

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Nakládání s obaly a obalovými odpady

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr KRAUS**
Osobní číslo: **E11B0293P**
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Technická ekologie**
Název tématu: **Nakládání s obaly a obalovými odpady**
Zadávací katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

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

1. Popište současný stav v nakládání s obaly a obalovými odpady v ČR a zahraničí.
2. Analyzujte materiálový a energetický potenciál obalů a obalových odpadů.
3. Zjistěte možnosti využití ekodesignu v obalové technice.
4. Navrhněte způsoby zvýšení účinnosti systému nakládání s obaly a obalovými odpady.

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**
Rozsah pracovní zprávy: **20 - 30 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:


Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Eduard Ščerba, Ph.D.**
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání bakalářské práce: **15. října 2014**
Termín odevzdání bakalářské práce: **8. června 2015**


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2014

Abstrakt

Předkládaná bakalářská práce se věnuje současným trendům v obalové technice, popisuje druhy obalů a používaných materiálů, dále se zabývá způsoby využití, recyklace či odstranění obalových odpadů. V poslední části jsou návrhy pro vylepšení efektivity systému nakládání s obaly a obalovými odpady.

Klíčová slova

Obaly, obalové odpady, balení, recyklace, ekodesign, materiál, třídění, využití, druhotné suroviny, plasty, bioplasty, lahev, fólie, kontejner.

Abstract

The bachelor thesis is devoted to current trends in packaging technology, it describes various types of packages and materials used. It also deals with ways of using, recycling and disposal of packaging waste. In the last part of the work there are some suggestions how to improve the efficiency of the package and package wastes treatment.

Key words

Package, package wastes, wrap, recycling, eco-design, material, sorting, utilising, secondary raw materials, plastics, bioplastics, bottle, foil, container.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

.....

podpis

V Plzni dne 3.6.2015

Petr Kraus

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce Mgr. Eduardu Ščerbovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Obsah

OBSAH	8
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	9
ÚVOD	10
1 DRUHY OBALŮ, OBALOVÝCH MATERIÁLŮ A JEJICH ZNAČENÍ	11
1.1 ZÁKLADNÍ SUROVINY PRO VÝROBU OBALŮ	11
1.2 PŮVOD SUROVIN A JEJICH PŘEMĚNA NA OBALY	11
1.3 POPIS NEJROZŠÍŘENĚJŠÍCH DRUHŮ OBALŮ	15
2 SYSTÉM SBĚRU A RECYKLACE	20
2.1 SPOLEČNOSTI ZABÝVAJÍCÍ SE SVOZEM A ZPRACOVÁNÍM OBALŮ	20
2.2 LEGISLATIVA	22
2.3 ZÁLOHOVÁNÍ OBALŮ	23
2.4 SBĚRNÁ MÍSTA A NÁDOBY	23
2.5 TŘÍDĚNÍ	23
2.6 RECYKLACE.....	24
3 ZPŮSOBY NAKLÁDÁNÍ S OBALOVÝMI ODPADY	27
3.1 SPALOVÁNÍ (ENERGETICKÉ VYUŽITÍ)	27
3.2 KOMPOSTOVÁNÍ	28
3.3 DRCENÍ A MLETÍ	28
3.4 SKLÁDKOVÁNÍ.....	29
3.5 OBALOVÉ ODPADY V PŘÍRODĚ	29
3.6 OSTATNÍ VÝROBKY Z OBALOVÝCH MATERIÁLŮ.....	30
4 MATERIÁLOVÝ A ENERGETICKÝ POTENCIÁL OBALOVÝCH ODPADŮ	30
5 NÁVRHY ZVÝŠENÍ ÚČINNOSTI NAKLÁDÁNÍ S OBALY	32
5.1 ZNOVUPOUŽITELNÉ OBALY	32
5.2 ZVÝŠENÍ MNOŽSTVÍ ZÁLOHOVANÝCH OBALŮ	32
5.3 BIOPLASTY	33
5.3.1 <i>Plasty z biomasy</i>	33
5.3.2 <i>Biologicky odbouratelné plasty</i>	34
5.3.3 <i>Plasty se zkrácenou životností</i>	35
5.4 TŘÍDĚNÍ HLINÍKOVÝCH OBALŮ	35
5.5 NÁDOBY NA TŘÍDĚNÍ OBALŮ V DOMÁCNOSTECH	36
5.6 NOVÉ TECHNOLOGIE V OBLASTI TŘÍDĚNÍ	36
5.7 EKODESIGN V OBALOVÉ TECHNICE	36
5.7.1 <i>Co je ekodesign</i>	36
5.7.2 <i>Obaly šetrné k životnímu prostředí</i>	37
5.7.3 <i>Minimalizace přebytečného množství materiálu na obalech</i>	38
ZÁVĚR	39
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	40
PŘÍLOHY	1

Seznam symbolů a zkratek

ALU	hliník
BOP.....	biologicky odbouratelné plasty
C.....	kombinace materiálů
CENIA	česká informační agentura životního prostředí
CO ₂	oxid uhličitý
FE.....	železo
FOR.....	dřevo
FSC	Forest Stewardship Council
GL	sklo
HDPE	vysokohustotní polyethylen
LCA	Life Cycle Assessment
LDPE	nízkohustotní polyethylen
PAP	papír
PE.....	polyethylen
PES.....	polyester
PET	polyethylentereftalát
PLA	kyselina polyléčná
PP.....	polypropylen
PS.....	polystyren
PVC.....	polyvinylchlorid
PZŽ	plasty se zkrácenou životností
TEX.....	textil
ZEVO.....	zařízení na energetické využití odpadů

Úvod

Už od dávných dob lidstvo využívalo obaly, zejména pro uskladnění a ochranu potravin. Hybnou silou pokroku jsou války, a to platí i pro rozvoj obalové techniky. Když bylo potřeba za napoleonských válek dodat vojákům na frontu požitelné jídlo, zrodily se konzervy. Využívání obalů ve velké míře nastalo až ve 20. století, s rostoucí rozmanitostí výrobků rostl i objem používaných obalů. V současné době se dnes a denně setkáváme se zbožím, které ať už je zpracováváno strojově nebo ručně, musí být z určitých hygienických nebo přepravních důvodů baleno do obalů z různých materiálů. Otázkou je, jestli jsou tyto obaly vždy zapotřebí a jestli jich není zbytečně nadužíváno.

Kritérií pro použití daného materiálu pro obal výrobku je mnoho, například zdravotní nezávadnost, vzduchotěsnost, hmotnost, cena, recyklovatelnost, průhlednost, tlumící schopnost, odolnost vůči chemikáliím a další. Obaly ale hrají roli i v marketingu, neboť často je obal tím, co prodává výrobek. V tom je někdy problém, protože se přidává materiál navíc, aniž by měl jakoukoliv jinou funkci kromě poutače zákazníků. Jistou alternativou všudypřítomných obalů v potravinářství je používání znovupoužitelných obalů a nákup potravin na váhu.

Jelikož se obal po použití stává odpadem, je potřeba si položit otázku: „Kam s ním?“ Dnes už naštěstí není jediným způsobem likvidace obalových odpadů vyvezení na skládku. Přestože tam mnohdy zbytečně končí, jejich následné využití může být různé – od znovuvyužití v podobě recyklovaného obalu až po úplně jiný výrobek. Pokud však nelze takto materiál využít, nesmíme zapomínat na jeho energetický potenciál, který se využije jeho spálením.

1 Druhy obalů, obalových materiálů a jejich značení

1.1 Základní suroviny pro výrobu obalů

Obaly lze rozlišovat podle použitého materiálu. Jejich složení je také určující pro následné třídění obalových odpadů. Výchozích surovin je několik druhů (v závorkách jsou uvedeny používané zkratky):

- kovy
 - železo (FE)
 - hliník (ALU)
- sklo (GL)
- plasty
 - polyethylen (PE)
 - vysokohustotní polyethylen (PE-HD nebo HDPE)
 - nízkohustotní polyethylen (PE-LD nebo LDPE)
 - polypropylen (PP)
 - polystyren (PS)
 - polyvinylchlorid (PVC)
 - polyethylentereftalát (PET)
- papír (PAP)
- dřevo (FOR)
- textil (TEX)
- kombinace materiálů (C/převažující materiál)

1.2 Původ surovin a jejich přeměna na obaly

Některé obalové materiály lze opakovaně (cyklicky) využít ke stejnému účelu, na počátku oběhového cyklu se ale musí dodat čisté suroviny. Některé jsou dostupné téměř všude, jiné se vyskytují pouze v některých částech světa, jejich dostupnost závisí na aktuálním dění v těchto zemích, proto o nich lze hovořit jako o tzv. strategických surovinách.

Zde jsou uvedeny jednotlivé skupiny materiálů:

Plasty (umělé hmoty)

Syntetické plasty využívané v obalové technice se produkují především z ropy. Naleziště ropy jsou rozptýlena po celém světě, ne všude se ale finančně vyplatí její těžba nebo není technologicky dostupná. Zásoby ropy nejsou neomezené, proto jsou možnou alternativou bioplasty, o kterých se zmíním později. Ropné frakce oddělené v rafinériích míří do petrochemických závodů, kde se dále zpracovávají na základní petrochemikálie.

Polymerizací malých molekul (monomerů) vznikají molekuly s velmi dlouhými řetězci - polymery. Pro výrobu většiny plastových obalů se používají tzv. termoplasty - plasty, které jsou po zahřátí nad určitou teplotu tvárné (plastické) a po ochlazení se stanou pevnými, přičemž tento proces lze opakovat. Opakem jsou reaktoplasty, které lze za tepla vytvarovat pouze jednou. Reaktoplasty se v obalové technice téměř nepoužívají.

Výchozí polotovar pro výrobu plastů je ve formě granulátu, který je obvykle zahříván a pod tlakem vyfukován nebo vstříkován do forem. K vylepšení vlastností některých plastů se přidávají aditiva (stabilizátory, barviva, změkčovadla), která ale mohou mít zdraví škodlivé účinky (např. ftaláty) a ztěžovat recyklaci obalů. [1]

Sklo

Základní surovinou pro výrobu skla je obvykle křemičitý písek (oxid křemičitý). Ze směsi jemně mletého sklářského písku a dalších přísad se vytvoří tzv. sklářský kmen, který se taví ve sklářských pecích při teplotách kolem 1500 °C. Tavenina se převážně strojově vyfukuje do forem požadovaných tvarů. Sklo se obecně dělí podle chemického složení. Obalové sklo lze dělit na čiré a barevné, barvy zelené a hnědé. Skleněným obalům u nás dominují hlavně pivní lahve, lahve na víno a ostatní alkohol, či zavařovací sklenice.

