

# Trendy v recyklaci nápojových kartonů

Jaroslav Pivoda

---

Bakalářská práce  
2010/11



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav technologie a mikrobiologie potravin  
akademický rok: 2010/2011

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

Jméno a příjmení: **Jaroslav PIVODA**  
Osobní číslo: **T07116**  
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Trendy v recyklaci nápojových kartonů**

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

1. Nápojové kartony – typy, vlastnosti použití.
  2. Způsob výroby hlavních typů nápojových kartonů.
  3. Způsob shromažďování odpadů nápojových kartonů.
  4. Recyklační postupy.
  5. Zhodnocení možností recyklace a využití odpadu.
-

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1]Coles,R, Mcdowell,D a Kirwan, M. Food packaging technology,Blackwell 2003.

[2]Časopisecké publikace dostupné v databázích prostřednictvím knihovny UTB.

[3][http://www.tetrapak.com/environment/recycling\\_and\\_recovery/recycling\\_technologies/pages/](http://www.tetrapak.com/environment/recycling_and_recovery/recycling_technologies/pages/)

[4]<http://www.beveragecarton.eu/en/media-hub/faqs>.

Vedoucí bakalářské práce:

**doc. Dr. Ing. Vladimír Pavlínek**  
Centrum polymerních materiálů

Datum zadání bakalářské práce:

**11. února 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**30. května 2011**

Ve Zlíně dne 12. dubna 2011

  
doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.  
*děkan*



  
doc. Ing. Jan Hrabě, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce je zaměřena na problematiku shromažďování a recyklaci nápojových kartonů z důvodu jejich nízké míry recyklovatelnosti oproti ostatním obalům. Poukazuje také na potenciál méně tradičního nápojového obalu a objasňuje jeho výhody používání pro společnost. V neposlední řadě srovnává způsoby zpracování nápojových kartonů mezi Českou republikou a ostatními státy západní Evropy. Ze statistické tabulky vyplývá, že Česká republika je na prvním místě v množství recyklovaných nápojových kartonů. V naší republice se ročně recykluje 37% kartonů. Za námi stojí Švýcarsko, kde je ročně recyklováno 22% a třetím státem v recyklaci je Dánsko. Na druhé straně nejmenší procento recyklace má Anglie, Francie, Itálie a Belgie. Tyto země využívají pro zpracování nápojových obalů spíše skládkování.

Klíčová slova:

Nápojové kartony, třídění, recyklace, Tetra Pak.

## **ABSTRACT**

This thesis is focused on problems of collection and recycling of beverage cartons due to their low possibility of recycling. It shows the potential of less conventional beverage packaging and it clarifies its using by society. Finally, it compares ways of manipulation of beverage cartons between the Czech Republic and others countries in western Europe. It results from statistic table that the Czech Republic is first in the recycling of beverage cartons. In our country 37% beverage cartons are recycled in a year. The second is Switzerland where 22% beverage cartons are recycled in a year and the third is Denmark. On the other hand England, France, Italy and Belgium recycle beverage cartons in the smallest amount. These states process cartons by waste disposal.

Keywords:

Beverage cartons, sorting, recycling, Tetra Pak.

Poděkování, motto

Touhle cestou bych chtěl poděkovat doc. Dr. Ing. Vladimíru Pavlínkovi za odborné vedení bakalářské práce, za poskytnutí literatury a za cenné rady a připomínky při konečném zpracování této práce.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské/diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem citoval(a). V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uveden(a) jako spoluautor(ka).

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>1 TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>9</b>
<b>1 NÁPOJOVÉ KARTONY</b> .....	<b>10</b>
1.1 TYPY NÁPOJOVÝCH KARTONŮ .....	13
1.1.1 Tetra Brik .....	13
1.1.2 Tetra Brik Aseptic .....	13
1.1.3 Tetra Fino Aseptic .....	14
1.1.4 Tetra Recart .....	15
1.1.5 Tetra Rex .....	15
1.1.6 Tetra Top .....	16
1.1.7 Tetra Wedge Aseptic .....	16
1.1.8 Tetra Classic Aseptic .....	17
1.2 POUŽITÍ VRSTVENÝCH KARTONŮ .....	17
1.2.1 Vrstvené kartony v balení potravin .....	18
1.2.2 Balení potravin do vrstvených kartonů v ČR .....	18
<b>2 ZPŮSOBY VÝROBY HLAVNÍCH TYPŮ NÁPOJOVÝCH KARTONŮ</b> .....	<b>19</b>
2.1 MATERIÁLOVÉ TRENDY .....	19
2.2 KONSTRUKČNÍ TRENDY .....	20
2.3 VRSTVENÍ .....	20
2.4 KARTON A JEHO POTISK .....	20
<b>3 ZPŮSOB SHROMAŽĎOVÁNÍ ODPADŮ NÁPOJOVÝCH KARTONŮ</b> .....	<b>22</b>
3.1 SBĚR VE SMĚSI S JINOU KOMODITOU .....	22
3.2 SBĚR DO SAMOSTATNÝCH NÁDOB .....	23
3.3 SBĚR PYTLOVÝ .....	24
3.4 SBĚR ŠKOLNÍ .....	25
<b>4 RECYKLAČNÍ ZPŮSOBY</b> .....	<b>27</b>
4.1 DĚLENÍ A VYUŽITÍ KOMPONENT .....	28
4.1.1 Rozvlákňování .....	29
4.1.2 Mytí polyethylenu a hliníku .....	31
4.2 SPALOVÁNÍ A VYUŽITÍ ENERGIE .....	33
4.3 STAVEBNÍ PANELY .....	35
4.3.1 Přehled výrobků a možností jejich využití .....	35
<b>5 ZHODNOCENÍ MOŽNOSTÍ RECYKLACE A VYUŽITÍ ODPADU</b> .....	<b>38</b>
5.1 VYTRÍDĚNÉ MNOŽSTVÍ KARTONŮ V ČASE .....	38
5.2 ZPŮSOBY NAKLÁDÁNÍ S KARTONOVÝM ODPADEM V EVROPĚ A ČR .....	39
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>40</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>41</b>

<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>43</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>44</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>45</b>

## ÚVOD

V dnešní době jsou nápojové kartony důležitou součástí obalové produkce. Jsou tvořeny několika vrstvami plastů (obvykle PE, méně pak PP). V případě aseptického provedení je součástí takovýchto materiálů ještě hliníková folie, která zajišťuje ochranu potravin před UV zářením i vlivem O<sub>2</sub>. [1]. Na našem trhu jsou nejznámější nápojové kartony od firmy Tetra Pak. Mezi jejich portfolio patří obaly Tetra Brik, Tetra Brik Aseptic, Tetra Fino Aseptic, Tetra Recart, Tetra Rex, Tetra Top, Tetra Wedge Aseptic, Tetra Classic Aseptic [1].

Výhodou nápojových kartonů je, že do zavřeného kartónového obalu nemá přístup vzduch ani slunce, takže v něm některé vitamíny i celé tekutiny vydrží déle. Další výhodou spočívá v lehkosti tohoto obalu oproti skleněným lahvám, které byly pro nápoje např. mléko používány dříve. V neposlední řadě je důležité zmínit jejich třetí výhodu a to, že jsou mnohem skladnější a méně náchylné k poškození či rozbití než láhve skleněné.

Největším problémem nápojových kartonů je jejich nízká míra recyklovatelnosti oproti ostatním obalům na našem území. Velké množství použitých nápojových kartonů proto končí v kontejnerech na komunální odpad. Tím ovšem končí jejich šance na další využití.

