



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**  
**APLINKOS INŽINERIJOS INSTITUTAS**

**Karolina Ambrazaitienė**

**KRITINIŲ METALŲ ATGAVIMO IŠ LIETUVOJE  
SUSIDARANČIŲ ELEKTROS IR ELEKTRONINĖS ĮRANGOS  
ATLIEKŲ GALIMYBIŲ TYRIMAS**

Magistro darbas

**Vadovas**  
Dr. I. Gorauskienė

**KAUNAS, 2015**

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**

**APLINKOS INŽINERIJOS INSTITUTAS**

**KRITINIŲ METALŲ ATGAVIMO IŠ LIETUVOJE  
SUSIDARANČIŲ ELEKTROS IR ELEKTRONINĖS ĮRANGOS  
ATLIEKŲ GALIMYBIŲ TYRIMAS**

Baigiamasis magistro darbas  
Aplinkos apsaugos vadyba ir švaresnė gamyba  
Studijų programa 621H17002

**Vadovas**

Dr. I. Gurauskienė

**Recenzentas**

Doc. dr. J. Kruopienė

**Darbą atliko**

K. Ambrazaitienė

**KAUNAS, 2015**



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
APLINKOS INŽINERIJOS INSTITUTAS

---

Karolina Ambrazaitienė

---

Aplinkos apsaugos vadyba ir švaresnė gamyba, 621H17002

---

Baigiamojo darbo „Kritinių metalų atgavimo iš Lietuvoje susidarančių Elektros ir Elektroninės įrangos atliekų galimybių tyrimas“

**AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA**

20 15 m. birželio 01 d.  
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Karolinos Ambrazaitienės**, baigiamojo darbo tema „Kritinių metalų atgavimo iš Lietuvoje susidarančių Elektros ir Elektroninės įrangos atliekų galimybių tyrimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

---

Ambrazaitienė, K. Kritinių metalų atgavimo iš Lietuvoje susidarantių Elektros ir Elektroninės įrangos atliekų galimybių tyrimas. Magistro baigiamasis darbas / Dr. I. Gurauskienė; Kauno technologijos universitetas, Aplinkos inžinerijos institutas.

Kaunas, 2015. 79 p.

## SANTRAUKA

Gamtinių išteklių darnus vartojimas yra vienas iš prioritetų ES ir Pasaulio strateginėje politikoje. Tinkamas EEĮA tvarkymas orientuotas į kritinių metalų atgavimą, sukuriant uždarus pramonės ciklus, kad EEĮA būtų traktuojamos kaip žaliavos, o ne atliekos, yra labai svarbus, siekiant darnaus išteklių naudojimo. KM - žaliavos, kurios laikomos ypatingos svarbos nes joms būdinga itin didelė pasiūlos trūkumo rizika ateinančius 10 m. KM gyvybiškai svarbūs ES ekonomikai ir visų pirma reikšmingi kuriant ir gaminant aukštųjų technologijų įrangą, pradedant planšetiniais kompiuteriais, baigiant mažai anglies dvideginio į aplinką išmetančiais automobiliais ir atsinaujinančios energetikos įrenginiais. EEĮA perdirbimu galima užtikrinti, jog KM nepristigtų.

Todėl šio darbo tikslas - įvertinti kritinių metalų atgavimo potencialą iš EEĮA Lietuvoje.

Darbo metodika sudaryta remiantis Kopenhagos išteklių instituto ataskaita „Esamas ir potencialus KM kiekis EEĮA“ ir pritaikyta Lietuvos atveju. Darbo tyrimui pasirinktas geografinis vienetas - Lietuva. O kaip atliekų tvarkymo objektas - UAB „EMP recycling“ įmonė. Mokslinės literatūros, aplinkos apsaugos agentūros, statistikos departamento, įvairių specializuotų duomenų bazių analizė buvo taikoma surinkti EEĮ išleidimo į Lietuvos vidaus rinką kiekį, EEĮ vartojimo, EEĮA surinkimo, tvarkymo, duomenims siekiant įvertinti KM atgavimo potencialą iš EEĮA Lietuvoje. Analizuojami atliekų surinkimo ir tvarkymo įmonės UAB „EMP recycling“ duomenys, siekiant įvertinti KM atgavimo potencialą įmonėje.

Gauti tokie pagrindiniai rezultatai: įvertintas KM atgavimo potencialas iš EEĮA LR 2012 m., galimybė atgauti 0,62 - 0,66 kg. KM, 2015 m. 0,75 - 0,80 kg. KM. Įvertinta kokią dalį pasaulio poreikio gali tenkinti efektyviai perdirbtos LR EEĮA. 2012 m. KM 0,016 - 0,018%, 2015 m. KM 0,018 - 0,022% kiekio paklausos pasaulyje. Atliktas ekonominis prarastų KM vertinimas. Neatgauti KM kiekiai sudaro 823 - 982 tūkst. Eur. nuostolių 2015 m. Didžiausi nuostoliai susidaro prarandant Au, Pd, Ag. Įvertintas KM atgavimo potencialas iš EEĮA įmonėje UAB „EMP recycling“, atgavimai 0,29 - 0,31 kg. KM. Nustatyta, kad įmonės turimos technologijos ir įrenginiai suteikia galimybę perdirbti EEĮA, kurio metu atgaunama Ag, Au. Taip pat UAB „EMP recycling“ galėtų atgauti KM, kurių perdirbimo technologijos yra galimos, tačiau iš tiriamųjų EEĮA kiekių šių KM atgavimas būtų nedidelis: Pd ir Co - 0,012 kg., Li - 0,001 kg., W - 0,004 kg.

Ambrazaitienė, K. Recovery of Critical Metals from the Waste of Electrical and Electronic Equipment Generated in Lithuania. Final work of Master's / Dr. I. Gurauskienė; Kaunas University of Technology, Institute of Environmental Engineering

Kaunas, 2015. 79 p.

## SUMMARY

Sustainable use of natural resources is one of the priorities of the European Union (EU) and the World Strategic Policy. The proper management of waste electrical and electronic equipment (WEEE) focused on critical metals (CM) recovery and the creation of closed industrial cycles in which WEEE is treated as raw material instead of waste are very important to the sustainable use of the Earth's natural resources. CMs are raw materials, which are considered critical because they are characterized by a particularly high risk of supply shortage in the next 10 years. CMs are vital for the EU economy and are particularly important to the development and manufacture of high tech equipment, ranging from tablets, to the low carbon emission cars and renewable energy equipment. The proper WEEE recycling could ensure the supply of CMs.

The aim of the research is to evaluate the recovery potential of CMs from WEEE in Lithuania.

Work methodology is built on the basis of the Copenhagen Resources Institute report "Present and potential future recycling of critical metals in WEEE" which has been adapted to the case of Lithuania. The geographical scope of the research is Lithuania. The selected WEEE treatment object is "EMP Recycling", JSC. In order to collect WEEE release volume into the domestic EEE market, EEE consumption, WEEE collection, and treatment data, and data to evaluate the CMs recovery potential of WEEE in Lithuania, the analysis of scientific literature, Lithuanian Environmental Protection Agency data, Lithuanian Department of Statistics data, and other specialized databases was conducted. The "EMP Recycling", JSC data (collection and treatment) was also analysed to assess the recovery potential of CMs in the company.

The following results were obtained in the research: the estimated recovery potential of CMs in WEEE in Lithuania in 2012 indicated that it was possible to recover 0,62 - 0,66 kg. of CMs, while in 2015 it will be possible to recover 0,75 - 0,80 kg. of CMs. It was assessed that potential CMs recovery rates from Lithuanian WEEE could meet the following world demand: in 2012, 0,016 - 0,018%, in 2015, 0,018 - 0,022%. The evaluation of economic loss of CMs being not recovered indicated that in 2015, it will cause 823 - 982 thousand Eur losses. The biggest economic losses were

incurred by Au, Pd, and Ag being not recovered. The estimation of CMs recovery potential in WEEE in “EMP Recycling”, JSC indicated that it is possible to recover 0,29 - 0,31 kg. of CMs. It was found that the company's existing technologies and equipment allow processing of WEEE to recover Ag, and Au. Moreover, technologies to recover CMs from WEEE are available for “EMP Recycling”, JSC; however, the amount of recovered CMs from WEEE would be modest: Pd and Co - 0,012 kg., Li - 0,001 kg., W - 0,004 kg.

## TURINYS

LENTELIŲ SĄRAŠAS .....	8
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS .....	10
TERMINŲ IR SANTRUMPŲ SĄRAŠAS.....	11
ĮVADAS .....	12
1. LITERATŪROS APŽVALGA.....	14
1.1 Elektros ir elektroninės įrangos, EEĮ atliekų bei KM apibrėžimas .....	14
1.2 Kritinių metalų atgavimo iš EEĮA ekologinis ir ekonominis aktualumas .....	17
1.3 Pasaulinė padėtis KM atžvilgiu .....	19
1.4 ES ir Lietuvos politika ir teisė dėl KM ir EEĮA tvarkymo .....	21
1.5 KM perdirbimo technologijos.....	25
1.6 KM kiekis EEĮA ir jų praradimai pagrindiniuose EEĮA tvarkymo sistemos etapuose .....	29
1.7 Literatūros analizės išvados .....	34
2. TYRIMO METODIKA .....	35
2.1 Tyrimo objekto ir apimties nustatymas .....	36
2.2 Duomenų rinkimas ir vertinimas .....	37
3. TIRIAMASIS DARBAS .....	40
3.1 KM parinkimas analizei.....	40
3.2 EEĮ parinkimas analizei.....	41
3.3 Esamas ir potencialus tiriamų EEĮA kiekis – EEĮ ir EEĮA srautai.....	42
3.4 Potencialių ir atgautų KM kiekiai iš EEĮA .....	54
3.5 KM poreikis ir galimybės padengti šį poreikį iš EEĮA.....	59
3.6 Ekonominis prarastų metalų vertinimas .....	60
3.7 KM atgavimo potencialas UAB „EMP recycling“ .....	62
IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS .....	65
LITERATŪROS SĄRAŠAS .....	67
TEISĖS AKTAI.....	70
PRIEDAI.....	71

## LENTELIŲ SĄRAŠAS

1.1 lentelė. KM pasiskirstymas mobiliųjų telefonų įrangos dalyse.

1.2 lentelė. Tiriamų KM pirminio apdorojimo efektyvumas mobiliuosiuose telefonuose.

1.3 lentelė. Tiriamų KM pasiskirstymas nešiojamųjų kompiuterių ir kompiuterinių užrašų knygelių įrangos dalyse.

1.4 lentelė. Tiriamų KM pirminio apdorojimo efektyvumas nešiojamuose kompiuteriuose ir kompiuterinėse užrašų knygelėse.

1.5 lentelė. Tiriamų KM pasiskirstymas televizorių ir plokščiaekranių monitorių įrangos dalyse.

1.6 lentelė. Tiriamų KM pirminio apdorojimo efektyvumas televizoriuose ir plokščiaekranuose monitoriuose.

1.7 lentelė. Aukso ir paladžio pirminio apdorojimo technologijos.

1.8 lentelė. Tiriamų KM atgavimo rodiklis.

2.1 lentelė. Darbo tyrimo eiga.

3.1 lentelė. Metalų tiekimo rizikos ir ekonominės svarbos kriterijai.

3.2 lentelė. KM pasiskirstymas EEĮ grupėse.

3.3 lentelė. EEĮ tiekimas vidaus rinkai 2009 - 2013 m.

3.4 lentelė. IT ir telekomunikacijų, televizorių įrangos kiekis tiekta vidaus rinkai; EEĮA surinkimas ir tvarkymas 2009 - 2012 m.

3.5 lentelė. EEĮA grupių kiekio apskaičiavimas, t.

3.6 lentelė. UAB „EMP recycling“ IT ir telekomunikacijų, televizorių įrangos surinkimo ir apdorojimo atliekų kiekiai 2012 m.

3.7 lentelė. Vidutinis prietaiso amžius.

3.8 lentelė. Esamų ir potencialiai susidarančių tiriamų EEĮA kiekiai per m., t., LT, 2004 - 2015 m.

3.9 lentelė. Tiriamojo EEĮA kiekio susidarymas proc. nuo EEĮ išleistų į rinką.

3.10 lentelė Esamų ir potencialiai susidarančių tiriamų EEĮA kiekiai, t., LT, 1995 - 2015 m.



3.11 lentelė. Surinktų ir potencialių susidarantių EEĪA santykis, t., LT, 2011 - 2012 m.

3.12 lentelė. Potencialių ir atgaunamų KM kiekiai iš mobiliųjų telefonų atliekų, kg.

3.13 lentelė. Potencialių ir atgaunamų KM kiekiai iš nešiojamųjų kompiuterių ir kompiuterinių užrašų knygelėlių atliekų, kg.

3.14 lentelė. Potencialių ir atgaunamų KM kiekiai iš televizorių ir plokščiakranių monitorių atliekų, kg.

3.15 lentelė. Bendri atgaunamų ir potencialiai atgaunamų KM kiekiai iš mobiliųjų telefonų, nešiojamųjų kompiuterių ir kompiuterinių užrašų knygelėlių, televizorių ir plokščiakranių monitorių atliekų.

3.16 lentelė. Potencialiai atgaunamų tiriamųjų EEĪ KM kiekio poreikio tenkinti dalis.

3.17 lentelė. KM kiekių nuostolių vertė iš mobiliųjų telefonų, nešiojamųjų kompiuterių ir kompiuterinių užrašų knygelėlių, televizorių ir plokščiakranių monitorių atliekų LR 2015 m.

3.18 lentelė. Tiriamųjų EEĪA KM atgavimo kiekiai UAB „EMP recycling“ įmonėje 2012 m.

3.19 lentelė. Bendri KM atgavimo kiekiai iš tiriamųjų EEĪA UAB „EMP recycling“ įmonėje 2012 m.

## PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

- 1.1 pav. KM telkiniai pasaulio valstybėse.
- 1.2 pav. Supaprastinta EEĮA perdirbimo grandinė, sutelkiant dėmesį į KM atgavimo etapus.
- 1.3 pav. Pirminis EEĮA apdorojimas EEĮA perdirbimo gamykloje.
- 1.4 pav. Supaprastinta integruotos lydyklos schema.
- 3.1 pav. EEĮA surinkimas ES.
- 3.2 pav. IT ir telekomunikacijų įrangos atliekų tvarkymas 2009 - 2012 m.
- 3.3 pav. Televizorių įrangos atliekų tvarkymas 2009 - 2012 m.
- 3.4 pav. UAB „EMP recycling“ ir Lietuvoje surinktų, apdorotų EEĮA kiekiai 2012 m.
- 3.5 pav. Surinktas/apskaičiuotas susidarantis EEĮA kiekis 2011 m.; I ir II metodikos palyginimas.
- 3.6 pav. Surinktas/apskaičiuotas susidarantis EEĮA kiekis 2012m.; I ir II metodikos palyginimas.
- 3.7 pav. Atgaunamas KM kiekis LR 2012 m.; I ir II metodikos palyginimas.
- 3.8 pav. Atgaunamas KM kiekis LR 2015 m.; I ir II metodikos palyginimas.
- 3.9 pav. LR atgaunamų KM kiekio poreikio tenkinti pasaulyje dalis 2012m., 2015 m.
- 3.10 pav. KM nuostolių vertė, 2015 m.
- 3.11 pav. Nustatyti ir atgaunami KM kiekiai UAB „EMP recycling“, 2012 m.

## TERMINŲ IR SANTRUMPŲ SĄRAŠAS

AAA - Aplinkos apsaugos agentūra;

AM - Aplinkos ministerija;

ATJR - Atliekas tvarkančių įmonių registras;

AVS - Aplinkosaugos vadybos sistema;

EEĮ - Elektros ir elektroninė įranga, kuriai tinkamai veikti reikalinga elektros srovė arba elektromagnetiniai laukai, ir tokios srovės bei laukų generavimo, perdavimo ir matavimo įranga, skirta naudoti esant ne didesnei kaip 1000 voltų kintamosios srovės įtampai ir ne didesnei kaip 1500 voltų nuolatinės srovės įtampai;

EEJA - Elektros ir elektroninės įrangos atliekos arba elektroninė įranga, kuri yra atliekos, kaip apibrėžta Direktyvos 2008/98/EB 3 straipsnio 1 dalyje, įskaitant visus komponentus, smulkias sudedamąsias dalis ir komplektavimo gaminius, kurie laikomi išmetamo produkto dalimis;

ES - Europos Sąjunga;

EB - Europos Bendrija;

IT - Informacinės technologijos;

KM - Kritiniai metalai, kuriems būdinga itin didelė pasiūlos trūkumo rizika ateinančius 10 metų ir kurie yra labai svarbūs vertės grandinėje: berilis, boratai, chromas, fluoritas, fosfatinės uolienos, galis, gamtinis grafitas, germanis, indis, kobaltas, koksinių anglis, magnezitas, magnis, niobis, platinos grupės metalai, sunkieji retųjų žemių elementai, lengvieji retųjų žemių elementai, silicis, stibis, volframas;

LR - Lietuvos Respublika;

Retieji metalai - gamtoje mažai paplitę metalai;

Retieji žemės elementai - 15 periodinės lentelės elementų nuo 57 iki 71 atominio numerio, dar kitaip vadinami lantanoidais;

VSATP - Valstybinis strateginis atliekų tvarkymo planas;

## ĮVADAS

**Temos aktualumas.** Pasaulyje toliau didėja baigtinių ir retų išteklių paklausa ir konkurencija dėl jų eikvojimo blogėja aplinkos būklė ir didėja jos pažeidžiamumas, tad Europai ekonomikos ir aplinkosaugos požiūriu būtina kuo geriau tuos išteklius panaudoti. Nuo pramonės revoliucijos laikų mūsų valstybių ekonomika įgavo linijinį „imti, gaminti, vartoti ir išmesti“ augimo modelį, grindžiamą prielaida, kad ištekliai yra apstūs, prieinami, nesunkiai išgaunami ir pigiai pašalinami. Vis aiškiau suvokiama, kad šis modelis kelia grėsmę Europos konkurencingumui.

Pastarosios tendencijos rodo, kad žaliavų paklausą palaikys besiformuojančios rinkos ekonomikos šalių vystymasis ir spartus bazinių didelio poveikio technologijų plitimas. Europa turi užtikrinti tvarų valdymą ir tvarų žaliavų tiekimą valstybių viduje ir už jų ribų visuose sektoriuose, kurie priklauso nuo galimybių gauti žaliavų.

ES teritorijoje yra daug žaliavų telkinių. Tačiau žaliavų žvalgymą ir išgavimą sunkina didelė konkurencija žemės naudojimo paskirties srityje, griežti aplinkos teisės aktai ir apribojimai, susiję su naudingųjų iškasenų gavybos technologijų naudojimu. Kita vertus, ES labai priklauso nuo strateginių žaliavų, kaip antai: kobalto, platinos, retųjų žemių elementų ir titano, importo. Pavyzdžiui, priklausomybė nuo aukštųjų technologijų metalų importo gali būti laikoma netgi pavojinga dėl jų ekonominės vertės ir didelės tiekimo rizikos. Vis dėlto, skatinant išteklių naudojimo efektyvumą ir perdirbant atliekas galima užtikrinti, kad KM nepristigtų. Perdirbus EEĮA ES galėtų iš dalies apsirūpinti KM.

Beveik visi KM gali būti panaudoti pakartotinai. Antriam jų panaudojimui taip pat reikėtų nemažų energijos sąnaudų, tačiau jos būtų kelis kartus mažesnės nei išgaunant metalus iš žemės. KM yra itin svarbūs gaminant aukštųjų technologijų įrangą, pradedant planšetiniais kompiuteriais, baigiant mažai anglies dvideginio į aplinką išmetančiais automobiliais ir atsinaujinančios energetikos įrenginiais.

**Temos problema.** KM - žaliavos, kurios laikomos ypatingos svarbos nes joms būdinga itin didelė pasiūlos trūkumo rizika ateinančius 10 m. KM gyvybiškai svarbūs ES ekonomikai ir visų pirma reikšmingi kuriant ir gaminant modernius ekologiškus aukštųjų technologijų gaminius EEĮ pramonėje.

Daugybė tarnavimo laiką baigusių EEĮ nepatenka į patikimus perdirbimo kanalus, todėl netinkamas jų perdirbimas, sąlygoja kritinių metalų praradimus. Pastebimas didelis skirtumas tarp EEĮ kiekio, kasmet tampančių nebenaudojamais ir EEĮ kiekio, kuris yra perdirbamas ir tinkamai tvarkomas.

Gamtinių išteklių darnus vartojimas yra vienas iš prioritetų ES ir Pasaulio strateginėje politikoje. Tinkamas EEJA tvarkymas orientuotas į kritinių metalų atgavimą, sukuriant uždarus pramonės ciklus, kad EEJA būtų traktuojamos kaip žaliavos, o ne atliekos, yra labai svarbus, siekiant darnaus išteklių naudojimo.

**Temos naujumas.** 2014 m. patvirtinta nauja ES Žaliavų iniciatyva, kuri nurodo ieškoti Europoje alternatyvių šaltinių žaliavoms, kurios skelbiamos kritinėmis. Komunikato priede išvardinta 14 svarbiausių žaliavų, kurioms būdinga didelė nepakankamos pasiūlos rizika ir didelė ekonominė reikšmė. Literatūroje nėra plačiai aprašomas ir vertinamas kritinių metalų atgavimo potencialas iš EEJA. Nors EEJA perdirbimu galima spręsti išteklių trūkumo klausimą ir sumažinti poveikį aplinkai per visą EEI gyvavimo ciklą bei prisidėti prie KM deficito mažinimo.

**Darbo objektas** - EEI srautai Lietuvoje, kaip kritinių metalų atgavimo šaltinis.

**Darbo tikslas** - įvertinti kritinių metalų atgavimo potencialą iš EEJA Lietuvoje.

**Darbo uždaviniai:**

1. Išanalizuoti EEJA svarbą, kaip antrinių KM šaltinį;
2. Pasirinktos EEI kategorijos srautų nustatymas;
3. Ištirti KM atgavimo potencialą iš EEJA Lietuvoje;
4. Ištirti KM atgavimo potencialą Lietuvos EEJA perdirbimo įmonėje UAB „EMP recycling“;
5. Pateikti rekomendacijas kaip padidinti KM atgavimo iš EEJA potencialą Lietuvos EEJA tvarkymo sistemai.

**Darbo struktūra.** Darbą sudaro įvadas, trys pagrindiniai skyriai, išvados ir rekomendacijos, naudotos literatūros sąrašas, 3 priedai, tekste yra 15 paveikslų ir 28 lentelės.

Pirmajame skyriuje apžvelgiami EEI, EEJA bei KM apibrėžimai; KM atgavimo iš EEJA ekologinis ir ekonominis aktualumas, sąlygojantis KM problemos kilmę; pasaulinė padėtis KM atžvilgiu; ES bei LR teisinis reglamentavimas KM ir EEJA tvarkymo srityje; apžvelgiamos KM perdirbimo technologijos bei KM kiekiai EEJA ir jų praradimai pagrindiniuose EEJA tvarkymo sistemos etapuose. Pateiktos atliktos literatūros analizės išvados.

Antrajame skyriuje pateikiama metodika, kuria remiantis buvo atliktas KM atgavimo potencialo iš EEJA vertinimas.

Trečiajame skyriuje pateikiamas KM atgavimo potencialo iš EEJA vertinimas, atliktas KM parinkimas analizei; EEI parinkimas analizei; esamo ir potencialaus tiriamų EEI kiekio nustatymas; Potencialių ir atgautų KM kiekių iš EEJA nustatymas; KM poreikio ir galimybių padengti šį poreikį iš EEJA nustatymas; ekonominis prarastų metalų vertinimas; KM atgavimo potencialo vertinimas EEJA perdirbimo įmonėje UAB „EMP recycling“.

## 1. LITERATŪROS APŽVALGA

### 1.1 Elektros ir elektroninės įrangos, EEĮ atliekų bei KM apibrėžimas

Elektros ir elektroninės įranga apima apie tūkstantį įvairiausių produktų, tai: šaldytuvai, skalbimo mašinos, rankiniai ir staliniai laikrodžiai, mini skaičiuotuvai, asmeniniai kompiuteriai, mobilieji telefonai, automatiniai pinigų išdavimo įrenginiai, pjūklai, žemo slėgio natrio lempos ir kt.

EEĮ apibrėžimas apima labai skirtingas kategorijas ir produktus, kurie skiriasi ne tik techninėmis charakteristikomis, bet ir eksploatavimo trukme, vartojimo būdu ir kt. (*Staniškis, 2004*).

Yra išskirta dešimt elektros ir elektroninės įrangos kategorijų, tai: dideli namų apyvokos prietaisai, maži namų apyvokos prietaisai, IT ir telekomunikacijų įranga, vartojimo įranga, apšvietimo įranga, elektros ir elektroniniai įrankiai (išskyrus stambius stacionarius pramoninius prietaisus), žaislai, laisvalaikio ir sporto įranga, medicininiai prietaisai (išskyrus visus implantuotus ir sanitarinius produktus), stebėjimo ir kontrolės prietaisai, automatiniai daiktų išdavimo prietaisai (žr. 1 priedą) (*AAA, 2012*).

