

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

Katedra technologických zařízení staveb

Technická fakulta

**Návrh inovace technologické linky na zpracování elektroodpadu**

diplomová práce

Autorka bakalářské práce: Bc. Karolína Klímová

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Petr Vaculík, Ph.D.

Praha 2015

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra technologických zařízení staveb

Technická fakulta

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Klímová Karolína

Technika a technologie zpracování odpadů

Název práce

**Návrh inovace technologické linky na zpracování elektroodpadu**

Anglický název

**The proposal of innovation of the technological line for processing of the electronic waste**

### Cíle práce

Seznámit se s problematikou zpracování vybraných druhů elektroodpadu. Navrhnout inovaci technologické linky na zpracování vybraných druhů elektroodpadu s technicko-ekonomickým posouzením.

### Metodika

1. Přehled poznatků z literatury, tj. charakteristika problematiky zpracování vybraných druhů elektroodpadu
2. Řešení inovačního stupně a změny dosavadního stavu výběrem technologického systému
3. Výběr sledovaných parametrů technologické linky pro zpracování vybraných druhů elektroodpadu
4. Ekonomické posouzení návrhu

### Osnova práce

1. Úvod
2. Cíl práce a metodika
3. Charakteristika jednotlivých technologií a technologických zařízení používaných při zpracování vybraných druhů elektroodpadu
4. Charakteristika výchozích podmínek vybrané technologické linky
5. Návrh řešení a dosažené výsledky
6. Závěr a diskuze
7. Seznam literatury
8. Přílohy

### **Rozsah textové části**

45 až 55 stran

### **Klíčová slova**

Odpadové hospodářství, elektroodpad, recyklace, technologická linka

### **Doporučené zdroje informací**

KURAŠ, M. – DINER, V. – SLIVKA V. – BŘEZINA M.: Odpadové hospodářství. Ekomonitor, Chrudim 2008, 143 s. ISBN 978-80-86832-34-0

ROUŠAR, I.: Projektové řízení technologických staveb. 1. vyd. Praha: Grada, 2008. 255 s., ISBN 978-80-247-2602-1

FOTR, J. – SOUČEK, I.: Investiční rozhodování a řízení projektů: jak připravovat, financovat a hodnotit projekty, řídit jejich riziko a vytvářet portfolio projektů. Praha, Grada, 2011, 408 s., ISBN 978-80-247-3293-0

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů

Vyhláška MŽP č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů, ve znění pozdějších předpisů

Príslušné zákony, nařízení vlády, vyhlášky, ČSN, oborové předpisy a odborné časopisy

### **Vedoucí práce**

Vaculík Petr, Ing., Ph.D.

### **Termín zadání**

listopad 2013

### **Termín odevzdání**

duben 2015

**doc. Ing. Miroslav Příkryl, CSc.**

Vedoucí katedry



V Praze dne 3.2.2014

**prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.**

Děkan fakulty

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Návrh inovace technologické linky na zpracování elektroodpadu vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Petra Vaculíka, Ph.D. a použila jsem pouze prameny citované a uváděné v seznamu použité literatury.

V Praze, dne 1.4.2015

Handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Klára Karolína'.

Podpis autorky

## PODĚKOVÁNÍ

Dovoluji si tímto poděkovat svému vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Petru Vaculíkovi Ph.D. za odborné vedení a konzultace při zpracování této práce.

Zároveň bych ráda poděkovala firmě ECO – F, a.s. za poskytnuté informace.

## ABSTRAKT

Diplomová práce se věnuje problematice zpracování vybraných druhů elektroodpadu a návrhu inovace technologické linky na zpracování tohoto druhu odpadu. Na základě literárního rozboru oblasti odpadového hospodářství je řešena obecná teorie, která je zaměřena na definování elektroodpadu, jeho složení, na právní předpisy v oblasti nakládání s OEEZ a celé odpadové hospodářství. Dále je popsána základní technologická linka na zpracování elektroodpadu, na které jsou charakterizována jednotlivá technologická zařízení. Inovace technologické linky na zpracování vybraného elektroodpadu s technicko-ekonomickým posouzením byla provedena na základě zjištěných nedostatků stávající linky.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Odpadové hospodářství, elektroodpad, recyklace, technologická linka.

## **The proposal of innovation of the technological line for processing of the electronic waste**

## ABSTRACT

This diploma thesis is focused on treatment of chosen types of electronic waste and proposal of innovation of technological line. Description of electronic waste, its structure and legal directives related to waste management are discussed in the first theoretical chapter. Moreover, the thesis deals with basic technological line for treatment of electronic waste. This particular line was innovated and technological-economic assessment was performed as the practical part of the thesis.

## KEY WORDS

Waste management, The Waste Electrical and Electronic Equipment Directive – WEEE, recycling, technological line.

## **OBSAH**

<b>1 ÚVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2 CÍL PRÁCE A METODIKA.....</b>	<b>2</b>
2.1 Cíl práce.....	2
2.2 Metodika.....	2
<b>3 CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH TECHNOLOGIÍ A TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ POUŽÍVANÝCH PŘI ZPRACOVÁNÍ VYBRANÝCH DRUHŮ ELEKTROODPADU.....</b>	<b>3</b>
3.1 Charakteristika elektroodpadu.....	3
3.1.1 Definice elektroodpadu .....	3
3.1.2 Složení OEEZ.....	3
3.1.3 Skupiny elektroodpadu .....	5
3.1.4 Elektrozařízení vyjmutá ze skupin EEZ.....	7
3.1.5 Kategorizace vybraných druhů elektroodpadů dle Katalogu odpadů.....	7
3.2 Právní předpisy v oblasti odpadového hospodářství a zpracování elektroodpadu.....	8
3.2.1 Vymezení a definice pojmů.....	9
3.2.2 Právní předpisy týkající se elektroodpadu.....	10
3.3 Nakládání s elektroodpady .....	10
3.4 Zájmové složky OEEZ .....	12
3.5 Charakteristika technologie a technologických zařízení používaných při zpracování elektroodpadu .....	14
3.5.1 Základní popis technologické linky na zpracování elektroodpadu .....	14
<b>4 CHARAKTERISTIKA VÝCHOZÍCH PODMÍNEK VYBRANÉ TECHNOLOGICKÉ LINKY .....</b>	<b>16</b>
4.1 Představení společnosti ECO – F a.s. ....	16
4.2 Popis stávajícího stavu technologické linky na zpracování vybraného druhu elektroodpadu .....	17
4.3 Popis stroje na drcení a separaci kabelů .....	19
4.3.1 Technické parametry stroje .....	21

<b>5 NÁVRH ŘEŠENÍ A DOSAŽENÉ VÝSLEDKY .....</b>	<b>22</b>
5.1 Vlastní měření .....	22
5.1.1 Výběr sledovaných parametrů stávající technologické linky .....	22
5.1.2 Popis měření .....	22
5.1.3 Měření č. 1 – autokabely .....	24
5.1.4 Měření č. 2 - kabely s jemnou vlasovou mědí.....	28
5.1.5 Měření č. 3 - kabely CYKY .....	30
5.2 Analýza nedostatků stávající linky .....	33
5.3 Rekapitulace výchozího stavu a stanovení metod k návrhu inovace .....	33
5.4 Návrh inovace.....	34
5.4.1 Výběr nové technologické linky.....	34
5.4.2 Požadavky pro výběrové řízení .....	34
5.4.3 Vlastní výběrové řízení.....	35
5.4.4 Vyhodnocení výběrového řízení.....	40
5.5 Popis vybrané technologické linky na zpracování kabelů.....	41
5.5.1 Technologická linka WIRE 415+ .....	41
5.5.1.1 Předdrtič PMG-N 600 vybrané technologické linky .....	42
5.5.1.2 Pásový dopravník .....	43
5.5.1.3 Drtící stroj vybrané technologické linky .....	46
5.6 Ekonomické posouzení návrhu.....	48
<b>6 ZÁVĚR .....</b>	<b>50</b>
<b>7 SEZNAM LITERATURY .....</b>	<b>51</b>



## **SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1 Materiálové složení elektronického odpadu

Obr. 2 Podíl jednotlivých skupin elektrospotřebičů na zpětně odebraných a odděleně sebraných odpadů v roce 2012 dle jejich hmotnosti

Obr. 3 Schéma základní technologické linky na zpracování elektroodpadu

Obr. 4 Síť provozoven ECO – F a.s.

Obr. 5 Vizualizace haly

Obr. 6 Technologické schéma stávající technologické linky

Obr. 7 Stroj na drcení a separaci kabelů

Obr. 8 Tok materiálu po vibračním stole

Obr. 9 Vzorek 1 – autokabely

Obr. 10 Koncovky autokabelů

Obr. 11 Předběžná analýza vzorku 1

Obr. 12 Porovnání teoretické a reálné výtěžnosti pro jednotlivá měření vzorku 1

Obr. 13 Porovnání doby přípravy a drcení pro jednotlivá měření vzorku 1

Obr. 14 Výsledný produkt z drcení autokabelů bez použití cementu

Obr. 15 Vzorek 2 kabely s jemnou vlasovou mědí

Obr. 16 Koncovky po odstřížení

Obr. 17 Porovnání teoretické a reálné výtěžnosti pro jednotlivá měření vzorku 2

Obr. 18 Připravený materiál k drcení

Obr. 19 Výstupní produkt Cu

Obr. 20 Porovnání doby přípravy a drcení pro jednotlivá měření vzorku 2

Obr. 21 Vzorek 3 Kabely CYKY

Obr. 22 Páračka kabelů Bronneber KAB-V

Obr. 23 Porovnání teoretické a reálné výtěžnosti pro jednotlivá měření vzorku 3

Obr. 24 Připravená plastová drť k expedici v big bagu

Obr. 25 Porovnání doby přípravy a drcení pro jednotlivá měření vzorku 3

Obr. 26 BONANZA 400 DE LUXE

Obr. 27 Vodní splav BONANZA 400 DE LUXE

Obr. 28 Předdrtič S1/1000

- Obr. 29 Linka s mlýnem G400/600
- Obr. 30 Technologické schéma linky REDOMA
- Obr. 31 Thunderhawk B
- Obr. 32 WIRE 415+
- Obr. 33 Technologické schéma nové technologické linky
- Obr. 34 Předdrtič s pásovým dopravníkem vybrané technologické linky
- Obr. 35 Drtící stroj WIRE 415

## **SEZNAM TABULEK**

- Tab. 1 Vývoj zpětného odběru a odděleného sběru v letech 2006 – 2012 v ČR
- Tab. 2 Průměrné materiálové složení OEEZ
- Tab. 3 Průměr hodnot detailních frakcí vybraných OEEZ
- Tab. 4 Technické parametry stávajícího stroje na drcení kabelů
- Tab. 5 Sledované parametry vzorek 1
- Tab. 6 Sledované parametry vzorek 2
- Tab. 7 Sledované parametry vzorek 3
- Tab. 8 Technické parametry BONANZA 400 DE LUXE
- Tab. 9 Technické parametry TERRIER G 400/600 30 kW
- Tab. 10 Technické parametry REDOMA Thunderhawk B
- Tab. 11 Technické parametry WIRE 415+
- Tab. 12 Hodnocení dle stanovených kritérií
- Tab. 13 Technické parametry předdrtiče vybrané technologické linky
- Obr. 14 Technické parametry pásového dopravníku vybrané technologické linky
- Tab. 15 Technické parametry drtícího stroje vybrané technologické linky
- Tab. 16 Čistá současná hodnota

## **SEZNAM PŘÍLOH**

- Příloha 1 Příloha č. 1 k vyhlášce č. 352/2005 Sb.

## 1 ÚVOD

Problematika zpracování elektroodpadu je tématem velice aktuálním, jednak s ohledem na zpřístupňující se právní předpisy v oblasti ochrany životního prostředí, tak i na stále rostoucí objem tohoto druhu odpadu. Důsledkem narůstání životní úrovně a vlivem populačního růstu dochází k neustálému zvyšování zatížení životního prostředí, zejména tedy produkce OEEZ. Ročně se v České republice vyprodukuje tisíce tun elektroodpadu, jeho objem roste tempem 3 až 5 % ročně, skoro třikrát rychleji ve srovnání s objemem celkové produkce odpadu (MŽP, 2014).

Zpracování elektroodpadu by mělo být důležitým procesem umožňujícím zvýšení opětovného použití, recyklaci, minimalizaci hromadění elektroodpadu na skládkách jako netříděného komunálního odpadu a minimalizaci používání nebezpečných látek pro výrobu elektrických a elektronických zařízení. Obsah nebezpečných součástí v OEEZ představuje výrazné ohrožení životního prostředí a zdraví člověka. Elektroodpad nevratně končí v svozových kontejner na směsný komunální odpad a kromě toho roste množství nevyužitých kovů, plastů, skla, které by mohly být druhotnou surovinou.

## **2 CÍL PRÁCE A METODIKA**

### **2.1 Cíl práce**

Cílem této diplomové práce je seznámit se s problematikou zpracování vybraných druhů elektroodpadu a navrhnout inovaci technologické linky na zpracování tohoto druhu odpadu s technicko-ekonomickým posouzením. Na základě literárního rozboru oblasti odpadového hospodářství, která se zabývá nakládáním s elektroodpadem, provést charakteristiku OEEZ a popsat základní technologickou linku na jeho zpracování. V praktické části navrhnout inovaci stávající linky na zpracování vybraného druhu OEEZ.

### **2.2 Metodika**

Při řešení této diplomové práce byla zvolena následující metodika řešení:

1. studium dokumentů, a to jak knižních, tak internetových,
2. charakteristika vybrané části odpadového hospodářství,
3. popis základní technologické linky za zpracování vybraného druhu elektroodpadu,
4. seznámení se se stávající technologickou linkou na zpracování kabelů,
5. popis vybrané technologické linky na zpracování kabelů,
6. zhodnocení vybrané technologické linky na zpracování kabelů,
7. návrh inovace stávající technologické linky na zpracování kabelů,
8. technicko-ekonomické posouzení nové technologické linky na zpracování kabelů,
9. závěr.

### **3 CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH TECHNOLOGIÍ A TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ POUŽÍVANÝCH PŘI ZPRACOVÁNÍ VYBRANÝCH DRUHŮ ELEKTROODPADU**

Tato kapitola se zabývá obecnou teorií, která je zaměřena na problematiku definování elektroodpadu, na právní předpisy v oblasti nakládání s OEEZ a celé odpadové hospodářství. Dále je popsána základní technologická linka na zpracování elektroodpadu.

#### **3.1 Charakteristika elektroodpadu**

V této podkapitole je definován elektroodpad, jeho materiálové složení, řazení do jednotlivých skupin OEEZ a kategorizace dle Katalogu odpadů.

##### **3.1.1 Definice elektroodpadu**

Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů stanovuje pojem elektroodpad v paragrafu § 37, následovně:

*„Elektrickým nebo elektronickým zařízením (dále jen "elektrozařízení") je zařízení, jehož funkce závisí na elektrickém proudu nebo na elektromagnetickém poli nebo zařízení k výrobě, přenosu naměření elektrického proudu nebo elektromagnetického pole a které je určeno pro použití při napětí nepřesahujícím 1000 V pro střídavý proud a 1500 V pro stejnosměrný proud.“*

*„Elektroodpadem je elektrozařízení, které se stalo odpadem, včetně komponentů, konstrukčních dílů a spotřebních dílů, které v tom okamžiku jsou součástí zařízení.“*

##### **3.1.2 Složení OEEZ**

Odpadní elektrická a elektronická zařízení (OEEZ) mohou být definována jako směs konstrukčních a elektrotechnických materiálů na bázi různých plastů, kovů a jejich slitin a sloučenin, těžkovitelných oxidů a dalších kompozitních materiálů na bázi skla, keramiky, dřeva či lepenky. Složení elektroodpadu je závislé na různých faktorech, tj. rok výroby, druh zařízení, země původu, technická koncepce. Tento druh odpadu není sám o sobě toxický.

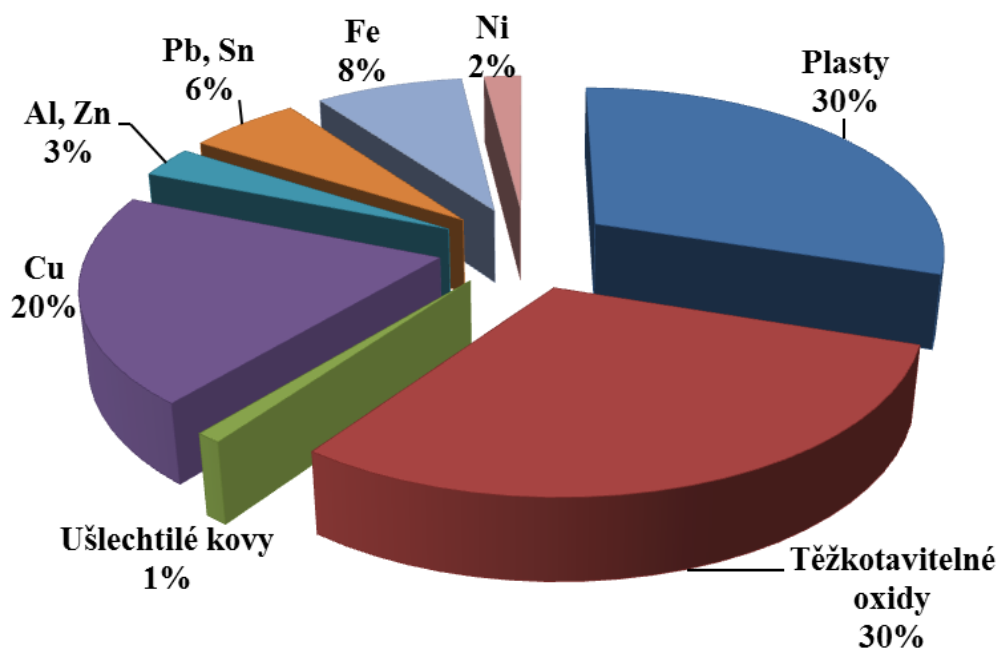
Jeho škodlivost se může projevit až špatným nakládáním. Sládkování je nebezpečné vzhledem k působení mikroorganismů či vlivem kyselých dešťů. Druhou možností projevení jeho nebezpečnosti je při spalování, v tomto okamžiku hrozí riziko tvorby toxických emisí. (KURAŠ, 2014)

Plastová část elektroodpadu je procentuálně zastoupena v 30%, je vyrobena z velké části (> 25 %) z polymerů jako je polyetylen, polyester a polypropylen apod. Halogenidové a nitridové polymery tvoří zbytek. Nejvýznamnějším zástupcem technického termoplastu je ABS (akrylnitrilbutadienstyren) díky svému 57% zastoupení.

