

”Tällä hetkellä jätetasoissa makaa valtava määrä metalleja, jotka voitaisiin hyötykäyttää”, sanoo tutkija **Elina Vestola** VTT:ltä. Hän vastaa VTT:n, GTK:n ja Savonia ammattikorkeakoulun yhteisestä tutkimushankkeesta, jossa kehitetään menetelmää, jolla metallit saataisiin talteen jätemassasta.

Vestolan mukaan Suomessa päättyy vuosittain kaatopaikoille yli miljoona tonnia teollisuuden metallipitoisia jätteitä.

”Esimerkiksi raudan ja teräksen valmistuksessa syntyy noin 450 000 tonnia jätettä joka vuosi. Tästä määrästä arviolta 200 000 tonnia on metalleja. Kaivosteollisuuden jätealueille puolestaan päättyy vuodessa noin kolme miljoonaa tonnia jätemassaa, josta tällä hetkellä hyödynnetään noin 20 prosenttia.”

#### SOVELTUISI MONELLE TEOLLISUUSKAATOPAIKALLE

Metallien talteenotto olisi periaatteessa mahdollista kaikilla teollisuusjätteen kaatopaikoilla, joissa jättemateriaali on samasta lähteestä ja riittävän homogeenista.

”Käytännössä se on mahdollista niillä jättealueilla, joilla jättemäärät ovat taloudelliselta kannalta riittävän suuret”, sanoo Vestola.

”Hyvin karkea arvio voisi olla ehkä noin kymmenen kaatopaikkaa Suomessa.”

Myös tulevaisuudessa syntyvät uudet, haas-



Kaivosteollisuuden jättealueille päättyy vuodessa noin kolme miljoonaa tonnia jätemassaa.

# Kaatopaikoista tulee ekokaivoksia

Teollisuuden kaatopaikoilla lojuu valtavia määriä arvokkaita metalleja, jotka voitaisiin ottaa hyötykäyttöön. Bioliuotus voi jatkossa olla taloudellisesti kannattava menetelmä tähän. Menetelmä on jo herättänyt kansainvälistä kiinnostusta.

tavat jätelajit lisäävät tarvetta erottelumenetelmille.

”Esimerkiksi kierrätysteollisuuden jätteet, kuten sähkö- ja elektroniikkaromu ja akkujätteet ovat ongelmallisia kaatopaikoilla. Mitä enemmän näistä saadaan talteen ja takaisin käyttöön, sen parempi”, painottaa Vestola.

#### HARVINAISIA METALLEJA HUKKAAN

Teollisuuden nykyisissä menetelmissä on monenlaisia prosessihäviöitä. Huomattavia määriä eri metalleja päättyy teollisuusjätteeseen. Tekesin ja useiden yritysten rahoittamassa tutkimuksessa haetaan ratkaisua ongelmaan bioliuotuksesta.

Hankkeen taustalla on tarve saada talteen hyödyntämättömät raaka-aineet ja luonnonvarat.

”Näin saadaan hyötykäyttöön prosessihävikit sekä erityisesti tulevaisuuden kannalta kriittiset ja harvinaiset metallit”, Vestola kertoo.

”Kestävän kehityksen kannalta kriittiset, hyödynnettävissä esiintymässä olevat metallit, kuten esimerkiksi kupari, nikkeli, sinkki, arseeni ja koboltti, tulevat nykytavalla käytettynä loppumaan tulevaisuudessa, joten niiden makuuttaminen kaatopaikalla ei ole järkevää.”

#### YRITYKSET HAKEVAT NETTOHYÖTYÄ

Yrityksille jätemetallien talteenotto on myös imagoasia, uskoo Vestola. ”Kansallinen ja EU-lainsäädäntö sekä erilaiset globaalit ympäristö- ja ilmastotavoitteet vaativat yrityksiltä ympäristön huomioonottamista”, hän huomauttaa. ”Jätteen käsittely on yksi tärkeä osa-alue yritysten tavoitellessa ympäristöystävällistä imagoa.”



Sanna Alajoki

VTT:n tutkija Elina Vestola on juuri mukana kehittämässä menetelmää, jolla metallit saataisiin talteen jätemassoista.



Scanstockphoto

Hyötykäytön mahdollistavien menetelmien on oltava yrityksille edullisia.

”Jätteiden kaatopaikkasijoittaminen maksaa nykyisellään jättejakeesta riippuen noin 5–100 euroa tonnilta, joten hyötykäytön on oltava kaatopaikkasijoitusta edullisempaa, jotta se kiinnostaisi yrityksiä.”