Europos parlamento ir tarybos direktyva „Nr. 2012/19/ES 2012 m. liepos 4d. „Dėl elektros ir elektroninės įrangos (EEĮ) atliekų“ apibrėžiama, jog „elektros ir elektroninė įranga arba EEĮ - įranga, kuriai tinkamai veikti reikalinga elektros srovė arba elektromagnetiniai laukai, ir tokios srovės bei laukų generavimo, perdavimo ir matavimo įranga, skirta naudoti esant ne didesnei kaip 1000 voltų kintamosios srovės įtampai ir ne didesnei kaip 1500 voltų nuolatinės srovės įtampai“.

Europos parlamento ir tarybos direktyvoje „Nr. 2012/19/ES 2012 m. liepos 4d. „Dėl elektros ir elektroninės įrangos (EEĮ) atliekų“ EEĮA apibrėžiamos, kaip: „elektros ir elektroninės įrangos atliekos arba EEĮ atliekos - elektros arba elektroninė įranga, kuri yra atliekos, kaip apibrėžta Direktyvos 2008/98/EB 3 straipsnio 1 dalyje, įskaitant visus komponentus, smulkias sudedamąsias dalis ir komplektavimo gaminius, kurie laikomi išmetamo produkto dalimis“ (*2012/19/ES*).

Užsienio literatūroje yra nagrinėta ir aprašyta metalų svarbos kriterijai naudojami įvairiose technologijose, tokie, kaip „kritiškumas“, „retumas“ arba „trūkumas“, įskaitant tiekimo rizikos svarbą. Tirti svarbos kriterijai taikomi metalams, todėl jie apibrėžiami, kaip „reti metalai“ ir „trūkstami metalai“.

Lyginant skirtingus tyrimus ir ataskaitas pastebima, kad nėra „kritinių metalų“ vieningo apibrėžimo. Metalai ženklinami kaip „reti“, siekiant nurodyti jų retumą, palyginti su kitais metalais (*National Research Council, 2008*).

2011 m. vasario 02 d. Komisijos komunikate (dėl uždavinių, susijusių su biržos prekių rinkomis ir žaliavomis, sprendimo) nustatyta svarbiausiųjų žaliavų (kritinių metalų) sąvoka, kuria

remtasi magistro darbe - tokios medžiagos gali būti laikomos ypatingos svarbos kurioms būdinga itin didelė pasiūlos trūkumo rizika ateinančius 10 m. ir kurios yra labai svarbios vertės grandinėje. Tiekimo rizika susijusi su tokiais aspektais kaip politinis ir ekonominis stabilumas, gavybos koncentracijos lygis, galimas pakeitimas kitomis medžiagomis ir antrinio perdirbimo rodiklis (*COM(2011)0025*).

Komunikato priede „dėl ES svarbiausių žaliavų sąrašo peržiūros ir žaliavų iniciatyvos įgyvendinimo“ išvardinta 20 KM, kurių poveikis ekonomikai yra didesnis, palyginti su dauguma kitų žaliavų: berilis, boratai, chromas, fluoritas, fosfatinės uolienos, galis, gamtinis grafitas, germanis, indis, kobaltas, koksinių anglis, magnezitas, magnis, niobis, platinos grupės metalai, sunkieji retųjų žemių elementai, lengvieji retųjų žemių elementai, silicis, stibis, volframas (žr. 2 priedą). Vyrauja mineralinės žaliavos, t. y. naudingosios žemės gelmių iškasenos, kaip retieji žemės elementai: lantanas, ceris, prazeodimis, neodimis, prometis, samaris, europis, gadolinis, terbis, disprozis, holmis, erbis, tulis, iterbis, lutecis (*COM(2014)297*).

Remiantis duomenimis, gautais iš JAV geologijos tarnybos (*USGS, 2009*) pagal tiekimo rizikos ir ekonominės reikšmės kriterijus, 13 metalų priskirti KM. Šie KM labai reikšmingi kuriant ir gaminant modernius ekologiškus aukštųjų technologijų gaminius EEĮ pramonėje.

Sidabras - cheminis periodinės elementų lentelės elementas, grynuolių klasės mineralas. Jame būna aukso, vario, gyvsidabrio, bismuto, stibio priemaišų. Sidabras kaupiasi hidroterminiuose telkiniuose, kvarco gyslose, sulfidinių švino ir cinko telkinių oksidacijos zonose, rečiau sąnašiniuose. Gamtoje randama 2 stabilūs sidabro izotopai  $^{107}\text{Ag}$  (51,35%) ir  $^{109}\text{Ag}$  (48,65%), jie sudaro 5 - 10% Žemės plutos masės. Sidabro kontaktai naudojami automatiniuose elektros įrenginiuose, kosminėse raketose, povandeniniuose laivuose, kompiuteriuose, atominiuose reaktoriuose.

Auksas - cheminis periodinės elementų lentelės elementas, taurasis metalas. Auksas dažnai aptinkamas kvarco gyslose, taip pat gaunamas iš grūdelių (aukso smėlio), randamų kai kuriose žvirgždo ir smėlio sankaupose. 40% pasaulio aukso iškasama Pietų Afrikos Respublikoje, tai sudaro nuo 700 t. iki 1000 t. per metus. Aukso taip pat randama ir kitose šalyse, kaip JAV, Rusijoje, Indijoje, o ypač didelių aukso telkinių yra Australijoje. Auksas plačiai naudojamas elektronikos pramonėje, iš jo nesunkiai pagaminami labai ploni laidininkai todėl iki mikroschemų kristalų dažnai vedami auksiniai laidai.

Paladis - cheminis periodinės elementų lentelės elementas, priklausantis platinos grupės metalams. Naudoamas elektronikos kontaktuose, automobilių pramonėje, katalizatorių gamybai.

Kobaltas - cheminis periodinės elementų lentelės elementas. Kobaltas žemėje nerandamas kaip grynuolis, tik rūdoje, tačiau išgaunamas kartu su kitais metalais - dažniausiai nikeliumu ar variu. Naudojamas EEĮ pramonėje.

Litis - cheminis periodinės elementų lentelės elementas, sidabriškai baltas šarminis. Litis naudojamas nešiojamuosiuose kompiuteriuose, fotoaparatuose, mobiliųjų prietaisų, elektrinių ir hibridinių automobilių baterijoms. Čilė kartu su kaimyninėmis Argentina ir Bolivija, savo teritorijose turi apie pusę pasaulio ličio.

Volframas - cheminis periodinės elementų lentelės elementas, vienas iš sunkiausių metalų. Dabartinėje technikoje naudojamas grynas volframas ir jo lydiniai, lempučių siūlų, spiralių, katodų ir antikatodų rentgenų aparatų vamzdelių, aukštos įtampos lygintuvų gamybai.

Rutenis - cheminis periodinės elementų lentelės elementas, sidabriškai baltas pereinamasis metalas. Naudojamas EEĮ pramonėje.

Tantalas - cheminis periodinės elementų lentelės elementas. Tantalas gamtoje randamas kartu su niobiu - kolumbito, tantalito ir euksenito mineraluose. Tantalas ir niobis randamas Brazilijoje, Kanadoje, Afrikoje, Australijoje ir Ispanijoje. Tantalas, sodrinant alavo mineralus, išgaunamas Malaizijoje ir Nigerijoje. KM naudojamas turbinų mentėms gaminti, branduoliniuose reaktoriuose, aviacijoje, raketų dalių gamyboje, kamerų lęšių gamyboje, naktinio matymo įrangoje. Tantalo oksidas naudojamas kondensatorių, lygintuvų, kompiuterių, radijo aparatūros, dūmų detektorių ir automobilių gamyboje.

Telūras - cheminis periodinės elementų lentelės elementas. Gamtoje KM aptinkamas difuziškai išbarstytas įvairiuose polimetalinėse rūdose. Jo kiekis žemės žievėje svyruoja nuo  $10^{-9}$  iki  $10^{-6}$  %. KM paklausa sparčiai auga, JAV Energetikos departamentas prognozuoja, jog telūro ims stigti nuo 2025 m. KM naudojamas saulės baterijų, jėgainių, kondensatorių, šaldytuvų, jautrių termoporų, kabelių gamyboje.

Indis - cheminis periodinės elementų lentelės elementas. JAV Energetikos departamentas artimiausių 5 m. perspektyvoje indžio išteklių lygį vertina kaip kritinį. Indžio alavo oksido lydinys apjungia retą savybių derinį - elektrinį laidumą ir optinį skaidrumą. Tokios savybės nepakeičiamos plokščiųjų ekranų technologijose. Išmaniųjų telefonų ekranus dengiantis indžio alavo oksido sluoksnis įrenginį praturtina lietimui jautraus paviršiaus funkcija.

Berilis - cheminis periodinės elementų lentelės elementas. Technikoje plačiausiai naudojamos berilio bronzos, iš kurių daromos spyruoklės megnetiškai jautriuose prietaisuose. Naudojamas branduolinėje energetikoje, kaip neutronų lėtiklis, neutronų veidrodžiams gaminti, kapsuliniuose neutronų šaltiniuose. Berilio lydiniai naudojami aviacijoje.

Galas - cheminis periodinės elementų lentelės elementas. Gamtoje gryno galio nėra, šio metalo aptinkama aliuminio rūdoje boksite, cinko rūdoje. Galio arsenidas yra puslaidininkinė medžiaga, verčianti šviesos energiją tiesiai į elektros energiją. Iš galio arsenido gaminami šviesos diodai, tranzistoriai, saulės elementai.



Germanis - cheminis periodinės elementų lentelės elementas, pilkšvas kietas mineralas. KM randamas įvairiuose mineraluose, taip pat kaip priemaiša anglyje, cinko rūdoje. Pramoniniu būdu išgaunamas iš cinko rūdos kaip šalutinis deginimo produktas. Germanis yra puslaidininkis, plačiai naudojamas elektronikos pramonėje, infraraudonųjų spindulių detektoriuose (*Matulis, Janickis, 2010*).

## **1.2 Kritinių metalų atgavimo iš EEJA ekologinis ir ekonominis aktualumas**

ES ekonomika labai priklauso nuo tam tikrų žaliavų, todėl būtina pereiti prie efektyvesnio išteklių naudojimo ir žaliavų atgavimo iš atliekų. Antrinių žaliavų naudojimas padeda didinti išteklių naudojimo efektyvumą, neprarasti vertingų išteklių, mažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį ir saugoti aplinką, kurti naujas verslo ir darbo galimybes ES.

### ***Ekologinis aktualumas***

EEI būvio cikle (nuo žaliavų išgavimo iki EEJA šalinimo) daromas poveikis aplinkai. Atskiroms EEI kategorijoms bei įrenginiams šis poveikis yra skirtingas atskiruose gyvavimo ciklo etapuose: gaminant, vartojant, tvarkant atliekas ar šalinant (*Staniškis, 2004*).

Tarptautinių aplinkosauginių organizacijų ir institucijų pastangomis 1980 m. buvo parengtas ir paskelbtas labai svarbus dokumentas – Pasaulio išsaugojimo strategija (World Conservation Strategy), kuri faktiškai padėjo darnaus vystymosi strategijos pamatus. Šiame dokumente buvo atsisakyta ekonominio vystymosi ir aplinkos apsaugos supriešinimo ir aiškiai deklaruota, kad vystymasis ir apsauga nėra prieštaringi dalykai, o racionalus gamtos išteklių naudojimas yra neatskiriama ne tik ekonominio vystymosi, bet ir gamtos apsaugos dalis.

Nacionalinėje darnaus vystymosi strategijoje pateikiamos ir ilgalaikių tikslų įgyvendinimo priemonės: diegti įvairiose gamybos šakose naujausias technologijas, švaresnės gamybos ir taršos prevencijos metodus, leidžiančius taupiau naudoti gamtos išteklius ir stabdyti atliekų susidarymą, daugiau perdirbti antrinių žaliavų; bendradarbiaujant su visuomene, skatinti gaminti ir naudoti daugiau aplinkai nepavojingų ir ilgaamžiškesnių gaminių, kuo plačiau diegti gaminių aplinkosauginį ženklumą ir pirminį buitinių atliekų rūšiavimą (*Žin., 2003, Nr. 89-4029*).

Veiksmingas ir saugus žaliavų gavimas - viena pagrindinių Europos pramonės konkurencingumo sąlygų. 2011 m. vasario 2 d. Europos Komisija priėmė naują strateginį dokumentą, „Dėl uždavinių, susijusių su biržos prekių rinkomis ir žaliavomis, sprendimo“. Jame išdėstytos tikslinės priemonės, kuriomis siekiama užtikrinti ir pagerinti Europos Sąjungos apsirūpinimą žaliavomis (*COM(2011)0025*).

### ***Ekonominis aktualumas***

Žiedinės ekonomikos sistemose stengiamasi kuo ilgiau išlaikyti pridėtinę gaminių vertę ir vengiama atliekų susidarymo. Kai gaminių naudojimo trukmė pasibaigia, jų ištekliai išlieka ekonomikoje ir gali būti dar ir dar kartą produktyviai panaudojami tokiu būdu sukuriant papildomą vertę. Siekiant žiedinės ekonomikos reikia pokyčių visoje vertės grandinėje - nuo gaminio projekto iki naujų verslo ir rinkos modelių, nuo naujų atliekų vertimo ištekliais būdų iki naujų vartotojų elgsenos tipų. Tai reiškia visaapimančias sistemines permainas ir inovacijas - ne tik inovacines technologijas, bet ir inovacinius organizavimo, visuomenės, finansų metodų bei politikos modelius (*COM(2014)398*).

Pramonė jau pripažįsta, kad verslo požiūriu neabejotinai verta didinti išteklių našumą. Apskaičiuota, kad padidinus išteklių našumą visoje vertės grandinėje medžiagų sąnaudų poreikis iki 2030 m. sumažėtų 17 - 24% ir geriau naudojant išteklius Europos pramonė turėtų galimybę sutaupyti iš viso 630 mlrd. EUR per metus. Verslo tyrimai, grindžiami gaminio lygmens modeliavimu, atskleidė dideles ES pramonės galimybes žiedinės ekonomikos pagrindu mažinti medžiagų sąnaudas ir potencialą net 3,9% padidinti ES BVP plėtojant naujas rinkas, naujus gaminius ir kuriant vertę verslui (*COM(2014)398*).

Atliekų ekologinio dempingo problema kyla tais atvejais, kai atliekos neteisėtai gabenamos į trečiasias šalis. Per suderintą tikrinimo kampaniją 2008 - 2011 m., prie kurios prisidėjo 22 Europos šalys, ES aplinkos apsaugos įstatymų įgyvendinimo ir vykdymo užtikrinimo darbo tinklas nustatė, kad 19% patikrintų atliekų vežimo atvejų neatitiko ES atliekų vežimo reglamento. 37% jų buvo neteisėti. Siekdama toliau stiprinti Reglamento dėl atliekų vežimo vykdymą, priimtas 2011 m. vasario 02 d. Komisijos komunikatas Europos parlamentui, tarybai, Europos ekonomikos ir socialinių reikalų komitetui ir regionų komitetui „Dėl uždavinių, susijusių su biržos prekių rinkomis ir žaliavomis, sprendimo“. 2002 - 2008 m. dėl sparčiai augančių ekonomikų ypatingai tokiose šalyse, kaip Kinija, Indija, Brazilija, stipriai didėja konkurencija dėl žaliavų, žaliavų paklausa ir kaina pasaulinėje rinkoje. Visa tai įtakoja ES pramonės konkurencingumą (*COM(2011)0025*).

Kinija yra įtakingiausia pasaulinė 20 svarbiausių žaliavų tiekėja (žr. 2 priedą). Kelios kitos šalys yra dominuojančios tam tikrų žaliavų tiekėjos, pvz., Brazilija - niobio. Kitų medžiagų, pvz., platinos grupės metalų ir boratų, pasiūla įvairesnė, bet vis vien koncentruota tam tikrose valstybėse.

Be rizikos, susijusios su tokia gavybos koncentracija, padėtį dar labiau sunkina tai, kad daugeliu atveju šių medžiagų beveik nėra kuo pakeisti, o iš perdirbamų antrinių žaliavų jų išgaunama mažai (*COM(2014)297*).

### 1.3 Pasaulinė padėtis KM atžvilgiu

ES turi pakankamai savų statyboms naudojamų naudingųjų iškasenų, ypač užpildų. ES taip pat yra didžiausia arba antra pagal dydį pasaulyje tam tikrų pramoninių naudingųjų iškasenų išgavėja, bet kartu - ir didžiausia daugumos iškasenų importuotoja. ES labai priklauso nuo geležies rūdos importo, nes jos teritorijoje išgaunama tik apie 3% visame pasaulyje išgaunamos rūdos.

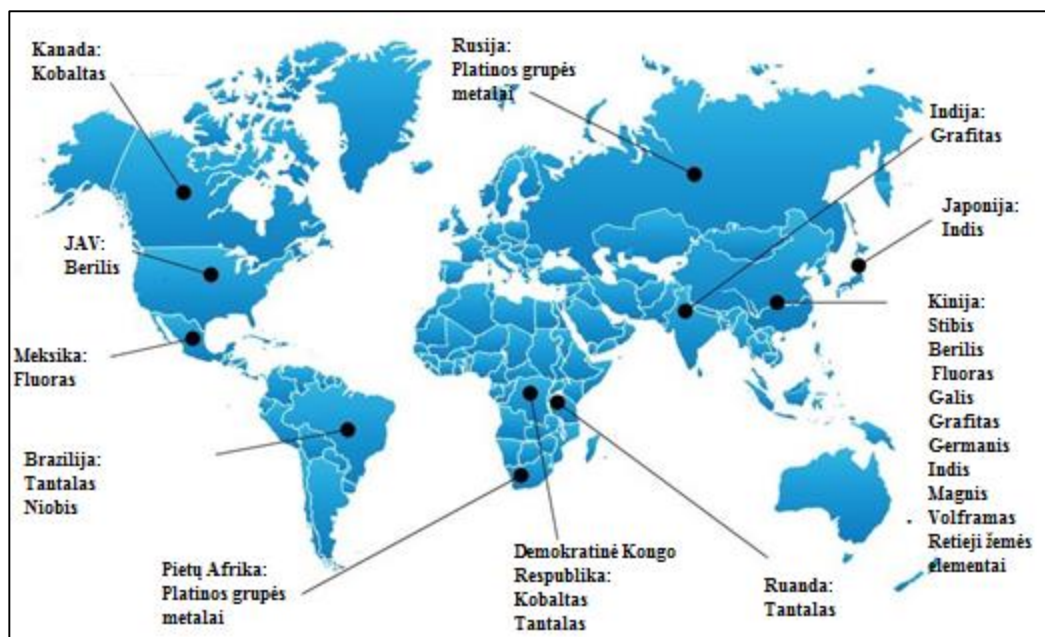
ES labai priklauso ne tik nuo pirminių, bet ir nuo antrinių žaliavų. Pastaraisiais dešimtmečiais perdirbto laužo imta naudoti kur kas daugiau, ir šiandien iš jo išlydoma maždaug 40 - 60% ES naudojamo metalo. Tačiau Europoje vis sunkiau gauti metalo laužo. Per paskutinius 8 metus ES spalvotųjų ir tauriųjų metalų laužo importas sumažėjo beveik 40%, o eksportas padidėjo daugiau nei 125%, todėl šio laužo pradėjo stigti, jis brango. Juodųjų metalų laužo eksporto tendencija panaši. Viena iš priežasčių, daug tarnavimo laiką baigusiu produktų nepatenka į patikimus perdirbimo kanalus, bet yra nelegaliai išvežami iš ES, todėl prarandama vertingų antrinių žaliavų ir kenkiama aplinkai (*COM(2008)699*).

ES labai priklauso nuo aukštosiomis technologijomis naudojamų metalų, kaip antai: kobalto, platinos, retųjų žemių elementų ir titano, importo. Nors šių metalų dažnai reikia nedidelių kiekių, jie vis reikalingesni technologiškai sudėtingiems produktams tobulinti dėl jų gausėjančių funkcijų. Be aukštosiomis technologijomis naudojamų metalų ES negalės pereiti prie tvarios ir aplinką tausojančios produktų gamybos. Šie metalai yra svarbūs kuriant inovacines ekologiškas technologijas, skirtas energijos vartojimo efektyvumui didinti ir išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekiui mažinti. Vandeniliniu kuru varomiems automobiliams reikia platininių katalizatorių. Elektros energija varomiems hibridiniams automobiliams reikia ličio baterijų, o šiuolaikinių orlaivių gamybai būtini ypatingai kieti renio lydiniai.

Yra trys pagrindinės priežastys, kodėl kai kurie iš šių metalų, kaip antai platina ir indis, itin svarbūs. Pirma, jie ekonomiškai labai svarbūs pagrindiniams sektoriams; antra, rimtą tiekimo pavojų ES kelia didelė priklausomybė nuo šių metalų importo ir didelė šių metalų koncentracija tam tikrose šalyse; ir trečia, šiuo metu trūksta šių metalų pakaitalų. Jau 2000 m. ES patyrė šių metalų tiekimo krizę, kai paplitus mobiliesiems telefonams staiga padidėjo tantalio paklausa. Manoma, kad dėl įvairios šių metalų paskirties panašūs atvejai gali pasikartoti dažniau, todėl negalima toliau neįvertinti laikinų šių medžiagų tiekimo problemų.

Kinija, Afrika, Pietų Amerika, Rusija ir Australija yra svarbiausios šių aukštųjų technologijų žaliavų tiekėjos Europai (žr. 1.1 pav.). Dėl to, kad kai kurių svarbių žaliavų telkiniai yra

tose pasaulio dalyse, kuriose neveikia rinkos ekonomika, ir kuriose politinė ir ekonominė padėtis yra nestabili, kyla tam tikra rizika.



1.1 pav. KM telkiniai pasaulio valstybėse (*COM(2008)699*).

Pasauliniu geologiniu požiūriu nėra jokių požymių, kad pasauliui gresia daugumos žaliavų fizinis stygius. Tačiau galimybė gauti žaliavų geologiniu požiūriu nebūtinai reiškia, kad ir ES įmonės turi šią galimybę. Iš tikrųjų, esminiai pasaulinių rinkų pokyčiai kelia grėsmę Europos pramonės konkurencingumui (*COM(2008)699*).

Tokios pramoninės šalys, kaip Japonija ir JAV, suvokusios, kad yra labai priklausomos nuo tam tikrų žaliavų, ir siekdamos užsitikrinti žaliavų tiekimą, pradėjo vykdyti tam tikrą politiką. Pavyzdžiui, JAV nustatė, kurios žaliavos yra strategiškai svarbios, ir laiko gynybos pramonei būtinų žaliavų atsargas. Japonija taip pat siekia užsitikrinti svarbią galimybę gauti žaliavų. Nors kai kurios ES valstybės narės vykdo specialią politiką, iki šiol nėra bendrų politinių ES masto priemonių, kuriomis būtų užtikrinta galimybė gauti žaliavų sąžiningomis ir neiškreiptomis kainomis.

Sparčiai augančios ekonomikos šalys taip pat taiko strategijas, nukreiptas į išteklių turtingas šalis, aiškiai siekdamos užsitikrinti privilegijuotą galimybę gauti žaliavų. Pavyzdžiui, Kinija ir Indija per pastaruosius metus itin sustiprino ekonominį bendradarbiavimą su Afrika. Kinija vykdo svarbius infrastruktūros projektus ir aktyviai dalyvauja žaliavų žvalgyimo ir gavybos veikloje tokiose šalyse, kaip Zambija (varis), Demokratinė Kongo Respublika (varis ir kobaltas), Pietų Afrika (geležies rūda), Zimbabvė (platina) ir Gabonas, Pusiaujo Gvinėja bei Kamerūnas (mediena) (*COM(2008)699*).

Atliekų vertimas ištekliais yra viena iš jungčių, uždarančių žiedinės ekonomikos sistemų ciklą. Europos teisės aktuose nustatyti tikslai ir tiksliniai rodikliai yra pagrindiniai veiksniai gerinant atliekų tvarkymą. Jie padeda skatinti perdirbimo ir pakartotinio panaudojimo inovacijas, riboti sąvartynuose šalinamų atliekų kiekį, mažinti išteklių nuostolius ir kurti elgsenos pokyčių paskatas. Tačiau ES vis dar susidaro vidutiniškai apie penkias tonas atliekų vienam žmogui per metus ir tik šiek tiek daugiau kaip trečdalis jų veiksmingai perdirbama (*COM(2014)398*).

## 1.4 ES ir Lietuvos politika ir teisė dėl KM ir EEIĄ tvarkymo

### *Teisės aktai, reglamentuojantys išteklių tausoimą ES*

ES politika siekiama sudaryti palankias pagrindines sąlygas pereiti prie efektyvesnio išteklių naudojimo ekonomikos ir tvarios plėtros.

