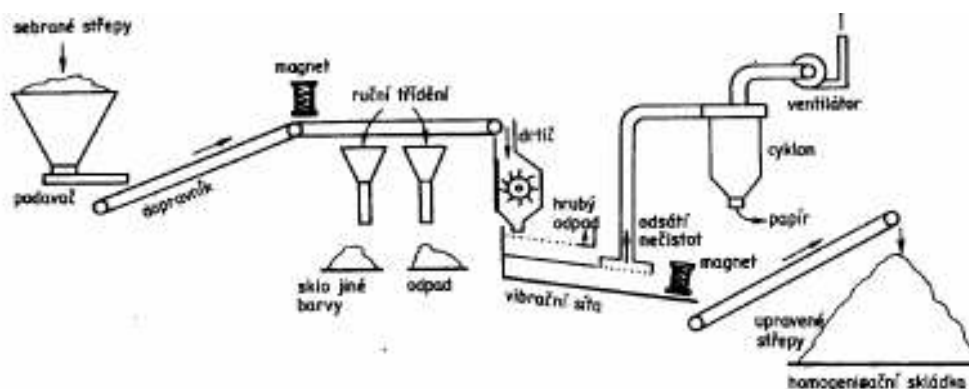
Další nebezpečnou příměsí může být hliník a hliníkové slitiny, které pocházejí především z uzávěrů lahví. Rychle se tavící částice se vznášejí ve sklovině, reagují s křemíkem a vytváří kuličky křemíku se žlutě zbarveným okolím. V tomto okolí kuliček

pak vznikají vlivem pnutí praskliny. Látky, které se rozpouštějí ve skle a vytvářejí ve výrobcích tzv. kamínky, jsou anorganické látky. Tyto látky mohou být např. porcelán, keramika, cihly, kamenina a beton. Drobné příměsi o velikosti cca 0,25 až 0,30 mm se v peci rozpustí a jsou méně nebezpečné. Organické látky, které mohou být např. papírové etikety, papír, karton a dřevo nejsou obvykle nebezpečné [3].

3.2.3 Zpracování skleněných obalových odpadů

Na obr. č. 5 je znázorněno schéma uspořádání technologické linky na úpravu střepeů. Z násypky dodává vibrační podavač střepe, které dále pokračují na dopravní pryžový pás, který je široký 800 až 1000 mm. V této části jsou střepe vlhčeny, aby nedocházelo k prášení. Dále následuje první magnetická separace závěsným separátorem s vynášecím pásem. Po magnetické separaci následuje ruční třídění na vodorovném pásu s regulovatelnou rychlostí 0,5 až 0,75 m.s⁻¹. V této části se ručně vybírají hrubé nečistoty, které mohou být např. sáčky, tašky a lahve z plastů, dřevo a ze smíšeného skla se vytřídí bílé lahve. Hrubě separované skleněný obalový odpad prochází drtičem. Další částí tohoto schématu je třídění pomocí sít a odsávání nečistot. U této linky se používají jednosítová nebo dvousítová zařízení, která odstraňují hrubý podíl nad 25 mm a někdy i jemný podíl pod 5 mm. Ve štěrbinové hubici se strhuje proud nasávaného vzduchu prachu, papíru, uvolněné hliníkové částice a další nečistoty ze střepeů, které se usazují v cyklonu. Následuje druhá magnetická separace a toto schéma je ukončeno uložením upravených střepeů. S rostoucím podílem hliníku ve střepech se vyžaduje zařadit v lince za separátory železných kovů ještě separátory neželezných kovů. U separátoru neželezných kovů se používají indukční detektory kovů a zařízení na principu vířivých proudů [18].

Obr. č. 5 Schéma technologické linky na úpravu střepeů



Zdroj: [18]

3.3 Nápojové kartónové obaly

Nápojové kartony jsou jednorázovým obalem a dále se zhodnocují (recyklují). Lze použít technologii pomocí Fiberflow nebo klasické linky vybavené separátory, které oddělí jednotlivé složky obalů. Separaci PE a Al od buničiny můžeme využít pro výrobu jiných papírů. Aplikací termodispergace je možné získat buničinu vhodnou do náročných papírů. Tyto obaly jsou energetickým zdrojem a jsou vyráběny z obnovitelných surovin, které se mohou využít jako fosilní paliva např. v cementářských pecích. Nápojové obaly lze také zhodnotit drcením a následným lisováním, při využití pojivého efektu obsaženého PE na deskový materiál, který slouží k výrobě např. kufříků a nádob na odpadky [22].

