

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ  
ÚSTAV CHEMIE A TECHNOLOGIE OCHRANY ŽIVOTNÍHO  
PROSTŘEDÍ

FACULTY OF CHEMISTRY  
INSTITUTE OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF ENVIRONMENTAL PROTECTION

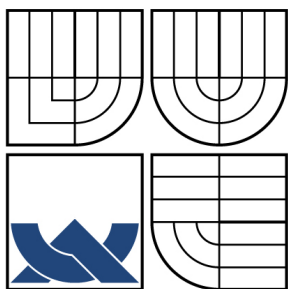
VYUŽITÍ ODPADŮ Z ELEKTRICKÝCH A ELEKTRONICKÝCH ZAŘÍZENÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

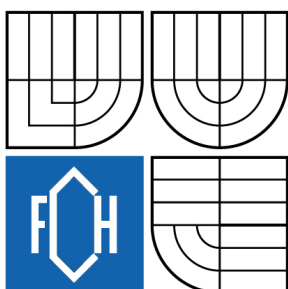
ONDŘEJ BABUŠ

BRNO 2008



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA CHEMICKÁ

ÚSTAV CHEMIE A TECHNOLOGIE OCHRANY  
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

FACULTY OF CHEMISTRY

INSTITUTE OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF  
ENVIRONMENTAL PROTECTION

## VYUŽITÍ ODPADŮ Z ELEKTRICKÝCH A ELEKTRONICKÝCH ZAŘÍZENÍ

THE UTILIZATION OF WASTE FROM ELECTRICAL AND ELECTRONICAL EQUIPMENTS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

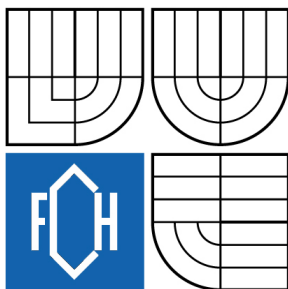
ONDŘEJ BABUŠ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. JURAJ KIZLINK, CSc.

BRNO 2008



Vysoké učení technické v Brně  
**Fakulta chemická**  
Purkyňova 464/118, 61200 Brno 12

## Zadání bakalářské práce

Číslo bakalářské práce	<b>FCH-BAK0108/2006</b>	Akademický rok: <b>2007/2008</b>
Ústav	Ústav chemie a technologie ochrany životního prostředí	
Student(ka)	<b>Babuš Ondřej</b>	
Studijní program	Chemie a chemické technologie (B2801)	
Studijní obor	Chemie a technologie ochrany životního prostředí (2805R002)	
Vedoucí bakalářské práce	<b>doc. Ing. Juraj Kizlink, CSc.</b>	
Konzultanti bakalářské práce		

### Název bakalářské práce:

Využití odpadů z elektrických a elektronických zařízení

### Zadání bakalářské práce:

Rozbor elektrických a elektronických zařízení jako odpadu, příprava chemikálií z tohoto odpadu pro ochranné výrobky

### Termín odevzdání bakalářské práce: 31.7.2007

Bakalářská práce se odevzdává ve třech exemplářích na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu bakalářské práce. Toto zadání je přílohou bakalářské práce.

---

Ondřej Babuš  
student(ka)

---

doc. Ing. Juraj Kizlink, CSc.  
Vedoucí práce

---

Ředitel ústavu

V Brně, dne 1.9.2006

---

doc. Ing. Jaromír Havlica, CSc.  
Děkan fakulty

## **ABSTRAKT**

Tato práce se zabývá zpracováním elektrických a elektronických zařízení, které jsou již označeny jako odpad. Je zde postihnout legislativní rámec zpracování odpadních elektrických a elektronických zařízení, které jsou obecně označovány jako elektroodpad. Dále popisuje základní technologie zpracování elektroodpadů. Z důvodu komplexnosti složení elektroodpadu je větší důraz kladen na separační postupy při zpracování elektroodpadu. V neposlední řadě je zde zmíněna možnost využití surovin získaných z recyklace k přípravě chemikálií určených k ochranným účelům.

## **ABSTRACT**

This work deals with processing electric and electronic devices, which are marked as WEEE. It contains legislative frame of processing electric and electronic devices. Then it describes basic technology of processing electrowaste. The separative processes during the recycling of WEEE are highlighted because of the electrowaste material complexity. There is also the possibility of using material obtained from WEEE to prepare chemicals for the wood and other material protection which is mentioned in the final part of thesis.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Elektroodpad, zpracování elektroodpadu, separační postupy, legislativa, využití elektroodpadu, OEEZ

## **KEYWORDS**

Electrowaste, electrowaste processing, separation process, legislative, electrowaste use, WEEE

BABUŠ, O. *Využití odpadů z elektrických a elektronických zařízení*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2008. 42 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Juraj Kizlink, CSc..

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citoval. Diplomová práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího diplomové práce a děkana FCH VUT.

.....  
Podpis studenta

# OBSAH

<b>OBSAH</b> .....	<b>5</b>
<b>1 ÚVOD</b> .....	<b>6</b>
<b>2 LEGISLATIVA</b> .....	<b>7</b>
2.1 PRÁVNÍ ÚPRAVY A DEFINICE POJMŮ .....	7
2.1.1 <i>Definice pojmů</i> .....	7
2.2 POVINNOSTI .....	8
2.2.1 <i>I. skupina</i> .....	8
2.2.2 <i>II. skupina</i> .....	8
2.2.3 <i>III. skupina</i> .....	9
2.2.4 <i>IV. skupina</i> .....	9
2.2.5 <i>V. skupina</i> .....	9
2.3 LOGISTIKA .....	9
2.4 KOLEKTIVNÍ SYSTÉMY ODBĚRU ODPADNÍCH ELEKTROZAŘÍZENÍ (OEEZ) .....	10
2.4.1 <i>Popis jednotlivých kolektivních systémů</i> .....	10
2.5 DĚLENÍ ELEKTROZAŘÍZENÍ .....	11
<i>Popis jednotlivých skupin elektrozařízení</i> .....	12
<b>3 NEBEZPEČNÉ LÁTKY V ELEKTROZAŘÍZENÍ A ELEKTROŠROTU</b> .....	<b>15</b>
<i>Výjimky vycházející z přílohy 2002/95 ES</i> .....	16
<b>4 STATISTICKÉ ÚDAJE A S NIMI SOUVISEJÍCÍ VĚCI</b> .....	<b>19</b>
<b>5 TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ ELEKTROZAŘÍZENÍ A ELEKTROODPADU A S TÍM SOUVISEJÍCÍ VĚCI</b> .....	<b>24</b>
5.1 ZÁKLADNÍ SEPARAČNÍ PROCESY .....	24
5.1.1 <i>Drcení a třídění odpadů</i> .....	24
5.1.2 <i>Elektromagnetická separace železných kovů</i> .....	25
5.1.3 <i>Příklady zařízení</i> .....	25
5.1.4 <i>Pyrometalurgické metody</i> .....	26
5.1.5 <i>Hydrometalurgické metody</i> .....	26
5.1.6 <i>Biologické metody</i> .....	27
5.1.7 <i>Elektrochemické metody</i> .....	27
5.1.8 <i>Další metody</i> .....	27
5.2 ZPRACOVÁNÍ PLASTŮ .....	27
5.2.1 <i>Flotace</i> .....	28
5.2.2 <i>Fluidizace</i> .....	30
5.2.3 <i>Gravitační třídíče</i> .....	31
5.2.4 <i>Elektrostatické třídění</i> .....	31
5.3 SPECIÁLNÍ SEPARAČNÍ PROCESY .....	31
5.3.1 <i>Plošné spoje</i> .....	31
5.3.2 <i>Recyklace televizorů</i> .....	32
5.3.3 <i>Recyklace luminoforů</i> .....	33
5.3.4 <i>LCD monitory</i> .....	35
<b>6 ZPRACOVATELÉ ELEKTROODPADU V ČR</b> .....	<b>35</b>
6.1 KOVOHUTĚ PŘÍBRAM NÁSTUPNICKÁ, A.S. ....	35
6.2 STENA SAFINA, A.S. ....	36
<b>7 VYUŽITÍ DRUHOTNÝCH SUROVIN V CHEMICKÉM PRŮMYSLU</b> .....	<b>36</b>
7.1 OCHRANA DŘEVA .....	36
7.2 „KOVOVÁ“ MÝDLA .....	37
7.3 KOROZE A OCHRANA PROTI NÍ .....	37
7.3.1 <i>Typy příměsí do ochranných antikoročních nátěrů</i> .....	38
<b>8 ZÁVĚR</b> .....	<b>39</b>
<b>9 LITERATURA</b> .....	<b>40</b>
<b>10 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK</b> .....	<b>42</b>

# 1 ÚVOD

Zpracování elektronických a elektrických zařízení, které již byly označeny za odpad, je oblast, která v poslední době zažívá velký růst. Důvodem tohoto růstu je tlak státních a nadnárodních orgánů, v našem případě je to Evropská unie, na zvýšení podílu recyklovaných materiálů v průmyslu. Tato tendence zvyšovat podíl recyklovaných materiálů v průmyslu je zde již delší čas. Důvod proč se až v posledních 10 letech začal odpad z elektronických a elektrických zařízení, zkráceně elektroodpad, recyklovat ve větším měřítku, je ten, že došlo k zlepšení separačních průmyslových metod. Ty dovolují zpracovávat elektroodpad v takovém měřítku, které již dovoluje na recyklaci profitovat.

Zlepšení separačních metod bylo klíčové k úspěšné recyklaci elektroodpadu. Na elektroodpad se musíme dívat ne jako na jednotný kus odpadu, ale jako na směs naprosto odlišných materiálů. Máme zde vedle sebe různé druhy plastů, kovů, dřeva a skla. Některé součástky obsahují nebezpečné látky. Proto je třeba s elektroodpady nakládat opatrně.

OEEZ se dostal na popředí zájmu, tehdy kdy se masově začala vyrábět spotřební elektronika. Dříve se recyklovali pouze velké strojní zařízení. Tyto velká zařízení obsahovaly dostatečné množství drahých kovů, aby se recyklace vyplatila. V dnešní době, kdy se začaly zpracovávat malé zařízení spadající do kategorie spotřební elektroniky, se muselo zajistit dostatečné zásobování zařízení na zpracování elektroodpadu. Tato podmínka byla nutná k zajištění rentability celého procesu. Celý systém totiž stojí a padá na recyklační morálce obyvatelstva. Pokud lidé nebudou nosit vyřazené elektrospotřebiče do míst pro výběr určených, můžeme mít technologii recyklace sebe lepší, ale podíl recyklovaných materiálů v průmyslovém využití se nezvýší. Tento problém ovšem stojí na státních orgánech. Ty musí pomocí legislativního procesu vytvořit funkční systém, který zajistí přísun elektroodpadu k zpracovatelům. Tento systém přišel v srpnu 2005. Česká republika po vzoru západních zemí vytvořila systém zpětného odběru. Ten počítá s tím, že každý výrobce či dovozce bude zodpovědný za elektrozařízení vyrobené či dovezené na území České republiky po srpnu 2005. Popř. celá skupina výrobců, prodejců a dovozců vytvoří další právnickou osobu, která tyto problémy bude řešit za ně. Tato možnost se vytváří kolektivní systém. Dále systém zajistil vybírání recyklačního poplatku, který slouží jako příspěvek na recyklaci elektroodpadu vzniklého před tímto datem. Tím by se měli zpracovat staré zátěže, které by jinak byly po ekonomické stránce ztrátové. Tento systém ke konci roku 2007 slaví úspěchy. Do budoucna se ale musí ještě pracovat na recyklační morálce obyvatel.

Tato bakalářská práce si dává za cíl osvětlit legislativní základ nakládání s elektroodpady, ukázat existující kolektivní systém k prvnímu čtvrtletí roku 2008, jejich zaměření na konkrétní typ OEEZ, poukázat na nebezpečné látky v elektroodpadu. V další části se bude zabývat základními zpracovatelskými technologiemi a separačními postupy.

Zpracovatelé elektroodpadu a jejich technologie hrají nezastupitelnou úlohu v zpracování elektroodpadu. Na základě kvality technologií použitých při recyklaci a o množství zpracovaného elektroodpadu se opírá celý systém zpracování elektroodpadu.

Na závěr se objeví možnost použít části elektroodpadu k přípravě chemikálií sloužící jako ochranné prostředky.

## 2 LEGISLATIVA

### 2.1 Právní úpravy a definice pojmů

#### 2.1.1 Definice pojmů

Nakládání s elektroodpady (OEEZ) se zabývá po legislativní stránce **zákon o odpadech 185/2001 Sb.** a jeho novelizace č. **7/2005 Sb.** Zákon zde přímo definuje jednotlivé pojmy, které se posléze vyskytují v celé problematice elektroodpadu.

#### **Elektrozařízení**

Legislativní zkratka pro elektrická a elektronická zařízení. Jejich funkce závisí na elektrickém proudu nebo na elektromagnetickém poli, nebo zařízení sloužící k výrobě, přenosu a měření elektrického proudu nebo elektromagnetického pole. Toto zařízení patří do jedné z deseti kategorií definovaných **zákonem 185/2001 Sb.** v příloze 7. a je určeno pro použití při napětí nepřesahující 1000 V pro střídavý proud a 1500 V pro stejnosměrný proud, vyjma zařízení určených výhradně pro obranu státu. [1], [2]

#### **Elektroodpad**

Definován jako elektrozařízení, které se stalo odpadem, včetně komponentů, konstrukčních dílů a spotřebních dílů, které jsou v tom okamžiku součástí elektrozařízení. Dá se za něj považovat elektrozařízení nepocházející z domácností. Na elektrozařízení pocházející z domácností, nebo na jeho část, se vztahuje **§ 38 zákon o odpadech**, kde se hovoří o zpětném odběru. Dá se tedy říci, že elektroodpad je elektrozařízení nepocházející z domácností. [1], [2]

Ve snaze vytvořit kvalitní systém nakládání s vyřazenými elektrospotřebiči a elektroodpadem vznikla právní úprava pro oblast nakládání s použitými elektrozařízeními a elektroodpadem. Důležitý akt v tomto směru bylo vydání vyhlášky Ministerstva životního prostředí (MŽP) č. **352/2005 Sb.** v září 2005. o podrobnostech nakládání s elektroodpady a elektrozařízeními a bližších podmínkách financování s nakládání s nimi. Vyhláška **352/2005 Sb.** slouží jako prováděcí vyhláška k **zákonu 7/2005 Sb.** Dále vešla v platnost vyhláška **MŽP č. 353/2005 Sb.**, kterou se upravuje **vyhláška č. 237/2005 Sb.**, o podrobnostech způsobu provedení zpětného odběru některých výrobků, ve znění vyhlášky č. **505/2004 Sb.**, a **vyhláška č. 383/2001 Sb.**, o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů. [1], [2]

Dalším důležitým krokem byl **zákon č. 7/2005 Sb.**, kterým se mění **zákon 185/2001 Sb.**, o odpadech. Zákon byl vydán 6. 1. 2005 a většina ustanovení vyšla v tento den v platnost. Ustanovení týkající se Seznamu výrobců elektrozařízení zpětného odběru elektrozařízení a odděleného sběru elektroodpadu a financování nakládání s elektrozařízením pocházejícím z domácností a s elektroodpadem nabylo účinnosti 13.8. 2005. [1], [2]

Dle článku uvedeném v Odpadovém fóru 11/2005 můžeme hovořit o různých cílech této rozsáhlé právní úpravy. Za primární cíle novely **zákona č. 7/2005 Sb.** se dají považovat tyto

- a) zabránění tvorbě elektroodpadu
- b) snaha minimalizovat podíl elektroodpadu v netříděném komunálním odpadu
- c) zvýšení opětovného použití, recyklace a ostatních způsobů využití



Novela nám přinesla i nové legislativní pojmy, a to: zpětný odběr elektrozařízení, oddělený sběr elektroodpadu. Tyto pojmy si můžeme rozebrat samostatně.