Spręsdama uždavinius, kylančius siekiant išsaugoti tvarų neenergetinių žaliavų tiekimą Europos ekonomikai, Komisija pradėjo vykdyti „Žaliavų iniciatyvą“ (*COM(2008)0699*), norėdama užtikrinti vienodas galimybes gauti išteklių trečiosiose šalyse, geresnes pagrindines žaliavų gavybos ES sąlygas ir sumažinti pirminių žaliavų naudojimą didinant išteklių naudojimo veiksmingumą ir skatinant atliekų perdirbimą.

2000 m. buvo sukurta pirminė Lisabonos strategija siekiant spręsti globalizacijos ir visuomenės senėjimo uždavinius. Europos Vadovų Taryba strategijos tikslą apibrėžė taip: kad iki 2010 m. ES „taptų dinamiškiausia ir konkurencingiausia žiniomis pagrįsta ekonomika pasaulyje, kuri pasižymėtų darniu ekonomikos augimu, stipresne socialine sanglauda ir pagarba aplinkai bei turėtų daugiau ir geresnių darbo vietų.“ Šis siekis suformuluotas suvokus, kad, norėdama pagerinti gyvenimo kokybę ir išlaikyti unikalų socialinį modelį, ES turi didinti našumą ir konkurencingumą, kad būtų pajėgi spręsti pasaulinės konkurencijos, technologijų pokyčių ir gyventojų senėjimo uždavinius.

2010 m. kovo mėn. Lisabonos strategiją pakeitė strategija „Europa 2020“ („2020 m. Europa. Pažangaus, tvaraus ir integracinio augimo strategija“ (*COM(2010)2020*)). Naujojoje strategijoje pateikiamos septynios pavyzdinės iniciatyvos, iš kurių pavyzdinėje iniciatyvoje „Integruota globalizacijos eros pramonės politika“ daugiausia dėmesio skiriama dešimčiai veiksmų Europos pramonės konkurencingumui didinti, labiau pabrėžiant tokius veiksnius, kaip žaliavų tiekimą bei valdymą.

Europos Komisijos komunikate „Pramonės politika. Konkurencingumo gerinimas“ (*COM(2011)0642*), kuris buvo priimtas 2011 m. spalio 14 d., raginama, kad visose valstybėse narėse būtų vykdomos reikšmingos struktūrinės reformos ir nuosekli bei suderinta politika, siekiant stiprinti

ES ekonomikos ir pramonės konkurencingumą ir skatinti ilgalaikį tvarų augimą. Komunikate nurodoma keletas pagrindinių sričių, kuriose būtina dėti daugiau pastangų: struktūriniai ekonomikos pokyčiai; pramonės šakų novatoriškumas; tvarumas ir tausūs išteklių naudojimas.

### ***Teisės aktai, reglamentuojantys EEJA tvarkymą ES***

Pagrindiniai teisės aktai, reglamentuojantis EEJA tvarkymą ES valstybėse yra Europos Parlamento ir Tarybos direktyva (2012/19/ES) dėl elektros ir elektroninės įrangos atliekų bei direktyva (2008/95/EB) dėl tam tikrų pavojingų medžiagų naudojimo elektros ir elektroninėje įrangoje apribojimo.

EEJA direktyva, kurios pirmas variantas įsigaliojo 2005 m. rugpjūčio 13 d., reglamentuoja įvairios EEI išmetimą, surinkimą ir perdirbimą. Direktyvos esmė - gamintojai įpareigojami nemokamai suteikti galimybę vartotojams tinkamai atsikratyti EEJA. Šia direktyva siekiama sumažinti EEJA kiekį, taip pat siekiama skatinti pakartotinai naudoti, perdirbti ir kitaip utilizuoti EEJA, kad būtų sumažintos netinkamai išmetamų atliekų apimtys. Be to, ši direktyva skatins plėsti visų ūkio subjektų, dalyvaujančių bet kuriame EEI naudojimo etape (t. y. gamintojų, platintojų ir vartotojų), aplinkosaugos veiklą.

EEJA susidarymo mažinimas yra vienas iš svarbiausių direktyvos tikslų. Pagal šią direktyvą ES valstybės narės, siekdamos minėto tikslo, turėtų skatinti tokį EEI projektavimą ir gamybą, kuris užtikrintų gaminių pakartotinį naudojimą bei lengvesnį perdirbimą (t. y. kad gaminiai būtų lengvai išmontuojami, būtų galimybė keisti sugedusias detales ir pan.), taip pat užtikrintų tinkamą visuomenės informavimą apie EEJA prevenciją, įskaitant EEI pakartotinį naudojimą ir kt., sukurtų EEJA surinkimo sistemas, kurios užtikrintų EEJA paruošimo pakartotiniam naudojimui ir EEI pakartotinio naudojimo galimybes.

Po nedidelių pakeitimų 2006 ir 2009 m., 2012 m. buvo priimta nauja direktyvos versija, kurioje nustatyti nauji, aukštesni EEJA surinkimo reikalavimai (pagal galiojančius ES reikalavimus, skaičiuojant 1 gyventojui, mūsų šalyje per metus reikia surinkti ne mažiau kaip 4 kg elektroninių atliekų), pakeistos direktyvos apimamų produktų kategorijos. Pagal direktyvą valstybės narės įgyja priemonių veiksmingiau kovoti su neteisėtu atliekų eksportu. Neteisėtas EEJA pervežimas kelia didelį nerimą, ypač kai norint apeiti ES atliekų tvarkymo taisykles yra teigiama, kad naudota įranga išvežama teisėtai. Pagal naują direktyvą eksportuotojai turės patikrinti, ar prietaisai veikia, ir pateikti dokumentus apie važtą, kuri galėtų būti palaikyta neteisėta.

Pagal naująją direktyvą, nuo 2018 m. rugpjūčio 15 d. EEI kategorijų skaičius bus sumažintas nuo 10 iki 6 platesnių:

1. Temperatūros keitimo įranga;

2. Ekranai, monitoriai ir įranga, kurioje yra ekranų, kurių paviršiaus plotas didesnis nei 100 cm<sup>2</sup>;
3. Lempos;
4. Stambi įranga (bent vienas iš išorinių išmatavimų didesnis nei 50 cm);
5. Smulki įranga (nė vienas iš išorinių išmatavimų neviršija 50 cm);
6. Smulki IT ir telekomunikacijų įranga (nė vienas iš išorinių išmatavimų neviršija 50 cm).

Bendrieji tiksliniai rodikliai bus įgyvendinami dviem etapais:

1. Nuo 2016 m. ES šalims narėms bus nustatomos užduotys surinkti elektroninių atliekų, skaičiuojant jų svorį procentais nuo rinkoje parduodamų naujos įrangos kiekių: iki 2019 m. Lietuvoje bus privaloma surinkti 40 – 45%.
2. Nuo 2019 m. turės būti surenkama jau 65 proc. parduotos EEĮ arba, pasirinktinai, 85% susidariusių EEĮA.

### ***Teisės aktai, reglamentuojantys EEĮA tvarkymą Lietuvoje***

Teisės aktai, kuriais Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos dėl EEĮA tvarkymo reikalavimai perkelti į Lietuvos teisinę bazę yra:

- Atliekų tvarkymo įstatymas (*Žin., 2002, Nr. 72-3016*);
- Valstybinis strateginis atliekų tvarkymo planas (*Žin., 2014, Nr. 366*);
- Elektros ir elektroninės įrangos bei jos atliekų tvarkymo taisyklės (išdėstytos nauja redakcija aplinkos ministro 2005 m. rugpjūčio 16 d. įsakymu Nr. D1-395 (*Žin., 2005, Nr. 102-3793*)).

Kiekviena savivaldybė turi savo atliekų tvarkymo taisykles, kurios nustato atliekų turėtojų ir atliekų tvarkytojų teises, pareigas ir atsakomybę, komunalinių atliekų surinkimo, vežimo, rūšiavimo, šalinimo, saugojimo, paskaitos tvarką, atliekų tvarkymo viešųjų paslaugų teikimą konkrečioje savivaldybėje.

Kalbant apie EEĮ gamintojų, importuotojų ir platintojų veiklą, tvarkant EEĮA, kaip svarbiausius dalykus reiktų paminėti jų atsakomybę ir pareigas, kurios yra reglamentuotos LR teisinėje bazėje.

EEĮ platintojas - bet kuris asmuo, komerciniais tikslais tiekiantis EEĮ vartotojui. LR atliekų tvarkymo įstatyme yra pateiktas gamintojo apibrėžimas. „Gamintojas - Lietuvos Respublikos teisės aktų nustatyta tvarka įregistravęs savo veiklą asmuo, kuris Lietuvos Respublikos teritorijoje gamina alyvas, transporto priemones, elektros ir elektroninę įrangą, apmokestinamuosius gaminius ir (ar) gaminius pakuoja“ (*Žin., 2002, Nr. 72-3016*).

ES direktyva (*2012/19/ES*) įpareigoja kiekvieną gamintoją ir importuotoją, išleidžiantį į rinką ir platinantį EEĮ prisiimti atsakomybę už šios įrangos atliekų apdorojimą ir perdirbimą.

***Gamintojų ir importuotojų teisės (Žin., 2002, Nr. 72-3016):***

- Individualiai tvarkyti savo gaminių ir (ar) pakuočių atliekas;
- Šias atliekas sutartiniais pagrindais pavesti tvarkyti tokias atliekas tvarkančioms įmonėms;
- Įsteigti organizacijas ir joms pavesti diegti savivaldybės organizuojamą komunalinių atliekų tvarkymo sistemą papildančias atliekų surinkimo sistemas, kad būtų įvykdytos atliekų tvarkymo užduotys;
- Steigti gamintojų ir importuotojų organizacijas ar tapti tokių organizacijų nariais.

***Gamintojų ir importuotojų pareigos (Žin., 2002, Nr. 72-3016):***

- Registruotis Atliekų tvarkymo įstatymo nustatyta tvarka;
- Įvykdyti nustatytas gaminių ir (ar) pakuotės atliekų tvarkymo užduotis.

***Platintojų atsakomybė (Žin., 2002, Nr. 72-3016):***

- EEĮ platintojams draudžiama platinti EEĮ, kurios gamintojas ir (ar) importuotojas nėra įsiregistravęs registre;
- EEĮ platintojai negali platinti EEĮ, išleistos gamintojo ar importuotojo, kurio gaminiai nėra paženklinėti įstatymo nustatyta tvarka;
- Platintojams, kurie ne tik parduoda, bet ir importuoja EEĮ, papildomai taikomos gamintojų ir importuotojų teisės ir pareigos.

***Platintojų pareigos (Žin., 2002, Nr. 72-3016):***

- Platintojai, parduodami naują EEĮ, privalo nemokamai priimti pirkėjo atiduodamą seną EEĮ prietaisą, jei pirkėjo atiduodama EEĮA yra tos pačios paskirties kaip jo perkama prekė ir jei atiduodamos EEĮA kiekis atitinka įrangos kiekį;
- Gamintojo ir importuotojo pageidavimu platintojas turi vartotojui nurodyti EEĮA tvarkymo išlaidas;
- Platintojai gali nepriimti pirkėjo atiduodamų EEĮA, jeigu šias atliekas sudaro EEĮ be pagrindinių dalių ar jose yra atliekų, nepriskiriamų EEĮA ir jei šios atliekos kelia pavojų darbuotojų sveikatai bei saugumui;
- Iš vartotojų priimtas atliekas platintojai privalo perduoti EEĮA tvarkančiai įmonei;
- Platintojai, priimančys iš vartotojų EEĮA, prekybos vietoje privalo informuoti vartotojus apie tai, kaip jie gali atiduoti šias atliekas platintojams;
- Šios taisyklės taip pat taikomos platintojams, kurie į LR rinką tiekdami EEĮ, naudojami nuotolinio ryšio priemonėmis. Šiuo atveju vartotojams turi būti sudarytos sąlygos atiduoti EEĮA prekės atsiėmimo vietoje.



LR bendrieji EEĀ tvarkymo teisės aktai, paremti svoriniu principu, labiau akcentuojama EEĀ kiekybė, o ne kokybė, neatsižvelgiama į KM atgavimo galimybes iš EEĀ.

EEĀ, kaip ir kitų atliekų, prevencijai, taikomos tokios priemonės kaip: ekologinis projektavimas, atskiras surinkimas, visuomenės informavimas. Tačiau dalį priemonių, pavyzdžiui, EEĀ ekologinį projektavimą, Lietuvoje sudėtinga taikyti praktikoje, kadangi didžioji dalis EEĀ yra importuojama, o ne gaminama Lietuvoje. Dėl EEĀ antrinio panaudojimo gaminant naują EEĀ, įmonės gamintojos gali sumažinti sąnaudas, įsigyjant reikalingas EEĀ gamybai perdirbtas žaliavas.

### 1.5 KM perdirbimo technologijos

Surinktos atliekos yra transportuojamos į atliekų perdirbėjų aikšteles. EEĀ perdirbimas - tai produktų, priklausančių elektronikos kategorijai ir aprėpiančių viską nuo paprasčiausių galvaninių elementų iki įvairiausių kompiuterinių sistemų, limituotas perdirbimas. Šios kategorijos atliekos apytiksliai turi 57% metalų, 22% plastiko, 9% stiklo (pagal svorį). Elektriniai ir elektroniniai komponentai sudaro tik 3% produkto svorio. Likusios medžiagos yra medis, popierius, dirbtinis pluoštas ir kt. Jos sudaro 9% bendro svorio. Perdirbimo rezultatas - juodųjų metalų išskyrimas, atskirų elektronikos elementų išsaugojimas ir grąžinimas į gamybą, cheminis ar terminis KM atgavimas (*Martinho, et al. 2012*).

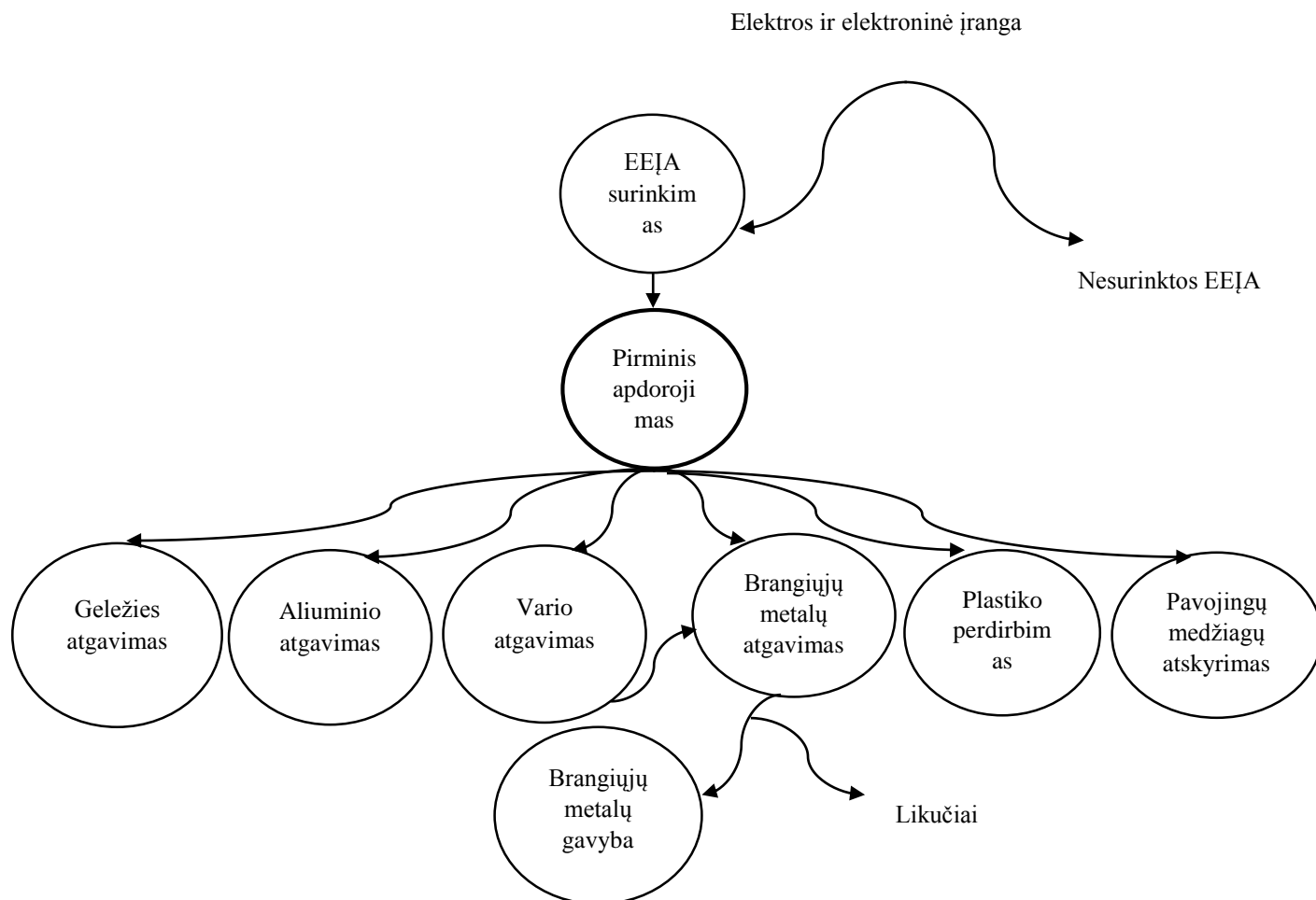
Elektronikos detalės gali būti perdirbamos tiek ardant rankiniu būdu, tiek taikant mechaninius, cheminius ir kitus metodus. Šių technologijų tikslas - racionaliai suderinti ekonominius ir aplinkosauginius aspektus (*Robinson, 2009*).

#### ***Rankinis išmontavimas***

Siekiant iš EEĀ pašalinti riziką keliančius elementus, EEĀ rankiniu būdu išmontuojamos ir suskirstomos į pagrindinius komponentus. Tai racionalus būdas perdirbti EEĀ ir gauti nekenksmingus produktus. Kai elementų dalys tiksliai surūšiuotos, jos gali būti lengvai iš naujo naudojamos. Tikslas yra generuoti EEĀ srautus, kurie judėtų teisinga linkme link galutinio apdorojimo ir KM atgavimo (žr. 1.2 pav.).

Svarbiausias atskyrimo tikslas - ne tik pašalinti kenksmingus elementus, bet ir išvalyti perdirbti tinkamus elementus. Pirminio išmontavimo metu atskiriami trijų rūšių komponentai: elektronikos elementai, elektroniniai vamzdeliai ir kitos dalys (riboto naudojimo, plataus vartojimo elektronika). Po pirminio išmontavimo kiekvienos rūšies komponentai toliau ardomi taikant specifinius metodus (*Habiba, et al. 2013*).

EEĪA surūšiuojamos į tokias dalis: kondensatoriai, juodieji metalai, spalvotieji metalai, plastmasė, medis, guma, elektroniniai vamzdeliai, kabeliai bei laidai, baterijos, metalo ir plastiko mišiniai, spausdintinės plokštės (*Spruogis, Jaskievičius, 2000*).



1.2 pav. Supaprastinta EEĪA perdirbimo grandinė, sutelkiant dėmesį į KM atgavimo etapus (*Chancerel, 2009*).

### ***Mechaniniai metodai***

EEĪA mechaninį perdirbimo metodą sudaro keletas atliekų dydžio mažinimo etapų, kurių metu kiekvienas iš sudėtinių komponentų pamažu smulkinamas. 1.3 paveiksle pavaizduotas pirminis EEĪA apdorojimas EEĪA perdirbimo gamykloje.

EEĪA smulkinimo technologijos: pjovimo sistemos, rotorius smulkintuvai, rotorius smūginiai malūnai.

EEĪA mechaninis smulkinimo procesas susideda iš kelių etapų:

- Pavojingų medžiagų atskyrimas ir saugus sutvarkymas;
- Įrangos įdėjimas į smulkintuvą;

- Spalvotųjų metalų atskyrimas (vario, švino, žalvario ir aliuminio);
- Likusių žaliavų - daugiausiai plastikų, gumos, stiklo ir medienos - šalinimas į sąvartyną.



1.3 pav. Pirminis EEĮA apdorojimas EEĮA perdirbimo gamykloje (*Drechsler, 2006*).

Smulkinimas tinka metalams išgauti, tačiau, vis daugiau EEĮ sudėtyje naudojant plastikų ir kitų medžiagų, gaminiai pirmiausia turi būti išardomi. Perdirbimas gaminį išardant rankiniu būdu skatinamas ir dėl to, kad EEĮA kurių sudėtyje yra mažai metalų, smulkinimo procesas ekonominiu požiūriu nėra perspektyvus (*Staniškis, et al., 2005*).

### **Cheminiai metodai**

Cheminiai metodai perdirbant EEĮA geriausiai tinka metalų komponentams išskirti. KM metalų išskyrimas ir yra svarbiausias tikslas. Pavyzdžiui, yra sukurtos technologijos metalams atskirti iš spausdintinių plokščių, laidininkų. Kadangi skiriasi atraminių plokščių medžiagos (pvz., plastikas, metalas, keramika), taikomos įvairios procedūros.

Kiekvieno cheminio poveikio sėkmė priklauso nuo fizinės ir cheminės komponento sudėties, tirpalo koncentracijos, proceso temperatūros ir šarmų neutralizavimo laiko. KM išskirti naudojamos rūgštys (pvz., sieros ar azoto), bazės (pvz., natrio, amoniakas) ar druskos (natrio ar kalio cianidas). KM gali būti surenkami nuo spausdintinių plokščių azoto rūgšties vonioje. Metalinės dalys turi būti visiškai pašalintos nuo plokščių ir KM gali būti toliau tirpdomi. Be to, gali būti naudojamas

vadinamasis elektrolitinis išskyrimo procesas ar cheminis nusodinimas elektrolizės būdu. Elektrolizės procedūrai naudojamas netirpstantis anodas. Elektrolizės metu naudojamas tirpstantis anodas, kai reguliariai atliekamas spalvotųjų metalų išskyrimas (pvz., vario, švino, sidabro) iš rūdos ar koncentruoto produkto (Cui, 2008).

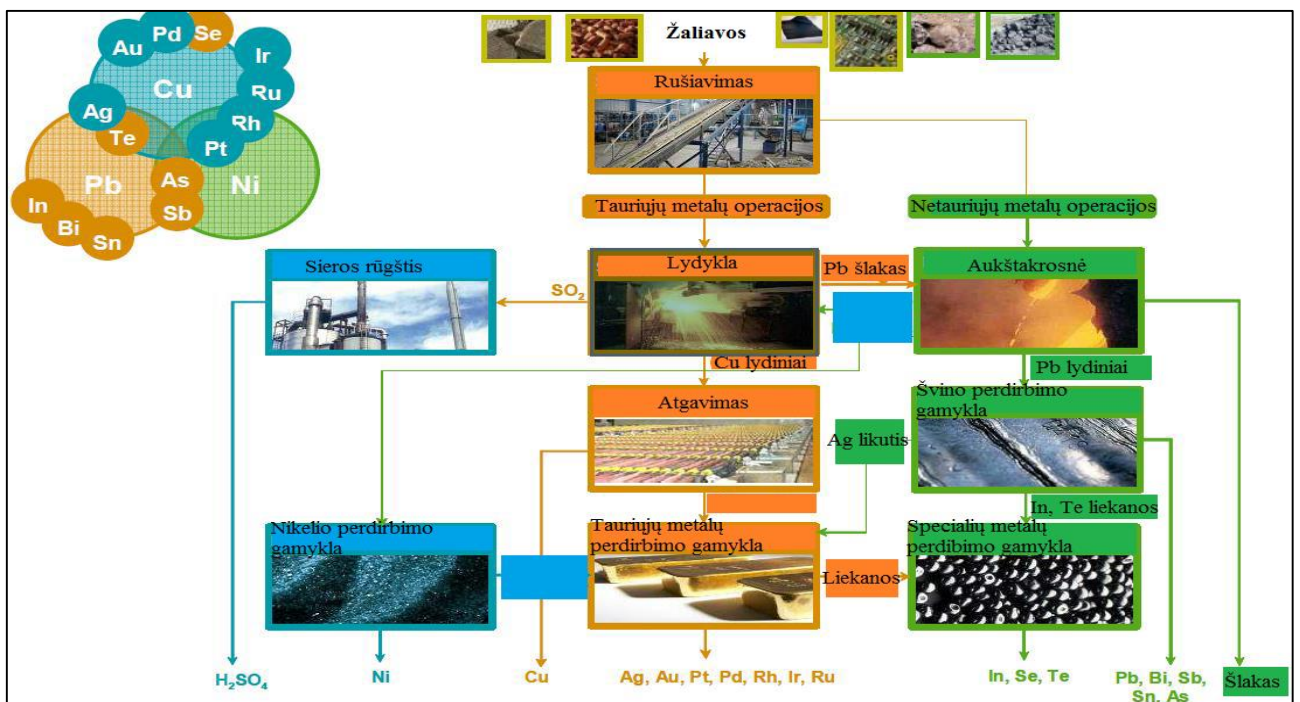
KM išskirti gali būti naudojamas ir elektrocheminis procesas. Tai anodinio tirpinimo procesas specialiai padengtiems metalams, kai šarminis jodo tirpalas naudojamas kaip elektrolitas. KM, tokius kaip: auksą, sidabrą, paladij, anodas ištirpdo ir katodas atskiria. Medžiagos - nešikliai lieka neužterštos ir lengvai panaudojamos dar kartą (Spruogis, Jaskėlevičius, 2000).