Těžkovitelné oxidy jsou zastoupeny ve stejném množství jako plasty tedy 30%. Hlavní složkou je křemík (15%), oxid hlinitý (6%) a oxidy alkalických zemin (6%). Mohou obsahovat i minimální množství příměsí jako je slída.

Největší skupinou prvků obsažených v elektroodpadech jsou právě kovy (40%) - základní a ušlechtilé kovy. Materiálové složení je vyjádřeno obrázkem 1. (KRIŠTOFOVÁ, 2005)

**Obr. 1 Materiálové složení elektronického odpadu**



Zdroj: KRIŠTOFOVÁ, 2005

### 3.1.3 Skupiny elektroodpadu

Elektrozařízení jsou pro potřeby plnění podmínek zákona rozděleny dle svého účelu a použití do jednotlivých skupin v příloze 7 zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech následovně. Nutno je zdůraznit novelu č. 184/2014 Sb. (elektronovela), která svou platností od 1. 10. 2014 mění také rozdělení jednotlivých druhů spotřebičů do 6 skupin od 15. 8. 2018.

Skupiny elektrozařízení, které se použijí:

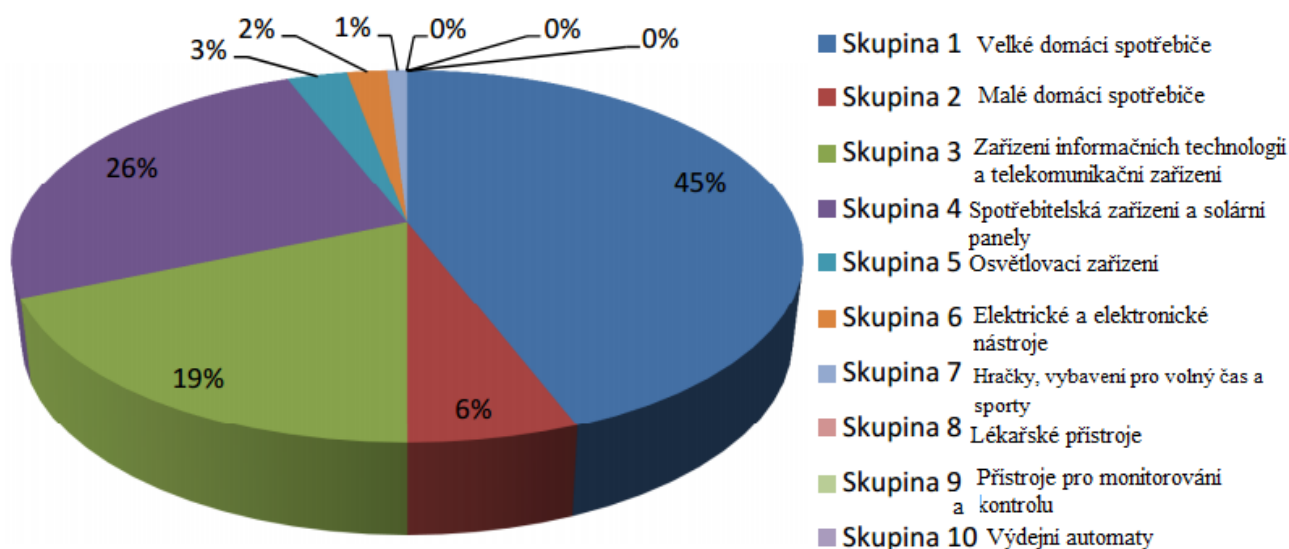
**a) do 14. srpna 2018** se díl 8 zákona o odpadech vztahuje na elektrozařízení, které náleží do skupin uvedených v příloze č. 7 části I zákona o odpadech:

1. velké domácí spotřebiče – velké chladicí jednotky, chladničky, kombinace chladničky a mrazničky, pračky, sušičky, myčky nádobí, pečící zařízení, elektrické sporáky, elektrické radiátory, klimatizační zařízení apod.
2. malé domácí spotřebiče – vysavače, šicí stroje, topinkovače, fritovací hrnce, kávovary, elektrické nože, spotřebiče pro stříhání vlasů, hodiny, váhy, budíky apod.
3. zařízení informačních technologií a telekomunikační zařízení – velké sálové počítače, servery, minipočítače, tiskové jednotky, osobní počítače a laptopy, notebooky, kalkulačky, záznamníky, telefony apod.
4. spotřebitelská zařízení a solární panely – televizory, videokamery, hudební nástroje apod.
5. osvětlovací zařízení – svítidla pro zařízení, lineární (trubicové zářivky), kompaktní zářivky apod.
6. elektrické a elektronické nástroje (s výjimkou velkých stacionárních průmyslových nástrojů) – vrtačky, pily, zařízení pro soustružení, frézování, broušení, drcení, řezání, stříhání, vrtání, ostatní elektrické a elektronické nástroje v jiné podskupině neuvedené.
7. hračky, vybavení pro volný čas a sporty – ruční ovladače videoher, videohry, sportovní vybavení s elektrickým nebo elektronickými součástmi apod.
8. lékařské přístroje (s výjimkou všech implantovaných a infikovaných výrobků).
9. přístroje pro monitorování a kontrolu – detektory, regulátory, termostaty, přístroje pro měření, ostatní přístroje pro monitorování a kontrolu v jiné podskupině neuvedené.

10. výdejní automaty – výdejní automaty na horké nápoje, chlazené nápoje, na peníze, veškerá zařízení, které vydávají automaticky všechny druhy výrobků v jiné podskupině neuvedená.

Jednotlivé skupiny zařízení zpětného odběru jsou znázorněny na obrázku 2 v jejich procentuálním zastoupení pro rok 2012. Z grafu je zřejmé, že největší podíl na zpětně vybraných výrobcích měla hmotnostně skupina 1 (Velké domácí spotřebiče) následovanou skupinou 4 (Spotřebitelská zařízení a solární panely).

**Obr. 2 Podíl jednotlivých skupin elektrospotřebičů na zpětně odebraných a odděleně sebraných odpadů v roce 2012 dle jejich hmotnosti**



Zdroj: MŽP ČR, 2014

**b) Od 15. srpna 2018** se díl 8 zákona o odpadech vztahuje na všechna elektrozařízení, přičemž každé elektrozařízení se řadí do jedné ze skupin uvedených v příloze č. 7 části II:

1. zařízení pro tepelnou výměnu
2. obrazovky, monitory a zařízení obsahující obrazovky o ploše větší než 100 cm<sup>2</sup>
3. osvětlené zdroje
4. velká zařízení
5. malá zařízení
6. malá zařízení IT a telekomunikační zařízení.



Seznam podskupin elektrozařízení podle přílohy č. 1 k vyhlášce č. 352/2005 Sb. je uveden v příloze 1 této diplomové práce.

### **3.1.4 Elektrozařízení vyjmutá ze skupin EEZ**

Elektrozařízení vyjmutá ze skupin elektrozařízení uvedených v paragrafu § 37 f zákona č. 185/2001 Sb. jsou:

- Výrobky, pro které není elektrický proud hlavním zdrojem energie např. plynový hořák s elektrickým ovládním, s výjimkou elektrických nebo elektronických součástí např. termostat, které mohou být z výrobku vyčleněny.
- Výrobky, pro které elektronické součásti nejsou nezbytně nutné pro splnění jejich základní funkce, např. blahopřání, mluvící hračka.
- Zařízení s elektrickými a elektronickými součástkami, které jsou stálou součástí jiného celku např. autorádio, osvětlení v letadle.
- Velké stacionární průmyslové nástroje tj. stroje nebo systémy sestavené kombinací jednotlivých zařízení nebo systémů za účelem společného provozu v jednom celku a ke specifickému účelu.
- Zařízení nezbytná pro ochranu podstatných bezpečnostních zájmů České republiky, včetně zbraní, střeliva a vojenského materiálu určených výlučně k vojenským účelům.
- Lékařské přístroje, pokud se očekává, že budou před ukončením životnosti zdrojem nákazy, a aktivní implantabilní zdravotnické prostředky.
- Běžné, přímo zhavené žárovky a svítidla pro zářivky z domácností.

### **3.1.5 Kategorizace vybraných druhů elektroodpadů dle Katalogu odpadů**

Dle vyhlášky 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů jsou vybrané druhy elektroodpadu kategorizovány následovně:

#### **16 02 Odpady z elektrického a elektronického zařízení**

**16 02 09\*** Transformátory a kondenzátory obsahující PCB

**16 02 10\*** Jiná vyřazená zařízení obsahující PCB nebo těmito látkami znečištěná neuvedená pod číslem 16 02 09

- 16 02 11\*** Vyřazená zařízení obsahující chlorofluoruhlovodíky, hydrochlorofluoruhlovodíky (HCFC) a hydrofluoruhlovodíky (HFC)
- 16 02 12\*** Vyřazená zařízení obsahující volný azbest
- 16 02 13\*** Vyřazená zařízení obsahující nebezpečné složky neuvedená pod čísly 16 02 09 až 16 02 122)
- 16 02 14** Vyřazená zařízení neuvedená pod čísly 16 02 09 až 16 02 13
- 16 02 15\*** Nebezpečné složky odstraněné z vyřazených zařízení
- 16 02 16** Jiné složky odstraněné z vyřazených zařízení neuvedené pod číslem 16 02 15

**20 KOMUNÁLNÍ ODPADY (ODPADY Z DOMÁCNOSTÍ A PODOBNÉ ŽIVNOSTENSKÉ, PRŮMYSLOVÉ ODPADY A ODPADY Z ÚŘADŮ), VČETNĚ SLOŽEK Z ODDĚLENÉHO SBĚRU**

- 20 01 21\*** Zářivky a jiný odpad obsahující rtuť
- 20 01 23\*** Vyřazená zařízení obsahující chlorofluoruhlovodíky
- 20 01 35\*** Vyřazené elektrické a elektronické zařízení obsahující nebezpečné látky neuvedené pod čísly 20 01 21 a 20 01 23
- 20 01 36** Vyřazené elektrické a elektronické zařízení neuvedené pod čísly 20 01 21, 20 01 23 a 20 01 35

**50 ODPADY VZNIKLÉ Z ELEKTROODPADŮ**

- 50 01 01** Odpady vzniklé z elektroodpadů
- 50 01 05** Kabely a vodiče
- 50 01 23\*** Zářivky a výbojky

Poznámka: Symbolem „\*“ jsou označovány odpady nebezpečné.

Od 1.1.2015 vyhláškou č. 352/2005 Sb., o nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady, novela č. 200/2014 byly zrušeny katalogová čísla skupiny 50.

**3.2 Právní předpisy v oblasti odpadového hospodářství a zpracování elektroodpadu**

V této podkapitole jsou definovány důležité pojmy a právní předpisy týkající se nakládání s OEEZ.

### 3.2.1 Vymezení a definice pojmů

- **Odpadové hospodářství** – zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, § 4 stanovuje odpadové hospodářství jako: „*činnost zaměřenou na předcházení vzniku odpadů, na nakládání s odpady a na následnou péči o místo, kde jsou odpady trvale uloženy a kontrola těchto činností.*“

- **Odpad** – pojem odpad definuje § 3 zákona č. 185/ 2001 Sb., o odpadech, následovně: „*Odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit*“

Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů uvádí základní pojmy v § 37 následovně:

- **Opětovné použití** – užití zpětně odebraného nebo odděleně sebraného elektrozařízení nebo komponentů takového elektrozařízení bez jejich dalších přepracování ke stejnému účelu, pro který byly původně určeny.

- **Zpracování elektroodpadu** – jakákoli operace prováděná po převzetí elektroodpadu do zařízení ke zpracování elektroodpadu za účelem jeho dekontaminace, demontáže, drcení, využití nebo přípravy na odstranění nebo jakákoli jiná činnost provedená s cílem využití nebo jeho odstranění.

- **Výrobce** – fyzická nebo právnická osoba oprávněná k podnikání, která bez ohledu na způsob prodeje, včetně použití prostředků komunikace na dálku pod vlastní značkou vyrábí a dodává elektrozařízení, nebo prodává pod vlastní značkou elektrozařízení vyrobená jinými dodavateli, neobjevuje-li se na zařízení značka osoby podle bodu 1, nebo v rámci své podnikatelské činnosti dováží elektrozařízení do České republiky, nebo tato zařízení uvádí v ČR na trh.

- **Elektrozařízení pocházející z domácností** – použité elektrozařízení pocházející z domácností nebo svým charakterem a množstvím jemu podobný elektroodpad od právnických osob a fyzických osob oprávněných k podnikání.

- **Zpětný odběr elektrozařízení** – odebírání použitých elektrozařízení pocházejících z domácností od spotřebitelů bez nároku na úplatu na místě k tomu výrobcem určeném.

- **Oddělený sběr elektroodpadu** – odebírání použitých elektrozařízení nepocházejících z domácností od konečných uživatelů na místě k tomu výrobcem určeném.

### 3.2.2 Právní předpisy týkající se elektroodpadu

- **Zákon č. 185/ 2001 Sb.**, řeší environmentální problematika vyřazených elektrospotřebičů, o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů a to konkrétně v § 37 tohoto zákona, kde jsou definovány základní pojmy vycházející z problematiky elektrických a elektronických zařízení, základní povinnosti výrobců elektrozařízení, podmínky uvádění elektrozařízení na trh.
- **Vyhláška č. 352/ 2005 Sb.**, o podrobnostech nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady a o bližších podmínkách financování nakládání s nimi (vyhláška o nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady), stanovuje mimo jiné podskupiny elektrozařízení, způsoby označování elektrozařízení, podrobnosti ke zpětnému odběru a přeshraniční přepravu těchto zařízení.
- **Vyhláška 381/ 2001 Sb.**, kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postupy při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů.
- **Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/19/ES** o odpadních elektrických a elektronických zařízeních („směrnice OEEZ) nastavuje obecný rámec pro fungování systému zpětného odběru elektrozařízení a odděleného sběru elektroodpadů.
- **Vyhláška č. 237/2002 Sb.**, o podrobnostech způsobu provedení zpětného odběru některých výrobků, ve znění pozdějších předpisů.

### 3.3 Nakládání s elektroodpady

Již v 70. letech minulého století v průmyslově vyspělých zemích docházelo ke zvýšené produktivitě elektrického a elektronického odpadu (OEEZ). Prudký růst byl zaznamenán především v spotřebitelské sféře. Tím jsou myšleny elektrozařízení jako počítače, telefony, televizory a malé domácí spotřebiče. Vlivem rozvoje informačních technologií a zaváděním nových designů se zkracuje doba životnosti a společně s tím klesá i jejich nákupní cena. To má vliv i na opravy těchto zařízení, která přestávají být výnosná. Elektroodpad („OEEZ“) často končí ve svozových kontejnerech na tuhý komunální odpad. Bez ohledu na to, zda je tento odpad likvidován spalováním či uložením na skládku. Nejen že ohrožuje životní prostředí a zdraví člověka svým obsahem nebezpečných látek, vlivem toho roste i množství nevyužitých kovů, plastů, skla, které by se mohly stát významnou druhotnou surovinou.

Celková produkce elektronického odpadu se v globálním měřítku zvyšuje o 3 – 5 % za rok, což je v porovnání třikrát rychleji než produkce běžných druhů odpadu. Z tohoto důvodu je považován za jeden z nejrychlejších rostoucích odpadních toků. Ve světě každoročně vzniká 20 – 50 milionu tun OEEZ, jak uvedlo OSN ve svých odhadech. (KURAŠ, 2014)

Dle Kuraše (2014) postup nakládání s OEEZ je:

- **sběr a skladování** vyřazených zařízení,
- **separace** nevyužitelných částí bez vykazujících nebezpečných vlastností,
- **úprava**, a to především demontáž zařízení mletím, granulací, paketováním, briketováním, tříděním, drcením, homogenizací,
- **zhodnocení** druhotných surovin,
- **deponace** vzniklých odpadů.

