



HNRY

HIILINEUTRAALIT JA
RESURSSIVIISAAT YRITYSALUEET

MUOVINKIERRÄTYS YRITYSALUEELLA

SATU PASANEN JA JUHA
HAKALA, TEKNOLOGIAN
TUTKIMUSKESKUS VTT OY

28.4.2021

6Aika

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Tiivistelmä konseptista

Muovien kierrätys on lisääntynyt Suomessa viime vuosien myötä. Sitä ovat kirittäneet kansalliset ja kansainväliset tavoitteet, kuten EU muovistrategia ja Suomen muovitiekartta, sekä kansallisten kierrätystavoitteiden kiristyminen. Yritysten omien muovijätevirtojen kierrätys ja uusiokäyttö on perinteisesti tapahtunut joko yrityksen sisällä heidän omine laitteineen tai ulkoisen tahon avulla. On kuitenkin huomattava, että muovin päätyminen energiajakeeseen tai muuhun vastaavaan on kuitenkin todennäköistä, mikäli yrityksen päätoimiala ei ole kemianteollisuudessa.

”Muovinkierrätys yritysalueella” on konsepti, mikä tarkastelee yritysalueen resurssiviisautta ja hiilineutraalisuutta muovinkierrätyksen näkökulmasta. Sen maksimoimiseksi konsepti havainnoi yritysten, jopa kilpailevien yritysten, mahdollisuuksia tehdä yhteistyötä ympäristöhyötyjen maksimoimiseksi. Yritysalueella ja niiden ympäristössä voi olla useita yrityksiä, joiden muovijätevirtoja yhdistämällä löydetään erilaisia hyötyjä.

Konseptia varten on toteutettu käytännön keräyskokeilu, ns. muovipilotti, Vuosaaren satamassa vuoden 2020 lopussa. Kokeilun avulla konsepti havainnollistaa muovinkierrätyksen mahdollisuuksia jo valmiilla yritysalueella. Sen rakentamisessa on huomioitu ympäristönäkökulma, taloudellisuus ja käyttäjien toiveet. Näiden avulla saadaan käsitystä siitä, kuinka konseptia voitaisiin hyödyntää myös muilla vastaavilla yritysalueilla.

Konseptin tarkoitus on ensisijaisesti käynnistää muovinkierrätys yritysalueella, kun aiempiana vaihtoehtona on ollut jätejakeiden päätyminen energiahyötykäyttöön. Toissijaisesti konseptin tarkoitus on edistää kilpailevien yritysten välistä yhteistyötä hiilineutraalisuuden ja resurssiviisauden saavuttamiseksi. Luotu kokonaisuus on pohja alkavalle yritysyritykselle ja sen jatkokehittäminen on välttämätöntä.

Asiasanalista: muovi, muovinkierrätys, kiertotalous, resurssiviisaus, yritysyritystyö, satama, energiahyötykäyttö, jäte

Konseptin keskeiset asiat: muovinkierrätys, arvoketju, pilotointi

Konseptin kohde

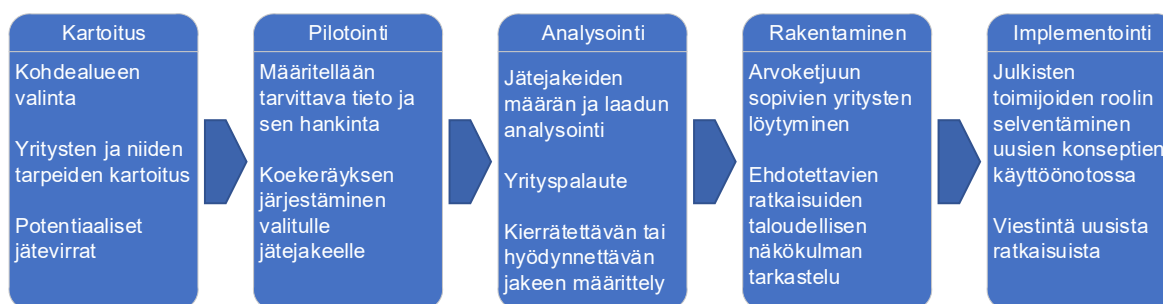
Yritysalueen muovinkierrätyskonsepti sopii toteutettavaksi erityyppisillä yritysalueilla. Ne voivat olla vasta elinkaarensa alussa tai jo siirtyneet toiminnalliseen vaiheeseen. Suunnitteilla olevan, uuden yritysalueen muovijätevirrat perustuvat teoreettiseen arvioon, joka tarkentuu yrityskokonaisuuden muodostuessa. Vaihe mahdollistaa kierrätysliiketoiminnan tuomisen alueelle sen syntyvaiheessa. Aktiivisessa vaiheessa olevan yritysalueen (muovi)jätevirrat on mahdollista selvittää kokeiluilla, joka antaa realistisemman tilannekuvan, mutta tarjoaa vähemmän mahdollisuuksia yritysalueen oman tai sen lähiympäristön kierrätysliiketoiminnan välittömään kehittämiseen. Näiden mahdollisuuksien määrä on suoraan yhteydessä jätemuovimääriin.

Konsepti on suunnattu yrityksille, yritysryhmille ja julkisillekin toimijoille, kuten kaupungeille ja kunnille. Keskeisiä toimijoita konseptissa ovat yritykset ja yritysalueen hallinnoija (muovipilotin tapauksessa Helsingin Satama Oy ja Helsingin kaupunki), sekä muut sidosryhmät (esim. muut kohdealueen yritykset, kolmannen sektorin toimijat). Yritysalueen hallinnoijan tai julkisen toimijan rooli vaihtelee riippuen yritysalueen elinkaaren vaiheesta. Suunnitteluvaiheessa rooli on koota alueelle yrityksiä, jotka omalla toiminnallaan voivat edesauttaa kierrätystä tai kierrätysliiketoiminnan syntymistä. Toimintavaiheessa näiden toimijoiden rooli on tuoda yhteen yrityksiä, aloittaa dialogi niiden kesken ja käynnistää käytännön pilotteja, joiden kautta yritykset voivat kokeilla vaihtoehtoisia toiminta- ja yhteistyötapoja. Piloteista saadut tulokset ja käyttäjäkokemukset edesauttavat uusien toimintatapojen juurruttamista käytäntöön, ja siten edistävät julkisten toimijoiden tavoitteiden tai velvoitteiden täyttymistä, kuten päästövähennyksiä.