Säästöihin pyritään optimoimalla prosessia kaikilta osin. Kustannussäästöjä tulee myös, kun metallit ja materiaalit saadaan hyötykäyttöön sen sijaan, että ne makaisivat kaatopaikalla. Talteen otettavista metalleista saadaan tarvittaessa siis nettohyötyä.

Jättejakeet ovat vaativia ja lisäksi heterogeenisten jakeiden laatuvahtelut ovat suuria.

”Myös yhteistyö ja verkostoituminen ovat alalla uutta”, muistuttaa Vestola. ”Siksi käytännön toteutuksessa riittää työtä.”

Tekesin vanhempi teknologia-asiantuntija **Asko Vesanto** sanoo, että metallien ja muiden raaka-aineiden talteenoton kannalta teollisuuden sivuvirrat ja jätteet ovat haasteellisempia kuin niin sanotut neitseelliset raaka-aine-esiintymät.

”Riskit ovat jättepuolella aivan erilaisia. Tutkimustasollakin ollaan siis menossa vaikeampiin sovelluksiin.”

Vesanto kertoo, että Suomessa varsinkin kaivosteollisuudella on vanhoja jäte- ja rikastehiekka-alueita, joilla voisi olla paljon potentiaalisia raaka-aineita.

”Teollisuuden menetelmät ovat olleet aiemmin tehottomampia, joten kaatopaikalle päätyneessä jätteessä on ollut muka-

na enemmän käyttökelpoista materiaalia kuin nykyään.”

## MIKROBEILLA METALLIT TALTEEN

VTT:n tutkija Elina Vestola on soveltanut jätemetallien talteenottoon bioliuotusmenetelmää.

”Menetelmä hyödyntää luonnossa tapahtuvaa prosessia. Vaihtoehtona voisi olla myös esimerkiksi fysikaalinen tai kemiallinen käsittely, mutta biologiset menetelmät ovat yleensä edullisempia ja kuluttavat vähemmän luonnonvaroja”, hän perustelee.

Lisäksi olemassa olevilla fysikaalisilla ja/tai kemiallisilla menetelmillä ei ainakaan toistaiseksi päästä riittävän hyvään metallien erotustehoon.

”Seos sisältää monia eri metalleja ja ne kaikki täytyisi saada erotettua toisistaan. Tarvittaisiin monta erityyppistä menetelmää, jotta lopputulos olisi hyvä. Uudenlaisten menetelmien kehitys on siis tarpeen”, summaa Vestola.

Bioliuotusmenetelmä perustuu mikrobeihin, joiden avulla pystytään sopivissa olosuhteissa

muuttamaan metallipitoisten materiaalien sisältämät metallit liukoiseen muotoon.

”Mikrobit tuottavat aineenvaihduntatuotteita, muun muassa erilaisia happoja, joiden avulla metallit liukenevat.”

Metallit saadaan liuksesta talteen esimerkiksi pH:ta säätämällä.

## MYÖS PILAANTUNEILLE MAILLE

Tutkimuksen tärkein tavoite on ollut kehittää metallien bioliuotukseen perustuvia sovelluksia teollisuuden metallipitoisten sivuvirtojen ja jätteiden käsittelyyn.

Lisäksi yritetään lisätä bioliuotusprosessin tehokkuutta ja optimoida prosessia kaikilta osin.

”Kartoitamme myös prosessin soveltuvuusalueen laajentamista. Menetelmä voisi soveltua esimerkiksi metalleilla pilaantuneiden maiden ja sedimenttien käsittelyyn.”

## MATERIAALIEN YMPÄRISTÖKUORMITUS PIENEMMÄKSI

Menetelmän käyttöönotosta saatavat hyödyt olisivat Vestolan mielestä kiistattomat.

”Materiaalien ympäristökuormitus pienenesi, kun osa kertaalleen hylätystä raaka-aineista saataisiin ohjattua hyötykäyttöön. Samalla myös kaatopaikkojen jätemäärät pienenisivät.”

Jäljelle jäävässä jättejakeessa ei olisi metalleja, joten myös sen ympäristöhaitat olisivat pienempiä. Materiaalien kaatopaikkasijoittaminen puolestaan helpottuisi, koska haitalliset metallit kuten esimerkiksi arseeni ja kadmium saataisiin pois.

”Kun metallit on erotettu jakeesta, jäljelle jää parhaassa tapauksessa hyötykäytettävä aines ilman haitallisia ainesosia”, kertoo Vestola.

”Nykyinen ongelmajätteenkin voitaisiin muuttaa tavalliselle kaatopaikalle sijoitettavaksi”, Vestola kiteyttää.