V České republice se v roce 2012 podařilo splnit limity určené směrnicí OEEZ, a to na úrovni zpětného odběru a odděleného směru s hodnotou 5,1 kg na obyvatele za rok. Limit 4 kg na obyvatele za rok byl stanoven Rozhodnutím Rady 2004/312/ES kterým se České republice a dalším státům povolují určité dočasné odchylky od směrnice 2002/96/ES o odpadních elektrických a elektronických zařízeních, Česká republika ho úspěšně plní už od roku 2008. V porovnání s předchozím rokem 2011 došlo k nárůstu o 1,4% úrovně sběru i přesto, kleslo množství zpětně odebraného a odděleného sběru elektroodpadu o 0,2 kg v roce 2012. (MŽP, 2014) Přehled výsledků za jednotlivé roky zpětného odběru a odděleného sběru je znázorněn v tabulce 1.

V souvislosti s novou Směrnicí 2012/19/EU o OEEZ je stanovena nová minimální úroveň sběru. Od roku 2016 už nebude aktuální limit 4 kg na obyvatele za rok. Od tohoto roku bude minimální úroveň sběru 45%, počítáno na základě celkové hmotnosti sebraných OEEZ a vyjádřeno jako podíl v procentech průměrné roční hmotnosti elektrických a elektronických zařízení uvedených na český trh v předchozích třech letech. ČR patří mezi 13 evropských zemí, které by nově nastavené kvóty nesplnili. Za dosavadních podmínek by se v roce 2016

mělo nasbírat o 2,3 kg na obyvatele více. Pětice těch „nejlepších“ mezi něž patří Švédsko (7,55 kg) a Švýcarsko (7,05 kg) mají naopak splněný nový limit už teď. (EWIN, 2013)

**Tab. 1 Vývoj zpětného odběru a odděleného sběru v letech 2006 – 2012 v ČR**

Ohlašovací rok	Uvedené na trh [t]	Zpětný odběr [t]	Oddělený sběr [t]	Úroveň zpětného odběru a odděleného sběru [%]	Úroveň zpětného odběru a odděleného sběru [kg.obyv <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]
2006	196 967	21 138	1 032	11,3	2,2
2007	199 857	31 581	1 348	16,5	3,2
2008	207 207	43 858	676	21,5	4,3
2009	181 844	56 643	1563	32	5,5
2010	166 063	52 119	870	31,9	5
2011	182 324	54 818	620	30,4	5,3
2012	168 840	51 972	1713	31,8	5,1

Zdroj: MŽP, 2014

### 3.4 Zájmové složky OEEZ

Běžné složky získávané z elektroodpadu jsou železný šrot, neželezné kovy, ušlechtilé kovy a toxické kovy. Průměrné materiálové složení jednotlivých zájmových složek pro vybrané příklady elektroodpadu jsou uvedené v tabulce 2.

**Tab. 2 Průměrné materiálové složení OEEZ**

OEEZ	Fe a jeho slitiny	Neželezné kovy	Plasty	Sklo	Elektro součástky	Ostatní
<b>Elektronika [hm. %]</b>						
Osobní počítač	32	18	23	15	12	-
Televizor	9,9	3	9,5	56,9	8	12,7
Reproduktory	2,5	2,5	31	-	1,5	62,5
Sporáky	77,9	0,9	1	7,3	4,9	8
Pračky	67,3	2,8	7	1,1	14,3	7,5
Myčka na nádobí	49,7	0,6	11,7	12,1	12,1	25,9
Kávovar	7,4	6	61,6	16,2	7,9	0,9
Toaster	50,3	-	36,1	-	10,6	3
Fén	50,5	1	14,8	-	20,9	12,8
Žehlička	6,1	27,2	36	-	16,2	-

Zdroj: KRIŠTUFOVÁ, 2005

Dle Kuraše (2014) se v současné době z OEEZ získávají:

- ocel, litina (železné kovy),
- měď, hliník, někdy i cín, olovo, nikl molybden (neželezné kovy),
- zlato, stříbro, platina, palladium, rhodium (drahé kovy),
- homogenní plasty,
- sklo.

**Tab. 3 Průměr hodnot detailních frakcí vybraných OEEZ**

Frakce	Televizor	Monitor	Stolní počítač	Dálkový ovladač
<b>Elektronika [ hm. %]</b>				
Hliník	0,7	4,4	17,6	8
Měď	0,8	0,8	-	-
Železo	10,2	18,3	59,2	-
Transformátory	4,7	6	5,2	-
Elektromotor	-	-	5,7	-
Kabel	1,5	1,5	4,9	-
Tištěný spoj	5,5	13,2	1,9	17,7
Plasty	8,3	22,3	2,7	74,3
Obrazovka (sklo)	54,2	30,7	-	-
Dřevo	13,3		1	-
Elektronové dělo	0,32	0,2	-	-
Kondenzátory	0,5	0,7	1,7	-
Kontakty (Au)	-	0,2	0,1	-
Celková hmotnost	29,4 kg	12,9 kg	479 kg	0,112 kg

Zdroj: KRIŠTUFOVÁ, 2005

Důraz je kladen především na takové složky elektroodpadu, které obsahují silně rizikové kovy a jejich sloučeniny jako jsou rtuť, olovo a kadmium. Další kovy, které jsou nebezpečné pro životní prostředí a zdraví člověka, jsou antimon, arzen, beryllium, selen a chrom. Bromované samozhášecí přísady jsou dalšími látkami, které mají negativní vliv jak na člověka, tak na životní prostředí, svým složením. Za určitých podmínek byly prokázány jako látkami těkavými. (KRIŠTUFOVÁ, 2005)

### **3.5 Charakteristika technologie a technologických zařízení používaných při zpracování elektroodpadu**

Technologie pro zpracování elektroodpadu je znázorněna na obrázku 3. V této kapitole je popsána základní technologie a technologická zařízení používaná ke zpracování odpadního elektroodpadu.

#### **3.5.1 Základní popis technologické linky na zpracování elektroodpadu**

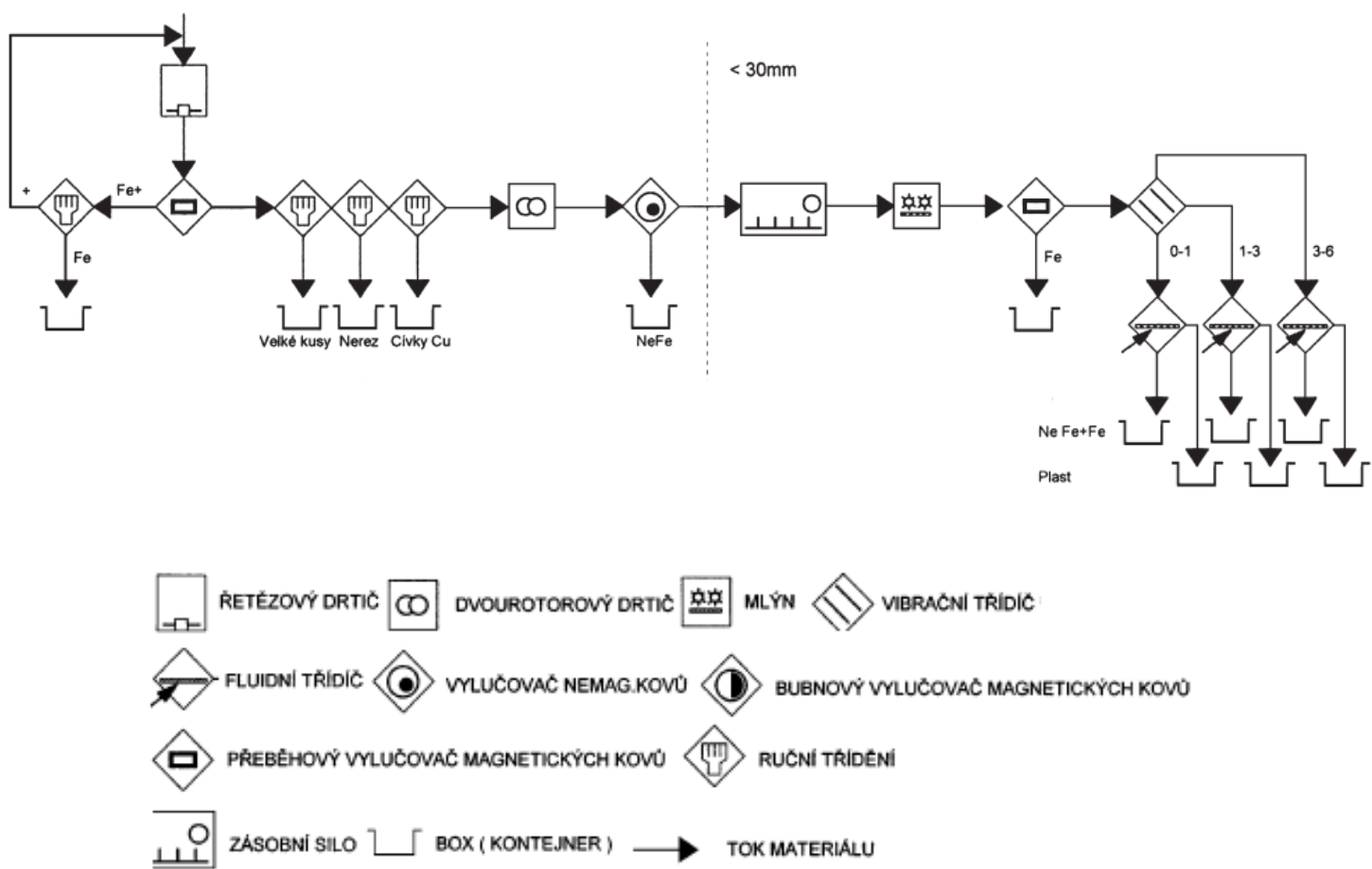
Vstupní materiál je do linky dopravován pomocí pásového dopravníku. Pásový dopravník je řazen do kategorie mechanického dopravníku, pro něhož je typický tažný i unášecí orgán nekonečný pás, vedený přes poháněcí a napínací bubny a podpíraný válečky nebo rovinnou plochou. Pracují buď samostatně, nebo jsou součástí jiného technologického zařízení. (ĎURKOVIČ, 1995) Dopravovaný odpad může být zakládán jednak jako kompletní zařízení (bez primární separace) anebo už jako demontovaný bez nebezpečných součástí OEEZ. Dalším technologickým zařízením je nejčastěji řetězový drtič, jehož provoz je kontinuální.

Všeobecně je drtič stroj na mechanické zdrobňování tuhých zrnitých materiálů na zrna větší než 1,25 mm nárazovou energií nebo tlakem. Dle způsobu drcení a konstrukčního uspořádání se rozlišují tyto skupiny: čelistové (pevná a pohyblivá čelisti), kuželové (pevný kuželový plášť a v něm kroužicím drticím kuželem), válcové (vodorovně uložené válce), kladivové (rotující kladiva a náraz), odrazové (přímý náraz lišt), metací (otáčející kotouče a pancéřové desky) a speciální – jednoúčelové (bubnové). (ČSN 72 9101, 1975) Po nadrcení a oddělení jednotlivých složek odpadu od sebe je materiál zbaven veškerých kovů, pomocí magnetického separátoru. Následuje ruční třídění na pásovém dopravníku. Zde jsou obsluhou vyseparovány především nebezpečné složky pro další průběh zpracování (např. velké díly). Čistý vstupní materiál je znovu drcen a separován na principu tzv. vířivých proudů. Tento způsob separace využívá odlišné vlastnosti frakcí (např. rozdílnou hmotnost, velikost, elektromagnetické vlastnosti). Takto nadrcený a vytříděný materiál je shromažďován v zásobníku, v případě zájmu odběratele je možné odpad znovu nadrtit a zvýšit tak čistotu separace. V tomto případě je za drtičem umístěn fluidní splav, který pracuje na základě absolutních rozdílů hmotnosti zrn granulátu. Posledním elementem technologické linky na zpracování elektroodpadu je odsávač vzduchu s prachovými filtry či filtry z aktivního uhlí.



Pomocí odsávacího potrubí, případně ramene je veden znečištěný vzduch do odlučovače, kde při snížení rychlosti proudění vzduchu jsou oddělovány těžké prachové částice. Čistý vzduch je možné v některých případech vypouštět zpět do odsávaného pracovního prostoru. Funkce odsávače vzduchu je jednak snížení potřeby údržby, zkvalitnění třídícího procesu a zabránění znečišťování okolního prostředí prachovými a dalšími částicemi. (ODPADOVÉ FORUM, 2006)

**Obr. 3 Schéma základní technologické linky na zpracování elektroodpadu**



Zdroj: ODPADOVÉ FORUM, 2006

## 4 CHARAKTERISTIKA VÝCHOZÍCH PODMÍNEK VYBRANÉ TECHNOLOGICKÉ LINKY

Tato kapitola se věnuje představení společnosti vlastníci vybranou technologickou linku. Popisuje stávající technologickou linku na zpracování vybraného druhu elektroodpadu, kterým jsou kabely. Zaměřuje se na pohyb odpadu od přejímky odpadu až po jeho expedici. Dále seznamuje s technickými parametry stroje na drcení a separaci kabelů.

### 4.1 Představení společnosti ECO – F a.s.

Společnost ECO-F je odborný podnik pro nakládání s odpady. Na českém trhu se věnuje problematice životního prostředí už přes deset let. Patří mezi středně velké společnosti se sítí regionálních provozoven na území hlavního města Prahy, ve Středočeském, Libereckém, Jihočeském, Plzeňském a Severočeském kraji. Společnost svým zákazníkům nabízí komplexní služby v oblasti ekologie. Její působení je především ve třech základních oblastech, tj. nákladní s odpady (likvidace nebezpečných a ostatních odpadů, využití a recyklace druhotných surovin), poradenství v oblasti životního prostředí (vodní hospodářství, ochrana ovzduší, chemické látky a směsi) a havarijní služby (monitorování, dokumentování a řešení vzniklých havárií na území celé České republiky). ([www.ecof.cz](http://www.ecof.cz))

Obr. 4 Síť provozoven ECO – F a.s.



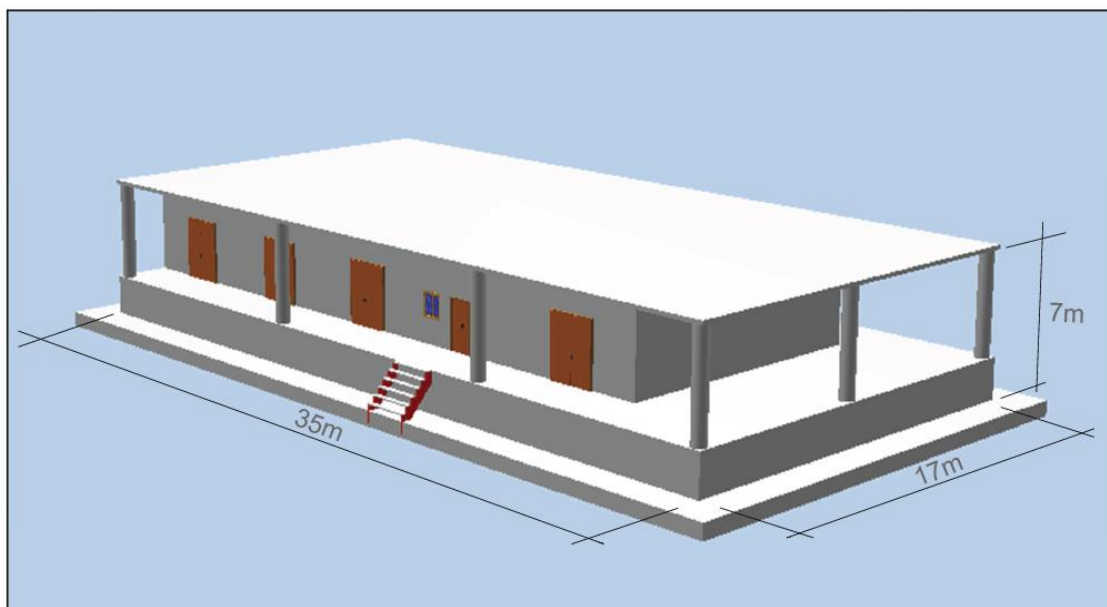
Zdroj: KLÍMOVÁ (archiv autorky)

## 4.2 Popis stávajícího stavu technologické linky na zpracování vybraného druhu elektroodpadu

Technologická linka byla zakoupena na základě rozhodnutí vedení společnosti o rozšíření služeb poskytovaných svým zákazníkům v roce 2012. Z počátku byla brána jako testovací zařízení, které má za úkol zjistit schopnost firmy linku vytížit a otestovat zájem trhu o výstupní produkty. Vstupními surovinami jsou měděné a hliníkové kabely. V testovacím provozu se drtily pouze kabely měděné, důvodem je jejich vysoká efektivnost, díky které by nebylo možné dosáhnout takových zisků jako u drcení kabelů hliníkových. Vzhledem k tomu, že vstupní materiál je odpad, je tedy zřejmé, že každá zakázka je odlišná a má svá specifika. Dle katalogu odpadů se jedná o odpad katalogového čísla 17 04 11 – Kabely neuvedené pod 17 01 10. Odpad patří do kategorie O (ostatní odpad). Technologickým procesem se získávají následující složky: PVC drť, Cu drť, Al drť, koncovky kabelů a prachová složka.

Linka se nachází na území pražské části Zličín, v areálu bývalé ČKD Tatra. Do areálu je vjezd z ulic Ringhofferova, která je dostupná ze sjezdu dálnice D5 anebo z druhé strany ulicí Na Radosti, která vede směrem z centra do města. Výhodou je poloha haly linky, nachází se v okrajové části areálu, je tedy oplocena ze dvou stran od okolního prostředí.