Luotu muovinkierrätyskonseptin oleellimmat toimijat ovat Vuosaaren sataman logistiikka-alan yritykset, mutta myös heidän toimintamahdollisuuksiaan tukevat Helsingin Satama Oy ja Helsingin kaupunki.

Konseptin kehityskaari

HENRY-hankkeeseen osallistuneet kaupungit toivat esille kehitystarpeitaan, joista jatkokehitykseen valikoitui Vuosaaren satama Helsingissä. Helsingin kaupungin tekemissä haastatteluissa alueen yritykset olivat viestineet kiinnostustaan muovinkierrätykseen. Konseptointityön kulku on esitetty Kuva 1. Pilotointiin osallistuneet yritykset ovat viestineet toiveesta saada konsepti implementoitua käytäntöön.



Kuva 1. Konseptin rakentamisen eteneminen.

Konseptin pilotointi

Konseptikehityksen aikana toteutettiin yritysten muovijätteen yhteiskeräyskokeilu, ns. muovipilotti. Keräyksen kohteena oli yritysten pakkaus- ja logistiikkamuovit Vuosaaren satamassa. Pilotointi toteutettiin 16.11. - 31.12.2020 yhteistyössä Helsingin kaupungin ja Helsingin Satama Oy:n kanssa. Pilotointiin osallistui seitsemän logistiikka-alan yritystä Vuosaaren satamasta. Muovimateriaali kerättiin älyvaa'alla varustettuun jätipuristimeen, joka saatiin

pilotin ajaksi testikäyttöön Europress Group Oy:ltä (Kuva 2). Osallistujat vastasivat pilotin jälkeen kyselyyn, jossa kerättiin palautetta ja käyttäjäkokemuksia konseptikehitystä varten.



Kuva 2. Combimax-jätepuristimen käyttökoulutus Vuosaaren satamassa, kuvassa Timo Huhtala Europress Group Oy:stä.

Pilottiin osallistuneet yhteistyökumppanit:

- Helsingin kaupunki, Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy ja Helsingin Satama Oy (toteutustahot)
- Europress Group Oy (jätepuristin)
- Koekeräykseen osallistuneet yritykset:
 - SA-TU Logistics Oy
 - Nurminen Logistics Oyj
 - Steveco Oy
 - Container-Depot Ltd Oy
 - Arctic Container Oy
 - Pihakatti Oy
 - Alpi Finland Oy

Muovipilotin tavoitteet ja toteutus

Ajatus muovin kierrätyksen kehittämisestä nousi esille Vuosaaren sataman yrityksille toteutetuissa haastatteluissa, jotka toteutettiin Helsingin kaupungin toimesta. Keskusteluissa pohdittiin erityisesti, voisiko jätehuollon yhtenäistäminen ja keskittäminen yritysalueella tuoda sekä ympäristöllisiä että taloudellisia etuja mm. jätekilpailutusten ja -kuljetusten tehostamisen sekä suurempien jätevolyyymien ansiosta. Muovit nähtiin yhdeksi kierrätyksen kannalta kehityskelpoiseksi jätejakeeksi satamassa mm. puun ja metallin ohella.

Muovin kierrättäminen uusiokäyttöön edellyttää paitsi riittävän puhtaita ja sopivia muovilaatuja, myös riittävän suuria määriä. Näiden selvittämiseksi katsottiin tarpeelliseksi järjestää

koekeräys. Samalla tarjoutui mahdollisuus testata yrityskohtaista yhteiskeräystä, sillä koekäyttöön saatu jätipuristin mahdollisti kilomäärien punnitsemisen ja seurannan yritystasoisesti. Muovipilotissa haluttiin myös selvittää kerättyjen muovien hyödyntämiskeinoja ja niiden liiketoimintamahdollisuuksia, sekä tunnistaa jatkotoimenpiteitä pysyvämpää muutosta ajatellen.

Pilotti edellytti yrityksiltä muovien keräämistä ja kuljettamista puristimelle omalla kalustollaan. Puristin pyrittiin sijoittamaan mukaan lähteneiden yritysten läheisyyteen, sellaiselle paikalle, jossa se aiheuttaisi mahdollisimman vähän häiriötä muulle liikenteelle. Pilotti toteutettiin seuraavin vaihein:

Ennen pilotointia (joulukuu 2019 – 16.11.2020)

- Pilotointitarpeiden tunnistaminen (yrityshaastattelut)
- Yritysten mukaan saaminen ja koekeräyksen yhteissuunnittelu yhteistyökumppaneiden kanssa
- Yritysten ohjeistaminen pilottiin
- Pilotin viestintä (tiedottaminen, avajaiset, tarvikehankinnat)

Pilointi (16.11. - 31.12.2020) (Kuva 3)

- Muovipilotin avajaiset ja jätipuristimen käyttökoulutus
- Pilotin toteutumisen seuranta

Pilotin jälkeen (1.1.2021 – maaliskuu 2021)

- Puristimen keräämän datan ja kerättyjen muovien analysointi
- Palautteen ja käyttäjäkokemusten kerääminen yrityksiltä (kysely)
- Valittujen muovien toimitus uusiokäyttöön, muun jakeen energiahyötykäyttöön
- Tulosten yhteenveto, raportointi ja niistä viestintä



Kuva 3. Muovipilotin avajaiset Vuosaaren satamassa 16.11.2020. Oikeanpuoleisessa kuvassa Helsingin kaupungin edustajat Saara Pellikka (vas.) ja Susanna Suomalainen (kesk.) sekä Satu Pasanen (oik.) VTT:ltä.