Železo

Čisté železo ve formě slitiny s uhlíkem se získává ze železné rudy redukcí ve vysoké peci. Množství obsaženého uhlíku a dalších legujících příměsí v ocelích určuje jejich vlastnosti, jako je různá tvrdost či korozivzdornost. Železo je čtvrtý nejrozšířenější prvek na Zemi, přičemž největší světová naleziště se nacházejí v Číně, Brazílii a Austrálii. Nalézá široké uplatnění v obalové technice zejména pro svoji pevnost a stálost, využívá se pro produkci obalů, jakými mohou být například plechovky, konzervy, sudy pro nápoje (Keg), zátky pro skleněné lahve. Pokud není železo ve formě nereznoucí oceli, dostává povrchovou úpravu ve formě pokovování (pocínované konzervy) či lakování. Velkoobjemovými obaly lze nazvat přepravní kontejnery využívané v lodní, železniční a kamionové přepravě. [2]

Hliník

Hliník je velmi lehký, jedná se o nejrozšířenější kov a třetí nejrozšířenější prvek v zemské kůře, kde je rozptýlen ve svých sloučeninách. Nejznámější rudou je bauxit, ze kterého se také hliník nejčastěji získává. Na výrobu jedné tuny hliníku jsou potřeba čtyři tuny bauxitu. Nejvíce bauxitu se vytěží v Austrálii, dále v Číně a Brazílii. Výroba čistého hliníku je složitější než u železa, využívá se elektrolýzy, pomocí které se z taveniny kovové rudy vylučuje hliník. Povrch čistého hliníku se na vzduchu rychle pokrývá vrstvou oxidu hlinitého, který jej chrání před další oxidací. Díky svým vlastnostem se hliník využívá ke zhotovení nápojových plechovek (více než 40% světové produkce), obalů sprejů a hliníkových fólií (alobal). [3]

Dřevo

Dřevo je považováno za obnovitelný zdroj materiálu při plánovaném lesním hospodaření, kdy se vykácené plochy opět průběžně osazují novými dřevinami. Rychle rostoucí dřeviny pěstované na plantážích mohou poskytovat zdroj dřeva v kratším časovém horizontu než běžné lesy, mizí však druhová rozmanitost, která má vliv na celý ekosystém. Typickým zástupcem plantážových dřevin jsou eukalypty, které v tropických oblastech rostou velmi rychle. Obalovými výrobky ze dřeva jsou hlavně bedny a palety, dříve byly běžné také sudy.

Dřevo je rovněž výchozí surovinou pro papírenský průmysl. Buničina ze dřeva (i jiné rostlinné vláknité materiály) míří do papíren, kde prochází procesem rozvlákňování a dalšího zpracování. Pro výrobu papírových obalů, jako jsou sáčky a krabice, je obvykle zbytečné používat cennou dřevní hmotu, postačí recyklovaný papír.

Na obalech vyrobených ze dřeva, tedy i papírových, se objevuje značení FSC se symbolem stromu. FSC je značka certifikace Forest Stewardship Council, kterou uděluje stejnojmenná celosvětová nezisková organizace. Tato značka udržitelného lesního hospodářství by měla zajistit, že dřevo použité na výrobu pochází z lesů s použitím přírodně blízkého hospodaření, a ne z neznámých zdrojů, jako je nelegální těžba v deštných pralesích. [4]

Textil

Umělé textilie se vyrábí z již zmíněných plastů a mohou mít různé vlastnosti podle způsobu využití. Příkladem jsou pytle z polypropylenu, často používané na obilí, nebo rašlové pytle na brambory a zeleninu. Součástí obalů jsou také vázací pásy sloužící k fixování a zabezpečení zboží. Alternativou k ocelovým vázacím páskám jsou vázací pásy z umělých vláken z PP, PET nebo PES.

Přírodní vlákna se získávají z rostlin, nejčastěji z bavlny. Pro obalové materiály jsou významná jutová vlákna získávaná z jutovníku, z nich se nejvíce vyrábí pytlovina, využívaná na pytle a vaky. Předním světovým producentem juty je Indie (60 % celkové produkce), dalšími producenty jsou zejména státy v Asii. Za zmínku stojí i konopí, z jehož vláken se pro svou pevnost vyrábí lana a provazy.

Kombinované (kompozitní) materiály

Kombinace více materiálů v jednom obalu znesnadňuje třídění a následné zpracování obalových odpadů, tudíž tyto obaly mohou končit ve směsném odpadu. Pokud je takový obal znovu využitelný, rozhoduje převažující materiál, ze kterého je vyroben. Ve většině případů je zbytečné takové obaly vůbec vyrábět, pokud tato kombinace neplní nějakou nenahraditelnou funkci. Typickým zástupcem takových obalů jsou blistry na léky nebo papírové obálky

s bublinkovou fólií uvnitř. Příkladem obalů se zajištěným následným zpracováním jsou nápojové kartony.

Ostatní

Samozřejmě nelze vyjmenovat všechny druhy materiálů, které se používají na obaly, udělat lze výčet pouze těch, které se používají běžně u široké škály výrobků. Ani systém třídění obalových odpadů nemůže obsáhnout všechny typy obalů, je tedy na místě, pokud se používají pro nějaký specifický druh výrobku, aby jejich výrobce zajistil i způsob jejich využití nebo likvidace. Když se tak nestane, končí většinou v komunálním odpadu.

1.3 Popis nejrozšířenějších druhů obalů

PET lahve

Nejpoužívanější plastové lahve jsou vyráběny z polyethyltereftalátu, což je termoplast ze skupiny polyesterů, vyvinutý v roce 1941. Jeho výroba spočívá v esterifikaci ethylenglykolu s kyselinou tereftalovou nebo transesterifikaci dimethyltereftalátu. Při dalším zpracování je možné různou rychlostí chladnutí taveniny měnit vlastnosti produktu od průhledného po zakalený a docílit různé tvrdosti v závislosti na tloušťce.

Z výchozího materiálu se nejdříve vyrobí na vstřikolisech malé polotovary zvané preformy a z nich se poté po zahřátí vyfouknou klasické lahve. PET láhev jako spotřební obal je tvořena kromě samotného těla z PET také uzávěrem s pojistným kroužkem z PE nebo PP a etiketou z PP nebo papíru přilepenou lepidlem. Tato směs materiálů a barevná odlišnost komplikuje možnost výroby PET lahví z recyklátu, který je smíšením degradován a ztrácí čírost. [5] [6] [7]

Skleněné lahve

Lahve na nápoje ze skla jsou jedním z nejdéle se používajících druhů nápojových obalů. Jejich přednostmi jsou zdravotní nezávadnost, stálost materiálu, tedy i možnost dlouhé doby skladování, odolnost při transportu, mnohonásobné použití i efektivní recyklace. Nedílnou součástí skleněných lahví jsou uzávěry, které mohou mít podobu korkové zátky, hliníkového

šroubovacího víčka, třmenového či korunkového uzávěru. Jako nositel informací o obsahu se obvykle používá přilepená papírová etiketa.

Hliníkové nápojové obaly

Nápojové obaly z hliníku (dále jen „plechovky“) jsou malospotřebitelským balením pro nápoje syčené CO₂, nejčastěji pivo a limonády. Počátky jejich výroby se datují již rokem 1958. Hliník je lehčí než železo, proto dostal přednost právě u nápojových plechovek, kde není zapotřebí větší pevnost ocelového plechu. Postupným ubíráním materiálu se podařilo snížit hmotnost z původních 100 gramů na dnešních 25 gramů (objem 330 ml, tloušťka stěny 0,08 mm). Plechovky jsou vyráběny jako jednoduché válcové nádoby s lemem na okrajích. Na vrchu plechovky v místě otvírání je oválný prolis se zeslabenou drážkou, kterou při otevírání promáčkne přinýtované kovové očko.

Na evropském trhu jsou rozšířené hliníkové plechovky v objemech 0,33 a 0,5 litru, vyrábí se také soudky na pivo o objemu 5 l. V zahraničí se používají i objemy 0,15 l (nápoje podávané v letadlech), 0,25 l (pro energetické nápoje) či 0,355 l (v USA, odpovídá 12 uncím). V současné době u nás chybí systém nádob na třídění hliníkových obalů, přestože jsou hliníkové plechovky recyklovatelné. [8]

Hliníkové fólie

Hliníková fólie, jiným názvem alobal, je pevnější a levnější náhradou dříve používaného staniolu (cínová fólie). Alobal je tenká hliníková vrstva o tloušťce od 0,006 do 0,2 mm, v domácnostech se nejčastěji používá alobal o tloušťce 0,015 mm. Dobře se tvaruje, není však příliš pevný, proto se pro průmyslové balení často používá v kombinaci s papírem nebo plastem. Využíván je pro svoji tvarovatelnost, tepelnou i elektrickou vodivost či neprůsvitnost. Přibližně 75 % evropské produkce alobalu je využíváno v obalové technice. [9]

[10]

Plastové fólie

Na výrobu plastových fólií se používá prakticky většina druhů běžných plastů. Hovorově se plastové fólii říká igelit, to je ale většinou nesprávné označení. Igelit byl původně obchodní

značkou měkčeného PVC vyráběného německým koncernem IG Farben od roku 1935. Toto označení postupně zlidovělo a dnes se například výrazem igelitová taška myslí výrobek z nízkohustotního polyethylenu či polypropylenu.

Dalším označením fólií je mikroten, což byla obchodní značka českého podniku Granitol. Toto označení také přešlo do hovorového jazyka, ale obvykle stále označuje původní výrobek, tady tenkou fólii z vysokohustotního polyethylenu nejčastěji používanou na potravinářské sáčky či odpadkové pytle. HDPE má oproti LDPE vyšší pevnost, proto může být fólie tenčí, její tloušťka je okolo 0,03 mm. Z LDPE se také vyrábí bublinková fólie, vynalezená v roce 1957, určená pro ochranu zboží při přepravě nebo smrštitelné (stretch) fólie pro skupinové balení. Z již zmíněné PP fólie se kromě tašek vyrábí i většina plastových obalů na běžné potraviny jako balené pečivo, cukrovinky, slané pochutiny i hygienické pomůcky.