Cílem této bakalářské práce je snaha poukázat na potenciál méně tradičního nápojového obalu a objasnit jeho výhody používání pro společnost. Dále také poskytnout informace o materiálových i konstrukčních trendech, způsobech vrstvení a provádění potisku nápojových kartonů a nakonec informovat o jejich shromažďování a recyklaci.



## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 NÁPOJOVÉ KARTONY

Vrstvené kartony patří k neodmyslitelným součástem dnešní obalové produkce. Řadíme mezi ně kartony, které jsou tvořeny několika vrstvami plastů (obvykle PE, méně pak PP). V případě aseptického provedení je součástí takovýchto materiálu ještě hliníková folie, která zajišťuje ochranu potravin před UV zářením i vlivem O<sub>2</sub>. Aseptické obaly jsou obvykle skládačkového provedení a využívají se především pro tekuté produkty a jejich velkou výhodou je, že potraviny mohou být uskladněny při pokojové teplotě a získávají až dvacetkrát delší trvanlivost než potraviny pasterizované, které se naopak využívají k balení do neaseptického provedení obalů. I když tedy nápoje tvoří většinu v objemu baleného zboží (viz obrázek 1), tak v současnosti jsou tyto kompozitní obaly používány i na balení jiných druhů potravin. [1]



Obr. 1 Nápojové kartony [2]

Prvním úspěšným obalem byl tzv. gable-topped Pure-Pak patentovaný v roce 1915, u kterého bylo využito vrstvy vosku za účelem poskytnutí tepelně svařitelné a ochranné bariéry. Obal byl naplňován nejčastěji prostřednictvím celého horního otvoru, který byl následně uzavírán. Průřezy byly čtvercové, obdélníkové nebo kruhové s kuželovou hranou. Dodáva-

ly se do balicího stroje jako vnořené kontejnery připravené k plnění. V pozdějších letech byl vosk nahrazen PE, což vedla k vývoji čtyřbokých Tetra Pak obalů. [4]

K hromadné produkci vrstvených kartonů docházelo až po skončení druhé světové války v 50. letech 20 století, kdy švédská firma Tetra Pak přišla na trh se svým legendárním stejnojmenným čtyřstěnem. Vývojem vrstveného, vysoce bariérového a zároveň hygienického materiálu se firma zabývala již od roku 1943. Jednalo se o první obal skládačkového typu, bohužel logisticky ne úplně s nevhodnějším tvarem. Příhodnější hranolový tvar uvedla firma na trh v roce 1963 (tvar Tetra Brik) a jeho konstrukční variace zůstaly na našich trzích dodnes. [1]

Na našem trhu má vedle společnosti Tetra Pak nezanedbatelný objemový podíl firma SIG Combibloc a Elopak s kartony typu Pure Pak. SIG Combibloc podobně jako Tetra Pak patří k předním světovým dodavatelům systémů pro lepenkové obaly a plnicí stroje sloužící na nápoje i potraviny. Společnost byla založena v roce 1953, přičemž v současné době kartonová balení od SIG Combibloc jsou k dispozici v obrovské škále formátů a objemů. Ukázky obalů od SIG Combibloc jsou znázorněny na obr. 2 [3].



Obr. 2 Nápojové kartony od společnosti SIG Combibloc [3]

Třetím nejvýznamnějším producentem na trhu s nápojovými kartony je firma Elopak, založená v roce 1957 v Norsku. Jedná se o výrobce, dodavatele a majitele evropské licence kartonu Pure-Pak. [1] Tato společnost se sídlem v Norsku má své zastoupení na všech kontinentech ve více než 40 zemích světa. Hlavní portfolio společnosti Elopak se představují obaly Pure-Pak, Diamond a Slim (viz obrázek 3). [5]



Obr. 3 Obalová řešení společnosti Elopak [5]

Další firmy zabývající se výrobou nápojových kartonů jsou Dasi, Servac, Zupack, Bloc-pack a další. [6]



Obr. 4 Nápojové kartony společnosti Tetra Pak [7]

## 1.1 Typy nápojových kartonů

K nejlepšímu přehledu jednotlivých nápojových kartonů poslouží, bohatě členěné portfolio společnosti Tetra Pak, mezi které se řadí následující typy obalových konstrukcí: Tetra Brik, Tetra Brik Aseptic, Tetra Fino Aseptic, Tetra Recart, Tetra Rex, Tetra Top, Tetra Wedge Aseptic, Tetra Classic Aseptic, které jsou celkově znázorněny na obr. 4 [7]

### 1.1.1 Tetra Brik

Tetra Brik je jednoduchý a přitom inteligentní obal na chlazené nápoje jako jsou pasterizované mléko a výrobky obsahující živé kultury, tedy například jogurty a probiotika. [7]

Kartonový obal Tetra Brik (viz obr. 3) je nabízený v pěti formátech i v široké škále velikostí a tvarů. Od 200 ml až po rodinné balení o objemu 1000 ml. [7]



Obr. 5 Tetra Brik [7]

### 1.1.2 Tetra Brik Aseptic

Tetra Brik Aseptic je celosvětově nejprodávanější řada kartonových obalů na tekuté potraviny. Žádný nadbytečný materiál, hmotnost či prostor, pouze jednoduchý obal ve tvaru cihly, který se velmi dobře stohuje i skladuje. [7]

Kartonový obal Tetra Brik Aseptic (viz obrázek 6) je nabízený v široké škále velikostí od 80 ml po dvoulitrová rodinná balení a také v kombinaci s bohatým portfolio systémů otevírání a brček. Tetra Brik Aseptic se vyrábí ve čtyřech formátech. [7]



Obr. 6 Tetra Brik Aseptic [7]

### 1.1.3 Tetra Fino Aseptic

Kartonový sáček Tetra Fino Aseptic je obal zajišťující dokonalou ochranu výrobku jako jsou všechny druhy mléka (ochucené, sojové, buvolí, čokoládové mléko), džusů a čajů. Sáček Tetra Fino Aseptic (viz obr. 7) je nabízen v pěti různých velikostech od 100 ml do 1000 ml. [7]



Obr. 7 Tetra Fino Aseptic [7]

#### 1.1.4 Tetra Recart

Tetra Recart je první kartonový obal určený pro trvanlivé výrobky, které se tradičně prodávají v plechovkách, sklenicích či sáčcích (zelenina, fazolem rajčata, krmivo pro domácí zvířata, polévky a omáčky). Obsah je sterilizován přímo uvnitř obalu Tetra Recart a zůstává čerstvý po dobu až 24 měsíců. [7]

Kartonový obal Tetra Recart (viz obrázek 8) je nabízený ve velikostech od 200 do 500 ml a všechny jsou vybaveny systémem otevírání na bázi jednoduchého odtržení. [7]



Obr. 8 Tetra Recart [7]

#### 1.1.5 Tetra Rex

Na trh bylo dodáno již více než 200 miliard obalů tohoto typu. Obsah se z obalu velmi snadno nalévá a samotný obal je velmi praktický z hlediska distribuce. Pomocí systému kartonových polotovarů se navíc může měnit objem obalu během několika minut. [7]

Kartonový obal Tetra Rex (viz obr. 9) se stříškou je k dostání ve čtyřech formátech (Base a Base Plus, Max, Mid a Slim). Je dodáván se systémem otevírání i bez něj, přičemž nalévání obsahu je snadné u obou variant. Nabízen je v různých velikostech, od 237 ml obalů a jako rodinné balení o objemu 2000 ml. [7]



Obr. 9 Tetra Rex [7]

### 1.1.6 Tetra Top

Obal Tetra Top skýtá praktičnosť lahve v podobe stylového kartonového obalu. Je vybaven opätovne uzavíratelným víčkem a širokým otvorem pro snadné nalévání hustějších výrobků. Tetra Top je vhodný pro chlazené výrobky a neperlivé trvanlivé nápoje s vysokou aciditou. Obal Tetra Top (viz obrázek 10) je nabízen ve čtyřech formátech základny a velikostech od 100 ml do 1000 ml. [7]