Muovipilotin tulokset

Määrä, muovilaadut ja niiden puhtausaste

Puristimen keräämän seurantatiedon mukaan, pilotin aikana kertyi erilaisia muoveja yhteensä 812 kg. Kun ne alustavasti käsin lajiteltiin (Kuva 4), määrät olivat arviolta Taulukon 1 mukaiset.



Kuva 4. Muovipilotin jätemuovien analysointia VTT:llä. Vasemmanpuoleisessa kuvassa Satu Pasanen VTT:ltä, oikeanpuoleisessa kuvassa hänen lisäksi Helsingin kaupungin edustaja Saara Pellikka.

Taulukko 1. Kerättyjen muovien laadut, arvioitu tilavuusosuus ja esimerkkisovellukset.

Muovilaadut	Lyhenne	Osuus (til%)	Sovellukset	Muuta
Polypropeeni	PP	40	Suursäkit	Valkoisissa säkeissä kuormaliinoja, polyuretaaniputkia ja metalliosia
Polyeteeni	PE-LD	40	Säkit, sisäsäkit, kuplamuovi	Pääosin kirkasta muovia, värillisiä ja printtejä sisältäviä muoveja vähän, osassa säkkejä PP-osia
Polyvinyylikloridi	PVC	10 - 15	Kapelliverhot	PVC:llä pinnoitettua kangasta
Polyeteeni	PE-LD	5	Kiristekalvot	Kirkasta muovia, jossa mahdollisesti tarttuvuutta edistävää lisäaineistusta
Polystyreeni	EPS, XPS	2 - 5	Pakkaukset, eristelevyt	Voi sisältää halogeeneja (Cl, Br)
Muut	PET, PA, PP, PE, TPE jne.	2 - 5	Kelat, vanteet, ruokapakkaukset, suojaimet, muut tuotteet	Tuotteissa mahdollisesti useita materiaaleja. Sisältää myös osin kontaminoitunutta muovia.

Keräyskokeilun kannalta muovien puhtaus oli riittävä. Jatkossa pussien ym. sisällä olevat materiaali jäämät tulee poistaa ennen keräystä.

Vuositasolle suhteutettuna teoreettinen muovijätteen määrä olisi 6443 kg. Lassila & Tikanojan edustajien arvion mukaan 80 % kerätyistä muoveista eli tietynlaiset polyeteeni (PE-LD) ja polypropeeni (PP) jakeet olisi mahdollista hyödyntää uusiomateriaalina. Teoriassa tämä tarkoittaisi 5154 kg muovijätettä, jolle olisi olemassa jo teollinen mahdollisuus uusiokäyttöön.

Yhteiskeräyksen toimivuus ja yhteistyömahdollisuudet yritysalueella

Muovipilottiin ja yhteiskeräykseen osallistuminen koettiin pääasiallisesti helppona ja toimivana. Merkittävin yksittäinen haaste oli muovien toimittaminen yhteiskeräyspisteelle, mikä edellytti osalta yrityksiltä ylimääräistä järjestelyä ja totuttelua.

Pilotin hyötyjä arvioitaessa nostettiin esille kiertotalouden mukaisten arvojen edistäminen ja niihin herättely sekä haitallisten ympäristövaikutusten vähentäminen niin sataman tasolla yleisemmin kuin myös yrityksen sisällä. Toisaalta osan yrityksistä oli vaikea arvioida kokeilun lopullisia hyötyjä osittain siksi, että vasta keräyksen jatkuminen mahdollistaisi pysyvemmän vaikutuksen.

Kaikki vastaajat katsoivat, että muovien yhteiskeräys voisi jäädä pysyväksi osaksi sataman toimintaan. Onnistumisen ehtona kuitenkin todettiin, että muovien lajittelu ja keräys tulisi järjestää toimijoiden kannalta vaivattomasti, ja että toiminnan tulisi alentaa todellisia ympäristövaikutuksia.

Yritysten välinen yhteistyö nähtiin mahdollisena erityisesti jätehuollon ja muiden ympäristöpalveluiden osalta. Tähän kannustavat yhteistyön tuomat pienemmät ympäristövaikutukset sekä mahdolliset taloudelliset säästöt.

Yritysten kokemuksista voidaan päätellä, että erityisesti kuljetusmatkan pituus ja syntyvän muovijätteen määrä (tyhjennysvälit) ratkaisevat keskeisesti sen, miten helppona tai haastavana yhteiskeräys koetaan. Pysyvämpää ja laajempaa yhteiskeräystä varten olisikin mietittävä keräyksen käytännön toteutusta, kuten tarvittaisiinko alueelle useampia yhteiskeräyspisteitä, ja suuria muovimääriä kerryttävälle yrityksille mahdollisesti omat yritysmaat keräyspisteensä.

