

TAVATEKST

ELEKTROONIKAROMUDE BIOLOSTAMINE VÄÄRISMETALLIDE TAASKASUTAMISEKS

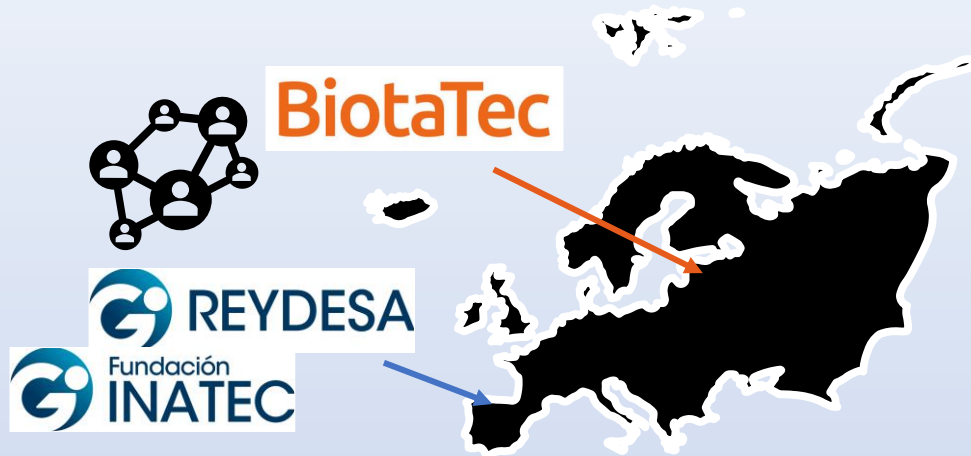


TAVATEKST

BiotaWee



LIFE17 ENV/ES/000216



www.biotawee.com

Projekti kestus
01/07/18
31/07/22

Eelarve kokku
932 377 €

Eelarve kokku
907 377 €

ELi osalus 60%



LIFE BIOTAWEE projekt - ülevaade

Kokkuvõte Projekti ulatusest ja eesmärkidest	3
Jäätmed ja tehnoloogia	4
ELU BIOTAWEE protsess	6
Projekti keskkonnamõju	
Kuluefektiivsuse analüüs	11
Korratavus	12

Lühendid:

Trükkplaat: PCB

Elektri- ja elektroonikaseadmed: elektri- ja elektroonikaseadmed

Elektri- ja elektroonikaseadmete jäätmed: elektroonikaromud

Mittemetalne fraktsioon: MMF

Vask: koos

Kuld: At



Kokkuvõte projekti ulatusest

Väärismetallide taaskasutamine elektroonikaromudest pärinevate PCBde NMF-ist uuendusliku 2-astmelise bioleostamistehnoloogia abil

