

**VASTAANOTTAJA  
ESPOON KAUPUNKI**

**ASIAKIRJATYYPPI  
RAPORTTI**

**PÄIVÄMÄÄRÄ  
24.8.2021**

# **ESPOON BIOMASSAKARTOITUS**

**RAMBOLL**

# ESPOON BIOMASSAKARTOITUS RAPORTTI

Vastaanottaja	Espoon kaupunki
Projektin nimi	Biomassakartoitus
Projekti nro	1510062738
Dokumentti	Raportti
Päivämäärä	24.8.2021 (päivitetty 23.11.2021)
Laatijat	Venla Viskari, Mirja Mutikainen, Essi Kortelainen Heini Koutonen, Juha Kivimäki

**6 Aika**

**Vipuvoimaa**  
**EU:lta**  
2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto



Uudenmaan liitto  
Nylands förbund



**ESPOO**  
**ESBO**

Ramboll  
Niemenkatu 73  
15140 LAHTI

P +358 20 755 611  
F +358 20 755 6201  
<https://fi.ramboll.com>

# SISÄLTÖ

1. Työn lähtökohdat ja tavoitteet
2. Työn eteneminen
3. Biomassakartoitus: Tunnistettujen biomassojen määrä ja laatu ja nykyiset käyttökohteet
4. Biomassan käsittelyn toimijoiden verrokkitarkastelu
5. Biomassojen nykyisten käyttökohteiden laajentamis- ja kehittämismahdollisuudet
6. Biomassojen käytön ja hyödyntämisen kehityskohteet (uudentyyppiset ratkaisut)
7. Johtopäätökset: kokonaisnäkemys hyödyntämismahdollisuuksista
8. Loppusanat

Lähteet

Liitteet (taustamateriaali, ei julkaistavaksi):

Liite 1 Verrokkitarkasteluun valittavien kohteiden long list

Liite 2 Uudet käyttökohteet, laajempi taustoitus

A photograph of a birch forest. The trees have characteristic white bark with dark, lenticular scars. The forest floor is covered in lush green undergrowth. The lighting is bright, suggesting a sunny day. A semi-transparent dark grey horizontal band is overlaid across the middle of the image, containing white text.

# 1. TYÖN LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITTEET

# TYÖN TAUSTA JA TAVOITTEET

Tässä raportissa kuvataan Espoon kaupungin alueella syntyvien tai käsiteltävien biomassojen määrät, niiden käsittelypaikat ja -prosessit sekä perustellut ehdotukset eri biomassojen käyttötarkoitukseen huomioiden kiertotalouden, kaupungin liiketaloudellisen näkökulman, ja yritysten mahdollisuuden hyödyntää kaupungille tarpeeton biomassaa. Ehdotukset liittyvät biomassan käsittelyprosessin eri vaiheisiin.

Biomassakartoituksen tavoitteena oli luoda kokonaiskuva Espoon biomassoista. Kyseessä on ensimmäinen Espoon kaupungille toteutettu biomassakartoitus ja työssä tarkasteltiin laajaa kokonaisuutta.



# TYÖN RAJAUKSET

Työssä toteutettiin biomassakartoitus, joka sisälsi seuraavat Espoossa syntyvät biomassat ja -materiaalit:

1. Ryhmä: jätevesiliete ja asukkaiden biojäte
2. Ryhmä: kaupungin omassa toiminnassa syntyvät vihermassat (kasvavasta vihreästä kasvillisuudesta peräisin olevaa ainesta), kaupungin yleisten alueiden vieraslajit, kaupungin omassa toiminnassa syntyvät puuperäiset materiaalit, kaupungin yleisten alueiden rantaruovikot ja -kaislikot, kaupungin omistamien peltojen ja metsien sivuvirrat, muu kaupungin toiminnassa syntyvä materiaali esim. kiviaines, jota hyödynnetään biomassojen prosessoinnissa.
  - Tarkemmin tarkasteltavana kokonaisuutena: Espoon kaupungin mullan tuotanto, rantaruovikot ja -kaislikot
3. Ryhmä: Espoon yksityiset toimijat, joilta syntyy merkittävästi biojätettä sekä bioperäistä rasva- ja öljyjätettä.
4. Ryhmä: Espoossa syntyvän hevosen lannan ja sen mukana tulevan kuivikkeen määrä, käsittelytapa ja käyttötarkoitus.

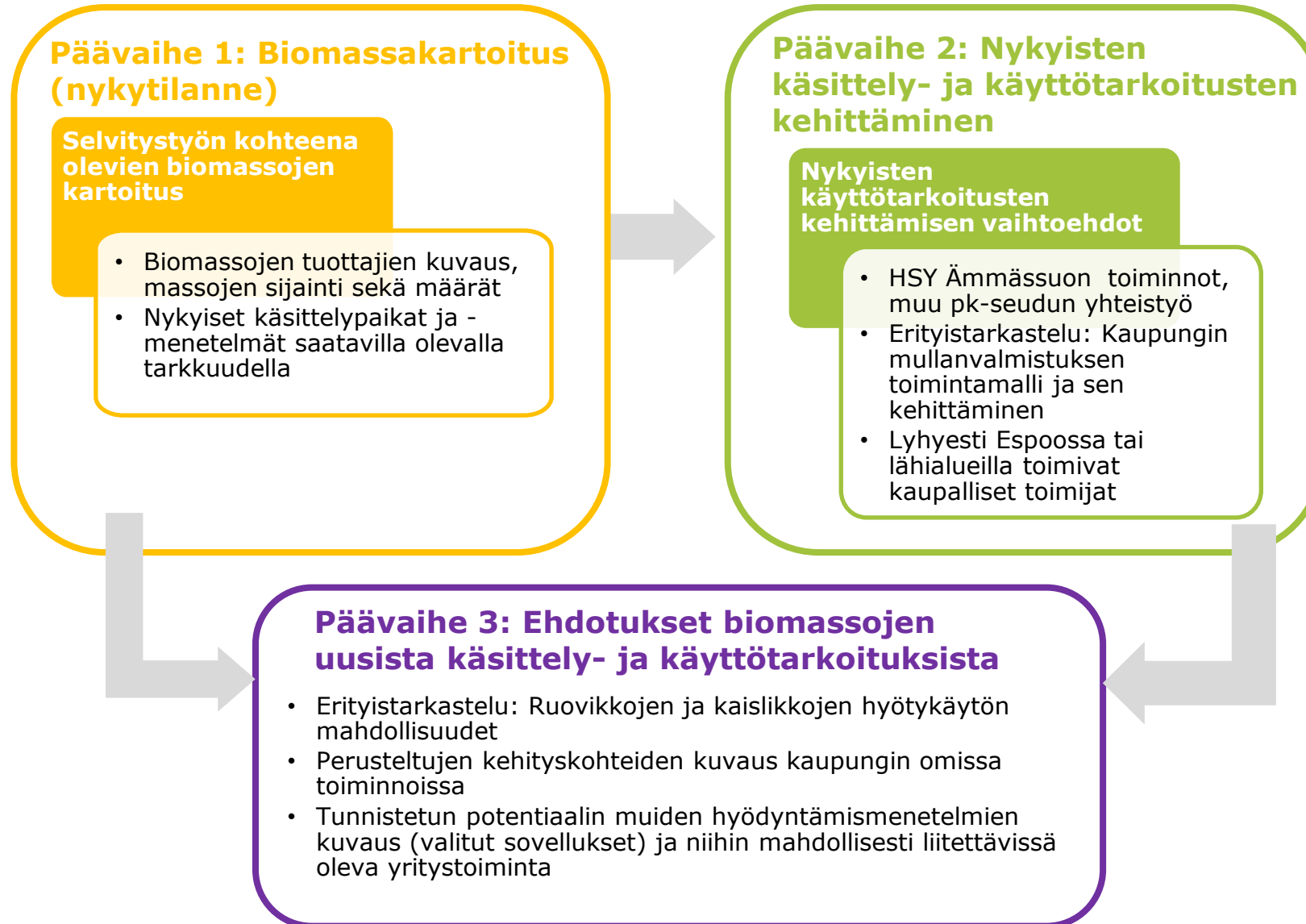
Biomassakartoituksen tulokset perustuvat HSY:n vuosikertomuksiin ja HSY:n, Luonnonvarakeskuksen (Biomassa-atlas) ja muiden asiantuntijoiden tuottamiin arvioihin ja kertoimiin jätemäärien arvioimiseksi sekä muihin saatavilla oleviin lähteisiin, kuten ympäristönsuojelun sähköiseen valvontaa tarkoitetun Ylva-tietojärjestelmän tietoihin perustuen.



