

Ratkaiseeko kemiallinen kierrätys

# Muovien megaongelman?



**Juttusarja esittelee VTT:n  
pääjohtajan Antti Vasaran keinot  
maailman pelastamiseksi ja Suomen  
nostamiseksi teknologiamahdiksi.**

■ **Ratkaiseeko  
kemiallinen  
kierrätys muovista  
aiheutuvan mega-  
ongelman? Idea  
on yksinkertainen:  
kierrätettävä  
muovijäte pilkotaan  
alkutekijöihinsä,  
joista rakennetaan  
aivan uusi tuote.**

VTT testaa muovin kemiallista kierrätystä pyrolyysilaitteistollaan, joka sijaitsee tutkimuskeskuksen pilotointikeskuksessa Bioruukissa Espoossa.

#### JUHA GRANATH

Tyynellämerellä velloo muovijätteestä koostuva kolmen Ranskan kokoinen lautta. Muovin seasta nostetaan jumiin jääneitä kuolleita kaloja ja kilpikonnaa. Rantaan ajelehtineiden valaiden ja vesilintujen sisältä löytyy muoviroskaa.

Uutisten ja luontodokumenttien kuvat kertovat tylä tarinaa ihmisen toiminnasta.

Maailemassa tuotetaan muovia jo reilusti yli 300 miljoonaa tonnia vuodessa, ja määrän povataan tuplaantuvan kymmenessä vuodessa.

Muovista kierrätetään vain kymmenesosa. Loppu päättyy luontoon tai kaatopaikoille ja polttouuneihin.

EU:n tavoitteiden mukaan muoveista pitäisi saada kiertoon vuoteen 2025 mennessä 50 prosenttia ja vuoteen 2030 mennessä 55 prosenttia. Kuinka päästä päämäärään?

Teknologian tutkimuskeskuksen VTT:n toimitusjohtaja **Antti Vasara** on listannut viisi toivon alaa, jotka säästävät luontoa, edistävät kestävä kasvua, luovat työpaikkoja ja vahvistavat Suomen kilpailukykyä. Yksi aloista on muovin kierrättäminen kemiallisesti.

”Se on riittävän iso kala, jota kannattaa lähteä pyytämään. Muovin kemialliselle kierrätykselle tulee isot markkinat. Tarvittava teknologia löytyy jo, ja läpimurtoja on tulossa”, Vasara vakuuttaa.

Suomessa muovin kemiallisen kierrätyksen merkittävin kehittäjä on VTT:n ohella Neste. Vielä tutkimuksissa ollaan kokeilu- ja pilottiasteella.

#### Tempu ja sen tekotapa

Muovijätteen kemiallinen kierrätys vaatii ensin esikäsitteilyn, jossa joukosta poistetaan sinne kuulumaton aines, kuten lasi ja metalli.

Sen jälkeen jätemuovi pilkotaan takaisin lähtöaineisiinsä, joita voidaan käyttää pohjana uusien muovipolymeerien rakentamisessa.

Käytössä olevat päatekniikat ovat pyrolyysi, kaasutus, depolymerointi ja solvolyyysi. VTT:n kehitystyö perustuu termokemiallisiin konversiomenetelmiin eli kaasutukseen ja pyrolyysiin, kertoo tutkimusalueen johtaja **Tuulamari Helaja**.

”Kaasutuksessa olemme ehkä hieman

» » »

# Neste tavoittelee Laadukasta raaka-ainetta kemianteollisuudelle

Energiajätti Neste on tutkinut muovin kemiallista kierrätystä yhtenä vaihtoehtona raakaöljylle jo pitkään. Kehitystyöstä ja kaupallistamisesta vastaa yhtiön puolitoista vuotta sitten perustama Renewable Polymers and Chemicals -liiketoimintayksikkö.

”Tavoitteemme on tuottaa muovijätteestä kemiallisesti kierrättämällä korkealaatuista raaka-ainetta kemianteollisuuteen”, linjaa Nesteen öljytuotteiden kehityksestä vastaava johtaja **Heikki Färkkilä**.

Tähän pyritään yhteistyöllä muovijätteen kerääjien, kierrättäjien ja teknologioiden kehittäjien kanssa.

Suomalaisyhtiöllä on menossa yhteinen hanke kahden kansainvälisen muovinkierrätyksen keskittyneen yrityksen kanssa. Saksalainen Remondis ja belgialainen Ravago ovat Euroopan suurimpia teollisten ja kaupallisten jätevirtojen kerääjiä, kierrättäjiä ja jakelijoita.