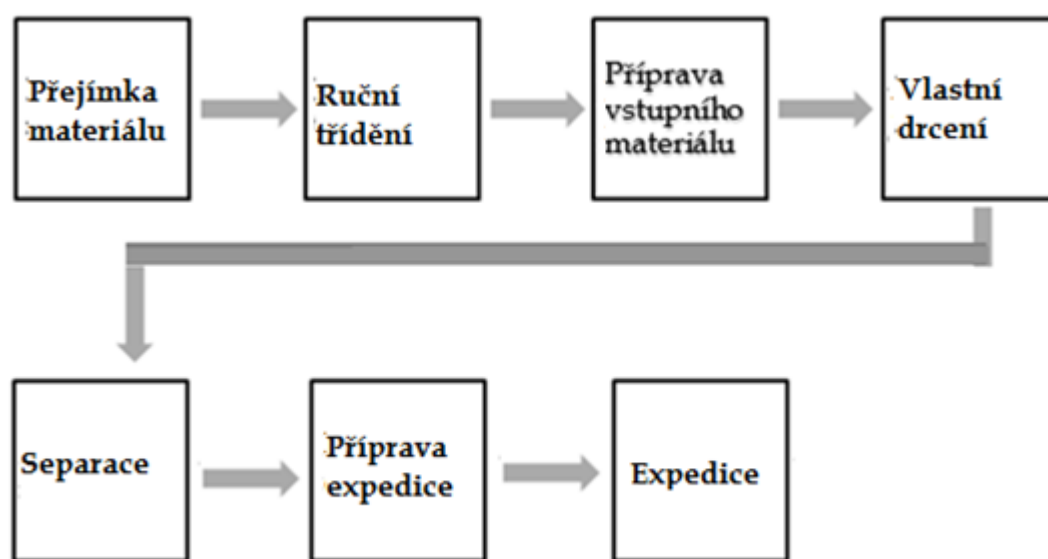
### Obr. 5 Vizualizace haly



Zdroj: KLÍMOVÁ (archiv autorky)

Objekt, v němž je technologická linka umístěna, je tvořen zděnou halou, která je rozdělena na osm kójí. Plošná výměra zastavěné plochy činí 595 m<sup>2</sup> (35 x 17) z toho 30 m<sup>2</sup> tvoří kóje pro technologickou linku. Jako skladovací a manipulační prostory jsou využívány zpevněné plochy okolí haly a skladovací nezateplená ocelová hala o užitečné ploše 150 m<sup>2</sup>. Tato hala slouží jako sklad neváženého odpadu (materiálu). Surovina vhodná k drcení je shromažďována v plastových box paletách o objemu 2 m<sup>3</sup>, ve kterých je dále exportovaná k drtícímu stroji. Jedna ze sousedních zděných kójí slouží jako mezisklad už vyseparované mědi (Cu) před expedicí. Zděná hala o půdorysných rozměrech 35 x 17 m a výšce 7 m je zakryta rovnou střechou. Dostatek světla zajišťují okna po celém obvodu haly umístěné ve výšce 5 m. Podlaha je tvořena čedičovou dlažbou, která je v každé kóji vybavena záchytnou jímkou, stavba je napojena na inženýrské sítě. Prostor, který bezprostředně navazuje na halu je tvořen betonovými a asfaltovými plochami, které se využívají pro skladování materiálu a jako manipulační plocha. Součástí objektu je i sociální zařízení a kancelář, tato část zabírá jednu kóji, která je rozdělena na koupelnu, toaletu, šatnu a kancelář.

**Obr. 6 Technologické schéma stávající technologické linky**



Zdroj: KLÍMOVÁ (archiv autorky)

Provoz stávající technologické linky zajišťují tři stálí zaměstnanci. Jeden vždy obstarává plnění drtícího stroje, kontroluje chod stroje a vyměňuje plné nádoby s mědi a vyseparovanou izolací. Ostatní personál zajišťuje přípravu materiálu a to převážně krácení kabelů, svlékání izolací z větších průměrů a odstřihávání koncovek.

Po separaci jsou jednotlivé složky plněny do big bagů o hmotnosti 300 až 500 kg u PVC drti a 1000 až 1200 kg Cu drti, následně jsou expedovány odběratelům k dalšímu využití jako druhotná surovina. Kabelové koncovky jsou plněny do prázdných nádob a předány firemní dílně k dalšímu zpracování. Prachová složka je likvidována s ostatním odpadem.

#### 4.3 Popis stroje na drcení a separaci kabelů

Drtící stoj je navržen pro mletí a třídění materiálů s rozdílnou specifickou hmotností. Jejím hlavním způsobem použití je recyklace elektrických kabelů (mletí na granulát a separace vodičů (tj. mědi či hliníku) od izolačního materiálu – plastu, pryže či papíru). Výrobce hlavního zařízení recyklační linky, tj. drtiče spojeného s tříděčem, je italská firma GUIDETTI, která má dlouholetou zkušenost s výrobou kompaktních strojů právě pro recyklaci mědi nebo obecně neželezných kovů (hliník, zinek, olovo, nikl).

#### Obr. 7 Stroj na drcení a separaci kabelů



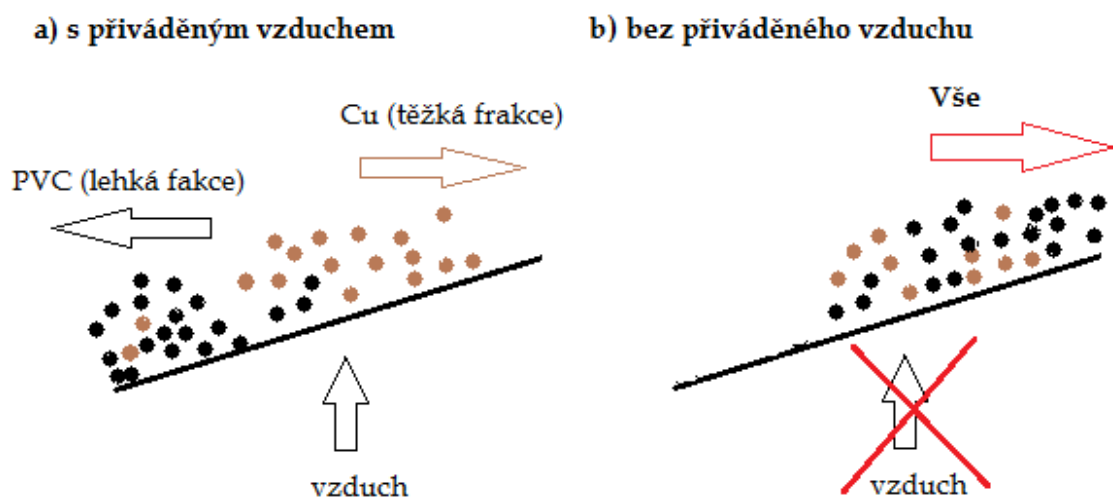
Zdroj: GUIDETTI Recycling systems, 2013

Stroj se skládá z ocelové skříně se dvěma otvory. Hlavním technologickým zařízením linky je drtící stroj se třemi rotačními a dvěma stacionárními noži s vyměnitelným sítem.

Hrubost použitého síta umožňuje zvolit nejvhodnější velikost drti (granulátu), síto se nachází na dně mlecí komory drtiče. Stroj je dodán se síty o velikosti ok 3; 4; 5 mm, které se používají k nejjemnějšímu drcení především u materiálu s vlasovou mědí. Nejhrubější síto se používá pro kabely, kde vodič tvoří měděná žíla, o minimálním průměru 1 mm. Další součástí, kterou je tento stroj vybaven, je suchý vibrační separátor, který je snadno nastavitelný a přístupný. Vibrační stůl je od výrobce nastaven do sklonu x y a vibrace mají také pevnou hodnotu. Stroj se dále skládá ze dvou vzduchových okruhů, které jsou vzájemně nezávislé, zajišťují potřebné proudění vzduchu. Jednak snižují potřebu údržby, zkvalitňují třídící proces a zabraňují znečištění okolního prostředí prachovými a dalšími částicemi.

Čistota separační směsi je závislá na přiváděném vzduchu, který nadlehčuje separovanou směs. Díky frekvenci měniče je možné přesně řídit tok materiálu po vibračním stole. S vypnutým vzduchem celá směs vychází směrem nahoru. Pro názornou ukázkou slouží obrázek 8, na kterém je znázorněn tok směsi po vibračním stole za předpokladu přiváděného vzduchu i bez něho.

**Obr. 8 Tok materiálu po vibračním stole**



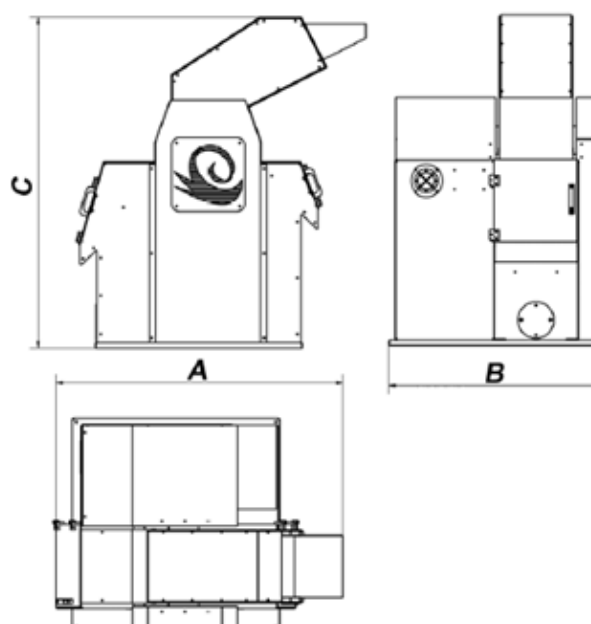
Zdroj: KLÍMOVÁ (archiv autorky)

### 4.3.1 Technické parametry stroje

Výrobce GUIDETTI Recycling systems uvádí:

**Tab. 4 Technické parametry stávajícího stroje na drcení kabelů**

Parametry stroje	Jednotka	SINCRO 315 EKO
Délka A [mm]	[mm]	1130
Šířka	[mm]	1000
Výška	[mm]	1570
Hmotnost	[kg]	458
Příkon	[kW]	6,1
Výkonnost	[kg.h <sup>-1</sup> ]	100



Zdroj: GUIDETTI recycling systems, 2013

## **5 NÁVRH ŘEŠENÍ A DOSAŽENÉ VÝSLEDKY**

Na základě vybraných sledovaných parametrů a jejich změření u stávající technologické linky na zpracování kabelů, která byla charakterizována v kapitole 4, byly stanoveny požadavky z analyzovaných nedostatků na linku inovovanou. Dále je popsán výběr technologických linek a průběh výběrového řízení. V závěru je seznámeno s vybranou technologickou linkou a posouzení jejího technicko-ekonomického návrhu.

### **5.1 Vlastní měření**

K zjištění nedostatků stávající technologické linky proběhlo měření. Tato podkapitola seznamuje s postupem měření u jednotlivých vzorků, s dílčími výsledky a celkovou analýzou nedostatků.

#### **5.1.1 Výběr sledovaných parametrů stávající technologické linky**

Měření bylo zaměřeno na posouzení stávající technologické linky a zjištění jejich nedostatků, tj. shromáždění dostateku informací pro zdůvodnění realizace nové technologické linky. Od počátku bylo zřejmé, že nebude postačovat rozšířit linku o určitý technologický prvek, nýbrž půjde o zakoupení celé technologické linky. Sledované parametry, které byly vybrány pro navržení co možná nejlepší varianty inovace technologické linky pro zpracování vybraných druhů elektroodpadu, jsou hodinová výkonnost stroje, nutný čas na přípravu materiálu, čistý čas drcení, možnosti separace (zvláště měď, hliník, izolační vrstvy, koncovky), výsledná čistota, čas potřebný k nastavení stroje a podíl lidské práce.

#### **5.1.2 Popis měření**

Na stávající technologické lince proběhlo měření v období třech měsíců. Vstupním materiálem byly měděné kabely o odlišných tloušťkách izolačních vrstev s různými druhy koncovek. Byly vybrány kabely, které tvořili 2/3 veškerého zpracovávaného materiálu. Zbytek tvořila směs různorodých kabelů, na níž je provádění dlouhodobého měření obtížné. Během měření se objevovalo mnoho provozních komplikací, vzhledem ke zvláštnosti každého kabelu.



Byly vybrány tři reprezentativní vzorky kabelů, na kterých byly analyzovány zásadní nedostatky stávající linky.

### Postup měření:

#### **1. Kontrola materiálu**

– probíhala při přejímce, její součástí bylo i zařazení dle druhu kabelu (autokabely, vlasové kabely, kabely CYKY).

#### **2. Předběžná analýza vstupního materiálu**

- jedná se o rozdíl vah kabelů před a po odstranění izolace. Nejprve byl zvážen vzorek na gramové váze před odstraněním izolace a poté byla odečtena čistá váha mědi. (obrázek 11).

#### **3. Ruční třídění materiálu dle druhu kabelu**

- třídění už jednodruhového vstupního materiálu probíhalo dle jeho délky, tloušťky a přítomnosti koncovek.

#### **4. Příprava vstupní suroviny**

- materiál vhodný k drcení a mechanické separaci se připravoval do předem zvolených přepravek, důvodem bylo usnadnění manipulace na pracovišti.

#### **5. Vážení a evidence připraveného materiálu k drcení**

- materiál připravený k drcení a separaci byl vážen na podlahové plošinové váze s váživostí 600 kg.

#### **6. Vlastní drcení**

- drcení probíhalo na drtícím stroji SINCRO EKO 315, viz kapitola 4.3.

#### **7. Mechanická separace**

- materiál byl tříděn pomocí vibračního stolu, viz kapitola 4.3.

## 8. Příprava expedice

– materiál uložený v přepravkách se po separaci vyskladňoval na paletách.

## 9. Měření výtěžnosti

- reálná výtěžnost byla stanovena jako poměr hmotnosti výsledného produktu (Cu, PVC drť) a vlastním časem drcení.

## 10. Vyhodnocení výtěžnosti

- vyplývá z porovnání teoretické a reálné výtěžnosti.

## 11. Expedice

– konečné produkty byly plněny do big bagů (Cu, PVC drť, kabelové koncovky), následně byly expedovány odběratelům k dalšímu využití jako druhotná surovina (obrázek 19).

### 5.1.3 Měření č. 1 – autokabely

Na obrázku 9 je detailní pohled na vzorek 1 autokabelů. Jedná se o směs kabelů s různou tloušťkou izolace i vodiče. Problémovou součástí těchto kabelů je lepicí páska, která je použita ke spojení několika kabelů.

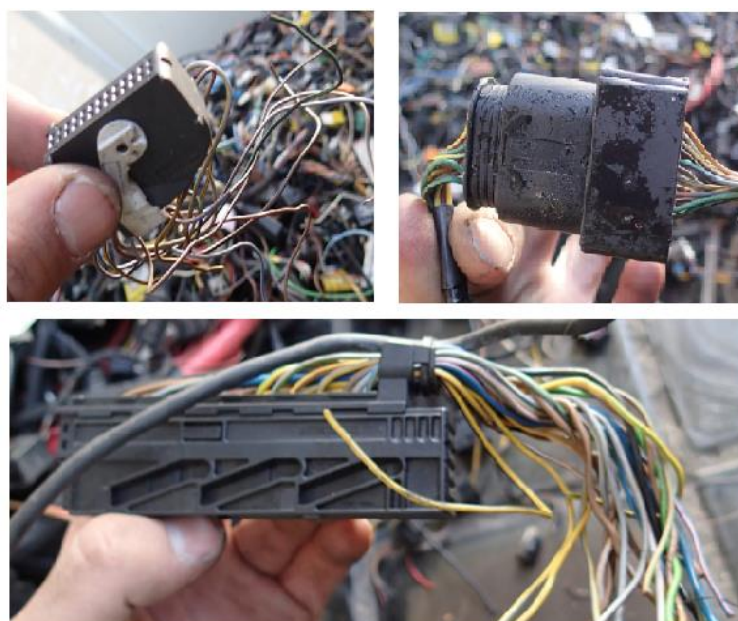
**Obr. 9 Vzorek 1 - autokabely**



Zdroj: KLÍMOVÁ (archiv autorky)

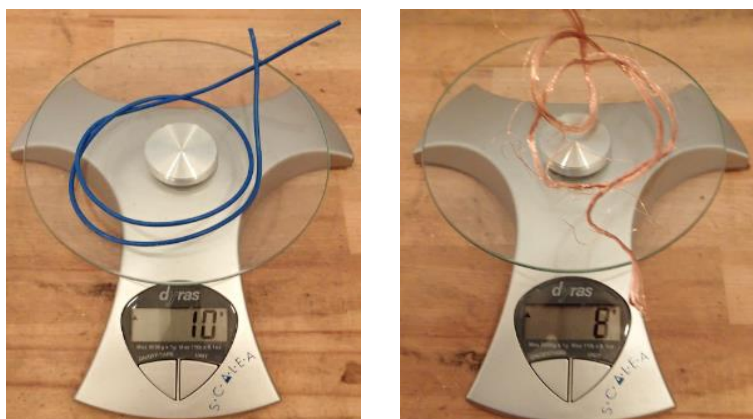
Příprava materiálu zahrnovala odstříhání koncovek a ostatních součástí automobilu, tj. 10 % z celkové váhy (obrázek 11). Předběžná analýza spočívala ve zvážení vzorku před odstraněním izolace a poté odečtením čisté váhy mědi (obrázek 11). Vypočtený rozdíl udával teoretickou výtěžnost, která činila 69 % Cu. Materiál po zdrcení tvořil směs slepené hmoty (obrázek 14). Po konzultaci s výrobcem byl použit cement. Bylo zjištěno, že přisypaním do drtící komory, je možné autokabely separovat. Jeho použití mělo negativní vliv na pracovní podmínky, způsoboval nadměrnou prašnost okolního prostředí.