Obr. 10 Tetra Top [7]

### 1.1.7 Tetra Wedge Aseptic

Tetra Wedge Aseptic je nezaměnitelný kartonový obal, který se využívá pro balení ochuceného a kultivovaného mléka, jogurtových nápojů, džusů a nektarů či sojových nápojů. [7]



Kartonový obal Tetra Wedge Aseptic (viz obr. 11) je nabízen ve dvou velikostech 125 ml a 200 ml s možností naplnění na menší objem. [7]



Obr. 11 Tetra Wedge Aseptic [7]

### 1.1.8 Tetra Classic Aseptic

Čtyřstěnný tvar kartonového obalu Tetra Classic Aseptic (viz obr. 12) znají spotřebitelé již téměř šest desetiletí. Je praktický, zábavný a atraktivní. Tetra Classic Aseptic je vhodný pro balení džusů, mléka, ledových čajů i viskózních výrobků. Kartonový obal Tetra Classic Aseptic je nabízen v různých velikostech od 65 ml do 200 ml. [7]



Obr. 12 Tetra Classic Aseptic [7]

## 1.2 Použití vrstvených kartonů

Vrstvené kartony bývají často nazývány nápojovými a tím se zdá, že jejich produkce směřuje výhradně k balení mléka, džusů a stolního vína. Pro své kladné obalové aspekty však

pronikají často i do dalších oblastí potravinářského balení. Oceňuje se zejména jejich hygieničnost, stabilita a variabilita konstrukce, možnost potisku a velmi nízká hmotnost (cca 25 g). [1]

### 1.2.1 Vrstvené kartony v balení potravin

Zatímco u balení nápojů jsou nejpopulárnější objemy 1 l, u potravin až na výjimky to bývají objemy menší. Verze obalu Tetra Brik Aseptic Sq Stream Cap v provedení pro objemy 200/250 ml a s pojistkou pro kontrolu neporušeného obalu se používá nejen pro balení mléka, ale také na balení mléčných krémů, smetany, hotových omáček, dressingů, toppingů či oleje. Tento typ obalu s různými možnostmi plnění je zatím nejvíce rozšířen ve Francii, méně pak v Saúdské Arábii, Rusku a Německu. Na světovém i našem trhu začínají být více populární hotové omáčky. Například sýrové omáčky od italské společnosti Parmalat jsou balené do obalů Tetra Brick aseptick (viz obr. 6) v objemu 0,25 l. K balení potravin vyžadující účinnou konzervaci, ale i na sypané produkty a také na balení granulí pro psy se využívají obaly Tetra Rex (viz obr. 9) [1]

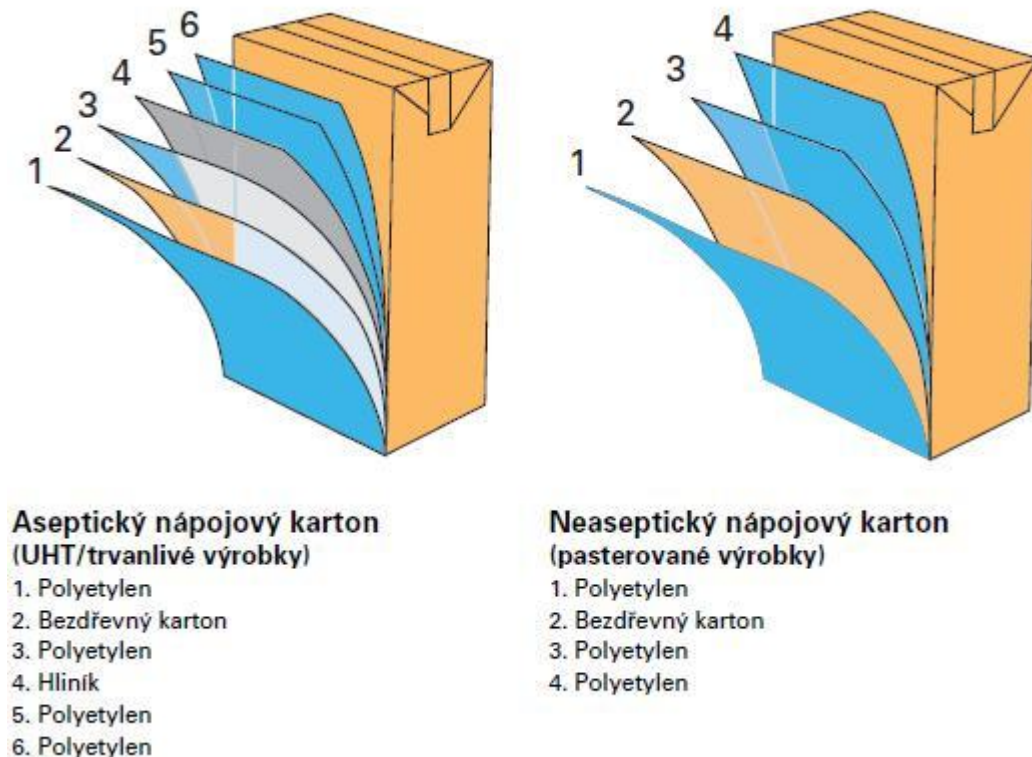
V roce 2002 byla společnost Du Pont oceněna za první vrstvený obal, který vydrží sterilizaci 130°C (Tetra Recart) – viz obrázek 8. Tento obal je vhodný pro balení polévek, omáček i zeleniny. Předností Tetra Recart je jednoduché a bezpečné otevírání bez otvíráku nebo nůžek, nízká hmotnost a vhodný tvar. Obsah zůstává čerstvý a zdravotně nezávadný i bez nutnosti uchování v lednici. Jedná se o aseptický obal šestivrstvého provedení, kde vzhledem k požadovaným nárokům jsou PE vrstvy nahrazeny vrstvou PP, která má menší propustnost pro plyny, páry a především lepší mechanické vlastnosti. [1]

### 1.2.2 Balení potravin do vrstvených kartonů v ČR

Ani v České republice se vrstvené kartony nepoužívají jen na balení nápojů. Smetanové trvanlivé ochucené omáčky Mr. Sauce do obalů od Tetra Pak balí např. Bohušovická mlékárna a.s. V oblasti instantních a tekutých polévek je zastoupena Vitana, která balí vybrané druhy polévek do vrstvených kartonů od společnosti SIG Combibloc. Největším průkopníkem v balení sypaných produktů do vrstvených kartonů je firma Emco, která pro svých šest druhů müsli použila obal Tetra Rex (viz obr. 9), který uchovává müsli déle křupavé, čerstvé a voňavé. Obal je doplněn praktickým klipem což umožňuje opětovné uzavírání krabice i po otevření. [1]

## 2 ZPŮSOBY VÝROBY HLAVNÍCH TYPŮ NÁPOJOVÝCH KARTONŮ

Nápojové kartony jsou vyráběny ve dvou hlavních provedeních, které se od sebe liší především množstvím jednotlivých vrstev, které jsou znázorněny na obrázku 12.