### **Zpětný odběr elektrozařízení**

Tento termín si můžeme definovat, jako odebírání použitých elektrozařízení pocházejících z domácností od spotřebitelů bez nároku na úplatu v místě tomu výrobcem určeném

### **Oddělený sběr elektroodpadu**

Tento termín se definuje jako odebírání použitých elektrozařízení nepocházejících z domácností od konečných uživatelů na místě k tomu výrobcem určeném. [2]

## **2.2 Povinnosti**

Dalším důležitým bodem v souvislosti s novelou jsou povinnosti v oblasti s nakládání s elektroodpadem. Tyto povinnosti jsou kladeny na bedra všech zúčastněných, ne pouze výrobcům, ale i distributorům, posledním prodejcům, spotřebitelům. Ze skupiny spotřebitelů sem spadají držitelé elektrozařízení pocházejícího z domácností a tkz. koncový spotřebitelé, což jsou držitelé elektrozařízení nepocházejícího z domácností, zpracovatelé, provozovatelé zařízení pro zpětný odběr, oddělený sběr, využití a odstraňování elektroodpadu.[2]

### **2.2.1 I. skupina**

Hlavní povinnosti výrobců elektrozařízení

- A) 13.8. 2005 – výrobci financují oddělený sběr, zpětný odběr, zpracování, využití a odstranění elektrozařízení a elektroodpadu své značky uvedených na trh po 13.8. 2005
- B) 13.8. 2005 – výrobce je povinen před uvedením výrobku na trh, poskytnout záruku prokazující, že nakládání s veškerým elektroodpadem bude finančně zajištěno. Záruka musí být dostatečná k finančnímu pokrytí zpětného odběru, zpracování, využití a odstranění elektrozařízení pocházejícího z domácností. Pokud má, ale výrobce smlouvu s kolektivním systémem daný druh elektrozařízení vybírajícím, záruku mít nemusí.
- C) Výrobci působící na trhu v době vzniku nákladů na zpracování historického elektroodpadu, se budou podílet na jeho financování. Toto financování bude kolektivní a bude úměrné velikosti výrobce.
- D) Výrobce bude poskytovat informace o materiálovém složení elektrozařízení, aby byla do budoucna usnadněna manipulace a nakládání s elektrozařízením v procesu recyklace. Nutnost vhodně označit elektrozařízení určená pro komunální odpad.
- E) Označení výrobků, které přišly na trh po 13.8. 2005 svou značkou a značkou, která označuje, že výrobek přišel na trh po 13.8. 2005 [2]

### **2.2.2 II. skupina**

Povinnosti distributora, který není zároveň výrobcem elektrozařízení

- A) Takový prodejce musí předávat informace, které obdrží koncový spotřebitel elektrozařízení. Jsou to informace o způsobu provedení a místech odděleného sběru, informace o velikosti příspěvku na historické elektrospotřebiče. Tento příspěvek se uvádí odděleně od ceny.[2]

### 2.2.3 III. skupina

Povinnosti na posledního prodejce, který není zároveň výrobce.

- A) Tento prodejce musí předávat informace, které získá od výrobce, a to informace o zpětném odběru elektrozařízení, o odděleném sběru elektroodpadu, o sběrných místech a o možných škodlivých vlivech nebezpečných látek.
- B) Poskytnout spotřebiteli možnost odevzdání vysloužilého elektrozařízení v přímo v prodejně metodou kus za kus. Tato metoda funguje na principu, že za vysloužilý elektrospotřebič si kupujeme nový stejného druhu. To znamená, že při nákupu nové televize nemůžeme v prodejně nechat starou televizi.
- C) Prodejce je povinen uvádět příspěvek na historické elektrospotřebiče, pokud jej tak uvedl výrobce. Tento příspěvek se uvádí odděleně od ceny. [2]

### 2.2.4 IV. skupina

Povinnosti koncových držitelů.

- A) Elektrozařízení bude po ukončení jeho funkce předáno zpracovateli, nebo do místa zpětného odběru. [2]

### 2.2.5 V. skupina

Povinnosti zpracovatele elektroodpadu.

Zpracovatelé mají povinnost provozovat zařízení na zpracování elektroodpadu v souladu s platnými zákony. Mají povinnost dodržovat provozní řád, nakládat s elektroodpadem na základě platných technických požadavků. Dále přednostně odstranit z elektroodpadu všechny stanovené látky a součásti, zajistit využití elektroodpadu, vést evidenci elektroodpadu. V evidenci se uvádějí informace o typu, množství, způsobu zpracování a využití a odstranění. Tyto údaje se nakonec posílají obcím s rozšířenou působností. [2]

Provozovatel zařízení pro zpracování elektroodpadu je nucen vést evidenci elektroodpadu. Tato evidence je srovnatelná s tou, kterou vedou zpracovatelé elektroodpadu. Tato evidence tedy obsahuje informace o typu, množství, způsobu zpracování a využití a odstranění. Tyto údaje se nakonec posílají obcím s rozšířenou působností. [2]

Česká republika ve svém legislativním procesu vytvořila Seznam výrobců elektrozařízení. Tento seznam patří k nejdůležitějším krokům ve vytvoření opravdu funkčního systémů nakládání s elektroodpady. Tento seznam není pouze seznam, který obsahuje formální zápis subjektů, které se zabývají výrobou, dovozem a distribucí elektrozařízení. Před zařazením do seznamu projde subjekt podrobným prozkoumáním schopnosti výrobců, či celého systému zajistit financování, logistiku odběru elektroodpadu a elektrozařízení ze zpětného odběru a odděleného sběru. Celý systém musí být nastaven tak, aby se dosáhlo do konce roku 2008 stanovené míry využití, opětovného použití elektrozařízení a materiálového využití elektroodpadu. Plán odpadového hospodářství stanovuje, že se dosáhne průměrné roční míry sběru elektrozařízení z domácností minimálně 4 kg na jednoho obyvatele. [2]

## 2.3 Logistika

Dle systému, jak byl navržen, mohou výrobci plnit povinnosti jim naložené v rámci individuálního, solidárního nebo kolektivního systému zpětného odběru elektrozařízení a odděleného sběru elektroodpadu. Celý systém funguje na principu sítě, kdy jednu část tvoří

zařízení ke sběru, výkupu, zpracování, využití a odstranění elektroodpadu, elektrozařízení a druhou smluvní vztahy mezi jejich provozovateli a výrobcí elektrozařízení. Cílem systému je zajistit využití vybraného elektroodpadu a odděleně vybraného elektrozařízení. Dále pak zajistit dostatek informací, vedení evidence o elektrozařízení uvedených na trh, o zpětně odebraných elektrozařízení, odděleně sebraného elektroodpadu a kontrolní činnosti procesů a finančních toků uvnitř systému.

System se dělí na tři základní typy

- I. Individuální systém  
vytvořen a provozovaný jedním výrobcem samostatně na vlastní náklady
- II. Solidární systém  
vytvořen dvěma a více výrobci
- III. Kolektivní systém  
vytvořen výrobcí a provozovaný jinou právnickou osobou.

Tato v celku zásadní změna v financování i celkové logistiky sběru použitých elektrozařízení, kterou zajišťují výrobci elektrozařízení a ne původci, tedy obec či koneční uživatelé mimo domácnosti, způsobila velký rozruch. Nicméně takto navržený systém nakládání s elektroodpady z domácností i z firem dosáhl řady pozitivních výsledků, které lze srovnat s jinými členskými státy EU.

Do Seznamu výrobců elektrozařízení se provozovatel kolektivního systému dostává na základě plné moci výrobců, což umožňuje vyhláška. Zákon o odpadech nezná samostatný zápis provozovatele kolektivního systému, provozovatel je zapsán společně s výrobcí zapojených v kolektivním systému. Samostatný odkaz na přihlášku do Seznamu výrobců elektrozařízení je na [http://www.env.cz/www/reveza\\_1.nsf](http://www.env.cz/www/reveza_1.nsf) [2]

## 2.4 Kolektivní systémy odběru odpadních elektrozařízení (OEEZ)

### 2.4.1 Popis jednotlivých kolektivních systémů

#### 2.4.1.1 ASEKOL s.r.o.

<http://www.asekol.cz>

Založen v roce 2005. Zakládající členové jsou jednotlivé firmy, a to BaSys CS s.r.o., FAST ČR a.s., JVC Czech s.r.o., LG Electronics CZ s.r.o., Mascom s.r.o., Panasonic Czech Republic a.s., Philips Česká republika s.r.o., Samsung Electronics, SONY Czech s.r.o., THOMSON multimedia Czech s.r.o.

Největší kolektivní systém v České Republice. Spolupracuje s kolektivním systémem Elektrowin a.s. a Elektrolamp s.r.o. [3]

#### 2.4.1.2 EKOLAMP s.r.o.

<https://www.ekolamp.cz/index2.php?stranka=system/prezentace>

Byl založen největšími výrobci světelných zdrojů v Evropě, kteří se sdružují v **European Lighting Companies Federation** (ELC). Ta vytvořila politiku a jednotné strategie postupu při zavádění principů a cílů Směrnice o "elektrošrotu" na národních úrovních. V souladu s touto politikou vznikla v r. 2004 v České Republice Česká asociace dovozců a výrobců světelné techniky. Zakladateli byly Philips Česká republika s.r.o., Osram spol. s r.o. a GE Industrial s.r.o. Za účelem splnění podmínek daných legislativou založili tyto společnosti kolektivní systém EKOLAMP s.r.o. [4]

#### **2.4.1.3 Elektrowin a.s.**

Společnost Elektrowin a. s. byla založena 25. května 2005 jako provozovatel kolektivního systému, a to výrobci velkých a malých domácích spotřebičů. 5. 12. 2005 obdržela rozhodnutí od Ministerstva životního prostředí o zápisu do Seznamu výrobců pod registračním číslem: KH001/05 - ECZ. Identifikační číslo: 27257843.[5]

Společnost byla schopna za 10 měsíců své činnosti pokrýt více jak 70 % obyvatel ČR a zpětně odebrat přes 10 000 tun elektrozařízení. K roku 2006 evidoval systém 350 sběrných dvorů a 415 výrobců. [27]

#### **2.4.1.4 OFO – Recykling s.r.o.**

<http://www.ofo-recycling.cz>

Kolektivní systém OFO - recycling s.r.o., byl založen v roce 2005 významným dovozcem elektrospotřebičů OFO – Investments LTD. Rozhodnutím Ministerstva životního prostředí ze dne 23.3.2006 byla zapsána do Seznamu výrobců jako kolektivní systém. V Seznamu výrobců elektrozařízení vedeném Ministerstvem životního prostředí je evidován pod registračním číslem K009/05-ECZ. [6]

#### **2.4.1.5 REMA Systém a.s.**

<http://www.remasystem.cz>

Založen jako první kolektivní systém v České republice. Datum založení je 14. února 2005. Vznik REMA Systému iniciovali největší dovozci a výrobci informačních technologií a telekomunikací v ČR. [7]

#### **2.4.1.6 RETELA s.r.o.**

<http://www.retela.cz>

Provozovatel kolektivního systému a byla založena 11.5.2005 jako 100% dceřiná společnost Českomoravské elektrotechnické asociace, která je členem Svazu průmyslu a dopravy ČR a zároveň je členem evropské asociace ORGALIME sdružující strojírenské a elektrotechnické svazy ze zemí EU. [8]

V roce 2006 měla firma téměř 1 000 výrobců a dovozců v seznamu a vybrala více jak 1 658 tun elektroodpadu ze všech 10-ti skupin.

### **2.5 Dělení elektrozařízení**

Na základě zákona o odpadech **185/2001 Sb.** v příloze 7 se OEEZ rozdělil do 10-ti kategorií.

1. Velké domácí spotřebiče
2. Malé domácí spotřebiče
3. Zařízení informačních technologií a telekomunikační zařízení
4. Spotřebitelská zařízení
5. Osvětlovací zařízení
6. Elektrické a elektronické nástroje (s výjimkou velkých stacionárních průmyslových nástrojů)
7. Hračky, vybavení pro volný čas a sporty
8. Lékařské přístroje (s výjimkou všech implantovaných a infikovaných výrobků)
9. Přístroje pro monitorování a kontrolu
10. Výdejní automaty

Jednotlivé kategorie mají také pod kategorie. Dělí se s ohledem na použití elektrozařízení

- I. Elektrozařízení, která nejsou určena pro domácnost,
- II. Elektrozařízení určené pro domácnosti bez oprávnění zajišťovat financování nakládání s historickými elektrozařízeními
- III. Historické elektrozařízení pocházejícími z domácností [1]

Kolektivní systém je definovaný **vyhláškou 352/2005 Sb.** Kolektivní systém - systém vytvořený výrobcí nebo výrobcí pověřenou právnickou osobou a provozovaný právnickou osobou odlišnou od výrobce nebo výrobcem pověřené právnické osoby. Provozovatelem kolektivního systému může být dle **vyhlášky 352/2005 Sb.** právnická osoba, družstvo či organizační složka zahraniční právnické osoby umístěná na území České republiky provozující kolektivní systém. Seznam těchto provozovatelů kolektivních systémů je uveden na internetových stránkách Ministerstva životního prostředí [www.env.cz](http://www.env.cz).

Při podávání přihlášky k zařazení do seznamu uvádí zájemce o jaké kategorie má zájem. Přihláška se musí podávat každý rok. Pokud byl již přihlášen v minulém roce, bude k jeho přihlášce na další rok přidána položka ukazující jeho podíl na trhu. V závislosti na jeho podílu bude i určena minimální kvóta vybraného EEZ na občana.

Seznam provozovatelů kolektivního systému k roku 2006.