Druhem plastové fólie je i celofán. Poprvé byl představen v roce 1912 a běžně se vyráběl od 20. let minulého století. Přípravoval se z dřevěné celulózy působením chemikálií, útlum však přišel s nástupem syntetických plastů. I v současné době se ale stále vyrábí pro své dobré vlastnosti. Je zdravotně nezávadný, nepropustný pro vodu a vzduch a je biologicky degradovatelný, dá se tedy říci, že i ekologický. Využití nachází v balení potravin a cigaret. [11] [12] [13] [14]

Plastové přepravky

Mnohoúčelové transportní a skladovací obaly použitelné opakovaně, nejčastěji v provedení pro pojmutí pivních lahví, potravin (jako maso, ovoce nebo pečivo) i jiných nepotravinových výrobků. Vyrábí se z PE, PP nebo regranulátu, konkrétně přepravky na lahve z HDPE. Existují i standardizované europřepravky v několika velikostech pro použití nejen v potravinářském průmyslu. Jsou stohovatelné i v případě různých rozměrů a vhodné pro přepravu na plastových europaletách.



Obr. 1: Europřevraky (převzato z [1 O])

Sudy Keg

Tyto vratné nápojové sudy, které dnes našly široké uplatnění v gastronomii, vznikly v roce 1964 ve Velké Británii. Sud Keg je válcová nádoba s klenutými dny, vyrobená z nerezového plechu o tloušťce od 1,5 do 2 mm. Uprostřed horní části je ventil, kterým se sud plní i vyprazdňuje a umožňuje nasazení výčepní armatury.

Sud se plní plynem (CO₂ nebo dusík), který slouží i jako hnací plyn. V plášti může být zakomponován i izolační materiál. Díky zesíleným lemům v horní a dolní části jsou sudy stohovatelné, tudíž lze maximálně využít místo při přepravě a skladování. Běžně se vyrábějí o objemech 15, 20, 30 a 50 litrů. Pro evropský trh se značí jako EURO Keg, pro severoamerický trh se značí US Keg a liší se v rozměrech. Výrobci nápojů mají k dispozici automatizované myčky a plničky. Sudy CoolKeg se samochladicí technologií využívají dvoukomorový dutý plášť, kde je v oddělených komorách voda a minerál zeolit, jejichž reakcí dojde k ochlazení sudu. [15] [16] [17]

Kartonové krabice

Kartonové krabice jsou vyráběny z tvrdšího papíru (kartonu), který je propojen v několika vrstvách lepidlem a je označován jako vlnitá lepenka. Pro výrobu je vhodný recyklovaný papír. Výhodou těchto krabic z papíru je jejich lehkost a do značné míry i pevnost, dalším kladem je jejich skladnost v případě složení nebo slisování. Pro zvýšení odolnosti se na krabice nanáší voskový povlak, který ale ztěžuje následnou recyklaci. Použití nacházejí v široké škále baleného zboží, ale nejsou vhodné pro užití venku za nepříznivého počasí.

Nápojové kartony

Zvláštní kategorií jsou nápojové kartony, které se vyrábějí z několika prokládaných vrstev a obsahují papír, plast (většinou polyethylen) i hliník. Papírový karton, tvořící okolo 75% hmotnosti obalu, zajišťuje pevnost, tvar a nízkou hmotnost obalu, polyethylenové fólie zabraňují vytečení obsahu, pronikání vlhkosti a mikroorganismů a hliníková fólie chrání obsah obalu před světlem a změnou chuti. Jedním z největších světových výrobců je společnost Tetra Pak.

Nápojové kartony se dělí na aseptické a neaseptické. Aseptické obsahují 6 vrstev (1x papír, 4x polyethylen, 1x hliník) a používají se pro uchování trvanlivých výrobků bez potřeby chlazení či konzervantů. Neaseptické obsahují 4 vrstvy (1x papír, 3x polyethylen) a používají se pro tepelně ošetřené nebo chlazené výrobky k rychlé spotřebě. Výhodou proti skleněným obalům je nízká hmotnost, lepší skladovatelnost a menší náchylnost k rozbití. Nevýhodou je náročnější výroba a někdy i neprůhlednost, kdy nelze zjistit, v jakém stavu se nachází obsah obalu. [18] [19] [20]

Přepravní kontejnery

Rozměrově standardizované kontejnery, někdy označované jako ISO kontejnery se používají hlavně v lodní, železniční i silniční dopravě od druhé světové války, kdy je začala používat americká armáda. Technická unifikace zajišťuje jejich snadnou manipulaci, skladování a stohování. Jsou určeny pro ochranu a transport zboží všeho druhu, omezeného pouze velikostí.

Plášť kontejneru obvykle tvoří profilovaný ocelový plech o tloušťce 2 mm. Běžně se vyrábí v délce 20 stop (6 m) a 40 stop (12 m). Existují i speciální větší (High-cube) kontejnery, které se svými rozměry trochu odlišují. Právě standardizované rozměry a opakovatelné použití jsou výhodou, proč se tyto obaly používají, nevýhodou je jejich hmotnost (2 200–4 800 kg), která se musí zbytečně přepravovat navíc. Když kontejnery doslouží, železný šrot se opět recykluje na nové ocelové výrobky. [21]

Transportní palety

Jednorázové palety s nízkou životností zbytečně využívají dřevo, které je potřeba po jejich dosloužení zlikvidovat. Využití např. pro výrobu papíru komplikují hřeby a také fakt, že jsou po malých množstvích rozmístěny na různých místech tak, že by se nevyplatil jejich svoz. Jednorázové palety tedy končí u příjemce zboží a jsou často likvidovány spálením. Výměnné dřevěné europalety, rozšířené v Evropě, mají normované rozměry s plochou 1200 x 800 x 144 mm. Rozměry umožňují používání speciálních balících strojů a vysokozdvizných vozíků, kterými lze palety přesouvat nebo prázdné stohovat.

Europalety se hodí pro transport na železnici, ale nejsou úplně vhodné pro přepravu v ISO kontejnerech, protože používají evropské délkové míry a kontejnery zase ty americké, proto by prostor nebyl ideálně využitý. Pokud nejsou europalety poškozené, jsou opětovně používané a vykupované distributory. Při poškození je lze opravit. Existují i plastové europalety s vyšší životností, které jsou hygienické, proto se hodí pro přepravu potravin. Jsou i plně recyklovatelné. [22] [23]

2 Systém sběru a recyklace

2.1 Společnosti zabývající se svozem a zpracováním obalů

EKO-KOM

V České republice je v současnosti jedinou státem autorizovanou společností, která celorepublikově zajišťuje třídění, recyklaci a využití obalového odpadu, nezisková akciová společnost EKO-KOM. Společnost EKO-KOM byla založena v roce 1997 průmyslovými podniky vyrábějícími balené zboží a vytvořila stejnojmenný komplexní systém nakládání s obaly. Na podniky, které se zapojí do Systému EKO-KOM je pohlíženo jako na subjekty, které mají zajištěný zpětný odběr a využití obalových odpadů tak, jak je státem požadováno.

Zaměřuje se také na osvětovou činnost s cílem vzdělávat žáky škol a ostatní občany v oblasti třídění odpadů. [24]

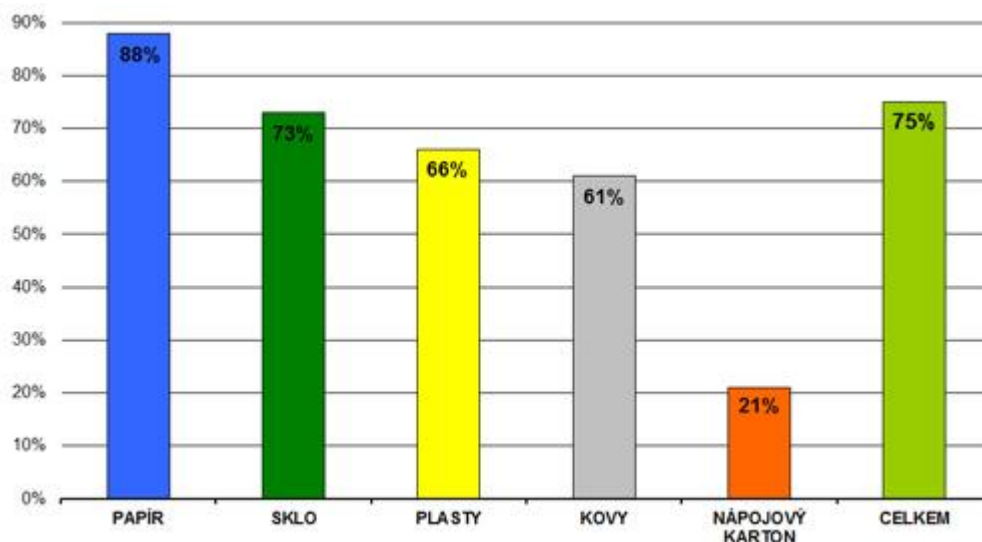
Výsledky systému EKO-KOM

Tento český systém byl v roce 2014 vyhodnocen jako nejefektivnější v nákladech na třídění a recyklaci v porovnání s evropskými zeměmi. Za dobu svého působení do konce roku 2014 zajistil EKO-KOM využití téměř 7,5 milionu tun obalových odpadů. Do sběrného systému je zapojeno 6 073 obcí v ČR a 20 277 firem zabývajících se baleným zbožím, tento počet se drží dlouhodobě na podobné úrovni. Své odpady z obalů třídí 72 % populace v ČR. K recyklaci je využita 1/5 z domovního odpadu a přes 2/3 všech obalů. Další číselné údaje jsou vidět v tabulce. [25] [26]

	2010	2011	2012	2013	2014
Počet klientů	20 591	20 482	20 241	20 233	20 277
Obaly uvedené na trh v ČR (t)	2 626 081	3 099 862	2 761 722	2 845 928	2 979 976
z toho nevrátne	837 615	864 106	866 382	898 651	921 799
	32%	28%	31%	31%	31%
z toho vratné	1 788 465	2 235 756	1 895 339	1 947 277	2 058 177
	68%	72%	69%	69%	69%
Podíl na trhu obalů v ČR (%)	81%	81%	81%	81%	81%
Celkem využitý odpad (t)	603 144	621 273	607 005	635 892	690 047

Tab. 1: Výsledky EKO-KOM v letech 2010–2014 (převzato z [1 T])

Z následujícího grafu je patrné, že nejvíce recyklovaným materiálem v ČR je papír, dále sklo, plasty a kovy jsou téměř na stejné úrovni. K nejméně využívaným patří nápojové kartony.