Obr. 13 Složení nápojových kartonů [8]

### 2.1 Materiálové trendy

Jako prakticky u všech ostatních typů obalů je v případě vrstvených kartonů trendem snižování hmotnosti obalu při jeho zvýšené pevnosti. Společnost EloPak provedla vlastní srovnávací analýzu, při které bylo zjištěno, že současné nápojové kartony jsou o 16 % materiálově úspornější, než byly před deseti lety. V případě hliníkových fólií se dokonce používá o 30 % tenčí než před třiceti lety. Naopak tuhost obalu se oproti minulosti zvýšila o 20 %. [1]

## 2.2 Konstrukční trendy

Trendem jednotlivých společností je odlišení se od konkurence nejen grafikou, ale i konstrukcí. Z těchto důvodů bývá původní šestiboký hranol upravován do více stěnových, ale opět hranolovitých konstrukcí. Samozřejmě existují i tvarové výjimky ubírající se jiným směrem- podoba sáčku (např. Tetra fino). [1]

## 2.3 Vrstvení

Výrobu je možné realizovat na speciálních linkách, které mohou být vybaveny i několika vytlačovacími stroji. PE či jiný polymer je dopravován do stroje v pevném skupenství v podobě granulátu. K jeho plastifikaci dochází ve šnekové extruzní komoře, kde je granulát mísen a zahříván. Tavenina je pak šnekem přečerpávána a vytlačována hubicí v podobě hladkého filmu. Karton je veden povrchy ochlazovaného přítlačného a chladícího válce, tavenina je na karton vytlačována do mezery mezi těmito válci, kde následně dochází ke zchlazení filmu a jeho zakotvení na kartonu, tedy k laminaci. Tloušťka filmového nánosů je řízena odtahovou rychlostí pohybu kartonu a tlakem přítlačného válce. Většinou se však nanáší PE o tloušťce setin mm (standardně 0,05 mm). Výhodou PE je, že i ve velmi tenké vrstvě vytváří dostatečnou bariéru a tím chrání potraviny před vnějšími vlivy a poškozením. U kompozitů dochází k dvoustrannému jednoduchému vrstvení, kdy aseptické kartony (obvykle potištěné flexotiskem) jsou oboustranně potaženy PE, přičemž ve vnitřní vrstvě se PE spojuje s hliníkem, a protože ten nesmí přijít do přímého styku s potravinou, je na hliníku nanesena ještě dvouvrstva PE. Počet vrstev a jejich tloušťka jsou tedy ovlivněny použitím obalů, proto u aseptických obalů nejsou výjimkou až šestivrstvé materiály. Po vychlazení laminátu se vrstvený karton navíjí do kotouče. V dalším výrobním sledu je karton z kotouče řezán a vytvarován do prostorového tvaru plněn a uzavírán. [1, 6]

## 2.4 Karton a jeho potisk

Karton představuje u obalu až 75 % z celkového objemu materiálu. Výrobci používají obvykle lepenku z celulózového vlákna, to znamená kartony bezdřevé. Při výrobě těchto lepenek bývá nejčastěji užívána technologie sulfátové báze. Na skladbu lepenky je užívána jak simplexová lepenka z bělené buničiny, tak duplexy, které obsahují pouze bělenou vrchní vrstvu. Plošná hmotnost těchto materiálů je cca 200 g/m<sup>2</sup>. Jednotlivé lepenky jsou potis-

kovány na kotoučových tiskových strojích obvykle flexotiskem nebo hlubotiskem. Na rozdíl od běžných skládaček se vrstvené materiály zpracovávají nikoliv z archu, ale z kotouče. Při potisku kotoučových materiálů je nutné používat takové tiskové techniky, u kterých lze měnit tiskovou délku, která odpovídá geometrickým rozměrům obalu. [1]

### 3 ZPŮSOB SHROMAŽĎOVÁNÍ ODPADŮ NÁPOJOVÝCH KARTONŮ

Nápojové kartony jako jsou obaly od mléka, džusů apod. jsou jedním z nejvíce rozšířených spotřebitelských obalů. Někdy se objevují jako příměs ve tříděném sběru, zvláště ve sběrovém papíru, část však jako běžná součást komunálního odpadu končí bez dalšího využití na skládkách. V roce 2002 výrobci nápojových kartonů ve spolupráci s EKO-KOM, a.s. vytvořili projekt, jehož hlavním cílem bylo zajistit sběr, třídění a využívání nápojových kartonů v rámci celé ČR. Společnost EKO-KOM, a.s. zajišťuje zpětný odběr a materiálové využití tohoto druhu obalu a obce motivuje k předávání této suroviny konečným zpracovatelům. Pro podporu sběru nápojových kartonů zavedla společnost EKO-KOM, a.s. odměnu za zajištění využití odpadů z obalů nápojových kartonů. Na tuto odměnu má nárok ta obec, která zajistí sběr odpadů z nápojových kartonů a jejich předání konečnému zpracovateli prostřednictvím např. svozové firmy nebo dotříd'ovací linky. Od roku 2007 jsou, vzhledem k neustále rostoucímu množství vytříděných nápojových kartonů, do recyklace zapojeny i zahraniční subjekty. [8]

System sběru nápojových kartonů je vždy vázán na technickou úroveň následného dotřídění a úpravy nápojových kartonů pro konečného zpracovatele. Záleží tedy na tom, je-li úpravce vybaven dopravníkovou třídící linkou nebo pouze ručním dotříd'ováním na ploše bez dopravníku. Technická vybavenost úpravce limituje možnosti použitých způsobů sběru nápojových kartonů. [8]

#### 3.1 Sběr ve směsi s jinou komoditou

Filozofií této metody je především úspora nákladů při pořizování nádob (třídí se do již existujících nádob), nádoby se pouze označí tak, aby bylo jasné, že je možné do nich odkládat nápojové kartony. Úspora nákladů je dále při svozu nádob, není třeba zvláštního svozu, nápojové kartony jsou svázeny spolu s majoritní komoditou. Touto metodou nebyla prokázána nutnost zvýšení četnosti svozu sběrných nádob po zavedení sběru nápojových kartonů. Nejvyšší náklady jsou až následně při dotříd'ování odpadů, kdy se nápojové kartony vytřídí ze směsi na dotříd'ovací lince. System je vhodný zejména pro menší obce, které mohou velmi efektivně rozšířit účinnost a využití systému třídění odpadů v obci. [8, 9]

Jedná se o systém charakteristický nižší výtěžností sběru. Vzhledem k rozpočítávání množství není jednoznačně určitelné, kolik která obec nápojového kartonu skutečně sebrala. Tento způsob sběru může být částí veřejnosti negativně vnímán, neboť v občanech vyvolává pocit, že odpady jsou směřovány. Proto je třeba dbát na důkladnou informovanost obyvatelstva. Způsob označování sběrných nádob na nápojové kartony je uvedený na obr. 14. [8,9]



Obr. 14 Samolepka na označení sběrných nádob [10]

### 3.2 Sběr do samostatných nádob

Tato metoda je založena především na zachování a rozšíření stávajícího nádobového systému. To znamená, že ke stávajícím sběrným nádobám se přidá další příslušně označená nádoba tak, aby bylo zřejmé, že je určena pro sběr nápojových kartonů. Úspora nákladů je zejména při dotřídování, neboť komodita obsahuje velmi malé množství nečistot a je mož-

né ji dotřídřovat na technologicky jednoduchém zařízení. Nádoby se instalují podle stávajícího systému v obci, je možné použít nádoby se spodním i horním výsypem. Stejně tak je možné použít nádoby různých objemů, od 120 do 1500 litrů. V případě použití nádob větších objemů je třeba počítat s delší dobou plnění a možným znehodnocováním obsahu, zejména nežádoucími příměsmi. Jednotlivé sběrné nádoby jsou znázorněny na obrázku 15. [8]

Systemy je charakteristický vysokou výtěžností sběru. Vzhledem k přesnému počtu nádob je vždy zřejmé, kolik která obec nápojového kartonu skutečně sebrala. Tento způsob sběru je pozitivně vnímán, občané dobře reagují na zvláštní nádobu. System je vhodný zejména do větších měst - v závislosti na vyšším výskytu nápojových kartonů. Při použití nádob o větším objemu hrozí znehodnocování suroviny, protože se prodlužuje doba mezi svozy a přibýváním nežádoucími příměsí. [8]