**Tabulka 1 Seznam činných kolektivních systémů k roku 2007**

Název společnosti.	Kategorie odebíraných elektrozařízení		
	I.	II.	III.
ASEKOL s.r.o.	3,4,7,8,10	3,4,7,8	3,4,7
EKOLAMP s.r.o.	5	5	5
ELEKTROWIN a.s.	1,2,6	1,2,6	1,2,6
OFO – Recykling s.r.o.	1,2,3,4	1,2,3,4	
REMA Systém a.s.	3,4,6,7,8,9,10	3,4,6,7,8,9	8
RETELA s.r.o.	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	1,2,3,4,5,6,7,8,9	9

### Popis jednotlivých skupin elektrozařízení

#### 1. Velké domácí spotřebiče

Velká chladicí zařízení; Ledničky/chladničky; Mrazáky; Ostatní velká zařízení používaná pro chlazení, uchování a skladování potravin; Pračky; Sušičky; Myčky nádobí; Kuchyňské spotřebiče; Elektrické sporáky; Elektrické plotny; Mikrovlnné trouby; Ostatní velké zařízení používaná na vaření a jinému zpracování potravin; Elektrické topidla; Elektrické radiátory; Ostatní velké zařízení pro vytápění místností, lůžek a sedacího nábytku; Elektrické ventilátory; Klimatizační zařízení; Ostatní ventilační, odsávací a klimatizační zařízení. [1],[9]

#### 2. Malé domácí zařízení

Vysavače; Čistící stroje na koberce; Ostatní zařízení pro čištění; Zařízení používaná k šití, pletení, tkaní a jinému zpracování textilu; Žehličky a jiné spotřebiče používané k žehlení, mandlování a další péči a oděvy; Topinkovače; Fritovací hrnce; Mlýnky,

kávovary a zařízení pro otevírání nebo uzavírání nádob nebo obalů; Elektrické nože; Spotřebiče pro stříhání vlasů, sušení vlasů, čištění zubů, holení, masáže, nebo jinou péči o tělo; Hodiny, budíky a zařízení pro účely měření, indikace nebo registrace času; Váhy [1],[9]

3. Zařízení informační technologií a telekomunikační zařízení

Velké sálové počítače, servery; Minipočítače; Tiskárny; Osobní počítače, myši, monitorů, klávesnice; Laptopy, myši, klávesnice, monitory; Notebooky; Elektronické diáře; Tiskárny; Kopírovací zařízení; Elektrické a elektronické psací stroje; Kapesní a stolní kalkulačky a další výrobky a zařízení pro sběr, ukládání, prezentaci nebo sdělování informací elektronickým způsobem; Uživatelské terminály a systémy; Dálnopisy; Faxy; Telefony; Telefonní automaty; Bezdrátové telefony; Mobilní telefony; Záznamníky a další výrobky nebo zařízení pro přenos zvuku, obrazu a jiných informací pomocí telekomunikací. [1],[9]

4. Spotřebitelské zařízení

Radiové soupravy, radiobudíky, radiomagnetofony; Televizory; Videokamery; Videorekordéry; Hi-fi rekordéry; Audiozesilovače; Hudební nástroje; a jiné výrobky nebo zařízení pro účely záznamu nebo reprodukce zvuku nebo obrazu jiných než telekomunikací. [1],[9]

5. Osvětlovací zařízení

Svítidla se zářivkami (kompaktní, trubicové) a výbojkami, sodíkovými lampami a lampami halidů kovů; Jiná osvětlovací zařízení nebo zařízení pro šíření nebo řízení osvětlování, s výjimkou přímo žhavených žárovek. [1],[9]

6. Elektrické a elektronické nástroje

Vrtačky; Pily; Šicí stroje kromě zařízení používaných v domácnostech spadajících pod skupinu 2.; Zařízení pro soustružení, frézování, broušení, drcení, řezání, sekání, stříhání, vrtání, dělání otvorů, ražením skládání, ohýbání nebo podobné zpracování dřeva, kovů a dalších materiálů; Nástroje pro nýtování, přibíjení nebo šroubování nebo pro odstraňování nýtů, hřebíků šroubů nebo pro podobné účely; Nástroje pro pájení, svařování nebo podobné použití; Zařízení pro postřik, šíření, rozptýl nebo zpracování tekutých nebo plyných látek jinými způsoby; Nástroje pro sečení nebo jiné zahradnické činnosti. [1],[9]

Výjimku tvoří velké stacionární průmyslové nástroje. [1],[9]

7. Hračky, vybavení pro volný čas a sporty

Elektrické vláčky nebo soupravy závodních autíček; Ruční ovladače videoher; Videohry; Počítače pro cyklistiku, skoky do vody, běh, veslování atd.; Sportovní vybavení s elektrickými nebo elektronickými součástmi; Výherní mincovní automaty. [1],[9]

8. Lékařské přístroje

Radioterapeutická zařízení; Kardiologická zařízení; Dialyzační přístroje; Přístroje pro okysličování plic; Přístroje jaderného lékařství; Laboratorní zařízení pro in-vitro diagnostiku; Analytická zařízení; Mrazicí zařízení; Testy oplodnění; Jiné přístroje pro zjišťování, prevenci, monitorování, ošetření, zmírnění onemocnění, zranění či postižení. [1],[9]

## 9. Přístroje pro monitorování a kontrolu

Detektory kouře; Regulační ventily topení; Termostaty; Přístroje pro měření, vážení nebo seřizování pro domácnosti nebo užívané jako laboratorní zařízení; Jiné monitorovací a kontrolní přístroje používané v průmyslových zařízeních (např. v kontrolních panelech). [1],[9]

## 10. Výdejní automaty

Automaty na horké nápoje; Automaty na horké nebo chlazené lahve nebo konzervy; Automaty na tuhé výrobky; Automaty na peníze; Veškerá zařízení, která vydávají automaticky všechny druhy výrobků. [1],[9]

## 2.6 Baterie

Jejich sběr je zanesen v zákoně o odpadech 185/2001 Sb. Byl zanesen do naší legislativy podle směrnic EU 91/157/EHS, 93/86/EHS a 98/101/EHSC pro nakládání s bateriemi a akumulátory. Oporu v zákoně o odpadech 185/2001 Sb. nachází hlavně v § 38. Dle něj mají výrobci a dovozci povinnost:

- a) zajistit zpětný odběr použitých výrobků
- b) informovat spotřebitele prostřednictvím posledních prodejců
- c) zajistit využití nebo odstranění použitých výrobků v souladu s platnou legislativou
- d) předávat roční zprávy o plnění povinností zpětného odběru za minulý kalendářní rok na MŽP. [35], [36]

Situace na poli zpětného odběru je u baterií podobná jako u zpětného odběru elektrozařízení. V červnu roku 2002 vznikla společnost ECOBAT, a.s. Byla založena pěti nejvýznamnějšími výrobci a dovozci baterií v České republice a je pověřena vybudováním a provozováním sdruženého systému sběru přenosných baterií. [35]

Tato společnost k roku 2007 provozuje 6392 míst zpětného odběru. Mezi smluvními partnery jsou jak prodejny elektroniky, tak potravní řetězce i školy. Pro usnadnění a zmenšení byrokratického balíku má ECOBAT uzavřenou smlouvu s kolektivním systémem ASEKOL. Důvod je ten, že výrobci používající ve svém zařízení přenosné akumulátory a baterie si uvědomují nutnost plnit zákon o odpadech **185/2001 Sb.** A tento krok ze strany ECOBATu a ASEKOLu pouze uvítali. [36]

### 3 NEBEZPEČNÉ LÁTKY V ELEKTROZAŘÍZENÍ A ELEKTROŠROTU

Při výrobě elektrozařízení se používá velké množství různorodých součástí materiálů a součástek. Na stavbu elektrozařízení v minulosti a v současnosti používají jedovaté anorganické prvky, popř. jejich sloučeniny, které je obsahují v různých oxidačních stavech či v různých sloučeninách. Příkladem mohou být různé pájky obsahující rtuť, nebo látky obsahující šestimocný chrom. Také součástky obsahují látky nebezpečné pro člověka a pro celé životní prostředí. Jejich účinky mohou být mutagenní, karcinogenní, teratogenní a další účinky nepříznivě ovlivňující zdraví organismů. [11]

Tyto látky samozřejmě nejsou nebezpečné či nejsou místech v elektrozařízení, kde by s nimi mohl uživatel přijít v kontakt při běžném používání elektrozařízení. Problém ovšem nastává, když je elektrozařízení poškozeno, či je označeno za elektroodpad a poté je vyvezeno spolu s ostatním komunálním odpadem na skládku. Zde může docházet vlivem povětrnostních podmínek a přírodních vlivů k dalšímu poškození a narušování struktury materiálů. To vede k vymývání nebezpečných látek a následné kontaminaci. Kontaminuje se jak půda v okolí skládky, tak může docházet až ke kontaminaci vod. A to jak vod povrchových tak i vod podzemních. To vede k dalšímu rozšiřování škodlivých látek do životního prostředí.

Velkou zásluhu na množství nebezpečných látek a to hlavně na polychlorované bifenyly (PCB) mají kondenzátory. PCB ve formě kapaliny zde slouží jako výborný izolant. Moderní počítačová technika a obecně elektronika se stále rychle vyvíjí. Při výrobě se používají nebo se alespoň snaží používat ve svých součástkách náhrady PCB. To se nakonec zobrazilo i na množství kondenzátorů obsahující PCB. Jejich počet je stále dost vysoký a to i navzdory tomu, že se výrazně omezilo používání PCB. Další látky jako například polybromované difenylethery (PBDE), sloužící jako retardéry hoření jsou také omezovány. Jejich množství v elektrozařízení je stále významné.

Na jejich používání mají hlavně vliv bezpečnostní směrnice, zajišťující ochranu před požárem. Poté co byly zjištěny jejich negativní vlivy na organismy, se započal výzkum, který má snahu nahradit polyhalogenované látky jinými. Snaha je, aby nové látky měly stejné vlastnosti jako PBDE, ale nebyly škodlivé pro organismy. Tentýž výzkum probíhá i u PCB a vyvíjí se i nové druhy pájek. Tento výzkum trvá nejdéle dobu. Bylo dosaženo již určitých výsledků, které ukazují další cestu do budoucnosti výroby moderních pájek. Největší evropští výrobci již začali tyto nové pájky používat.

Celá problematika nebezpečných látek v elektrozařízení je zaštitěna evropskou směrnicí **2002/95/ES**, která požaduje, aby výrobky neobsahovali olovo, rtuť, kadmium, šestimocný chrom, polybromované bifenyly, polybromované difenylethery. Jsou povoleny pouze určité výjimky.

Další samostatnou kapitolou by mohli být oxidy kovů, které obsahují obrazovky monitorů a barevných televizí. Tyto látky, souhrnně se nazývající jako luminofory, jsou hlavně oxidy kovů vzácných prvků jako např. europium. Z tohoto důvodu byly vyvinuty metody, které zajišťují jejich účinné odstranění z povrchu obrazovek a možnost jejich dalšího využití.



## Výjimky vycházející z přílohy 2002/95 ES.

Použití rtuti, kadmia, šestimocného chromu, která vyjmuta z požadavků čl. 4 odst. 1

1. Rtuť v kompaktních zářivkách, jejíž obsah nepřevyšuje 5 mg na zářivku. [10]
2. Rtuť v trubicových zářivkách pro obecné účely, jejíž obsah nepřevyšuje:
  - u halofosfátových zářivek ( 10 mg ) [10]
  - u trifosfátových zářivek s běžnou dobou životnosti ( 5 mg ) [10]
  - u trifosfátových zářivek s běžnou dobou životnosti ( 8 mg. ) [10]
3. Rtuť v trubicových zářivkách pro zvláštní účely. [10]
4. Rtuť v jiných svítidlech konkrétně neuvedených v této příloze. [10]
5. Olovo ve skle obrazovek, elektronických součástech a zářivkách. [10]
6. Olovo jako prvek slitin s ocelí obsahujících až 0,35 % hmot. olova, slitin s hliníkem obsahujících až 0,4 % hmot. olova a slitin s mědí obsahujících až 4 % hmot. olova. [10]
7. a) Olovo v pájkách s vysokým bodem tání (např. slitiny cínu a olova obsahující více než 85 % olova),  
b) olovo v pájkách pro zásobování, skladování a systémy skladování (výjimka do roku 2010 povolena),  
c) olovo v pájkách pro zařízení síťové infrastruktury pro přepínání, signalizaci, přenos a správu sítě pro telekomunikace,  
d) olovo v keramických elektronických dílech (např. piezoelektrické přístroje).
8. Použití kadmia s výjimkou použití zakázaných směrnici **91/338/EHS**, kterou se mění směrnice **76/769/EHS** týkající se omezení uvádění na trh a používání některých nebezpečných látek a přípravků. [10], [2], [1]
9. Šestimocný chrom jako antikorozivní činidlo v chladicích systémech z uhlíkové oceli v absorpčních ledničkách. [10]
10. V rámci postupu uvedeného v čl. 7 odst. 2 Komise přednostně vyhodnotí použití:
  - DBDE,
  - rtuti v trubicových zářivkách pro zvláštní účely,
  - olova v pájkách pro počítačové servery, paměti počítačů a systémy pro počítačové ukládání dat, zařízení síťové infrastruktury pro přepínání, signalizaci, přenos a správu sítě pro telekomunikace (vzhledem ke stanovení zvláštního časového omezení pro tuto výjimku),
  - žárovek,Za účelem, aby bylo možné co nejdříve stanovit, zda mají být tyto položky odpovídajícím způsobem pozměněny. [10]

Tabulky uvedené níže popisují průměrný obsah škodlivých látek a uvádí i přímo konkrétní nebezpečné látky. Většina z nich tvoří stopové množství dané součástky, ale jsou i takové, které se zde vyskytují ve větším množství. Příkladem prvků vyskytujících se v malé množství jsou kovy vzácných zemin.

**Tabulka 2 Příklady frakcí elektrotechnického odpadu s obsahem škodlivin[12]**

Frakce	Škodliviny
Plasty	Organosfosfáty, org. sloučeniny Sn a jiné org. škodliviny, zhašela – sloučeniny Al, Mg, P, Sb, Bi, Mo, Sn, B aj.; stabilizátory – Cd, Sn, Zn; plniva, pigmenty – Sb, Zn, Ba, Cr, Cd, Hg, Se, Mo aj.; změkčovadla – např. deriváty kyseliny ftalové
sklo	Pb, Ba, Sr, Zn aj.
Slitiny neželezných kovů a vzácných kovů	As, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, Sr, V, W, Zn
Pájky	Pb, Sn, Bi, (In)
Polovodičové součástky	As, Bi, Ga, Ge, In, P, Sb, Se, Te
Xerografický šrot	Se, Te
Desky s plošnými spoji	Ba, Be, Br, Cd, Cl, Co, Cr, Cu, F, Hg, Ni, Pb, Sb, Sn, Tl, Zn
Akumulátory	Pb, Ni, Cd, Li
Baterie	Mn, Zn, Hg, Li
Relé	Hg
kondenzátory	PCB, Ba, Sn
Keramické substráty integrovaných obvodů	BeO
Magnety	Mn, Co, V
Bublinové paměti	Ga, Gd, Sm
Optické indikátory	W, Mo, Li
TV – obrazovky	Pb, Ba, Sr, Zn, Cd, Hg, Sb, Th
Ploché TV – obrazovky	Ru, Zn, Cd, Se
Luminofory	Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Y, (Eu, Gd)
Displeje (kapalné krystaly)	In
Transformátory	PCB, oleje aj.
Usměrňovače	Cu, Ge, Se, Hg

Samotnou kapitolu v obsahu nebezpečných látek mohou tvořit chladicí zařízení. Na nebezpečí se u těchto zařízení je nutno dívat z pohledu spíše globálního, než z přímého ovlivnění konkrétního organismu. Přístroje vyráběné v minulosti používali totiž jako chladicí media směsi s obsahující freony. Ty, jak známo, poškozují přímo ozonovou vrstvu v atmosféře. Úbytkem ozónu se zvětšuje množství UV paprsků, které dopadají na zemský povrch. Jejich množství má vliv na zvýšení počtu lidí s rakovinou kůže. Pokud by se daly freony srovnat s oxidem uhličitým, dalo by se říci, že vypuštěním freonů z jedné standardní chladničky se způsobí stejná škoda, jako při vypuštění 4 tun oxidu uhličitého. Toto množství vypustí automobil po ujetí 20 000 km. Množství těchto zařízení je obrovské. Jako příklad může sloužit množství zpracovaných starých chladniček kolektivním systémem ENVIDOM na Slovensku. Tento kolektivní systém zpracoval již od svého počátku více jak 73 000 kusů starých chladniček. [33]