### Terminiai metodai

Galutinis KM atgavimas gali vykti vario arba integruotoje lydykloje taikant terminius metodus. Nors dauguma ES šalių EEĪA apdoroje pirminiu būdu, tačiau tik keliose ES šalių yra galutinio EEĪA apdorojimo įrenginių, Belgijoje - KM integruota lydykla, Vokietijoje ir Švedijoje - KM vario lydykla (Hagelken, 2008).

1.4 paveiksle parodyta supaprastinta integruotos lydyklos schema. Integruotose lydyklose, taikant pirometalurgijos ir hidrometalurgijos procesų derinius atgaunami KM: auksas, sidabras, paladis, rutenis, kobaltas. KM - ličio, yra atgavimo galimybė iš susidariusio šlako.

Kaip integruotose lydyklose, vario lydyklose taip pat taikomi pirometalurgijos ir hidrometalurgijos procesų deriniai atgaunant metalus, atgaunama vario katodų. Vario lydyklose naudojamas vario laužas, EEĪA.



1.4 pav. Supaprastinta integruotos lydyklos schema (UNEP, 2009).

## 1.6 KM kiekis EEĪA ir jų praradimai pagrindiniuose EEĪA tvarkymo sistemos etapuose

KM kiekiai dažnai prarandami pagrindiniuose EEĪA tvarkymo sistemos etapuose - surinkime, pirminiam apdorojime ir perdirbime. EEĪA srautą efektyviai tvarkyti sudėtinga dėl šių atliekų savybių:

- Neperiodiškas ir kintamas surenkamų EEĪA kiekis;
- Sudėtinga surinkimo sistema;
- Keblus ir brangus produktų ardymo, bei medžiagų identifikacijos procesas;
- Sudėtingas pavojingų medžiagų tvarkymas;
- Keblus ir brangus retų ir labai vertingų elementų išgavimo ir jų pakartotinio panaudojimo procesas;
- Daugeliui EEĪA esančių komponentų nėra tinkamų perdirbimo technologijų;
- Nėra sisteminio požiūrio į šių atliekų srauto tvarkymą;
- Iniciatyvos stoka diegiant ekologinį projektavimą elektronikos pramonėje;
- Pavojingi elementai EEĪA.

Beveik visų EEĪA sudėtyje yra pavojingų aplinkai medžiagų (*Staniškis, 2004*).

### *Mobilieji telefonai*

1.1 lentelė. Tiriamų KM pasiskirstymas mobiliųjų telefonų įrangos dalyse (*ETC/SCP, 2011*).

Baterijos	Li, Co
Mikroschemos	Co, Ag, Au, Pd
LCD	W
LED	-
Spausdintinės plokštės	Ag, Au, Pd

Mobiliesiems telefonams galimi keturi pirminio apdorojimo būdai:

1. Be pirminio apdorojimo. Tik baterijos pašalinimas. Šiuo atveju pirminio apdorojimo stadijoje nėra jokių KM nuostolių.
2. Rankinis išmontavimas: spausdintinių plokščių ir kitų komponentų, kurių sudėtyje yra KM pašalinimas.

3. Rankinis apdorojimas po smulkinimo ir automatizuoto rūšiavimo.
4. Kombinuotas rankinis ir mechaninis apdorojimas.

Daroma prielaida, kad KM pirminio apdorojimo efektyvumas mobiliuosiuose telefonuose yra lygus efektyvumui Vokietijoje. 1.2 lentelėje pateikti vertinimo rezultatai.

1.2 lentelė. Tiriamų KM pirminio apdorojimo efektyvumas mobiliuosiuose telefonuose (*Bakas, et al., 2014*).

	Be išankstinio apdorojimo	Rankinis apdorojimas	Mechaninis apdorojimas, 1	Mechaninis apdorojimas, 2	Bendra atgavimo norma
Pasiskirstymas, %	40%	10%	0%	50%	
KM perdirbimo norma					
Ag	100%	90%	11%	24%	61%
Co	100%	100%	100%	100%	100%
Li	100%	100%	100%	100%	100%
W	100%	90%	0%	0%	49%
Au	100%	90%	26%	24%	61%
Pd	100%	90%	26%	24%	61%
Ru	100%	90%	26%	24%	49%

### *Nešiojamieji kompiuteriai ir kompiuterinės užrašų knygelės*

1.3 lentelė. Tiriamų KM pasiskirstymas nešiojamųjų kompiuterių ir kompiuterinių užrašų knygelių įrangos dalyse (*ETC/SCP, 2011*).

Baterijos	Li, Co
Mikroschemos	Co, Ag, Au, Pd
LCD	W
LED	-
Spausdintinės plokštės	Ag, Au, Pd
Elektros variklis	Co
Išorinis kietasis diskas	Ag, Ru

1.4 lentelė. Tiriamų KM pirminio apdorojimo efektyvumas nešiojamuose kompiuteriuose ir kompiuterinėse užrašų knygelėse (*Bakas, et al., 2014*).

	Rankinis apdorojimas, 1	Rankinis apdorojimas, 2	Mechaninis apdorojimas, 1	Mechaninis apdorojimas, 2	Bendra atgavimo norma
Pasiskirstymas, %	24%	0%	0%	76%	
KM perdirbimo norma					
Ag	49%	92%	11%	75%	69%
Co	100%	100%	100%	100%	100%
Li	100%	100%	100%	100%	100%
W	80%	97%	0%	0%	19%
Au	80%	97%	26%	70%	72%
Pd	66%	99%	26%	41%	47%
Ru	0%	97%	26%	70%	53%

### ***Televizoriai ir plokščiakraniai monitoriai***

1.5 lentelė. Tiriamų KM pasiskirstymas televizorių ir plokščiakranių monitorių įrangos dalyse (*ETC/SCP, 2011*).

Mikroschemos	Co, Ag, Au, Pd
LCD	W
LED	-
Spausdintinės plokštės	Ag, Au, Pd
Plazminiai ekranai	Ag
Rezistorius	Au, Pd, Ru
Laidai	W, Au

Televizoriai ir plokščiakraniai monitoriai gali būti apdorojami trimis būdais (*Bakas, et al., 2014*):

1. Rankinis išmontavimas;
2. Mechaninis apdorojimas (automatinis);
3. Deginimas savivaldybių atliekų deginimo įrenginiuose.

Plokščiaekranius monitorius mechaniškai apdorojus arba sudeginus neatgaunamos vertingos medžiagos. Todėl plokščiaekranų monitorių rankinis išmontavimas žingsnis protinga linkme (*Bakas, et al., 2014*):

1. Kabelių pjovimas;
2. Lizdo pašalinimas;
3. Važiuklės atidarymas;
4. Spausdintinės plokštės išmontavimas; metalų, plastikų frakcionavimas;
5. LCD modulio frakcionavimas į LCD skydelį ir fono apšvietimą.

1.6 lentelė. Tiriamų KM pirminio apdorojimo efektyvumas televizoriuose ir plokščiaekranuose monitoriuose (*Bakas, et al., 2014*).

	Be išankstinio apdorojimo	Rankinis apdorojimas	Mechaninis apdorojimas, 2	Bendra atgavimo norma
Pasiskirstymas, %	0%	25%	75%	
KM perdirbimo norma				
Ag	0%	60%	60%	60%
Co	0%	60%	0%	15%
Li	0%	60%	0%	15%
W	0%	60%	0%	15%
Au	0%	60%	60%	60%
Pd	0%	60%	60%	60%
Ru	0%	60%	60%	60%

### ***KM nuostoliai EEĪA pirminio apdorojimo metu***

Nuostoliai, atsiradę pirminio apdorojimo metu gali būti dėl:

- Procesų, naudojamų išankstinio apdorojimo metu;
- Tarp srautų susidariusių pirminio apdorojimo metu ir galutinio apdorojimo etapo, procesų nesutapimo;
- Cheminių ir fizikinių dėsnių apribojimų.

Vokietijos atliktam tyrime „Chancerel, 2010“ išanalizuota įvairių EEĪ grupių skirtingi pirminio apdorojimo būdai siekiant atgauti auksą ir paladį (žr. 1.7 lent.). Aktualiausias būdas - mechaninis, rankinio ir mechaninio pirminio apdorojimo derinys, kuriuo galima pagerinti atgaunamus KM srautus.



1.7 lentelė. Aukso ir paladžio pirminio apdorojimo technologijos (*Chancerel, 2010*).

Apdorojimo būdas	EEĪA pasiskirstymas procesuose			Pirminio apdorojimo atgavimo būdai		Pirminio apdorojimo proceso atgavimas
	Be išankstinio apdorojimo	Rankinis	Mechaninis	Rankinis	Mechaninis	
Mobilieji telefonai	40%	10%	50%	90%	24%	61%
Kompiuteriai		24%	76%	90%	50%	60%
Monitoriai		24%	76%	60%	60%	60%
Stambūs namų apyvokos prietaisai		24%	76%	90%	40%	40%
Smulkūs namų apyvokos prietaisai		24%	76%	90%	40%	40%

EEĪA apdorojimas susiduria su taip vadinama „koncentracijos dilema“ - KM nuostolių mažinimas galbūt reiškia sumažinti KM frakciją ir didinti kitų nuostolių medžiagos koncentracijas, tokių kaip spalvotųjų metalų, kurie negali būti susigrąžinti KM procesuose (*Chancerel, 2010*).

#### ***KM nuostoliai EEĪA galutinio apdorojimo metu***

Galutinio apdorojimo efektyvumas yra apibrėžiamas, kaip santykis (*Menada, et al. 2013*):

- KM metalų atgavimai galutinėje apdorojimo fazėje;
- KM sąnaudos galutinio apdorojimo etape.

#### ***Mobilieji telefonai, nešiojamieji kompiuteriai ir kompiuterinės užrašų knygelės***

Po pirminio apdorojimo, mobiliųjų telefonų, nešiojamųjų kompiuterių ir kompiuterinių užrašų knygelių lažas yra laikomas galutinio perdirbimo etapo mišiniu. Dėl šios priežasties EEĪ grupės konkrečių nuostolių nėra.

1.8 lentelėje pateikiama galutinio apdorojimo efektyvumo apžvalga visam KM atgavimo etape. Skaičiai skliausteliuose rodo, KM esančius šalutinius produktus.

1.8 lentelė. Tiriamų KM atgavimo rodiklis (*Bakas, et al., 2014*).

KM	Integruota lydykla	Vario lydykla
Ag	>95%	95%
Co	90 %	(90%)
Li	0 % šlakas	0 % šlakas
W	0 % šlakas	0 % šlakas
Au	>95%	95%
Pd	>95%	95% / (90%, kaip koncentrato)
Ru	95% (selektyvi pirminio apdorojimo prielaida)	90% / (90%, kaip koncentrato)

### 1.7 Literatūros analizės išvados

Atlikus literatūros analizę paaiškėjo, kad literatūroje nėra plačiai aprašomas ir vertinamas KM atgavimo potencialas iš EEĪA. Nors EEĪA perdirbimu galima spręsti išteklių trūkumo klausimą ir sumažinti poveikį aplinkai per visą EEĪ gyvavimo ciklą bei prisidėti prie KM deficito mažinimo.

Galima teigti kad, pasaulyje toliau didėja baigtinių ir retų išteklių paklausa ir konkurencija dėl jų eikvojimo blogėja aplinkos būklė ir didėja jos pažeidžiamumas. Yra aiškiai deklaruota, kad vystymasis ir apsauga nėra prieštaringi dalykai, o racionalus gamtos išteklių naudojimas yra neatskiriama ne tik ekonominio vystymosi, bet ir gamtos apsaugos dalis.

KM yra itin svarbūs gaminant aukštųjų technologijų produktus, pradedant planšetiniais kompiuteriais, baigiant mažai anglies dvideginio į aplinką išmetančiais automobiliais ir atsinaujinančios energetikos įrenginiais.

Nustatytos trys pagrindinės kliūtys dėl kurių KM perdirbimo kiekis išlieka žemas:

- Netinkama valstybių narių EEĪA tvarkymo ir rinkimo sistema;
- Legalus, nelegalus EEĪ eksportas, kuriuose yra svarbiausių medžiagų;
- Netinkamas metalų perdirbimo procesas (išmontavimas, pirminis apdorojimas, galutinis apdorojimas).

Europos teisės aktuose nustatyti tikslai ir tiksliniai rodikliai yra pagrindiniai veiksniai gerinant atliekų tvarkymą. Jie padeda skatinti perdirbimo ir pakartotinio panaudojimo inovacijas, riboti sąvartynuose šalinamų atliekų kiekį, mažinti išteklių nuostolius ir kurti elgsenos pokyčių paskatas. LR bendrieji EEĪA tvarkymo teisės aktai, paremti svoriniu principu, labiau akcentuojama EEĪA kiekybė, o ne kokybė, neatsižvelgiama į KM atgavimo galimybes iš EEĪA.

## 2. TYRIMO METODIKA

Šio darbo metodika sudaryta remiantis Kopenhagos išteklių instituto ataskaita „Esamas ir potencialus KM kiekis EEJA“ (*Bakas, et al., 2014*), ir pritaikyta Lietuvos atveju. 2.1 lentelėje pateikiama darbo tyrimo eiga.

2.1 lentelė. Darbo tyrimo eiga.

Tyrimo eiga	Metodika; Duomenų šaltiniai
Tyrimo objekto ir apimties nustatymas	UAB „EMP recycling“ įmonės duomenys; Aplinkos apsaugos agentūros duomenys.
Duomenų rinkimas ir vertinimas	Mokslinės literatūros, aplinkos apsaugos agentūros, statistikos departamento, įvairių specializuotų duomenų bazių analizė taikoma surinkti EEĮ išleidimo į Lietuvos vidaus rinką kieki, EEĮ vartojimo, EEJA surinkimo, tvarkymo, duomenims siekiant įvertinti KM atgavimo potencialą iš EEJA Lietuvoje; Analizuojami atliekų surinkimo ir tvarkymo įmonės UAB „EMP recycling“ duomenys, siekiant įvertinti KM atgavimo potencialą įmonėje; EEJA susidarymo kiekiai įvertinti remiantis AAA duomenimis nuo 2009 - 2012 m.
KM parinkimas analizei	KM vertinimas grindžiamas tiekimo rizikos ir ekonominės reikšmės duomenimis, gautais iš JAV geologijos tarnybos; perdirbimo technologijų duomenimis gautais iš ES žaliavų iniciatyvos tyrimo.
EEĮ parinkimas analizei	Parinkimas analizei grindžiamas EEĮ kategorijų reikšmingumo rodikliais: medžiagų reikšmė; ekonominė reikšmė; duomenų prieinamumas; Įvertintos skirtingos EEĮ grupės, atsižvelgiant į KM buvimą ir ekonominę reikšmę EEĮ grupėse.
Esamas ir potencialus tiriamų EEJA kiekis - EEĮ ir EEJA srautai	Nustatomas atliekant tiriamų EEĮ ir EEJA srautų analizę. I metodika: esamas ir potencialiai susidarančių EEJA kiekis per metus apskaičiuojamas remiantis vidutine EEĮ prietaisų naudojimosi trukme ir EEĮ tiekimo į rinką AAA duomenimis nuo 2009 - 2012 m., prognozuotais duomenimis nuo 2004 - 2009 m. priimant prielaidą, kad iki 2009 m. EEĮ tiekimas rinkai nekito, prognozuotais duomenimis nuo 2012 - 2015 m. priimant prielaidą, kad nuo 2012 m. EEĮ tiekimas rinkai nekito. II metodika: remiantis EEĮ išleistų į rinką ir jų EEJA susidarymo pasiskirstymu, įvertinamas EEJA susidarymas, remiantis AAA duomenimis nuo 2009 - 2012 m., prognozuotais duomenimis nuo 1995 - 2009 m. priimant prielaidą, kad iki 2009 m. EEĮ tiekimas rinkai nekito, prognozuotais duomenimis nuo 2012 - 2015 m. priimant prielaidą, kad nuo 2012 m. EEĮ tiekimas rinkai nekito.
Potencialių ir atgautų KM kiekiai iš EEJA	KM kiekiai esantys mobiliuosiuose telefonuose pateikti remiantis „MOE & METI (2010)“ atliktu tyrimu. Metalams numatomas bendras KM atgavimo efektyvumas iš mobiliųjų telefonų atliekų. Potencialių ir atgautų KM kiekiai iš EEJA apskaičiuojami remiantis 2012 m. surinktų ir potencialių susidarančių tiriamų EEJA santykiu.

2.1 lentelės tęsinys kitame puslapyje

2.1 lentelės tęsinys

Tyrimo eiga	Metodika; Duomenų šaltiniai
KM poreikis ir galimybės padengti šį poreikį iš EEJA	Vertinimas atliekamas remiantis Europos komisijos (2010) pateiktom pasaulio KM gamybos ir vartojimo prognozėm. Įvertinama kokią dalį ES poreikio gali tenkinti efektyviai perdirbtos LR EEJA.
Ekonominis prarastų metalų vertinimas	Vertinimas atliekamas remiantis 2011 m. Londono metalų biržos kainomis ir duomenimis. Apskaičiuojama tiriamųjų EEJA KM nuostolių vertė LR 2015 m.
KM atgavimo potencialas UAB „EMP recycling“	Įvertintas, apskaičiavus kokia dalis UAB „EMP recycling“ surinktų ir sutvarkytų tiriamų EEJA yra iš LR kiekio. Pagal apskaičiuotą santykį įvertinamas atgaunamas KM kiekis UAB „EMP recycling“ iš LR atgaunamo KM kiekio.

## 2.1 Tyrimo objekto ir apimties nustatymas

Darbo tyrimui pasirinktas geografinis vienetas - Lietuva. O kaip atliekų tvarkymo objektas - UAB „EMP recycling“ įmonė. UAB „EMP recycling“ veiklos sritis apima atliekų (EEJ, eksploatuoti netinkamų transporto priemonių, baterijų, akumuliatorių, pakuočių, metalų, plastikų, stiklo, popieriaus, gumos, tekstilės, medienos, naftos produktų ir kt. atliekų) surinkimą, vežimą, saugojimą, apdorojimą, perdirbimą, eksportą ir importą. Tyrimo objektas pasirinktas todėl, kad UAB „EMP recycling“ - didžiausia Baltijos šalyse EEJA perdirbimo įmonė, remiantis EEJA tvarkymo duomenimis ir jos galimai daromo poveikio mastas EEJA surinkime ir perdirbime yra vienas iš didesnių.

UAB „EMP recycling“ įsigijo ir pagamino nemažai gamybinių įrenginių: kabelių perdirbimo įrenginį, elektronikos smulkintuvą, katalizatorių malūną, stambiagabaričių atliekų smulkinimo ir separavimo liniją. Pastatyta šaldytuvų perdirbimo gamykla, veikia įvairių medžiagų bandinių paėmimo ir tyrimų laboratorija.

Įmonės turimos technologijos pirminio apdorojimo metu (smulkinimas, granuliavimas) suteikia galimybę perdirbti per metus (*www.emp.lt*):

- Iki 20000 t. EEJA;
- Iki 500 t. automobilių katalizatorių;
- Iki 1000 t. laidų ir kabelių.

UAB „EMP recycling“ atgaunami juodieji ir spalvotieji metalai. Tyrime analizuojami KM, kurių perdirbimo technologijos yra galimos: sidabras, auksas, kobaltas, litis, volframas, rutenis, paladis. Iš jų įmonėje atgaunama: auksas, sidabras. KM atgavimas analizuojamas iš tiriamųjų EEJ:

mobiliųjų telefonų, nešiojamųjų kompiuterių ir kompiuterinių užrašų knygių, televizorių ir plokščiakranių monitorių įrangos.

Įmonė sukūrė EEĮA surinkimo iš namų ūkių sistemą. Surenka kompiuterius, monitorius, televizorius, šaldytuvus, garso aparatūrą, spausdintuvus ir kitas namų ūkiuose susidariusias EEĮA.

UAB „EMP recycling“ įsikūrusi 1999 m., tai novatoriška, sparčiai besiplečianti EEĮA surinkimo ir perdirbimo įmonė, sėkmingai veikianti Lietuvos ir užsienio rinkose. Įmonėje propaguojami atliekų šalinimo būdai sudaro geras prielaidas ugdyti bendruomeninį aplinkosaugos interesą. EMP misija - sukurti modernią universalią atliekų perdirbimo sistemą, kuri įgalintų pačiu patogiausiu ir greičiausiu būdu atiduoti atliekas visapusiškam jų perdirbimui paverčiant jas naudingomis žaliavomis. Įmonė, siekdama ambicingų tikslų, nuolat plečia atliekų surinkimo ir perdirbimo veiklos sferą. Savo ilgalaikėje veiklos strategijoje yra numaciusi plėtrą dviem kryptimis: steigiant savo skyrius bei atstovybes užsienyje ir plečiant veiklos sritis - perdirbamų atliekų kategorijų spektrą ([www.emp.lt](http://www.emp.lt)).

Įmonės deklaruojamas šūkis: „Atliekos turi savo vertę!“ skatina šalies gyventojus rūpintis aplinkos švara, saugiai bei teisingai atsikratyti nereikalingos EEĮA. Įmonė už gerus gamybos rezultatus, pažangių ekologiškų technologijų diegimą, pasiekimus aplinkosaugoje yra apdovanota įvairiomis nominacijomis ir prizais ([www.emp.lt](http://www.emp.lt)).

## **2.2 Duomenų rinkimas ir vertinimas**

### ***Duomenų rinkimas***

Mokslinės literatūros, aplinkos apsaugos agentūros, statistikos departamento, įvairių specializuotų duomenų bazių analizė buvo taikoma surinkti EEĮ išleidimo į Lietuvos vidaus rinką kiekį, EEĮ vartojimo, EEĮA surinkimo, tvarkymo, duomenims siekiant įvertinti KM atgavimo potencialą iš EEĮA Lietuvoje.

Analizuojami atliekų surinkimo ir tvarkymo įmonės UAB „EMP recycling“ duomenys, siekiant įvertinti KM atgavimo potencialą įmonėje.

Esamų ir potencialiai susidarančių tiriamų EEĮA kiekiai įvertinti remiantis AAA duomenimis nuo 2009 - 2012 m., prognozuotais duomenimis nuo 1995 - 2009 m. priimant prielaidą, kad iki 2009 m. EEĮ tiekimas rinkai nekito, prognozuotais duomenimis nuo 2012 - 2015 m. priimant prielaidą, kad nuo 2012 m. EEĮ tiekimas rinkai nekito.

### ***Vertinimas***

Magistro darbe remtasi Kopenhagos išteklių instituto sudaryta ataskaita „Esamas ir potencialus KM kiekis EEJA“ tyrimų ataskaitomis, kuriose jau įvertintas KM kiekis EEĮ: „Chancerel, 2010; MOE & METI, 2010; JOGMEC, 2008; Kida, Shirahase and Kawaguchi, 2009; Central Council on the Environment, 2011; Oguchi *et al.*, 2011; Ogu-chi, 2007“ (*Bakas, et al., 2014*).

KM parinkimo analizei vertinimas yra grindžiamas tiekimo rizikos ir ekonominės reikšmės duomenimis, gautais iš JAV geologijos tarnybos (*USGS, 2009*).

EEĮ parinkimas analizei grindžiamas EEĮ kategorijų reikšmingumo rodikliais:

- Medžiagų reikšmė;
- Ekonominė reikšmė;
- Duomenų prieinamumas.

Įvertintos skirtingos EEĮ grupės, atsižvelgiant į KM buvimą ir ekonominę reikšmę EEĮ grupėse. Remiantis šiuo įvertinimu, nustatytos reikšmingiausios EEĮ grupės.

Esamas ir potencialiai susidarantis tiriamų EEJA kiekis nustatomas atliekant EEĮ ir EEJA srautų analizę. Esamas ir potencialiai susidarantis EEJA kiekis, įvertintas remiantis „Bakas I., Fischer C., Haselsteiner S., *et al.* 2014“, aprašyta metodika, norint įvertinti esamą ir ateityje susidariusį EEJA kiekį. Remiantis EEĮ kiekiu išleistų į rinką ir jų EEJA susidarymo pasiskirstymu, įvertinamas EEJA susidarymas. Vertinimas atliekamas remiantis AAA duomenimis nuo 2009 - 2012 m., prognozuotais duomenimis nuo 1995 - 2009 m. priimant prielaidą, kad iki 2009 m. EEĮ tiekimas rinkai nekito, prognozuotais duomenimis nuo 2012 - 2015 m. priimant prielaidą, kad nuo 2012 m. EEĮ tiekimas rinkai nekito.