Konseptin taloudellisen näkökulman arviointi

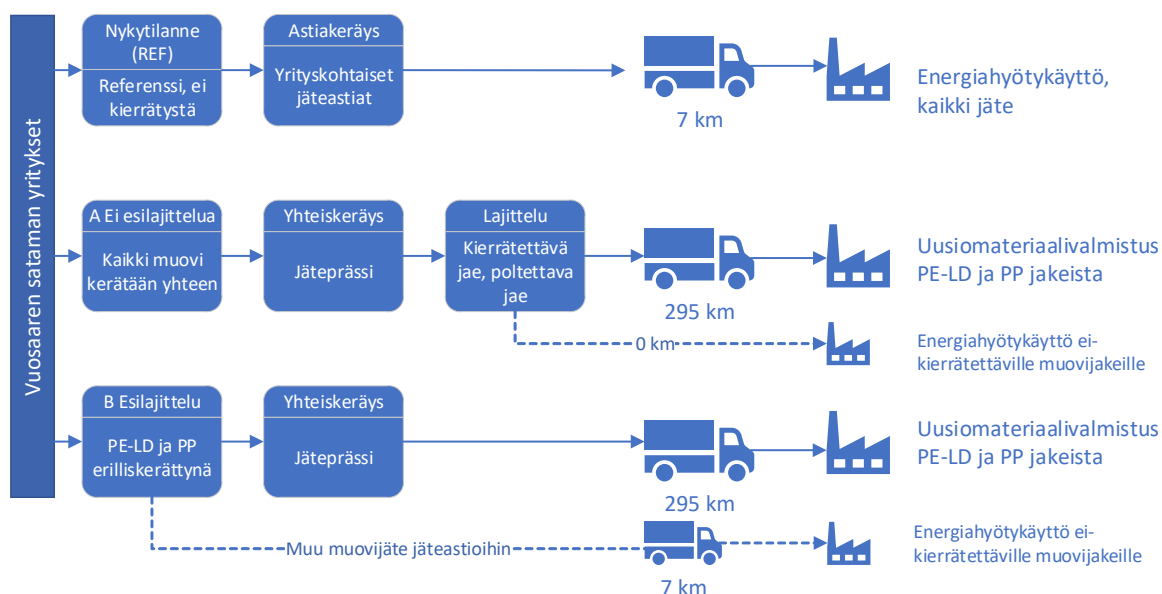
Taloudellista näkökulmaa havainnollistettiin ja arvioitiin satamassa tehdyn pilotin ja Vuosaaren sataman sijainnin avulla. Tälle yritysalueelle luotiin jätehuoltoa tai kierrätystä varten eri ratkaisumalleja, joista esitellään nykytilan lisäksi kaksi vaihtoehtoista, yksinkertaistettua mallia.

Konseptia kehitettäessä taloudellista kannattavuutta verrattiin nykytilaan, jossa satamayritysten jätettä ei kierrätetä, vaan se päättyy energiahyötykäyttöön. Kustannusten

arvioinnissa huomioitiin jätejakeiden keräys-, laitteisto- ja huoltokustannukset satama-alueella, siellä sijaitsevan laitteiston sähkönkulutus, kuljetuskustannukset, sekä porttimaksut. Lisäksi arvioitiin eroavuuksia CO₂-päästöissä huomioiden jäte- ja kierrätysjakeiden kuljetukset, jätejakeiden poltto, sähkönkulutus satama-alueella sekä kierrätysjakeiden prosessoinnissa, korvaavan sähkö- ja lämpöenergian tuotanto ratkaisumalleissa (nykytilaan verrattuna) ja tuottamatta jäävien uusiomuoviraaka-aineiden (PE-LD ja PP granulaatit) valmistus neitseellisestä muovista nykytilanne tapauksessa. Liitteessä on esitetty laskennassa käytettyjä perusoletuksia.

Pilotoinnin perusteella on arvioitu, että sekalaista muovijätettä kerätään noin 6,5 tonnia vuodessa. Tästä määrästä arviolta 80 % on polyeteeniä (PE-LD 38 m%) ja polypropeenaa (PP 39 m%). Määriä hyödynnettiin arvioitaessa taloudellista kannattavuutta nykytilanteen ja kahden eri ratkaisumallin avulla (Kuva 5):

- **Nykytilanne (REF)** = referenssi eli nykyinen tilanne, jossa muovijakeita ei kierrätetä. Kaikki kerätty jätemuovi ohjataan polttoon.
- **A Ei esilajittelua** = kaikki kerätty muovijäte kerätään yhteen ja toimitetaan sellaisenaan kierrätysyritykselle
- **B Esilajittelu PE-LD+PP** = kerätään ainoastaan PE-LD ja PP muovijakeet



Kuva 5. Nykytilanne ja kaksi eri ratkaisumallia, joiden avulla tutkitaan kierrätyksen taloudellista näkökulmaa Vuosaaren satamassa.

Nykytilanne (REF)

Referenssiksi valittiin nykytilanne, jossa ei ole kierrätystä, vaan kaikki kerätty jätemuovi päätyy jätteeksi ja sitä kautta lähialueelle energiahyötykäyttöön. Mallissa muovijätteet kerätään eri yritysten omiin jäteastioihin (660 l). Jättekuljetuksesta (7 km) ja poltosta aiheutuu päästöjä, joiden lisäksi tuottamatta jää uusiomuoviraaka-ainetta, joka referenssissä oletetaan tuotettavaksi neitseellisestä muovista (muovigranulaatit), aiheuttaen päästöjä.

A Ei esilajittelua

Referenssiä verrataan ratkaisumalliin A, missä kaikki kerätty muovi kerätään yhteen ja toimitetaan sellaisenaan kierrätysyritykselle. Mallissa oletetaan, että löytyisi toimija, joka voisi käsitellä jakeen sellaisenaan ja että toimijan läheisyydestä löytyisi energiahyötykäyttöön ohjautuvan jättejakeen hyödyntäjä.

Kuten sataman kokeilussakin, mallissa muovit yhteiskerätään jäteprässiin (20 m³), jonka investointi- ja huoltokustannukset ja laitteiston sähkönkulutus (n. 30 kWh vuodessa) on huomioitu kustannusarvioinnissa. Lisäksi kustannuksissa on huomioitu jättejakeen kuljetuskustannukset sekä porttimaksu (arvio 10 €/tonni). Aiheutuvissa hiilidioksidipäästöissä (CO₂) on huomioitu jäteprässin sähkönkulutus, muovin kuljetus (295 km), jättejakeen (24 m% kokonaismäärästä) poltto ja uusiomuovituotannon sähkönkulutus (murskaus, pesu, lajittelu, granulointi). Lisäksi muovin kierrätyksen takia (76 m% kokonaismäärästä) energiahyötykäytössä tuottamatta jäävän sähkö- ja lämpöenergian aiheuttamat päästöt on huomioitu mallissa. Sähköntuotannon päästöarvioinnissa on käytetty Suomen yleissähköä ilman tuontia ja lämmöntuotannon arvioinnissa yhteistuotantolaitosta.