Obr. 15 Sběrné nádoby na nápojové kartony [11, 12]

### 3.3 Sběr pytlový

Princip této metody je především v zachování výhod nádobového systému při snížení nákladů na nádobu (cena jednoho pytle o objemu 120 l je max. 3,0 Kč, což je 130 x méně než nádoba 240 l). Pytle pro sběr nápojových kartonů (viz obr. 16) poskytuje obcím společnost EKO-KOM, a.s. zdarma. Další úspora nákladů je patrná při dotřídřování, neboť komodita



obsahuje velmi malé množství nečistot. Systém sběru se upravuje podle místních podmínek. Nejběžnějším systémem je dokládání pytlů k hnízdům na tříděný odpad, a pravidelný svoz 1x za týden až 1x za měsíc. [8]

Systémy jsou charakteristické vysokou výtěžností sběru. Vzhledem k přesnému počtu pytlů je vždy zřejmé, kolik která obec nápojového kartonu skutečně sebrala. Tento způsob sběru je vnímán rozporuplně, občané občas odmítají mít pytle v domácnosti z důvodu nedostatku místa. Velmi záleží na distribuci pytlů, při velkých docházkových vzdálenostech na distribuční místa, zájem o třídění do pytlů významně klesá, při delších frekvencích svozu hrozí hromadění nepořádku na sběrných místech. Systém sběru je velmi variabilní, dá se velmi dobře přizpůsobit místním podmínkám, je dobře použitelný do menších obcí, ale úspěšně je provozován i v městech okolo 50 000 obyvatel. [8]



Obr. 16 Sběrný pytel na nápojové kartony [13]

### 3.4 Sběr školní

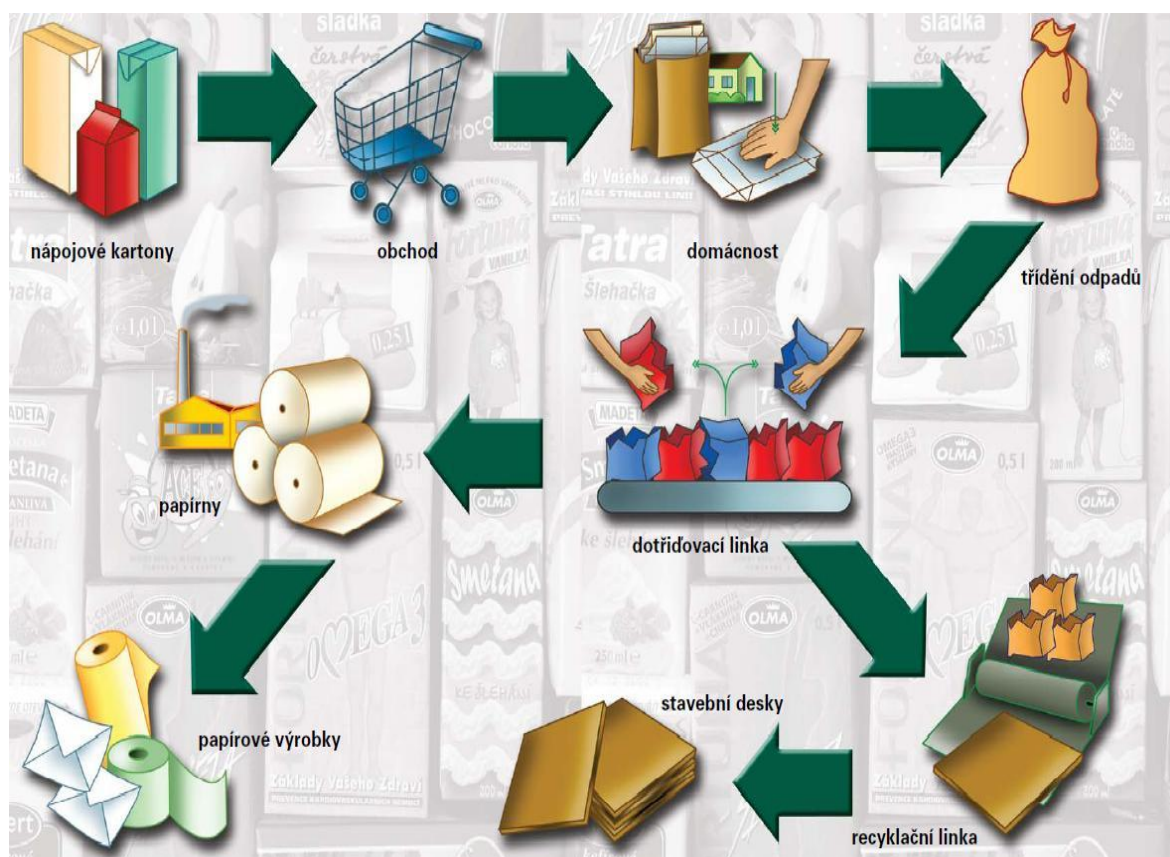
Filozofií této metody je využití přirozené soutěživosti dětí a příspěvek k výchově obyvatelstva k třídění odpadů. Náklady jsou přitom velmi nízké. Další úspora nákladů je patrná při dotřídění, neboť komodita neobsahuje nečistoty. [8]

Systémy jsou charakteristické proměnlivou výtěžností sběru. Tento způsob sběru je vnímán rozporuplně, ne všechny školy jsou k třídění dostatečně motivované, diskuzi vyvolává tzv. vytváření negativního návyku (zcela pravdivé tvrzení, že škola není místem pro odkládání

odpadů), přesto je tento způsob sběru použitelný jako součást environmentální výchovy.  
[8]

## 4 RECYKLAČNÍ ZPŮSOBY

Recyklace nápojových kartonů v Evropě, se stala v průběhu posledních patnácti let velice stabilní, kdy během roku 2009 bylo celkem recyklováno 340 000 tun tedy více než 12 miliard kartonů. Což představuje 34% ze všech prodaných kartonů v Evropě. Tím se jasně odráží dlouhodobě rostoucí trend v recyklaci nápojových kartonů od roku 1992, kdy bylo recyklováno jen 6000 tun. V některých zemích EU, například v Belgii existuje zákon, který vyžaduje využívání druhotných vláken z papíru. Jiné země si zase stanovily za cíl zahrnout mezi recyklovaná vlákna všechny prodané tiskové papíry. Schéma životního cyklu nápojových kartonů je znázorněno v obr. 17 [2,14]



Obr. 17 Schéma života nápojových kartonů [8]

V procesu recyklace nápojových kartonů je možné sledovat různé způsoby zpracování a vybrat optimální řešení. Proto je třeba udělat ekonomické a ekologické analýzy. Optimální řešení bude vždy to s minimálními finančními výdaji a maximálním omezením zátěže životního prostředí. Ekonomická prospěšnost recyklace vybraných metod závisí na organiza-

ci sběru použitých obalů. Důležitým předpokladem jejich dalšího využití, je nutnost třídění. [14]

#### 4.1 Dělení a využití komponent

Balení může být využíváno jako celek spalováním nebo tříděním na jednotlivé komponenty (viz obr. 19). Příkladem může být španělská papírna Nesa, která během roku vytřídí 80 000 tun kartonů. [14]



Obr. 18 Balíky kartonů [15]





Obr. 19 Třídění kartonů v Evropě [15]