**Obr. 10** Koncovky autokabelů



Zdroj: KLÍMOVÁ (archiv autorky)

**Obr. 11** Předběžná analýza vzorku 1

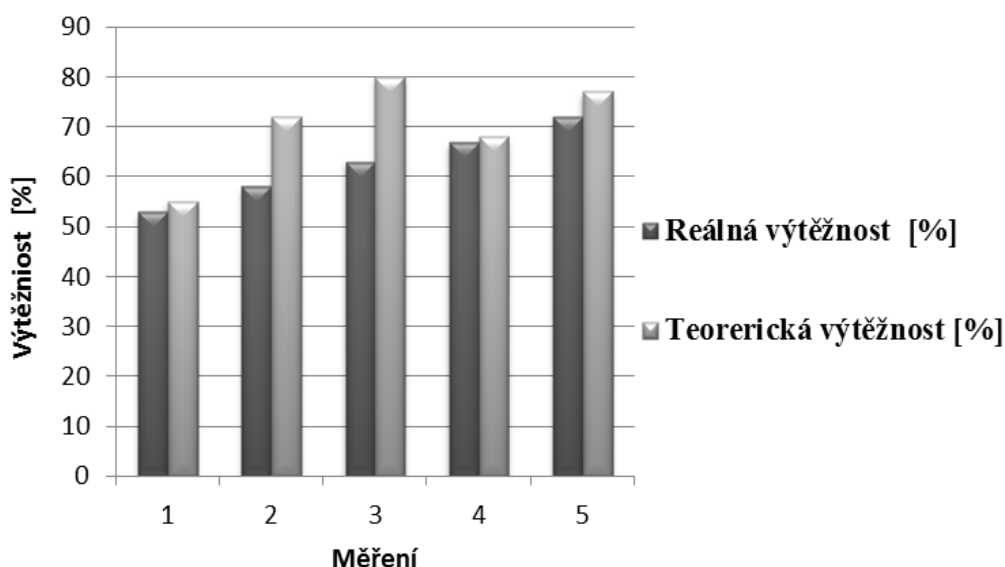


Zdroj: KLÍMOVÁ (archiv autorky)

**Tab. 5 Sledované parametry vzorek 1**

Měření	Vstupní materiál [kg]	Teoretická výtěžnost [%]	Průběh zpracování [hod]		Výstupní produkt [kg]			Reálná výtěžnost [%]	Výkonost [kg. h <sup>-1</sup> ]
			Příprava	Drcení	Koncovky	Cu	Pryž		
1	100	55	2	1,3	9	53	38	53	76,92
2	100	72	2,5	1,2	12	58	30	58	83,33
3	100	80	1,5	1,1	8	63	29	63	90,91
4	100	68	3	1,4	7	67	26	67	71,43
5	100	77	1,5	1,2	15	72	13	72	83,33
<b>Aritmetický průměr</b>		<b>69</b>	<b>2,1</b>	<b>1,24</b>	<b>10,2</b>	<b>62,6</b>	<b>27,2</b>	<b>62,6</b>	<b>81,19</b>

**Obr. 12 Porovnání teoretické a reálné výtěžnosti pro jednotlivá měření vzorku 1**

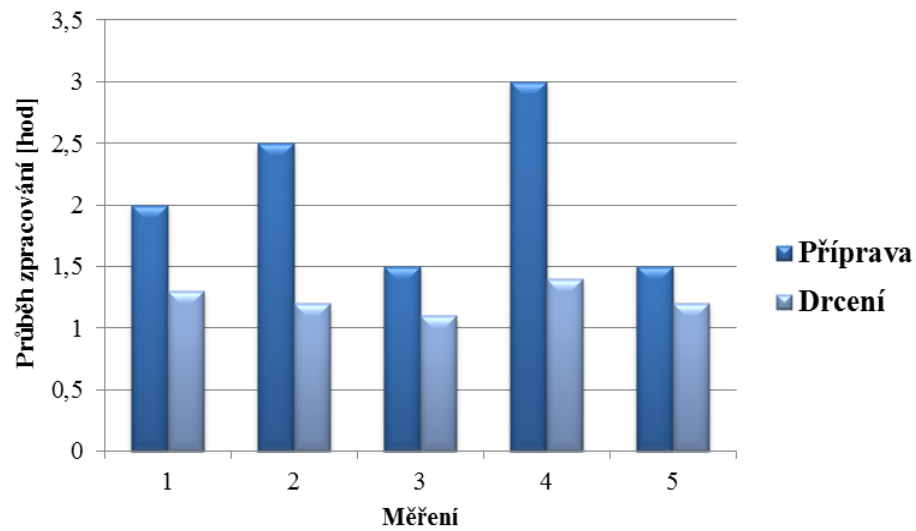


Vyhodnocení měření vzorku č. 1

Stanovená hodnota průměrné teoretické výtěžnosti se od té skutečné lišila zhruba o pokles 6 %. Použitý cement, bez kterého by daný druh kabelů nebylo možné vůbec recyklovat, měl negativní vliv na celkovou výkonnost stroje. Nejen, že způsoboval zhoršení pracovního prostředí, ale také měl vliv i na drtící a separační stroj. Vzniklý prach ho zanášel, stroj musel být každou půl hodinu vyčištěn, tím se prodlužovala doba drcení. V porovnání s výkonností udávanou výrobcem došlo k poklesu o 20 %. Na základě ceny vstupního

materiálu a prodáváných výstupních produktů dle tržní hodnoty autokabelů, není tento způsob ekonomicky výhodný, vzhledem k náročnosti přípravy a provozním komplikacím.

**Obr. 13 Porovnání doby přípravy a drcení pro jednotlivá měření vzorku 1**



**Obr. 14 Výsledný produkt z drcení autokabelů bez použití cementu**



Zdroj: KLÍMOVÁ (archiv autorky)

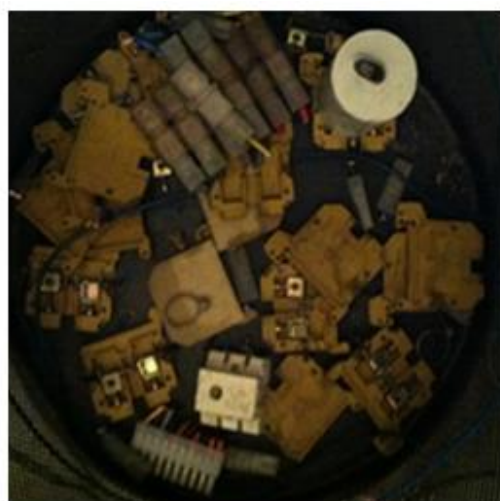
### 5.1.4 Měření č. 2 - kabely s jemnou vlasovou mědí

Na obrázku 15 je zachycen druhý vzorek. Příprava vstupního materiálu byla méně časově náročná oproti přípravě autokabelů. Spočívala pouze v odstřížení koncovek (obrázek 16). Podíl koncovek byl 3 % z celkové váhy. Teoretická výtěžnost byla stanovena stejným postupem jako u předchozího vzorku. Její průměrná hodnota byla 40 % Cu.

Obr. 15 Vzorek 2 kabely s jemnou vlasovou mědí



Obr. 16 Koncovky po odstřížení

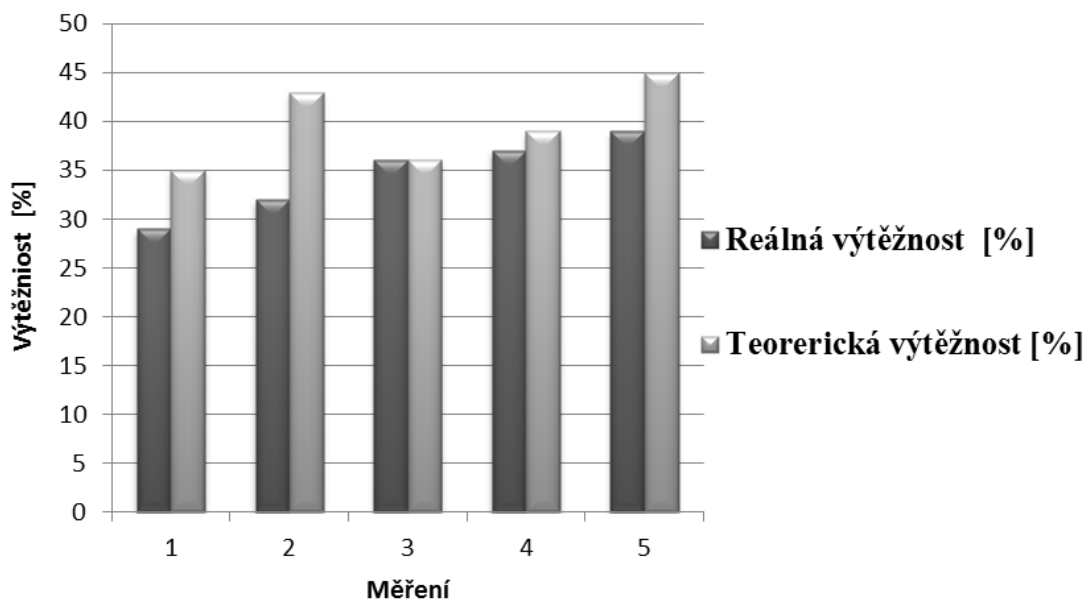


Zdroj: KLÍMOVÁ (archiv autorky)

Tab. 6 Sledované parametry vzorek 2

Měření	Vstupní materiál [kg]	Teoretická výtěžnost [%]	Průběh zpracování [hod]		Výstupní produkt [kg]			Reálná výtěžnost [%]	Výkonost [kg·h <sup>-1</sup> ]
			Příprava	Drcení	Koncovky	Cu	Pryž		
1	100	35	0,75	2	4	29	67	29	50,00
2	100	43	0,5	2,3	3	32	65	32	43,48
3	100	36	0,75	2,1	5	36	59	36	47,62
4	100	39	1	2,2	6	37	57	37	45,45
5	100	45	0,5	2	3	39	58	39	50,00
<b>Aritmetický průměr</b>		<b>39,6</b>	<b>0,7</b>	<b>2,12</b>	<b>4,2</b>	<b>34,6</b>	<b>61,2</b>	<b>34,6</b>	<b>47,31</b>

**Obr. 17 Porovnání teoretické a reálné výtěžnosti pro jednotlivá měření vzorku 2**



Zdroj: KLÍMOVÁ (archiv autorky)

**Obr. 18 Připravený materiál k drcení**



**Obr. 19 Výstupní produkt Cu**



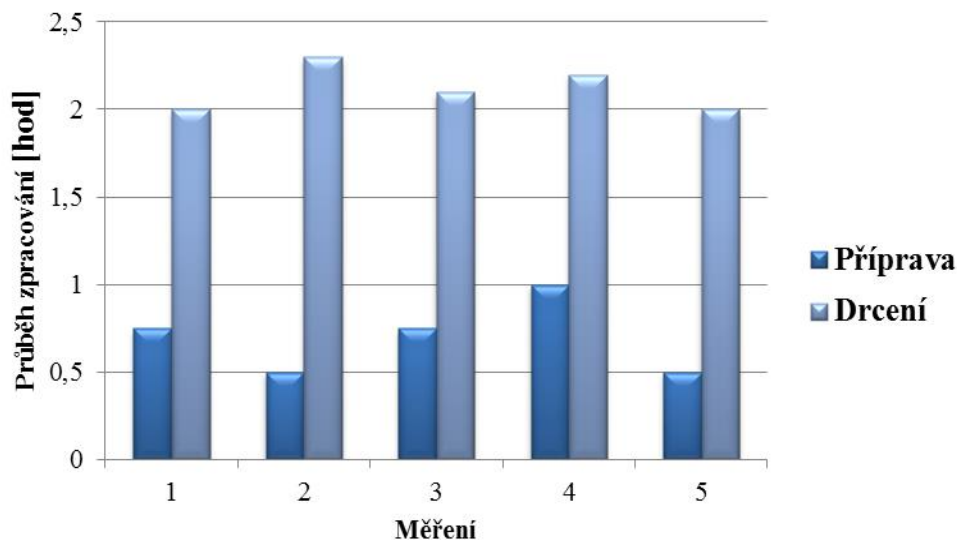
Zdroj: KLÍMOVÁ (archiv autorky)

#### Vyhodnocení měření vzorku č. 2

Pokles reálné výtěžnosti v porovnání se stanovenou teoretickou výtěžností byl – 5 %. Kabely s vodiči z vlasové mědi lze těžko separovat, z důvodu nízké hmotnosti, kdy nedojde k separaci, díky malému podílu mědi. Ani zkrácením kabelů nedocházelo k čisté separaci. U těchto druhů kabelů, se proces drcení musel opakovat, čas vlastního drcení se tedy

zdvojnásobil. Vzhledem k tomu, že je nutné separaci opakovat, dochází k rapidnímu poklesu výkonnosti stroje.

**Obr. 20 Porovnání doby přípravy a drcení pro jednotlivá měření vzorku 2**



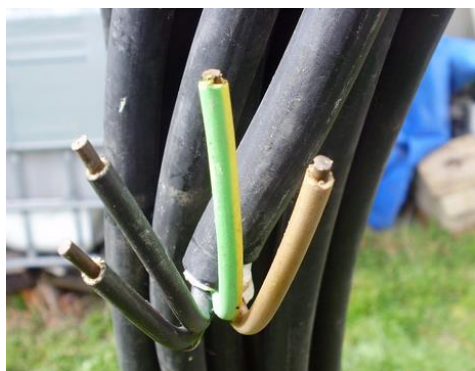
### 5.1.5 Měření č. 3 - kabely CYKY

Třetím měřeným vzorkem byly kabely CYKY, které se používají k elektroinstalaci domovních a průmyslových rozvodů. Jejich průměr vodiče je nejčastěji 2,5 mm.

Příprava těchto druhů kabelů spočívá v odstranění izolace. Jako nejrychlejší způsob se autorce osvědčilo připravit si kabely zhruba jako metrové kusy, použity byly pákové nůžky. Odstranění veškeré izolační vrstvy bylo provedeno za použití páračky kabelů Bronneberg (obrázek 22). Toto zařízení dokáže rozpárat kabel pomocí jednoho rotačního nože. Rychlost páření byla  $15 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ . Teoretická výtěžnost byla stanovena jako u předchozích vzorků, její hodnota činila 48 %.



**Obr. 21 Vzorek 3 Kabely CYKY**



Zdroj: <http://elektro.slovenskainzercia.sk/elektroinstalacny-material/inzerat/1713579-kabel-cyky-4bx6--284jx6-29-zlava-10-ponuka-kysucke-nove-mesto/>

**Tab. 7 Sledované parametry vzorek 3**

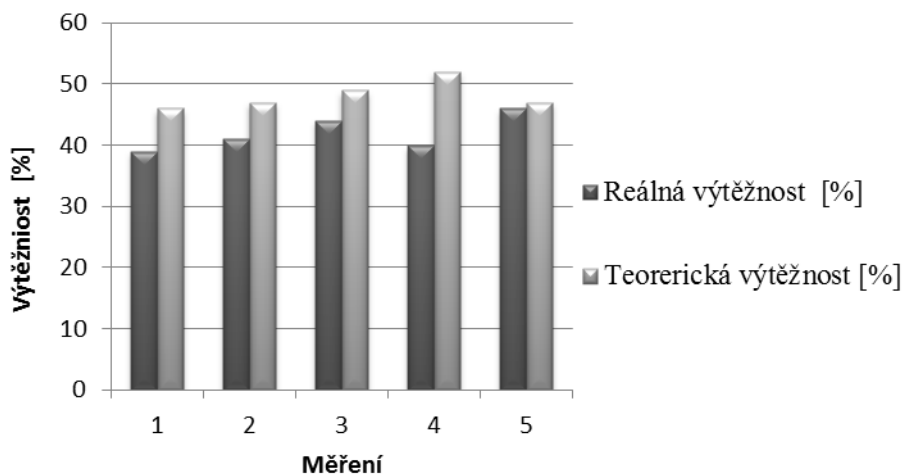
Měření	Vstupní materiál [kg]	Teoretická výtěžnost [%]	Průběh zpracování [hod]		Výstupní produkt [kg]			Reálná výtěžnost [%]	Výkonost [kg·h <sup>-1</sup> ]
			Příprava	Drcení	Koncovky	Cu	Pryž		
1	100	46	1,1	1	0	39	61	39	100,00
2	100	47	0,5	1,1	0	41	59	41	90,91
3	100	49	0,8	1	0	44	56	44	100,00
4	100	52	0,7	1	0	40	60	40	100,00
5	100	47	0,5	1,1	0	46	54	46	90,91
Aritmetický průměr		47,8	0,72	1,04	0	42	58	42	96,36

**Obr. 22 Páračka kabelů Bronneber KAB-V**



Zdroj: <http://www.rpjservice.cz/katalog/recyklacni-technika/svlikacky-paracky-kabelu/750264-paracka-kabelu-2-70mm-15mm-in-kab-v/>

**Obr. 23 Porovnání teoretické a reálné výtěžnosti pro jednotlivá měření vzorku 3**



### Vyhodnocení měření vzorku č. 3

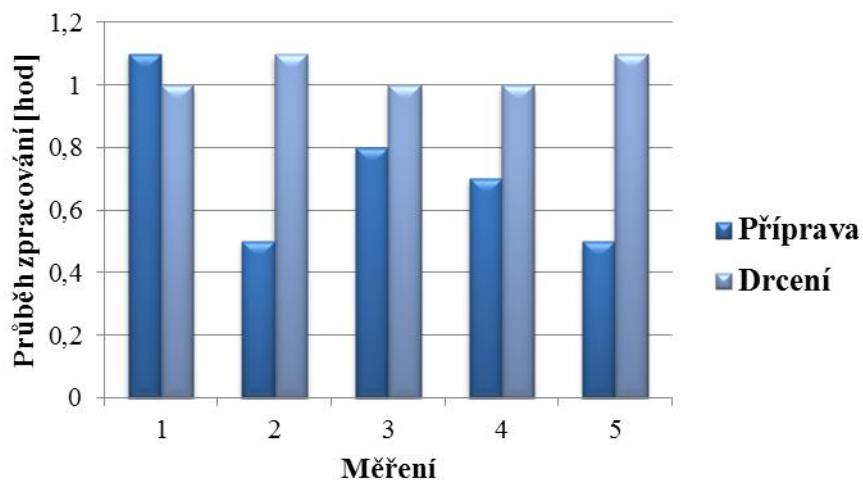
Předem stanovená výkonnost byla vyšší o 6 %. Výkonnost stroje vlastního drcení u tohoto vzorku nejvíce odpovídá údajům uváděným výrobcem. Takto dobré výsledky vyplývají z časové nenáročnosti přípravy vstupního materiálu. Která spočívala pouze v nastříhání kabelů na délku jednoho metru a svlečení izolace, za použití vybraného technologického zařízení – páračky.