29

Cu

63.54

79

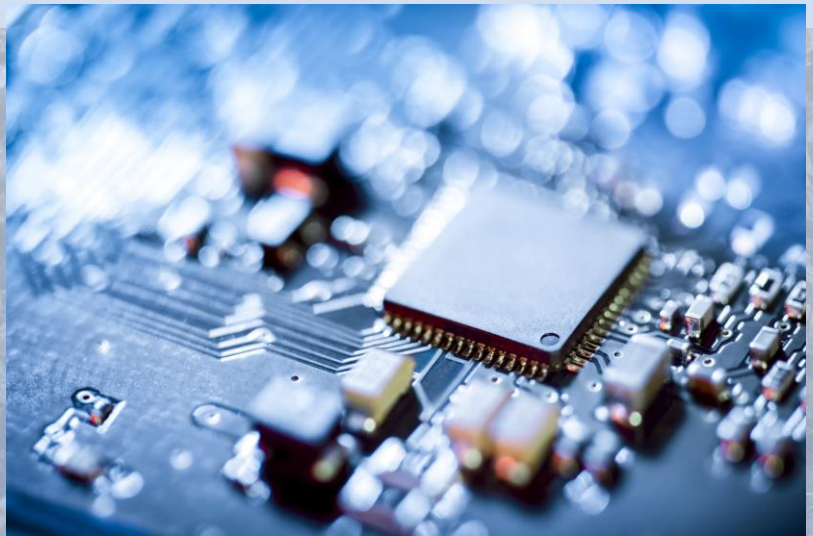
Au

196.97

47

Ag

107.87



Eesmärgid

- Elektri- ja elektroonikaseadmete jäätmete PCBde taaskasutamise määra suurendamine, mis aitab vähendada ka Euroopa sõltuvust mõnedest kõrgelt hinnatud metallidest, mille ELi varud on väga väikesed (peamiselt Au, kuid ka Cu ja Ag).
- Biotehnoloogia kasutamise edendamine elektroonikaromude PCBde ringlussevõtu protsessides, aidates muuta ringlussevõtusektori biotoorainel põhinevaks tööstuseks.
- Hüdrometallurgilise protsessiga seotud töötlemiskulude, CO₂ ja jäätmetekke vähendamine.
- Hinnake tehnoloogilisi ja majanduslikke võimalusi uuendusliku tehnoloogia kasutamise laiendamisel muude keerukate jäätmete puhul, et vähendada töötlemiskulusid (nt eluea lõpetanud autod või akud).
- LIFE BIOTAWEE projekti tegevuste ja tulemuste tõhusa edastamise ja levitamise tagamine üldsusele ja asjaomastele sidusrühmadele Euroopa tasandil.



Elektronikaromude trükkplaatide mittemetalne fraktsioon

PCB-sid võib leida mis tahes elektri- ja elektronikaseadmetest: peaaegu kõik elektroonilised esemed, sealhulgas arvutid, kalkulaatorid ja kaugjuhtimispuldid, sisaldavad suuri trükkplaate; üha rohkem kodumasinaid, kuna pesumasinad sisaldavad trükkplaate näiteks elektroonilistes taimerites.

PCB-d sisaldavad metalle, polümeere, keraamikat ja neid toodetakse keerukate tehnoloogiate abil.

PCB-de peamised metallid on vask, mida kasutatakse elektrivoolujuhina (teed laminaadil ja elektriliste pistikute ja elektrooniliste elementide osad) ning tina, mida kasutatakse joodises elementide ja rööbaste vaheliste ühenduste jaoks plaadil. Väärismetalle leidub ka PCB-des, enamasti elektroonilistes. Hõbedat kasutatakse peamiselt jootes ja kontaktides, samas kui kuld on elektroonilistes komponentides ja on hiljem kontaktidele kaitseks. Samuti kasutatakse pallaadiumi kontaktides ja mitmekihilistes keraamilistes kondensaatorites.

PCB jäätmekäitluspraktikas, PCB jäätmed liigitatakse väärismetallide kontsentratsioonide põhjal kolme rühma:

Grade	Description	EEE Product
Hinne 1/A/kõrge	Üldiselt sisaldavad need protsessoreid, pooljuhte, kuldtihvte ja pistikuid, mis sisaldavad väärismetalle, mida saab taaskasutada	IT põhiseadmed, kõvakettad ja sülearvutid, Kuvariseadmed, sealhulgas painduvad PCB-d
Hinne 2/B/Keskmine	Kuigi need pole nii väärtuslikud kui 1. klassi tüüpi plaadid, sisaldavad need siiski mõningaid pooljuhte, kuldtihvte ja pistikuid, mis sisaldavad väärismetalle, mida saab taaskasutada	IT-seadmed, digiboksid, kuvari seadmed, väikesed segatud elektroonikaromud
Hinne 3/C/Madal	Need sisaldavad üldiselt vähe, kui üldse, väärismetalle ja on enamasti väärtuslikud oma vasesisalduse poolest.	Väikesed mitmesugused elektroonikaromud, CRT-telerid, suured kodumasinad

PCBde prügilasse ladestamist ei aktsepteerita arenenud riikides enam keskkonnamõju ja ressursside kadumise tõttu. Siiani on PCBde jäätmete ringlussevõtt oluline teema väärtuslike toodete võimaliku taaskasutamise seisukohast. Siiski esineb elektroonikaromude käitlemise kasutusaja lõppemisega seotud keskkonnaprobleemide tõttu endiselt mitmeid raskusi. Keerulise koostise tõttu nõuab PCBde ringlussevõtt multidistsiplinaarset lähenemisviisi, mille eesmärk on vääridada metalle ja plastifraktsioone ning vähendada keskkonnareostust.