An aerial photograph of a wooden walkway on a roof. The walkway is made of light-colored wooden planks and is shaped like a large, inverted 'V' or a zig-zag pattern. Five people are walking along the walkway, their shadows cast long and dark on the wood. The roof is surrounded by a dark, textured surface, possibly asphalt or gravel. In the background, there are patches of dry, brown grass and some green trees. A semi-transparent dark grey horizontal band is overlaid across the middle of the image, containing the text.

## 2. TYÖN ETENEMINEN

# TYÖN JAKAUTUMINEN KOLMEEN PÄÄVAIHEESEEN







### **3. BIOMASSAKARTOITUS: TUNNISTETTujen BIOMASSOJEN MÄÄRÄ JA LAATU JA NYKYISET KÄYTTÖKOHTEET**

# BIOMASSAKARTOITUS

## JÄTEVESILIETE

- Suomenojan käsitellään Espoon lisäksi Kauniaisten, Länsi-Vantaan, Kirkkonummen ja Siuntion jätevedet ja siellä syntyy puhdistamolietettä vuosittain noin 25 000 t (31 % TS), josta Espoon osuus on asukaslukuun perustuen laskennallisesti noin 19 000 t.
- Puhdistamolietteitä kompostoidaan HSY:n Ämmässuolla ja Metsäpirtin toimipisteellä Sipoossa ja niistä jalostetaan multatuotteita yhdessä muiden raaka-aineiden, kuten muiden kompostoitujen jakeiden kanssa.
- Suomenojalla tuotetaan myös biokaasua (4,6 milj. m<sup>3</sup> v. 2019), jonka Gasum jalostaa liikennepolttoaineeksi.
- Jätevedenpuhdistus ja lietteen käsittely siirtyvät Suomenojalta Blominmäkeen vuoden 2022 aikana. Näin varaudutaan asukasluvun kasvuun, jäteveden ravinteiden määrän kasvuun, Itämeren suojelutavoitteisiin ja ilmastonmuutoksen vaikutuksiin (hulevesimäärät).
- Blominmäessä syntyvä kuivattu liete (noin 30 000 t/a) jatkojalostetaan multatuotteeksi kuten Suomenojalta.

HSY:llä 2021 alussa aloittaneessa koetoimintalaitoksessa testataan jätevesilietteen pyrolyysiä. Pyrolyysiprosessissa jätevesiliete käsitellään hapettomissa oloissa ja korkeassa lämpötilassa. Prosessissa syntyy biohiiltä. Puhdistamolietteen pyrolyysihanke yhdessä HSY:n kehittämän RAVITA-tekniikan kanssa muodostaa konseptin, jossa jätevesilietteen ravinteet ja hiili saadaan kierrätettyä entistä tehokkaammin.

HSY, 2021a, Lietehiilihanke

# BIOMASSAKARTOITUS

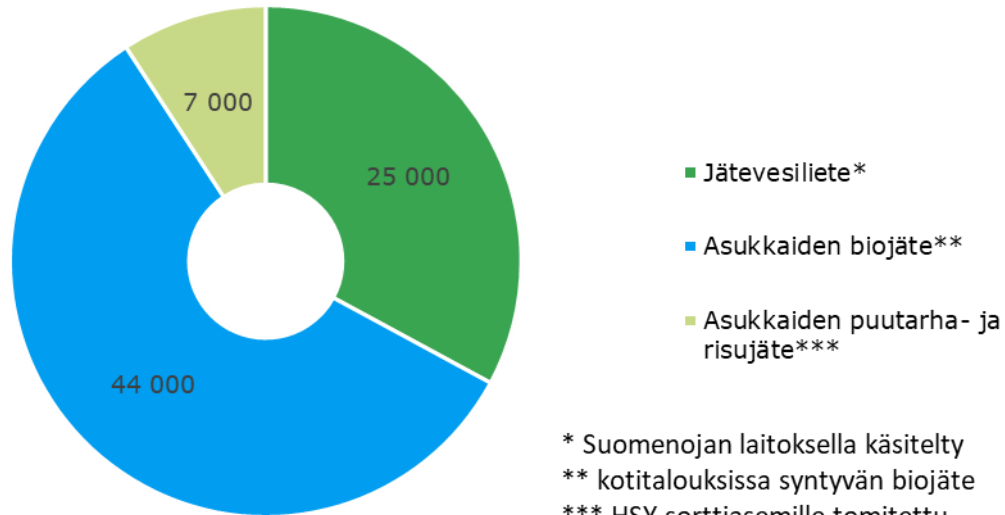
## ASUKKAIDEN BIOJÄTE

- HSY käsitteli vuonna 2020 biojätettä yhteensä noin 54 800 t, josta kotitalouksien erilliskerättyä biojätettä oli noin 44 000 t.
- Asukaslukuun perustuen, espooalaisten osuus asukkaiden biojätteistä oli laskennallisesti noin 11 000 t.
- HSY:n jätteenkoostumustutkimusten (2018) mukaan, kotitalouksissa syntyvistä jätteistä yli puolet on sekajätettä (135 kg/asukas/a), josta noin 36 % on lajittelematonta biojätettä.
- HSY:n keräilemät asukkaiden tuottamat biojätteet käsitellään Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksen biojätteenkäsittelylaitoksessa, jossa jätteistä tuotetaan biokaasua ja kompostia.
  - Biokaasua syntyy noin 6 milj. m<sup>3</sup>, mikä vastaa noin 30 GWh energiaa. Biokaasusta tuotetaan sähköä ja lämpöä.
  - Kompostista jalostetaan multatuotteita yhdessä muiden raaka-aineiden kanssa.
- Asukkaat voivat toimittaa puutarhajätteensä HSY:n Sortti-asemille, mikä Espoossa tarkoittaa Ämmässuon toimipistettä.
  - Espoon Ämmässuon Sortti-aseamalla vastaanotettiin vuonna 2019 noin 1 440 t puutarha- ja risujätettä. Yhteensä kaikissa HSY:n Sortti-asemilla kerättiin noin 7 000 t puutarha- ja risujätettä vuonna 2019.

# BIOMASSAKARTOITUS

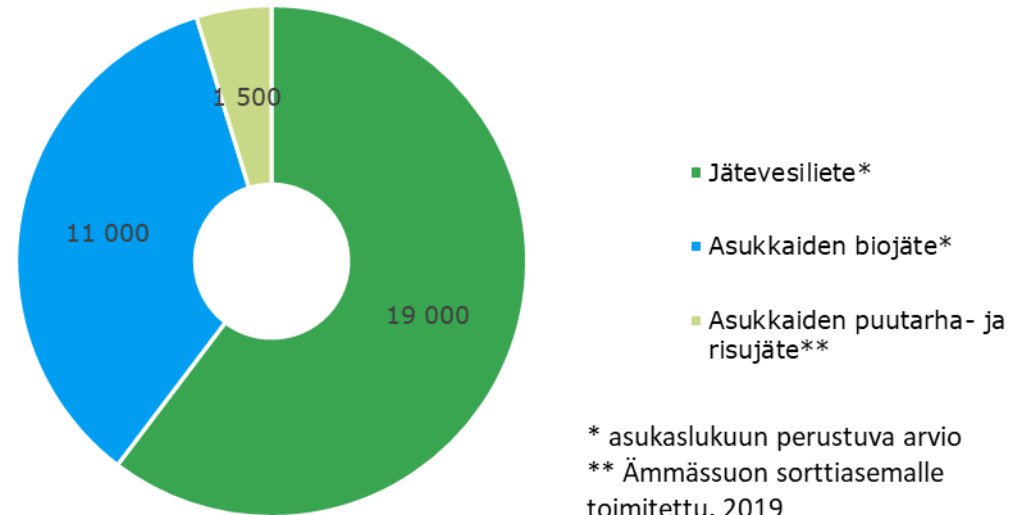
## JÄTEVESILIETE JA ASUKKAIDEN BIOJÄTE

JÄTEVESILIETE JA ASUKKAIDEN BIOJÄTE  
HSY (TONNIA)