#### 4.1.1 Rozvlákňování

Odpad v Tetra Pak továrnách v podobě vrstveného materiálu musí být skartován na (20 x 10 cm) před odesláním do papírny k recyklaci. Skartace je nutná pro zkrácení času při rozvlákňování a také slouží k ulehčení vyprázdňování odpadů, jakými jsou plasty a hliník z hydro-rozvlákňovače. Tetra pak kartonová vlákna se používají při výrobě některých druhů výrobků, jako jsou vlnité lepenky, lepenky, kartony na vejce, hedvábné papíry atd. Oddělování materiálu je provedeno ve vysoké, střední nebo nízké konzistenci pomocí hydro-rozvlákňovače, který připomíná velký mixér o objemu 5000 až 40 000 litrů. Obalová vlákna po oddělení zůstávají v suspenzi, ze které se získávají následným pumpováním. Separační proces nevyžaduje využívání žádných přídatných chemických látek nebo teplé vody. A obal se při něm smíchá s vodou v koncentračním rozmezí od 3 % (30 kg balení v 970 kg vody) až do 15 % (150 kg balení v 850 kg vody). K rozrušení vrstev pak dochází během 30 až 40 minut. Po kterém se všechna vlákna přítomná v kartonu oddělí od plastové a hliníkové vrstvy. Rychlost rotoru používaná v rozvlákňovači určuje některé z charakteristik regenerovaného vlákna. [15]

Nízko-konzistentní rotory (viz obr. 20) jsou používány při potřebě rychlého rozvlákňování a v případech kdy jsou tolerovány řezy vlákna, přičemž mají navíc tu výhodu, že usnadňují složení vláknitých materiálů. Vysoce-konzistentní rotory (viz obrázek 21) podporují vysoké smykové akce mezi vlákny a hladkým rozvlákňováním, které probíhá po delší dobu. Naopak středně-konzistentní rotory jsou využívány jen výjimečně z důvodu kompromisního řešení mezi nízkou a vysokou konzistencí. [15]



Obr. 20 Nízko-konzistentní rotor [15]



Obr. 21 Vysoce-konzistentní rotor [15]

Kartony je možné recyklovat pouze v hydra-rozvlákňovačích ve směsi s vlákny nebo dalšími zdroji jako jsou např. staré obaly z vlnité lepenky, smíšené kancelářské odpady nebo staré časopisy. Maximální koncentrace Tetra Pak následně závisí na typu zařízení využívaného po rozvlákňovacím procesu. V případě některých recyklačních továren se využívá rotační buben (viz obr. 22), který umožňuje využít až 100 % dávky kartonů bez větších problémů. Odpad z rotačního bubnu je uveden na obr. 23. Obecně platí, že koncentrace do 5 % kartonů ze směsi staré vlnité lepenky nemá vliv na samotný proces recyklace. [15]



Obr. 22 Rotační buben [15]



Obr. 23 Odpady po rotačním bubnu [15]

#### 4.1.2 Mytí polyethylenu a hliníku

První oddělení vláken z odpadu obsahující hliník a polyetylen se provádí při odstranění v hydro-rozvlákňovači. Vlákenný materiál se zde rozmíchává ve vodě a následně odstraňuje čerpáním. V průběhu čerpání vlákna procházejí perforovanou deskou, která zabraňuje průchodu polyethylenu a hliníku. Tyto materiály se pak odstraňují za pomoci gravitace a prochází mycím procesem, při kterém jsou zbytková vlákna polyethylenu a hliníku omývány



vodou. Po umytí jsou vlákna vrácena zpět do procesu výroby papíru, zatímco polyetylen a hliník jsou lisovány do balíku (viz obr. 24). [15]



Obr. 24 Polyethylenové a hliníkové balíky [15]

Hliník a polyetylen vázaný v balících se posílá k plastické recyklaci, kde se podrobují novým čistícím procesům v myčkách na plasty, které jsou schopné odstranit všechny zbytkové vlákna z materiálu. Po vyčištění se polyetylen a hliník odstředují a suší. [15]

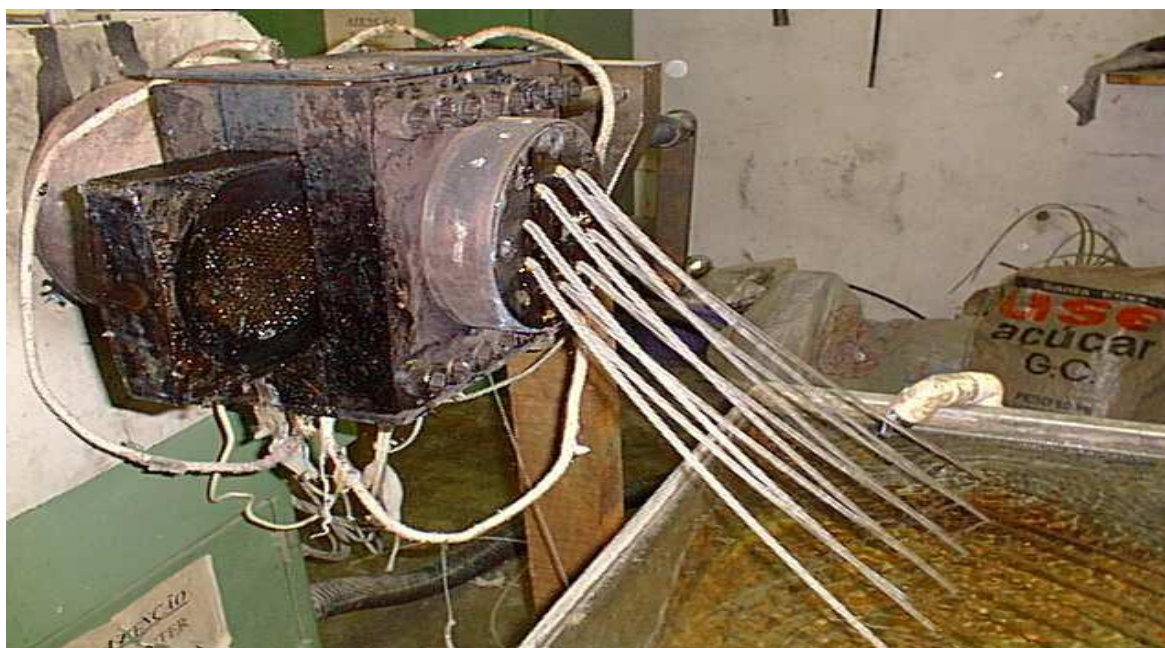


Obr. 25 Otupený rotor [15]



Samotné čištění polyetylenu s obsahem hliníku je tedy prováděno v zařízení, které je vybavené otupeným rotorem (viz obrázek 25) pracujícím při 1000 otáček za minutu. Oddělování vláken se provádí v místě uvnitř mycího zařízení pomocí perforovaného síta, tvořeného dvojí částí. Kdy ve vnitřní části, se ponechává polyetylen s hliníkem a ve vnější části papírová vlákna, přičemž voda se vstříkuje tangenciálně do stěny mycího zařízení. [15]

Dalším postupem je aglutinační proces, který se skládá z termo-mechanického ošetření zajišťujícího jednodušší napájení extrudéru a odstranění zbytkové vlhkosti. Množství hliníku přítomného v materiálu se pohybuje v průměru kolem 18 % až 20 %. Po aglutinačním procesu materiál prochází vytlačováním, kde se získávají lisované granule. Tyto lisované granule jsou surovinou na přípravu vstřikování nebo laminaci plastových dílů. Při vytlačovacím procesu je pak materiál ohříván v extrudéru a následně nakrájen na malé granule (viz obr. 26). [15]



Obr. 26 Extruze plastu a hliníku [15]

## 4.2 Spalování a využití energie

Nejoblíbenější způsobem recyklace nápojových kartonů je spalování s využitím energie. Běžná hmotnost obalu se pohybuje kolem 25 g, přičemž spalováním 2 tun použitých kartonů se získá energie jako z 1 tuny ropy. Spalování odpadu získaného po separaci papírových vláken má také velmi vysokou energetickou hodnotu, zhruba 40-41 MJ / kg odpadů.