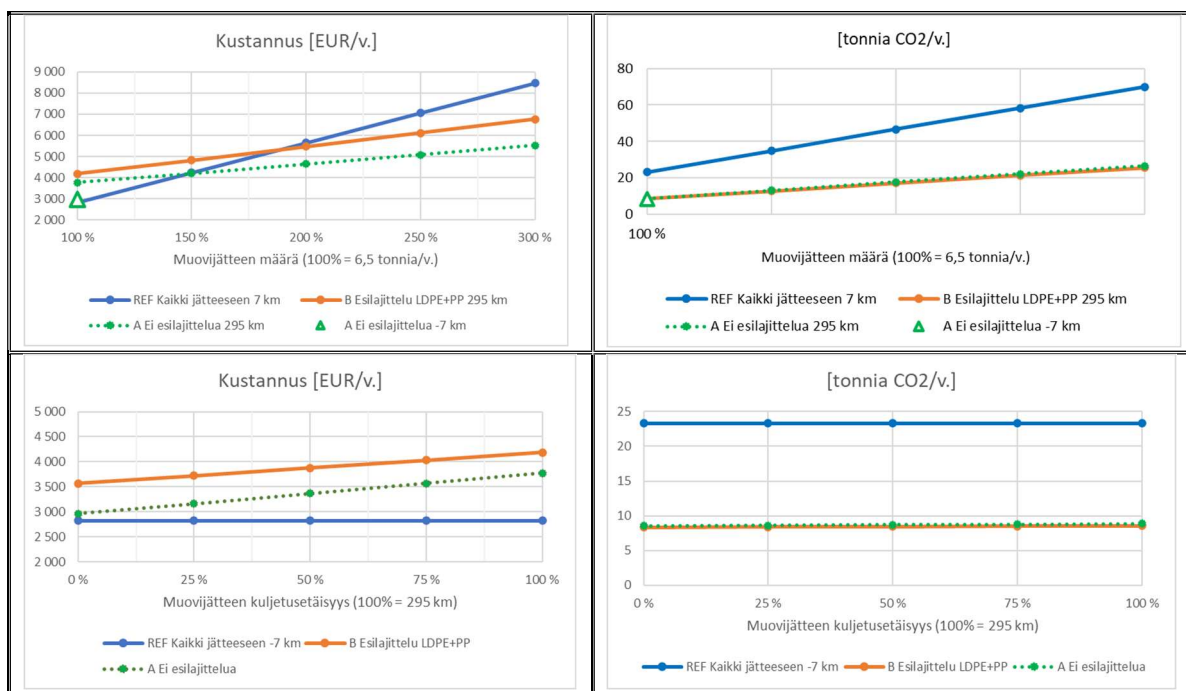
B Esilajittelu PE-LD+PP

Referenssiä verrataan myös ratkaisumalliin B, missä valitut muovijakeet (PE-LD ja PP) kerätään yhteen kierrätystä varten. Muut muovit laitetaan sekajätteeseen tms., jolloin ne päätyvät energiahyötykäyttöön, kuten referenssissä.

Mallissa valitut muovijakeet yhteiskerätään jäteprässiin (20 m³), jonka investointi- ja huoltokustannukset sekä laitteiston sähkönkulutus (n. 23 kWh vuodessa) on huomioitu kustannusarvioinnissa. Lisäksi valittujen muovijakeiden kuljetuskustannukset on huomioitu. Pilotoinnin mukaan PE-LD- ja PP-muovijakeet ovat laadultaan hyviä, jolloin niiden vastaanotosta ei mene maksua. Aiheutuvissa päästöissä on huomioitu jäteprässin sähkönkulutus, muovin kuljetus (295 km), jättejakeen kuljetus (7 km) ja poltto, sekä uusiomuovituotannon sähkönkulutus (murskaus, pesu, granulointi). Tuottamatta jäävän sähkö- ja lämpöenergian aiheuttamat päästöt on huomioitu kuten ratkaisumalli A:ssa.

Ratkaisumallien vertailu

Vertailussa yhteiskeräyksen kustannuksia ja päästöjä tarkastellaan vertaamalla nykytilannetta (REF) ratkaisumalleihin A ja B kuljetusetäisyyden ja muovijätteen kokonaismäärän herkkyyden avulla (Kuva 6). Kuvaajissa kokonaisjättemäärä 100 % vastaa 6,5 tonnia jätettä ja kuljetusetäisyys 100 % vastaa 295 km kuljetusmatkaa.



Kuva 6. Nykytilanteen (REF) sekä ratkaisumallien A ja B kustannus- ja päästöarviot tarkasteltuna kuljetusetäisyyden ja muovijätteen kokonaismäärän avulla.

Kuvaajista (Kuva 6) voidaan päätellä, että kustannukset riippuvat erittäin voimakkaasti muovijätteen kokonaismäärästä.

Nykytilanne (REF) on edullisin, jos muovijätettä syntyy vain 6,5 tonnia vuodessa, mutta tämä vaihtoehto muuttuu kalleimmaksi jätteen määrän lisääntyessä.

Ratkaisumalli A (A Ei esilajittelua) tulee jo kilpailukykyiseksi noin 1,5 kertaisen jätemäärän kohdalla.

Ratkaisumalli B (B Esilajittelu PE-LD + PP) on kannattavampi ratkaisu kuin nykytilanne (REF), kun jätemäärä kaksinkertaistuu. Tässä ratkaisumallissa kustannuksia lisäävät ei kierrätettävien muovien sekajätekeräys ratkaisumalli B:hen verrattuna. Pienempi vuositasoin muovin kuljetuskustannus ja muovin maksuton vastaanotto eivät riitä kompensoimaan tätä eroa.

Lisäksi ylemmässä kustannuskuvaajassa (Kuva 6, vasen yläkulma) on haluttu nostaa esiin uuden paikallisen liiketoiminnan mahdollisuus tai jo olemassa olevan liiketoiminnan hyödyntäminen, missä esilajittelemattoman muovijätteen (Ratkaisumalli A) vastaanottava kierrätysyritys sijaitseisi sataman lähialueella (7 km). Tällöin ratkaisumalli olisi lähes kilpailukykyinen jo nykyiselläkin jätemäärällä.