\* Suomenojan laitoksella käsitelty  
\*\* kotitalouksissa syntyvän biojäte  
\*\*\* HSY sorttiasemille toimitettu, 2019

JÄTEVESILIETE JA ASUKKAIDEN BIOJÄTE  
ESPOON OSUUS (TONNIA)



\* asukasluukuun perustuva arvio  
\*\* Ämmässuon sorttiasemalle toimitettu, 2019

# BIOMASSAKARTOITUS

## KAUPUNGIN OMASSA TOIMINNASSA SYNTYVÄT MASSAT

Kaupungin toiminnassa syntyvät ja kaupungin vastaanottamat massat			
Jae	Tarkenne	Määrä, tonnia / vuosi	Lähde/lisätieto
<b>Kaupungin yleisten alueiden vieraslajit</b>	Käsitellään poltettavana jätteenä	-	Ei saatavilla erillistä kirjanpitoa
<b>Kaupungin omassa toiminnassa syntyvät puuperäiset materiaalit</b>	Kannot kaupungin työmailta	4 568	YLVA-ilmoitus 2019 (Takapellon maankaatopaikka)
<b>Rantaruovikot ja -kaislikot</b>	Arvioitu järviruo'on kokonaispotentiaali Espoossa	2 719	Huom. koko Espoon laskennallinen kokonaispotentiaali, ei vain kaupungin toiminta
<b>Peltojen ja metsien sivuvirrat</b>	Arvioitu metsäsivuvirtojen kokonaispotentiaali (m <sup>3</sup> )	27 606	Huom. koko Espoon potentiaali (Biomassa-atlas), ei vain kaupungin toiminta
	Arvioitu peltosivuvirtojen kokonaispotentiaali	3 205	Huom. koko Espoon potentiaali (Biomassa-atlas), ei vain kaupungin potentiaali
<b>Muu kaupungin toiminnassa syntyvä kiviaines (mm. liejusavi, louhe, kantava, savi)</b>	Kaupungin maankaatopaikalle vastaanotetut massat	noin 1,7 milj.	YLVA-ilmoitus 2019, vuosiraportit
	Hiekoitussepele	35 000	Loukkola, 2019
<b>Espoon kaupungin mullan tuotanto</b>	Hevosenslanta	1 426	Lannoitevalmistelain mukainen vuosi-ilmoitus
	Puutarhajäte	946	-, -
	Maanparannusturve	60	-, -
	Hiekka	788	-, -
Kaupungin luovuttamat massat			
<b>Espoon kaupungin mullan tuotanto</b>	Myyty valmis multa	2 500	Lannoitevalmistelain mukainen vuosi-ilmoitus
<b>Kantomurske</b>	Myyty kantomurske energiantuotantoon	2 330	YLVA-ilmoitus 2019 (Kulmakorven maankaatopaikka)
<b>Kiviainesmurske</b>	Kaupungin infrarakennustyömailla käytettyä ja maankaatopaikoilta varastoinnista poistunutta mursketta	61 949	YLVA-ilmoitus 2019 (Kulmakorven maankaatopaikka)

# BIOMASSAKARTOITUS

## JÄRVIRUO'ON KORJUUPOTENTIAALIN ARVIOINTI

- Järviruokomassan keskimääräinen saanto on Suomessa noin 5 t/ha (Myllyviita ym. 2015; Silén 2007). Etelärannikolla Virolahden ja Pyhärannan välisellä vyöhykkeellä ruovikoiden pinta-alaksi on satelliittikuva-aineiston perusteella arvioitu noin 28 900 ha ja näiden kuntien alueella ruovikoiden osuus kuntien pinta-alasta oli keskimäärin 1 %. Järviruokoa kasvaa myös sisämaan järvillä, mutta ruovikot niiden alueilla ovat lähtökohtaisesti rannikkoaluetta pienempiä, jolloin järviruo'on keruu sisämaasta ei yleensä ole logistisesti järkevää.
- Mm. Natura 2000 -verkoston kohteilta tai muilta luonnonsuojelualueita teollisen mittakaavan ruo'on keruu on todennäköisesti mahdotonta. Vastaavasti monet ruovikot ovat niin pienialaisia ja vaikeasti saavutettavia, että niiden hyödyntäminen on mahdotonta. Kirjallisuuslähteisiin (Hagelberg, ym. 2008) ja muihin asiantuntija-arvioihin perustuen **voidaan arvioida, että noin 10-40 % alueen ruovikoista voisi olla vuosittain korjattavissa**. Tällöin saatavan ruokomassan suuruusluokka olisi noin **300 - 1 100 t/a**.

Myllyviita ym., 2015  
Silén, 2007  
Hagelberg ym. 2008.



Kuva: Myllyviita ym. 2015

# BIOMASSAKARTOITUS

## YKSITYISTEN TOIMIJOIDEN BIOJÄTTEET SEKÄ BIOPERÄISET RASVA- JA ÖLJYJÄTTEET

- Ympäristölupavelvollisten yritysten tuottamia jakeita selvitettiin viimeisimmän saatavilla olevan YLVA-aineiston (2019) perusteella.
- Lisäksi selvityksen kannalta merkittävimmiksi tunnistetuilta aloilta tuotettiin arvio yritysten lukumäärään ja henkilöstöluvuun perustuvalla kertoimella.
- Biojätettä tuottavaa teollisuutta Espoossa on vähän, elintarviketeollisuus kattaa esim. pienpanimoita.
- Puujäte ei sisällä kyllästettyä puuta. Kartoituksessa tunnistetut puujätteet käsitellään pääosin energiatuotantolaitoksessa polttamalla.
- Puutarhajäte on pääosin puuperäistä, Deleten ja HSY:n vastaanottamaa jätettä.
- Muilla yksityisillä toimijoilla Espoossa syntyvät biojätteet ml. rasvat ovat pääosin keittiö-/ruokalajätettä tai ravintoloiden sekä tukku- ja vähittäiskauppojen jätteitä.