Obr. 2: Dosažená míra recyklace a využití odpadů z obalů za rok 2014 (převzato z [2 O])

System Zelený bod

Označení obalu značkou Zeleného bodu znamená, že byl za obal uhrazen finanční příspěvek organizaci odpovědné za zpětný odběr a využití obalových odpadů. Ochranná známka Zelený bod je užívána systémy Zeleného bodu v členských státech Evropské unie. V České republice je nositelem práv pro používání této značky společnost EKO-KOM, která její používání poskytuje svým klientům, ale vztahuje se na použití jen na území ČR. V Německu má tento systém název Der Grüne Punkt, v Rakousku Altstoff Recycling Austria, na Slovensku ENVI-PAK, v Polsku Rekopol a například ve Francii Éco-Emballages. [27]

2.2 Legislativa

V současné době je platným zákonem týkajícím se obalů a obalových odpadů Zákon o obalech č. 477/2001 Sb. Ten definuje obal jako výrobek zhotovený z jakéhokoliv materiálu určený k pojmutí, ochraně, manipulaci, dodávce či prezentaci výrobku spotřebiteli či jinému konečnému uživateli.

Zákon dále určuje povinnosti producentů obalů, jejich evidenci a zpětný odběr a obsahuje další opatření spojená s obaly. Značení materiálů, ze kterých je obal vyroben, není od účinnosti novely zákona č. 66/2006 Sb. zákonem nařízené, pouze doporučené, ale pokud je toto značení použité, musí být v souladu s právem Evropského společenství. V souladu s tímto značením je i česká technická norma ČSN 770052-2. [28] [29]

2.3 Zálohování obalů

V České republice se setkáme se zálohováním převážně skleněných lahví, jejich přepravek nebo sudů. Je to způsob, jakým si výrobce zajistí návrat opakovaně použitelných obalů do oběhu, případně jejich materiálovou recyklaci. U skleněných lahví se počet oběhových cyklů pohybuje kolem 40, u znovuplnitelných PET lahví, které se ale u nás nepoužívají, kolem 15. Na zálohování skleněných obalů, tedy vratných lahví, se vztahuje i nařízení státu pro prodejce nápojů, kteří v daných případech musí používat vratné lahve a zajistit jejich zpětný odběr. Záloha pro standardní pивní lahve o objemu 0,5 l činí 3 Kč, u ostatních se může lišit.

2.4 Sběrná místa a nádoby

Barevné kontejnery

Nádobám na třídění obalových odpadů podle jejich materiálu se říká barevné kontejnery, protože jsou obvykle barevně odlišeny. Pro bílé sklo se používá bílý kontejner, pro barevné sklo zelený, pro plasty žlutý, na papír modrý a pro nápojové kartony oranžový. Každý takový kontejner má i označení, kde bývá sdělení, co do něj patří. V ČR bylo v roce 2015 umístěno 253 127 kontejnerů na tříděné obaly. O jejich vyprazdňování se starají uzpůsobené svozové vozy s hydraulickým ramenem. [30]

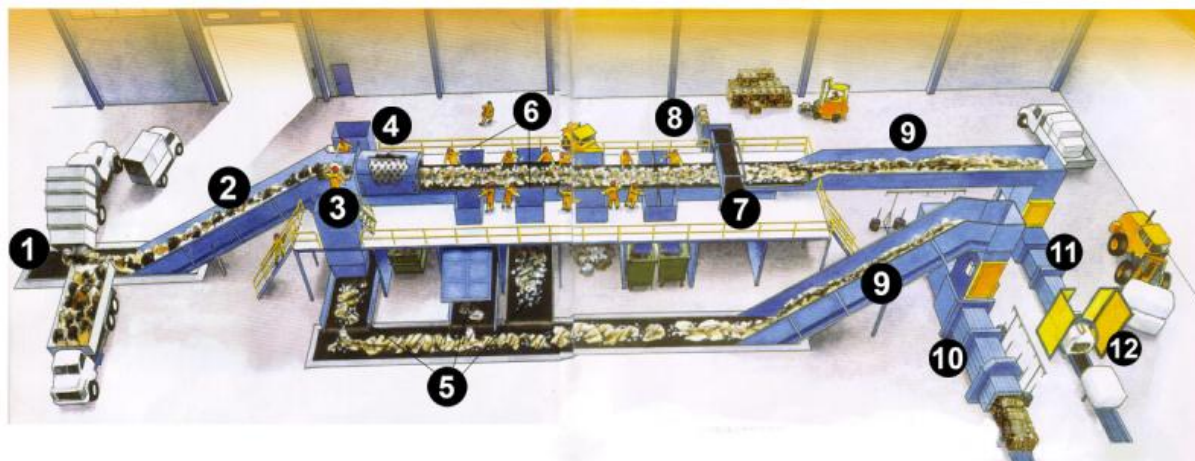
Sběrné dvory

Objemnější obalové odpady, které se nevejdou do kontejnerů, je možné odevzdat do sběrných dvorů zřizovaných na území obcí, které tak zajišťují pro občany místo pro odběr různých odpadů. Obvykle je zde možné odevzdat i obaly znečištěné chemikáliemi nebo jinými nebezpečnými látkami a jsou dále předány k likvidaci.

2.5 Třídění

Primární roztřídění obalových odpadů na základní druhy by měli zajistit občané nebo firmy od nichž pochází. Ale například plasty je možné třídít dál podle druhu plastu, což není pro laiky úplně jednoduché. Ani se nelze stoprocentně spoléhat na to, že se do barevných

kontejnerů nevhodí něco, co tam nepatří. Proto jsou nezbytnou součástí zpracování obalových odpadů třídící linky, kde dochází nejdříve k ručnímu a poté strojovému odstranění nevhodných materiálů a rozdělení žádoucích materiálů. Třídící linky obvykle fungují pouze pro dotřídění separovaného odpadu, proto se nelze domnívat, že rozlišování obalových odpadů občany je zbytečné.



- | | | | |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| 1) přijímací dopravník | 4) bubnové síto | 7) magnetický separátor | 10) balička netříděného odpadu |
| 2) plnicí dopravník | 5) zásobníkový dopravník | 8) kovový lis | 11) balička tříděného odpadu |
| 3) předtřídovací stanoviště | 6) třídící stanoviště | 9) plnicí dopravník | 12) balička fólie |

Obr. 3: Schéma třídící linky (převzato z [3 O])

2.6 Recyklace

Recyklace znamená opětovné využití, v případě obalů se tím většinou myslí přepracování materiálu takovým způsobem, aby z něho vzešel opět nový obal. Za recyklaci lze ale považovat i případ, kdy se z obalu nestane znovu obal, ale jiný plnohodnotný výrobek. Nevýhodou recyklace u některých materiálů může být určitá degradace suroviny, kterou nelze donekonečna recyklovat. Proto se z některých recyklovaných obalů už nemohou znovu vyrobit obaly; na vině je například nereálnost vytřídění 100% čisté suroviny.

V oblasti recyklace je důležité nezaměňovat dva pojmy: recyklované a recyklovatelné obaly. Recyklovaný obal znamená, že byl obal vyroben z recyklátu, tedy suroviny, která prošla recyklací a už minimálně jednou byla obalem nebo jiným výrobkem. Naproti tomu recyklovatelný obal znamená, že je možné znovuvyužitelný materiál z tohoto obalu po skončení jeho životnosti odevzdat na sběrovém místě a poté z něj bude vyroben jiný obal nebo výrobek, namísto toho, aby skončil ve spalovně nebo na skládce.

Recyklace plastových obalů

Zpracovatelé obvykle odebírají od svozových firem roztříděné plasty v balících, které je potřeba rozemlít. Dalším postupem může být několik variant. Pro PET lahve se využívají hlavně 3 metody. Mokrý recyklace je proces, při kterém se materiál pere ve vodě. Suchá recyklace se obejde bez vody či rozpouštědel a využívá účinku tření při mletí. Chemická cesta recyklace, vhodná i pro znečištěné obaly, depolymerizuje materiál na základní složky PET. Plastové fólie se zpracovávají aglomerací, tedy spečením do formy granulí. Z recyklovaných plastů se vyrábí regranulát, což je polotovar, určený pro další výrobu.