Nápojový karton je většinou vyroben ze tří různých vrstev materiálů. Každá vrstva má svou funkci. Jedním z kartónových obalů jsou trvanlivé obaly, které jsou tvořeny ze tří vrstev materiálu a několika vrstev polyetylenu a dále pak bezdřevého kartónu a hliníkové fólie. Dalším kartónovým obalem jsou obaly neaseptické, které obsahují pouze bezdřevý kartón a opět několik vrstev polyetylenu.

Nápojové kartóny, které nemají hliníkové vrstvy, se používají na potraviny k okamžité spotřebě. Nápojové kartóny, které mají hliníkovou fólii, dobře konzervují. Tyto nápojové kartóny se používají především u nápojů s prodlouženou trvanlivostí.

Objemově nejvýznamnější složkou je bezdřevý kartón, který tvoří základní materiál obalu z téměř 75 – 80 %. Následující složkou je polyetylen, který je aplikován v několika tenkých vrstvách. Poslední složka, která je využívána pouze u aseptických obalů je hliníková fólie, která poskytuje kyslíkovou bariéru. Ochranu také zajišťuje tenká fólie hliníku o tloušťce 0,007 mm. Na vnitřní stranu obalu se nanáší polyetylen, aby hliník nebyl v dlouhodobém kontaktu s potravinami [3].

Nápojové kartony lze recyklovat těmito způsoby:

- **Vířivé rozvláknění** – je to základní zpracovatelský postup, kterým jsou původní celulósová vlákna opět rozvolněna a z vlákniny se znovu vyrábí papír nebo lepenka. Tento způsob se řadu let uplatňuje při separaci a následné recyklaci vláken ze sběrového papíru a lepenky. Celý proces probíhá ve vířivém rozvláknovači, který je naplněn kartónovými obaly a vodou. Rozvlákněním jsou nevláknité materiály, tedy hliníkové fólie a polyetylen, oddělovány od buničiny [3].

- **Lisování za tepla** – lisováním za tepla lze kartónové obaly recyklovat, aniž bychom museli oddělovat jednotlivé vrstvy materiálu. Při tomto způsobu se rozdrčené kartóny vyperou, vysuší a nasypou do potřebné vrstvy, která se při teplotě 170 °C stlačí. Působením tepla se polyetylen roztaví a stlačenou směs vláken buničiny a hliníku spojí do pružné hmoty. Tato vzniklá hmota je rychle ochlazená a výsledkem je pevná deska s lesklým nepropustným povrchem. Při teplotě 170 °C lze vstupní rozdrčenou hmotu lisovat a upravovat [3].
- **Kompostování** – nápojový kartón je tvořen téměř z 80 % bezdřevým kartónem, který tvoří biologicky rozložitelnou složku v podobě celulózy. Tento proces může být urychlen rozřezáním kartónů na menší části. Souvislé vrstvy polyethylenu a hliníku proces zpomalují. Po rozkladu je možné polyetylen a hliník odstranit prosetím [3].

3.4 Plastový obalový odpad

Studie o enviromentálních odpadech nápojových obalů říká, že nejhleduplnějším obalem k životnímu prostředí patří PET obaly. Tato studie byla zadána Ministerstvu životního prostředí a byla vypracována týmem nezávislých odborníků. Výrobou nealkoholických nápojů podle studie nezatěžují životní prostředí ani jedním procentem. V jednom případě podíl byl přesažen při zpracování bauxitu, který se používá při výrobě hliníkových nápojových plechovek. Studie potvrzuje, že všech obalů pro nealkoholické nápoje jsou nejméně zatěžující pro životní prostředí PET obaly a nápojové kartony [12].