Yhteishankkeessa rakennetaan muovin kemiallisen kierrätyksen ekosysteemi, jossa yritykset voivat kehittää mekaanista kierrätystä täydentäviä vaihtoehtoja. Näin kiertoon saataisiin myös heikkolaatuinen ja muu hankalasti kierrätettävä muovi.

”Emme kilpaile mekaanisen kierrätyksen kanssa, vaan pyrimme rakentamaan kemialliselle kierrätykselle taloudellisesti järkevän ja olemassa oleviin rakenteisiin istuvan mallin”, Färkkilä täsmentää.

Nesteen, Remondiksen ja Ravagon tähtäimessä on kierrättää yli 400 000 tonnia muovijätettä vuodessa. Vuodesta 2030 lähtien määrän pitäisi kivuta jo yli miljoonaan tonniin.

”Se tarkoittaa, että 2020-luvun alkuvuosina pitää tapahtua paljon. Ensimmäinen rakennetaan pilottilaitokset. Mitä Neste rakentaa ja mitä kumppanit, siihen en ota vielä kantaa. Raaka-aine jalostetaan joka tapauksessa Nesteen fossiilisen öljyn jalostamoissa Suomessa.”

Neste keskittyy teknologioihin, joi-

den avulla jätemuovi nesteytetään ennen sen jalostamista petrokemian raaka-aineiksi.

”Tyypillinen ratkaisu tähän on pyrolyysi, mutta tutkimme myös muiden teknologioiden soveltuvuutta”, Färkkilä kertoo.

Raaka-aineesta ei hänenkään mukaansa pitäisi tulla pulaa. Ennusteet kertovat, että kuluvan vuosikymmenen lopussa muovijätettä syntyy jo 300–450 miljoonaa tonnia vuodessa. Siitä voisi ohjautua kemialliseen kierrätykseen 40–80 miljoonaa tonnia.

”Nesteen tuleva miljoonan tonnin raaka-ainetarve on vain murto-osa tuosta määrästä. Kasvuun on mahdollisuuksia ja paljon”, Färkkilä uskoo.

”Painopisteemme on heikosti kierrätettävissä muovivirroissa, jotka koostuvat pääasiassa polyeteenistä, polypropeenista ja polystyreenistä. Kemiallisella kierrätyksellä niistä saadaan raaka-ainetta, joka kelpaa vaativien tuotteiden, kuten lääke- ja elintarvikepakkausten, valmistukseen.”

## ”Kierrätystä kannustettava”

Vaikka muovijätteen kemialliseen kierrätykseen saadaan toistaiseksi vain murto-osa kaikesta kierrätykseen tulevasta muovista, maailmalla on nähty jo merkittäviä avauksia. Esimerkiksi kemianteollisuuden jättiläisen Basfin ensimmäiset kokeilut ovat olleet onnistuneita.

Paljon on silti vielä tehtävää. Ympäristötietoisuutta on lisättävä ja lainsäädäntöä täsmennettävä.

”Kemiallisesti kierrätetty tuote ei pysty hinnalla kilpailemaan raakaöljystä valmistetun tuotteen kanssa. Jos EU haluaa täyttää kierrätystavoitteen, kierrätystä on kannustettava. Kemiallisesti kierrätetty muovituote ei saa jäädä kuluttajien maksuhalukkuuden varaan”, Färkkilä korostaa.

Hän perää eurooppalaista tai jopa maailmanlaajuista lainsäädäntöä, joka

määrittelee, milloin kierrätysmateriaalista tehty tuote lakkaa olemasta jätettä ja milloin siitä tulee tuote.

”On oltava selkeät lakipykälät, jotta jo kierrätettyjen tuotteiden kuljetus, myyminen ja prosessointi eri valtioiden välillä onnistuu. Tällä hetkellä lainsäädäntöä ei ole harmonisoitu, ja kansallisvaltiot tai EU:ssa jäsenvaltiot päättävät asioista omien mieltymysten mukaisesti.”

Neste joutui syyskuussa kritiikin kohteeksi, kun se ilmoitti suunnittelemansa Naantalın jalostamatoimintojen lakkauttamista ja 470 työpaikan karsimista. Tuoko muovin kemiallinen kierrätys yhtiöön lisää työpaikkoja?

”Se tukee tuotteidemme kilpailukykyä ja tuo lisää työtä. Muovin kemiallinen kierrätys työllistää meillä jo nyt kymmeniä henkilöitä tutkimuksessa, suunnittelussa ja liiketoiminnan kehittämisessä.”