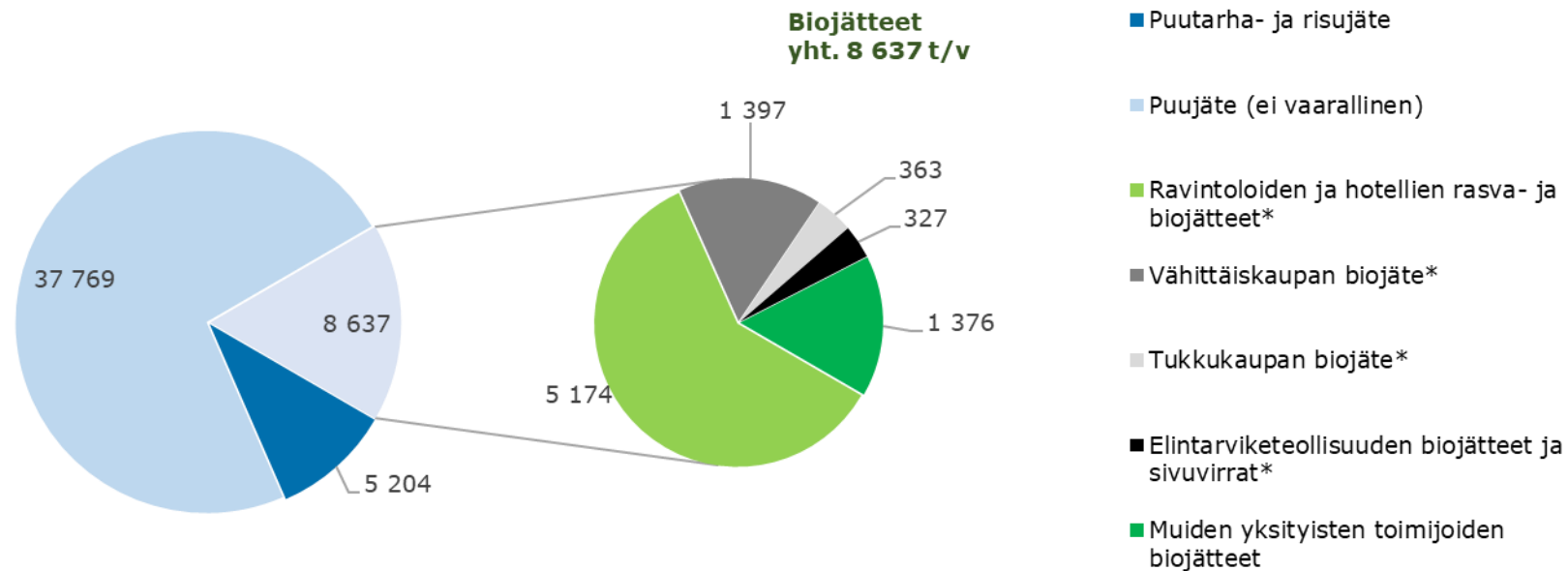
Tuottaja	Määrä (t)	Muuta
Puujäte, ympäristölupavelvolliset toimijat	38 000	Ei sisällä kyllästettyä puuta
Puutarhajäte, ympäristölupavelvolliset toimijat	5 600	Pääosin Deleten ja HSY:n vastaanottamia jakeita.
Biojätteet, ympäristölupavelvolliset toimijat	1 400	Vähäisiä määriä, pääosin keittiö-/ruokalajätteitä
Biojätteet, ravintolat ja hotellit	5 200	arvioituna HSY:n toimialakohtaisilla kg/htv kertoimilla
Biojätteet, vähittäiskauppa	1 400	arvioituna HSY:n toimialakohtaisilla kg/htv kertoimilla
Biojätteet, tukkukaupat	400	arvioituna HSY:n toimialakohtaisilla kg/htv kertoimilla
Biojätteet, elintarviketeollisuus	300	arvioituna HSY:n toimialakohtaisilla kg/htv kertoimilla

Luvuissa voi jossain määrin olla päällekkäisyyksiä aiemmin esitettyjen HSY:n vastaanottamien biomassojen kanssa.

# BIOMASSAKARTOITUS

## YKSITYISTEN TOIMIJOIDEN BIOJÄTTEET SEKÄ BIOPERÄISET RASVA- JA ÖLJYJÄTTEET

YKSITYISTEN TOIMIJOIDEN ORGAANISET JÄTTEET (TONNIA)



\*laskennallinen arvio, perustuu HSY kertoiimiin



# BIOMASSAKARTOITUS

## HEVOSENLANTA

- Luken Biomassa-atlaksen mukaan Espoossa syntyy hevosten ja ponien kuivikelantaa yhteensä noin 11 500 t/a. Arvio perustuu hevosenomistajien asuinpaikkaan. Kuiviketta hevosenlannassa on yleensä noin puolet.
- Suurin yksittäinen lannan tuottaja Espoossa on tiettävästi Vermon ravirata ja sen toiminnot, joissa kuivikelantaa syntyy vuosittain noin 5200 m<sup>3</sup> (2 700 t/a). Pälkäneläinen Humuspehtoori vastaanottaa lantaa mm. Vermosta.
- Vuonna 2019 HSY vastaanotti noin 500 t hevosen kuivikelantaa, joka kompostoitii ja hyödynnettiin mullantuotannon raaka-aineena.
- Kaupungin puutarhalle vastaanotettiin vuonna 2020 noin 1 400 t hevosen kuivikelantaa.
- Vaihtoehtoja hevosenlannan käsittelemiseksi ovat peltolevitys, kompostointi, mädätys tai poltto. Hevosenlannan polttopalvelua aiemmin tarjonnut Fortum on vuoden alussa ilmoittanut lopettavansa palvelun, joka oli käytössä tiettävästi mm. Vermon lantahuollossa.
- Muita hevosenlannan vastaanottopalveluita tarjoavia toimijoita eteläisessä Suomessa nykyisin ovat mm. HSY, Biolan, Kekkilä ja Vapo sekä jätteenkäsittelykeskukset.
- Hevosenlannan koostumuksesta yleensä reilu puolet on kuiviketta, kuten turvetta, kutterinpurua, olkea tai muuta kosteutta sitovaa materiaalia. Valitut kuivikeratkaisut vaihtelevat, ja myös lannan vastaanottaja ja vastaanottajan käyttötarkoitukset voivat vaikuttaa kuivikevalintaan.

Luke, 2021, Biomassa-atlas  
Sandell, 2021. YLE, artikkeli 18.1.2021.  
Ikonen, 2020, Hevosurheilu, artikkeli