3.4.1 Zpracování plastového obalového odpadu

Plastové obalové odpady lze rozdělit na technologický a sběrový odpad. Vratný technologický odpad vzniká při výrobě, který lze snadno vrátit do výrobního procesu. Sběrový odpad se k likvidaci a zpracování získává sběrem. Tento odpad vzniká opotřebením výrobku.

Vratný technologický odpad mají za úkol zpracovávat výrobní nebo zpracovatelské závody. Tento odpad vzniká při výrobě a lze jej snadno vrátit do výrobního procesu. Podstatou je to, aby nebyl směsí různých materiálů a nebyl zbytečně znečištěn, protože třídění je potom velmi náročné a komplikuje a zvyšuje náklady na celý proces [3].

U zpracování sběrového odpadu záleží na organizaci sběru a třídění materiálu, protože bývá různě znečištěn. Zpracování sběrového odpadu je tímto komplikovanější.

Produktem je surovina, která je vhodná pouze pro výrobu plastových směsí. Směsi mají po všech stránkách horší vlastnosti. Netříděné plastové odpady ve směsích s dalšími materiály se zpracovávají např. na přepážky, cívky nebo meliorační trubky [3].

Celý proces je rozdělen do čtyř fází zpracování: třídění, drcení, zpracování a výroba předmětů. První fází je materiálová identifikace a separace plastového odpadu. Při výběru vhodného technologického postupu materiálové identifikace a separace záleží na druhu a složení plastového odpadu. Recyklace plastového obalového odpadu vyžaduje předběžné látkové třídění a odstraňování znečištění ve formě odlišných materiálů. Jednou z možností, jak stanovit druh plastu, je použití flotační metody nebo triboelektrického postupu třídění [3].

Druhou fází je drcení. Drcení bývá nutnou technologickou operací předcházející separaci plastového odpadu. Drcení je aplikováno na nožových a rázových drtičích a drtí se současně různé velikosti částic. Drť, která vznikla, se homogenizuje a přepravuje pneumaticky nebo transportérem do násypky. Z tohoto místa se šnekovým dopravníkem transportuje ke zpracovatelskému stroji. Poslední fází je vlastní proces zpracování na požadované úpravy a vlastnosti stanovené odběratelem [3].

3.4.2 Zdrobňování plastového obalového odpadu

U plastového obalového odpadu je tento proces zdrobňování založen u drtičů a mlýnů na řezání a krájení. Drtiče se obvykle používají k drcení plastových materiálů. K rozrušení velkých kusů odpadu se používají kladivové drtiče. Konstrukce drtičů je mohutná, aby odolala a zdolala odpor houževnatých a těžce drtitelných výrobků. Válcové drtiče jsou osazeny drtičícími a řezacími válci. Válcové drtiče jsou pro zvýšení efektivity osazeny kotouči. Kotouče jsou vzájemně odděleny separačními kroužky. Průchod plastového obalového odpadu drtičem se může i několikrát opakovat, aby byla zajištěna požadovaná výstupná kvalita nadrcené směsi [3].

Ke zdrobňování se také používají upravené klasické mlýny. Nejvíce používaný je nožový mlýn, který vyhovuje svou konstrukcí specifickým požadavkům na zpracování plastů. Jsou charakteristické četnými rotujícími a pevnými noži. Dále se používá kryogenní technika, která je využitelná jen při rozměňování termoplastů s nízkým bodem tavení.

Drtiče a mlýny slouží pro drcení a mletí malých a tenkých odpadů. Pro zpracování rozměrných odpadů se používají speciální soupravy.

3.4.3 Konečné postupy zpracování plastového obalového odpadu

Při konečném postupu zpracování plastového obalového odpadu je důležité rozlišit jeho původ. Zpracování technologického odpadu je snadnější než odpadu získaného sběrem. Zpracování plastového obalového odpadu lze rozdělit na regranulaci a přímou recyklaci ve formě výrobků.

Regranulace – první fází je příprava plastové drtě o požadované velikosti vstupní frakce. Poté je upravená plastová drť převáděna do plastického stavu v kontinuálních hnětacích strojích. Z kontinuálního hnětacího stroje je šnekovým vlačovacím zařízením homogenizovaný materiál dopraven do granulačního zařízení. Touto operací získá nadrcený plastový materiál konečný tvar regranulátu. Regranulát je vhodný pro přesné dávkování polymeru do zpracovatelských strojů [3].