Taip pat įverinama remiantis „Šleinotaitė - Budrienė L. 2003“, „Europos Parlamento ir tarybos direktyvos 2002/96/EB dėl EEJA įgyvendinimo Lietuvoje poveikio tyrimo“ metodika. Esamų ir potencialiai susidarančių tiriamų EEJA kiekis per metus apskaičiuojamas remiantis vidutine EEĮ prietaisų naudojimosi trukme ir EEĮ tiekimo į rinką AAA duomenimis nuo 2009 - 2012 m., prognozuotais duomenimis nuo 2004 - 2009 m. priimant prielaidą, kad iki 2009 m. EEĮ tiekimas rinkai nekito, prognozuotais duomenimis nuo 2012 - 2015 m. priimant prielaidą, kad nuo 2012 m. EEĮ tiekimas rinkai nekito.

KM kiekiai esantys mobiliuosiuose telefonuose pateikti remiantis „MOE & METI (2010)“ atliktu tyrimu. Japonijos tyrime atlikta sudėties analizė su 15 skirtingų modelių mobiliųjų telefonų. Metalams numatomas bendras KM atgavimo efektyvumas iš mobiliųjų telefonų atliekų. Potencialių ir atgautų KM kiekiai iš EEJA apskaičiuojami remiantis 2012 m. surinktų ir potencialių susidarančių tiriamų EEJA santykiu.

KM poreikis ir galimybės padengti šį poreikį iš EEĪA vertinimas atliekamas remiantis Europos komisijos (2010) pateiktom pasaulio KM gamybos ir vartojimo prognozėm. Įvertinama kokią dalį ES poreikio gali tenkinti efektyviai perdirbtos LR EEĪA.

Ekonominis prarastų metalų vertinimas atliekamas remiantis 2011 m. Londono metalų biržos kainomis ir duomenimis. Apskaičiuojama tiriamųjų EEĪA KM nuostolių vertė LR 2015 m.

KM atgavimo potencialas UAB „EMP recycling“ įvertintas, apskaičiavus kokia dalis UAB „EMP recycling“ surinktų ir sutvarkytų tiriamų EEĪA yra iš LR kiekio. Pagal apskaičiuotą santykį įvertinamas autgaunamas KM kiekis UAB „EMP recycling“ iš LR atgaunamo KM kiekio.

### 3. TIRIAMASIS DARBAS

#### 3.1 KM parinkimas analizei

Tyrimo objektas - Lietuvos EEĮ ir EEĮA srautas, kaip potencialus KM atgavimo šaltinis.

3.1 lentelėje išvardinti metalai, kurie atitinka tiekimo rizikos ir ekonominės svarbos kriterijus ir priskiriami KM. Vertinimas yra grindžiamas tiekimo rizikos ir ekonominės reikšmės duomenimis, gautais iš JAV geologijos tarnybos (*USGS, 2009*).

KM perdirbimo technologijų duomenys gauti iš ES žaliavų iniciatyvos tyrimo (*COM(2014)297*).

3.1 lentelė. Metalų tiekimo rizikos ir ekonominės svarbos kriterijai (*Bakas, et al., 2014*).

KM	Tiekimo rizika			Ekonominė svarba		
	KM atsargos senka	Regioniniai KM rezervai senka	Prieinamos perdirbimo technologijos	Sparčiai auganti paklausa	Kainos augimas	KM vartojimo aktualumas
Sidabras (Ag)	×	•	•	×	×	×
Kobaltas (Co)	•	×	•	×	×	×
Indis (In)	×	×	×	×	×	×
Litis (Li)	•	×	•	×	×	×
Tantalas (Ta)	×	×	×	×	•	×
Telūras (Te)	•	×	×	×	×	×
Volframas (W)	×	×	•	×	×	×
Auksas (Au)	×	•	•	•	×	×
Berilis (Be)	•	×	×	•	•	×
Galis (Ga)	•	?	×	×	•	×
Germanis (Ge)	•	?	×	×	•	×
Paladis (Pd)	•	×	•	×	•	×
Rutenis (Ru)	•	?	•	•	×	×

• - atitinka kriterijus;

×

? - nėra duomenų;



Tyrimui pasirenkami KM kurių perdirbimo technologijos yra galimos:

- Kobaltas;
- Litis;
- Volframas;
- Rutenis;
- Sidabras;
- Auksas;
- Paladis.

Iš tiriamųjų KM UAB „EMP recycling“ atliekų surinkimo ir tvarkymo įmonėje yra atgaunama: Sidabras, auksas.

### 3.2 EEĮ parinkimas analizei

Užsienio studijose yra atlikti tyrimai, kuriuose nustatyti metalų/medžiagų, kategorijų/įrenginių grupių sudėtys.

Norint atlikti analizę ir padaryti išvadas, remiantis pagrįstais duomenimis, šis tyrimas sutelktas į pasirinktų KM: Co, Li, W, Ru, Ag, Au, Pd ir EEĮ kategorijų grupes (žr. 1 priedą), kuriose randami vertinami KM.

EEĮA surinkimo sistema prasideda nuo gaminių tiekimo, todėl perdirbimo apimtis ir surinkimo kiekis priklauso nuo tiekiamų rinkai EEĮ apimties.

EEĮ kategorijų reikšmingumas vertinamas pagal šiuos rodiklius (*Bakas, et al., 2014*):

- Medžiagų reikšmė;
- Ekonominė reikšmė;
- Duomenų prieinamumas.

Įvertintos skirtingos EEĮ grupės, atsižvelgiant į KM buvimą ir ekonominę reikšmę EEĮ grupėse. Remiantis šiuo įvertinimu, nustatytos reikšmingiausios EEĮ grupės:

- Mobilieji telefonai;
- Asmeniniai kompiuteriai (kartu su centriniu procesoriumi, pele ir klaviatūra);
- Nešiojamieji kompiuteriai ir kompiuterinės užrašų knygelės;
- Televizoriai ir plokščiakraniai monitoriai;
- Fotovoltiniai elementai;
- Pakartotiniai įkraunamos baterijos.

3.2 lentelėje pateikiamos svarbiausios EEĮ grupės ir KM pasiskirstymas įrangoje.

3.2 lentelė. KM pasiskirstymas EEĮ grupėse (*Bakas, et al., 2014*).

KM	Mobilieji telefonai	Asmeniniai kompiuteriai	Plokščiakraniai televizoriai ir monitoriai	Fotovoltiniai elementai	Pakartotiniai įkraunamos baterijos	Nešiojamieji kompiuteriai ir kompiuterinės užrašų knygelės
Kobaltas	+		+		+	+
Litis	+		+		+	+
Sidabras	+	+	+	+	+	+
Volframas	+	+	+			
Auksas	+	+	+			+
Paladis	+	+	+			+
Rutenis			+			+

+ - KM buvimas EEĮ grupėse;

Šiuo metu gaminamuose mobiliojo ryšio telefonuose yra daugiau nei 40 skirtingų elementų, o nešiojamųjų kompiuterių schemose net 65 skirtingų elementų, tokių kaip kobalto, galio, platinos ir retųjų žemės elementų ar jų lydynių (*Lia, et al., 2015*).

Tyrime plačiau analizuojama nustatytų svarbiausių EEĮ grupių, kuriose KM pasiskirstymas didžiausias, tai mobiliųjų telefonų, nešiojamųjų kompiuterių ir kompiuterinių užrašų knygelių, televizorių ir plokščiakranių monitorių įranga.

### 3.3 Esamas ir potencialus tiriamų EEĮA kiekis – EEĮ ir EEĮA srautai

#### *Esamas tiriamų EEĮA kiekis*

Dabartinė EEĮA tvarkymo sistema apima šiuos dalyvius: gamintojai/importuotojai, platintojai, vartotojai, atliekų tvarkytojai, savivaldybės ir RATC sistemos, nevyriausybinių organizacijos.

EEĮA tvarkymo schema Lietuvoje pavaizduota 3 priede (*Šleinotaitė - Budrienė L., 2003*).

EEĮA schema apibrėžta įtraukiant pagrindinius procesus:

- I. EEĮ šaltiniai;
- II. Platinimas;

- III. Naudojimas;
- IV. Surinkimas ir pirminis apdorojimas;
- V. Taisymas, perdirbimas, naudojimas;
- VI. Galutinis šalinimas.

2009 - 2013 m. laikotarpiu Lietuvoje į vidaus rinką tiekta 13422 t. IT ir telekomunikacijų įrangos, iš kurių 11675 t. naudojamos buityje ir 7026 t. televizorių įrangos (žr. 3.3 lent.).

3.3 lentelė. EEĮ tiekimas vidaus rinkai 2009 - 2013 m. (AAA, 2014).

EEĮ		2009		2010		2011		2012		2013 (preliminarūs)	
		Iš viso, t.	Naudojamos buityje, t.	Iš viso, t.	Naudojamos buityje, t.	Iš viso, t.	Naudojamos buityje, t.	Iš viso, t.	Naudojamos buityje, t.	Iš viso, t.	Naudojamos buityje, t.
Nr.	Pavadinimas										
3. A	IT ir telekomunikacijų įranga, išskyrus kompiuterių monitorius	2192	1927	2488	2170	2707	2374	3098	2673	2937	2531
4. B	Televizoriai	1184	1184	1101	1101	1585	1585	1875	1875	1281	1281

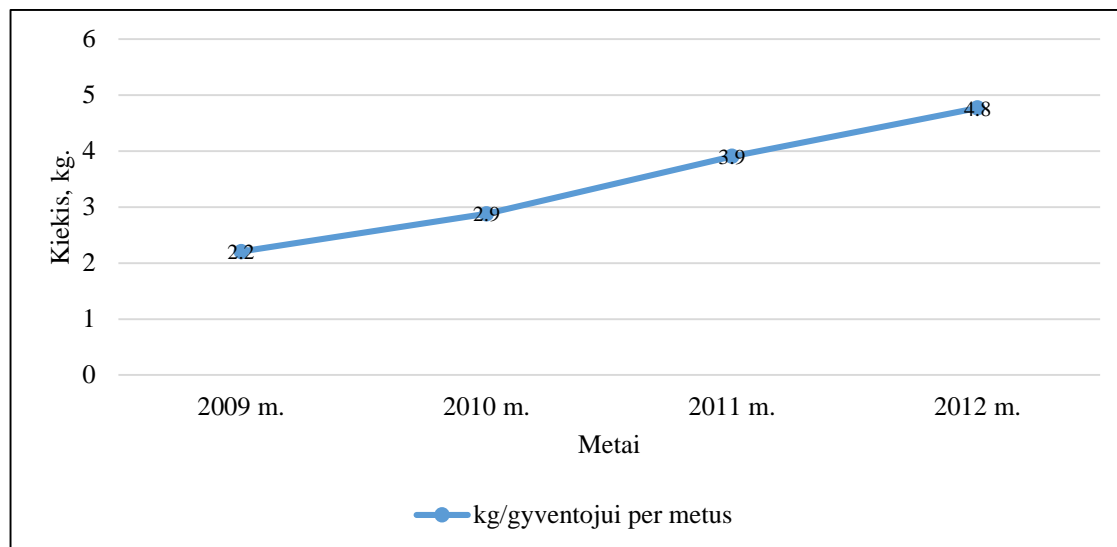
Nors perkama nauja EEĮ, tačiau nebūtinai susidaro toks pats EEĮA kiekis. Ryšys tarp tiekiamo į rinką EEĮ kiekio ir EEĮA kiekio neegzistuoja dėl dviejų priežasčių:

- EEĮ techninis tarnavimo laikas dažnai būna ilgesnis negu faktinis naudojimas;
- Dalis EEĮA yra kaupiama, pakartotinai naudojama ir nepatenka pas atliekų tvarkytojus.

EEĮ gamyba bei vartojimas auga ir ateityje užims svarbią vietą visuose žmonijos veiklos srityse. Kasmet vis daugiau EEĮ parduodama pasaulinėje rinkoje, todėl galima prognozuoti, kad EEĮA susidariusios gamybos ir vartojimo metu, ateities scenarijuje dominuos.

AAA duomenimis 2012 m. Europoje kiekvienam vartotojui vidutiniškai teko apie 16 kg. EEĮA per metus, o bendras jų kiekis per metus siekė aštuonis milijonus tonų. Manoma, kad per ateinančius dvylika metų šių atliekų padvigubės.

AAA duomenimis 2012 m. vienam Lietuvos vartotojui per metus teko 4,8 kg EEĮA. Prognozuojama, kad iki 2020 m. gali padidėti nuo šiandieninių 4,8 kg iki 24 kg EEĮA tenkančiam vienam Lietuvos vartotojui (žr. 3.1 pav.) (AAA, 2012).



3.1 pav. EEJA surinkimas ES (AAA, 2015).

2011 m. buvo apginta daktaro disertacija „Elektros ir elektroninės įrangos ir jos atliekų regioninių srautų valdymas“, kurioje buvo detalai nagrinėti EEĮ srautai 2008 m. (t.y. prieš ekonominę krizę ir EEĮ pardavimų sumažėjimą). I. Gurauskienės vertinimu, 2008 m. susidarę EEJA kiekiai buvo panašūs į naujos EEĮ pardavimus ir siekė apie 45 tūkst. t. (įvertinus EEĮ pakartotiniam naudojimui kiekius). Iš šio kiekio tik 21% EEJA patenka į oficialų atliekų perdirbimo sektorių, o likusioji srauto dalis pasiskirsto taip:

- 22% - nelegaliam perdirbimui;
- 12% - į sąvartynus;
- 45% - nenaudojamos EEJA kaupiamos namų ūkiuose ar įstaigose.

Į sąvartynus daugiausia patenka smulkios EEJA (smulkių namų apyvokos prietaisų, žaislų, laisvalaikio įrangos ir pan.) kuriomis galima atsikratyti patalpinant į mišrių komunalinių atliekų surinkimo kontenerius. Visos į sąvartynus patenkančios EEJA yra tinkamos perdirbimui.

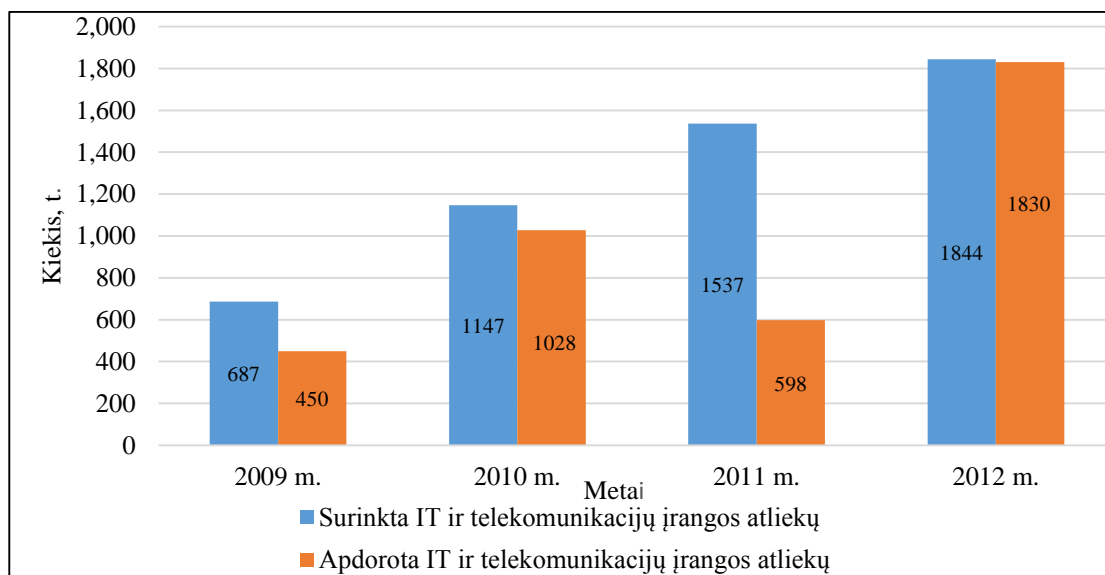
Remiantis Aplinkos apsaugos agentūros duomenimis tarp 2009 ir 2012 metų, EEJA surinkimas sparčiai augo - 2009 m. Lietuvoje buvo surinkta 30% visos į rinką išleistos EEĮ, o 2012 m. jau 50%. Remiantis šiais skaičiais, Lietuva jau pasiekė 2016 m. tikslą surinkti 45% parduotų EEĮ, dabartinis uždavinys yra iki 2019 m. pasiekti 65% EEJA surinkimo lygį.

3.4 lentelė. IT ir telekomunikacijų, televizorių įrangos kiekis tiekiamas vidaus rinkai; EEĮA surinkimas ir tvarkymas 2009 - 2012 m. (AAA, 2012).

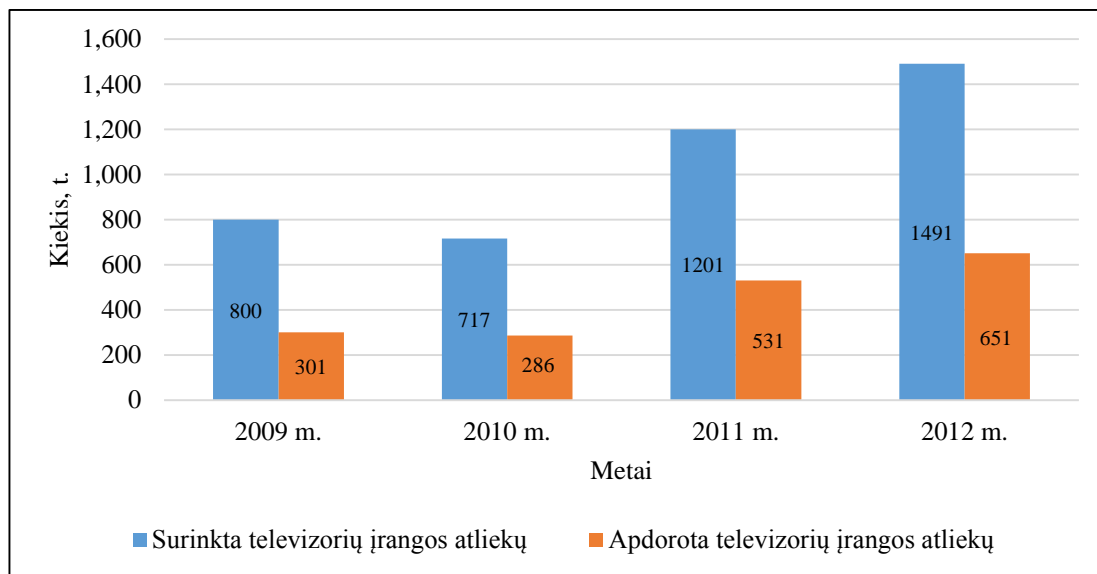
EEĮ tiekimas vidaus rinkai				EEĮ atliekų surinkimas, tvarkymas						
EEĮ kategorija			Faktinis vidaus rinkai patiektas kiekis, t.	Lietuvoje surinktos EEĮ atliekos, t.			Apdorotos EEĮ atliekos, t.			
Pavadinimas	Nr.	Metai		buityje susidaranti EEĮ atliekos	ne buityje susidaranti EEĮ atliekos	VISO SURINKTA	apdorota Lietuvoje	apdorota kitose ES valstybėse narėse	apdorota kitose valstybėse	VISO APDOROTA
IT ir telekomunikacijų įranga, išskyrus kompiuterių monitorius	3 A.	2009	2483.425	670.315	16.543	686.858	449.74	0.3	0	450.04
		2010	2865.202	1111.156	35.703	1146.859	1027.57	0	0	1027.57
		2011	2705.865	1521.178	16.144	1537.322	577.177	20.726	0	597.903
		2012	3505.759	1680.930	162.833	1843.763	1813.092	12.440	4.582	1830.114
Televizoriai	4 B.	2009	1184	791.243	8.633	799.876	260.487	40.546	0	301.033
		2010	1101	708.343	8.533	716.876	250.546	35.478	0	286.024
		2011	1585	1188.343	12.533	1200.876	402.441	128.369	0	530.81
		2012	1875	1475.343	15.533	1490.876	500.654	150.751	0	651.405

Lietuvoje yra apdorojamos visų kategorijų EEĮA, tačiau dalis surinktų EEĮA yra išvežama apdorojimui į kitas šalis. Likusios neperdirbtos EEĮA šalinamos sąvartyne, eksportuojamos į ES ar kitas valstybes arba saugojamos.

2012 m. IT ir telekomunikacijų įrangos atliekų apdorojimo situacija pagerėjo atliekų tvarkymo įmonėms padidinus perdirbamų EEĮA kiekius.



3.2 pav. IT ir telekomunikacijų įrangos atliekų tvarkymas 2009 - 2012 m. (AAA, 2014).



3.3 pav. Televizorių įrangos atliekų tvarkymas 2009 - 2012 m. (AAA, 2014).

EEĀ apdorojimo įmonėms problematiškas televizorių įrangos atliekų tvarkymas - kineskopų stiklo, turinčio švino (*Kang, 2010*).

Remiantis ATĪR 2014 m. duomenimis EEĀ Lietuvoje apdoroja 8 įmonės, kurių bendri apdorojimo pajėgumai siekia 45 tūkst. t. per metus: UAB „EMP Recycling“, UAB „Baltijos perdirbimas“, UAB „Electrorecycling services“, UAB „Kuusakoski“, UAB „Žalvaris“, UAB „Novitera“, UAB „Utilsa“ ir UAB „Metrail“. Šios įmonės apdoroja visų kategorijų EEĀ.

Vertinant įmonių EEĀ tvarkymo (apdorojimo) pajėgumus pagal TIPK leidimus, pajėgumai yra pakankami, tačiau Lietuvoje egzistuoja kita problema - tai nelegalus EEĀ ardymas, t. y. šią veiklą vykdo fiziniai asmenys, neregistruoti ATĪR ir neturintys TIPK leidimų šiai veiklai vykdyti. Tai lemia mažesnius surenkamų EEĀ kiekius bei nesaugų aplinkai ir žmonių sveikatai šių atliekų tvarkymą. Dėl šių priežasčių EEĀ tvarkytojai, turintys neišnaudotus EEĀ apdorojimo pajėgumus, privalo importuoti tvarkymui atliekas.

Remiantis Vokietijos metodika (*Chancerel, 2010*) 3.5 lentelėje įvertintas surinktų mobiliųjų telefonų, nešiojamųjų kompiuterių ir kompiuterinių užrašų knygelių įrangos kiekis iš visos IT kategorijos, įvertintos šių produktų EEĀ kategorijos frakcijos.

3.5 lentelė. EEĮA grupių kiekio apskaičiavimas, t. (Bakas, et al., 2014).

EEĮ grupė	EEĮ kategorijos Nr.	EEĮ grupių surinkimo kiekis t. Vokietijoje 2007	EEĮ kategorijų surinkimo kiekis t. Vokietijoje 2007	Surinkta EEĮ grupė / surinkta EEĮ kategorija % Vokietijoje 2007	EEĮ kategorijų surinkimo kiekis t. EU 2007	EEĮ kategorijų surinkimo kiekis t. EU 2008	EEĮ grupių surinkimo kiekis t. EU 2007	EEĮ grupių surinkimo kiekis t. EU 2008
Mobilieji telefonai	3	240	117749	0.20 %	390291	575976	796	1174
Nešiojamieji kompiuteriai, kompiuterinės užrašų knygelės	3	2026	117749	1.72 %	390291	575976	6715	9910
Staliniai kompiuteriai	3	9948	117749	8.45 %	390291	575976	32974	48661

Pagal EEĮ pateiktą procentinę išraišką, apskaičiuotas mobiliųjų telefonų, nešiojamųjų kompiuterių ir kompiuterinių užrašų knygelėlių įrangos surinkimo kiekis LR 2011 - 2012 m., kaip dalis nuo IT kategorijos, tonomis (žr. (3.1) formulę).

$$M = \frac{m \cdot k}{100\%}; \quad (3.1)$$

čia:  $M$  - įrangos surinkimo kiekis, t;

$m$  - IT kategorijos surinktas kiekis 2012 m., t;

$k$  - surinktos įrangos dalis nuo IT kategorijos, %. Remiantis (Chancerel, 2010), mobilieji telefonai - 0,20%, nešiojamieji kompiuteriai ir kompiuterinės užrašų knygelės - 1,72%, staliniai kompiuteriai - 8,45%.

2011 m:

$$M_{Mob.tel.} = \frac{1537,322 \cdot 0,20\%}{100\%} = 3,1t;$$

$$M_{Kompiut.} = \frac{1537,322 \cdot 10,17\%}{100\%} = 156,3t.$$

2012 m.:

$$M_{Mob.tel.} = \frac{1843,763 \cdot 0,20\%}{100\%} = 3,7t;$$

$$M_{Kompiut.} = \frac{1843,763 \cdot 10,17\%}{100\%} = 187,5t.$$

Tiriamajam darbe, kaip atliekų tvarkymo objektas pasirinktas - UAB „EMP recycling“. Remiantis UAB „EMP recycling“ 2012 m. duomenimis, įmonė surinko ir apdorėjo 6200 t. buityje susidarančių EEĮA, tai sudaro 45 proc. 2012 m. Lietuvoje surinkto ir apdoroto EEĮA kiekio.