Bioleostamise (või biokaevandamise) tehnoloogia



Bioleostamine ehk **biokaevandamine** on meetod metallide ekstraheerimiseks maakidest ja muudest tahketest materjalidest, kasutades tavaliselt mikroorganisme (bakterid, arheed, seemed või taimed).

Kasutab otsest ainevahetust või mikroobsete protsesside kõrvalsaadusi metallisulfiidse maagi või jäätmete lahustamiseks vesilahuseks ning seda kasutatakse kaubanduslikul tasandil baas- ja väärismetallide ekstraheerimiseks.

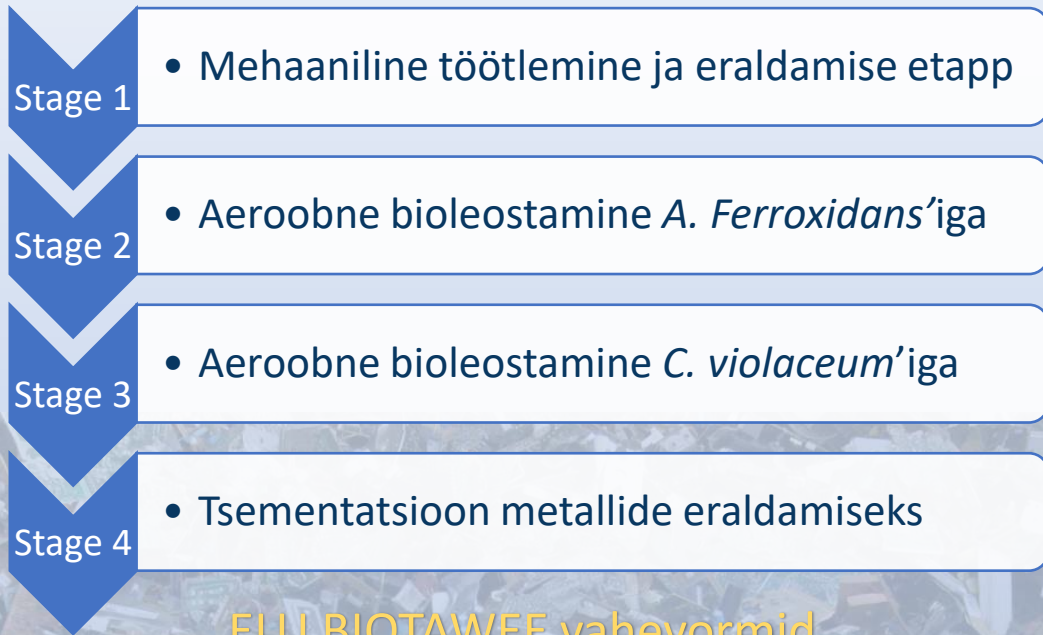
Anaeroobse (*ARGCON5*) konsortsiumi patenteerimisprotsess BIOTATEC'i poolt käib