Přímá recyklace ve formě výrobků – vstřikování a vlačování jsou klasickou technologií přímé výroby plastových výrobků.

Vstřikování je první přímou metodou výroby. Umožňuje rychlou, levnou a kvalitní výrobu. Základní proces je založen na vstřikování připraveného plastu do formy. Musí se vhodným způsobem nastavit nejen parametry, ale celý proces, zejména pak vstřikovací a uzavírací jednotky. Vysoké procento neshodných výrobků vzniká nevhodným nastavením.

Vylačování je druhou přímou metodou výroby. Při této metodě je hmota ve stavu plastickém vylačována hlavou o různém tvaru. Vylačovaný profil opouští vylačovací hlavici a není tvarově stabilní. Poté se musí chladit, tak aby si zachoval svůj tvar. Používají se pístové a šnekové vylačovací stroje [3].

Termické zpracování plastového obalového odpadu – termické zpracování plastů se využívá tehdy, kdy plasty nelze již využít materiálově. Pod tímto pojmem je zahrnuto spalování, pyrolýza a dále různé způsoby zplyňování a zkapalňování. Termické zpracování lze obecně charakterizovat jako působení na plastový odpad teplotou přesahující meze její chemické stability, popřípadě spolupůsobení teploty a kyslíku v prostředí s regulovaným obsahem kyslíku. Jednotlivé metody jsou spalování, zplyňování a pyrolýza [3].

Spalování – uplatňuje se vysoká výhřevnost platů. Spalování je prováděno v pecích na posuvném roštu ne při fluidním spalování. Podmínky pro spalování plastových odpadů je dostatek spalovacího vzduchu, dostatek tepla nutný k rychlému zahřátí odpadu na

zápalnou teplotu, dostatečná teplota hoření a dostatečné zdržení spalin v pásmu vysokých teplot [3].

Zplyňování – podstatou zplyňování je přeměna tepelným štěpením a nedokonalým spalováním na plynné palivo. Tento proces můžeme charakterizovat jako řízený tepelný rozklad při teplotách nad 800 °C s obsahem kyslíku v reakčním prostoru, směřující k přeměně uhlíkatých materiálů na plynné hořlavé látky požadovaného složení [3].

Pyrolýza – je to tepelný rozklad odpadních látek za nepřístupu oxidačních médií v reakčním prostoru při teplotách nejčastěji v rozmezí 500 °C až 1000 °C. Pyrolýza lze rozdělit na nízkoteplotní do 500 °C, středně teplotní 500 °C až 800 °C a vysokoteplotní nad 800 °C. Tato metoda je alternativou spalování a je možné ji uskutečnit v externě ohřívané retortě, koksové komoře, nebo rotační peci [3].

3.5 Textilní obalový odpad

Obalový textil, který je částečně roztříděný a separovaný dále prochází úpravou zušlechťováním a rozvlákňováním. Zušlechťované textilní odpady se dodávají zpracovatelům textilií pro výrobu přízí, netkaných textilií, plsti a lepenky.

3.5.1 Úprava zušlechťováním

U této úpravy je první fází **třídění**, které se provádí na třídících stolech nebo na třídících pásech. Pro toho třídění se používají stacionární nebo mobilní zásobníky. Použitím dopravníku je tok materiálu plně mechanizován. Druhou fází je **čištění**, kde se používají čisticí stroje mechanické a prací. Mechanické stroje s intenzívním proklepáváním, otáčejícími se válci s klepacími kolíky v uzavřeném prostoru klepacího stroje, kde je odsávání nečistot. Prací stroje se používají při znečištění látek mastnotou nebo barvou. Používají se kontinuální prací linky (praní, ždímání, oplachování, ždímání a sušení). Třetí fází je **karbonizace** textilních odpadů, kterou lze rozrušit a oddělit složku celulózy a vlny, a to jak ve formě rostlinných nečistot, tak celulózových vláken, přízí nebo textilií. Tento proces je založen na hydrolýze celulózy, která se vlivem anorganických kyselin mění v tmavou tzv. hydrocelulózu, která se rozpadá při mechanickém působení na prach. Poslední fází je **odbarvování a barvení**, kterým se stává materiál plně využitelným. Technologický postup závisí na druhu vláken, na jejich fyzikálně chemických vlastnostech a na použitých barvivech, které byly použity u původní textilie [21].