”Toki selvä etu olisi myös se, että arvometallit saataisiin hyötykäyttöön”, hän jatkaa.

”Myös bioliuotuksen jälkeinen kiinteä materiaali voitaisiin hyödyntää vaikkapa maan- tai tienrakennukseen raaka-aineina, kun hyötykäyttöä estävät haitalliset metallit on poistettu.”

## KUSTANNUSTEHOKAS MENETELMÄ

Bioliuotuksen kustannukset jäävät yleensä pienemmiksi kuin perinteisten rikastusteknologioiden.

”Kustannukset on toki arvioi-



VTT

Jättemateriaalin bioliuotusta täyssekoitusreaktorissa.

tava tapauskohtaisesti. Vaihtelua voi aiheutua monista tekijöistä. Esimerkiksi käsiteltävän materiaalin ominaisuudet sekä seurannan ja ylläpidon tarve vaikuttavat kustannuksiin. Metallien talteenottoa on testattu muun muassa erilaisilla kemiallisilla menetelmillä, mutta niiden käyttö on kaatunut kustannuksiin.”

Tekesin vanhempi teknologia-asiantuntija Asko Vesanto pitääkin bioliuotusta ja mikrobiologisia menetelmiä ylipäänsä lupaavina vaihtoehtoina metallien talteenottoon juuri kustannustehokkuuden takia. ”Prosessi saattaa viedä enemmän aikaa, mutta sen taloudellinen kannattavuus on eri luokkaa kuin kemiallisilla menetelmillä”, Vesanto toteaa.

## MAAILMALLA OLISI KYSYNTÄÄ

Elina Vestolan tavoitteena on arvioida kokonaisvaltaisesti prosessin kustannuksia. Vastavia arvioita ei ole toistaiseksi tehty maailmalla. Vestola uskoo, että menetelmällä on kansainvälistä potentiaalia.



Stena



← ↑ Stena on tutkinut Ruotsissa kaatopaikkamateriaalien talteenottoa jo pitkään.

Stena

”Metallipitoista jätettä syntyy teollisuudessa joka puolella maailmaa. Määrät ovat huomattavia. Alalla on siis kysyntää uusille tuotteille ja prosesseille.”

Koska metallien hyötykäyttöön saaminen pienentää teollisuuden ympäristövaikutuksia ja vähentää neitseellisten luonnonvarojen käyttöä, se myös väistämättä edistää kestävä kehitystä, summaa Vestola.

Jättemateriaaleissa olevista metalleista rauta on yleensä helpoin erottaa. Sen talteenotto ei kuitenkaan yleensä ole teollisuuden näkökulmasta kaikkein tärkeintä. Sen sijaan esimerkiksi kupari, nikkeli, sinkki ja koboltti ovat arvometalleja, joiden erottamisessa jätteestä uudelleen käytettäväksi on enemmän liiketoimintapotentiaalia.

Tekesin SymBio-ohjelmaan kuuluva hanke on pilot-mittakaavassa vielä kaksi seuraavaa vuotta. ”Pyrkimyksenä on rakentaa täyden mittakaavan sovellus, jonka voitaisiin arvioida

olevan markkinoilla noin neljän vuoden päästä”, arvioi Vestola.

## KIINNOSTUS KASVAA

Bioliuotusta on käytetty kaivospuolella rikastuksessa jo 30–40 vuotta, mutta jätteidenkäsitelyn yhteydessä se on uusi menetelmä.

”Liuotus on kaupallisella asteella käytössä esimerkiksi Talvivaaran kaivoksessa.”

Menetelmää on tutkittu jonkin verran myös muualla. Vestolan mukaan alalla on ollut pitkään hiljaista, mutta nyt taas esimerkiksi Japanissa on kiinnostuttu aiheesta.

”Suomessa kuitenkin erikoisuutena ovat kylmät olosuhteet, jotka tuovat prosessiin oman haasteensa.”

”Yleisesti ottaen jätteen hyötykäyttöön liittyvät tutkimukset ovat tarpeellisia, koska luonnonvarat ovat rajallisia”, Vestola summaa. VTT:n asiakaspäällikkö **Ulla-Maija Mroueh**

## Bioliuotus ei sovellu yhdyskuntajätteille

■ VTT:n tutkimus bioliuotus ei sovellu materiaalien talteenottomenetelmäksi yhdyskuntajätteen kaatopaikoille. Niillä jätejakeet ovat liian heterogeenisiä ja erotettavissa olevien metallien pitoisuudet hyvin alhaiset.