**Tabulka 3 Popis možných nebezpečných látek v jednotlivých typech elektrozařízení [11]**

Elektrozařízení	nebezpečné složky	druhotné suroviny	zbytkové látky	
velké domácí spotřebiče	pračky	PCB kondenzátory a tlumiče hoření, rtuťové spínače, desky s plošnými spoji	Železné a neželezné kovy (kryty – resp. ocelový plech; buben – chromniklová ocel; motor – železo, měď)	Inertní materiály (např. betonové stabilizační prvky), plastové díly (z krytů)
	pečicí trouby	staré přístroje - rtuťové spínače, azbestová izolace	Železo, ocel (z krytů)	Izolační materiál (např. minerální vlna), plastové díly (např. z krytů), sklo
	sklokeramické varné desky	–		
	digestoře	kondenzátory (u starších přístrojů PCB kondenzátory), zářivky, olejové filtry		
	elektrické sporáky	Staré přístroje – azbestová izolace, nové přístroje – LCD nebo LED displeje		
	myčky nádobí	Kondenzátory, u starších přístrojů PCB kondenzátory		
malé domácí spotřebiče	žehličky	Staré přístroje – azbestová izolace	Železo a měď z motorů; železné části z krytů a z rámců (často ve spojení s plasty)	Plasty z krytů
	napařovací žehličky	Rtuťové spínače		
	topné ventilátory	Staré přístroje – azbestová izolace		
	vysavače	Elektrolytické kondenzátory (i PCB)		
	ventilátory	Elektrolytické kondenzátory (i PCB)		
	kávovary	Staré přístroje – rtuťové spínače		
	mikrovlňné trouby	Elektrolytické kondenzátory (i PCB), deska s plošnými spoji		
spotřebitelská zařízení	CD přehrávače, rádia, videopřehrávače, Hi-Fi zařízení, diaprojektory aj.	Deska s plošnými spoji, elektrolytické kondenzátory, baterie, akumulátory, LCD nebo LED displeje	Železné a neželezné kovy (z krytů, rámců a z desek s plošnými spoji)	Plastové a dřevěné díly
spotřebitelská zařízení přenosná	kamery, fotoaparáty, přenosná rádia, CD přehrávače, dálková ovládání	Deska s plošnými spoji, elektrolytické kondenzátory (u větších přístrojů), baterie, akumulátory, LCD nebo LED displeje	Měď z desek s plošnými spoji, železné a neželezné kovy z rámců	Plasty z krytů
přístroje s obrazovkou	PC monitory, televizory	Deska s plošnými spoji, větší elektrolytické kondenzátory, malé LCD nebo LED displeje, starší přístroje – PCB kondenzátory, zesilovací elektronky	Vychylovací cívky s velkým podílem mědi, desky s plošnými spoji, železné a neželezné kovy, obrazovkové sklo	Plastové a dřevěné kryty
přístroje s LCD obrazovkou	počítače, notebooky, televizory	Plochá obrazovka LCD, deska s plošnými spoji, akumulátor, baterie	Měď z desek s plošnými spoji, železo a ocel z rámců	Plasty z krytů
zařízení IT	počítače, notebooky, televizory	Baterie, akumulátory, desky s plošnými spoji, LCD nebo LED displeje, kondenzátory	Železné a neželezné kovy, drahé kovy	Plasty z krytů
	tiskárny a kopírovací zařízení	Desky s plošnými spoji, elektrolytické kondenzátory, tonery, cartridge, akumulátory, zářivky, LCD displeje	Železné a neželezné kovy	Plasty

## 4 STATISTICKÉ ÚDAJE A S NIMI SOUVISEJÍCÍ VĚCI

Složení jednotlivých elektrozařízení je velmi rozdílné a závisí nejen na jeho funkci. Vliv na složení také má místo původu elektrozařízení, rok výroby, technologie použité při výrobě, velikosti zařízení a v neposlední řadě také analytické metody, použité při stanovení obsahu jednotlivých látek. To vše nám znemožňuje použít termín průměrný obsah látek v elektroodpadu, nebo použití tohoto termínu bude značně nepřesné a hodnoty nebudou popisovat globální pohled na celý problém elektroodpadu. Proto je na místě uvést některé statistické hodnoty, které nám naznačí složení vybraných elektrozařízení. Ty nám přiblíží skutečnost, které panuje při výrobě konkrétních elektrozařízení. Nicméně i tyto hodnoty se budou s časem měnit. Kdy největší vliv na změnu budou mít snahy o co nejšetrnější zacházení s životním prostředím a také snahy vytvořit co nejekonomičtější a neposlední řadě co nejsnadnější zpracování elektrozařízení, z pohledu budoucího elektroodpadu. [12]

Ačkoli se s ohledem na předchozí odstavec nedá mluvit o průměrném obsahu uvedu zde příklad uváděného množství látek různými autory. Hodnoty v tabulce jsou jen orientační a vztahují se na celé elektrozařízení. [12]

**Tabulka 4 Průměrný obsah prvků a látek v elektrozařízení [12]**

Látka	Množství v %	Podrobnější rozdělení
Kovy	40	Cu (20%), Fe (8%), Sn (4%), Ni (2%), Pb (2%), Al (2%), Zn (1%), Ag (0,2%), Au (0,1%), Pd (0,005%)
Plasty	30	
keramika	30	SiO <sub>2</sub> (15%), Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (6%), ostatní oxidy (6%), BaTiO <sub>3</sub> a slída (3%)

V další části se hodnoty zaměřují na konkrétní součásti OEEZ. Jsou to orientační hodnoty jednotlivých prvků a látek. Prvky a látky zde uvedené se v elektrozařízení používají nejčastěji. Jejich základní dělení je na kovy, polokovy a nekovy.

Nedílnou součástí jsou i kompozitní materiály. Rostoucí trend používání těchto materiálů je v posledních deseti letech znatelný. I když množství elektrozařízení roste již od 70. let, právě kompozitní materiály umožnili tento masivní rozvoj. Zjednodušila se technologie výroby a tím cena. Jejich použití a využití je velmi různorodé, od stavebního materiálu plošných spojů po součásti kondenzátorů. Toto je také příčinou různé koncentrace, či látkového složení jednotlivých částí. V důsledku je to příčinou nemožnosti podávat průměrné hodnoty obsahu látek v elektroodpadu. [12]

Kovy a polokovy mají své místo stálé. Kovy se používají hlavně na součásti krytů (Fe, Ni, Zn) a spojů (Cu, Ag, Au). Ačkoli se v posledních 15-ti letech zvětšilo množství plastů používaných na výrobu krytů, kovy mají stále své nezastupitelné místo u větších a velkých elektrozařízení. Polokovy se používají na výrobu polovodičů, tranzistorů a dalších speciálních elektrosoučástek. Jejich množství a druh je závislý na typu elektrozařízení.

**Tabulka 5 Průměrné materiálové složení vybraných elektrozařízení v hmotnostních % [12]**

Výrobek	železné kovy	neželezné kovy	plasty	sklo	elektrotechnické a elektronické součástky	ostatní
zábavní elektronika						
osobní počítače	32,0	18,0	23,0	15,0	12,0	–
televizory	9,9	3,0	9,5	56,9	8,0	12,7
zesilovače	62,2	20,7	1,6	–	15,5	–
autorádia	52,0	8,3	6,9	–	31,0	1,8
reproduktory	2,5	2,5	31,0	–	1,5	62,5
sluchátka	23,8	23,8	42,9	–	7,1	2,6
videorekordéry	50,0	12,6	22,6	–	7,2	7,6
přístroje pro domácnost						
sporáky	77,9	0,9	1,0	7,3	4,9	8,0
automatické pračky	6,3	2,8	7,0	1,1	14,3	7,5
myčky nádobí	49,7	0,6	11,7	–	12,1	25,9
elektrické kamna	16,6	9,5	47,9	–	20,8	5,2
mikrovlnné trouby	71,3	7,8	3,8	7,0	6,7	3,4
kávovary	7,4	6,0	61,6	16,2	7,9	0,9
toastery	50,3	–	36,1	–	10,6	3,0
fěny	50,5	1,0	14,8	–	20,9	12,8
rádiododiny	8,5	17,0	61,1	–	4,9	8,5
žehličky	20,6	27,2	36,0	–	16,2	–
holící strojky	6,1	9,1	39,4	–	45,4	–
el. zubní kartáčky	12,5	5,2	41,0	–	41,0	–

Následující tabulka se zabývá množstvím železných a neželezných kovů v plošných spojích (PLS). Z neželezných kovů má největší podíl **měď** a ze železných kovů **železo**. I když je se může zdát, že podíl drahých kovů jako **zlato**, **stříbro** je malý, je tento zdroj významný. Z globálního hlediska je totiž spotřeba těchto kovů v elektrozařízení značná. Proto by měla být snaha získat maximum možných surovin z elektroodpadu zpět do výrobního cyklu na místě. Dalším významným prvkem zde se vyskytujícím je **hliník**. Slouží jako stavební prvek chladičů a konstrukčních částí. Díky tomu je zjednodušena jeho separace od zbytku, protože chladiče zabírají relativně velkou plochu a musí být umístěny na povrchu plošného spoje. Jinak by nemohly plnit svou úlohu chladiče. [13]

**Tabulka 6 Obsah kovů a nekovů v plošných spojích (PLS) [30]**

Prvek	Použití	Obsah /%
Měď	Vodivé cesty, dráty, chladiče	10 – 25
Železo	Konstrukční a spojovací části	5 – 10
Olovo	Složka pájky, kondenzátory	1 – 5
Nikl	Akumulátory	1 – 3
Hliník	Konstrukční části, chladiče	2
Cín	Složka pájky, kondenzátory	0,8 – 4
Zinek	Fluorescenční materiály	0,3 – 0,4
Antimon	Složka pájky, kondenzátory	0,1
Stříbro	Elektrické kontakty, konektory	0,05 – 0,3
Zlato	Elektrické kontakty, konektory	0,01 – 0,1
Platina	Elektrické kontakty, konektory	0,004
Palladium	Náhrada Au, kontakty, relé	0,004 – 0,03
Kadmium, titan, rtuť	Akumulátory, baterie, relé, spínače	4 – 10

Další tabulka obsahuje podíl jednotlivých součástí staršího černobílého televizního přijímače na jeho celkové hmotnosti. Průměrná hmotnost přístroje je 30 kg. Z tabulky je patrné, že největší část hmotnosti tvoří obrazovka. Zabírá více jak polovinu celkové hmotnosti. Další významným prvkem je plastová skříň a železné kovy. Z jednoho přístroje je možno získat až 3 kg železných kovů. Dále PLS tvoří až 5,5% hmotnosti, to znamená, že váží 1,65 kg. A PLS obsahuje až 1,65 g Au, 4,95 g Ag a 0,066 g Pt. A to vše pouze z jednoho televizního přijímače. [13]

#### černobílé televizní přijímače

**Tabulka 7 Podíl jednotlivých částí televizního přijímače na jeho celkové hmotnosti [13]**

Část zařízení	Podíl na hmotnosti v %
obrazovka	55
plasty	8,0
železné kovy	9,9
dřevo	13,7
transformátor	4,4
desky s plošnými spoji	5,6
izolované vodiče	1,5
hliník	0,7
kondenzátory	0,3
ostatní elektronické prvky	0,2

Situace u barevných televizních přijímačů je jiná. To dokazují hodnoty v tabulce, které se zabývají jen přímo obrazovkou a zařízením s ní spojeným. Zde se poměr hmotností jednotlivých prvků liší od průměrného televizního přijímače o váze 30 kg. Největší změny doznalo sklo, či samotná obrazovka. Ta je tvořena barnatým a olovnatým sklem. [13]

**Tabulka 8 Obsah vybraných materiálů v barevných TV**

Část zařízení	Podíl na hmotnosti v %
Sklo	87 – 89
Kovy (maska, upínací rám, elektronové dělo, aj.)	9,5 – 12,5
Skleněné tmely	0,01 – 0,4
Ochranné vrstvy, luminofory	0,01 – 0,03

Luminofory jsou u barevných televizních přijímačů naneseny na vnitřní stranu stínítkového skla. Jejich hmotnost u průměrné televizní obrazovky s úhlopříčkou 55 – 63 cm je 10 – 15 g. Lumifory jako takové se nejčastěji používají oxidy, sulfidy, křemičitany a fosforečnany s kationty zinku, kadmia, yttria a europia. Tyto se využívají z důvodů nejvhodnější velikosti kontrastu a jasů. Další součástí zde jsou aktivátory, kdy se nejčastěji používají Ag, Au, Al, Y, Mn, Cu a kovy vzácných zemin Ce, La, Nd, Pr, Sm, Eu, Tb, Dy, Er, Tm. [13]

**Tabulka 9 Průměrný obsah kovů v luminoforech [13]**

kov	Průměrný obsah v %	kov	Průměrný obsah v %
Zn	9,2	Y	0,8
Pb	4,6	Ni	0,05
Cd	3,4	Cu	0,002
Al	3,1	Cr	0,002

Co se týče podílu mezi vyrobeným množstvím elektrozařízení a množství elektrozařízení v podobě elektroodpadu, není odběr 100 %. Stále ještě část elektrozařízení mizí v komunálním odpadu, popř. se mění ve zdroj náhradních dílů. Ačkoli se v dnešní době nevyplatí staré elektrozařízení opravovat a je rentabilnější koupit nové a po technické stránce dokonalejší. Další část elektrozařízení mizí stále v komunálním odpadu. Množství odpadu odneseného do recyklačních dvorů, do prodejen, odvezeno z domácností při výměně starého elektrozařízení za nové závisí na recyklační morálce občanů. Ta by měla být tím vyšší, čím je společnost vyspělejší. Nikdy se ale nedostane na 100 %. S tím počítá i Evropská unie. Proto vydala vyhlášku **2002/96 ES**, kde jsou naznačeny cíle, kterých se má dosáhnout. Tyto cíle jsou naznačeny v tabulce 10.

**Tabulka 10 Cíle využití, opětovného použití a recyklace stanovené směrnicí 2002/96/ES v rozdělení podle kategorií [31]**

Kategorie OEEZ	Využití v %	Opětovné použití a recyklace v %
1. Velké domácí spotřebiče	80	75
2. Malé domácí spotřebiče	70	50
3. Zařízení informačních technologií a telekomunikační zařízení	75	65
4. Spotřebitelská zařízení	75	65
5. Osvětlovací zařízení	70	50
6. Elektrické a elektronické nástroje	70	50
7. Hračky, vybavení pro volný čas a sporty	70	50
8. Lékařské přístroje	Neuvedeno	Neuvedeno
9. Přístroje pro monitorování a kontrolu	70	50
10. Automaty Plynové výbojky	80 neuvedeno	75 80

### **Baterie**

Problematikou sběru baterií se u nás zabývá společnost ECOBAT, a.s. Ta eviduje 6392 míst zpětného sběru. Z tohoto množství zabírají školy 512 míst a s dalšími se snaží ECOBAT uzavřít smlouvy.