**Obr. 24 Připravená plastová drť k expedici v big bagu**



Zdroj: Archiv autorky, 2015

**Obr. 25 Porovnání doby přípravy a drcení pro jednotlivá měření vzorku 3**



## 5.2 Analýza nedostatků stávající linky

Předpokládané množství zpracovávaného materiálu je okolo 700 t odpadů ročně při stávající technologii. Chod linky je koncipován jako dvacet čtyř hodinový s celoročním provozem. Ve kterém je každý den počítáno s hodinovou pauzou pro údržbu seřizování drtícího stroje a čtvrtletní denní odstávkou a kompletní revizí. Vzhledem ke skutečnosti, že společnost má v plánu množství elektroodpadu navyšovat, nebude tato kapacita dostačující. Na základě měření byly stanoveny slabé stránky linky. Největšími slabinami popisované technologické linky je nedostatečná separace, náročnost na pracovní sílu (lidská obsluha) a časově náročná předúprava materiálu. Tyto faktory snižují kapacitu na průměrných 50 – 60 kg.h<sup>-1</sup> na místo 100 kg.h<sup>-1</sup> udávaných výrobcem. Nedostatečná separace způsobuje nutnost separovaný materiál opakovaně nechat procházet separačním procesem. Lidský faktor způsobuje to, že stroj je nerovnoměrně zatěžován, jelikož je plněn obsluhou, která stroj plně nevytěžuje.

## 5.3 Rekapitulace výchozího stavu a stanovení metod k návrhu inovace

Technologická linka určená k recyklaci kabelů byla pořízena v roce 2012. Primárně měla otestovat schopnost firmy linku vytížit a zjistit zájem trhu. Svůj účel tedy náležitě splnila. Společnost od počátku uvažovala o možnosti zakoupení nové technologické linky v návaznosti na utvrzení, že poptávka trhu je v této problematice veliká. Na základě zjištěných nedostatků bylo rozhodnuto provést návrh inovace technologické linky pro zpracování vybraných druhů

elektroodpadu. Při výběru nové technologické linky bude nejprve analyzován trh ve stanovené kategorii dané výkonnosti a porovnáním sledovaných parametrů bude následně vybrána nejvhodnější varianta.

## **5.4 Návrh inovace**

V této podkapitole je popsán výběr nové technologické linky na zpracování kabelů, požadavky pro výběrové řízení i jeho průběh. Je seznámeno se základními technickými parametry jednotlivých vybraných linek.

### **5.4.1 Výběr nové technologické linky**

Na základě zjištěných nedostatků, které jsou popsány v kapitole 5.2, bylo rozhodnuto provést návrh inovace technologické linky pro zpracování kabelů.

Výběr proběhl na základě průzkumu trhu v oblasti techniky zpracování vybraného druhu elektroodpadu. Po konzultaci s firemním technologem a na základě nabytých informací při pracovní stáži na stávající technologické lince bylo rozhodnuto o níže popsaných linkách. K výběru byly použity nabídky a prospekty od dodavatelů těchto linek.

### **5.4.2 Požadavky pro výběrové řízení**

Nová technologická linka na zpracování kabelů by měla splňovat výkonnostní limit  $400 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ . Při trojsměnném chodu linky s celoročním provozem a každodenní hodinovou pauzou pro údržbu a servis by předpokládané množství zpracovávaného materiálu bylo okolo 3000 t odpadů ročně. U nové linky je počítáno pouze s jedním člověkem, který by byl operátorem celého procesu. Linka by měla být natolik sofistikovaná, že by mělo stačit naplnit předdrtič směsí kabelů cca 500 kg, u kterých by již nebyla nutná příprava (zajistí předdrtič) a dále by měl stroj vše automaticky zpracovat v časovém limitu jedné hodiny. V mezičasech je tedy operátor schopen kontrolovat stroj a navážet a odvážet materiál. Proces plnění je z větší části automatizován právě díky předdrtiči, který linku zásobuje kontinuálně. Separace výstupního materiálu by měla být také na vyšší úrovni a tak by veškerý materiál měl procházet linkou jen jedenkrát. Dalším požadavkem je pásový dopravník s odpovídajícím výkonem, jehož funkcí bude plnění zařízení (drtiče) homogenizovaným materiálem. Čistota separační směsi je závislá

na přiváděném vzduchu, u nové linky by tento proces měl být automatický. Rozhodovat bude samozřejmě i cena a dostupnost náhradních dílů.

### 5.4.3 Vlastní výběrové řízení

Výběrové řízení bylo uskutečněno mezi firmami z České republiky i ze zahraničí, za předpokladu splnění stanovených požadavků. Jedná se o tyto firmy:

- **Ing. Častulík** (BONANZA 400 DE LUXE)
- **TERIER s.r.o.** (Linka s mlýnem G 400/600 30 kW)
- **REDOMA** (Thunderhawk B)
- **GUIDETTI** (WIRE 415+)

1. Technologická linka na zpracování kabelů **BONANZA 400 DE LUXE**  
(<http://www.drvice.sk/index.htm>)

**Obr. 26 BONANZA 400 DE LUXE**

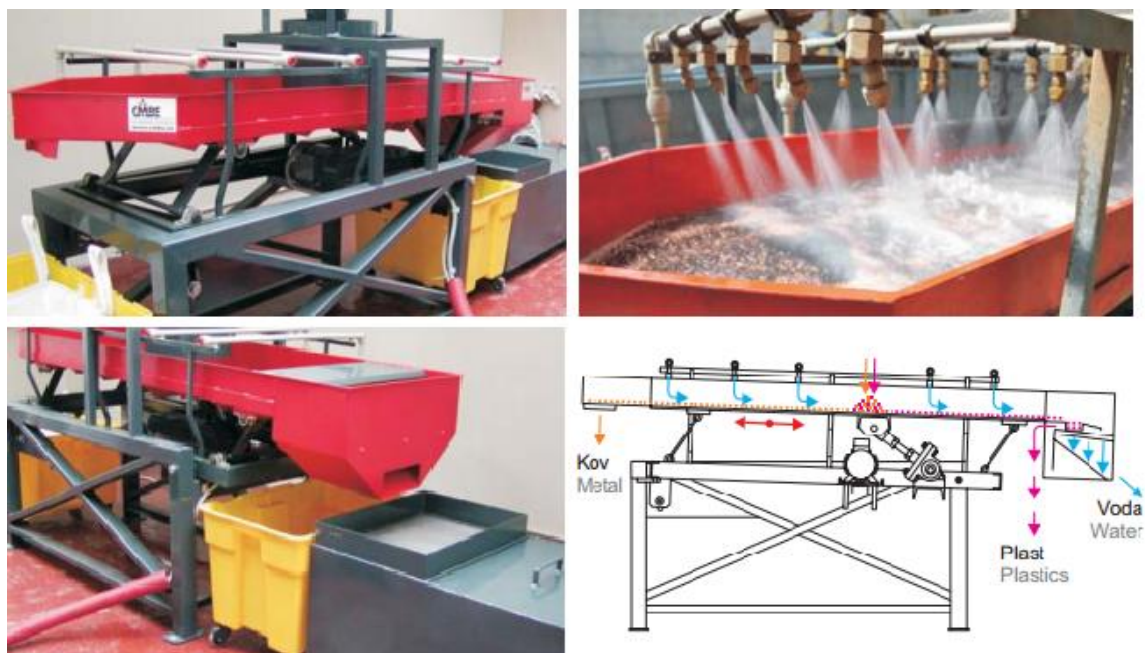


Zdroj: [http://www.drvice.sk/download/Bonanza\\_prospekt.pdf](http://www.drvice.sk/download/Bonanza_prospekt.pdf)

Technologická linka od slovenské firmy Ing. Častulík slouží k získávání mědi a hliníku z odpadních kabelů. Její standartní součástí je nožový mlýn, transportní ventilátor, vzduchotechnické potrubí, cyklón a separátor, jsou ovládány z jednoho řídicího panelu. V našem případě je potřeba zvýšit kapacitu pracoviště, do systému se tedy přidá jednorotorový drtič CASTOR, který představuje první stupeň drcení, propojený s nožovým mlýnem pásovým

dopravníkem. Separace mědi, hliníku zajišťuje systém mokrého splavu, ten umožňuje regulaci kmitů, sklonu stolu a proudu vody. Kmitavý pohyb stolu a proud vody uvedou kovy a plastovou izolaci do pohybu. Plastová izolace se pohybuje na třídící ploše směrem dolů, kovy postupují k hornímu konci třídící plochy. Voda je přes filtry vracena zpět do procesu, odpadních kal je usazován v sedimentačních nádržích.

**Obr. 27 Vodní splav BONANZA 400 DE LUXE**



Zdroj: [http://www.drvice.sk/download/Bonanza\\_prospekt.pdf](http://www.drvice.sk/download/Bonanza_prospekt.pdf)

**Tab. 8 Technické parametry BONANZA 400 DE LUXE**

Technické parametry	
Typ	BONANZA 400
Vstupní otvor mlýna [mm]	400x600
Elektrický příkon mlýna [kW]	30
Hmotnost mlýna [kg]	2000
Typ separátoru	Mokřý splav
Rozměry vibračního stolu [mm]	720 x 1800
Objem nádrže na vodu [l]	280
Celkové rozměry stroje [mm]	4200 x 3000
Celkový elektrický příkon [kW]	35
Celková hmotnost [kg]	2530
Výkonnost [kg.h <sup>-1</sup> ]	400
Cena [Kč bez DPH]	2 221 400

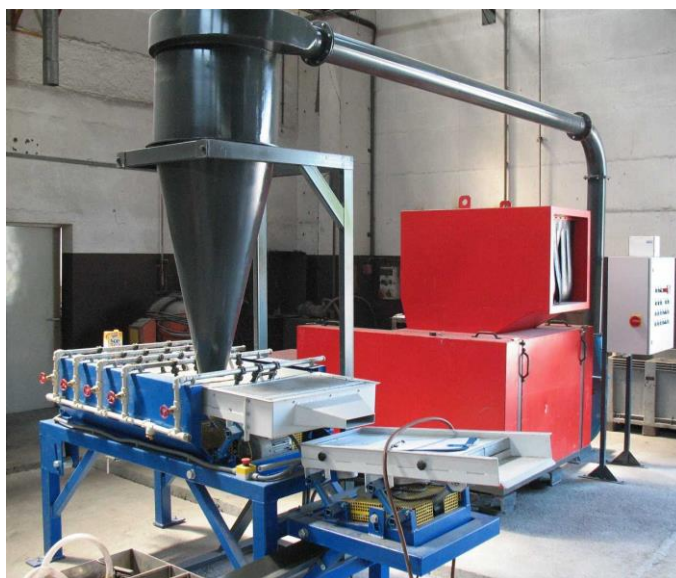
## 2. Technologická linka na zpracování kabelů G 400/600 30 kW (<http://www.terier.cz/>)

Výrobce druhé linky vybrané do výběrového řízení je česká firma TERIER s.r.o. Základní sestava linky je předdrtič, mlýn G400/600, separační mokrý splav, odsávání a centrální zařízení separátor, odsávání a dopravník se vstupním magnetem.

**Obr. 28 Předdrtič S1/1000**



**Obr. 29 Linka s mlýnem G400/600**



Zdroj: KLÍMOVÁ (archiv autorky)

**Tab. 9 Technické parametry TERRIER G 400/600 30 kW**

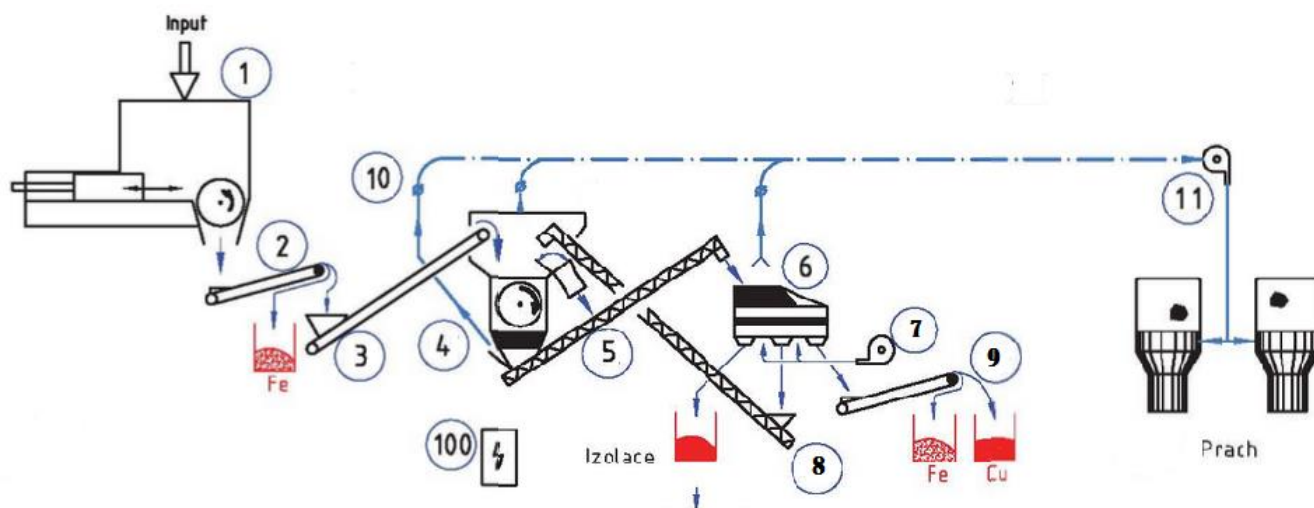
Technické parametry	
Typ	G400/600
Elektrický příkon mlýna [kW]	18,5
Typ separátoru	Mokrý splav
Celkové rozměry stroje [mm]	6000 x 2000
Celkový elektrický příkon [kW]	45
Výkonnost [kg.h <sup>-1</sup> ]	400
Cena [Kč bez DPH]	2 160 000

Zdroj: <http://www.terier.cz/sysadmin/data/cs/recyklinka/4/files/linkakabely12internet.pdf>

**3. Technologická linka na zpracování kabelů Thunderhawk B**  
(<http://www.redoma.com/index.html>)

Další oslovenou firmou zabývající se recyklační technikou byla švédská firma REDOMA. Bezpochyby patří tato firma k nejvýznamnějším ve svém oboru. Z jejího portfolia nabízených technologických linek k zpracování kabelů byla vybrána linka označovaná jako „mini-továrna na recyklaci kabelů“.

**Obr. 30 Technologické schéma linky REDOMA**



*1 Předdrtič; 2 Pásový dopravník s magnetem; 3 Podávací dopravník; 4 Granulátor; 5 Šnekový dopravník; 6 Separátor; 7 Ventilátoru separátoru; 8 Šnekový dopravník; 9 Pásový dopravník s magnetem; 10 Potrubí pro odsávání prachu; 11 Odsávač prachu;*

Zdroj:<http://www.rpjservice.cz/katalog/recyklacni-technika/drtice-kabelu/719061-linka-na-zpracovani-kabelu-thunderhawk-b/>

**Tab. 10 Technické parametry REDOMA Thunderhawk B**

Technické parametry	
Typ	Thunderhawk B
Typ separátoru	Suchý splav
Celkové rozměry stroje [mm]	6000 x 2500
Celkový elektrický příkon [kW]	35
Výkonnost [kg.h-1]	400
Cena [Kč bez DPH]	3 078 000



**Obr. 31 Thunderhawk B**



Zdroj: <http://www.redoma.com/thunderhawk.html>

#### 4. Technologická linka na zpracování kabelů **Wire 415+** (<http://www.guidettisrl.com/>)

Poslední vybranou technologickou linkou je WIRE 415 + od italské firmy GUIDETTI recycling systems. U této firmy byla zakoupena i stávající linka, na základě předešlé spolupráce byla oslovena i v tomto výběrovém řízení. Linka se skládá ze třech samostatných zařízení (předdrtič, dopravník, drtič kabelů), které spolu komunikují a snižují tak nároky na obsluhu.