3.5.2 Úprava rozvlákňováním

Sekáním se upravuje textilie na maximální určitou maximální velikost. Sekací stroje jsou součástí rozvlákňovacích linek, které mají ústrojí gilotinové, a nožem pohybujícím se vertikálně nebo rotační nesečacími noži na rotoru. Mechanickým rozvlákňováním, které se provádí na trhacím stroji, jsou textilní vlákna značně namáhána, deformována a často přetržena. Vhodnou preparací materiálu lze zvýšit odolnost vláken tzv. maštěním. Masticí prostředek vytváří na vláknech jemný souvislý film, který snižuje tření mezi vlákny a zvyšuje pevnost a ohebnost [21].

Hrubé rozvolňování je vhodné provést u některých materiálů před rozvlákňováním. K tomuto se používají stroje souhrnně označované jako Pickem [21].

Trhací stroj je základním strojem pro rozvlákňování textilních odpadů. Používají se dva základní stroje, které se rozlišují podle konstrukčního uspořádání pracovních orgánů a směru otáčení trhacího bubnu. Prvním je trhací stroj s bubnem otáčejícím se nahoru, který pracuje samostatně nebo jako předtrhávací a druhým typem je trhací stroj s bubnem otáčejícím se dolů, který pracuje samostatně nebo jako dotrhávací. Rozvlákňováním textilního odpadu je tzv. trhanina. Jsou to ojednocená vlákna, která obsahují i části nerozvlákňovaných nití výchozího materiálu. Na trhacím stroji při vysoké intenzitě rozvlákňování dochází ke zkracování vláken. Úplného a kvalitního rozvlákňování lze dosáhnout průchodem materiálu většího množství trhacích bubnů [21].

3.6 Dřevěný obalový odpad

Patří k nejstarším obalovým materiálům díky své dostupnosti a zpracovatelnosti. Dřevo je přírodní materiál, který patří mezi málo obnovitelnou surovinu. Skládá se z celulózy, ligninu, hemicelulózy, vody a doprovodných složek. Za dřevěný obalový materiál se považují palety, bedny, přepravky, sudy, nakládací plošiny, podpěry, proklady a obalové zarážky vyrobené z nezpracovaného surového dřeva.

3.6.1 Technologie zpracování dřevěných obalových odpadů

Technologie používané pro zpracování dřevěných obalových odpadů jsou briketování, peletování, paketování a sušení [3].

3.6.1.1 Briketování

Při briketování se používá dřevěný odpad z tvrdého i měkkého dřeva, dřevotřísky, překližky atd. Briketováním lze zpracovat dřevěný odpad, který, dle typu, je možné použít pro další využití. Briketování využívá mechanických i chemických vlastností materiálů, které se použitím vysokotlakého lisování zhutňují bez přídavku pojiva. Zhutnění využívá tlaku a pryskyřic obsažených v lisovaném materiálu. Působením vysokého tlaku a tepla se uvolní z buněčných struktur dřeva lignin, který spojí jednotlivé částice do kompaktní brikety. Briketováním je dosaženo snížení objemu, které vede k jednodušší manipulaci a k značnému snížení nákladů na skladování a transport [3].

3.6.1.2 Peletování

Pelety vznikají zhutněním dřevěného odpadu. Produkt vzniklý peletováním musí být odolný proti nárazu. Produkt má průměr od 6 do 20 mm a délka do 40 mm. Surovina pro výrobu pelet je čistá, homogenní dřevní hmota ve formě pilin s minimem dřevního prachu. Vyrábějí se na protlačovacích matricových lisech z čisté dřevní hmoty [3].