V roce 2006 vybral ECOBAT celkově 184 tun baterií. To značí zhruba 7,2 mil kusů jednotlivých baterií. Na našem trhu postihuje toto množství cca 7 % z celkového množství baterií uvedených na trh. Snaha ECOBATu je dosáhnout v roce 2007 10 %. Evropská unie ve své směrnici ale požaduje pro baterie a přenosné akumulátory cíl ve sběru 25 % z celkového množství dodaných baterií a akumulátorů na trh. [36], [37]

Postupem času se mění podíl kvalitnějších alkalických baterií. Ten stále roste na úkor slabších a pro životní prostředí nebezpečnější zinkouhlíkových. Další snižující tendenci lze najít v obsahu těžkých kovů v přenosných baterií. Bylo separováno pouze 8 % zinkouhlíkových a alkalických baterií s potenciálním obsahem rtuti. Jinak obsah rtuti u ostatních baterií a akumulátorů odpovídá normě a je pod hladinou 5 ppm. V celkové směsi dosahuje hodnota množství rtuti hodnoty 15 ppm.

Na poli akumulátorů nahrazují výrobci rychle starší niklkadmiové akumulátory novějšími niklmetalhydridovými akumulátory. Celkové množství kadmia kleslo na 0,36 %. [36]



## **5 TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ ELEKTROZAŘÍZENÍ A ELEKTROODPADU A S TÍM SOUVISEJÍCÍ VĚCI**

Elektrozařízení se skládá z několika částí. Obal a vnitřní zařízení starající se o samotný chod elektrozařízení. Z důvodu, že materiálové složení obalu a samotného elektrozařízení je značně rozdílné, je nutno k přístupu při recyklaci ke každému jinak. U velkých elektrozařízení je obal většinou z kovových materiálů a slitin kovů, zatímco u součástek tvořící samotné zařízení převládá kombinace plastů a kovových prvků a slitin. Menší elektrozařízení má v dnešní době obal složený z plastických hmot různých typů. Kov se zde používá hlavně jako výztuha a ochrana vnitřního prostoru elektrozařízení.

U součástek tvořících samotné elektrozařízení, neboli zařízení bez krytu, je složení mnohem rozmanitější. Jsou zde použity plasty, různé kompozitní materiály, slitiny kovů či přímo čisté kovy, polokovy a nekovy. Také jednotlivé součásti plní různé funkce, a ne pouze ochranné jako u obalu. Když se nebude brát v potaz ovládací panel.

Samotnou kapitolu zde tvoří sklo obrazovek televizí a monitorů. To se svým složením liší od klasického skla okenního. Z tohoto důvodu se s ním musí nakládat.

### **5.1 Základní separační procesy**

Vyvinutí základních recyklačních postupů má svůj počátek v požadavku co nejmenšího objemu odpadů skladovaných na skládkách. Z tohoto důvodu byly vymyšleny různé postupy drcení různorodého materiálu. Podmínkou úspěšného drcení je zajistit minimální poškození samotného drtícího stroje a zároveň maximální možný výkon. Toto je vše bráné ještě s ohledem na cenu a tedy i návratnost drahého zařízení. Výkon je pro drtící zařízení rozhodující. Za předpokladu, že na skládkách je uloženo 50 – 100 tisíc tun odpadu, se po přepočtu zjistíme, že se vyprodukuje 25 až 50 tun odpadu za hodinu. Zde je nutnost dostatečného výkonu patrná. [19]

#### **5.1.1 Drcení a třídění odpadů**

Podle postupů se primární materiál, v našem případě elektroodpad, drtí na frakce 0 – 80 mm a na frakci 80 – 200 mm. Takto nadrcený materiál putuje linkou na separátor kovů. Frakce nadrcená na 0 – 80 mm putuje dále na zpracování, dle druhu materiálu, zatímco frakce 80 – 200 mm se znovu drtí na dalším drtiči. Nadrcený odpad se ještě třídí na bubnovými sítí. Po průchodu sítím se nadsítná frakce přesouvá do dalšího drtiče, jak bylo zmíněno výše. Do linek s drtiči bývají zařazeny i kóje pro ruční třídění. [19]

Problematika kvalitního drcení a třídění je zpracovávána již dlouhá léta. Není proto divu, že moderní drtiče a třídiče jsou již sofistikovaná zařízení. Německá firma Neuenhauser GmbH vyvíjí moderní drtiče třídiče. Její hvězdicové rotační třídiče, které byly vyvinuty právě pro takový účel, mají výkon až 200 t/hod. Gumové hřídele mají zhruba 200 otáček za minutu a vytvářejí prosévací pole. Materiál mezi hvězdicemi je neustále nakypřován a unášen. Mezery mezi hvězdicemi tvoří oka prosévání. Takto navrhnuté třídiče mají své uplatnění i u třídění drcených pneumatik. Firma Neuenhauser GmbH nabízí tyto stroje ve dvou provedeních a to jako stacionární a jako mobilní. [19]

Další novinkou přivedenou na trh je přídavné separování lehké frakce proudem vzduchu. Výhodou je, že tato úprava se dá namontovat na již stávající zařízení. Separované frakce se poté spaluje ve fluidních kotlích. Další použití je třeba odstranění nevhodných příměsí. Jako příklad může sloužit igelitový pytlík v kompostu. [19]

Další úpravou hvězdicového prosévacího pole bylo dosaženo toho, že materiál se již nenamotává na hřídel. Úspěchu bylo dosaženo změnou tvaru gumových hvězdice a jinými otáčkami distančních prvků, než mají hvězdice. [19]

### **5.1.2 Elektromagnetická separace železných kovů**

Tato technologie se má své uplatnění v počátku recyklačního procesu. Následuje po procesu drcení, kdy drcením vzniklá frakce 40 x 40 mm je vhodná právě pro magnetickou separaci železných kovů. Obecně se tato technologie dělí na dva základní typy. Prvním typem je separace elektromagnetickým polem tvořeným stejnosměrným proudem a druhým typem je separace elektromagnetickým polem tvořeným střídavým proudem. U každé metody existuje ještě další členění, z nichž každé má své specifické použití. V praxi se ale samotná jedna metoda nepoužívá, spíše se kombinují obě. [14]

#### **5.1.2.1 Separace pomocí elektromagnetických polí vytvořených stejnosměrným proudem**

Jako zdroj elektrické energie se využívá ze sítě střídavého či trojfázového proudu. Na stejnosměrný se upravuje pomocí transformátorů a usměrňovačů. [14]

Výkon magnetu separátoru není úměrný příkonu, ale jeho velikost ovlivňuje velikost proudu, počet vinutí a druhy vinutí a v neposlední řadě působení magnetického pole, které je určené volbou formy pólů. Síla magnetu je tedy daná velikostí proudu a klesá kvadraticky se vzdáleností. V provozu se magnety zahřívají a s rostoucí teplotou klesá proud v magnetu. Při zahřátí na provozní teplotu může být tento pokles až 30 %. A protože má proud na výkon magnetu velký vliv, klesají s poklesem proudu i silové účinky elektromagnetického pole. Z tohoto se již při stavbě zařízení musí brát tyto vlastnosti v potaz. Zařízení je z důvodu poklesu proudu předimenzováno tak, aby hodnota silového pole měla požadovanou velikost právě až za provozní teploty. K zajištění stability procesu je nutno mít i neměnné hodnoty magnetického pole a z tohoto důvodu se používá stejnosměrný proud. [14]

Podle zadání zpracovatele, či podle požadavků na kvalitu a zpracovávaný materiál se mění průměr, délka a počet pólů odlučovače. Kvalita separace se dá ovlivnit i nastavením polohy dělicího plechu z nemagnetického materiálu. Nemagnetické materiály se musí používat v dosahu magnetického pole. V opačném případě dochází ke vzniku sekundárních magnetických polí, které mají na vině hromadění materiálu. [14]

### **5.1.3 Příklady zařízení**

#### **5.1.3.1 Magnetický unášecí válec pásu**

Magnetické pole je orientováno axiálně k toku materiálu. Tělo válce je ocelové v provedení elektromagnetickým nebo s permanentními magnety. Délka a průměr válce a počet pólů je závislý na druhu materiálu určeného k separaci. [14]

Dopravní pás přepravuje směsný materiál přes magnetický unášecí válec pásu, tak dlouho až je přitahovací síla válce vlivem vzdálenosti tak malá, že magnetické díly odpadnou. Nemagnetický materiál normálně dál sleduje odhazovací parabolu. [14]

Tato metoda má hlavní využití při úpravě písku v cementárnách a slévárnách. Dále při úpravě odpadu a separaci kompaktních ocelových a železných dílů z sypkých materiálů. [14]

### **5.1.3.2 Elektromagnetický bubn**

Délka a průměr bubnu a počet pólů je závislý na druhu materiálu určeného k separaci. Magnetické pole může být orientováno axiálně nebo radiálně k toku materiálu a může být vytvářeno elektromagnety nebo permanentními magnety. Tělo bubnu je ocelové a plášť je nemagnetické oceli nebo manganu.

Přepravní žlab dopravuje směs materiálu k elektromagnetickému bubnu. Magnetické díly jsou přitaženy a unášeny po obvodu magnetického bubnu tak dlouho, dokud působí přitažlivá síla magnetického pole, pak magnetické díly odpadnou. Nemagnetický materiál normálně dál sleduje odhazovací parabolu. Některými typy magnetických válců lze separovat i materiál obsahující železné tyčovité prvky.

Použití této metody je hlavně pro zpracování autovraku rozřezáním na malé kousky a v separaci šrotu a odpadu. [14]

### **5.1.3.3 Magnetický odlučovač ( Magnetický separátor)**

Odlučovač v elektromagnetickém či permanentním provedení je vždy umístěn nad pásem s odpadem. Vynášení materiálu může být podélné nebo příčné.

Dopravní pás přináší materiálovou směs směr k magnetickému odlučovači ve vrchním pásu. Všechny magnetické díly jsou vytaženy a pomocí dopravního pásu vyneseny. Nemagnetický materiál normálně dál sleduje odhazovací parabolu. [14]

### **5.1.3.4 Separace pomocí elektromagnetických polí vytvořených střídavým proudem.**

Metoda separace pomocí střídavého pole využívá efektu indukce vířivých proudů ve vodivých materiálech. Jakmile se nemagnetický materiál dostane do blízkosti střídavého pole, dojde v něm k indukci magnetického pole. To působí odpudivou silou vzhledem ke zdrojovému poli. Tato skutečnost způsobí odmrštění tohoto dílu a tudíž je separaci od nereagujících dílů. Síla této reakce je závislá na ploše, vodivosti, specifické hmotnosti a frekvenci pole. [14]

## **5.1.4 Pyrometalurgické metody**

Do této kategorie patří spalování, tavení v plazmové obloukové peci, struskování, stírání pěny, slinování, tavení, vycezdování a reakce v plynné fázi při vysoké teplotě.

Předností pyrometalurgických metod je možnost zpracovat všechny formy OEEZ. Ovšem velkou nevýhodou, která tyto metody provází je velká spotřeba energií, značné emise, ztráty drahých kovů, nízká výtěžnost neželezných kovů. Velké potíže také způsobuje přítomnost plastů, skla a keramiky. Přítomnost těchto látek má za následek zvýšenou tvorbu strusky, která strhává velké množství drahých kovů. [18]

## **5.1.5 Hydrometalurgické metody**

Základ těchto metod spočívá v kyselém nebo alkalickém loužení drceného materiálu nebo mletého materiálu. Činidly jsou  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , lučavka královská, roztoky  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{NH}_4\text{F}$ ,  $\text{CuCl}_2$  aj., často také s příměsí  $\text{H}_2\text{O}_2$ , dále  $\text{NaOH}$ ,  $\text{NaCN}$  aj. Výluhy se dále zpracovávají pomocí srážecích reakcí, cementací, filtrací, destilací, kapalinovou extrakcí, ionexy nebo membránovými procesy. Získané koncentráty se podrobí elektrolýze jejímž produktem je čistý kov. Předností hydrometalurgických metod je široká využitelnost pro chudé i bohaté materiály, vysoká výtěžnost, nízké teploty, nižší spotřeba energie, možnost regenerace činidel, možnost automatizace procesu a menší dopad na životní prostředí. Nedostatkem je nezbytnost separace OEEZ na frakce, složitost a nižší životnost zařízení, problémy s odpadními vodami aj. [18]

### 5.1.6 Biologické metody

Využití mají hlavně **při získávání zlata** z povrchových nechráněných vrstev pomocí speciálních bakterií. Jsou to metody jednoduché, ale časově náročné. [18]

### 5.1.7 Elektrochemické metody

Jejich hlavní využití je při rafinaci a získávání čistých kovů a v závěrečné fázi postupů a probíhají ve vodních roztocích a v taveninách solí. Používá se tkz. jodid-elektrolytický proces, založený na elektrolýze ve vodném roztoku jodidu a hydroxidu draselného. Jeho předností je jednoduchost, vysoká výtěžnost drahých kovů, vysoká životnost a malá toxicita elektrolytu. Jediná nevýhoda této metody spočívá v tom, že je vhodná pouze pro šrot s povrchovou vrstvou drahých kovů na kovovém substrátu. [18]

### 5.1.8 Další metody

Pro některé kovy byly vytvořeny speciální postupy pro jejich zisk a recyklaci. Jako příklad může sloužit postup vyvinutý v Japonsku. Zde se odpadní hliník nechává reagovat s vodným roztokem hydroxidu sodného. Reakcí se uvolňuje vodík. Ten se posléze přesouvá do zásobníků a dále využívá. Z 60 kg odpadu a 18 kg vody lze připravit až 1kg vodíku o tlaku 30 MPa, což si můžeme představit jako 550 dm<sup>3</sup> vodíků o atmosférickém tlaku. [26]

## 5.2 Zpracování plastů

Zpracování plastů elektrozařízení tvoří nedílnou součást celého procesu zpracovávání elektroodpadu. V celém procesu se tento stupeň nachází za mletím a elektromagnetickou separací. Z historického pohledu bylo ve zpracování elektroodpadu zařazeno jen ruční demontáž, drcení a následná základní elektromagnetická separace. Plast se bez rozdílu zneškodňoval. S postupem času, kdy vznikla povinnost recyklovat elektroodpad a snahou zvýšit materiální zisk a snížit náklady z procesu recyklace elektroodpadu, došlo ke změnám v postupech zpracování plastů. Pokud chceme dosáhnout kvalitní recykláže je nutné mít připravené kvalitní separační metody. Z toho právě plyne podmínka, že kvalitní recyklace dosáhneme, když získáme co největší čistotu plastového odpadu. [15]

Plasty lze třídit několika způsoby. A to automaticky, ručně popř. oba postupy kombinovat. Pokud předchozí procesy, a to drcení mletí, zbavování prachu a rozdělení plastů podle hustoty, byly odvedeny kvalitně získáváme poměrně čistou drť. Další materiálové využití má za podmínku, dokonale vytřídit jednotlivé druhy plastů. [15]

Nejběžněji dnes používané metody používané při třídění jsou fluidizace, odstředivé síly, flotace, elektrostatické třídění. [15]

Další nezbytnou podmínkou, která zajišťuje dokonalé roztřídění, je vyvinutí detekční metody. Ta musí být rychlá, kvalitní a automatická. Hospodárnost celého systému závisí právě na kvalitě a rychlosti detekčního zařízení. [15]

K dispozici je několik detekčních metod. Nejběžněji se používá infračervená spektroskopie. Princip metody je jednoduchý. Zkoumaný materiál, v našem případě plast, je ozařován infračervenými paprsky. Z ozařovaného spektra pohltí materiál část záření. Absorbovaná část záření je charakteristická pro každý plast. Vliv má uspořádání molekul v polymeru plastu a i druh samotných molekul. Alternativou k infračervené spektroskopii je termografie s laserovým impulsem a roentgenová fluorescenční analýza. [15]