Ratkaisumallien A ja B kustannuksiin vaikuttaa merkittävästi kuljetusetäisyys, jonka referenssipiste (100 %) on valittu yhden mekaanisen kierrätystehtaan sijainnin perusteella. Nykytilanteessa (REF) ja erilliskerättävän seka- tai energijätteen osalta (Ratkaisumalli B)

kuljetusetäisyydeksi oletetaan 7 km. Tällöin energiahyödyntäminen tapahtuisi Vuosaaren sataman lähialueella.

Hiilidioksidipäästöt ovat ratkaisumalleissa A ja B huomattavasti pienemmät kuin nykytilanteessa (REF), missä päästöjä dominoi muovijätteen poltto. Ratkaisumalleissa A ja B muovijätteen määrän lisääntyminen aiheuttaa päästöjen kasvua selkeästi vähemmän kuin referenssissä (REF). Tällöin kuljetusetäisyyden vaikutus jää pienehköksi.

Ratkaisumallien kannattavuus voi parantua, mikäli sataman lähialueelta on saatavilla sopivaa muovijätevirtaa, jonka avulla kerättävän muovin kokonaismäärää voitaisiin nostaa. Myös lähempänä sijaitseva kierrätystehtaan sijainti parantaa ratkaisumallien A ja B kannattavuutta.

Esimerkki 1.

1 kg kierrätettyä polypropeenigranulaattia (PP) aiheuttaa laskennan mukaan 0,26 kg CO₂ ekvivalentti (ekv.) päästöt ratkaisumalli A:ssa. Tässä luvussa on huomioitu sähkönkäyttö ja polttoaineenkulutus kuljetuksissa, joka on kohdennettu valituille kierrätysmuovijakeille ja edelleen jyvitetty PP kierrätysmuoville keräyksen saantomassaprosenttien avulla. Käytännössä päästöt ovat jonkun verran tätä suuremmat.

Ecoinvent-tietokanta antaa kierrätetyn polypropeenigranulaatin arvoksi 1,74 kg CO₂ ekv. Tässä luvussa on mukana mm. markkinaprosessi ja mahdolliset lisäaineet sekä niiden valmistus. Siihen on arvioitu mukaan esimerkiksi kaikki kuljetukset jätteiden synnystä aina valmiin tuotteen toimittamiseen markkinoille asti. Lukuarvo edustaa keskiarvoa kaikista markkinalaitoksista, sisältäen mahdollisesti tehottomampiakin laitoksia kuin Suomen vastaavat. Tämä lukuarvo on kuitenkin edelleen huomattavasti pienempi kuin neitseellisen polypropeenigranulaatin arvo 2,29 kg CO₂ ekv. (Ecoinvent-tietokanta).

Tulosten pohdintaa

Päästöjä voidaan pienentää pienellä lisäpanostuksella jo nykyiselläkin muovijätteen keräysmäärällä. Jätemuovimäärän kasvaessa syntyy todellinen kustannussäästöpotentiaali yritysalueen toimijoille, mikä toimii etenkin taloudellisena kannustimena yhteisesti järjestettyyn muovikeräykseen. Muut kannusteet, kuten ympäristötietoinen liiketoiminta, tukevat tätä. Päästövähennysten ohella muovia palautuu uusiokäyttöön tuotteisiin, joita on mahdollista hyödyntää sataman yritysten toiminnoissa. Uusiomuovien määrän kasvulla voidaan korvata neitseellisen muovin käyttöä ja hillitä siten fossiilisten raaka-aineiden käyttöä.

Yhteiskeräys jäteprässillä, joka on varustettu kippilaitteella ja puristimella, on suoraviivainen ja yksinkertainen keräystapa. Kuten pilotissa, laitteen ominaisuuksia voidaan edistää lisäämällä laitteeseen ”älyä”, joka mahdollistaa käyttäjäkohtaisen materiaalseurannan ja kustannusten jyvityksen niiden mukaisesti.

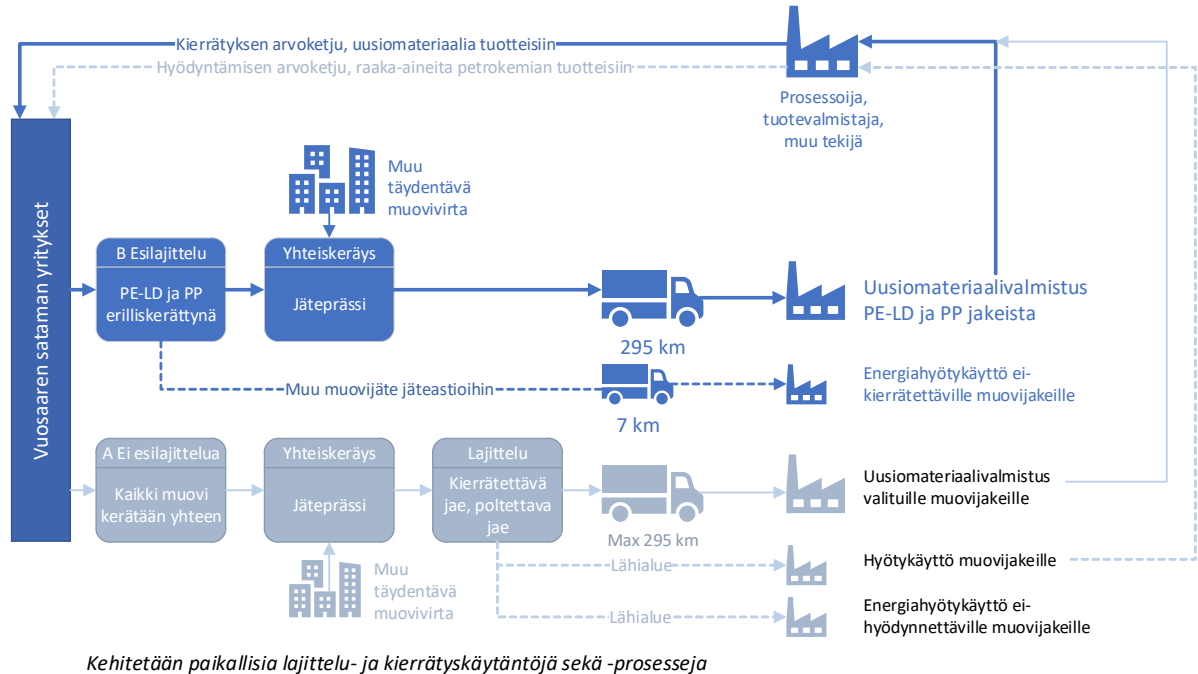
Keräyksen järjestämiseen on muitakin mahdollisuuksia, esimerkiksi muovijätteen paalain. Sen käyttöä rajoittavat monet tekijät. Paalain tarvitsee katoksen, paalit tulee välivarastoida ja ne tulee erikseen kuormata kuljetusta varten. Työvoiman suurempi tarve ja kustannusten kohdistamisen vaikeus yritysten välillä voivat vaikuttaa negatiivisesti yritysten intoon kokeilla tätä mahdollisuutta, etenkin kun kohdealueen yritysten välinen yhteistyö on vähäistä ja niiden välillä on kilpailua substanssitoimintojen välillä.