Aeroobne (*A. ferroxidans*) Cu eraldamine PCB-de MMF-st on demonstreeritud

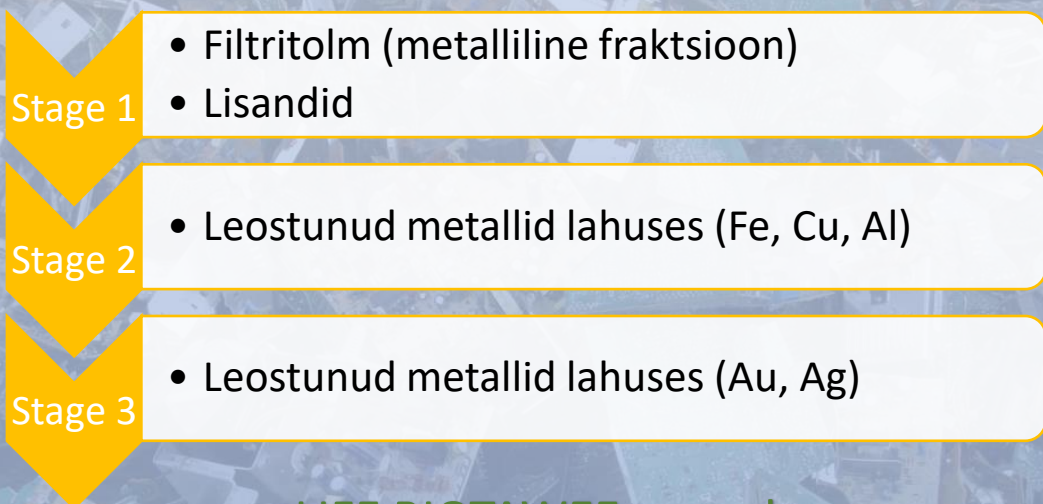
Aeroobne (*Ch. violaceum*) Au eraldamine PCB-de MMF-st on demonstreeritud



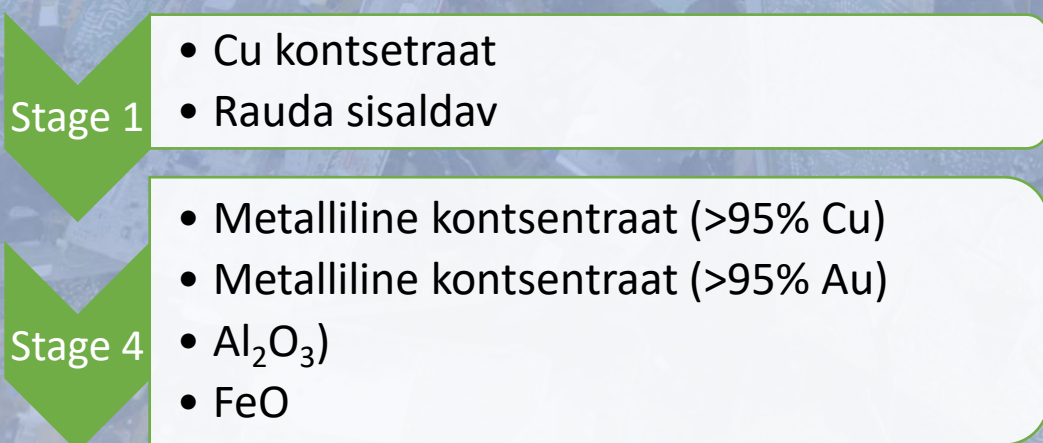
LIFE BIOTAWEE protsess



ELU BIOTAWEE vahevormid



LIFE BIOTAWEE tooted



LIFE BIOTAWEE protsess

1. etapp: mehaaniline töötlemine ja eraldamine:



1st Step



2nd Step



3rd Step



Material for bioleaching



2. ja 3. etapp: aeroobne bioleostamine *A. ferroxidans*'iga või *C. violaceum*'iga.