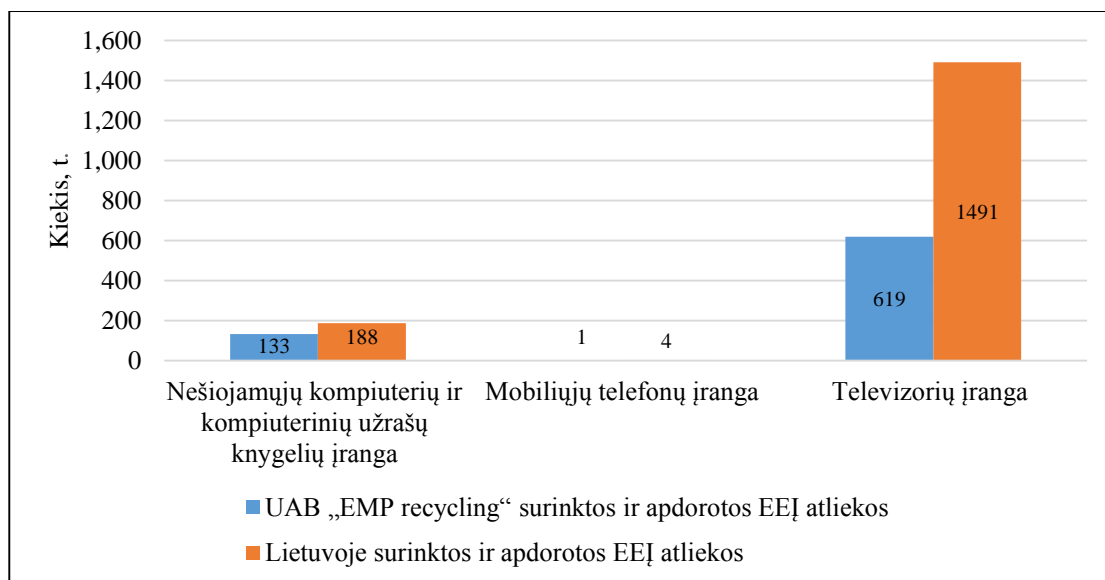
Televizorių įrangos surinkta ir apdorota - 620 t., IT ir telekomunikacinės įrangos - 621 t., tame tarpe:

Nešiojamųjų kompiuterių ir kompiuterinių užrašų knygelių įranga - 133 t., mobiliųjų telefonų įranga - 1 t.

3.6 lentelė. UAB „EMP recycling“ IT ir telekomunikacijų, televizorių įrangos surinkimo ir apdoravimo atliekų kiekiai 2012 m. (UAB „EMP recycling“ įmonės duomenys, 2012).

EEĮ kategorija		
Nr.	Pavadinimas	UAB „EMP recycling“ Lietuvoje surinktos ir apdorotos EEĮA, t.
3 A.	IT ir telekomunikacinė įranga, išskyrus kompiuterių monitorius	621
4 B.	Vartojimo įranga, televizoriai	620

Remiantis AAA ir UAB „EMP recycling“ 2012 m. duomenimis, apskaičiuota, kad įmonė surinko ir apdorėjo 71 proc. 2012 m. Lietuvoje surinkto ir sutvarkyto nešiojamųjų kompiuterių ir kompiuterinių užrašų knygelių, 25 proc. - mobiliųjų telefonų, 42 proc. - televizorių įrangos kiekio (žr. 3.4 pav.).



3.4 pav. UAB „EMP recycling“ ir Lietuvoje surinktų, apdorotų EEĮA kiekiai 2012 m. (AAA, 2012; UAB „EMP recycling“ įmonės duomenys, 2012).



## *Esamų ir potencialių tiriamų EEJA kiekis*

### *I metodika*

Esamų ir potencialiai susidarančių tiriamų EEJA kiekis įverinamas remiantis „Šleinitaitė - Budrienė L. 2003“, „Europos Parlamento ir tarybos direktyvos 2002/96/EB dėl EEJA įgyvendinimo Lietuvoje poveikio tyrimo“ metodika.

EEĮ prietaisų vidutinė naudojimo trukmė ypač varijuoja. Europos šalyse atliktų studijų rezultatai rodo, kad ji yra nuo 7 iki 30 metų, priklausomai nuo EEĮ rūšies bei priežasčių, kodėl tampa EEJA (ekonominių, ekologinių, estetinių, funkcinių ar psichologinių ir kt.) (Loches, 2010).

Vertinant esamą ir potencialių tiriamų EEJA susidarymą, remiantis Lietuvos statistikos departamento atlikto tyrimo „Energijos suvartojimas namų ūkiuose“ duomenimis, priimamos EEĮ vidutinės naudojimosi trukmės (žr. 3.7 lent.).

3.7 lentelė. Vidutinis prietaiso amžius (*Lietuvos statistikos departamentas, 2012*).

Ilgalaikio naudojimo prietaisai	Vidutinis prietaiso amžius, m.
Nešiojamieji kompiuteriai ir kompiuterinės užrašų knygelės	4
Mobilieji telefonai	2
Televizoriai	7

Esamų ir potencialiai susidarančių tiriamų EEJA kiekis per metus apskaičiuojamas remiantis vidutine EEĮ prietaisų naudojimosi trukme ir EEĮ tiekimo į rinką AAA duomenimis nuo 2009 - 2012 m., prognozuotais duomenimis nuo 2004 - 2009 m. priimant prielaidą, kad iki 2009 m. EEĮ tiekimas rinkai nekito, prognozuotais duomenimis nuo 2012 - 2015 m. priimant prielaidą, kad nuo 2012 m. EEĮ tiekimas rinkai nekito.

Paskaičiuotos vertės nurodo esamus ir prognozuojamus „naujų“ EEJA kiekius.

3.8 lentelė. Esamų ir potencialiai susidarančių tiriamų EEJA kiekiai per m., t., LT, 2004 - 2015 m.

Susidarantis EEJA kiekis per, m.	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nešiojamieji kompiuteriai, kompiuterinės užrašų knygelės	10.7	21.4	32.0	42.7	42.7	42.7	44.3	45.3	49.7	54.1	56.9	60.3
Mobilieji telefonai	2.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.3	5.6	6.2	7.0	7.0	7.0
Televizoriai	169.1	338.3	507.4	676.6	845.7	1014.9	1172.1	1229.4	1328.1	1426.9	1525.6	1624.3
Viso:	182.3	364.6	544.4	724.2	893.4	1062.5	1221.8	1280.3	1384.1	1488.0	1589.4	1691.6

## II metodika

Remiantis Bakas I., Fischer C., Haselsteiner S., *et al.* 2014, aprašyta metodika, norint įvertinti esamą ir ateityje susidariusį EEĀ kiekį, įvertinamas EEĪ kiekis pateiktas rinkai ir apskaičiuojama EEĪ naudojimo trukmė.

EEĀ susidarymo pirmenybė teikiama vidutinei naudojimo trukmei, EEĪ įsigyti tam tikrais metais, ne visi tampa atliekomis tuo pačiu metu. Kiekvieno EEĪ susidarymas EEĀ yra unikalus (*Bakas, et al., 2014*).

3.9 lentelėje pateikti dydžiai leidžia numatyti tiriamųjų EEĪ susidarymą į EEĀ ir tikslinti visus metus po jų įsigijimo. Remiantis EEĪ išleistų į rinką ir jų EEĀ susidarymo pasiskirstymu, galima įvertinti EEĀ susidarymą remiantis AAA duomenimis nuo 2009 - 2012 m., prognozuotais duomenimis nuo 1995 - 2009 m. priimant prielaidą, kad iki 2009 m. EEĪ tiekimas rinkai nekito, prognozuotais duomenimis nuo 2012 - 2015 m. priimant prielaidą, kad nuo 2012 m. EEĪ tiekimas rinkai nekito.

Procentinis dydis EEĪ išleistų į rinką „0 metų“ parodo EEĀ kiekį proc., kuris susidaro tais pačiais metais.

3.9 lentelė. Tiriamojo EEĀ kiekio susidarymas proc. nuo EEĪ išleistų į rinką (*Bakas, et al., 2014*).

Metai	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Nešiojamieji kompiuteriai	0	2.9	10.6	17.4	20.4	18.8	14.1	8.7	4.5	1.9	0.7	0.2	0	0	0	0	0
Mobilieji telefonai	2.9	6.0	22.7	30.9	23.4	10.7	2.9	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Televizoriai	1.0	1.4	5.1	9.1	12.3	14.0	14.1	12.8	10.4	7.8	5.3	3.3	1.8	1	0.4	0.2	0.1

3.10 lentelėje apskaičiuoti ir pateikti tiriamųjų EEĮ, esantys ir potencialiai susidarantys EEĮA kiekiai nuo 1995 m. iki 2015 m.

3.10 lentelė. Esamų ir potencialiai susidarantių tiriamų EEĮA kiekiai, t., LT, 1995 - 2015 m.

Metai	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Nešiojamieji kompiuteriai ir kompiuterinės užrašų knygelės	0.0	1.2	5.8	13.2	21.9	29.9	36.0
Mobilieji telefonai	0.1	0.4	1.6	3.1	4.3	4.8	4.9
Televizoriai	11.8	28.4	88.8	196.5	342.2	507.9	674.9
Viso:	12.0	30.1	96.1	212.8	368.4	542.7	715.8
Metai	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Nešiojamieji kompiuteriai ir kompiuterinės užrašų knygelės	39.7	41.6	42.4	42.7	42.8	42.8	42.8
Mobilieji telefonai	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Televizoriai	826.4	949.6	1041.9	1104.7	1143.7	1165.1	1176.9
Viso:	871.1	996.1	1089.3	1152.3	1191.5	1212.8	1224.7
Metai	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Nešiojamieji kompiuteriai ir kompiuterinės užrašų knygelės	42.8	42.8	43.0	43.6	44.9	47.2	50.2
Mobilieji telefonai	5.0	5.0	5.0	5.2	5.5	5.9	6.4
Televizoriai	1181.6	1183.2	1188.0	1193.5	1214.7	1263.3	1337.6
Viso:	1229.4	1231.0	1236.0	1242.3	1265.0	1316.4	1394.3

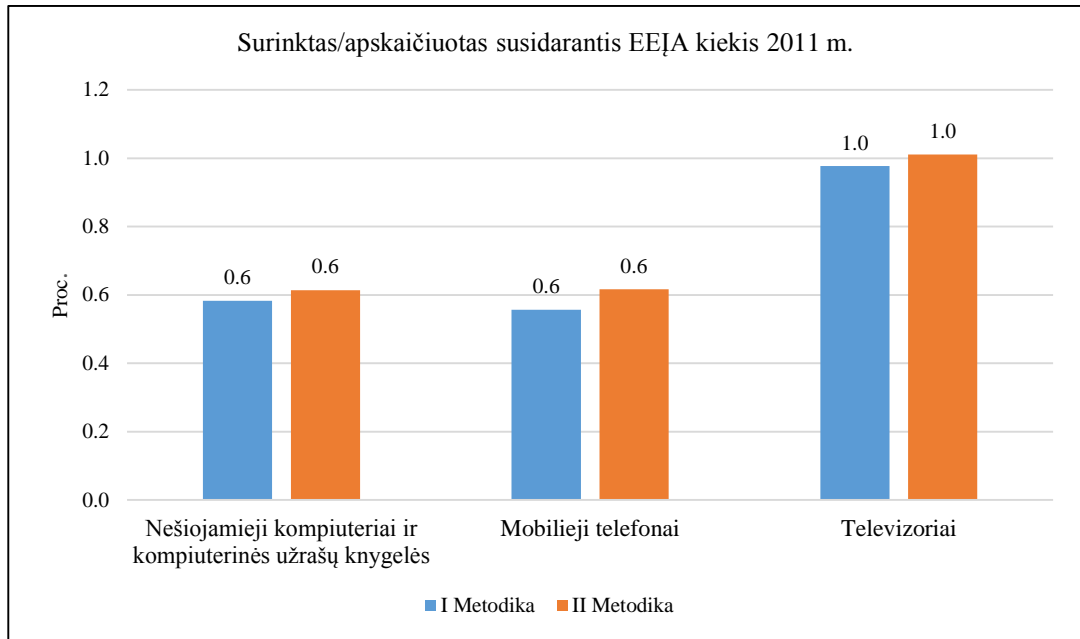
3.11 lentelėje pagal surinktą ir potencialiai susidarantią EEĮA kiekį, remiantis I ir II metodika, apskaičiuotas surinktų ir potencialiai susidarantių EEĮA santykis 2011 - 2012 m.

3.11 lentelė. Surinktų ir potencialių susidarantių EEĖA santykis, t., LT, 2011 - 2012 m.

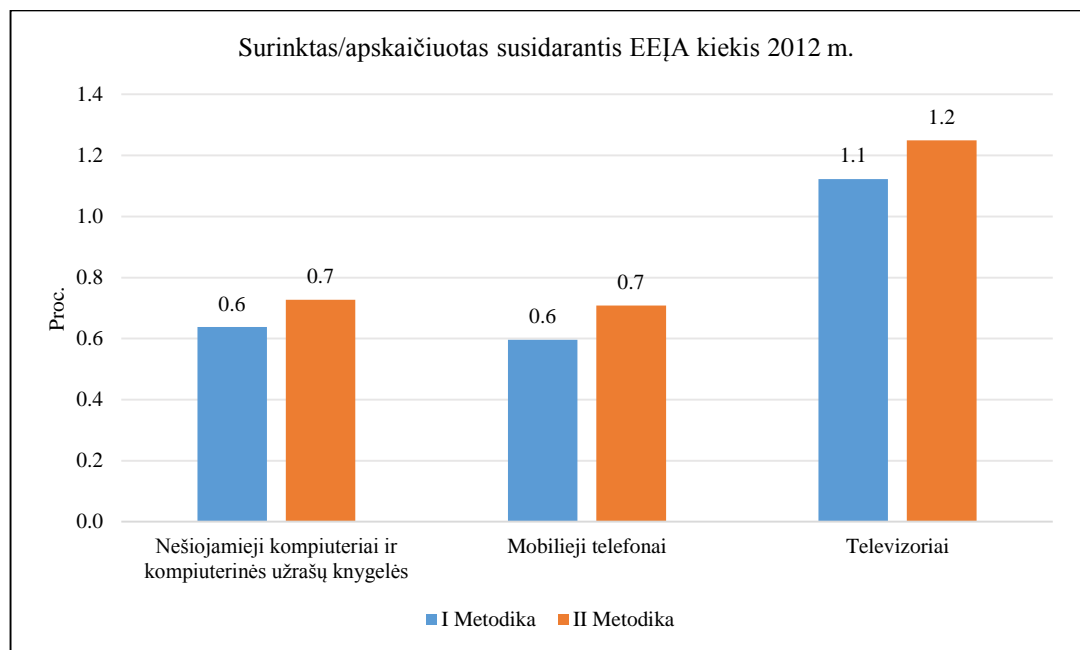
I metodika						
Metai	2011			2012		
	Apskaičiuotas susidarantis EEĖA kiekis, t.	Surinktas EEĖA kiekis, t.	Surinktas/ apskaičiuotas susidarantis EEĖA kiekis, proc.	Apskaičiuotas susidarantis EEĖA kiekis, t.	Surinktas EEĖA kiekis, t.	Surinktas/ apskaičiuotas susidarantis EEĖA kiekis, proc.
Nešiojamieji kompiuteriai, kompiuterinės užrašų knygelės	45.3	26.4	0.6	49.7	31.7	0.6
Mobilieji telefonai	5.6	3.1	0.6	6.2	3.7	0.6
Televizoriai	1229.4	1201.0	1.0	1328.1	1491.0	1.1
Viso:	1280.3	1230.5	2.1	1384.1	1526.4	2.4
II metodika						
Nešiojamieji kompiuteriai, kompiuterinės užrašų knygelės	43.0	26.4	0.6	43.6	31.7	0.7
Mobilieji telefonai	5.0	3.1	0.6	5.2	3.7	0.7
Televizoriai	1188.0	1201.0	1.0	1193.5	1491.0	1.2
Viso:	1236.0	1230.5	2.2	1242.3	1526.4	2.7

Daroma prielaida, kad tarp surinkto ir potencialiai susidarantių nešiojamųjų kompiuterių ir kompiuterinių užrašų knygelių, mobiliųjų telefonų EEĖA kiekio, KM nuostoliai susidaro dėl nepakankamo EEĖA kiekio surinkimo.

Televizorių ir plokščiakranių monitorių didesnio surinkto EEĖA kiekio nei apskaičiuoto susidarantių EEĖA kiekio priežastis, 2011 - 2012 m. didelės įstrižainės plokščiakranių televizorių, kuriais masiškai buvo keičiami senieji kineskopiniai televizoriai, bumas. Didieji gamintojai nustojo gaminti kineskopinius televizorius 2006 - 2007 metais, kuomet paklausa visiškai sumažėjo. Kineskopo vietą televizoriuose užėmė naujesnės technologijos televizoriai - skystųjų kristalų ir plokšti plazminiai. Šis palyginimas leidžia daryti prielaidą, jog surinktų televizorių atliekų kiekis viršija numatytą susidarantių EEĖA kiekį, dėl vartotojų poreikių naujiems televizoriams ir senųjų šalinimu, kurių vidutinis svoris - 30kg. Metodikos taikymas skystųjų kristalų ir plokščių plazminių televizorių skaičiavimams, kurių vidutinis svoris - 10 kg.



3.5 pav. Surinktas/apskaičiuotas susidarantis EEĮA kiekis 2011 m.; I ir II metodikos palyginimas.



3.6 pav. Surinktas/apskaičiuotas susidarantis EEĮA kiekis 2012 m.; I ir II metodikos palyginimas.

Remiantis II metodika, EEĮ išleistų į rinką ir jų EEĮA susidarymo pasiskirstymu, galima tiksliau įvertinti EEĮA susidarymą ir tikslinti visus metus po EEĮ įsigijimo.

### 3.4 Potencialių ir atgautų KM kiekiai iš EEĪA

#### *Mobilieji telefonai*

KM kiekiai esantys mobiliuosiuose telefonuose pateikti remiantis „MOE & METI (2010)“ atliktu tyrimu. Japonijos tyrime atlikta sudėties analizė su 15 skirtingų modelių mobiliųjų telefonų. Metalams numatomas bendras KM atgavimo efektyvumas iš mobiliųjų telefonų atliekų.

Net jei pirminio ir galutinio apdorojimo etapai numatė 100% KM atgavimo efektyvumą, atgavimo kiekis būtų apribotas iki I met. - 0,6%, II met. - 0,7% dėl surinktų ir potencialių susidarantių mobiliųjų telefonų atliekų santykio 2012 m. Siekiant atgauti didesnius KM kiekius, reikėtų padidinti mobiliųjų telefonų surinkimo sistemos efektyvumą.

3.12 lentelėje pateiktas bendras atgaunamas KM kiekis, remiantis 2012 m. surinktų ir potencialių susidarantių mobiliųjų telefonų atliekų I met., II met. santykiu, apskaičiuotu 3.11 lent.

3.12 lentelė. Potencialių ir atgaunamų KM kiekiai iš mobiliųjų telefonų atliekų, kg.

I metodika						
			2012		2015	
KM	KM g./EEĪ kg.	Galutinė norma	Mobilųjų telefonų atliekos, t.		Mobilųjų telefonų atliekos, t.	
			6.2		7	
		Atgavimas (%)	KM atgautas kiekis, kg.	KM kiekis EEĪA, kg.	KM atgautas kiekis, kg.	KM kiekis EEĪA, kg.
Ag	0.998	0.5%	0.03	6.19	0.03	6.99
Co	0.177	0.6%	0.01	1.10	0.01	1.24
Li	0.005	0.3%	0	0.03	0	0.04
W	1.469	0.1%	0.01	9.11	0.02	10.28
Au	0.389	0.5%	0.01	2.41	0.01	2.72
Pd	0.060	0.5%	0	0.37	0	0.42
Ru	-	0.1%	-	-	-	-
II metodika						
			5.2		6.4	
Ag	0.998	0.5%	0.03	5.19	0.03	6.39
Co	0.177	0.7%	0.01	0.92	0.01	1.13
Li	0.005	0.4%	0	0.03	0	0.03
W	1.469	0.2%	0.01	7.64	0.02	9.40
Au	0.389	0.5%	0.01	2.02	0.01	2.49
Pd	0.060	0.5%	0	0.31	0	0.38
Ru	-	0.2%	-	-	-	-

### *Nešiojamieji kompiuteriai ir kompiuterinės užrašų knygelės*

KM kiekiai esantys nešiojamuosiuose kompiuteriuose ir kompiuterinėse užrašų knygelėse pateikti remiantis „Shingikiai (2011)“ atliktu tyrimu. Apskaičiuota bendra KM atgavimo norma perdirbimo procesuose 0,1 – 0,7%.

3.13 lentelėje pateiktas bendras atgaunamas KM kiekis, remiantis 2012 m. surinktų ir potencialių susidarančių nešiojamųjų kompiuterių ir kompiuterinių užrašų knygių atliekų I met., II met. santykiu, apskaičiuotu 3.11 lentelėje.

2015 m. sidabro būtų atgaunama 0,11 - 0,12 kg., aukso - 0,04 kg., paladžio ir kobalto - 0,01 kg. Padidinus EEĪA surinkimo efektyvumą būtų atgaunami didesni KM kiekiai.

3.13 lentelė. Potencialių ir atgaunamų KM kiekiai iš nešiojamųjų kompiuterių ir kompiuterinių užrašų

I metodika						
			2012		2015	
K M	KM g./EEĪ kg.	Galutinė norma	Nešiojamųjų kompiuterių atliekos, t.		Nešiojamųjų kompiuterių atliekos, t.	
			49.7		60.3	
		Atgavimas (%)	KM atgautas kiekis, kg.	KM kiekis EEĪA, kg.	KM atgautas kiekis, kg.	KM kiekis EEĪA, kg.
Ag	0.399	0.5%	0.10	19.83	0.12	24.06
Co	0.019	0.6%	0.01	0.94	0.01	1.15
Li	0	0.3%	0	0	0	0
W	0.019	0.1%	0	0.94	0	1.15
Au	0.143	0.5%	0.04	7.11	0.04	8.62
Pd	0.057	0.4%	0.01	2.83	0.01	3.44
Ru	0.003	0.4%	0	0.15	0	0.18
II metodika						
			43.6		50.2	
Ag	0.399	0.6%	0.10	17.40	0.11	20.03
Co	0.019	0.7%	0.01	0.83	0.01	0.95
Li	0	0.4%	0	0	0	0
W	0.019	0.1%	0	0.83	0	0.95
Au	0.143	0.6%	0.04	6.23	0.04	7.18
Pd	0.057	0.5%	0.01	2.49	0.01	2.86
Ru	0.003	0.5%	0	0.13	0	0.15

**Televizoriai ir plokščiakraniai monitoriai**

KM kiekiai esantys televizoriuose ir plokščiakraniuose monitoriuose pateikti remiantis „Shingikai (2011)“ atliktu tyrimu.

3.14 lentelėje pateiktas bendras atgaunamas KM kiekis, remiantis 2012 m. surinktų ir potencialių susidarancių mobiliųjų telefonų atliekų I met., II met. santykiu, apskaičiuotu 3.11 lentelėje. Apskaičiuota bendra KM atgavimo norma perdirbimo procesuose 0,1 - 0,9%. 2015 m. sidabro bûtų atgaunama 0,41 - 0,45 kg., aukso 0,07 - 0,08 kg., kobalto ir paladžio - 1 kg.

3.14 lentelė. Potencialių ir atgaunamų KM kiekiai iš televizorių ir plokščiakranių monitorių atliekų, kg.

I metodika						
			2012		2015	
K M	KM g./EEĮ kg.	Galutinė norma	Televizorių atliekos, t.		Televizorių atliekos, t.	
			1328.1		1624.3	
		Atgavimas (%)	KM atgautas kiekis, kg.	KM kiekis EEĮA, kg.	KM atgautas kiekis, kg.	KM kiekis EEĮA, kg.
Ag	0.033	0.9%	0.37	43.30	0.45	52.95
Co	0.001	0.6%	0.01	1.59	0.01	1.95
Li	0.001	0.1%	0	1.59	0	1.95
W	0	0.1%	0	0	0	0
Au	0.006	0.9%	0.06	7.30	0.08	8.93
Pd	0.001	0.9%	0.01	0.80	0.01	0.97
Ru	0	0.9%	0	0	0	0
II metodika						
			1193.5		1337.6	
Ag	0.033	0.9%	0.33	38.91	0.41	43.61
Co	0.001	0.6%	0.01	1.43	0.01	1.61
Li	0.001	0.1%	0	1.43	0	1.61
W	0	0.1%	0	0	0	0
Au	0.006	0.9%	0.06	6.56	0.07	7.36
Pd	0.001	0.9%	0.01	0.72	0.01	0.80
Ru	0	0.9%	0	0	0	0



Remiantis atlikta analize, 3.15 lentelėje įvertinami bendri atgaunamų ir potencialiai atgaunamų KM kiekiai iš tiriamųjų EEJA. KM atgavimas įvertintas 2012 m. ir 2015 m. 2012 m. LR iš EEJA galimybė atgauti 0,62 - 0,66 kg. KM, 2015 m. 0,75 - 0,80 kg. KM.