Paalaimen etuna on esim. pienempi hankintakustannus ja se ei seuraa kuljetuksessa mukana, jolloin kuorma on kevyempi tai muovia saadaan mahtumaan kuormaan lisää, sillä kuljetuskapasiteetti määräytyy käytännössä kuljetuksen käytettävissä olevan maksimi tilavuuden mukaan. Kierrätysyritykset voisivat saada jo syntypaikassa lajiteltua, valikoitua muovimateriaalia, mistä on olemassa tiettyä maksuvalmiutta porttimaksun tai ilmaiseksi vastaanottamisen sijaan.

Konseptin sisältö

Konsepti esitetään yksinkertaistettuna arvoketjuna, jossa on muovijätteen lähdealueen lisäksi keräyksen, logistiikan, uusioraaka-aineen valmistuksen ja tuotevalmistuksen toimijoita (Kuva 7). Uusioraaka-aineen valmistajalla viitataan mekaaniseen kierrätykseen, kun taas muulla hyötykäytöllä viitataan kemialliseen kierrätykseen. Kemiallinen kierrätys on kehitysvaiheessa olevaa teknologiaa, kun mekaaninen kierrätys on jo teollisesti hyödynnettävissä.

Muovinkierrätyskonsepti perustuu ratkaisumalliin B, jossa yhteiskerätyt PE-LD ja PP muovijakeet toimitetaan mekaaniseen kierrätykseen. Kyseisille jakeille on jo olemassa teollinen kierrätysmahdollisuus, joskin etäällä jätteen syntypaikasta. Kehittyessään konsepti tähtää ratkaisumalliin A, jossa muovijätettä voidaan monipuolisemmin ottaa vastaan ja sitä voidaan ohjata sekä uusiokäyttöön että hyötykäyttöön petrokemianteollisuuteen. Ratkaisumalli A:n käyttöönotto edellyttää yhteistyötä sopivan kierrätys- tai lajitteluyrityksen kanssa, joka sijaitsee lähialueella. Kummassakin ratkaisumallissa sataman alueella syntyvää muovijätevirtaa täydennetään lähialueelta tulevilla virralla. Tämä lisää myös ratkaisujen paikallista vaikuttavuutta. Konseptissa tähdätään siihen, että alueella syntyneet muovijätteet palautuvat muokattuina takaisin alueella käytettäviin tuotteisiin (esim. pakkauskalvot tai säkit) tai ne voitaisiin hyödyntää osana alueella olevien koneiden käyttämiä tuotteita kuten, polttoaineita tai muita kemikaaleja. Tästä syystä sataman työkoneneiden muuttuminen sähkökäyttöisiksi vaatii joiltakin osin muovinkierrätyskonseptin päivittämistä tulevaisuudessa.



Kuva 7. Ensimmäisen kehitysvaiheen muovinkierrätyskonseptin kuvaus.

Jättemateriaalien yhteiskeräyslaitteiden valmistajia on esimerkiksi Europress Group Oy. Mekaanisen kierrätyksen avulla usioraaka-ainetta valmistavia yrityksiä ovat esimerkiksi Lassila & Tikanoja Oyj (Muoviportti), Fortum Oyj ja Clean Plastic Finland Oy. Mahdollisuus paikallisen kierrätykseen voi toteutua Remeo Oy:n laitoshankkeen avulla Vantaalla, sillä sen sijaitsee lähimpänä Vuosaaren satamaa (hankkeen arvioitu valmistuminen vuoden 2021 aikana). Teollista kemiallisen kierrätyksen kehitystä tekee esimerkiksi Neste. Uusiomuovia hyödyntäviä yrityksiä voivat olla kaikki sopivan prosessointimenetelmän omaavat yritykset. Muovikalvovalmistajia ovat esimerkiksi Ab Rani Plast Oy ja Amerplast.

Arvoketjussa ensisijaista olisi paikallisten toimijoiden hyödyntäminen, koska se vähentäisi kuljetusten ympäristöarastusta. Lisäksi arvoketjun jalostamisen pitkän tähtäimen tavoite olisi, että syntynyt muovijäte palaisi uudessa muodossa takaisin hyödynnettäväksi kohdealueella, kuten edellä on todettu.

Luotu kokonaisuus on pohja alkavalle yritys yhteistyölle ja sen jatkokehittäminen on välttämätöntä. Mahdollisia paikallisia liiketoimintamahdollisuuksia ei ole kartoitettu tässä vaiheessa työtä.