Aby bylo možné vyrobit z PET lahve znovu PET lahev, tzv. Bottle-To-Bottle, musí být vytríděný materiál velice čistý a lahve musí být vytríděné i podle barvy. Z recyklovaných PET lahví se zatím vyrábějí zejména polyesterová textilní vlákna určená na oděvy. Tam ale cyklus recyklace mnohdy končí, protože dosud není rozšířené jejich další zpracování, které je složité. [31]

Recyklace papírových obalů

Vytríděný papír se většinou vrací do papíren, kde se namočí do nádrží s vodou a rozmixuje se. Zbaví se kovových spon, plastových částí a dalších nečistot. Následně se mokrá hmota nanese na síta, odkud odteče voda. Papírovinu je dále nutné lisovat a vysušit všechnu zbylou vodu. Recyklaci papíru je možné opakovat 5–7 krát, poté už je papírové vlákno příliš krátké a využije se energeticky nebo do stavebních hmot. [32]

Recyklace skleněných obalů

Recyklací skla se ušetří nejen přírodní zdroje surovin, ale také velké množství energie. Za použití starého obalového skla při výrobě se sníží i objem emisí CO₂, který by se jinak uvolnil do ovzduší při tavení skelných přísad (soda, vápenec, dolomit). Do sklářského kmenu se přidávají vytríděné nadrcené střepy z lahví, kterých může být 60–85 %. Pokud se do vsázky přidá 60 % střepů, klesne energetická náročnost asi o 7,5 % a objem emisí CO₂ klesne přibližně o 32,1 %. Recyklací surovina nijak nedegraduje, proto je možné sklo recyklovat neustále dokola. [33] [34]

Recyklace nápojových kartonů

Recyklace nápojových kartonů u nás probíhá dvěma způsoby. Prvním je využití kvalitních dlouhých papírových vláken v papírnách, kde projdou vodní lázní a vířivým rozvlákněním. Polyethylen a hliník se odseparuje a může se využít na jiné výrobky nebo jako palivo v cementárnách. Papír se použije stejně jako jiné papírové obaly. Druhým způsobem využití nápojových kartonů je výroba stavebních a izolačních desek. Na tyto výrobky se obaly rozdrtí, vyperou, usuší a lisují se do tvaru desek za teploty okolo 200 °C. [35]

Recyklace kovových obalů

Recyklace kovových obalů je poměrně jednoduchá, vyžaduje však velké množství energie, což souvisí s teplotou tání kovů. Velké množství energie se ale také ušetří právě recyklací oproti výrobě ze železné rudy. Obaly ze železa se spolu s ostatním železným šrotem taví ve vysokých pecích, jejichž výstupem jsou další ocelové výrobky. Stejně jako železo je i hliník plně recyklovatelný. Problém je s tenkostěnným hliníkem, který při tavení shoří. Je ale možné z něj vyrobit prášek nebo granulát, používaný jako redukční činidlo při výrobě ocelí. [36]



Obr. 4: Symbol recyklace (převzato z [4 O])

3 Způsoby nakládání s obalovými odpady

Hlavním způsobem využití, který by rovněž měl být upřednostňován, je recyklace. Kromě již zmíněné recyklace lze s obalovým odpadem nakládat dalšími, ať už méně nebo více vhodnými způsoby.

3.1 Spalování (energetické využití)

Spalování není bezzbytkovým procesem, dojde však k velké redukci objemu i hmotnosti odpadu. Zbytky po spálení obvykle končí na skládce odpadů. Kromě klasického spálení na roštu se využívá i předchozí úpravy pyrolýzou nebo zplyňováním. Namísto standardních kotlů se také používají například plazmové reaktory.

Pro spalování jednodruhových obalů z netoxických materiálů, jako je dřevo či papír, nejsou potřeba žádné speciální technologie. Problém nastává, když jsou obaly smíšené a obsahují některé druhy plastů. Plasty mají sice dobrou výhřevnost, ale jejich spalováním se uvolňují toxické látky, které je nutno odfiltrovat.

Relativně neškodnými plasty při dokonalém spalování jsou polyethylen a polypropylen, ze kterých vzniká CO_2 a voda. Nesmí však obsahovat žádné příměsi, které už toxické být mohou. Oproti nim polystyren je jedním z nejhorších plastů, co se týče emisí škodlivin. Při jeho hoření se uvolňuje nebezpečný monomer styren. Dalším problematickým plastem je PVC, z něhož se při hoření uvolňují sloučeniny chloru, dioxiny a další toxické látky. [37]

Spalovna

Spalovna je zařízení, které slouží ke spalování (odstraňování) odpadu. Ve spalovně je možné likvidovat téměř jakýkoliv odpad, který nelze jinak využít, proto je lepší jej takto zničit, než aby zabíral místo na skládce odpadů. Ve spalovně je možné spálit obaly z nemocničního prostředí i chemicky znečištěné nebo kontaminované obaly. Podmínkou není jejich dokonalá hořlavost, proto se během procesu spalování může přidávat palivo,

aby se dosáhlo požadované teploty. Prioritou není zisk energie, ale likvidace odpadu. S ohledem na typ odpadu se používá různá filtrace spalin.

ZEVO

ZEVO je zkratka pro zařízení na energetické využití odpadů. K zařízení je přiřazen parní kotol pro výrobu páry. Celé zařízení je téměř energeticky soběstačné a přebytečnou energii vodní páry odvádí v podobě tepla pro vytápění nebo elektrické energie. Palivem je směsný komunální odpad, jehož podstatnou a hořlavou část tvoří nevytříděné obaly. Zařízení není určené pro spalování nebezpečného odpadu, proto stačí běžné čištění spalin. Rozdíl mezi spalovnou a ZEVO stanovuje i Zákon o odpadech č. 185/2001 Sb., podle kterého musí ZEVO dosahovat vysoké energetické účinnosti. [28] [38]

3.2 Kompostování

Kompostovat lze jen ty obaly, které se dokážou přirozeně rozložit a neobsahují žádné škodlivé látky. Patří sem některé obaly z bioplastů, papíru, dřeva a přírodních textilií. Pro malé množství kompostovatelných obalů je vhodné domácí kompostování, rozklad ale může trvat delší dobu. Potřebné teplo k rychlému rozkladu lze vyvinout v průmyslových kompostárnách. Na rychlost rozkladu má vliv i přítomnost mikroorganismů nebo žížal (tzv. vermikompostování).

3.3 Drcení a mletí

Rozdrcení může být jedním ze způsobů, jak naložit s odpady z obalů. Ovšem výsledná drť musí mít další využití. Příkladem mohou být dřevěné obaly, ze kterých se po rozdrcení odloučí železné spony magnetem a dřevěná drť se spálí.

Plastové obaly se drtí v drtičích nebo melou v nožových mlýnech na různé velikosti. Z rozdrcených obalů lze vyseparovat nežádoucí prvky, jako například kovy, a také je lze roztřídit podle druhu materiálu. Výsledná drť slouží jako vstupní surovina pro nové plastové výrobky.

Příkladem aplikace drčeného polystyrenu je tzv. polystyrenbeton, kdy se do klasické směsi betonu přimíchávají polystyrenové částičky. Výsledkem je odlehčený beton s tepelně izolačními vlastnostmi.

3.4 Skládkování

Způsob likvidace obalových odpadů skládkováním by měl být až jako poslední možnost, kdy už je nelze z nějakého důvodu jinak využít. Těmi důvody může být například vyhazování tříditelných obalů do směsného odpadu, který je bez jakéhokoliv dotřídění vyvezen na skládku. Dalším příkladem je typ kombinovaného obalu, který je složen z více materiálů a nelze je oddělit, proto končí na skládce. V tomto případě by si výrobce měl rozmyslet, zda je jeho výroba opravdu zapotřebí.

Na skládce odpadů ovšem zůstávají obalové odpady (vyjma biologicky rozložitelných materiálů) dlouhou řadu let a prakticky se nerozkládají. Například u PET lahve se udává doba rozkladu 50–80 let, ovšem v hromadě odpadu bez přístupu vzduchu to je mnohem déle. Řešením je omezení skládkování a maximalizace materiálového či energetického využití obalových odpadů, s čímž také počítá Plán odpadového hospodářství ČR do dalších let.

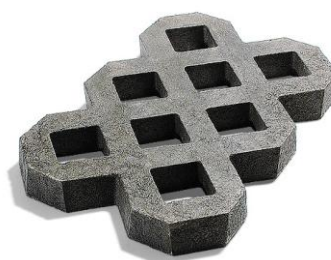
3.5 Obalové odpady v přírodě

Zřejmě nejhorším případem, jak se může nakládat s obalovými odpady, je jejich vyhození do volné přírody. Pomineme-li možnost rozložení biodegradovatelných obalů, zůstávají v nezměněném stavu i stovky let. Účinky na přírodu mohou být různé. Tvar některých obalů ze sebe dělá past pro živočichy, mnohé končí v jejich žaludcích nebo slouží jako stavební materiál při budování obydlí.

Největší pohromou jsou plastové obaly pro vodstvo celého světa. Díky neměnným proudům se tak shlukují v určitých částech moří a oceánů. Příkladem je tzv. Great Pacific Garbage Patch, tedy útvar nahromaděných zejména plastových odpadů v Tichém oceánu, které se za několik desítek let rozrostly v obří skvrnu. Plastový odpad je rozemílán na stále menší částičky a pohlcován vodními živočichy, na které mohou mít obsažené chemické látky nepředvídatelné účinky. [39]

3.6 Ostatní výrobky z obalových materiálů

V některých případech nelze znovu využít obalový materiál k původnímu účelu. Příčinou je obvykle degradovaný materiál vinou různých příměsí. Například při třídění plastů nelze všechny rozdělit na jednotlivé druhy, směšové plasty je tedy třeba využít na výrobky, u kterých není kladen důraz na vysokou čistotu vstupní suroviny. Zpracování recyklované suroviny na méně hodnotný výrobek se nazývá „downcycling“. Výrobci nabízejí například zatravňovací dlažbu, plotovky, zahradní kompostéry a plastové pytle. Tyto produkty lze opět recyklovat.



Obr. 5: Zatravňovací dlažba (převzato z [5 O])

4 Materiálový a energetický potenciál obalových odpadů

Materiálový potenciál obalů spočívá ve využití obalových odpadů jako druhotné suroviny. Ta může být využita v ten samý produkt, ze kterého pochází nebo v jiné formě.

Materiál	Vzniklé obalové odpady (t)	Materiálová recyklace (t)	Energetické využití (t)	Spalování ve spalovnách s energet. využitím (t)	Recyklace (%)	Celkové využití včetně spalování (%)
Sklo	197 844	148 331	0	0	75,0	75,0
Plasty	215 122	128 324	413	25 064	59,7	71,5
Papír/lepenka	398 846	349 568	55	16 197	87,6	91,7
Kovy	Hliník	10 697	2 342	0	21,9	21,9
	Ocel	49 149	32 680	0	66,5	66,5
	Celkem	59 847	35 022	0	58,5	58,5
Dřevo	106 267	37 843	6 035	53	35,6	41,3
Jiné	27 823	4 267	454	1	15,3	17,0
Celkem	1 005 749	703 357	6 957	41 315	69,9	74,7

Tab. 2: Množství obalových odpadů, které vznikly a byly využity v ČR za rok 2013 (převzato z [2 T])

Z tabulky je patrné, že jak materiálový, tak energetický potenciál obalů v ČR není plně využit, takže pro navýšení jeho využívání jsou stále ještě rezervy. Nejlépe se daří využívat potenciál papírových obalů, díky čemuž chráníme naše lesy.

Energetický potenciál mají jen ty obaly, které jsou vyrobeny ze spalitelného materiálu. Spalováním všech takových obalů by ale nebylo rozumné, protože na prvním místě by mělo být materiálové využití. Obalové odpady, které už nemají jiné využití, lze považovat za palivo.