# BIOMASSAKARTOITUS

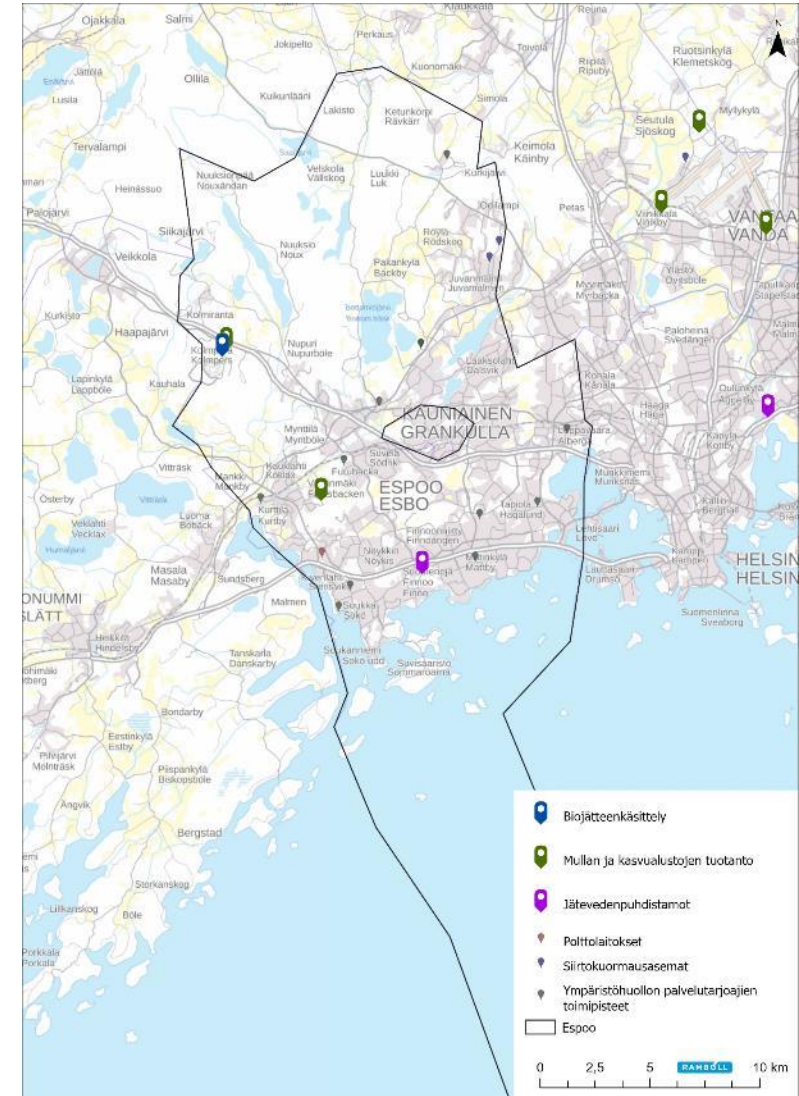
## KOOSTE TUNNISTETUISTA BIOMASSOISTA ESPOOSSA

Jae	Tarkenne	Määrä (t/a)	Muuta
Asukkaiden biojäte	HSY asukkaiden kokonaismäärä (44 000 t), josta Espoon asukaslukuun perustuva laskennallinen osuus	11 000	Kunnallinen jätehuolto
Yksityisten toimijoiden tuottama bio- ja rasvajäte	Yksityisten toimijoiden tuottamat jätteet	8 700	Markkinaehtoinen
Asukkaiden yhdyskunta-jätevesiliete	Espoon asukaslukuun perustuva laskennallinen osuus HSY:n vastaanottamista	25 000	Kunnallinen jätehuolto
Asukkaiden puutarha- ja risujäte	HSY:n Sortti-asemilla vastaanotetut jätteet	1 500	Kunnallinen jätehuolto
Puutarhajäte	Yksityisten toimijoiden tuottamat jätteet	5 200	Markkinaehtoinen
Kaupungin toiminnassa syntyvä puujäte	Kaupungin infrarakentamisessa ja ylläpidossa syntyvät kannot	4 600	
Yksityisten toimijoiden puujäte (ei vaarallinen)	Yksityisten toimijoiden tuottamat jätteet	37 800	Markkinaehtoinen
Selvitykseen sisällytetyt maa- ja kiviainekset	Kaupungin maankaatopaikalle vastaanotetut massat	noin 1,7 milj.	Massoja kierrätetään jossain määrin työmaiden välillä
Hiekotussepeli	Kaupungin infrarakentamisessa ja ylläpidossa syntyvät massat	35 000	
Hevosenlanta	Koko Espoon arvioitu potentiaali (Biomassa-atlas)	11 500	Markkinaehtoinen
Järviruoko	Arvioitu järviruon keräyspotentiaali Espoossa	300 – 1 100	Arvioitu kokonaismäärä noin 2 700 t
Metsäsivuvirrat (m <sup>3</sup> /a)	Koko Espoon arvioitu potentiaali (Biomassa-atlas)	27 600	
Peltosivuvirrat	Koko Espoon arvioitu potentiaali (Biomassa-atlas)	3 200	

# BIOMASSAKARTOITUS ESPOOSSA TOIMIVAT BIOMASSOJA KÄSITTELEVÄT YRITYKSET

Kunnalla on jätelain 32 §:n nojalla velvollisuus asumisessa syntyvän jätteen sekä kunnan hallinto- ja palvelutoiminnassa syntyvän yhdyskuntajätteen jätehuolto. Yritykset ja muut organisaatiot käyttävät markkinaehtoisia jätehuoltopalveluita jätelain 28§ mukaisesti (ns. markkinaehtoiset jätteet). Espoossa asuinkiinteistöjen ja julkisten palvelujen seka- ja biojätteen sekä lasin, metallin, kartongin ja muovipakkausten keräyksen ja kuljetuksen järjestää HSY. Yritykset järjestävät itse oman jätehuoltonsa.

- Espoossa ja sen läheisyydessä biomassoja hyödynnetään sekä kunnallisten jätehuoltolaitosten että yksityisten yritysten toimesta. Toisinaan biomassoja voidaan kuljettaa käsiteltäväksi pitkiäkin matkoja.
- Kaupungin oman toiminnan ja HSY:n lisäksi bioperäisiä jätteitä Espoossa vastaanottaa Delete ja Fortum Waste Solutions, jotka vastaanottavat jossain määrin puuta ja lietteitä.
- Espoossa käsiteltävistä biomassoista tuotetaan pääasiassa multatuotteita tai niitä hyödynnetään energiantuotannossa (poltossa).
- Lisäksi Espoossa sijaitsee kaupungin kunnossapidon sekä muiden toimijoiden siirtokuormausasemia ja muita biomassoihin toimintansa perustavia yrityksiä, kuten pihasuunnittelua tai viherrakentamista (5 kpl) ja maiseman- tai metsänhoitopalveluita (5 kpl) tarjoavia yritykset.

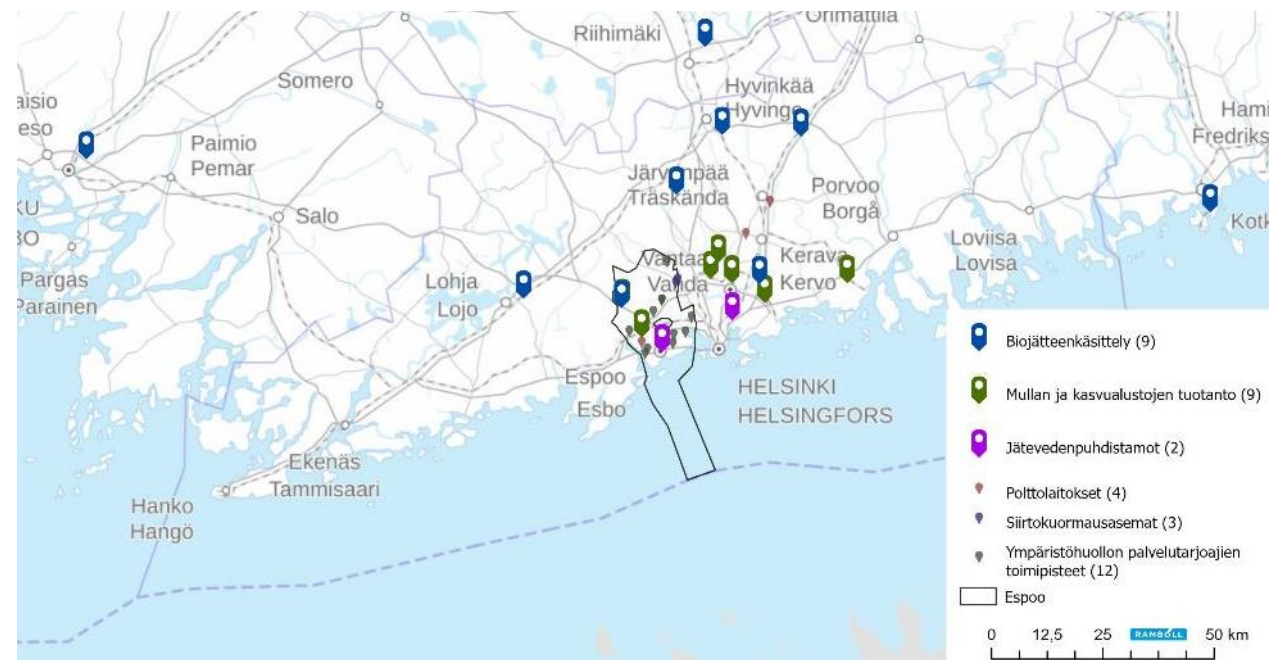


# BIOMASSAKARTOITUS

## LÄHIALUEELLA TOIMIVAT BIOMASSOJA KÄSITTELEVÄT YRITYKSET

Espoossa toimivien yritysten lisäksi lähialueella vaikuttaa useita biomassoihin toimintansa perustavia yrityksiä ja niiden siirtoasemia.

- Osa HSY:n vastaanottamista massoista käsitellään Metsäpirtissä Sipoossa
- Gasum Turku, Riihimäki ja uusi Lohjan laitos sekä siirtokuormausasema Vantaalla
- Mäntsälän bioenergian uuden biokaasulaitoksen lisäksi Remeo on hakenut ympäristölupaa Vantaalle
- Kekkilällä on kompostointilaitos Nurmijärvellä ja lisäksi sillä ja useilla muilla toimijoilla mullan- ja kasvualustojen tuotannon toimipisteitä Espoossa ja lähiseudulla
- Pälkäneläinen maanparannusaineiden ja luomulannoitteiden tuottaja Humuspehtoori käsittelee mm. joidenkin espoolaisten tallien lantaa
- Läntmannen kierrätyslaitos Kotkassa vastaanottaa leipomojätteitä, jotka kuivatetaan ja kuljetetaan Ruotsiin bioetanolin tuotannon raaka-aineeksi.
- Alueella syntyvä puu hyödynnetään pääosin alueella sijaitsevissa polttolaitoksessa energiatuotannossa
- Useiden ympäristöhuoltopalveluita tarjoavien yritysten toimipisteet





## **4. BIOMASSAN KÄSITTELYN TOIMIJOIDEN VERROKKITARKASTELU**

# BIOMASSAN KÄSITTELYN TOIMIJOIDEN VERROKKITARKASTELU

## JOHDANTO

Tässä osiossa tehdään benchmarking-tyyppinen (verrokkitarkastelu) dokumenttianalyysi kotimaisista ja kansainvälisistä hyödyntämismenetelmistä ja käyttökohteista tarkastelun kohteena oleville biomassoille, tuoden esille riittävän laajan kirjon mahdollisuuksia.