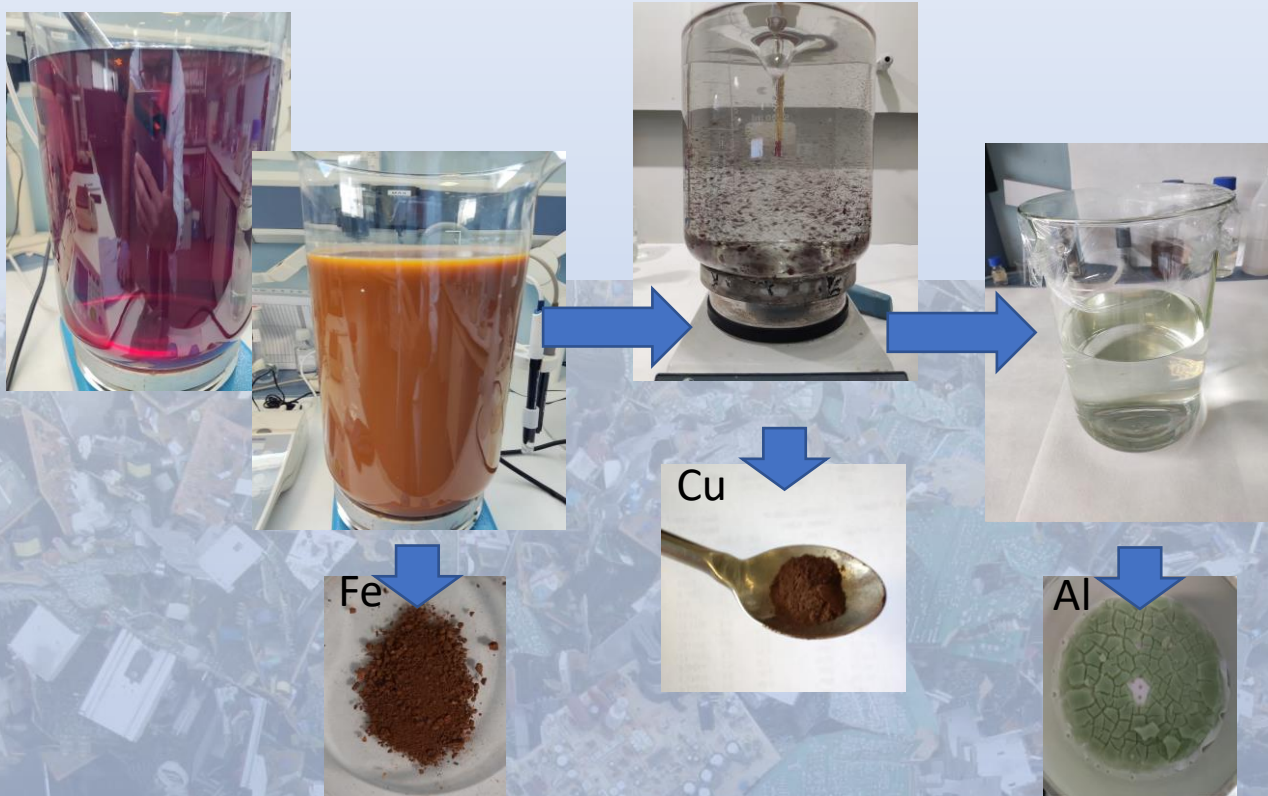
20 L reaktor



50 L reaktor

LIFE BIOTAWEE protsess

4. etapp: tsementeerimine metalli ekstraheerimiseks alates 2. etapist:



Saavutatud tehnilised tulemused

Aeroobne protsess viidi läbi 50L piloottehases koos *A. ferroxidans*'iga, saavutades 86–95% Cu ja 1–4% Ag leostumine. Teised metallid, mida on antud e-jäätmetes väikestes kogustes, leostusid umbes 76–88,5 % Al, 98 % Zn või 53–55 % Ni ulatuses.

Tsüanogeenne bioleostamine *Chromobacterium violaceum*'i kultuuriga aeroobses bioleostamises viidi läbi 20-liitrisel reaktoril, saades kulla ekstraheerimise 45 % ulatuses

Saavutati töötlemiskulude 38 % vähendamine 2 aeroobsel etapil võrreldes hüdro metallurgilise protsessiga.

Tehnologia skaleerimine

Step 0

Inoculation in test tubes

Microorganisms' reception



(6 days in tests tubes)

Step 1

Without PCBs
volume
adaptation
(≈ 11 days)

Inoculation in 250 mL flasks

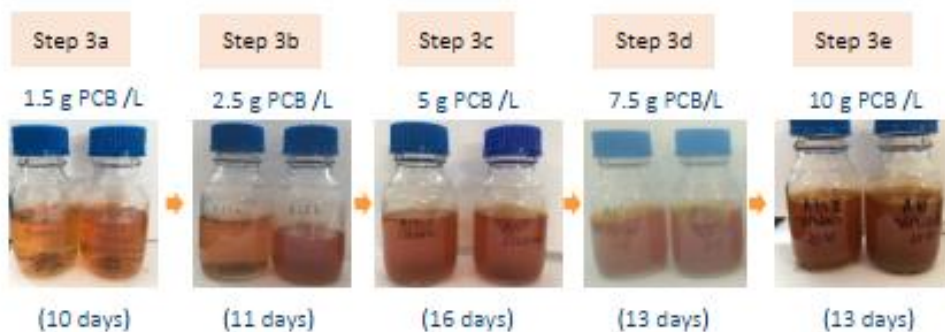


(5 days in
250 ml)