**Kemiallisessa kierrätyksessä syntyvästä raaka-aineesta tehdyt tuotteet kestävät vertailun fossiilisista raaka-aineista valmistettujen tuotteiden kanssa, Heikki Färkkilä vakuuttaa.**



VTT:n valmiudet kehittää muovin kemiallista kierrätystä ovat erittäin hyvät, sanoo tutkimusalueen johtaja Tuulamari Helaja.

>>>

pidemmällä. Se sietää aika paljon sekalaisempaa muovijaetta kuin pyrolyysi”, Helaja sanoo.

Aihetta tutkii liki 50 asiantuntijaa Espoon Bioruukin pilotointikeskuksessa ja VTT:n Tampereen yksikössä Hervannassa.

Kansainvälistä yhteistyötä VTT tekee useiden tutkimuslaitosten ja muoviklusterien kanssa ECP4-hankkeessa (The European Composites, Plastics and Polymer Processing Platform). Yhteistyökumppaneina ovat myös lukuisat kansainväliset yliopistot.

Liiketoiminta-alueen johtajan **Jussi Mannisen** mukaan VTT on jo tehnyt kokeita, jotka osoittavat, että muovin kemiallinen kierrätys voi toimia myös kaupallisesti.

”Ennen kuin päästään kaupalliseen ja teolliseen toimintaan pitäisi kuitenkin päästä rakentamaan demonstraatiolaitos jonkin tehtaan tai teollisuuslaitoksen kylkeen. Se on kymmenien miljoonien sijoitus, mutta kiinnostusta on ilmennyt”, Manninen kertoo.

### ”Kuuma bisnes”

Taistelu maailman mahtikierrättäjän kärkipaikasta käy kovana. Helajan mukaan muovin kemialliseen kierrätyk-

seen on herätty jo vuosia sitten.

”Pilotointilaitoksiakin on rakennettu, mutta kaupallisia tuotantolaitoksia ei ole vielä saatu. Mutta työtä tehdään ainakin Saksassa, Itävallassa, Hollannissa, Italiassa, Kanadassa ja Yhdysvalloissa.”

Manninen luonnehtii alaa ”kuumaksi bisnekseksi”. Pelkästään pyrolyysiin perustuvia aloitteita löytyy maailmal-

## ”Kemiallisessa kierrätyksessä jätteestä rakennetaan täysin uusi tuote.”

ta jo kymmenkunta. Intoon on syynsä.

”Mekaanisessa kierrätyksessä muovin laatu useimmiten heikkenee, eikä lopputuote kelpaa esimerkiksi elintarvikepakkauksiin. Mutta kemiallisessa kierrätyksessä jätteestä rakennetaan täysin uusi tuote.”

”Kuumaa bisnestä” kuumentaa entisestään EU:n muovistrategia. Sen mukaan jäsenmaissa myytävien muovipakkausten on oltava joko uudelleen käytettäviä tai kierrätettäviä vuoteen 2030 mennessä.

Mannisen mukaan lisäpainetta tulee

>>>

## Neljällä tekniikalla

Muovin kemialliset kierrätystekniikat jaetaan yleensä neljään kategoriaan.

■ **Depolymeroinnissa** muovin polymeeriketjut pilkotaan kemiallisten reaktioiden avulla takaisin monomeereiksi. Depolymeroinnin aikaansaamiseksi reaktiossa käytetään sopivaa liuotinta, lämpöä ja katalyyttisesti aktiivisia aineita.

Tämän jälkeen epäpuhtaudet erotetaan monomeerien joukosta ja saadaan puhdasta monomeeriä uudelleen polymeroitavaksi.

■ **Solvolyysissa** polymeeri liuotetaan liuottimeen. Liukenemattomat epäpuhtaudet erotetaan liuottimesta suodattamalla tai faasierotuksella. Puhdistuksen jälkeen polymeeri erotetaan liuottimesta ja saadaan puhdasta polymeeriä uudelleen käytettäväksi.

■ **Pyrolyysissa** muovi hajotetaan lämmön avulla. Muovia käsitellään hapettomassa tilassa noin 400–600 celsiusasteen lämpötilassa. Silloin muovi hajoaa raaka-aineesta riippuen joko selektiivisesti monomeereiksi tai muodostaen pyrolyysiöljyä. Öljy jatkojalostetaan kemikaaleiksi, joita voidaan käyttää uuden muovin valmistuksessa.

■ **Kaasutuksessa** muovia hajotetaan pyrolyysia korkeammassa, 700–1 200 asteen lämpötilassa, jolloin muodostuu vedyn ja hiilimonoksidin seosta. Synteesikaasu puhdistetaan, ja siitä valmistetaan kemikaaleja muovien raaka-aineeksi.