3.6.1.3 Paketování

Tento způsob homogenizace materiálu se liší od briketování a peletování tím, že dochází pouze ke zmenšení objemu materiálu.

4 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo přistupovat ke zvolenému tématu “Rozbor nakládání s obalovými odpady“ zodpovědně tak, aby byla co nejvíce přiblížena problematika zpracování a následného využití obalových odpadů. Neboť každý z nás může svým přístupem k dané problematice denně přispět ke zmírnění zátěže životního prostředí. Tím je myšlena především nutnost třídění obalových odpadů tak, aby jednotlivé složky byly co nejefektivněji využitelné. V práci byly použity podklady od firmy EKO-KOM, a. s., která působí v oblasti problematiky odpadů a úzce spolupracuje s Ministerstvem životního prostředí. Při tvorbě práce byly čerpány podklady z českých platných zákonů upravujících oblast odpadů, obalů, odborné literatury (knihy, časopisy, noviny).

Na začátku je důležité si uvědomit, že v momentě, kdy obal přestane plnit účel, pro který byl vyroben, můžeme ho považovat za odpad. Převážná většina obalových odpadů je po následné úpravě velmi dobře využitelná a může dále sloužit jako vstupní surovina pro zpracování jiných výrobků. Aby byl proces recyklace účinný, je potřeba odpady z obalů roztřídit podle jednotlivých složek jejich materiálového složení. Pro snadnější třídění obalových odpadů podle druhů materiálu byly zavedeny tzv. recyklační značky. Konkrétní míra požadované recyklace a využití obalových odpadů byla stanovena zákonem č. 477/2001 Sb., o obalech, a to poprvé pro rok 2001.

V roce 2005 byla Česká republika jediným z nových členských států Evropské unie, který plnil požadavky Evropské unie na celkovou recyklaci obalů.

Během roku 2008 bylo v České republice recyklováno z hlediska obalových odpadů: 95 % papíru, 56 % plastů, 40 % kovů, 72 % skla a 14 % nápojových kartonů. Celková míra recyklace v roce 2008 dosáhla 69 %.

Situace v České republice se z hlediska obalových odpadů stále vyvíjí avšak veškeré činnosti, které se týkají sběru, třídění, recyklace a následného využití obalových odpadů jsou finančně náročné. Přesto se do budoucna počítá s dalšími investicemi do technických prvků a zařízení na recyklaci.

Ministerstvo životního prostředí se v současné době snaží podpořit financování nových technologií a recyklačních linek nejen pro obalový odpad prostřednictvím dotací. Konkrétně se jedná o Operační program Životního prostředí, který je financován z dotace Evropské unie. Celkem byla z Evropské unie na danou problematiku vyčleněna částka ve výši 250 milionů eur, což je přibližně 13 miliard korun.

5 Použitá literatura

Knihy

- [1] FILIP, J.: Odpadové hospodářství. Brno, MZLU v Brně, 2002, 118 s. ISBN 80-7157-608-5
- [2] KOLÁŘ, L., KUŽEL, S.: Odpadové hospodářství. České Budějovice, JU, 2000, 193 s. ISBN 80-7040-449-3
- [3] MÜLLER, M.: Zpracovny nekovového odpadu. Praha, ČZU v Praze, 2008, 154 s. ISBN 978-80-213-1840-3
- [4] SMEJTKOVÁ, A., DOBIÁŠ, J.: Obaly a obalová technika. Praha, ČZU v Praze, 2004, 126 s. ISBN 80-213-1315-3

Časopisy

- [5] AUTOR NEUVEDEN. Nové obaly s lepší recyklací. *Odpady*, 2008, č. 9, s. 6. ISSN 1210-4922.
- [6] AUTOR NEUVEDEN. Trh druhotných surovin se stabilizuje. *Odpady*, 2009, č. 5, s. 11. ISSN 1210-4922.
- [7] SPOLEČNOST EKO – KOM. Jak správně třídit odpad. *Právo – příloha: Dům & Bydlení*, 2010, č. 1, s. 22–25. ISSN 1211-2119.
- [8] ŠMEJKAL, M. Brikety ze starého papíru pro energetické využití. *Odpady*, 2009, č. 4, s. 12. ISSN 1210-4922.
- [9] VÖRÖS, F. Důležitým oborem průmyslu je vedle výroby i recyklace plastů. *Odpady*, 2010, č. 1, s. 15. ISSN 1210-4922