Verrokkitarkastelun esille tuomilla tiedoilla tuetaan sekä nykyisten käyttömahdollisuuksien laajentamista sekä uusien käyttömahdollisuuksien tunnistamista.

Tarkastelun kohteena olevat biomassat ovat:

- ❖ jätevesiliete
- ❖ asukkaiden biojäte
- ❖ vihermassat (kasvavasta vihreästä kasvillisuudesta peräisin olevaa ainesta), vieraslajit
- ❖ puuperäiset materiaalit (oksat, risut, ym.)
- ❖ rantaruovikot ja -kaislikot
- ❖ kaupungin omistamien peltojen ja metsien sivuvirrat
- ❖ muu kaupungin toiminnassa syntyvä materiaali esim. kiviaines, jota hyödynnetään biomassojen prosessoinnissa
- ❖ yksityisten toimijoiden biojätettä sekä bioperäinen rasva- ja öljyjäte
- ❖ hevosen lanta ja sen mukana tuleva kuivike

# BIOMASSAN KÄSITTELYN TOIMIJOIDEN VERROKKITARKASTELU

## TARKASTELUUN VALITUT KOHTEET

Benchmark-kohteet valittiin 15 kohteen long listista. Long list on tämän raportin liitteessä 1 (taustamateriaali).

Valitut esimerkkitaloukset on listattu alla:

- HSY Metsäpirtin multa, Sipoo ja Espoo
- Palopuron agroekologinen symbioosi, Hyvinkää
- St1 bioetanolilaitos, Hämeenlinna
- Crescentinon biojalostamo, Italia
- Biohiili –projekti, Ruotsi



# VALITTUJEN KOHTEIDEN VERROKKITARKASTELU

## HSY METSÄPIRTIN MULTA, SIPOO JA ESPOO

<b>Kuka</b>	HSY:n Metsäpirtin multatuotteet valmistetaan Sipoossa Metsäpirtin alueella lukuun ottamatta Metsäpirtin Biomultaa, joka valmistetaan Ämmäsuolla.
<b>Miksi</b>	HSY valmistaa multatuotteita vastaanottamistaan jakeista, jolloin jakeiden sisältämä humus tulee hyödynnetyksi.
<b>Mitä</b>	Metsäpirtin kompostointikentän pinta-ala on 18,5 ha ja alueella käsitellään jakeita ympäristöluvan mukaisesti vuosittain höyry- ja aumakäsittelyllä enintään 150 000 t ja termisellä kuivauksella enintään 50 000 t. Kompostointituotteiden vuosikapasiteetti on ympäristöluvan mukaisesti enintään 300 000 m <sup>3</sup> /a. Toiminta Metsäpirtin alueella on alkanut vuonna 1994.
<b>Miten</b>	Raaka-aineina puhdistamolietettä, hevosten kuivikelantaa, bio- ja viherjätteitä, jotka jalostetaan kompostointialueilla Sipoossa ja Espoossa yhdessä turpeen ja muiden tukiaineiden kanssa multatuotteiksi.
<b>Kenelle</b>	Asiakkaita ovat mm. yksityiset kotitaloudet, kaupungit ja maanviljelijät. Tuotteita ovat Metsäpirtin Nurmikkomulta, Puutarhamulta, Biomulta sekä Inframulta, joista jälkimmäinen on tarkoitettu vain ammattilaiskäyttöön.
<b>Muuta</b>	Metsäpirtin multa -brändin omistaa HSY.