Yhteenveto

Eri muovilaatujen uusiokäyttöä ja hyödyntämistä tutkitaan laajalla rintamalla. Tulevaisuudessa on edelleen mahdollista vähentää päästöjä kierrättämällä entistä suurempi osa muovijakeista energiahyötykäytön sijasta. Mekaanisen kierrätyksen kautta takaisin muovijakeet päätyvät uusiraaka-aineeksi tuotteisiin. Erityyppisten kemiallisen kierrätyksen prosessien avulla muovijakeet voidaan hyödyntää esimerkiksi petrokemianteollisuuden raaka-aineina.

Muovin yhteiskeräyksen toimintamallia, joko ilman muovijaekohtaista esilajittelua (kaikki jätemuovit samaan jakeeseen) tai sen kera (vain PE-LD ja PP muovit samaan jakeeseen), on helppo mukauttaa ja monistaa erityyppisille yritysalueille sopivaksi. Jätemuovia voidaan kerätä jätepressin tai paalaimen avulla kuljetustilavuuden pienentämiseksi. Jäteprssi on vaihtoehtona hyvä, jos kerättäviä jakeita on yksi kpl (kaikki jätemuovi samassa tai erilliskerättävä yhdistelmäjäe). Se on lisätyn ”älykkyyden” tai teknologian takia helppo vaihtoehto, koska kustannukset jakautuvat oikeudenmukaisesti eri käyttäjien kesken, mikä madaltaa yhteistyön kynnystä yritysten välillä.

Kansallisessa mittakaavassa tämäntyyppinen yritysalueen tai -alueiden toiminta tarjoaa mahdollisuuden huomattaviin päästövähennyksiin. Yritysten välistä yhteistyötä lisäämällä ja siten kerättäviä muovijätettä kasvatamalla voidaan saavuttaa suoranaisia kustannussäästöjä yritysalueen tai -alueiden toimijoille. Kunnallisten toimijoiden, kuten kaupunkien, tehtävänä on edesauttaa yrityksiä saavuttamaan alueelliset ja kansalliset päästötavoitteet. Tällöin kaupunki voi joko koota alueelleen tai yritysalueilleen kierrätysliiketoimintaan keskittyneitä yrityksiä tai aloittaa jo olemassa olevien yritysten kanssa keskustelut kierrätyksen edistämisestä.

Käytännön kokeilut, kuten pilotit, edesauttavat tieteellisesti pätevän ja käytännönläheisen tiedon saamista, innostavat yrityksiä kokeilemaan uusia toimintatapoja sekä lisäävät dialogia kaupunkien ja sen alueen yritysten välillä.

Kiitokset

Tekijät haluavat erityisesti kiittää Helsingin kaupungin edustajaa, **Saara Pellikkaa**, aktiivisesta työskentelystä ja kirjoitusavusta konseptin luomisessa. Pellikan tekemä hyvä pohjatyö, eri toimijoiden välisen keskustelun ylläpitäminen ja sitoutuneisuus ansaitsevat erityismaininnan.

Liitteet

Tärkeimmät yleisoletukset laskettaessa taloudellista näkökulmaa:

- Combimax 20 m³ kontti-, kippi-, vaaka- ja puristinlaitteiston investointikustannus 26 000 € (15 vuotta, korko 5%), vuosittainen huoltokustannus 1,5% investoinnista (Europress 2021)
- CombiMax laitteiston sähkönkulutus arvio 0,8 kWh/m³ (puristettu)
- Sähkön ja lämmön yhteistuotannossa päästökertoimet on laskettu hyödynjakomenetelmää käyttäen
- Päästökerroin sähkö Suomi yleis (ei tuontia) suorat päästöt (3 v. liukuva keskiarvo) 141 g/kWh (Motiva 2020, Tilastokeskus 2019) + epäsuorat 15 g/kWh (Syke 2019)
- Päästökerroin lämmön tuotanto Suomi -yhteistuotanto CHP laitos suorat päästöt (3 v. liukuva keskiarvo) 154 g/kWh (Tilastokeskus 2019)
- Päästökerroin muovijäte 74,1 g/MJ ja lämpöarvo 25 MJ/kg (Tilastokeskus 2021)
- Kuljetukset täysinä kuormina, paluuajoa ei huomioitu
- Muovin kuljetuskustannusarvio kuorma-auto CombiMax 0,42 €/tonne/km
- Kuljetusten osalta huomioidaan sekä suorat että polttoaineen valmistuksesta aiheutuvat päästöt
 - Päästökerroin arvio jätekeräysauto jakelukäyttö 154 g/tonni/km (pohjatietona VTT Lipasto)
 - Päästökerroin arvio kuorma-auto (15 tn) CombiMax maantieajo 127 g/tonni/km (pohjatietona VTT Lipasto)
 - Päästökerroin Dieselin valmistus "well to tank" 18,9 g/MJ (JEC Well to Wheels 2020)
- Polttoaineen kulutusarvio jätekeräysauto jakelukäyttö 0,065 L/tonni/km (pohjatietona VTT Lipasto)
- Polttoaineen kulutusarvio kuorma-auto CombiMax maantieajo 0,053 L/tonni/km (pohjatietona VTT Lipasto)
- Diesel lämpöarvo 35,6 MJ/L (VTT Lipasto, 12% bio)
- Tiheysarvio jäteastiassa (puristamaton) 0,04 tonni/m³
- Tiheysarvio jäteautossa 0,14 tonni/m³
- Tiheysarvio Combimax täynnä 0,18 tonni/m³ (Europress 2021)
- Sähkön ominaiskulutusarvio murskaus / pesu / lajittelu / granulointi: 69 / 430 / 87 / 363 kWh/tonni, perustuen eri lähteisiin
- PP granulaatin valmistus (neitseellinen) 2,287 kg CO₂ ekv./kg (Ecoinvent tietokanta)
- PE granulaatin valmistus (neitseellinen) 2,49 kg CO₂ ekv./kg (Ecoinvent tietokanta)
- Yhdistelmälaitoksen muovijätteen polton kokonaishyötysuhde / sähkön tuotanto / lämmöntuotanto: 90% / 40% / 60% (Vantaan Energia 2015)