Step 2

Adaptation to rejected fraction from PCB treatment previously cleaned

With PCBs
progressive
adaptation
(≈ 63 days)



Step 3

Adaptation to rejected fraction from PCB treatment previously cleaned

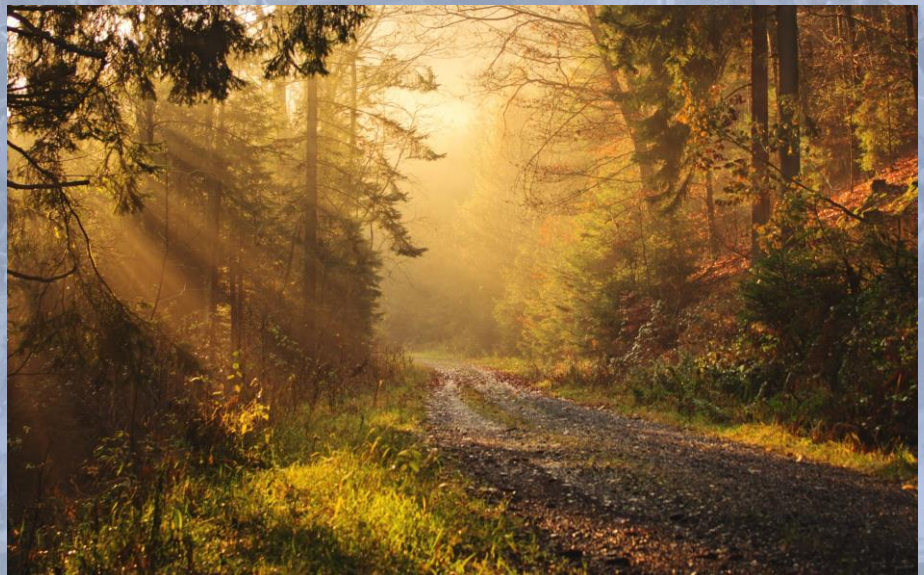
With PCBs
increasing
volume till 50 L
(≈ 55 days)





Projekti keskkonnamõju

- ✓ Välditakse peaaegu 300 Tn / aastas PCB põletamist ainult REYDESA protsessist.
- ✓ Vähendatakse PCB kasutamata fraktsioonide mahtu. Alates 1 Tn, 10 % on PCB NMF (lisandid), kuid on ka teine MMF, mehaanilisel töötlemisel tekkiv imemistolm, mis võib olla 30 % PCB-d.
- ✓ Ohtlike heitvete tekke vähendamine 3,88 Tn/Tn PCB võrreldes hüdro metallurgilise protsessiga.
- ✓ LIFE BIOTAWEE protsess võib hüdro metallurgilise protsessiga võrreldes vähendada 42 % CO2 ekv.
- ✓ Välditakse peaaegu 300 Tn / aastas PCB põletamist ainult REYDESA protsessist.
- ✓ Korduskasutatavus: LIFE - BIOTAWEE protsess võib töödelda filtritolmu, mis on saadud muude elektroonikaromude mehaanilisel töötlemisel REYDESA-s ja teistes ringlussevõtusektori ettevõtetes
- ✓ Biotehnoloogia kasutamise edendamine ringlussevõtuprotsessis, aidates kaasa ringlussevõtusektori muutmisele "biotoorainel põhinevaks tööstuseks".
- ✓ PCBde taaskasutamine tonni kohta:
 - ✓ 182 kg koos
 - ✓ 0,24 kg Ag
 - ✓ 0,021 kg juures





Kulutasuvuse analüüs

Kas PCB-d on võimalik töödelda LIFE-BIOTAWEE protsessis?