O vhodnosti daného materiálu jako paliva rozhoduje výhřevnost. Pokud by měl daný obalový materiál malou výhřevnost, nelze jej brát v úvahu jako potencionální palivo. Obecně lze říci, že nejlepší výhřevnost mají plastové obaly. Zde jsou uvedeny hodnoty výhřevnosti jednotlivých druhů plastů: PE – 43,3 MJ/kg, PP – 44 MJ/kg, PET – 23 MJ/kg, PS – 44 MJ/kg, PVC – 18– 26 MJ/kg. Pro porovnání: dřevěné obaly (záleží na druhu dřeva) mají výhřevnost okolo 10– 15 MJ/kg a papír asi 14 MJ/kg. Obalové odpady s vysokou výhřevností se uplatní zejména v cementárnách nebo železárnách, čímž se sníží spotřeba kvalitního uhlí.

Energetický potenciál mají i staré skládky, kam se dříve hojně vyhazovaly plastové a jiné obaly. Za nějaký čas se proto mohou stát žádaným obchodním artiklem, zejména pro státy s velkým počtem zařízení na energetické využití odpadů. Příkladem může být Švédsko, které už dokonce realizovalo import odpadu ze zahraničí, protože jejich systém třídění je tak efektivní, že nezbývá příliš směsného odpadu pro spálení. [37] [40]

5 Návrhy zvýšení účinnosti nakládání s obaly

5.1 Znovupoužitelné obaly

Snížení spotřeby surovin na výrobu jednorázových obalů lze dosáhnout zavedením většího počtu obalů, které lze opětovně použít, bez potřeby vložení energie na jejich přeměnu. Nevýhodou může být používání chemikálií k čištění a dezinfekci zejména potravinových obalů, proto by každý zpracovatelský provoz měl mít ošetřeno nakládání se znečištěnou odpadní vodou.

Alternativní cestou, jak se vyhnout potravinovým obalům, je prodej potravin tzv. na váhu, kdy si zákazník do specializovaného obchodu přinese svoji nádobu nebo tašku, kterou stále používá. Takové chování bylo běžným jevem v nedávných dobách, kdy byla nouze o jakékoliv obaly, jejich přemíra v dnešní době ale obyvatelstvo odnaučila s nimi šetřit.

5.2 Zvýšení množství zálohovaných obalů

Jedním z důvodů, proč mnoho lidí nechce odpovědně třídit obaly, je ten, že nemají krom vlastního ekologického cítění žádnou motivaci. Tou motivací může být rozšíření zálohovaných obalů na více druhů. Pokud nakupující vloží při nákupu zboží své peníze i do zálohy na obal, budou mít o důvod víc vrátit obal zpátky a dostat zpět své peníze. Pro inspiraci můžeme nahlédnout do sousedního Německa či do Švédska, kde se zálohování mimo klasických skleněných lahví vztahuje i na PET lahve a plechovky.

Současný rozsah zálohovaných obalů se omezuje prakticky jen na pивní láhve a několik málo druhů lahví na vína, minerální vody a ostatní nápoje. Za to může i snaha výrobců odlišit své výrobky neobvyklým tvarem lahví, proto je na trhu spousta druhů lahví, například na tzv. tvrdý alkohol, které je nemožné rozlišovat podle stejného tvaru. Zavedení povinné normy na jednotný tvar i těchto lahví by zjednodušilo možnost zálohování většiny druhů skleněných obalů.

U dražších typů obalů je rovněž u nás samozřejmostí, že se za ně platí záloha. Příkladem jsou nápojové sudy Keg nebo přepravky využívané zejména na pивní lahve. U těchto obalů je systém záloh a vracení velmi účinný. V případě zavedení záloh i na ostatní obaly lze tedy očekávat, že se procento vrácených obalů znatelně zvýší a nebude docházet k jejich vyhazování mimo místa k tomu určená.

5.3 Bioplasty

Klasické plasty z ropy nejsou ideálním obalovým materiálem ze dvou důvodů. Zaprvé ropa není obnovitelný zdroj a zadruhé jsou obvykle velice špatně rozložitelné. Z environmentálního aspektu mohou být lepší variantou bioplasty. Jenže pojmem bioplasty můžeme myslet několik různých věcí. Nejednoznačnost bioplastů může být někdy zavádějící, proto je třeba upřesnit, co se pod názvem bioplasty může skrývat. Surovinový koncept zahrnuje plasty vyrobené z biomasy, tedy obnovitelného zdroje, oproti tomu funkční koncept se týká plastů, jejichž konečnou fází je biologické odbourání bez ohledu na původ materiálu. Podobným, ne však stejným termínem jsou plasty se zkrácenou životností. [41]

5.3.1 Plasty z biomasy

Skutečnost, že jsou plasty vyrobené z materiálů biologického původu, ještě neznamena, že jsou plně biodegradovatelné. Pozitivní je ale fakt, že se na jejich výrobu používá především rostlinná biomasa, která je oproti fosilním zdrojům obnovitelná. Některé bioplasty jsou ale smíšené a biomasa je tvoří jen z několika procent. Musíme si však položit otázku, jestli je etické vyrábět plasty z plodin, které slouží k jídlu a v některých částech světa jsou nedostatkové.

Pro výrobu bioplastů se využívají plodiny jako kukuřice nebo cukrová řepa. Jeden druh materiálu na výrobu bioplastů je založen na bázi kyseliny polymléčné (polyactic acid, dále jen PLA), získávané kvašením glukózy. PLA je i plně biologicky rozložitelná, to se ale nevztahuje na všechny druhy plastů z biomasy. Skutečnost, že všechny druhy nejsou biodegradabilní komplikuje jejich případné kompostování, ač některé konkrétní druhy jsou k tomu doporučené.

Bioplasty z biomasy ale mohou mít i negativní dopad na současné odpadové hospodářství. V současnosti není odlišen sběr bioplastů a jelikož existuje více než 300 druhů z různých materiálů, bude velice obtížné vytvořit sběr každého druhu zvlášť a nakládat s nimi podle potřeby. Není ani vhodné, aby se bioplasty smíchaly s běžnými druhy plastů. Plasty vyrobené z biomasy nelze recyklovat s ostatními plasty a mohou znehodnotit jejich materiálovou čistotu. Pokud je při recyklaci PET obsaženo v surovině dokonce pouze 0,1 % PLA, může to celý proces recyklace ohrozit. [42]

5.3.2 Biologicky odbouratelné plasty

Biologicky odbouratelnými plasty (BOP) se rozumí takové materiály, které lze biodegradovat působením biologických činitelů (zejména mikroorganismů) a po svém rozkladu zanechají pouze CO₂, vodu, biomasu či methan. BOP jsou považované za kompostovatelné za teplot kolem 60 °C, dosažitelných při průmyslovém kompostování. Při domácím kompostování nebo ve volné přírodě může jejich odbourání trvat podstatně déle.

BOP se nevyrábějí pouze z biomasy, kterých je asi 13 %, ale i kombinací bio-fosilního původu, kterých je nejvíce, přibližně 75 %. Dokonce i plně fosilní plasty jsou biologicky odbouratelné, např. kopolyester 1,2-ethandiolu a adipové kyseliny. BOP fosilního původu je až 12 %.

Současný trend omezovat produkci skleníkových plynů, tedy i CO₂ a methanu, však může zbrzdit nástup těchto plastů. Nelze tedy očekávat, že BOP budou prosazovány všude a za každou cenu, ale pouze ve vybraných aplikacích. [41]

5.3.3 Plasty se zkrácenou životností

Plasty se zkrácenou životností (PZŽ) mohou být polymery jak přírodního tak i syntetického původu. Způsobů, jak dosáhnout zkrácení životnosti plastů je několik. Příkladem je přidání aditiva při výrobě, které urychlí následný rozklad plastového obalu.

postup výroby / surovina	příklady polymerů / plasty
chemická syntéza na bázi fosilních zdrojů	polyester, polyesteramid, polyvinylalkohol
přímá fermentační syntéza	kyselina polyhydroxymásečná, polyhydroxyvalerová
syntetická modifikace polymerů přírodního původu	deriváty škrobu a celulózy
směsné plasty na bázi obnovitelných a fosilních zdrojů	škrobové blendy
chemická syntéza biotechnologicky vyrobených surovin	polymléčná kyselina (PLA)

Tab. 3: Výroba plastů se zkrácenou životností (převzato z [3 T])

Základní vlivy, podílející se na degradaci PZŽ, mohou být fyzikální, chemické nebo biologické. Dále rozeznáváme několik možných procesů rozkladu, a to chemodegradaci, fotodegradaci, termickou degradaci a biodegradaci. [43]

5.4 Třídění hliníkových obalů

Přes množství hliníku, které je používáné v obalové technice, nebyl dosud v ČR zaveden jednotný systém sběru hliníkových obalů. Ačkoliv jsou tyto obaly vhodné pro recyklaci, zatím končí většina hliníkových obalů ve směsném odpadu. Při recyklaci tzv. sekundárního hliníku se spotřebuje pouze 5 % energie ve srovnání se zpracováním primárního hliníku z rudy. Jeho naleziště se navíc časem vyčerpají, proto není potřeba s ním plýtvat.

Rozšířit počty kontejnerů o jeden na každém sběrném místě není tak finančně náročné, navíc zisk z cenné suroviny tuto investici jistě vrátí. Vzhledem k vysokému procentu vyříděných odpadů lze předpokládat, že obyvatelé budou mít o třídění hliníkových obalů zájem, zatím však nedostali příležitost.

5.5 Nádoby na třídění obalů v domácnostech

Zjednodušením pro mnoho lidí, kteří nemají čas nebo z jiného důvodu nemohou vynášet vytríděné obaly do sběrných nádob, je zavedení speciálních oddělených nádob na separovaný odpad místo běžných popelnic. Rozlišené nádoby na sběr různých obalových odpadů jsou běžné ve veřejných institucích jako školy, úřady, firmy a podobně. V domácnostech se s nimi zatím nesetkáváme a rovněž není vyřešen jejich svoz. Pokud by se takové nádoby rozšířily do většiny domácností v ČR, bylo by možné adekvátně naplánovat svozové trasy nebo upravit stávající svozové vozy.