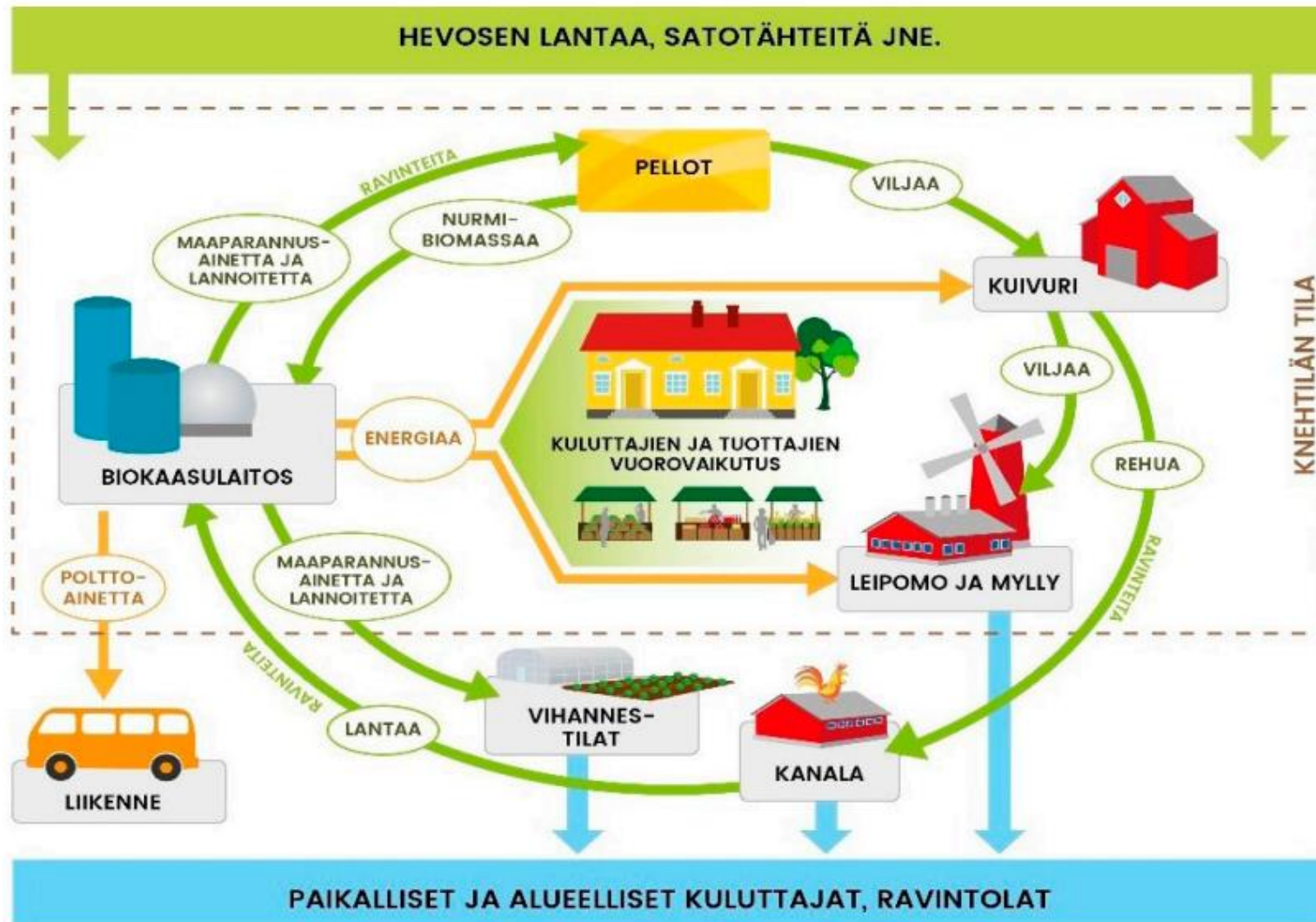


# VALITTUJEN KOHTEIDEN VERROKKITARKASTELU

## PALOPURON AGROEKOLOGINEN SYMBIOOSI, HYVINKÄÄ

<b>Kuka</b>	<p>Palopuron akroekologinen symbioosi on luomuyrittäjien yhteisö, jossa ravinteet ja energia kiertävät paikallisesti. Symbioosia kehitettiin hankkeessa (2015-2017), jossa olivat mukana Palopuron agroekologisen symbioosin (Palopuron AES) toimijoista Knehtilän maatila ja leipomo Samsara Oy sekä Helsingin yliopisto ja Luonnonvarakeskus (Luke). Hankkeen päävastuullisena vetäjänä toimi Helsingin yliopiston maataloustieteidenlaitos.</p> <p>Symbioosi on rakentunut Knehtilän luomutilan ympärille. Symbioosiin kuuluvat myös noin 6000 kanan luomukanala, pieni luomuvihannestila sekä biokaasulaitos. Symbioosissa mukana olevan biokaasulaitoksen toiminnasta vastaa Nivos Energia Oy.</p>
<b>Miksi</b>	<p>Hankkeen tavoitteena oli kehittää itsenäisten toimijoiden muodostama konseptinomainen kokonaisuus, jossa toteutuisi ekologinen ruoantuotanto ja -jatkojalostus, ravinteiden kierrätys ja energiaomavaraisuus. Lisäksi alkutuotanto haluttiin tuoda lähemmäksi kuluttajia.</p>
<b>Mitä</b>	<p>Kokonaisuuteen kuuluu biokaasulaitos joka hyödyntää maataloilta syntyviä massoja (nurmea noin 2 400 t/a sekä hevosen- ja kananlantaa noin 1 000 t/a). Biokaasua syntyy noin 2 500 MWh/a, josta biometaanina on yli 70 %. Biokaasusta suurin osa myydään pääosin liikennepolttoaineena ja siitä tuotetaan lämpöä maatilalle sekä symbioosin yhteyteen sijoittuvaan leipomossa. Mädätysjäännös (noin 3 000 t/a) palautetaan lannoitteeksi pelloille.</p>
<b>Miten</b>	<p>Lukuun ottamatta mautilojen itse tekemää viljojen jatkojalostusta, elintarvikkeiden jatkojalostus tapahtuu teollisessa mittakaavassa mautilojen ulkopuolella.</p>
<b>Kenelle</b>	<p>Toimijoiden välisten symbioosin lisäksi tuotteita myydään kuluttajille. Tapahtumat ja tilamyymälä kahvilan yhteydessä tarjoavat monen muunkin pientuottajalle myyntikanavan.</p>
<b>Muuta</b>	<p>Jos puolet Uudenmaan kesantopeltojen biomassasta kerättäisiin energiantuotantoon, alueelle mahtuisi jopa 42 Palopuron biokaasulaitoksen kaltaista laitosta (Tulevaisuusvaliokunta, 2019).</p>

# PALOPURON SYMBIOOSIN RAVINNE- JA ENERGIAVIRRRAT



Kuva: Helenius ym., 2017

# VALITTUJEN KOHTEIDEN VERROKKITARKASTELU

## ST1 BIOETANOLILAITOS, HÄMEENLINNA

<b>Kuka</b>	St1 Biofuels Oy:n bioetanoli- ja biokaasulaitos on toiminut vuodesta 2010 lähtien Hämeenlinnassa Karanojan jätteenkäsittelyalueella yhteistyössä Kiertokapula Oy:n kanssa.
<b>Miksi</b>	Kiertokapula toimittaa ST1 Biofuels Oy:n laitokseen erilliskeräämänsä biojätteen osakaskuntien alueelta ja siitä jalostetaan biopolttoainetta, jota myydään liikennepolttoaineena sekoitettuna. Toiminnalla vähennetään fossiilisten polttoaineiden tarvetta.
<b>Mitä</b>	Laitoksella vastaanotetaan elintarviketeollisuuden sivutuotteita, hukkanesteitä ja ylijäämäeriä sekä yhdyskuntien biojätteitä ja jätevesilietteitä yhteensä enintään 19 000 t/a. Bioetanolilaitos tuottaa 100 til-% bioetanolia noin 1 150 m <sup>3</sup> vuodessa. Laitos tuottaa vuodessa noin 2,2 milj. m <sup>3</sup> biokaasua, jonka energiasisältö on noin 14 000 MWh.
<b>Miten</b>	Laitoksella tuotetaan bioetanolia ja sivutuotteena rankkia. Kuivatettua rankkia syntyy enintään 7 000 t/a ja siitä tuotetaan biokaasua, joka hyödynnetään kaukolämmön ja sähkön tuotannossa. Lopuksi mädätetystä rankista tuotetaan lannoitevalmisteita.
<b>Kenelle</b>	Laitoksessa valmistetaan Bionolix-prosessilla 85-prosenttista etyylialkoholia polttoainekäyttöön kuluttajille. Kuivattu mädätetty rankki käytetään maanparannusaineeksi tai toimitetaan ravinnekäyttöön.
<b>Muuta</b>	

# VALITTUJEN KOHTEIDEN VERROKKITARKASTELU

## CRESCENTINON BIOJALOSTAMO, ITALIA

<b>Kuka</b>	Italian suurin petrokemian alan yritys Versalis (Eni) omistaa biojalostamon Pohjois-Italiassa Crescentionissa. Laitoksen toiminta on alkanut vuonna 2013, mutta taloudellisten vaikeuksien vuoksi jalostamon toiminta on ollut katkolla ja se on uudelleen käynnistetty vuoden 2020 aikana.
<b>Miksi</b>	Laitos on sijoitettu entiselle teollisuusalueelle, jonka läheisyydessä on paljon maataloutta (riisin, vehnän ja maissin viljely).
<b>Mitä</b>	Laitoksella vastaanotetaan maatalouden jätteitä (esim. oljet), energiakasveja (esim. ruoko) sekä metsätähteitä. Täysikokoinen laitos tuottaa bioetanolia 60 000 t/a ja käyttää syötettä 270 000 t/a.
<b>Miten</b>	Jalostamo käyttää uutta teknologia (PROESA®), jossa maatalouden biomassojen selluloosa esikäsitellään erottelemalla selluloosa ligniinistä korkean lämpötilan ja paineen avulla.
<b>Kenelle</b>	Jalostamo tuottaa etanolia, sähköä sekä biokaasua. Ligniiniä etsitään teollisia käyttökohteita polttamisen sijaan.
<b>Muuta</b>	Jalostamo kierrättää kaiken veden prosesseissaan ja lisäksi se on energiaomavarainen käyttäessään ligniiniä voimalaitoksen polttoaineena.

IEA Bioenergy, 2018  
Bioenergy International, 2020  
BioRefineries Blog, 2020

# VALITTUJEN KOHTEIDEN VERROKKITARKASTELU

## TUKHOLMAN BIOHIILI -PROJEKTI, RUOTSI

<b>Kuka</b>	Tukholman vesi- ja jätelaitoksella on vuodesta 2017 lähtien ollut käynnissä biohiilihanke, jossa biohiiltä valmistetaan kaupunkilaisilta vastaanotetuista oksista ja risuista. Pilottilaitos sijaitsee Högdalenissa, mutta laitoksia on tarkoitus rakentaa neljä lisää.
<b>Miksi</b>	Biohiili-projekti käyttää kaupungin sekä kaupunkilaisten puisto- ja puutarhajätettä biohiilen ja uusiutuvan energian tuottamiseen. Lisäksi biohiili sitoo tehokkaasti hiiltä maaperään ja ehkäisee näin ilmastonmuutosta.
<b>Mitä</b>	Laitosten yhteenlaskettu biohiilen tuotantokapasiteetti on noin 7 000 t/a. Raaka-aineesta biohiiltä syntyy noin 25 %.
<b>Miten</b>	Biohiiltä valmistetaan pyrolysoimalla biomassa korkeassa lämpötilassa ja hapettomissa olosuhteissa, jolloin hiili ei muutu hiilidioksidiksi vaan jää lopputuotteeseen eli biohiileen.
<b>Kenelle</b>	Biohiiltä käytetään sekoitettuna multaan kaupungin puutarhoissa, kaupunkipuistoissa ja kasvualustoina. Lisäksi asukkaat voivat hakea tuotetta omiin tarpeisiinsa. Prosessissa syntyvä hukkalämpö (pyrolyysikaasu) hyödynnetään kaupungin kaukolämmön tuotannossa. Hankkeen tavoitteena on tuottaa lämpöä 400 huoneistolle (25 000 MWh).
<b>Muuta</b>	Viiden biohiililaitoksen (yht. 7 000 t/a) odotetaan sitovan noin 25 000 tonnia CO <sub>2</sub> , mikä vastaa noin 3 500 auton vuosittaisia CO <sub>2</sub> päästöjä.