- LIFE-BIOTAWEE protsessi määratlemiseks kasutatav PCB segu on 20% Type1 + 80% Type3. Kulla- ja hõbedasisaldus on väga madal ning platinasisaldust on võimatu tuvastada
- Bioleostamisprotsessi läbiviimiseks vajalike reaktiivide suur kogus ja pikad töötlemisajad toovad kaasa suured kulud ja väikese tootmisvõimsuse väga suurte taristuinvesteeringute jaoks

Selle PCB segu töötlemine ei ole LIFE-BIOTAWEE protsessis teostatav. Aga hüdrometallurgia protsessis?

- Hüdrometallurgilises protsessis on investeerimiskulud madalamad ja tootmisvõimsus suurem, kuid reaktiivide maksumus on palju suurem kui bioprotsessis
- Hüdrometallurgiaprotsessis tekkivad jäätmed ei ole kordukasutatavad ja ohtlikumad kui biotehnoloogilisel protsessil tekkivad jäätmed
-

Millal on LIFE-BIOTAWEE protsess PCB töötlemiseks majanduslikult teostatav?

Kui PCB mittemetalne fraktsioon sisaldab Cu protsenti üle 17%

Kui PCB mittemetalne fraktsioon sisaldab Au üle 50ppm



Nendel tingimustel saavutatakse ettevõtte kapitali tootlus 2,7 aasta jooksul alates kolmandast tegevusaastast. Sel ajal loob protsess ettevõttele lisandväärtust 412k€ aastas

Korratavus

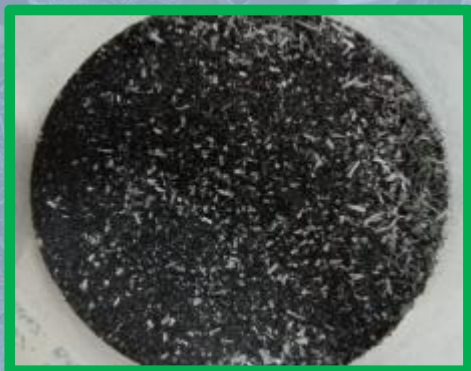


2-astmelise bioleostamise tehnoloogia (anaeroobne + aerobne) demonstreerimine väärtuslike metallide taaskasutamisel mehaanilise töötlemise filtritolmust. Seda tüüpi jäätmete puhul kinnitati biogaasi tootmine anaeroobses etapis 1% siksakilise tolmu suspensiooniga 20-liitrisel reaktoris (62% CH₄ gaasifaasis)

Samuti teostas At aerobse bioleostamise 50 L reaktoris. Ferroksitaanid. Nende jäätmete puhul on võimalik kaevandada 84% rauda, 88% vaske ja 48% alumiiniumi. Tingimused vajaksid optimeerimist, et parandada saadud tulemusi, kuid vase puhul, tulemused on isegi paremad kui PCB NMF-i puhul saadud tulemused



Liitiumioonakude mehaanilisel töötlemisel tekkiva musta massi töötlemine



Elektri- ja elektroonikaseadmete jäätmete saastest puhastamise ja demonteerimise käigus ekstraheeritud patareid tuleb tühendada ja mehaaniliselt töödelda, et vabastada metallilises olekus plastid ja osad (alumiinium, teras, vask jne). Pärast nende eemaldamist tavapärasemate meetoditega ringlussevõtuks jäetakse nn musta massina maha vedel segu liitiumist, mangaanist ja koobaltist.

Reydesa valis uue projekti kus peamine eesmärk on uurida, kohaldada ja valideerida säästvat ja uuenduslikku bioprotsessi liitiumi kättesaamiseks täiustatud ja intelligentsedigitaliseerimise abil, mis arvestades selle suurt

väärtust turul, võimaldab lisada väärtust kogu ahelale bioleostamisprotsessis liitiumi taaskasutamiseks metallikontsentraadist, mis on saadud LFP-tüüpi LIB-de mehaanilisel töötlemisel (LiFePO₄ katoodiga), mis on akude tootmise sektoris lühikeses/keskpikas perspektiivis tulevik.

TAVATEKST

ELEKTROONIKAROMUDE BIOLOSTAMINE VÄÄRISMETALLIDE TAASKASUTAMISEKS

Kas soovite projekti
kohta rohkem teada
saada?

Külastage meie
veebisaiti:
www.biotawee.com