3.15 lentelė. Bendri atgaunamų ir potencialiai atgaunamų KM kiekiai iš mobiliųjų telefonų, nešiojamųjų kompiuterių ir kompiuterinių užrašų knygelių, televizorių ir plokščiakranių monitorių atliekų.

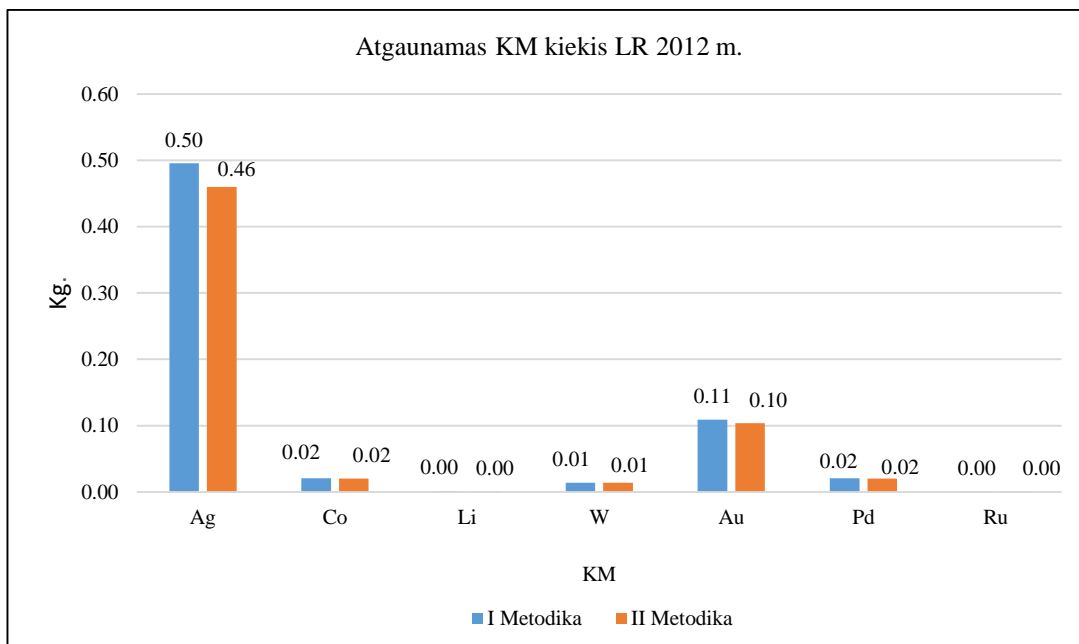
I metodika				
Metai	2012		2015	
Viso EEJA, t.	1384		1691.6	
KM	KM atgautas kiekis, kg.	KM kiekis EEJA, kg.	KM atgautas kiekis, kg.	KM kiekis EEJA, kg.
Ag	0.50	69.31	0.60	84.00
Co	0.02	3.64	0.02	4.33
Li	0	1.62	0	1.98
W	0.01	10.05	0.02	11.43
Au	0.11	16.82	0.13	20.28
Pd	0.02	4.00	0.02	4.83
Ru	0	0.15	0	0.18
Viso:	0.66	105.60	0.80	127.04
II metodika				
	1242.3		1394.2	
Ag	0.46	61.49	0.56	70.02
Co	0.02	3.18	0.02	3.69
Li	0	1.46	0	1.64
W	0.01	8.47	0.02	10.36
Au	0.10	14.82	0.12	17.03
Pd	0.02	3.51	0.02	4.05
Ru	0	0.13	0	0.15
Viso:	0.62	93.07	0.75	106.93

I metodika KM susidarymo kiekiai įvertinti, remiantis surinkto ir potencialiai susidarancio EEJA kiekio ateityje, AAA duomenimis nuo 2009 - 2012 m., prognozuotais duomenimis nuo 2004 - 2009 m. ir nuo 2012 - 2015 m. ir vidutine EEJ prietaisų naudojimosi trukme. Priimta prielaida, kad iki 2009 m. ir nuo 2012 m. EEJ tiekimas rinkai nekito.

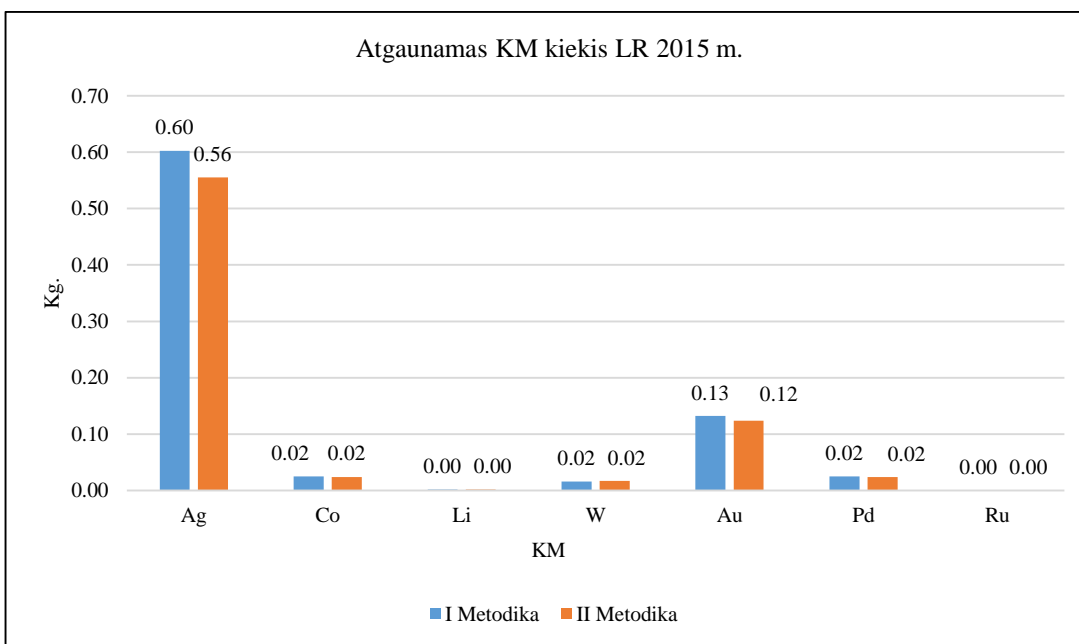
II metodika KM susidarymo kiekiai įvertinti, remiantis surinkto ir potencialiai susidarancio EEJA kiekio ateityje, AAA duomenimis nuo 2009 - 2012 m. ir prognozuotais

duomenimis nuo 1995 - 2009 m. ir nuo 2012 - 2015 m. Priimta prielaida, kad iki 2009 m. ir nuo 2012 m. EEĮ tiekimas rinkai nekito.

Remiantis, kad vidutinė EEĮ naudojimosi trukmė 4 - 5 m. ir esant efektyviausniam surinkimui, 2015 m. KM atgavimai didesni nei 2012 m.



3.7 pav. Atgaunamas KM kiekis LR 2012 m.; I ir II metodikos palyginimas.



3.8 pav. Atgaunamas KM kiekis LR 2015 m.; I ir II metodikos palyginimas.

### 3.5 KM poreikis ir galimybės padengti šį poreikį iš EEJA

Remiantis Europos komisijos (2010) pateiktom pasaulio KM gamybos ir vartojimo prognozėm, 3.16 lentelėje įvertinama kokią dalį pasaulio poreikio gali tenkinti efektyviai perdirbtos LR EEJA.

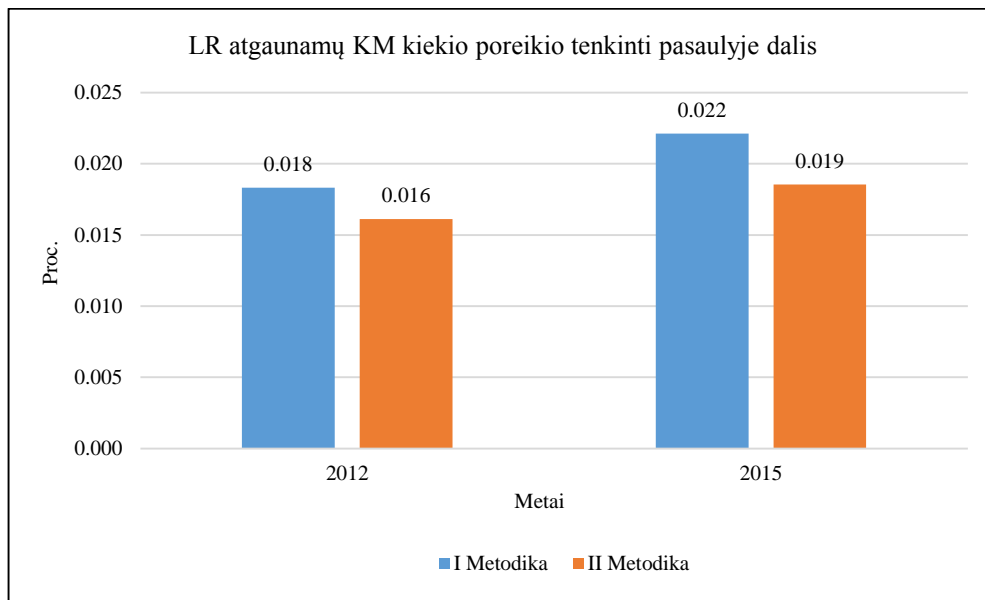
3.16 lentelė. Potencialiai atgautų tiriamųjų EEJ KM kiekio poreikio tenkinti dalis.

I metodika						
KM	KM atgavimo kiekiai iš tiriamųjų EEJA, t.	KM kiekis EEJA, t.	Paklausa pasaulyje, t.	EEJ paklausa pasaulyje, t.	EEJ paklausos pasaulyje tenkinimas atgautu KM kiekiu, %	EEJ paklausos pasaulyje tenkinimas atgautu KM kiekiu, %
	2012 m.	2012 m.	2008 m.	2008 m.	2012 m.	2015 m.
Ag	0.0005	0.0693	21300	5100	0.0014	0.0016
Co	0	0.0036	75900	20500	0	0
Li	0	0.0016	17700	3540	0	0.0001
W	0	0.0101	55950	5950	0.0002	0.0002
Au	0.0001	0.0168	1450	294	0.0057	0.0069
Pd	0	0.0040	220	42	0.0095	0.0115
Ru	0	0.0001	18	10	0.0015	0.0018
II metodika						
Ag	0.0005	0.0615	21300	5100	0.0012	0.0014
Co	0	0.0032	75900	20500	0	0
Li	0	0.0015	17700	3540	0	0
W	0	0.0085	55950	5950	0.0001	0.0002
Au	0.0001	0.0148	1450	294	0.0050	0.0058
Pd	0	0.0035	220	42	0.0084	0.0096
Ru	0	0.0001	18	10	0.0013	0.0015

Dinamiškas augimas EEJ sektoriuje rodo, kad net atgaunant 100% KM iš LR EEJA, būtų padengta labai maža KM paklausos dalis. 2012 m. KM 0,016 - 0,018%, 2015 m. KM 0,018 - 0,022% kiekio paklausos pasaulyje (žr. 3.9 pav.).

Ypač svarbus naujų EEJ, tokių kaip plokščiakranių televizorių, mobiliųjų telefonų perdirbimas ir KM atgavimas. Dažnai uždelsiamas etapas nuo EEJ tiekimo į rinką ir susidarymo

EEĖA, kurie galėtų būti prieinami perdirbti. Naujiems EEĖ patekusiems į rinką, jų perdirbimas galimas tik pasibaigus jų gyvavimo laikotarpiui (*Masahiro, et al. 2011*).



3.9 pav. LR atgaunamų KM kiekio poreikio tenkinti pasaulyje dalis 2012m., 2015 m.

### 3.6 Ekonominis prarastų metalų vertinimas

Tarptautinėms metalų ir naudingųjų iškasenų rinkoms būdinga pasiūla ir paklausa pagrįstas cikliškumas. Dėl šalių augančios ekonomikos ir sparčiai didėjančios KM paklausos, KM kainos nuo 2002 m. iki 2008 m. patrigubėjo. 2002 - 2005 m. Kinijos sunaudojimas lėmė pasaulinio pramoninių KM sunaudojimo didėjimą daugiau kaip 50%. Nors šiuo metu dėl finansų krizės KM paklausa visame pasaulyje mažėja, atsižvelgiant į šalių augančios ekonomikos tendencijas, manoma kad ateityje KM paklausa išliks didelė (*COM(2014)398*).

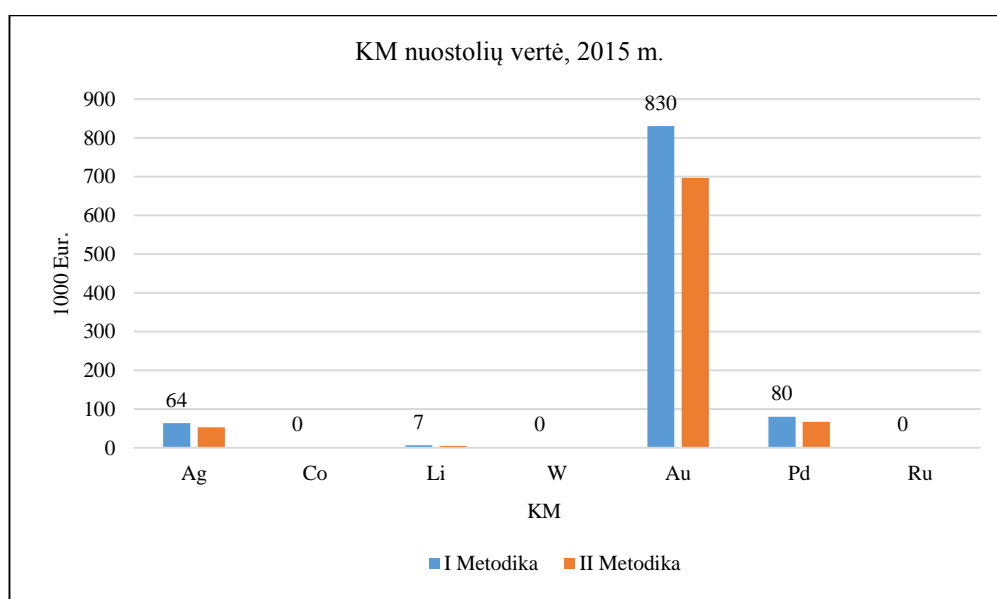
Reaguojant į šiuos pokyčius, tausiau naudoti išteklius itin svarbu, kad augtų ekonomika ir būtų kuriamos darbo vietos ES. Tai ekonomikai suteiks didelių galimybių, pakels našumą, sumažins išlaidas ir padidins konkurencingumą. Būtina kurti naujus gaminius ir teikti naujas paslaugas, ieškoti naujų būdų mažinti sąnaudas ir atliekas, geriau valdyti išteklių atsargas, keisti vartojimo įpročius, tobulinti gamybos procesus, valdymo ir verslo metodus, gerinti logistiką. Taip bus skatinamos technologinės inovacijos ir užimtumas sparčiai besivystančiame ekologiškų technologijų sektoriuje, remiama ES prekyba.

Remiantis 2011 m. Londono metalų biržos kainomis ir duomenimis 3.17 lentelėje apskaičiuota tiriamųjų EEĖA KM nuostolių vertė LR 2015 m.

3.17 lentelė. KM kiekių nuostolių vertė iš mobiliųjų telefonų, nešiojamųjų kompiuterių ir kompiuterinių užrašų knygelėlių, televizorių ir plokščiakranių monitorių atliekų LR 2015 m.

I metodika				
KM	KM atgavimo kiekiai iš tiriamųjų EEĮA, kg.	KM kiekis EEĮA, kg.	Neatgauti KM kiekiai, kg.	Nuostolių vertė, 1000 Eur.*
Ag	0.60	84.00	83.40	63.71
Co	0.02	4.33	4.31	0.11
Li	0	1.98	1.98	6.93
W	0.02	11.43	11.41	0
Au	0.13	20.28	20.15	830.39
Pd	0.02	4.83	4.81	80.21
Ru	0	0.18	0.18	0.49
Viso:				981.84
II metodika				
Ag	0.56	70.02	69.47	53.07
Co	0.02	3.69	3.67	0.10
Li	0	1.64	1.64	5.72
W	0.02	10.36	10.34	0
Au	0.12	17.03	16.90	696.58
Pd	0.02	4.05	4.02	67.15
Ru	0	0.15	0.15	0.41
Viso:				823.03

\*Londono metalų biržos kainomis ir duomenimis, 2011.



3.10 pav. KM nuostolių vertė, 2015 m.

Didžiausi nuostoliai susidaro prarandant Au, Pd, Ag. Neatgauti KM kiekiai sudaro I met. - 982 tūkst. Eur., II met. - 823 tūkst. Eur. nuostolių.

### 3.7 KM atgavimo potencialas UAB „EMP recycling“

Pagal 2012 m. įmonės atliekų surinkimo ir tvarkymo duomenis, UAB „EMP recycling“ surinko ir perdirbo 71% 2012 m. Lietuvoje surinkto ir sutvarkyto nešiojamųjų kompiuterių ir kompiuterinių užrašų knygelių įrangos kiekio, 25% - mobiliųjų telefonų įrangos, 42% - televizorių įrangos. 3.18 ir 3.19 lentelėse, remiantis KM atgavimo santykiu, apskaičiuoti tiriamųjų EEĮA KM atgavimo kiekiai UAB „EMP recycling“ įmonėje 2012 m., atgavimai I met. - 0,31 kg. II met. - 0,29 kg.

3.18 lentelė. Tiriamųjų EEĮA KM atgavimo kiekiai UAB „EMP recycling“ įmonėje 2012 m.

I metodika			
EEĮA	KM atgavimo santykis, %	KM atgavimo kiekis LT, kg. 2012 m.	KM atgavimo kiekis UAB „EMP recycling“, kg. 2012 m.
Televizoriai ir plokščiakraniai monitoriai	42.00	0.45	0.19
Nešiojamieji kompiuteriai ir kompiuterinės užrašų knygelės	71.00	0.15	0.11
Mobilieji telefonai	25.00	0.06	0.02
Viso:			0.31
II metodika			
Televizoriai ir plokščiakraniai monitoriai	42.00	0.40	0.17
Nešiojamieji kompiuteriai ir kompiuterinės užrašų knygelės	71.00	0.16	0.11
Mobilieji telefonai	25.00	0.06	0.02
Viso:			0.29

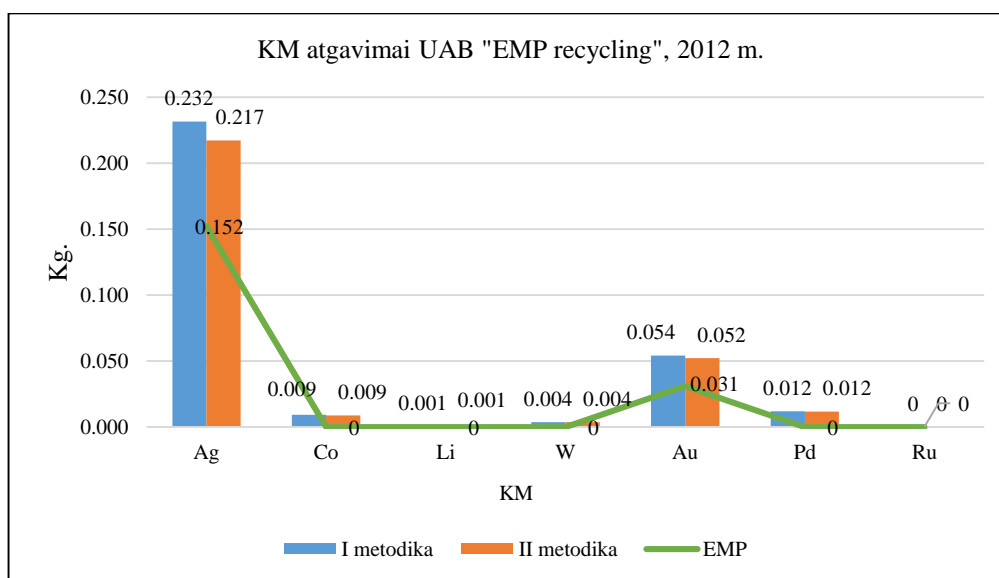
Remiantis atlikta analize, galima įvertinti, kad 2012 m. atgaunama nedidelis kiekis KM iš tiriamųjų EEĮA. Įmonės turimos technologijos ir įrenginiai suteikia galimybę perdirbti EEĮA, kurio metu atgaunama Ag 0,217 - 0,232 kg., Au 0,052 - 0,054 kg. Įmonės duomenimis iš tiriamųjų EEĮA 2012 m. UAB „EMP recycling“ KM atgavo, Au - 0,031 kg., Ag - 0,152 kg.

Taip pat UAB „EMP recycling“ galėtų atgauti KM, kurių perdirbimo technologijos yra galimos, tačiau iš tiriamųjų EEĮA kiekių šių KM atgavimas būtų nedidelis: Pd ir Co - 0,012 kg., Li -

0,001 kg., W - 0,004 kg. 3.11 pav. Pavaizduota nustatyti ir atgaunami KM kiekiai UAB „EMP recycling“, 2012 m.

3.19 lentelė. Bendri KM atgavimo kiekiai iš tiriamųjų EEĖA UAB „EMP recycling“ įmonėje 2012 m.

I metodika				
KM	Atgautas KM kiekis iš mobiliųjų telefonų, kg.	Atgautas KM kiekis iš nešiojamųjų kompiuterių ir kompiuterinių užrašų knygelių, kg.	Atgautas KM kiekis iš televizorių ir plokščiakranių monitorių, kg.	Bendri KM atgavimo kiekiai iš tiriamųjų EEĖA, kg.
	2012 m.	2012 m.	2012 m.	2012 m.
Ag	0.007	0.069	0.155	0.232
Co	0.002	0.004	0.004	0.009
Li	0	0	0.001	0.001
W	0.003	0	0	0.004
Au	0.003	0.025	0.026	0.054
Pd	0	0.009	0.003	0.012
Ru	0	0	0	0
II metodika				
Ag	0.007	0.071	0.139	0.217
Co	0.002	0.004	0.003	0.009
Li	0	0	0	0.001
W	0.003	0	0	0.004
Au	0.003	0.026	0.024	0.052
Pd	0	0.009	0.003	0.012
Ru	0	0	0	0



3.11 pav. Nustatyti ir atgaunami KM kiekiai UAB „EMP recycling“, 2012 m.

UAB „EMP recycling“ įdiegus galutinio KM atgavimo proceso įrenginį - integruotą lydyklą, taikant pirometalurgijos ir hidrometalurgijos procesų derinius būtų atgaunami ne tik, kaip iki šiol auksas ir sidabras, bet ir KM: paladis, rutenis, kobaltas. KM - ličio, atgavimo galimybė iš susidariusio šlako.



## IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

- Gamtinių išteklių darnus vartojimas yra vienas iš prioritetų ES ir Pasaulio strateginėje politikoje. Tinkamas EEJA tvarkymas orientuotas į kritinių metalų atgavimą, sukuriant uždarus pramonės ciklus, kad EEJA būtų traktuojamos kaip žaliavos, o ne atliekos, yra labai svarbus, siekiant darnaus išteklių naudojimo. KM - žaliavos, kurios laikomos ypatingos svarbos nes joms būdinga itin didelė pasiūlos trūkumo rizika ateinančius 10 m. KM gyvybiškai svarbūs ES ekonomikai ir visų pirma reikšmingi kuriant ir gaminant modernius ekologiškus aukštųjų technologijų gaminius EEJ pramonėje. Nustatyta, kad EEJA perdirbimu galima užtikrinti, jog medžiagų nepristigtų. Perdirbus EEJA LR galėtų iš dalies apsirūpinti KM.
- Atlikta tiriamųjų EEJ: mobiliųjų telefonų, nešiojamųjų kompiuterių ir kompiuterinių užrašų knygelių, televizorių ir plokščiakranių monitorių srautų analizė Lietuvoje ir UAB „EMP recycling“, kaip KM atgavimo šaltinis.
- Nustatytos trys pagrindinės kliūtys dėl kurių KM perdirbimo kiekis išlieka žemas:
  1. Netinkama valstybių narių EEJA tvarkymo ir rinkimo sistema;
  2. Legalus, nelegalus EEJ eksportas, kuriuose yra svarbiausių medžiagų;
  3. Netinkamas metalų perdirbimo procesas (išmontavimas, pirminis apdorojimas, galutinis apdorojimas).
- Įvertintas KM atgavimo potencialas iš EEJA Lietuvoje. KM atgavimas įvertintas 2012 m. ir 2015 m. 2012 m. LR iš EEJA galimybė atgauti 0,62 - 0,66 kg. KM (Ag 0,46 - 0,50 kg., Au 0,10 - 0,11 kg., Pd ir Co 0,02 kg., W 0,01 kg.), 2015 m. 0,75 - 0,80 kg. KM (Ag 0,56 - 0,60 kg., Au 0,12 - 0,13 kg., Pd, W ir Co 0,02 kg.).
- Įvertinta kokią dalį pasaulio poreikio gali tenkinti efektyviai perdirbtos LR EEJA. Dinamiškas augimas EEJ sektoriuje rodo, kad net atgaunant 100% KM iš LR EEJA, būtų padengta labai maža KM paklausos dalis. 2012 m. KM 0,016 - 0,018%, 2015 m. KM 0,018 - 0,022% kiekio paklausos pasaulyje.
- Atliktas ekonominis prarastų KM vertinimas. Neatgauti KM kiekiai sudaro I met. - 982 tūkst. Eur., II met. - 823 tūkst. Eur. nuostolių 2015 m. Didžiausi nuostoliai susidaro prarandant Au 697 - 830 tūkst. eur., Pd 67 - 80 tūkst. eur., Ag 53 - 64 tūkst. eur.
- Įvertintas KM atgavimo potencialas iš EEJA įmonėje UAB „EMP recycling“, atgavimai I met. - 0,31 kg. II met. - 0,29 kg. KM. Nustatyta, kad įmonės turimos technologijos ir įrenginiai suteikia galimybę perdirbti EEJA, kurio metu atgaunama Ag 0,217 - 0,232 kg., Au 0,052 -

0,054 kg. Įmonės duomenimis iš tiriamųjų EEĖA 2012 m. UAB „EMP recycling“ KM atgavo, Au - 0,031 kg., Ag - 0,152 kg. Taip pat UAB „EMP recycling“ galėtų atgauti KM, kurių perdirbimo technologijos yra galimos, tačiau iš tiriamųjų EEĖA kiekių šių KM atgavimas būtų nedidelis: Pd ir Co - 0,012 kg., Li - 0,001 kg., W - 0,004 kg.