**Tab. 11 Technické parametry WIRE 415+**

Technické parametry	
Typ	Wire 415+
Typ separátoru	Suchý splav
Celkové rozměry stroje [mm]	9000 x 1800
Celkový elektrický příkon [kW]	42
Výkonnost [kg.h-1]	450
Cena [Kč bez DPH]	1 876 500

Obr. 32 WIRE 415+



Zdroj: KLÍMOVÁ (archiv autorky)

#### 5.4.4 Vyhodnocení výběrového řízení

Vzhledem k tomu, že ani u jedné linky nebyl proveden zkušební provoz. Rozhodujícím kritériem tohoto výběrového řízení byly pouze parametry uváděné výrobcem.

Tab. 12 Hodnocení dle stanovených kritérií

Kritéria	Firmy			
	Ing. Častulík	TERIER s.r.o.	REDOMA	GUIDETTI
Výkonnost	***	***	***	****
Provedení separátoru	**	**	****	****
Obsluha	***	****	****	****
Energetická náročnost	****	**	****	***
Reference	***	*	***	****
Servis	****	**	****	****
Cena	**	***	*	****
<b>Celkem</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

(\*\*\*\*-výborné, \*\*\*-dobré, \*\*-špatné, \*-velmi špatné)

Zdroj: KLÍMOVÁ (archiv autorky)

Na základě hodnocení technologických linek na zpracování kabelů dle požadavku uvedených v kapitole 4.2.1. byla vybrána linka WIRE 415+ od firmy GUIDETTI (obrázek 32). Důvody vedoucí k tomu závěru byly především výkonnost a cena. Vzhledem k předchozí spolupráci s touto firmou to byly i dobré reference.

Pořadí dalších technologických linek je následující (tabulka 12):

2. **REDOMA** (Thunderhawk B)
3. **Ing. Častulík** (BONANZA 400 DE LUXE)
4. **TERIER s.r.o.** (Linka s mlýnem G 400/600 30 kW)

### 5.5 Popis vybrané technologické linky na zpracování kabelů

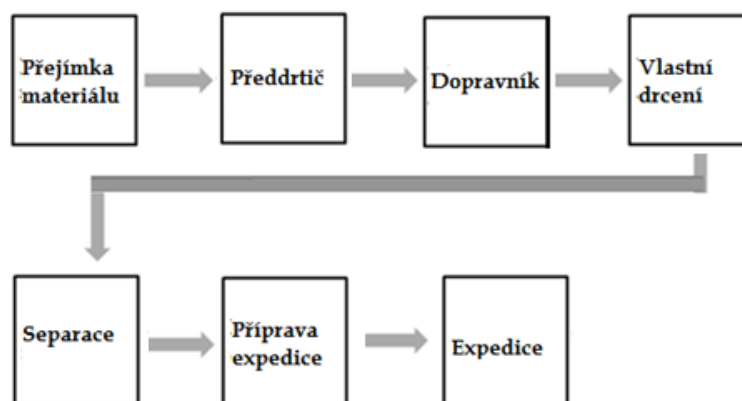
V této podkapitole je popsána vybraná technologická linka na zpracování kabelů. Zaměřeno je i na jednotlivá technologická zařízení.

#### 5.5.1 Technologická linka WIRE 415+

Dopravní a manipulační systém nové linky na drcení kabelů je tvořen následujícími technologickými celky:

- předdrtič,
- pásový dopravník,
- soustava drtiče, granulátoru, separátorů a vibračního stolu.

**Obr. 33 Technologické schéma nové technologické linky**



Zdroj: KLÍMOVÁ (archiv autorky)

### 5.5.1.1 Předdrtič PMG-N 600 vybrané technologické linky

Prvním technologickým zařízením je předdrtič PMG-N 600, který slouží k homogenizaci, nadrcení vstupního materiálu a jeho kontinuální distribuci do linky. Jedná se o jedno rotorový drtič s 29 noži, který je díky hydraulickému přitlaku schopen plnit i funkci kontinuálního zásobování. Drtící cyklus je automatický s možností přerušení cyklu tlačítkem STOP v každém okamžiku. Předdrtič je díky čidlům a propojením s celou linkou schopen dávkovat materiál tak, aby byla linka vždy 100 % vytižena. Násypku předdrtiče je možné naplnit až 600 kg vstupního materiálu.

#### Stanovení výkonnosti předdrtiče

Katalogová výkonnost předdrtiče se pohybuje, v závislosti na vlastnostech zpracovávaného materiálu, mezi hodnotami 600 až 900 kg za hodinu.

#### **Požadovaná výkonnost předdrtiče:**

$$dW_{poz} = \frac{U}{D_p} = \frac{3000}{330} = 9,091 t \cdot den^{-1} \quad /1/$$

kde U – zpracovávané množství [t],

D<sub>p</sub> – počet pracovních dnů [1].

#### **Požadovaná hodinová výkonnost předdrtiče:**

$$dW_{poz} = \frac{U}{D_p \cdot dT} = \frac{3000}{330 \cdot 24} = 0,379 t \cdot hod^{-1} \quad /2/$$

,kde U – zpracovávané množství [t],

D<sub>p</sub> – počet pracovních dnů [1],

dT – délka pracovní směny [hod].

**Tab. 13** Technické parametry předdrtiče vybrané technologické linky

Parametry stroje	Jednotka	Předdrtič PMG-N 600
Délka	[mm]	4900
Šířka	[mm]	1600
Výška	[mm]	2400
Hmotnost	[kg]	2258
Příkon	[kW]	21
Výkonnost	[kg.h <sup>-1</sup> ]	600-900
Rozměry násypky	[mm]	220
Podavač	[mm]	600
Rotační nože prostřední čtvercové	[ks]	23
Rotační nože krajní trojúhelníkové	[ks]	4
Pevné nože	[ks]	2

#### 5.5.1.2 Pásový dopravník

Následuje pásový dopravník, který je technologickou a logistickou součástí linky. Jehož funkcí je plnění zařízení homogenizovaného materiálu. Dopravník je poháněn elektromotorem.

**Obr. 34** Předdrtič s pásovým dopravníkem vybrané technologické linky



Zdroj: KLÍMOVÁ (archiv autorky)

**Tab. 14** Technické parametry pásového dopravníku vybrané technologické linky

Parametry stroje	Jednotka	Pásový dopravník
Délka	[m]	4,7
Šířka	[mm]	400
Sklon	[°]	33
Rychlost pásu	[m.s <sup>-1</sup> ]	0,75
Příkon	[kW]	0,75

### Numerický výpočet pásového dopravníku

#### Výchozí parametry pro návrh:

-výška plnění drtiče: **2,5 m**

- výška plnění dopravníku: **0,5 m**

-hmotnostní výkonnost předdrtiče a drtiče:  $Q_m = 400 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1} = 0,11 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$

- délka dopravníku: **4 m**

#### Výpočet dopravníku:

Úhel sklonu dopravníku:

$$\delta = 30^\circ$$

Sypný úhel dopravníku:

$$\alpha = 30^\circ$$

Tabulkové hodnoty pro dané parametry:

Rychlost pro daný materiál  $v = 1,25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Součinitel sklonu dopravníku  $\psi_\xi = 0,75$ .

Sypná objemová hmotnost  $\rho_v = 2000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

#### Výpočet plochy:

$$S = \frac{Q_m}{v \cdot \rho_v \cdot \psi_\xi} = \frac{0,11}{1,25 \cdot 2000 \cdot 0,75} = 0,0000587 \text{ m}^2 \quad /3/$$

#### Výpočet potřebné šířky pásu:

$$b = \sqrt{\frac{S}{\frac{1}{6} \cdot \tan \alpha}} = \sqrt{\frac{0,0000587}{\frac{1}{6} \cdot \tan 30}} = 0,0278 \text{ m} \doteq 25 \text{ mm} \quad /4/$$

$$B' = \frac{b + 50}{0,85} = \frac{25 + 50}{0,85} = \mathbf{88 \text{ mm}} \quad /5/$$

Volím šířku pásu **B = 100 mm**.

Součinitel tření v ložiskách je volím v závislosti na globálním součiniteli tření při 20 °C a součiniteli vlivu teploty  $\mu = \mathbf{0,02}$ .

Hmotnost materiálu na 1 metru pásu:

$$q_1 = \frac{Q_m}{v} = \frac{0,11}{1,25} = \mathbf{0,088 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}} \quad /6/$$

Hmotnost 1 metru pásu:

Dle informací od výrobce pro mnou zvolený pás je hmotnost  $m_p = 4,4 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ .

$$q_2 = B \cdot m_p = 0,1 \cdot 4,4 = \mathbf{0,44 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}} \quad /7/$$

Hmotnost rotující části válečků v zatížené a nezatížené větvi:

Válečky volím podle informací od výrobce o průměru  $D = 63 \text{ mm}$  a délce  $L = 200 \text{ mm}$  s hmotností  $m_r = 1,7 \text{ kg} \cdot \text{ks}^{-1}$ . Počet válečků v zatížené větvi volím 10, v nezatížené pak 5.

$$q_{rh} = \frac{m_r \cdot n_{rh}}{L} = \frac{1,7 \cdot 10}{4} = \mathbf{4,25 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}} \quad /8/$$

$$q_{rd} = \frac{m_r \cdot n_{rd}}{L} = \frac{1,7 \cdot 5}{4} = \mathbf{2,13 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}} \quad /9/$$

Hlavní síly:

$$F_H = \mu \cdot L \cdot g \cdot [(q_1 + 2 \cdot q_2) \cdot \cos \delta + q_{rh} + q_{rd}] \\ = 0,02 \cdot 4 \cdot 9,81 \cdot [(0,088 + 2 \cdot 0,44) \cdot \cos 30 + 4,25 + 2,13] = \mathbf{5,5 \text{ N}} \quad /10/$$

Stanovením součinitele C můžeme získat snadno **součet hlavní a vedlejší síly**.

$$F_{H+v} = F_H \cdot C = 5,5 \cdot 2 = \mathbf{11,00 \text{ N}} \quad /11/$$

Přídavný odpor na zvednutí materiálu:

$$F_{p1} = q_1 \cdot g \cdot H = 0,088 \cdot 9,81 \cdot 2 = 1,73 \doteq \mathbf{1,7 \text{ N}} \quad /12/$$

Obvodová síla na hnacím bubnu:

$$F = F_{H+v} + F_{p1} = 5,5 + 1,7 = \mathbf{7,2 \text{ N}} \quad /13/$$

Určení potřebného příkonu motoru:

Předpokládaná účinnost motoru  $\eta = 0,8$

$$P_m = \frac{F \cdot v}{\eta} = \frac{7,2 \cdot 1,25}{0,8} \doteq \mathbf{11,25\ W} = \mathbf{0,01125\ kW}$$

/14/

Pro vypočtený pás tedy volím dle výrobce Porocon motor s příkonem  $\mathbf{P = 50\ W}$  a rychlostí  $\mathbf{1,25\ m \cdot s^{-1}}$ .

### **Zhodnocení numerického výpočtu dopravníku**

Vypočítaná hodnota minimálního výkonu motoru pásového dopravníku je menší než hodnota výkonu motoru dopravníku dodávaného výrobcem (při zachování stejné hmotnostní výkonnosti). Z tohoto důvodu můžeme předpokládat, při použití motoru o menším příkonu, dojde ke snížení hodnot spotřeby elektrické energie u počítané varianty.

Z hlediska spotřeby energií a provozních nákladů je ekonomicky výhodnější variantou právě ta vypočítaná. U pořizovací ceny není ekonomická výhodnost zcela jistá, jelikož cena dopravníků není výrobcem stanovena a prodává se pouze jako součást předdrtiče.

Porovnáním navržené a výrobcem dodávané varianty pásového dopravníku je zřejmé několik odlišností. Hlavní změna je v celkových parametrech dopravníku, které se ve srovnání s dodávaným dopravníkem výrazně snížily. Například šířka pásu navrženého dopravníku je 100 mm oproti 400 mm. Celkové snížení rozměrů může být způsobeno nepřesnými koeficienty pro daný materiál, ale i tím, že je počítáno pouze s 55% výkonem předdrtiče. Další možností je i to, že u jiných materiálů, které je možné na předdrtiči drtit je menší objemová hmotnost a pak je potřeba širší pás.

#### **5.5.1.3 Drtící stroj vybrané technologické linky**

Posledním technologickým zařízením nové linky je drtící stroj, který se skládá ze šnekového dopravníku a samotného drtiče. Drtič má výměnná síta od 2 do 6 mm. Na drtič navazuje cyklón sloužící k separaci, jedna z vyseparovaných částí pak pokračuje na vibrační separační stůl a zbytek prochází skrz turbogranulátor, který odděluje od drti vláskovou měď.



Veškerá měď je pak odseparována na separačním stole, z kterého z jedné strany padá drť a z druhé měď.

**Tab. 15** Technické parametry drtícího stroje vybrané technologické linky

Parametry stroje	Jednotka	Drtič 415 +
Délka	[mm]	3000
Šířka	[mm]	1640
Výška	[mm]	2710
Hmotnost	[kg]	2600
Příkon	[kW]	42
Výkonnost	[kg.h <sup>-1</sup> ]	450

**Obr. 35** Drtící stroj WIRE 415



Zdroj: KLÍMOVÁ (archiv autorky)

## 5.6 Ekonomické posouzení návrhu

Tato podkapitola se věnuje ekonomickému posouzení návrhu výběru koupi nové linky v rámci inovace technologické linky na zpracování kabelů ve společnosti ECO-F a.s.. Vzhledem k tomu, že u žádné z vybraných linek neproběhl zkušební provoz, ekonomické zhodnocení je provedeno pouze na základě parametrů udávaných výrobcem.

Chod linky je koncipován jako trojsemenný s celoročním provozem. Technologická linka je určená k recyklaci měděných kabelů, u kterých byla stanovena průměrná výtěžnost 55 % na základě nabytých vědomostí při vlastním měření a zkušenostech společností zabývajících se touto problematikou. Vzhledem k tomu, že doprava i montáž nově zakoupené linky byly součástí pořizovací ceny a pro její provoz nebyly nutné žádné stavební úpravy haly, jsou veškeré investiční náklady dány pouze vlastní pořizovací cenou linky.

Dle přílohy 1 Třídění hmotného majetku do odpisové skupiny, zákona č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů, je tento druh majetku zařazen v odpisové skupině 2, bude odepisován po dobu 5 let. Požadovaný úrokový výnos je 10% při životnosti 5 let. Předpokládaný roční zisk za prodej granulátu mědi je počítán s cenou 140 Kč.kg<sup>-1</sup>.

Obecně platí, aby byla investice efektivní, musí být příjmy z investic vyšší než vynaložené náklady. Pro ekonomické posouzení návrhu byla zvolena metoda čisté současné hodnoty. ČSH vyjadřuje rozdíl mezi diskontovanými peněžními příjmy a kapitálovým výdajem (tabulka 16). Aby byla investice efektivní, musí platit tzv. podmínka efektivnosti ČSH > 0. (ROSOCHATECKÁ, 2014)

Vzorec pro výpočet ČSH:

$$\check{C}SH = SH - I = \sum_{n=1}^N CVn * (1 + i)^{-n} - I \quad /15/$$

,kde n = jednotlivé roky využívání investice,

N = celkový počet let hodnocení provozu investice,

I = Investiční výdaj,

i = úroková míra,

CV = čistý výnos z investice (výnos po odečtení nákladu) nebo popř. hodnota cash-flow z investice. (ROSOCHATECKÁ, 2014)

**Tab. 16 Čistá současná hodnota**

<b>Technologická linka</b>	<b>Ing. Častulík</b>	<b>TERIER s.r.o.</b>	<b>REDOMA</b>	<b>GUIDETTI</b>
Cena [Kč]	2 221 400	2 160 000	3 078 000	1 876 500
Výkonnost [kg.h <sup>-1</sup> ]	400	400	400	450
Příkon [kW]	35	45	35	42
Obsluha [-]	2	1	1	1
Spotřeba E [Kč/rok]	843 360	1 084 320	843 360	1 012 032
Zisk za prodej [Kč/rok]	185 539 200	185 539 200	185 539 200	208 731 600
Náklady nákup materiálu [Kč/rok]	132 528 000	132 528 000	132 528 000	149 094 000
Náklady na obsluhu [Kč/rok]	1 807 200	903 600	903 600	903 600
CF [Kč]	50 360 640	51 023 280	51 264 240	57 721 968
ČSH [Kč]	188 685 048	191 258 375	191 253 803	216 935 173

Z tabulky 16 je zřejmé, že nejefektivnější variantou výběru nové technologické linky na zpracování kabelů ve společnosti ECO-F a.s. se jeví linka WIRE 415+ od firmy GUIDETTI, která vykazuje nejvyšší čistou současnou hodnotu v porovnání s ostatními.

## 6 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo navrhnout inovaci vybrané technologické linky na zpracování elektroodpadu – odpadních kabelů. Starý způsob zacházení s tímto druhem odpadu bylo jej vypálit, aby došlo k odstranění plastové izolace. Tento způsob „zpracování“ odpadních kabelů je dnes zakázán v téměř každé zemi.