5.6 Nové technologie v oblasti třídění

Obecně vzato většina nových technologií přináší zlepšení stávající situace. Jednou z perspektivních inovací v oblasti třídění obalových odpadů může být například používání elektrostatického oddělování různorodých druhů plastů. Zařízení, které takový princip využívá, se nazývá elektrostatický separátor plastů. Princip elektrostatické separace si zakládá na odlišných dielektrických vlastnostech různých druhů plastů.

Každý druh plastu při průchodu elektrostatickým polem získá různou hodnotu náboje, jehož polarita se může lišit. V praxi se nadercené různě nabitě plastové částice nechají propadnout mezi kovovými deskami připojenými na vysoké napětí, které vytváří elektrické pole. Vlivem přitažlivých nebo odpuzivých sil se dráha částic díky odlišnému materiálu různě vychýlí, proto je možné zachycovat částice do oddělených nádob. [44]

5.7 Ekodesign v obalové technice

5.7.1 Co je ekodesign

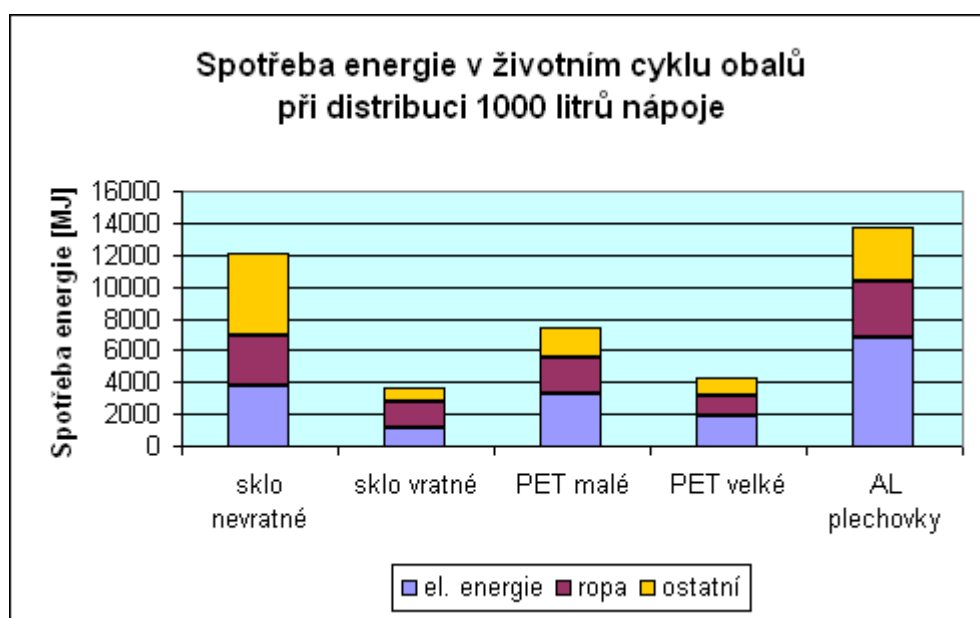
Ekodesign je navrhování výrobku, v našem případě obalu, s ohledem na životní prostředí. Je nutné zjistit všechny možné aspekty vlivu obalu na životní prostředí.

Prvním krokem navrhování je volba materiálu. Měl by být netoxický, dostupný v místě výroby a neměl by pocházet z neobnovitelných surovin nebo alespoň z takových, které lze opakovaně recyklovat. Rovněž by se při výrobě nebo zpracování tohoto materiálu neměly

používat škodlivé látky. Dalším krokem je volba takového tvaru, aby obal co nejvíce využíval místo při transportu nebo aby usnadnil jeho manipulaci. Podstatnou částí je i posouzení celkové spotřeby energie v průběhu života obalu. V neposlední řadě se musí brát ohled na jeho využití po skončení životnosti.

LCA

LCA neboli Life Cycle Assessment je metoda posuzování životního cyklu výrobku. Tato metoda se zabývá celkovým dopadem výrobku na životní prostředí. U životního cyklu obalu je třeba brát v úvahu nejen celý proces výroby, od těžby surovin, přes zpracování, ale i dopravu a konečné zpracování obalového odpadu. Příklad použití LCA je při porovnání efektivity využívání různých druhů nápojových obalů. [45]



Obr. 6: Porovnání energetických výdajů pro nápojové obaly (převzato z [6 O])

5.7.2 Obaly šetrné k životnímu prostředí

Abychom rozeznali obal šetrný k životnímu prostředí, nemusíme hned provádět analýzu LCA. Někteří výrobci obalů se sami snaží o zachování dobrého jména, proto umisťují na své obaly značení o šetrnosti obalů. Tzv. ekoznačení (ecolabelling) se vztahuje i na obaly (např. již zmíněné FSC). Ekoznačku může poskytovat stát, neziskové organizace nebo různá sdružení. Nové ekoznačky si někdy vytváří i sami výrobci. Tzv. vlastní environmentální tvrzení ale není příliš důvěryhodné a vyvolává otázku, proč výrobce k takovému kroku přistoupil.

Značení Ekologicky šetrný výrobek je garantováno Ministerstvem životního prostředí a její udělování zprostředkovává česká informační agentura životního prostředí (CENIA). Značku je možné udělit výrobkům, u nichž je prokazatelný nižší negativní dopad na životní prostředí v celém životním cyklu. CENIA rovněž v ČR uděluje ekoznačení Evropské unie, tzv. Ecolabel. [46]



Obr. 7: Značení Ekologicky šetrný výrobek (převzato z [7 O])

5.7.3 Minimalizace přebytečného množství materiálu na obalech

Když nechtějí výrobci ze své vlastní iniciativy omezit plýtvání obalových materiálů, je třeba jim to nařídit zákonem. V platném Zákoně o obalech je stanoveno, že producent obalu musí zajistit, aby hmotnost a objem obalu byly co nejmenší. Avšak výrobci se tímto zákonem stejně neřídí. Nedodržení zákona je trestné, jenže je těžké výrobci prokázat úmyslné nadužívání materiálu. Patrně by bylo třeba nastavit konkrétnější parametry či přísnější normy nebo získávat podněty od zákazníků. Problematice nadměrných obalů se věnuje i sdružení dTest, které na svých webových stránkách vytváří databázi výrobků s nadměrnými obaly. [47]

Závěr

V rámci bakalářské práce jsem se snažil komplexně shrnout veškerou problematiku, která souvisí s obaly. Počínaje vstupními surovinami, potřebnými k jejich zhotovení, přes výrobu, až po následné využití obalových odpadů.

V první části jsem popsal nejběžnější obaly se kterými se setkáváme, a také přiblížil, jaké materiály jsou potřeba k jejich výrobě. Používané materiály mohou být buď z obnovitelných zdrojů nebo neobnovitelných, mezi které se řadí fosilní a nerostné zdroje. Využití obalů z obnovitelných zdrojů jsem popsal v části věnované bioplastům. Pokud chceme nadále používat také obaly z neobnovitelných zdrojů, musíme se zaměřit na oblast recyklace, která zabrání zbytečnému plýtvání. Co se třídění týče, výsledky celého systému v ČR jsou uspokojivé. Odpady z obalů třídí 72 % populace, přičemž nejlepší výsledky jsou v recyklaci papíru, která v roce 2014 dosáhla 88 %. Poněkud zaostává třídění nápojových kartonů, na které si obyvatelé zatím mnoho nezvykli. Nejhorší je situace kolem recyklace hliníkových obalů. Ačkoliv je recyklace hliníku zvládnutelná, zatím neexistuje celorepublikový systém sběru hliníkových obalů. Je to výzva do budoucna.

Cesta obalových odpadů ale nekončí vytríděním, existuje celá řada možností jejich dalšího využití, čemuž jsem se věnoval v jedné části své práce. Nevhodným způsobem nakládání s odpady z obalů je skládkování, které je i s podporou státu na ústupu. Přednost by měla dostat materiálová recyklace, která zachovává materiálový potenciál obalů. Pokud nelze z obalu vytvořit opět obal, přichází na řadu výrobky z méně kvalitního materiálu, hovoříme o tzv. downcyclingu. Nesmíme zapomenout ani na energetický potenciál, jenž spočívá v jinak už nevyužitelných odpadech, ze kterých můžeme získat elektrickou energii nebo teplo.

Tím se dostávám k závěrečné fázi své práce, kde jsem se snažil navrhnout několik způsobů, jak vylepšit účinnost systému zacházení s obaly a jejich odpady. Jako ideální se jeví nové technologie při zpracování obalových odpadů, které zjednoduší a zrychlí nejen systém třídění. Už ne tak ideální je nasazení bioplastů, jejichž rychlý nástup může zkomplikovat zaběhnutý systém odpadového hospodářství. Kvůli tomu nelze bioplasty zavrhnout, protože mají i pozitivní vlastnosti, je však potřeba stanovit pravidla jejich využívání. Nástrojem udržitelného používání obalů se stává ekodesign, pomocí něhož lze navrhovat obaly šetrné k životnímu prostředí. Takové obaly využívají ekoznačení, které dává zákazníkům informaci, jaký vztah má k životnímu prostředí jejich výrobce.
