Obr. 27 Komíny spaloven odpadů [16]

Energie získána spalováním může být použita k mnoha různým účelům, jako např. v kotlích či cementářských pecích, čímž se snižuje využití fosilních paliv. Kotle nebo pece by však měli být vybaveny při těchto procesech systémy promývání plynů nebo elektrostatickými odlučovači, které zaručí zadržení hliníkových a jiných částic. Při spalovacích procesech hliník reaguje s kyslíkem a tvoří oxid hlinitý, používaný na výrobu poly elektrolytů sloužících na úpravu vody. Intenzita produkce spalovacích komínu je znázorněn na obrázku 27. [14, 15]

Spalovací proces obalových odpadů musí probíhat za přísně stanovených podmínek z důvodu limitů jedovatých látek, které mohou být emitovány do ovzduší. Z toho důvodu evropská unie doporučila tzv. spalovací parametry:

- Spalovací teploty – vyšší než 850 °C
- Doba spalování – delší než 2 sekundy
- Minimální množství kyslíku – více než 6 % ve vztahu k spálené masě

V případě nápojových kartonů můžeme konstatovat, že zde není vysoký výskyt emisí jedovatých látek. [14]

### 4.3 Stavební panely

V České republice, na Slovensku i v dalších zemích několik let existují komplexní stavební systémy z vrstvených nápojových kartonů. Jejichž realizace je známá především v oblasti bytové i administrativní výstavby. [17]



Obr. 28 Produkty z vrstvených nápojových kartonů [17]

#### 4.3.1 Přehled výrobků a možností jejich využití

Výrobky z vrstvených nápojových kartónových obalů lze rozdělit do tří skupin:

##### **Deskové materiály**

Základní deskové materiály (viz obr. 28) jsou tvořeny krycím papírem, lepenkou, hliníkovou fólií a voděodolnou úpravou. Vyrábí se většinou v tloušťkách 10, 15 a 20 mm. Podle povrchové úpravy se buď používají jako obkladové materiály do interiéru i exteriéru nebo na podklady pro podlahové vytápění popřípadě jako součást konstrukcí složených z jiných materiálů. [17]

### Sendvičové panely

Tyto typy panelů se skládají z 1 až 2 cm desky, 4 až 20 cm pěnového polystyrenu a další 1 až 2 cm desky. Používají se pro samonosné příčky do interiérů nebo na tvorbu obvodových stěn. [17]

### Izolační panely

Jsou složeny z 1 cm desky a 4 až 20 cm pěnového polystyrenu a mohou sloužit k vnitřnímu nebo vnějšímu zateplování objektů (viz obrázek 29). [17]



Obr. 29 Produkty z vrstvených nápojových kartonů [17]

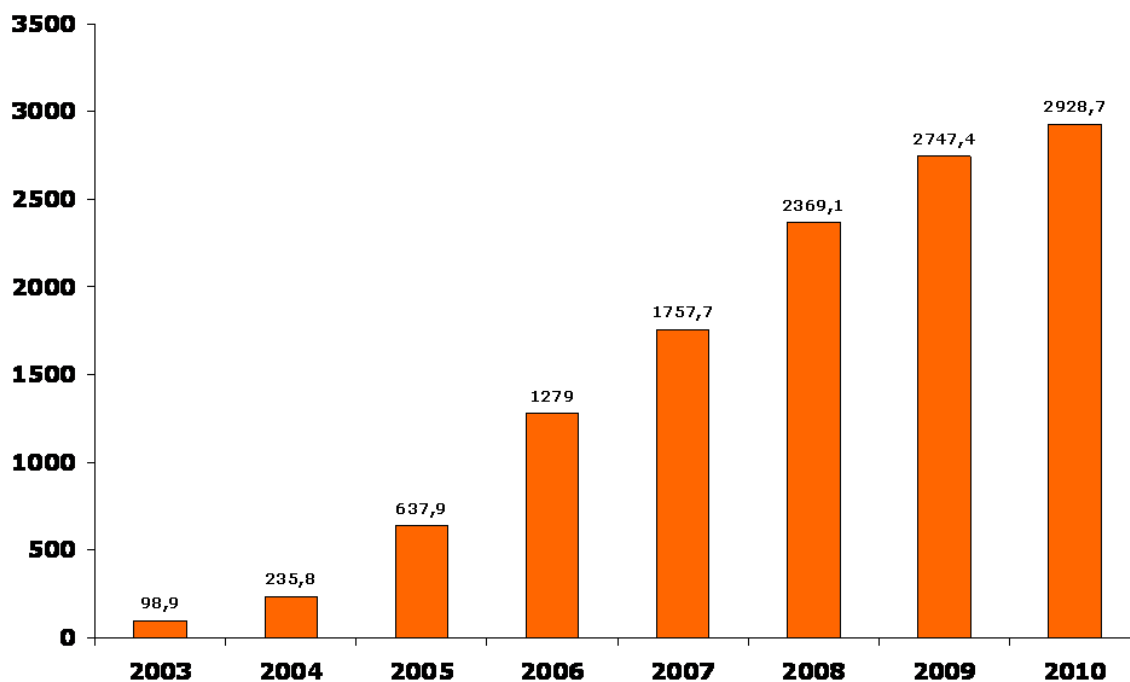
Proces zpracování se v ČR zatím realizuje na jediné výrobní lince v Hrušovanech u Brna. Slisované vrstvené obaly se drtí na malé fragmenty na drticím zařízení, následuje jejich rovnoměrné rozsypaní do formy a lisování za teploty 200 °C a tlaku. Při působení tlaku a teploty dochází k prolisování materiálu a díky roztavenému PE ke spojení vláken s fólií. Mezi takovéto dvě desky se jako izolant přidává pěnový polystyren. [18]

Mezi hlavní výhody těchto panelů pak patří snadné spojování a připevňování k ostatním konstrukcím pomocí běžných mechanických prostředků (hřeby, vruty, šrouby) a především jejich výhodná cena. Naopak nevýhodou je možnost zvýšené nasákavosti v místě neopracovaných hran. [17]

Využití výrobků z recyklovaných vrstvených nápojových kartonů je z ekologického a environmentálního hlediska přínosné, a proto by se v budoucnu jejich podíl na stavebním trhu mohl zvyšovat. [17]

## 5 ZHODNOCENÍ MOŽNOSTÍ RECYKLACE A VYUŽITÍ ODPADU

### 5.1 Vytříděné množství kartonů v čase



Graf. 1 Přehled vysbíraných tříděných kartonů v ČR od roku 2003-2010 [8]

Od roku 2003 bylo zajištěno výraznější materiálové využití nápojových kartonů v rámci sběrných nádob v České republice, kdy bylo celkem nashromážděno pouhých 98,9 tun kartonů. Rok od roku docházelo ke zvyšování výběru kartonů formou jejich tříděného sběru. Zlomovým obdobím se pak stal rok 2006, kdy byl zaznamenán největší nárůst. V tomto roce bylo nashromážděno o 641 tun kartonů více oproti předešlému období. Po roce 2006 nepřestalo docházet k postupnému navyšování počtu vytříděných nápojových kartonů. Zejména v posledních dvou letech se množství vybraných kartonů výrazně přiblížilo až k hranici tří tisíc tun.