Depolymerointi ja solvolyysi edellyttävät jätevirtaa, joka koostuu vain yhdestä muovilaadusta. Siten saadaan hyvälaatuisia raaka-ainetta ilman epäpuhtauksia. Menetelmien haasteena ovat muovituotteet, joissa on kerroksittain useita eri muovilaatuja.

Termokemialliset hajotusmenetelmät eli pyrolyysi ja kaasutus sopivat myös eri muovilaadusta koostuvalle jätteelle ja komposiittirakenteille.

Lähde: VTT:n tutkimusryhmän johtaja Ilkka Hiltunen.



**Muovijätteestä, kierrättäjien raaka-aineesta, ei ole tulossa vastaisuu-  
dessakaan pulaa.**

Neste

» » »

myös kuluttajilta ja tuotebrändeiltä. Moni haluaisi korostaa, että tuote sisältää luontoa säästävää kierrätysmuovia.

Työ- ja elinkeinoministeriön selvitys nostaa Nesteen lisäksi esiin muutamia kotimaisia yrityksiä, joiden kemiallisen kierrätyksen kokeilut perustuvat paikallisesti saatavilla olevaan muovijätevirtaan.

Nämä yritykset ovat raaka-ainetta muovi- ja petrokemian käyttöön toimittava Pohjanmaan Hyötyjätekuljetus ja sen teknologioita kehittävä tytäryhtiö Fenergy, Lahti Energian kaasutuslaitos, forssalainen Kiertoketju sekä koneita ja prosessijärjestelmiä toimittava oululainen Ecomation.

Manninen muistuttaa, että vaikka Suomi pystyy kehittämään teknologioita, itse jätebisnes on muualla. On silti niin VTT:n kuin veronmaksajien etu saada teknologiat markkinoille. Sitten katsotaan, minne kannattaa investoida.

”Esimerkiksi Lähi-idässä on isoja asutuskeskittymiä, joissa syntyy luontaisesti paljon jätettä. Siellä sitä olisi järkevä kerätä, kuljettaa ja sortteerata. Harvaan asutuille alueille ei ole järkevä lähteä.”

### Rajattomasti raaka-ainetta

Muovia löytyy nykyisin ravintoketjuista, napaseuduilta ja asumattomilta saa-

rilta. Jätteestä aiheutuvat ympäristöhaitat on saatava tavalla tai toisella kuriin.

Jos ympäristöliikkeiden päiväni toteutuu, muovin käyttö maailmassa romahtaa. Muuttuisiko muovin kemiallinen kierrätys samalla raaka-ainepulas-  
sa rämpiväksi iltaruskon alaksi?

”Ei, ei, muovi on monella tapaa fantastinen materiaali”, Jussi Manninen parahtaa.

”Ongelma on, että kohtelemme muovia kertakäyttötuotteena. Muovituotteita ei ole suunniteltu kiertotalouden ehdoilla. Siksi ne päätyvät luontoon ja kaatopaikoille.”

Tuulamari Helaja sanoo, ettei edes ymmärrä kysymystä, pitäisikö tai voitaisiinko muovista päästä eroon.

”Se on mahdotonta”, hän kuittaa ja ottaa sanojensa vakuudeksi esiin taulukot:

1960-luvulla muovia tuotettiin maailmassa 15 miljoonaa tonnia, viime vuonna 380 miljoonaa tonnia, ja vuoden 2050 arvio on yli 800 miljoonaa tonnia.

Siitä riittää raaka-ainetta myös kemiallisille kierrättäjille.

**”Muovin kemiallisen kierrätyksen bisnesvolyymi on siellä, missä asutus on tiheää, jätettä syntyy paljon ja uusien tuotteiden tarve kova”,  
Jussi Manninen sanoo.**

”Tietojeni mukaan maailmassa syntyy 50 miljoonaa tonnia muovijätettä vuodessa. Siitä Euroopan osuus on vajaat 30 miljoonaa tonnia. Määrät ovat vielä kasvussa, joten siitä voi laskea virtoja ja volyymeja.”

### ”Harmaalla alueella”

Kemiallisen kierrätyksen markkinat ovat kansainväliset, joten ne tarvitsisivat yhtenäiset pelisäännöt. On luotava mekanismeja, jotka tukevat kierrätysraaka-aineen käyttöä fossiilisen raaka-aineen sijaan.