Problém dnešní doby je ovšem skrytá heterogenita plastických hmot vyskytujících se ve elektroodpadu. Příkladem mohou být plasty původem ze země, kde se sice používají

termoplasty se sníženou hořlavostí, ale této skutečnosti dosahují tak, že do nich impregnují bromované difenylethery DBDE a bromované bifenyly PBB. Tyto hmoty jsou součástí spotřební elektroniky, které je z těchto zemí importovaná. Jakákoliv další manipulace a to hlavně spalování těchto platů je velmi problematické, vyžaduje spalovny pro likvidaci nebezpečného odpadu. [15]

Aby se omezilo spalování plastů, zde jde hlavně o velké díly, skříně, kryty tiskáren, kryty PC, monitorů a televizorů, obsahující nebezpečné látky, byl vynalezen postup, který nezatěžuje životní prostředí zplodinami ze spaloven. Tento proces byl původně vyvinut pouze pro měkčený PVC. Jde o postup založený na selektivní extrakci, řízeném vysrážení a separaci nežádoucích, hlavně nebezpečných látek. Proces byl později upraven i pro použití na plasty typu ABS, PVB a PETP. [15]

Princip metody je založen na tom, že se v prvním stupni plast rozpustí. Roztok poté obsahuje jak samotný polymer, tak i nebezpečné látky, jako výše zmíněné retardátory hoření. Roztok se poté filtruje. [15]

Druhý stupeň zahrnuje selektivní vysrážení plastu z roztoku. V roztoku zůstávají veškerá nežádoucí aditiva a nebezpečné látky. [15]

### 5.2.1 Flotace

V přírodě se vyskytuje jev, který je všudypřítomný ve všech kapalinách. Jedná se o interakci mezi bublinami a částicemi v kapalinách. Tato interakce hraje zásadní roli v mnoha praktických procesech. Nejvýznamnější využití v praxi je flotace. Tato separační metoda využívá charakteristické vlastnosti některých tuhých povrchů poutat na sebe vzduchové bubliny. Separační proces je založen na rozdílné smáčivosti složek ve směsi. Za přítomnosti vzduchových bublin, dojde k vytváření hydrofobních, špatně smáčivých částic tzv. flokule, jejichž hustota je nižší než hustota okolního kapalného prostředí, a jsou proto dobře vynášeny k hladině. Hydrofilní, dobře smáčivé složky zůstávají ve vsádce. flotace. [32],[16]

Původně byla tato metoda využívána pro separaci uhlí a minerálních rud. Hlavní význam a velkou předností této metody před ostatními separačními metodami je v tom, že umožňuje získat jemně rozptýlené a jemně prorostlé užitkové složky z nerostných surovin všech druhů. Flotace tak řeší problém úpravy velmi jemných zrn a kalových podílů. Při mechanické úpravě se totiž suroviny často nadměrně rozdrobují a tvoří tak kal s velkým obsahem užitkové složky a průvodní horniny. [32]

I samotná flotace se dělí do několika podskupin. V dnešní době se využívá hlavně metoda tzv. froth flotation, neboli pěnové flotace. Při této metodě se částice zachycují ve vysoké vrstvě pěny a ta je spolu s částicemi odváděna mimo separátor. [32]

Existují dva základní typy flotátorů. První typ je mechanický, kdy vzniku bublin se dosahuje rychlými otáčkami míchadla. Druhý typ se používá méně. Je to typ pneumatický. Zde se bubliny tvoří průchodem vzduchu přes porézní diafragmu. [32]

Díky vysoké separační účinnosti, nízké nákladnosti a značné jednoduchosti procesu se flotace začala používat i v jiných průmyslových oblastech, kde se separují systémy typu pevná látka – pevná látka, nebo pevná látka – kapalina. Příkladem je získávání bitumenu z roponosných písků, separace těžkých olejů, separace nerudných minerálů (např. grafitu), odstraňování tiskařských barev při recyklaci papíru, odstraňování pevných i olejových příměsí při čištění a úpravě vody nebo separace a recyklace plastů. [32]

### **5.2.1.1 Třídění plastů flotací**

Jak již bylo zmíněno, flotace je jedna z metod, která umožňuje účinně separovat plasty. Výzkum na tomto poli byl veden již od 70. let 20. století a i podle posledních poznatků se tato metoda stále jeví jako velmi účinná. Metoda využívá rozdílů v povrchových vlastnostech jednotlivých plastů. Na hydrofobnější povrch se snáze zachytávají bublinky a vytvářejí se tzv. flokule, neboli shluky částic pevné fáze s bublinkami plynné fáze. Tyto flokule mají nižší hustotu než okolí a jsou tedy vynášeny k hladině. [32]

Separace směsných plastů flotací je značně závislá na fyzikálních vlastnostech plastů ve směsi. tyto vlastnosti lze rozdělit na dvě kategorie:

- I. fixní vlastnosti – nelze je ovlivnit  
– hustota
- II. modifikovatelné vlastnosti  
– povrchová energie, velikost částic, snášivost povrchu, drsnost povrchu

Flotace jako metoda využívající rozdílů v povrchových vlastnostech se dále dělí čtyři hlavní podskupiny, v závislosti na typu flotace:

- I. dělení na základě rozdílných hodnot povrchového napětí kapaliny a separovaných plastů, tzv. gamma flotace
- II. dělení pomocí selektivní smáčivosti povrchů, změna je způsobena adsorpcí nějakého činidla
- III. dělení pomocí selektivního smáčení, které je způsobeno fyzikálními podmínkami
- IV. selektivní hydrofobizace povrchu působením specifických chemikálií. [32]

### **5.2.1.2 Gamma flotace**

Většina plastů je hydrofobní a vykazuje rozdíly v povrchové energii. Jejich povrchové napětí je přitom nižší než povrchové napětí vody. Pokud je rozdíl povrchových napětí obou plastů dostatečný, lze přidávkem vhodného činidla snížit povrchové napětí roztoku na takovou hodnotu, která leží mezi povrchovými napětími obou plastů. V této směsi pak lépe flotuje složka s nižší hodnotou povrchového napětí, tj. na tomto povrchu se bubliny vzduchu zachycují lépe. Touto metodou lze separovat např. směs PETP a PVC. [32]

### **5.2.1.3 Adsorpce flotačního činidla (depresoru)**

Velice často směs separovaných plastů nevykazuje dostatečný rozdíl povrchových napětí. V takových případech je nutné selektivně ovlivnit smáčivost jedné složky ve směsi. Jedná se o proces, kdy dochází k adsorpci vhodného činidla na povrch plastu, což vede ke snížení hydrofobicity. Tyto činidla se nazývají depresory. těchto látek existuje spousta typů. Rozeznáváme organická i anorganická smáčedla. Spolu s gamma flotací patří tato metoda flotace k nejpoužívanějším. [32]

### **5.2.1.4 Selektivní smáčení způsobené fyzikálními podmínkami**

Alternativní cestou, jak zvýšit smáčivost nějakého plastu, je působení určitého fyzikálního procesu, kterým jsou do polymerního řetězce daného plastu připojeny hydrofilní funkční skupiny. (=O, -OH, -COOH). Jedním z příkladů je oxidační chemická reakce nebo tzv. plazmové ošetření. V tomto procesu se používá vysokohustotní plazma, která umožňuje vznik chemických vazeb mezi plazmovými komponenty a povrchem plastu. [32]

### ***Selektivní smáčení působením specifickými chemikáliemi.***

Tato metoda využívá vlastnost určitých chemických látek pronikat do povrchové vrstvy plastu a připojit k polymernímu řetězci hydrofilní skupiny. [32]

#### **5.2.1.5 Příklady použití**

Nejnámější je použití při oddělování PVC a PP při recyklaci PET lahví. Ve Spojených státech se tomuto výzkumu věnují tři velké společnosti – MBA Polymers, Argone National Laboratory a Recovery Plastics International (RPI). [32]

Dalším odvětvím, kde se flotace využívá je zpracování autovraků. Zde je situace podobná jako u elektroodpadů a dokonce část elektroodpadu pochází z autovraků. Za předpokladu, že průměrný autovrak má složení jako elektrozařízení, pak získáme hodnoty obsahu 70% kovu, 8 % plastů, 5 % gumy, 4 % skla a zbytek jsou ostatní materiály. Z rozdrčeného autovraku již není problém získat plasty. [32]

V tabulce jsou shrnuty publikované výsledky flotace pro různé dvousložkové směsi, kde byly jednotlivé složky úspěšně separovány. Pro dělení těchto směsí je nutné, aby složka byla flotovatelná maximálně a druhá složka minimálně. Proto je nutné při návrhu separačního procesu uvažovat působení flotačních činidel na jednotlivé složky ve směsi. V tabulce je uvedena nejprve flotující složka, tj. složka, která vytváří flokule a odchází z flotační nádoby. složka s vyšší smáčivostí zůstává v nádobě. Rovněž jsou uvedeny výsledné čistoty produktů. [32]

**Tabulka 11 Separace dvousložkových plastů a čistota produktu [32]**

Směs	Flotující složka		Zbytek	
	Typ	Čistota/ %	Typ	Čistota/ %
PS + PVC	PS	98,4	PVC	98,4
PP + PVC	PP	98,8	PVC	98,8
PMMA + PVC	PMMA	98,8	PVC	98,9
PE + PVC	PE	98,8	PVC	98,9
PAD + PVC	PAD	98,5	PVC	98,5
PP + PS	PP	98,9	PS	97,4
PP + PE	PP	97,3	PE	98,9
PETP + PVC	PVC	98	PETP	98,0
PETP + PP	PP	97,2	PETP	99,9
PETP + PE	PE	97,4	PETP	99,9

#### **5.2.2 Fluidizace**

Má podobný princip jako flotace. Rozdílem zde je medium, ve kterém je prováděna. Zatímco flotace se provádí v kapalině, fluidizace se provádí v proudu plynu. Samotný separační proces je poté závislý pouze na hustotě separovaných složek. Lehké jsou vyneseny do horní části třídiče, těžší klesají na dno. Poměr mezi lehkou s těžkou frakcí je závislý na průměru a množství plynu zde proudícím. Čím je tlak vyšší, tím je těžší částice je schopen zvednout a naopak.

### 5.2.3 Gravitační třídíče

Založeny na působení gravitační síly. Patří sem balistické třídíče, které vystřelují nadrcené částice stejnou rychlostí. Částice, které jsou těžší mají větší hybnost. Lehčí částice jsou odporem vzduchu zpomaleny a dříve dopadají. Těžší částice mají delší dráhu a dobu letu.

### 5.2.4 Elektrostatické třídění

Celý proces je založen na principu elektrostatického nabíjení vodivých i nevodivých prvků směsi odpadu. Jako zdroje se dnes používají generátory elektrostatického náboje, které poskytují vysoké napětí. Toto napětí je schopné nabít i izolanty.

Princip odlučovače spočívá ve vibračním dopravníku, který odměřuje dávky nadrceného odpadu do bubnového odlučovače. Ve středu bubnu je záporně nabitá elektroda, která nabíjí malá částičky nadrceného odpadu. Zatím co částice s vyšší vodivostí ztrácejí svůj náboj rychleji, nevodivější si jej uchovávají. Částice poté jsou přitahovány vnější elektrodou ven z bubnu. Částice bez náboje v bubnu zůstávají a ty s nábojem odcházejí.

## 5.3 Speciální separační procesy

### 5.3.1 Plošné spoje

Velkou část moderních zařízení tvoří plošné spoje. Ty slouží k propojení jednotlivých elektronických prvků. Plošné spoje jsou v dnešní době téměř každého elektrozařízení. Liší se pouze svou velikostí. Problémem u plošných spojů je ten, že se při jejich výrobě používá velké množství prvků a z toho plyne taky problematická recyklace.

Při zpracování PLS se prochází několika body. [30]

#### 5.3.1.1 Odstranění komponent

Při recyklaci desek plošných spojů je zapotřebí odstranit veškeré elektronické součásti. Existuje zde několik metod.

#### Mechanické odstranění

Metoda je vhodná pro selektivní separaci pouze některých důležitých součástek – diody, tranzistory, rezistory ,atd. Provádí se mechanickým odstraněním pinů z vhodných komponent.

#### Tavení

Následně dochází k postupnému roztavení cínových spojů a uvolněním pinů součástek, které se mechanicky odstraní. Plošný spoj se umístí pod ochranný kryt na hliníkovou desku, která se topnými tělesy ohřeje na teplotu 350 – 400 °C.

#### Řezání

Deska se umístí do upínacího rámu. Piny se uřežou pilou na kov. Nevýhodou jsou piliny obsahující směs laminátu a kovu. [30]

#### 5.3.1.2 Drcení PLS

Dle konkrétních požadavků na zrnitost se používají břitové drtící stroje, granulační mlýny, řezací zařízení nebo brusky. Mezi speciální postupy lze zařadit kryogenní drcení. Postup spočívá v tom, že drcení odpad je před samotným drcením podchlazen na velmi nízkou teplotu (- 190 °C). Důvod je ten, že s takto nízkou teplotou se mění fyzikální vlastnosti materiálů. Ty při této teplotě mají mnohem křehčí strukturu a samotné drcení probíhá mnohem snadněji a kvalitněji. Nevýhodou jsou větší náklady na samotné drcení. [30]



Dále probíhá separace kovů klasickou magnetickou separací, vibračním tříděním, elektrostatickou separací .

### **5.3.1.3 Získávání drahých kovů**

#### **Extrakce v tavenině olova**

Drcené desky se dávají přímo do tavících zařízení, kde se mísí s roztaveným olovem. Plasty vyhoří a železo a část barevných kovů plave na hladině. Odtud se postupně stahuje. Do taveniny olova postupně přechází většina drahých kovů. Tavenina se posléze nechává prohánět vzduchem. Většina olova zoxiduje a odstarní se jako struska. Zbylá část olova obohacená o drahé kovy se podrobí rafinaci. Získává se měď, selen, nikl, cín, rtuť. Metoda je univerzální a klade malou náročnost na pracovní sílu. Nevýhoda spočívá v nešetrnosti k životnímu prostředí.

#### **Kyanidové loužení**

Zlato lze snadno a selektivně získávat loužením zředěnými roztoky alkalických kyanidů. Podmínkou je, že pozlacený povrch má volný přístup k loužicímu roztoku. Loužení má vysokou účinnost a další výhodou je to, že zbylé kovy jsou nedotčeny. Nevýhodou je vysoká toxicita použitého činidla.

#### **Sulfáto-nitrátová cesta**

Používá se k separaci palladia. Pokud se surovina s obsahem palladia zpracovává tímto způsobem, vzniklé roztoky po denitrifikaci je velmi snadné redukovat formaldehydem a získat s vysokou účinností palladium. Procesu ovšem vadí vyšší koncentrace halogenidových iontů.