- UAB „EMP recycling“ įdiegus galutinio KM atgavimo proceso įrenginį - integruotą lydyklą, taikant pirometalurgijos ir hidrometalurgijos procesų derinius būtų atgaunami ne tik, kaip iki šiol auksas ir sidabras, bet ir KM: paladis, rutenis, kobaltas. KM - ličio, atgavimo galimybė iš susidariusio šlako.
- Siūloma svarstyti viso EEĖA tvarkymo sektoriaus perdirbimo apjungimą atgaunant KM galutinio apdorojimo įrenginyje LR poreikiams tenkinti.

## LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Aplinkos apsaugos agentūros internetinis puslapis. Prieiga per internetą: <http://atliekos.gamta.lt>.
2. Atliekas tvarkančių įmonių registras. Prieiga per internetą: <http://193.219.55.14/atir/ATIR>.
3. Bakas I., Fischer C., Haselsteiner S., *et al.* (2014). Present and potential future recycling of critical metals in WEEE. European Environment Agency (EEA). Copenhagen: Copenhagen resource institute.
4. Cui J., Zhang L. (2008). Metallurgical recovery of metals from electronic waste: A review. *Journal of Hazardous Materials*, Volume 158, Issues 2 - 3, Pages 228 - 256.
5. Cui J., Forssberg E. (2013). Mechanical recycling of waste electric and electronic equipment: a review. *Journal of Hazardous Materials*, Volume 99, Issue 3, Pages 243 - 263.
6. Chancerel, P. (2010). Substance flow analysis of the recycling of small waste electrical and electronic equipment. Institut für Technischen Umweltschutz, ITU-Schriftenreihe 09/2010, Berlin.
7. Chancerel, P., Bolland, T., Rotter, V.S. (2010). Status of pre-processing of waste electrical and electronic equipment in Germany and its influence on the recycling of gold. *Waste Management & Research*.
8. Chancerel, P., Meskers, C.E.M., Hagelken, C., *et al.* (2009). Assessment of precious metal flows during preprocessing of waste electrical and electronic equipment. *Journal of Industrial Ecology* 13 (5), 2009: 791 - 810.
9. Drechsler, C. (2006). Mechanische Verfahren zum Recycling von Elektronikschrott mit Rotorshredder und Rotorprallmühle. In: *Aufbereitungstechnik*. Volume 47, Issue 3.
10. ETC/SCP (2011). Recycling of Critical Metals in WEEE - Developing a Methodology.
11. Gurauskienė I. (2011). Doctoral Dissertation. Management of regional flows of electrical and electronic equipment and their waste. Doctoral Dissertation. Technological Sciences, Environmental Engineering (04 T). Kaunas: Kaunas University of technology.
12. Habiba M., Milesb N., Hallb P., *et al.* (2013). Recovering metallic fractions from waste electrical and electronic equipment by a novel vibration system. *Waste Management*, Volume 33, Issue 3, Pages 722 - 729.
13. Hagelken C. (2008). Opportunities & challenges to recover scarce and valuable metals from electronic devices. Presentation, OECD-UNEP Conference on Resource Efficiency, Paris, 24.04.2008.

14. Kang H., Schoenung J. (2010). Electronic waste recycling: A review of U.S. infrastructure and technology options. *Waste Management*, Volume 124, Issues 2, Pages 248 - 253.
15. Lia B., Yanga J., Lua B., *et al.* (2015). Xiaolong Song Estimation of retired mobile phones generation in China: A comparative study on methodology. *Waste Management*, Volume 35, Issue 4, Pages 247 - 254.
16. Lietuvos statistikos departamentas. Vilnius.
17. Lietuvos statistikos departamentas. Namų ūkių biudžetų tyrimas (2012). Namų ūkių tyrimų skyrius.
18. Lietuvos statistikos departamentas. Energijos suvartojimas namų ūkiuose (2012). Namų ūkių tyrimų skyrius.
19. Lietuvos statistikos departamentas. Būstai pagal tipą ir gyventojų skaičių juose (2012). Namų ūkių tyrimų skyrius.
20. Loches (2010). Collection targets for Waste from Electrical and Electronic Equipment.
21. Loches (2010). Collection targets for WEEE.
22. Martinho G., Pires A., Saraiva L., *et al.* (2012). Composition of plastics from waste electrical and electronic equipment (WEEE) by direct sampling. *Waste Management*, Volume 32, Issue 6, Pages 1213 - 1217.
23. Matulis B., Janickis V. (2010). *Metalai, metaloidai ir nemetalai: mokomoji knyga*. Kauno technologijos universitetas. Neorganinės chemijos katedra. Kaunas: Technologija.
24. Masahiro O., Shinsuke M., Hirofumi S., *et al.* (2011). A preliminary categorization of end-of-life electrical and electronic equipment as secondary metal resources. *Waste Management*, Volume 31, Issues 9 - 10, Pages 2150 - 2160.
25. Menada N., Guignota S., Houwelingen J. A., *et al.* (2013). New characterisation method of electrical and electronic equipment wastes (WEEE). *Waste Management*, Volume 33, Issue 3, Pages 706 - 713.
26. NRC (2008). *Minerals, Critical Minerals and the U.S. Economy*. National Research Council, Washington D.C., The National Academies Press.
27. Robinson B. H. (2009). *E-waste: An assessment of global production and environmental impacts*. Science of The Total Environment.
28. Spruogis A., Jasklevičius B. (2000). *Atliekos ir jų tvarkymas*. Vilnius: Technika.
29. Staniškis J. K., Varžinskas V, Uselytė R. (2005). *Gaminių ekologinis projektavimas*. Kaunas: Technologija.
30. Staniškis J. K., 2004. *Integruota atliekų vadyba*. Kaunas: Technologija.

31. Šleinotaitė - Budrienė L. (2003). Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2002/96/EB dėl elektros ir elektroninės įrangos (EEĮ) atliekų įgyvendinimo Lietuvoje poveikio tyrimas.
32. UAB „EMP recycling“ internetinis puslapis. Prieiga per internetą: <http://www.emp.lt>.
33. UNEP (2009). Schlupe, M., Hagelueken, C., Kuehr, R., Magalini, F., Maurer, C., Meskers, C., Mueller, E., Wang, F. Recycling - from e-waste to resources, Sustainable innovation and technology transfer industrial sector studies. UNEP - Report, Paris.
34. USGS (2009). U.S. Geological Survey Material Use in the United States - Selected Case Studies for Cadmium, Cobalt, Lithium, and Nickel.

## TEISĖS AKTAI

1. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva Nr. 2012/19/ES 2012 m. liepos 4d. „Dėl elektros ir elektroninės įrangos (EEI) atliekų“ (Žin., 2012, Nr. 197/38).
2. Lietuvos Respublikos ūkio ministro 2008 m. spalio 8 d. įsakyme Nr. 4-459 „Dėl tam tikrų pavojingų medžiagų naudojimo ribojimo elektros ir elektroninėje įrangoje rinkos priežiūros taisyklių patvirtinimo“ (Žin., 2008, Nr. 119-4541).
3. Komisijos komunikatas (2011, vasario 2) „Dėl uždavinių, susijusių su biržos prekių rinkomis ir žaliavomis, sprendimo“ (COM(2011)0025).
4. Komisijos komunikatas (2013, birželio 24) „Dėl ES svarbiausių žaliavų sąrašo peržiūros ir Žaliavų iniciatyvos įgyvendinimo“ (COM(2014)297).
5. Komisijos komunikatas (2014, gegužės 26) „Dėl žaliavų iniciatyvos įgyvendinimo“ (COM(2014)297).
6. Komisijos komunikatas (2008, lapkričio 4) „Žaliavų iniciatyva – įgyvendinant svarbiausius poreikius užtikrinant ekonomikos augimą ir darbo vietų kūrimą Europoje“ (COM(2008)699).
7. Komisijos komunikatas (2011, sausio 26) „Strategijos „Europa 2020“ pavyzdinė iniciatyva „Tausiai išteklius naudojanti Europa“ (COM(2011)21).
8. Komisijos komunikatas (2012, vasario 29) „Prieinamos žaliavos Europos ateities gerovei užtikrinti pasiūlymas dėl Europos inovacijų partnerystės žaliavų srityje“ (COM(2012)82).
9. Komisijos komunikatas (2014, liepos 02) „Žiedinės ekonomikos kūrimas. Europos be atliekų programa“ (COM(2014)398).
10. Komisijos komunikatas (2007, gegužės 24) „Tvarti plėtra apima ekonominius, socialinius ir aplinkosaugos aspektus“ (COM(2005) 658).
11. Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimas. Dėl Lietuvos Respublikos vyriausybės 2002 m. balandžio 12d, nutarimo Nr. 519 „Dėl Valstybinio strateginio atliekų tvarkymo plano patvirtinimo“ pakeitimo. Valstybės žinios 2014, Nr. 366.
12. Lietuvos Respublikos atliekų tvarkymo įstatymas. Valstybės žinios 2002, Nr. 72-3016.
13. Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimas „Dėl Nacionalinės darnaus vystymosi strategijos patvirtinimo ir įgyvendinimo“. Valstybės žinios 2003, Nr. 89-4029.

## PRIEDAI

### 1 PRIEDAS

#### ELEKTROS IR ELEKTRONINĖS ĮRANGOS KATEGORIJOS IR PRODUKTAI

##### **1A. Stambūs namų apyvokos prietaisai, išskyrus prietaisus su šaldymo įranga**

1. Skalavimo mašinos
2. Drabužių džiovintuvai
3. Indaplovės
4. Maisto ruošimo prietaisai
5. Elektrinės viryklės
6. Elektrinės viryklės
7. Mikrobangų krosnelės
8. Kiti stambūs maisto ruošimo ir kitokio maisto apdorojimo prietaisai
9. Elektriniai šildymo prietaisai
10. Elektriniai radiatoriai
11. Kiti stambūs kambarių, lovų, sėdimųjų baldų šildymo prietaisai
12. Elektriniai ventiliatoriai
13. Oro kondicionavimo prietaisai
14. Kita ventiliavimo, oro traukos ir kondicionavimo įranga
15. Kiti stambūs namų apyvokos prietaisai

##### **1B. Stambūs namų apyvokos prietaisai su šaldymo įranga**

1. Šaldytuvai
2. Šaldikliai
3. Kiti stambūs maisto šaldymo, konservavimo ir saugojimo prietaisai su šaldymo įranga

##### **2. Smulkūs namų apyvokos prietaisai**

1. Dulkių siurbiai
2. Kilimų valymo prietaisai
3. Kiti valymo prietaisai
4. Siuvimo, mezgimo, audimo ir kitokie tekstilės gaminių apdorojimo prietaisai
5. Lygintuvai ir kiti skalbinių lyginimo, gręžimo bei kitokios priežiūros prietaisai
6. Skrudintuvai

7. Keptuvės
8. Smulkintuvai, kavamalės ir talpyklų ar pakuočių atidarymo ar sandarinimo įranga
9. Elektriniai peiliai
10. Plaukų kirpimo, džiovinimo, dantų valymo, skutimosi ir masažavimo prietaisai bei kiti kūno priežiūros prietaisai
11. Rankiniai ir staliniai laikrodžiai bei laiko matavimo, rodymo ar fiksavimo įranga
12. Svarstyklės
13. Kiti smulkūs namų apyvokos prietaisai

### **3A. Informacinių technologijų ir telekomunikacijų įranga, išskyrus kompiuterių monitorius**

1. Centralizuoto duomenų apdorojimo įranga:
  - 1.1. Universalieji komplektai (serverinės įrangos komplektai)
  - 1.2. Mini kompiuteriai
  - 1.3. Spausdintuvų blokai
2. Asmeninio naudojimo IT ir telekomunikacijų įranga:
  - 2.1. Asmeniniai kompiuteriai (kartu su centriniu procesoriumi, pele ir klaviatūra)
  - 2.2. Nešiojamieji kompiuteriai (kartu su centriniu procesoriumi, pele ir klaviatūra)
  - 2.3. Kompiuterinės užrašų knygelės
  - 2.4. Delniniai kompiuteriai
  - 2.5. Spausdintuvai
  - 2.6. Kopijavimo įranga
  - 2.7. Elektrinės ir elektroninės rašomosios mašinelės
  - 2.8. Kišeninės ir stalinės skaičiavimo mašinelės
  - 2.9. Kita elektroninio informacijos rinkimo, saugojimo, apdorojimo, pateikimo ar perdavimo įranga ir produktai
  - 2.10. Vartotojų terminalai ir sistemos
  - 2.11. Faksimiliniai aparatai
  - 2.12. Teleksai
  - 2.13. Telefonai
  - 2.14. Taksofonai
  - 2.15. Bevieliai telefonai
  - 2.16. Mobilieji telefonai
  - 2.17. Atsakiklių sistemos



2.18. Kiti garso, vaizdo ar kitos informacijos perdavimo telekomunikacijų priemonėmis produktai ar įranga

3. Kita IT ir telekomunikacinė įranga bei kartu naudojamos jos dalys (pvz., kompiuterių klaviatūros, pelės, mobiliųjų telefonų krovikliai ir pan.).

### **3B. Kompiuterių monitoriai**

Kompiuterių monitoriai

#### **4A. Vartojimo įranga, išskyrus televizorius**

1. Radijo aparatai

2. Vaizdo kameros

3. Vaizdo grotuvai

4. Garso grotuvai

5. Garso stiprintuvai

6. Muzikos instrumentai

7. Fotoaparatai ir kiti garso ar vaizdo įrašymo ar atkūrimo įtaisai ar įranga, įskaitant signalus ar kitas garso ar vaizdo paskirstymo technologijas, išskyrus telekomunikacijų

8. Kita vartojimo įranga bei kartu naudojamos jos dalys (pvz., televizorių, vaizdo ar garso grotuvų nuotolinio valdymo pulteliai, ausinės, mikrofoni ir pan.).

#### **4B. Televizoriai**

Televizoriai

#### **5A. Apšvietimo įranga, išskyrus dujošvytes lempas**

1. Fluorescencinių lempų šviestuvai, išskyrus buityje naudojamus šviestuvus.

2. Kita apšvietimo įranga arba įranga, skirta šviesai skleisti ar reguliuoti, išskyrus volframines lemputes

#### **5B. Dujosvytės lempos**

1. Tiesios fluorescencinės lempos

2. Kompaktinės fluorescencinės lempos

3. Didelio ryškumo išlydžio lempos, įskaitant suslėgto natrio lempas ir metalų halidų lempas

4. Žemo slėgio natrio lempos

5. Kitos dujosvytės lempos

**6. Elektros ir elektroniniai įrankiai (išskyrus stambius stacionarius pramoninius prietaisus)**

1. Gražtai
2. Pjūklai
3. Siuvimo mašinos
4. Tekinimo, malimo, šlifavimo, smulkinimo, pjovimo, kapojimo, kirpimo, gręžimo, skylių darymo, perforavimo, lankstymo, lenkimo ar panašaus medžio, metalo ar kitų medžiagų apdorojimo įranga
5. Kniedijimo, kalimo, veržimo arba kniedžių, vinių, varžtų ištraukimo ar panašios paskirties įrankiai
6. Virinimo, litavimo ar panašios paskirties įrankiai
7. Skystų ar dujinių medžiagų purškimo, skleidimo, paskirstymo ar kitokio apdorojimo kitomis priemonėmis įranga
8. Vejos pjovimo ar kitų sodo darbų įrankiai
9. Kiti elektros ir elektroniniai įrankiai (išskyrus stambius stacionarius pramoninius prietaisus)

**7. Žaislai, laisvalaikio ir sporto įranga**

1. Elektriniai traukinukai ar lenktyninių automobilių komplektai
2. Rankiniai vaizdo žaidimų pultai
3. Vaizdo žaidimai
4. Kompiuteriai, naudojami dviračiuose, nardymo, bėgimo, irklavimo ir kitoje įrangoje
5. Elektrinių ar elektroninių komponentų turinti sporto įranga
6. Monetiniai aparatai
8. Kiti žaislai, laisvalaikio ir sporto įranga

**8. Medicinos prietaisai (išskyrus implantuotus ir infekuotus produktus)**

1. Radioterapijos įranga
2. Kardiologiniai aparatai
3. Dializės aparatai
4. Plaučių respiratoriai
5. Branduolinės medicinos aparatai
6. Laboratorinė įranga *in vitro* diagnozėms
7. Analizatoriai
8. Šaldymo kameros

9. Vaisingumo testai
10. Kiti ligos, sužeidimo ar negalios nustatymo, apsaugojimo nuo jų, stebėjimo, gydymo, palengvinimo aparatai
11. Kiti medicinos prietaisai (išskyrus implantuotus ir infekuotus produktus)

#### **9. Stebėsenos ir kontrolės prietaisai**

1. Dūmų detektoriai
2. Šilumos reguliatoriai
3. Termostatai
4. Matavimo, svėrimo ar derinimo prietaisai, naudojami kaip buitinė ar laboratorijų įranga
5. Kiti stebėjimo ir kontrolės prietaisai, naudojami pramoniniuose įrenginiuose (pvz., valdymo pultuose)
6. Kiti stebėsenos ir kontrolės prietaisai

#### **10. Automatiniai daiktų išdavimo įtaisai**

1. Automatiniai karštų gėrimų išdavimo įtaisai
2. Automatiniai karštų ar šaltų butelių ar skardinių išdavimo įtaisai
3. Automatiniai kietų produktų išdavimo įtaisai
4. Automatiniai pinigų išdavimo įtaisai
5. Visi įtaisai, automatiškai išduodantys bet kuriuos produktus

## 2 PRIEDAS

## SVARBIAUSIŲ ŽALIAVŲ SĄRAŠAS

Žaliavos	Pagrindinės žaliavų išgaunamos šalys (2010, 2011, 2012 m.)	Pagrindiniai importo į ES šaltiniai (daugiausia 2012 m.)	Pakeičiamumo rodiklis*	Būvio ciklo pabaigoje perdirbamų medžiagų dalis**
Berilis	JAV 90 %	JAV, Kinija ir Mozambikas <sup>1</sup>	0,85	19 %
	Kinija 9 %			
	Mozambikas 1 %			
Boratai	Turkija 41 %	Turkija 98 % (gamtiniai boratai) ir 86 % (rafinuoti boratai)	0,88	0 %
	JAV 33 %	JAV 6 %, Peru 2 % (rafinuoti boratai); Argentina 2 % (gamtiniai boratai)		
Chromas	Pietų Afrika 43 %	Pietų Afrika 80 %	0,96	13 %
	Kazachstanas 20 %	Turkija 16 %		
	Indija 13 %	Kitos šalys 4 %		
Fluoritas	Kinija 56 %	Meksika 48 % ↑	0,80	0 %
	Meksika 18 %	Kinija 13 % ↓		
	Mongolija 7 %	Pietų Afrika 12 % ↓		
Fosfatinės uolienos	Kinija 38 %	Marokas 33 %	0,98	0 %
	JAV 17 %	Alžyras 13 %		
	Marokas 15 %	Rusija 11 %		
Galis <sup>2</sup>	Kinija 69 % (rafinuotas)	JAV 49 %	0,60	0 %
	Vokietija 10 % (rafinuotas)	Kinija 39 %		
	Kazachstanas 6 % (rafinuotas)	Honkongas 8 %		
Gamtinis grafitas	Kinija 68 %	Kinija 57 % ↓	0,72	0 %
	Indija 14 %	Brazilija 15 %		
	Brazilija 7 %	Norvegija 9 %		

1 Būdingi dideli svyravimai.

2 Galis yra šalutinis produktas; tiksliausi turimi duomenys nurodo gamybos pajėgumą, o ne pačią gamybą.

Žaliavos	Pagrindinės žaliavą išgaunančios šalys (2010, 2011, 2012 m.)	Pagrindiniai importo į ES šaltiniai (daugiausia 2012 m.)	Pakeičiamumo rodiklis*	Būvio ciklo pabaigoje perdirbamų medžiagų dalis**
Germanis	Kinija 59 % ↓	Kinija 47 % ↓	0,86	0 %
	Kanada 17 %	JAV 35 %		
	JAV 15 %	Rusija 14 %		
Indis	Kinija 58 %	Kinija 24 % ↓	0,82	0 %
	Japonija 10 %	Honkongas 19 % ↑		
	Korėja 10 %	Kanada 13 %		
	Kanada 10 %	Japonija 11 %		
Kobaltas	Kongo Demokratinė Respublika 56 % ↑	Rusija 96 % (kobalto rūdos ir koncentratai)	0,71	16 %
	Kinija 6 %; Rusija 6 %; Zambija 6 %	JAV 3 % (kobalto rūdos ir koncentratai)		
Koksinės anglys	Kinija 53 %	JAV 41 %	0,68	0 %
	Australija 18 %	Australija 37 %		
	Rusija 8 %; JAV 8 %	Rusija 9 %		
Magnezitas	Kinija 69 %	Turkija 91 %	0,72	0 %
	Rusija 6 %; Slovakija 6 %	Kinija 8 %		
Magnis	Kinija 86 % ↑	Kinija 91 % ↓	0,64	14 %
	Rusija 5 %	Izraelis 5 %		
	Izraelis 4 %	Rusija 2 %		
Niobis	Brazilija 92 %	Brazilija 86 % (feroniobis)	0,69	11 %
	Kanada 7 %	Kanada 14 % (feroniobis)		
Platinos grupės metalai	Pietų Afrika 61 % ↓	Pietų Afrika 32 % ↓	0,83	35 %
	Rusija 27 % ↑	JAV 22 % ↑		
	Zimbabvė 5 %	Rusija 19 % ↓		
Sunkieji retųjų žemių elementai	Kinija 99 %	Kinija 41 % (visi retųjų žemių elementai) Rusija 35 % (visi retųjų žemių elementai) JAV 17 % (visi retųjų žemių elementai)	0,77	0 %
	Australija 1 %			
Lengvieji retųjų žemių elementai	Kinija 87 %	Kinija 41 % (visi retųjų žemių elementai) Rusija 35 % (visi retųjų žemių elementai) JAV 17 % (visi retųjų žemių elementai)	0,67	0 %
	JAV 7 %			
	Australija 3 %			

<b>Žaliavos</b>	<b>Pagrindinės žaliavą išgaunančios šalys (2010, 2011, 2012 m.)</b>	<b>Pagrindiniai importo į ES šaltiniai (daugiausia 2012 m.)</b>	<b>Pakeičiamumo rodiklis*</b>	<b>Būvio ciklo pabaigoje perdirbamų medžiagų dalis**</b>
Silicio metalas (silicis)	Kinija 56 %	Norvegija 38 %	0,81	0 %
	Brazilija 11 %	Brazilija 24 %		
	JAV 8 %; Norvegija 8 %	Kinija 8 %		
	Prancūzija 6 %	Rusija 7 %		
Stibis	Kinija 86 %	Kinija 92 % (neapdorotas ir miltelių pavidalo)	0,62	11 %
	Bolivija 3 %	Vietnamas (neapdorotas ir miltelių pavidalo) 3 %		
	Tadžikistanas 3 %	Kirgizija 2 % (neapdorotas ir miltelių pavidalo); Rusija 2 % (neapdorotas ir miltelių pavidalo)		
Volframas	Kinija 85 %	Rusija 98 % ↑	0,70	37 %
	Rusija 4 %	Bolivija 2 %		
	Bolivija 2 %			

## 3 PRIEDAS

## EEĮ SRAUTAI LIETUVOJE