Měření stávající technologické linky na zpracování kabelů proběhlo v období třech měsíců. Byly vybrány tři reprezentativní vzorky kabelů, na kterých byly analyzovány zásadní nedostatky stávající linky. Největšími slabinami stávající technologické linky je nedostatečná separace, náročnost na pracovní sílu (lidská obsluha) a časově náročná předúprava materiálu. Tyto zjištěné informace sloužily k návrhu inovace a stanovení konkrétních požadavků pro výběrové řízení. Na základě výsledku výběrového řízení byla vybrána technologická linka splňující nejlépe předem stanovené požadavky. Přihlíženo bylo především k ceně a výkonnosti.

Vybraná linka byla hodnocena pouze na základě technických parametrů udávaným výrobcem. Za předpokladu, že budou výsledky při reálném provozu shodné, bude tato linka optimálním řešením.

Závěrem lze konstatovat, že problematika zpracování elektroodpadu je tématem velice aktuálním a s ohledem na zpřísňující se právní předpisy v oblasti odpadového hospodářství se povědomí společnosti o nezbytnosti ochrany životního prostředí bude nadále intenzivně prohlubovat.

## 7 SEZNAM LITERATURY

ČSN 72 9101. *Drtiče. Názvoslov.* Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1975.

ŘURKOVÍČ, Oto. *Dopravní a manipulační stroje.* 1. vyd. Praha: Vysoká škola zemědělská, Technická fakulta, 1995, 223 s. ISBN 80-213-0134-1.

EWIN zpravodaj. Praha: ELEKTROWIN a.s., 2013, Osmý ročník, ISSN 1804-6142.

ECO - F a.s. *O společnosti* [online]. 2009 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.ecof.cz/>.

GUIDETTI Recycling systems. *Návod k použití a údržbě SINCRO EKO.* 2013.

Guidetti S.r.l. *WIRE line* [online]. 2013 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.guidettisrl.com/>.

*Hodnocení dopadů regulace.* Ministerstvo životního prostředí. Praha, 2014. Dostupné z: <http://www.caoh.cz/data/article/hodnoceni.pdf>.

Ing.Častulík s.r.o. *BONANZA* [online]. 1999 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.drvice.sk/index.htm>.

Kábel CYKY. *Vitajte na Slovenskej inzercii - súkromná a firemná inzercia zdarma* [online]. 2012 [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <http://elektro.slovenskainzercia.sk/elektroinstalacny-material/inzerat/1713579-kabel-cyky-4bx6--284jx6-29-zlava-10-ponuka-kysucke-nove-mesto/>.

KRIŠTOFOVÁ, Dana. *Kovy a životní prostředí: environmentálně nebezpečné složky elektroodpadu.* 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2005. ISBN 9788024807409.

KURÁŠ, Mečislav. *Odpady a jejich zpracování.* Vyd. 1. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, 2014, 343 s. ISBN 978-80-86832-80-7.

ODPADOVÉ FÓRUM: *odborný měsíčník o odpadech a druhotných surovinách.* Praha: České ekologické manažerské centrum, 2006, č. 11. ISSN 1212-7779.

Páračka kabelů. *Rpj service s.r.o.* [online]. 2015 [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <http://www.rpjservice.cz/katalog/recyklacni-technika/svlikacky-paracky-kabelu/750264-paracka-kabelu-2-70mm-15mmin-kab-v/>.

ROSOCHATECKÁ, Eva a Ludmila BERVIDOVÁ. *Ekonomika podniků*. Vyd. 10. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, 2012, 201 s., 16 [i.e. 8] s. obr. příl. ISBN 978-80-213-2259-2.

Rpj service s.r.o. *Linka na zpracování kabelů Thunderhawk B* [online]. 2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.rpjservice.cz/katalog/>.

System REDOMA. *THUNDERHAWK* [online]. 2012 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.redoma.com/>.

TERRIER s.r.o. *Recyklační linky* [online]. 2010 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.terier.cz/cz/aktuality.htm>.

*Vybrané ukazatele odpadového hospodářství v oblasti odpadních elektrických a elektronických zařízení*: odbor odpadů. MŽP. Praha, 2014. Dostupné z: [http://www.oosp-vybrane\\_ukazatele\\_elektrozarizeni-2014922.pdf](http://www.oosp-vybrane_ukazatele_elektrozarizeni-2014922.pdf).

Vyhláška č. 352/2005 Sb., *o podrobnostech nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady a o bližších podmínkách financování nakládání s nimi (vyhláška o nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady)*, ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 381/2001 Sb., *kteřou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů (Katalog odpadů)*, ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 237/2002 Sb., *o podrobnostech způsobu provedení zpětného odběru některých výrobků*, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 185/2001 Sb., *o odpadech a o změně některých dalších zákonů*, ve znění pozdějších zákonů.

## **Příloha 1 Příloha č. 1 k vyhlášce č. 352/2005 Sb.**

I. Podskupiny elektrozařízení, které spadají do skupin elektrozařízení uvedených v příloze č. 7 části I zákona\*)

1. Velké domácí spotřebiče

1.1 Velká chladicí zařízení

1.2 Chladničky, kombinace chladničky a mrazničky

1.3 Mrazničky

1.4 Ostatní velká zařízení používaná pro chlazení, uchování a skladování potravin

1.5 Pračky

1.6 Sušičky

1.7 Myčky nádobí

1.8 Pečící zařízení

1.9 Elektrické sporáky

1.10 Elektrické plotny

1.11 Mikrovlnné trouby

1.12 Ostatní velká zařízení používaná k vaření a jinému zpracování potravin

1.13 Elektrická topidla

1.14 Elektrické radiátory

1.15 Ostatní velká zařízení pro vytápění místností, lůžek a sedacího nábytku

1.16 Elektrické ventilátory velké

1.17 Klimatizační zařízení

1.18 Ostatní ventilační, odsávací a klimatizační zařízení

1.19 Ostatní velké domácí spotřebiče v jiné podskupině neuvedené

2. Malé domácí spotřebiče

2.1 Vysavače

2.2 Čisticí stroje na koberce

2.3 Ostatní zařízení pro čištění

2.4 Zařízení používaná k šití, pletení, tkaní a jinému zpracování textilu

2.5 Žehličky a jiné spotřebiče používané k žehlení, mandlování a další péči o oděvy

- 2.6 Topinkovače
- 2.7 Fritovací hrnce
- 2.8 Mlýnky, kávovary a zařízení pro otevírání nebo uzavírání nádob nebo obalů
- 2.9 Elektrické nože
- 2.10 Spotřebiče pro stříhání vlasů, sušení vlasů, čištění zubů, holení, masáže nebo jinou péči o tělo
- 2.11 Hodiny, budíky a zařízení pro účely měření, indikace nebo registrace času
- 2.12 Váhy
- 2.13 Elektrické ventilátory malé
- 2.14 Ostatní malé domácí spotřebiče v jiné podskupině neuvedené
- 3. Zařízení informačních technologií a telekomunikační zařízení
  - 3.1 Velké sálové počítače, servery
  - 3.2 Minipočítače
  - 3.3 Tiskové jednotky (samostatné centrální tiskárny)
  - 3.4 Osobní počítače (včetně základní procesorové jednotky, myši, monitorů a klávesnic)
  - 3.5 Laptopy (včetně základní procesorové jednotky, myši, monitorů a klávesnic)
  - 3.6 Notebooky
  - 3.7 Elektronické diáře
  - 3.8 Tiskárny
  - 3.9 Kopírovací zařízení
  - 3.10 Elektrické a elektronické psací stroje
  - 3.11 Kapesní a stolní kalkulačky
  - 3.12 Ostatní výrobky nebo zařízení pro sběr, ukládání, zpracování, prezentaci nebo sdělování informací elektronickým způsobem v jiné podskupině neuvedené
  - 3.13 Uživatelské terminály a systémy
  - 3.14 Dálnopisy
  - 3.15 Faxy
  - 3.16 Telefony
  - 3.17 Telefonní automaty



3.18 Bezdrátové telefony

3.19 Mobilní telefony

3.20 Záznamníky

3.21 Ostatní výrobky nebo zařízení pro přenos zvuku, obrazu a jiných informací pomocí telekomunikací v jiné podskupině neuvedené

4. Spotřebitelská zařízení a solární panely

4a Spotřebitelská zařízení

4.1 Rádiové soupravy (radiobudíky, radiomagnetofony)

4.2 Televizory

4.3 Videokamery

4.4 Videorekordéry

4.5 Hi-fi rekordéry

4.6 Audiozesilovače

4.7 Hudební nástroje

4.8 Ostatní výrobky nebo zařízení pro účely záznamu nebo reprodukce zvuku nebo obrazu, včetně signálů nebo technologií pro šíření zvuku nebo obrazu jiných než telekomunikací (spotřebitelská zařízení) v jiné podskupině neuvedené

4b Solární panely

5. Osvětlovací zařízení

5.1 Svítidla pro zářivky s výjimkou svítidel z domácností

5.2 Lineární (trubicové) zářivky

5.3 Kompaktní zářivky

5.4 Vysokotlaké výbojové světelné zdroje, včetně vysokotlakých sodíkových, halogenidových a směsných výbojek

5.5 Nízkotlaké sodíkové výbojky

5.6 Ostatní osvětlovací zařízení nebo zařízení pro šíření nebo řízení osvětlení, s výjimkou přímo žhavených žárovek v jiné podskupině neuvedené

6. Elektrické a elektronické nástroje (s výjimkou velkých stacionárních průmyslových nástrojů)

6.1 Vrtačky

6.2 Pily

- 6.3 Šicí stroje kromě zařízení používaných v domácnostech spadajících pod skupinu 2
- 6.4 Zařízení pro soustružení, frézování, broušení, drcení, řezání, sekání, stříhání, vrtání, dělání otvorů, ražení, skládání, ohýbání nebo podobné zpracování dřeva, kovů a dalších materiálů
- 6.5 Nástroje pro nýtování, přibíjení nebo šroubování nebo pro odstraňování nýtů, hřebíků, šroubů nebo pro podobné účely
- 6.6 Nástroje pro pájení, svařování nebo podobné použití
- 6.7 Zařízení pro postřik, šíření, rozptyl nebo zpracování tekutých nebo plynných látek jinými způsoby
- 6.8 Nástroje pro sečení nebo jiné zahradnické činnosti
- 6.9 Ostatní elektrické a elektronické nástroje v jiné podskupině neuvedené
- 7. Hračky, vybavení pro volný čas a sporty
  - 7.1 Elektrické vláčky nebo soupravy závodních autíček
  - 7.2 Ruční ovladače videoher
  - 7.3 Videohry
  - 7.4 Počítače pro cyklistiku, potápění, běh, veslování atd.
  - 7.5 Sportovní vybavení s elektrickými nebo elektronickými součástmi
  - 7.6 Výherní mincovní automaty
  - 7.7 Ostatní hračky, vybavení pro volný čas a sport v jiné podskupině neuvedené
- 8. Lékařské přístroje\*\*) s výjimkou všech implantovaných a infikovaných výrobků používané
  - 8.1 v radioterapii\*\*)
  - 8.2 v kardiologii
  - 8.3 v hemodialýze
  - 8.4 v respirační a anesteziologické praxi
  - 8.5 v nukleární medicíně\*\*)
  - 8.6 v in-vitro diagnostice
  - 8.7 k analýze fyziologických funkcí
  - 8.8 k mrazení pro účely poskytování zdravotní péče
  - 8.9 k diagnostice ultrazvukem
  - 8.10 v dalších činnostech, jako je zjišťování, prevence, monitorování, ošetření, zmírnění onemocnění, zranění nebo postižení v jiné podskupině neuvedené.

## 9. Přístroje pro monitorování a kontrolu

### 9.1 Detektory kouře

### 9.2 Regulátory topení

### 9.3 Termostaty

### 9.4 Přístroje pro měření, vážení nebo seřizování pro domácnosti nebo užívané jako laboratorní zařízení

### 9.5 Ostatní monitorovací a kontrolní přístroje používané v průmyslových zařízeních (například v kontrolních panelech)

### 9.6 Ostatní přístroje pro monitorování a kontrolu v jiné podskupině neuvedené

## 10. Výdejní automaty

### 10.1 Výdejní automaty na horké nápoje

### 10.2 Výdejní automaty na horké nebo chlazené lahve nebo konzervy

### 10.3 Výdejní automaty na tuhé výrobky

### 10.4 Výdejní automaty na peníze

### 10.5 Veškerá zařízení, která vydávají automaticky všechny druhy výrobků v jiné podskupině neuvedená

## II. Podskupiny elektrozařízení, které spadají do skupin elektrozařízení uvedených v příloze č. 7 části II zákona\*\*\*)

### 1. Zařízení pro tepelnou výměnu

#### 1.1 Chladničky

#### 1.2 Mrazničky

#### 1.3 Zařízení automaticky poskytující chlazené výrobky

#### 1.4 Klimatizační zařízení

#### 1.5 Odvlhčovací zařízení

#### 1.6 Tepelná čerpadla

#### 1.7 Radiátory obsahující olej a jiná zařízení pro tepelnou výměnu využívající k tepelné výměně jiné kapaliny než vodu

#### 1.8 Ostatní zařízení pro tepelnou výměnu v jiné podskupině neuvedená

### 2. Obrazovky, monitory a zařízení obsahující obrazovky o ploše větší než 100 cm<sup>2</sup>

#### 2.1 Obrazovky

#### 2.2 Televize

2.3 LCD fotorámečky

2.4 Monitory

2.5 Laptopy

2.6 Notebooky

2.7 Ostatní zařízení v jiné podskupině neuvedená

3. Světelné zdroje

3.1 Přímé (trubicové) zářivky

3.2. Kompaktní zářivky

3.3 Zářivky

3.4 Vysoce intenzivní výbojky, včetně vysokotlakých sodíkových výbojek a halogenidových výbojek

3.5 Nízkotlaké sodíkové výbojky

3.6 LED lampy a ostatní osvětlovací zařízení se zabudovanými LED diodami

3.7 Ostatní světelné zdroje v jiné podskupině neuvedené

4. Velká zařízení, jejichž kterýkoli vnější rozměr přesahuje 50 cm

4a Velká zařízení kromě solárních panelů

4.1 Pračky

4.2 Sušičky

4.3 Myčky nádobí

4.4 Vařiče a pečicí trouby

4.5 Elektrické sporáky

4.6 Elektrické varné desky

4.7 Svítidla

4.8 Zařízení reprodukcující zvuk či obraz

4.9 Hudební zařízení (kromě kostelních varhan)

4.10 Zařízení používaná k pletení a tkání

4.11 Velké sálové počítače

4.12 Velké tiskárny

4.13 Kopírovací zařízení

- 4.14 Velké výherní mincovní automaty
- 4.15 Velké zdravotnické prostředky
- 4.16 Velké přístroje pro monitorování a kontrolu
- 4.17 Velké výdejní automaty na výrobky a peníze
- 4.18 Ostatní velká zařízení v jiné podskupině neuvedená
- 4b Solární panely
- 5. Malá zařízení, jejichž žádný vnější rozměr nepřesahuje 50 cm
  - 5.1 Vysavače
  - 5.2 Stroje na čištění koberců
  - 5.3 Šicí stroje
  - 5.4 Svítidla
  - 5.5 Mikrovlnné trouby
  - 5.6 Ventilační zařízení
  - 5.7 Žehličky
  - 5.8 Opékače topinek
  - 5.9 Elektrické nože
  - 5.10 Elektrické konvice
  - 5.11 Hodiny a hodinky
  - 5.12 Elektrické holicí strojky
  - 5.13 Váhy
  - 5.14 Přístroje pro péči o vlasy a tělo
  - 5.15 Kalkulačky
  - 5.16 Rozhlasové přijímače
  - 5.17 Videokamery
  - 5.18 Videorekordéry
  - 5.19 Hi-fi zařízení
  - 5.20 Hudební nástroje
  - 5.21 Zařízení reprodukcující zvuk či obraz
  - 5.22 Elektrické a elektronické hračky

- 5.23 Sportovní vybavení
  - 5.24 Počítače pro cyklistiku, potápění, běh, veslování a podobné aktivity
  - 5.25 Detektory kouře
  - 5.26 Regulační ventily topení, termostaty
  - 5.27 Malé elektrické a elektronické nástroje
  - 5.28 Malé zdravotnické prostředky
  - 5.29 Malé nástroje pro monitorování a kontrolu
  - 5.30 Malé výdejní automaty na výrobky
  - 5.31 Malá zařízení s vestavěnými solárními panely
  - 5.32 Ostatní malá zařízení v jiné podskupině neuvedená
6. Malá zařízení informačních technologií a telekomunikační zařízení, jejichž žádný vnější rozměr nepřesahuje 50 cm
- 6.1 Mobilní telefony
  - 6.2 GPS navigace
  - 6.3 Kapesní kalkulačky
  - 6.4 Routery
  - 6.5 Osobní počítače
  - 6.6 Tiskárny
  - 6.7 Telefony
  - 6.8 Ostatní malá zařízení informačních technologií a telekomunikačních zařízení v jiné podskupině neuvedená

Poznámky:

Členění podle skupin se vztahuje i na elektrozařízení nepocházející z domácností.

\*) Část I se použije do 14. srpna 2018.

\*\*\*) V zákoně č. 123/2000 Sb., o zdravotnických prostředcích a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, jsou lékařské přístroje uvedeny jako zdravotnické prostředky.

\*\*\*) Část II se použije od 15. srpna 2018.