#### **Elektrolýza**

Ta přichází na řadu pokud se při zpracování získá frakce barevných kovů nebo výluh z některého podílu odpadu. Roztok obvykle obsahuje velké množství kovů a izolace všech složek není ekonomicky výhodná a ani žádoucí. Při elektrolýze se získá podíl mědi, popř. niklu. Drahé kovy zůstávají v katodických kalech. Protože je elektrolýza náročná a zatěžuje životní prostředí využívá se zřídka. [30]

Protože čistota kovů v PLS je asi desetkrát vyšší než u přírodních surovin, je jasné že se experimentuje s novými postupy zisku těchto kovů. Snaha je dosáhnout vyšší účinnosti a výtěžnosti. V Číně studovali vzorek o hmotnosti 400 kg složený pouze z PLS. K výzkumu použili novou recyklační technologii zahrnující dvoustupňové drcení a kruhový elektrostatický odlučovač. Nekomovná část PLS byla zpracována do tvaru desky a je určena k použití ve stavebnictví. [34]

### **5.3.2 Recyklace televizorů**

Zpracovávání tohoto druhu elektroodpadu je složité. Když se nebude brát v potaz velikost samotných zařízení a z toho plynoucí problém uskladnění, je zde nebezpečí úrazu. Kdy neopatrným zacházením může dojít k poškození obrazovky a její následné implozi. Toto nebezpečí existuje hlavně díky významnému množství ruční práce, která je nutná ke kvalitnímu zpracování televizních přijímačů. [13]

Všechny procesy s recyklací spojené jsou technologicky náročné. V dnešní době stále ještě zatíženo velkým podílem ruční práce. Ta je na kvalitě samotné recyklace velmi důležitá. Používají se zde s úspěchem specializované dílny. Ty s zde zaměstnávají zaměstnance

s pozměněnou pracovní činností. Podíl ruční činnosti je zde tak velký proto, že je nutno pečlivě oddělit velké množství elektrosoučástí. Pečlivost a opatrnost je zde na místě. [13]

Celý proces je rozdělen na čtyři fáze.

Jednotlivé fáze na sebe navazují.

I. fáze

Demontáž zadního krytu televizorů a monitorů. Další krok je zavzdušnění vnitřního prostoru obrazovky odejmutím krku s vyvíjecím zařízením, následováno očištěním vnitřního prostoru televizoru či monitoru proudem vzduchu. [13]

II. fáze

V této fázi se odstraňuje kovový implozivní ochranný rám. Ten je tvořen zpravidla zinkem a je umístěn nad spojem mezi částí kónusu a stínítka. Rám bývá buď lepený nebo zalitý. Spoj mezi kónusem a stínítkem se liší. U barevných televizorů se jedná o pájený šev, zatímco u černobílých televizorů se jedná o tavný přechod [13]

III. fáze

Třetí fáze se zabývá oddělením kónusové a stínítkové části obrazovky. V moderních provezech se tato fáze automatizuje a je řízena počítačem. Při oddělování je nutno přesně zadat nastavení polohové výšky. Poté se speciálním vrypovacím nožem obrazovka nařízne. Tento vryp pak slouží k minimalizaci tepelného namáhání a dále napomáhá přesnému prasknutí. Obrazovka se dále uchytí v čelistech, ty ji fixují během dalšího pracovního procesu. Nyní se kolem vrypu uloží paralelně zapojené zahřívací pásy. Celý proces zahřívání se nechá ovládat počítačem, který reguluje dobu zahřívání v závislosti na velikosti obrazovky. [13]

IV. fáze

Když ve III. fázi oddělíme kónusovou část od stínítkové části mechanickým řezem či tepelným šokem a je odstraněn i kovový rám, který je součástí stínítkové masky, odstraňuje se vrstva luminoforů. Zde přichází na řadu dvě možné cesty.

- a) Suchá cesta – odsátí, okartáčování nebo ostré pískování. Luminiscenční látky jsou zachyceny na filtrech.
- b) Mokrý cesta – oplachování tlakovou vodou s přídavkem jemného abraziva. Luminiscenční látky se v kapalině usazují na dně ve formě kalu a poté se odebírají jako sediment. [13]

Po ukončení všech těchto fází máme k dispozici suroviny měď, hliník, zinek, plasty, železo a stínítková sklovina. [13]

Luminofory jsou umístěny na vnitřní straně stínítkového skla. Metoda nanášení luminoforů vytváří systém pravidelně se střídajících proužků nebo bodů červeně, zeleně, modře luminiskující látky. U černobílých televizorů je situace trochu jiná, zde se vrstva nanáší mřížkovým systémem jen modře a žlutě luminiskující látky. [13]

### 5.3.3 Recyklace luminoforů

Ze získaného kalu, v případě že získáváme luminofory mokrou cestou, nebo z filtrů u suché cesty. Nejběžněji používané metody zde zahrnují separaci lanthanoidů. A to hlavně europia a yttria. Tyto lanthanoidy tvoří červenou část lumiforů. Separace se provádí pomocí jejich oxalátů. Metoda funguje tak, že se nejdříve celá směs nechá reagovat se silnou minerální kyselinou. V závislosti na tom, kterou kyselinu použijeme získáváme dusičnany,

sírany nebo chloridy. Ty se poté nechávají srážet koncentrovaným roztokem kyseliny oxalové, triviálním názvem šťavelové, při teplotě kolem 70 °C. Vzniká sraženina, ta se nechává promýt horkou vodou, ta má teplotu okolo 80 °C. Promytá sraženina se nechává vysušit a poté se nechává žíhat při teplotě 1000 °C. Finální produkt obsahuje převážně obsahuje oxidy europia a yttria. Tento produkt je mírně znečištěn vápníkem, stronciem a baryem. Výtěžky jsou poměrně vysoké, pohybují se okolo 90 %. [17]

Další metodou využívanou při zpracování luminoforu je separace oxidů lanthanu, europia, gadolinia a yttria z luminoforu. Tato metoda používá loužení luminoforu roztoky NaOH obsahující také chlornany a chloristany při teplotě asi 90 °C. Následuje reakce s kyselinou dusičnou a dále se postupuje stejně jako v metodě předešlé. [17]

Vhodnou metodou pro zpracování červené části luminoforu je metoda separace tavením luminoforu s alkalickými dusičnany. Základem je reakce luminoforu s kyselinou chlorovodíkovou při teplotě 55 °C. Poté se nechá dekatovat vodou. Dekatovaná směs se nechá odfiltrovat a filtrační koláč se smísí s nasyceným roztokem alkalického dusičnanu. Směs se zahustí a protaví se při teplotě okolo 630 °C. Po protavení se směs promyje vodou a vysuší se. Po vysušení se získá směs europia a yttria ve výtěžku asi 66 %. [17]

Další zpracování luminoforu a extrakce jednotlivých částí z luminoforu po jeho zpracování na dusičnany a sírany málo přesné a hlavně neekonomické. Je nutno přidávat drahé a agresivní organické rozpouštědla jako např. dimethylacetamid, dimethylsulfoxid, hexamethylfosfoamid aj. Vzniklé komplexy lze rozložit alkáliemi a zpracovat analogicky jako europium a yttrium. [17]

Samotné sklo obrazovek se také dále zpracovává. Je nutno brát ohled z jakého televizoru je obrazovka. Je rozdíl ve složení mezi obrazovkami získaných z černobílých televizorů a z barevných televizorů. U barevných televizorů setkáváme se třemi druhy skel: sklo hrdla, sklo kónusu a sklo stínítka. [17]

**Tabulka 12 Průměrný obsah vybraných látek v různých částech skla obrazovky barevných televizorů [17]**

sklo	Obsah látek
hrdla	30 % Pb
kónusu	20 % PbO
stínítka	10 % oxidy barya nebo stroncia
Skleněná pájka	80 % PbO, 10 % ZnO, 3 – 8 % SiO <sub>2</sub> a další

U černobílých obrazovek je skutečnost trochu odlišná. Zde je kónusová a stínítková část obrazovky zataveny k sobě. Z důvodu tepelného namáhání během provozu musí být koeficient tepelné roztažnosti obou částí obrazovky podobný. Toho se dosahuje přidáním oxidů barya do kónusové části a do stínítkové části. Hodnota zde dosahuje až 12 %. Podíl PbO je v těchto částech 5 %. [17]

Důvod proč se do skel obrazovek přidávají oxidy olova a barya, je ten, že slouží jako stínící prvek pro vznikající rentgenové záření. To se brzdí těžkými kovy, které oxidy tvoří. Oxid olovnatý se používá hlavně v kónusové části. Důvodem této skutečnosti je to, že při dopadu rentgenového záření dochází k rozpadu oxidu na Pb a O. Vylučováním olova sklo černá. Kdyby se tento oxid používal i v stínítkové části obrazovky, docházelo by v poměrně krátké době k zčernání obrazovky. Ta by se následně stávala nepoužitelnou. Do stínítkového skla se tedy používají stabilnější oxidy barya a stroncia. [17]

Pro tuto materiálovou diferenci je následné materiálové využití složitější. Další problémem je skutečnost, že každý výrobce navíc používá svou vlastní recepturu skla při výrobě obrazovky. Receptura se odvíjí od požadavků zákazníka. Z těchto důvodů se sklo s obsahem barya a stroncia používá na výrobu výrobků s menší náročností na čistotu materiálu. Příkladem může být stavební hmota, obalová a stavební skla, abraziva a glazura. Sklo s obsahem olova se využívá v hutnictví na tvorbu struskotvorné směsi. při hutnění olověných odpadů. [17]

#### **5.3.4 LCD monitory**

Toto zařízení se mezi tradičními elektroodpady začalo objevovat poměrně nedávno. Podle studie společnosti iSuplly bylo v roce 2002 prodáno více jak 66 miliónů LCD monitorů. Při této velikosti prodeje a výraznému pokroku na poli moderních LCD monitorů, není divu, že se v roce 2007 začaly LCD monitory první generace vyskytovat mezi elektroodpadem. Problémem tohoto odpadu je jeho komplexnost. Ta nám nedovoluje v tuto chvíli účinně recyklovat LCD monitory jako takové. Jediná schůdná cesta nakládání s tímto druhem elektroodpadu je skládkování a spalování. [25]

## **6 ZPRACOVATELÉ ELEKTROODPADU V ČR**

V České republice k roku 2007 bylo registrováno téměř 60 zpracovatelů elektroodpadu a další vznikají. Bylo by na místě uvést pár vybraných zpracovatelů, kteří na trhu zaujímají významné postavení dané jednak velikostí a objemem zpracovaného elektroodpadu, či technologií na zpracování použitou. [24]

Pohled na zpracovatele je možný z několika úhlů. Velikost a s ní související počet zaměstnanců. Počet zaměstnanců se pohybuje průměrně kolem 30-ti na jednoho zpracovatele, ale jsou i výjimky s počet jeden pracovník. Co se samotné velikosti závodu týče, existují pracoviště s tisíci metry čtverečními, kde se nachází linky a sklady a naproti tomu existují zpracovatelé s 30 m<sup>2</sup> pracovní plochy a podobnými sklady. Po velikost a počtu zaměstnanců následuje samotný výkon zpracovatele. Ten se u středního zpracovatele pohybuje okolo 3 tun elektroodpadu za směnu. Ovšem jako všude existují extrémy, kdy malý zpracovatel zpracuje několik desítek kilogramů elektroodpadu za směnu a ti největší až 3 tuny za hodinu. Poslední hlavní úhel pohledu na jednotlivé zpracovatele je jejich použitá technologie. Zde jsou snad rozdíly největší. Nejskromněji vybavené dílny obsahují školní lavice, několik druhů klíčů, šroubováků, kleští a nůžek na plech. To vše za několik stovek korun. Nejmoderněji vybavené závody mají v sobě zakomponovaný systém dopravníků, třidičů, drtičů a dalších speciálních zařízení. Toto vše za několik desítek miliónů korun. [24]

Celkově, pokud se podíváme na tuto různorodou směs všech zpracovatelů, můžeme konstatovat, že několik zpracovatelů je na špičkové úrovni. Další a největší skupinu tvoří zpracovatelé, co dodržují standardy popř. mají snahu se k nim přiblížit. Ti tvoří průměr. Poslední skupinu tvoří zpracovatelé, co visí těsně nad propastí odebrání licence. [24]

### **6.1 Kovohutě Příbram nástupnická, a.s.**

Patří mezi největší zpracovatele elektroodpadu v ČR. Do pole zájmu Kovohutí Příbram patří všech deset kategorií elektroodpadu. Tato firma je zapojena do systémů zpětného odběru a odděleného sběru v roli zpracovatele. Průmyslovému zpracování elektroodpadu se začala firma věnovat v r. 2004. Nyní provozuje linku s kapacitou 2 tuny za hodinu. Celkově zpracovává 10 500 tun elektroodpadu ročně při třisměnném provozu. [20]

Firma se snaží nabídnout komplexní služby zpracování elektroodpadu. Z historického pohledu patří mezi tradiční zpracovatele drahých kovů. Tato divize byla dříve určena hlavně pro rafinaci průmyslových, dentálních a klenotnických odpadů s obsahem drahých kovů. V dnešní době se snaží částečně zaměřit na zpracování elektroodpadu s obsahem vzácných

kovů (Au, Ag, Pt) a zpracování elektroodpadu s obsahem Pb. Tyto prvky se vyskytují hlavně v deskách s tištěnými spoji v počítačích. Technologie rafinace drahých kovů je založena na roztaveném olovu. Do něj přechází všechny drahé kovy. Zbylé materiály jako keramika a obecné kovy přecházejí do strusky. Získáváme tak 98 %-ní slitinu drahých kovů Z olova se Ag získává elektrolýzou. Zbylé drahé kovy se získávají chemickou cestou a jsou určeny opět pro navrácení do průmyslu. Elektrozařízení, které potřebují složitý proces zpracování z důvody obsahu nebezpečných látek, jsou přeposílána specializovaným zpracovatelům.[21] Patří také mezi zpracovatele zpětně vybraných baterií a akumulátorů

## **6.2 STENA SAFINA, a.s.**

Spadá pod firmu SAFINA, a.s., která má svůj vznik datovaný do roku 1992. Tehdy byla provedena privatizace národního podniku SAFINA n.p. Samotná SAFINA má datum založení v r. 1860. Dne 1.3. 2007 vstoupila na český trh švédská firma STENA AB. Ta započala spolupráci se společností SAFINA, a.s. Společně pak založili dceřinou společnost STENA SAFINA, a.s.[22]

Firma se zabývá zpracováním všech deseti druhů elektroodpadu. Používá nejmodernější technologie a disponuje velkou skladovací plochou. V jednu chvíli je schopna uskladnit až 16 000 tun elektroodpadu. Své provozy má k dispozici na třech místech v České republice. První je ve Vestec u Prahy, další v Brně Kohoutovicích a poslední v Sadské. Hlavní pracoviště je právě ve Vestci u Prahy. Snaha firmy je během dalších dvou let vybudovat funkční linku na zpracování chladících zařízení. [23]

## **7 VYUŽITÍ DRUHOTNÝCH SUROVIN V CHEMICKÉM PRŮMYSLU**

Z možnosti využít druhotné suroviny při zpracování elektroodpadu nás přivádí na myšlenku, které suroviny použít. Nejsnadněji se jeví použít některé typy kovů. Z velkého množství kovů přítomných v elektrozařízení ve formě různých slitin nebo v jejich čisté formě se jako nejperspektivnější jeví měď a zinek. Zbylé typy kovů jako železo, hliník a drahé kovy jako zlato a platina se vrací zpět do průmyslové výroby

Měď a zinek jako materiály získané při zpracování elektroodpadu mají předpoklady stát se významnými prekurzory při výrobě různých druhů přípravků určených k ochraně jiných materiálů. Samotná měď vyskytující se ve formě základních anorganických sloučenin má prokázané fungicidní účinky. Její použití při výrobě přípravku Cuprufun X to jasně dokazuje. Přípravek se používá pro ochranu dřeva.