Seznam literatury a informačních zdrojů







- [1] Jirásek, J., Vavro, M.: Nerostné suroviny a jejich využití. Ostrava: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR & Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava [online]. 2008 [cit. 22.4.2015]. Dostupné z WWW: http://geologie.vsb.cz/loziska/suroviny/vyuziti_ropy.html
- [2] Wikipedie: *Železo* [online]. 2015, [cit. 22.4.2015]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%BDzelezo>
- [3] Prvky: *Hliník* [online]. 2009-2015, [cit. 22.4.2015]. Dostupné z WWW: <http://www.prvky.com/13.html>
- [4] Forest Stewardship Council [online]. [cit. 22.4.2015]. Dostupné z WWW: <http://www.fsc.org>
- [5] Tváření plastů PET [online]. 2015 [cit. 22.4.2015]. Dostupné z WWW: <http://tiefziehen.com/cz/PET>
- [6] Wikipedie: *Polyethylentereftalát* [online]. 2013, [cit. 15.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Polyethylentereftal%C3%A1t>
- [7] PETKA CZ: *PET lahev* [online]. 2015, [cit. 15.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://www.petkacz.cz/co-delame/pet-lahev>
- [8] Wikipedie: *Nápojová plechovka* [online]. 2014, [cit. 15.5.2015]. Dostupné z WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/N%C3%A1pojov%C3%A1_plechovka
- [9] European Aluminium Foil Association: *Facts* [online]. [cit. 15.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://www.alufoil.org/facts.html>
- [10] Wikipedie: *Alobal* [online]. 2015, [cit. 15.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Alobal>
- [11] RAAB, Miroslav: *Vesmír. Podivuhodná historie igelitu* [online]. 2013, roč. 92, č. 1 [cit. 15.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://casopis.vesmir.cz/clanek/podivuhodna-historie-igelitu>
- [12] Novplasta: *LDPE fólie* [online]. 2011, [cit. 20.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://www.novplasta.cz/ldpe-folie.html>
- [13] Granitol: *HDPE fólie Mikroten®* [online]. 2014, [cit. 20.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://www.granitol.cz/produkty/hdpe-folie-mikroten>
- [14] Wikipedie: *Celofán* [online]. 2014, [cit. 20.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Celof%C3%A1n>
- [15] Wikipedie: *Keg* [online]. 2014, [cit. 21.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Keg>
- [16] Wikipedie: *CoolKeg* [online]. 2014, [cit. 21.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/CoolKeg>
- [17] Maisonneuve: *Pivní sudy* [online]. [cit. 21.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://www.cisterny-maisonneuve.cz/maisonneuve/eshop/2-1-PIVNI-SUDY>
- [18] Tetra Pak®: *Obaly* [online]. [cit. 21.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://www.tetrapak.com/cz/products-and-services>
- [19] Wikipedie: *Nápojový karton* [online]. 2015, [cit. 22.5.2015]. Dostupné z WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/N%C3%A1pojov%C3%BD_karton
- [20] Kam s nápojáčem: *Nápojový karton* [online]. 2014, [cit. 22.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://kamsnapojacem.cz/napojovy-karton>
- [21] Wikipedie: *Kontejner* [online]. 2014, [cit. 22.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Kontejner>

- [22] Wikipedie: *Europaleta* [online]. 2014, [cit. 22.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Europaleta>
- [23] Obalové materiály: *Plastové palety* [online]. [cit. 22.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://www.obalove-materialy.cz/plastove-palety>
- [24] EKO-KOM: *O společnosti a systému EKO-KOM* [online]. 2014, [cit. 25.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://www.ekokom.cz/cz/ostatni/o-spolecnosti/system-eko-kom/o-systemu>
- [25] EKO-KOM: *Přehled dosahovaných výsledků* [online]. 2014, [cit. 25.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://www.ekokom.cz/cz/ostatni/vysledky-systemu/vyrocnisshrnuti>
- [26] EKO-KOM: *Aktuální stav* [online]. 2014, [cit. 25.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://www.ekokom.cz/cz/ostatni/o-spolecnosti/system-eko-kom/aktualni-stav>
- [27] EKO-KOM: *Systém Zeleného bodu* [online]. 2014, [cit. 26.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://www.ekokom.cz/cz/ostatni/o-spolecnosti/system-zeleneho-bodu>
- [28] Ministerstvo životního prostředí: *Legislativa* [online]. 2015, [cit. 28.5.2015]. Dostupné z WWW: http://www.mzp.cz/cz/legislativa_prilohy
- [29] Ekologický institut Veronica: *Označování obalů* [online]. [cit. 28.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://www.veronica.cz/?id=88>
- [30] Jak třídit.cz: *Věděli jste, že* [online]. 2015 [cit. 30.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://www.jaktridit.cz/cz/zajimavosti/vedeli-jste-ze>
- [31] THOMA, Patrik: *PET lahve* [online]. 2004 [cit. 30.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://www.lis-na-pet-lahve.cz/pet-lahve.php>
- [32] Jak třídit.cz: *Recyklace papíru* [online]. [cit. 30.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://www.jaktridit.cz/cz/co-se-deje-s-odpadem/recyklace-a-vyuziti-papiru>
- [33] Asociace sklářského a keramického průmyslu ČR: *Proč recyklovat sklo?* [online]. [cit. 30.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://www.askpcr.cz/o-skle/proc-recyklovat-sklo>
- [34] Jak třídit.cz: *Recyklace skla* [online]. [cit. 30.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://www.jaktridit.cz/cz/co-se-deje-s-odpadem/recyklace-a-vyuziti-skla>
- [35] Jak třídit.cz: *Recyklace nápojových kartonů* [online]. [cit. 30.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://www.jaktridit.cz/cz/co-se-deje-s-odpadem/recyklace-a-vyuziti-napojovych-kartonu>
- [36] Ekologický institut Veronica: *Recyklace hliníku* [online]. 2015 [cit. 30.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://www.veronica.cz/?id=23&i=87>
- [37] JANOŠKO, Ivan: *Odpadní plasty – odstraňování a recyklace* [online]. 2011 [cit. 30.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://komunalweb.cz/odpadni-plasty-odstranovani-a-recyklace>
- [38] ZEVO Chotíkov: *Základní údaje* [online]. [cit. 31.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://www.spalovna.info>
- [39] Wikipedie: *Great Pacific Garbage Patch* [online]. 2015, [cit. 31.5.2015]. Dostupné z WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/Great_Pacific_Garbage_Patch
- [40] PAZDERA, Josef: *Švédsko začíná dovážet odpadky a chce jich hodně* [online]. 2012 [cit. 31.5.2015]. Dostupné z WWW: <http://www.osel.cz/6544-vedsko-zacina-dovazet-odpadky-a-chce-jich-hodne.html>
- [41] ABUŠINOV, Alexandr: *Bioplasty na rozcestí. Biom.cz* [online]. 2007 [cit. 1.6.2015]. Dostupné z WWW: <http://biom.cz/cz/zpravy-z-tisku/bioplasty-na-rozcesti>
- [42] VANĚK, Tomáš: *Výzkum říká: Degradovatelné plasty příliš nedegradují* [online]. 2013 [cit. 1.6.2015]. Dostupné z WWW: <http://odpady.ihned.cz/c1-60942090-vyzkum-rika-degradovatelneplastyprilisnedegraduji>

- [43] HONZÍK, Roman: *Plasty se zkrácenou životností a způsoby jejich degradace*. Biom.cz [online]. 18.8.2004 [cit. 1.6.2015]. Dostupné z WWW: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/plasty-se-zkracenou-zivotnosti-a-zpusoby-jejich-degradace>
- [44] BAGAROVÁ, Martina: *Zpracování starých kabelů* [online]. 2000, [cit. 1.6.2015]. Dostupné z WWW: <http://odpady-online.cz/zpracovani-starych-kabelu>
- [45] Wikipedia: *Life-cycle assessment* [online]. 2015, [cit. 1.6.2015]. Dostupné z WWW: http://en.wikipedia.org/wiki/Life-cycle_assessment
- [46] CENIA: *O ekoznačení* [online]. 2012, [cit. 1.6.2015]. Dostupné z WWW: <http://www1.cenia.cz/www/node/611>
- [47] dTest: *Také kupujete vzduch?* [online]. 2014, [cit. 1.6.2015]. Dostupné z WWW: <https://www.dtest.cz/clanek-3760/take-kupujete-vzduch>
- [1 O] Zdroj: <http://www.tbaplast.cz/euro-prepravky-40x30-60x40-80x60-cm>
- [2 O] Zdroj: <http://www.ekokom.cz/cz/ostatni/vysledky-systemu/vyrocní-shrnutí>
- [3 O] Zdroj: <http://www.schwakov.cz/index.php?id=2>
- [4 O] Zdroj: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Recyklace>
- [5 O] Zdroj: <http://www.recyklace.cz/cs/produkty/Plastova-zatravnovaci-dlazba>
- [6 O] Zdroj: <http://arnika.org/vyhody-vratnych-lahvi>
- [7 O] Zdroj: <http://www1.cenia.cz/www/node/611>
- [1 T] Zdroj: <http://www.ekokom.cz/cz/ostatni/o-spolecnosti/system-eko-kom/aktualni-stav>
- [2 T] Zdroj: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/souhrnne_udaje_obaly/\\$FILE/Obaly_Recyklace%20-%202003%20-%202013.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/souhrnne_udaje_obaly/$FILE/Obaly_Recyklace%20-%202003%20-%202013.pdf)
- [3 T] Zdroj: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/plasty-se-zkracenou-zivotnosti-a-zpusoby-jejich-degradace>
- [4 T] Zdroj: http://en.wikipedia.org/wiki/Recycling_codes

Přílohy

Skupina	Číslo materiálu	Značení	Symbol	Název materiálu
Plasty	1	PET		Polyethylentereftalát
	2	HDPE		Vysokohustotní polyethylen
	3	PVC		Polyvinylchlorid
	4	LDPE		Nízkohustotní polyethylen
	5	PP		Polypropylen
	6	PS		Polystyren
	7	O		Ostatní plasty
	9	ABS		Akrylonitrilbutadienstyren
Papír	20	PAP		Vlnitá lepenka
	21	PAP		Hladká lepenka
	22	PAP		Papír
Kovy	40	FE		Ocel
	41	ALU		Hliník
Dřevo	50	FOR		Dřevo
	51	FOR		Korek

Textil	60	TEX		Balvna
	61	TEX		Juta
Sklo	70	GL		Bílé sklo
	71	GL		Zelené sklo
	72	GL		Hnědé sklo
Kombinace materiálů	80	C/*		Papír a lepenka/různé kovy
	81	C/*		Papír a lepenka/plast
	82	C/*		Papír a lepenka/hliník
	83	C/*		Papír a lepenka/ocelový pocínovaný plech
	84	C/PAP		Papír a lepenka/plast/hliník
	85	C/*		Papír a lepenka/plast/hliník/ocelový pocínovaný plech
	90	C/*		Plast/hliník
	91	C/*		Plast/ocelový pocínovaný plech
	92	C/*		Plast/různé kovy
	95	C/*		Sklo/plast
	96	C/*		Sklo/hliník
	97	C/*		Sklo/ocelový pocínovaný plech
98	C/*		Sklo/různé kovy	
		* místo hvězdičky se použije kód převažujícího materiálu		

Tab. 4: Číselné značení obalových materiálů (převzato z [4 T])