## 5.2 Způsoby nakládání s kartonovým odpadem v Evropě a ČR

Země	Hmotnost odpadu v tunách	Spalování	Skládkování	Kompostování	Recyklování
		%			
Rakousko	2800	11	65	18	6
Belgie	3500	54	43	0	3
Švýcarsko	3700	59	12	7	22
Německo	25000	36	46	2	16
Dánsko	2600	48	29	4	19
Španělsko	13300	6	65	17	13
Francie	20000	42	45	10	3
Itálie	17500	16	74	7	3
Norsko	2000	22	67	5	6
Holansko	7700	35	45	5	15
Švédsko	3200	47	34	3	16
Anglie	30000	8	90	0	2
Česko	8066	31	32	0	37

Tab. 1 Způsobů využití obalů v jednotlivých zemích západní Evropy [8,14]

V tabulce je možno vidět srovnání České republiky s ostatními státy Evropy co do počtu nápojových kartonů a jejich zpracování jakožto obalového odpadu. Co se týče recyklace, Česká republika zaujímá první místo ve srovnání s ostatními státy západní Evropy. Dle tabulky je možno vidět, že v naší republice se ročně recykluje 37% odpadů. Za námi stojí Švýcarsko, kde je ročně recyklováno 22% a třetím státem v recyklaci je Dánsko. Na druhé straně nejmenší procento recyklace má Anglie, Francie, Itálie a Belgie. Tyto země využívají více skládkování oproti recyklaci. Největší množství kartonových odpadů v tunách má Anglie a to 30 000, dále Německo 25 000 a Francie 20 000. Naše republika má roční množství odpadů 8066 tun.

## ZÁVĚR

Tato bakalářská práce poskytuje informace o nápojových kartonech. Je rozdělena do pěti kapitol. První kapitola je věnována základním informacím o nápojových kartonech a firmách zabývajících se jejich výrobou jako je u nás především Tetra Pak a jednotlivými typy portfolií.

Druhá kapitola se zaměřuje na jejich materiálové a konstrukční trendy a způsoby výroby.

Třetí kapitola informuje o sběru nápojových kartonů.

Čtvrtá kapitola je věnována recyklačním způsobům nápojových kartonů. Kromě jiného je v této kapitole stručně zmíněno jejich netradiční využití pro společnost a to jako stavební panely pro bytové jednotky.

V poslední páté kapitole jsou uvedeny dva statistické výsledky získané od společnosti EKO-KOM a.s. a to srovnání sběru nápojových kartonů v České republice od roku 2003 do roku 2010 a porovnání zpracování nápojových obalů na našem území a v ostatních státech západní Evropy jako je Anglie, Belgie, Rakousko aj.

- Dle statistického grafu sběru nápojových kartonů v ČR je možno vidět velký nárůst sběru nápojových kartonů, kdy největší nárůst je zaznamenán od roku 2006. Po roce 2006 dosahuje sběr kartonů až 2000 tun za rok.
- Při porovnání zpracování nápojových kartonů se ukázalo, že naše republika je na prvním místě v recyklaci nápojových kartonů, druhým státem využívající recyklaci ke zpracování kartonů je Švýcarsko a třetím státem je Dánsko. Ostatní velké země jako např. Anglie využívá ke zpracování kartonů především skládkování.



**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] Žižkova, J. Balení potravin – Quo vadis, vrstvené kartony. Svět balení 2007; 2: 18.
- [2] ACE [online]. 2011 [cit. 2011-02-20] Aliance pro nápojové kartony a životní prostředí Dostupné z WWW: <<http://beveragecarton.eu>>.
- [3] SIG Combibloc [online]. 2011 [cit. 2011-02-15] Firma SIG Combibloc Group. Dostupné z WWW: <<http://sig.biz>>.
- [4] Coles, R; McDowell, D; Kirwan, M. Food packaging technology. Blackwell, London 2003
- [5] Elopak [online]. 2011 [cit. 2011-02-20] Firma Elopak. Dostupné z WWW: <<http://elopak.com>>.
- [6] Žižkova, J. Balení nápojů a tekutin: Nápojové kartony nejsou popelkou. Svět balení 2007; 4: 44.
- [7] Tetra Pak [online]. 2011 [cit. 2011-02-17] Firma Tetra Pak. Dostupné z WWW: <<http://tetrapak.com>>.
- [8] Eko-kom [online]. 2011 [cit. 2011-02-15] Firma Eko-Kom, a.s Dostupné z WWW: <<http://ekokom.cz>>.
- [9] Město Jihlava [online]. 2011 [cit. 2011-03-10] Informační stránka města Jihlavy. Dostupné z WWW: <<http://jihlava.cz>>.

- [10] Tetra Pak, Tetra Pak: Chráníme dobré, říjen 2010.
- [11] Čistá dvojka [online]. 2011 [cit. 2011-02-17] Informační centrum radnice MČ Praha 2 Dostupné z WWW: <http://cistadvojka.cz>.
- [12] Pražské služby [online]. 2011 [cit. 2011-02-17] Dostupné z WWW: <http://psas.cz>.
- [13] Vysoké Mýto [online]. 2011 [cit. 2011-02-19] Informačně portál města Vysoké Mýto Dostupné z WWW: <http://vysoke-myto.cz>.
- [14] Mrozinski. A. Recirculation of beverage cartons. Journal of polish cimax 2009; 4: 91-98.
- [15] Tetra Pak, Recycling of Tetra Pak beverage cartons, březen 2000.
- [16] Enviport [online]. 2011 [cit. 2011-04-18] Otevřený portál životního prostředí Dostupné z WWW: <http://psas.cz/enviport.cz>.
- [17] Remeš, M. Stavební systémy s využitím druhotných surovin- vrstvených nápojových kartonů. Realizace staveb 2009; 3: 30-32.
- [18] Flexibuild [online]. 2011 [cit. 2011-03-19] Obchodní a výrobní společnost Flexibuild s.r.o. z WWW: <http://flexibuild.cz>.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

PE polyetylen

PP Polypropylen

UV Ultrafialové

Cca Přibližně

a.s. Akciová společnost

max. Maximální

EU Evropská unie

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1 Nápojové kartony .....	10
Obr. 2 Nápojové kartony od společnosti SIG Combibloc .....	11
Obr. 3 Obalová řešení společnosti Elopak .....	12
Obr. 4 Nápojové kartony společnosti Tetra Pak .....	12
Obr. 5 Tetra Brik .....	13
Obr. 6 Tetra Brik Aseptic .....	14
Obr. 7 Tetra Fino Aseptic .....	14
Obr. 8 Tetra Recart .....	15
Obr. 9 Tetra Rex .....	16
Obr. 10 Tetra Top .....	16
Obr. 11 Tetra Wedge Aseptic .....	17
Obr. 12 Tetra Classic Aseptic .....	17
Obr. 13 Složení nápojových kartonů .....	19
Obr. 14 Samolepka na označení sběrných nádob .....	23
Obr. 15 Sběrné nádoby na nápojové kartony .....	24
Obr. 16 Sběrný pytel na nápojové kartony .....	25
Obr. 17 Schéma života nápojových kartonů .....	27
Obr. 18 Balíky kartonů .....	28
Obr. 19 Třídění kartonů v Evropě .....	29
Obr. 20 Nízko-konzistentní rotor .....	30
Obr. 21 Vysoce-konzistentní rotor .....	30
Obr. 22 Rotační buben .....	31
Obr. 23 Odpady po rotačním bubnu .....	31
Obr. 24 Polyethylenové a hliníkové balíky .....	32
Obr. 25 Otupený rotor .....	32
Obr. 26 Extruze plastu a hliníku .....	33
Obr. 27 Komíny spaloven odpadů .....	34
Obr. 28 Produkty z vrstvených nápojových kartonů .....	35
Obr. 29 Produkty z vrstvených nápojových kartonů .....	36
Graf. 1 Přehled vysbíraných tříděných kartonů v ČR od roku 2003-2010 .....	38

## SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Způsobů využití obalů v jednotlivých zemích západní Evropy .....	39
---	----