Obecně se dá říci, že Cu a Zn mají nezastupitelnou pozici právě při ochraně dřeva dále pak při přípravě „kovových“ mýdel a antikorozivních pigmentů. [29]

### **7.1 Ochrana dřeva**

Zn a Cu získané při zpracování elektroodpadu se ze základních anorganických sloučenin, chloridy, sírany, převedou na octany nebo uhličitany. Tyto formy se již dají využít k ochranně dřeva před houbami. Forma aplikace je zde ve formě prášku, emulze, koncentrátů, granulí. Je zde možnost použít i roztoky, suspenze, popraše, aerosoly a zadýmování prostředky. Nicméně před samotným použitím musí všechny přípravky projít laboratorními testy. Zde jsou podrobeny laboratorním zkouškám, které zkoumají účinnost proti houbám, plísním, kvasinkám, dále jejich toxicitu a vyluhovatelnost z dřeva. [29]

## 7.2 „Kovová“ mýdla

Jak již název napovídá, jedná se o kovové soli vyšších mastných kyselin – kyselina stearová, kyselina palmitová, kyselina olejová. Jejich použití nabízí širokou paletu různorodých možností.

- a. Modifikátory tření  
přísady do olejů – tvoří tenký film na kovovém povrchu, součástí plastických maziv pro valivá ložiska, zde plní funkci zhušťovačů.
- b. Stabilizátory PVC  
aditiva, která zlepšující vlastnosti konečného PVC – zlepšují zpracování PVC, zvyšují tepelnou stabilitu při zpracování (180 °C), upravují světelnou stabilitu PVC – velmi často bývá PVC vystaveno UV záření  
stabilizátory fungují jako tzv. lapače HCl, vychytávají uvolněnou HCl z polymeru PVC, dříve se používali sloučeniny Pb a Cd. Dnes jejich místo nahradili netoxické sloučeniny Zn a Ca.
- c. Hydrofobizační prostředky  
hydrofóbní složky, které se používají při výrobě suchých stavebních hmot. [29]

## 7.3 Koroze a ochrana proti ní

Koroze je problém, který trápí lidstvo od vynálezu kovu. Není proto divu, že snaží své výrobky ochránit. Vyvinulo se mnoho různých metod jak kovy náchylné ke korozi ochránit, legování, úprava povrchů.

Aby koroze mohla proběhnout musí být splněny všechny tři kroky, kterými koroze probíhá. 1. anodická oxidace, 2. katodická redukce, 3. přenesení iontů. Koroze může být účinně zastavena, pokud se povede přerušit alespoň jeden krok.

Zde se budeme bavit o úpravě povrchu nanesením ochranného pigmentu. Možnosti jak přerušit jednotlivé kroky se dělí podle použití pigmentu a jeho vlastností vzhledem k podkladu, na který je nanesen. Účinky se dají dělit na

- a) Fyzikálně působící  
Bariéry, snaha zabránit přenosu iontů, prostupu kyslíku a vody, kyselých produktů koroze. Toho je dosaženo tím, že částičky jsou v pojivu dispergovány tak, že se dotýkají poměrně velkou plochou a zvětšují difúzní cestu.
- b) Chemicky působící  
Ionty jsou schopny působit na rozhraní svých částic s pojivem či podkladem, případně s dalšími částmi nátěrových hmot. Může docházet i k oxidačně redukčním dějům i vzniku nových sloučenin, které působí inhibičně.
- c) Elektrochemicky působící  
Pasivují elektrochemicky kovový podkladní materiál [29]

### 7.3.1 Typy příměsí do ochranných antikoročních nátěrů

#### 7.3.1.1 Práškový zinek

Ten se používá jako obětní kov. Oxiduje se přednostně před železem, a produkty jeho oxidace působí inhibičně. Síla ochrany nátěru je závislá na tloušťce vrstvy nátěru. [28]

#### 7.3.1.2 Molybdenany

Existují jako alternativa k chromanům, které obsahují toxický šestimocný chrom. Nepodporují samovolnou pasivaci Fe, vyžadují příspěvek primárního pasivátoru, zde kyslíku. Z čehož plyne, že jsou závislé na kyslíku a celkově se dá říci, že jsou méně účinné než chromany. [28]

#### 7.3.1.3 Boritany

Jejich síla z antikorozivního pohledu jsou neúčinnější v počátečních fázích ochrany. Likvidují kyselé látky pronikající nátěrem, fungují jako anodický inhibitor a neutralizují kyselé produkty vznikající při tvorbě filmu. [28]

#### 7.3.1.4 Fosfolikáty

Další náhrada kovových chromanů (Zn, Sr). Vyznačují se sníženou rozpustností, mají neutrální reakci a působí jako katodický i anodický inhibitor. S kyselými složkami v nátěru a či s pronikajícími kyselými složkami tvoří soli mýdla. Ty poté tvoří ochranný pasivační film. [29]

#### 7.3.1.5 Fosforečnany

Fungují jako anodický inhibitor železa a hliníku, částečně rozpustné. Jsou závislé na kyslíku a kvůli jejich hydrolyze i na pH. Mají široké využití. [28]

#### 7.3.1.6 Iontoměničové pigmenty

Používají princip výměny vápenatých iontů za vodíkové kationty na rozhraní/film podklad. Tyto pigmenty obsahují velké množství oxidu křemičitého  $\text{SiO}_2$  a vápenatých iontů  $\text{Ca}^{2+}$ . Jsou to jediné pigmenty, které reagují svou aktivitou na vliv okolí. [28]

## 8 ZÁVĚR

Samotný závěr byl se dal rozdělit do několika podkapitol, kde se shrnou jednotlivé části celé problematiky zpracování odpadu. První částí je legislativa a tedy veškeré právní úkony s ní spojené. Další část je technologie zpracování elektroodpadu a poslední využití surovin z elektroodpadů získaných.

### Legislativa

Problematika zpracování elektroodpadu je a v budoucnosti bude palčivé téma. Elektroodpad představuje pro životní prostředí neúnosnou zátěž. Ta s rostoucím množstvím vyrobených elektrozařízení a to hlavně z kategorie spotřební elektroniky, roste. Potřeba zpracovávat elektroodpad bude stále nutnější. Aby se předešlo této nadměrné zátěži životního prostředí, vytvořil náš stát systém, který zajistil zpracování velké části elektroodpadu ze všech kategorií. Zbylá část, která se nedostává ke zpracovatelům, je uložena na skládkách komunálního odpadu. Tady vidím místo, kde je třeba ještě vyvíjet snahy ke zlepšení. Informovanost obyvatelstva hraje velkou roli. Stát samotný i kolektivní systémy jako takové vyvíjejí již snahy o zvýšení informovanosti mezi obyvateli. Úspěchy se zatím dostavili na poli větších EEZ, např. televize, chladničky. U malých EEZ je situace podobná jako před rokem 2005. Tedy před dobou, kdy přišel v platnost **zákon 185/ 2001 Sb.**

Samozřejmě zákon a doplňující vyhlášky mají stále nedostatky. Vyvážení celého systému zpětného sběru OEEZ musí být vyvážen, ale k tomu je třeba větší časový úsek. Během něj se vyskytují dříve skryté problémy a překážky.

### Technologie

Dnešní používané technologie ve zpracování OEEZ vychází z obecného zpracování odpadů s jednou velkou výjimkou. Při zpracování OEEZ je použito velké množství ruční práce. Ruční práce je včleněna v takovém množství, protože OEEZ jsou složitá zařízení a automatické separační postupy neumožňují dosáhnout takové kvality rozdělení. Samotná kvalita recyklace je totiž právě závislá na kvalitě separace jednotlivých materiálů. Dalším faktorem, který hraje v zastoupení podílu ruční práce je ten, že pracovní síla v ČR, ve srovnání se staršími členy EU, je levnější. Firmy také využívají hojně služeb malých zpracovatelských dílen, které zaměstnávají dělníky se zdravotním postižením. Tato situace je pak výhodná jak pro stát tak i obchodníka.

Na zdokonalování pracovních postupů se stále pracuje a je ještě co zlepšovat. Můžeme tedy v nejbližší budoucnosti očekávat další zlepšení a zkvalitnění dnešních používaných metod a technologických postupů.



## 9 LITERATURA

- [1] Zákon o odpadech č. **185/2001 Sb.**
- [2] Nová právní úprava. *Odpadové fórum*. 2005, roč. 6, č. 11, s. 8-10.
- [3] *Asekol, domovské stránky* [online]. 2005. [2005], 11.5. 2008 [cit. 2008-03-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.asekol.cz/>>
- [4] *Prezentace firmy EKOLAMP* [online]. 2007 [cit. 2008-03-10]. Dostupný z WWW: <[https://www.ekolamp.cz/system/prezentace/prezentace\\_web\\_leden2007.pps](https://www.ekolamp.cz/system/prezentace/prezentace_web_leden2007.pps)>.
- [5] *Domovské stránky firmy Elektrowin* [online]. 2005 [cit. 2008-03-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.elektrowin.cz/>>.
- [6] *Domovské stránky OFO-recykling* [online]. 2005 [cit. 2008-03-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.ofo-recycling.cz/on.htm>>.
- [7] *Domovské stránky REMA system* [online]. 2005 [cit. 2008-03-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.remasystem.cz/>>.
- [8] *Domovské stránky RETELA* [online]. 2005 [cit. 2008-03-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.retela.cz/index.php?s=1>>.
- [9] OEEZ : Teze změn vyhlášky č. 383/2001 Sb., *Odpadové fórum*. 2004, roč. 9, č. 11, s. 8–11.
- [10] *Úřední věstník L 037, 13/02/2003 S. 0019 - 0023* [online]. 2007 [cit. 2008-03-10]. Dostupný z WWW: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0095:CS:HTML>>.
- [11] HUDÁKOVÁ, V.: Nebezpečné látky v elektrozařízení v domácnosti. *Odpadové fórum*. 2007, roč. 8, č. 11, s. 16-18.
- [12] TREBICHA VSKÝ, J., HAVRDOVA, D., BLOHBERGER, M. Elektrotechnický odpad. *Odpady*. 1997, roč. 8, č. 3, s. 10-12.
- [13] BENEŠ, D. Televize a monitory jako odpad. *Odpadové fórum*. 2003, roč. 4, č. 3, s. 18-19.
- [14] Elektromagnetická separace odpadů. *Odpadové fórum*. 2005, roč. 6, č. 9, s. 29-30.
- [15] BENEŠ, D. Zpracování odpadu obecně. *Odpadové fórum*. 2003, roč. 4, č. 12, s. 14.
- [16] *Flotace* [online]. 2004 [cit. 2008-04-29]. Dostupný z WWW: <<http://www.vscht.cz/uchi/michani/flotace/princip.htm>>.
- [17] KIZLINK, J., MAŠEK, M., MAŠEK, I. Možnosti recyklace luminoforu z vyřazených televizních obrazovek. *Odpady*. 2003, č. 3, s. 20-21.
- [18] TREBICHA VSKÝ, J., HAVRDOVA, D., BLOHBERGER, M. Technologie recyklace elektronického odpadu. *Odpady*. 1997, roč. 7 č. 3, s. 14-15.
- [19] Drcení a třídění odpadu. *Odpadové fórum*. 2007, roč. 8, č. 11, s. 14.
- [20] *Domovské stránky Kovohutě Příbram nástupnická, a.s.* [online]. 2005 [cit. 2008-05-06]. Dostupný z WWW: <[http://www.kovopb.cz/cz/recyklace\\_e.html](http://www.kovopb.cz/cz/recyklace_e.html)>.
- [21] Komplexní zpracování odpadů v Kovohutích Příbram. *Odpadové fórum*. 2007, roč. 8, č. 11, s. 21.
- [22] *Domovské stránky firmy STENA SAFINA, a.s.* [online]. 2006 [cit. 2008-05-06]. Dostupný z WWW: <<http://www.safina.cz/Level2.aspx?menu=100>>.
- [23] Rozvoj zpracování elektroodpadu pro Česko *Odpadové fórum*. 2007, roč. 8, č. 11, s. 22 - 23.
- [24] Něco o zpracovateli elektroodpadu. *Odpadové fórum*. 2007, roč. 8, č. 11, s. 11.
- [25] Recyklace LCD obrazovek, *Odpady*, roč. 17, č. 11, s. 6
- [26] HIRAKI, T., YAMAUCHI, S., IIDA, M. Process for recykling Waste Aluminium with Generation of High-Pressure Hydrogen. *Environmental Science&Technology*. 2007, roč. 41, č. 12, s. 4454-4457.

- [27] TVRZNIK, R. Systém ekologické recyklace elektroodpadu. *EKO*. 2006, roč. 17, č. 6, s. 5-6.
- [28] HROCH, M.: *Možnosti zpracování kovového odpadu z elektrických a elektronických zařízení chemickou cestou*. [s.l.], 2005. 50 s. ,Diplomová práce, FCH VUT, Brno 2005
- [29] VÍCHOVÁ, P.: *Možnosti zpracování odpadu z elektronických zařízení chemickou cestou*. [s.l.], 2003. 43 s. Diplomová práce, FCH VUT, Brno 2003
- [30] CHMELA, T. Možnosti recyklace plošných spojů. *Odpadové fórum*. 2006, roč. 7, č. 11, s. 18-19.
- [31] BENEŠ, D. Odpadní elektrická a elektronická zařízení. *Odpadové fórum*. 2003, roč. 4 č. 12, s. 10.
- [32] BASAŘOVÁ, P. Využití flotace při separaci směsí odpadních plastických hmot. *Odpadové fórum*. 2006, roč. 7, č. 11, s. 32-33.
- [33] Nerozoberajte staré chladničky, ohrožujete tým svoje zdravie!. *Odpady*. 2007, roč. 7, č. 9, s. 12-13.
- [34] HONGZHOU, J.L., et al. Recycle Technology for Recovering Resources and Products from Waste Printed Circuit Boards. *Environmental Science & Technology*. 2007, no. 41, s. 1995-2000.
- [35] KRATOCHVÍL, P. Zpětný odběr přenosných baterií v ČR. *Odpadové fórum*. 2002, roč. 3, č. 10, s. 11-13.
- [36] KRATOCHVÍL, P. Zpětný odběr přenosných baterií v ČR. *Odpadové fórum*. 2007, roč. 8, č. 11, s. 19.
- [37] Batteries LCA study shows net enviromental benefit of recycling vs disposal. *Warmer Bulletin*. 2007, no. 108, s. 13.

## 10 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

1. ABS	akrylonitril-butadien-styren polymer
2. DBDE	dekabromdifenylether
3. EEZ	elektrická a elektronická zařízení
4. ELC	European Lighting Federation
5. LCD	Liquid Crystal Display
6. LED	Light Emitting Diode
7. OEEZ	odpadní elektrická a elektronická zařízení
8. PAD	polyamid
9. PBB	bromované bifenyly
10. PBDE	polybromované difenylethery
11. PCB	polychlorované bifenyly
12. PE	polyethylen
13. PETP	polyethylen tereftalát polymer
14. PLS	plošné spoje, deska s plošnými spoji
15. PP	polypropylen polymer
16. PS	polystyren polymer
17. PVB	polyvinylbutyral
18. PVC	polvinylchlorid