VTT:n Tuulamari Helaja ja Jussi Manninen harmittelevat sitä, ettei Suomen ja EU:n lainsäädäntö tunnista muovien kemiallista kierrätystä mekaanisen kierrätyksen rinnalla.

”Asiat ovat kesken. Suunniteltuja direktiivejä ei ole saatu voimaan. Se aiheuttaa alalla epävarmuutta”, Helaja sanoo.

Mannisen mukaan kemiallinen kierrätys on eurooppalaisessa lainsäädännössä nyt harmaalla alueella. Tilanne on hankala.

”Kemianteollisuus lobbaa selkeän lainsäädännön puolesta. Vastapainoksi ympäristöjärjestöt vastustavat ja ver-  
taavat sitä jätteidenpolttoon.”



VTT

## Luonnonsuojeluliitto epäilee

Suomen luonnonsuojeluliiton (SLL) asiantuntija, filosofian tohtori **Jari Natunen** suhtautuu hieman epäillen muovin kemiallisen kierrätyksen ylistykseen. Öljyteollisuuden vanhat synnit ovat vahvasti miehen mielikuvissa.

”Muovin kierrätykseen on liittynyt öljyteollisuuden pyrkimys fossiilimuovin viherpesuun ja näennäiseen kierrätykseen. Pitää muistaa, että myös kemiallisesti kierrätetystä muovista syntyy ympäristöongelmia”, biokemisti sanoo.

Natunen muistuttaa, että kemiallinen kierrätys ei ole valmis teknologia. Siksi sen vertailu muovijätteen muihin käsittelytapoihin on vaikeaa. Riskejä kuitenkin on.

”Muovijätteen keräily ja kierrätys voi aiheuttaa suuremmat päästöt kuin vaikka jätteen polttaminen. Liiketoimintamalli, jossa jätettä kuljetetaan maasta toiseen, voi käydä ympäristölle kestäättömäksi hiilipäästöjen vuoksi.”

Natunen seuraa tiiviisti eurooppalaisten ympäristöjärjestöjen suhtautumista EU:n kierrätystavoitteisiin ja muovin kemialliseen kierrätykseen.

”Ympäristöjärjestöjen yleinen mielipide on, että EU:n asettamilta tavoitteilta puuttuvat kunniahimo ja läpinäkyvyys. Kansalaisjärjestöjä ei kuunnella, eikä muovin kemialliseen kierrätykseen liittyvien teknologioiden kustannuksia ja ympäristövaikutuksia ole selvitetty”, Natunen sanoo.

”Poliittinen huomio, tutkimus, kehitys sekä sijoitukset pitää suunnata muovin tuotannon välttämiseen, myrkytömiin ja ekologisiin ratkaisuihin sekä uudelleen käytön systeemeihin. Nyt sen sijaan keskitytään muovituotteiden käytön loppuvaiheeseen.”

Onko Suomen luonnonsuojeluliitolla esittää parempi tapa käsitellä muovirooskaa kuin kemiallinen kierrätys?

”Kemiallinen kierrätys voi toimia väliaikaisena ratkaisuna. Pääasia on, että muovi ei päädy sekajätteeksi. Muovituotteiden kierrätykseen pitäisi soveltaa enemmän pantti- ja lajittelujärjestelmiä. Tämä edellyttää tuotteiden uudelleen suunnittelua”, Natunen vastaa.

”Lisäksi on tärkeää välttää liiallista kulutusta ja turhia tuotteita. Kertakäyttötuotteet pitää korvata kierrätettävillä pakkauksilla ja tavaroilla. Myös biohajoavien tuotteiden käyttöä pitäisi lisätä.”

Ympäristöministeriö valmistelee parhaillaan EU:n kertakäyttömuovien kulutusta rajoittavan direktiivin toteuttamista Suomessa. Direktiivi edellyttää muun muassa kulutuksen vähentämistä, tuotekieltoja ja laajennettua tuotajavastuuta. Se asettaa myös vaatimuksia tuotteiden ominaisuuksille.

Ympäristöneuvos **Riitta Levisen** mukaan lakiesitys nostaa merkittävästi yhdyskun-

ta- ja pakkausjätteen kierrätystavoitteita sekä lisää bio- ja pakkausjätteen erilliskeräystä ja lajittelua.

”Tavoitteena on saada hallituksen esitys eduskunnan käsittelyyn vielä tämän vuoden puolella ja voimaan ensi kesänä. Myös jätealan asetukset päivitetään samalla aikataululla”, Levinen kertoo. □

Kirjoittaja on vapaa toimittaja.  
juha.granath@saunalahti.fi