VTT:llä on tutkittu yhdyskuntajätteiden käyttämistä energia- tai materiaalikäyttöön. Asiakaspääällikkö **Ulla-Maija Mroueh** muistuttaa, että kaatopaikkojen hyötykäytössä on omat riskinsä, joita on tietysti selvitettävä ennen käytännön sovellusten käyttöönottoa.

”Yhdyskuntajätettä sisältävien kaatopaikkojen kaiveleminen ei esimerkiksi välttämättä ole terveydelle hyväksi”, Mroueh toteaa.

Bioliuotus soveltuu Tekesin vanhemman teknologia-asiantuntija **Asko Vesannon** mukaan teollisuuden kaatopaikoille, koska jätteiden alkuperä ja koostumus tiedetään kohtuullisen hyvin.

”Sen sijaan esimerkiksi yhdyskuntajätteelle tällainen käsittely olisi haastavampaa, koska jätemassan koostumusta ei samalla tavalla tunneta. Silloin totta kai esimerkiksi ympäristöriskitkin ovat suurempia.”

puolestaan uskoo, että hiljaiselo johtuu osittain vallitsevasta taloustilanteesta. ”Kiinnostus näitä sovelluksia kohtaan on kasvussa”, Mroueh sanoo.

Tekesin Asko Vesannon mukaan tällaiset tutkimukset kiinnostavat teollisuutta aina kun raaka-aineiden hinnat nousevat.

### EKOTEHOKKAITA SOVELLUKSIA ODOTETAAN VIELÄ

Bioliuotuksen soveltamisesta metallipitoisten jätteiden käsittelyyn ei Elina Vestolan tietojen mukaan tehdä Suomessa tutkimusta juuri nyt.

”Muualla maailmassa tutkimusta on, mutta toistaiseksi taloudellisia ja ekotehokkaita täyden mittakaavan sovelluksia ei ole olemassa.”

### STENA TUTKII METALLIEN TALTEENOTTOA

Stena Metall Sweden on tutkinut metallien talteenottoa kaatopaikoilla Ruotsissa. ”Tutkimuksia on ollut, mutta juuri nyt meillä ei ole mitään käynnissä”, sanoo yrityksen tutkimusjohtaja **Christer Forsgren**.

”Yksi asiaan vaikuttava tekijä on se, miten Ruotsin kaatopaikkavero vaikuttaa niihin kaa-

topaikan materiaalisällön kierrätyksestä syntyviin rejekteihin, jotka sitten kuitenkin täytyy lopulta sijoittaa kaatopaikalle.”

Stena on käynnistänyt kaatopaikkojen materiaalien talteenottoa koskevan tutkimuksen Linköpingin yliopistossa jo viisi vuotta sitten.

”Halusimme tutkia, miten voimme vastata tulevaisuuden velvoitteisiin vanhoilla kaatopaikoilla”, valottaa Forsgren tutkimuksen aloittamisen syitä.

”Metallien hinnat ovat myös nousseet ja tekniikat metallien erottamiseen muista jakeista ovat kehittyneet paremmiksi, joten myös siksi erotus kiinnostaa meitä.”

VTT:n tutkija Elina Vestolan tutkimus bioliuotus ei Stenalle menetelmäksi sovellu.

”Koska meidän kaatopaikkamme ovat pääasiassa sellaisia, joilla metalli on metallimuodossa, bioliuotus ei ole meille varmaankaan paras vaihtoehto. Metalliksi se voisi olla vaihtoehto”, Forsgren pohtii.

Elina Vestola huomauttaa, että metallisessa muodossa olevat metallit saadaan kyllä tiet-



Jättemateriaalien lajittelua ja fraktiointia jätteenkäsittelykeskuksessa.

tyyn pisteeseen asti erotettua myös mikrobien tuottamien happojen avulla, mutta periaatteessa menetelmä on parempi metallioksidoille ja sulfidoille.

Forsgren kertoo, että Stenan talteenottamat metallit olivat pääasiassa ruostumattomia, kuparia ja alumiinia.

”Parhaiten näihin tekemiimme erotuksiin soveltuvat sellaiset kaatopaikat, joilla metalli on alkuainemuodossa.”

Hän toivoo, että Stena voisi jossain vaiheessa ottaa metalleja talteen myös Suomessa.

”Se on Suomessa helpompaa, koska ainakaan tällä hetkellä kaatopaikkavero ei koske teillä yksityisiä teollisuuden kaatopaikkoja”, Forsgren perustelee.

Vanhoilla jäte- ja rikastehiekka-alueilla olevia raaka-aineita voitaisiin ottaa uusiokäyttöön, jos löydetään tarpeeksi kustannustehokkaat menetelmät.

Scanstockphoto