Internet

- [10] ALINVEST. [online]. [cit. 2010-04-17] Dostupné z: <http://www.alinvest.cz/cz/produkty/flexibilni-obaly-na-bazi-hliniku/vicevrstve-obaly-na-bazi-plastu/art_18799/article.aspx>
- [11] EKO – KOM. [online]. [cit. 2010-15-2] Dostupné z: <<http://www.ekokom.cz/>>
- [12] HUML, Z. PET obaly jsou vůči životnímu prostředí ohleduplné. [online]. [cit. 2010-4-1] Dostupné z: <<http://www.enviweb.cz/clanek/archiv/79668/pet-obaly-jsou-vuci-zivotnimu-prostredi-ohleduplne>>

- [13] NEFAB. [online]. [cit. 2010-04-17] Dostupné z: <http://www.nefab.cz/Air_Pak.aspx>
- [14] METODA ZNAČENÍ OBALŮ. [online]. [cit. 2010-3-10] Dostupné z: <http://www.adresarobalare.cz/cz/metodika_znaceni.php>
- [15] RECIFA. [online]. [cit. 2010-4-7] Dostupné z: <<http://www.recifa.cz/zpracovani-odpadu-019/>>
- [16] RECYKLACE. [online]. [cit. 2010-17-2] Dostupné z: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Recyklace>>
- [17] RECYKLACE PAPÍRU. [online]. [cit. 2010-3-29] Dostupné z: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Pap%C3%ADr>>
- [18] SKLENĚNÝ ODPAD. [online]. [cit. 2010-2-25] Dostupné z: <http://etext.czu.cz/img/skripta/64/tf_43b-1.pdf>
- [19] SKLO A NÁPOJOVÝ KARTON. [online]. [cit. 2010-3-2] Dostupné z: <http://www.tonda-obal.cz/index_trideni.htm>
- [20] SSI SCHÄFER. [online]. [cit. 2010-4-7] Dostupné z: <<http://www.ssi-schaefer.cz/Schaefer-Europa-OR.30611.0.html>>
- [21] TEXTILNÍ ODPAD. [online]. [cit. 2010-3-28] Dostupné z: <http://etext.czu.cz/img/skripta/64/tf_43e-1.pdf>
- [22] VÍTEK, M. Zhodnocení odpadu nápojových kartónových obalů. [online]. [cit. 2010-4-1] Dostupné z: <<http://www.enviweb.cz/clanek/archiv/78760/zhodnoceni-odpadu-napojovych-kartonovych-obalu>>
- [23] ZÁKON Č. 185/2001 SB., O ODPADECH A O ZMĚNĚ NĚKTERÝCH DALŠÍCH ZÁKONŮ. [online], [cit. 2010-2-25] Dostupné z: <<http://business.center.cz/business/pravo/zakony/odpady/cast1.aspx>>
- [24] ZÁKON Č. 477/2001 SB., ZÁKON O OBALECH VE ZNĚNÍ POZDĚJŠÍCH PŘEDPISŮ. [online], [cit. 2010-3-31] Dostupné z: <[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7//cz/legislativa_prilohy/\\$FILE/OODP-ZAK477_01_UPZN-080109.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7//cz/legislativa_prilohy/$FILE/OODP-ZAK477_01_UPZN-080109.pdf)>
- [25] ZNAČENÍ OBALŮ. [online]. [cit. 2010-3-10] Dostupné z: <http://www.ekoporadna.cz/wiki/doku.php?id=spotrebitel:co_znamenaji_znacky_na_obalech_trisipkovy_symbol_panacek_odhazujici_do_kose>

Normy

- [26] ČSN 77 0053 (2003): Obaly - Odpady z obalů – Pokyny a informace o nakládání s použitým obalem. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- [27] ČSN 77 0052-2 (2003): Odpady z obalů – Část 2: Identifikační značení obalů pro následné využití odpadu z obalů. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.