## **5. BIOMASSOJEN NYKYISTEN KÄYTTÖKOHTEIDEN LAAJENTAMIS- JA KEHITTÄMISMAHDOLLISUUDET**



# NYKYISISTÄ KÄYTTÖKOHTEISTA TARKASTELUUN VALITUT KOHTEET JA TOIMINNOT

- Biomassakartoituksen aikana tunnistettiin paitsi alueella nykyisin muodostuvia biomassoja, myös niiden nykyisiä käyttökohteita.
- Kartoituksen mukaan biomassoista tuotetaan Espoossa pääasiassa biokaasua ja kompostia sekä energiaa (puun poltto).
- Komposti hyödynnetään mullantuotannossa. Lisäksi HSY:llä on käynnissä pilot-kokoluokan pyrolyysilaitos. Pyrolyysilaitosprojektia edistetään HSY:n toimesta.
- Nykyisistä biomassojen käyttökohteista laajentamismahdollisuuksien näkökulmista tarkasteltiin seuraavia toimintoja:
  - Kaupungin harjoittama mullantuotanto
  - Biokaasun tuotanto ja laajeneva käyttö



# MULLANTUOTANTO



# KAUPUNGIN MULLANTUOTANNON NYKYTILA JA ODOTETTAVISSA OLEVAT MUUTOKSET

- Espoon kaupungilla on omaa mullantuotantoa Vantinguistossa. Lisäksi toimintaa on siirtoasemilla ja varastoilla ympäri Espoota.
- Kompostikenttä on kooltaan 0,7 hehtaaria. Kompostikentällä voidaan käsitellä vuodessa enintään 4 000 tonnia hevosenlantaa ja enintään 3 500 tonnia puutarhajätteitä. Vuosittain tuotettava multamäärä on noin 4 000 tonnia.
- Kentällä kompostoidaan kasvijätteitä ja hevosenlantaa sekä lannan seassa olevia kuivikkeita, kuten turvetta ja olkea. Kompostoinnin yhteydessä massaan sekoitetaan hiekkaa ja turvetta.
- Multaa tuotetaan kaupungin omaan käyttöön ja sitä voidaan käyttää myös kaupungin omissa urakoissa, mutta käyttö on ollut vielä vähäistä.

<b>Vahvuudet</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Mullan valmistaminen on kaupungille edullista ja tehokasta</li><li>• Tukee kiertotaloutta</li></ul>	<b>Heikkoudet</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Mullan hygienisoitumiseen liittyvät haasteet (erityisesti siemenet)</li><li>• Multaa ei voi käyttää kaupungin kaikissa kohteissa esim. istutusten kasvualustat</li></ul>
<b>Mahdollisuudet</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Espoon uuden maamassakoordinaattorin kanssa tehtävä yhteistyö</li><li>• Mullan laajempi käyttö kaupungin omissa urakoissa</li><li>• Kierrättämällä materiaaleja kasvualustoissa vähennetään maanläjitysalueiden täyttöjä</li><li>• Mullan valmistusprosessin kehittäminen (laatu ja määrä)</li></ul>	<b>Uhat</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Siirtoasemien ja varastoalueiden kaavoittaminen asutukselle</li><li>• Mullan tuotantoalue on pieni ja sen tuotantokapasiteetti on täynnä</li></ul>

# MULLANTUOTANTOON LIITTYVÄT KEHITYSEHDOTUKSET NYKYISEN TOIMINNAN VARMISTAMISEEN JA EDISTÄMISEEN LIITTYVÄT TOIMENPITEET

## Kaavoitus

- Nykyisten toimipisteiden (ml. siirtokuormaus-asetat) olemassaolon turvaaminen.
- Uusia, ehkä tilapäisiä, välivarastointi- ja käsittelyalueita eri puolelle laajaa Espoon aluetta kuljetuksen päästöjen vähentämiseksi.
- Koordinointi massatalous-koordinaattorille.

## Suunnittelu

- Massojen (määrät ja laadut) arviointi osaksi projekti-suunnitelmia, malli Helsinki S10

## Rakentaminen

- Varsinkin kaupungin omassa tuotannossa hyödynnetään työmaista syntyvää synergiaa kuljettamalla ja kierrättämällä massoja työmaiden välillä.
- Toiminnan tilastointi ja seuranta edistäisi kokonaiskuvan hahmottamista, mahdollista arvioida edut (mm. €, CO<sub>2</sub> - säästöt).

## Kunnossapito

- Mullantuotantoalue en tilantarpeen varmistaminen ja
- Edistää tuotannon toimivuutta (esim. tehokkaat käännöt varmistavat prosessin toimivuuden, mikä voi vaikuttaa massan hygienisoitumiseen).

## Toiminnan kasvattaminen

- Raaka-aineiden saatavuuden sekä tulevaisuuden tilantarpeen kartoittaminen, jos tuotanto lisääntyy.
- Prosessin ja laadun (hygienia) kehittäminen, jotta lopputuote hyödynnettävissä paremmin eri kohteissa.
- Tutustuminen esim. HSY:n/yksityisten kasvualueen tuottajien toimintamalliin ja prosessiin.

# ESPOON KAUPUNGIN HARJOITTAMA MULLAN TUOTANTO

## KOLME MAHDOLLISTA POLKUA KEHITTÄMISEEN

### Nykytoiminnan turvaaminen

Lähtökohdat:

- Nykytoimintaan vaadittavien alueiden ja resurssien turvaaminen
- Erityisesti välivarastot/varikkoalueet ovat toisinaan kaavoitusuhan alla – alueiden säilyttäminen toiminnalle logistisesti tärkeää.

### Toiminnan kasvattaminen kaupunkivetoisesti

Lähtökohdat:

- Resurssien ja käsittelyalueiden lisääminen niin, että toimintaa voidaan kasvattaa entisestään.
- Edellyttää raaka-aineiden riittävyyttä.
- Lopputuotteiden kysynnän lisääminen – käytön edistäminen kaupungin urakoissa (huomioiminen urakkakilpailutusvaiheessa).
- Mullan menekin lisääminen vaatii panostuksia prosessiin niin, että tuote soveltuu hygieeniseltä laadultaan useampiin kohteisiin (rikkakasvien ja vieraslajien leviämiseen liittyvät riskit).

Etenemiseen liittyviä kysymyksiä:

- Missä mittakaavassa toiminnan kasvattamisen hyödyt (talous, kiertotalous) kattaa sen vaatimat lisäpanostukset (resurssit, tilatarpeet)?

### Toiminnan kasvattaminen kumppanin tai kumppaneiden kanssa

Lähtökohdat:

- Jos kumppanilla ei jo toimintaa Espoossa, vaatii mahdollisesti resurssien (käsittelyalueiden) lisäämistä niin, että toimintaa voidaan kasvattaa entisestään.
- Hankintaprosessin luonti kumppanuudelle
- Kumppanin hankinta
- Edellyttää raaka-aineiden riittävyyttä.
- Lopputuotteiden kysynnän lisääminen – käytön edistäminen kaupungin urakoissa (huomioiminen urakkakilpailutusvaiheessa) Mullan menekin lisääminen vaatii panostuksia prosessiin niin, että tuote soveltuu hygieeniseltä laadultaan useampiin kohteisiin (rikkakasvien ja vieraslajien leviämiseen liittyvät riskit) ja/tai myyntiin.

Etenemiseen liittyviä kysymyksiä:

- Missä mittakaavassa toiminnan kasvattamisen hyödyt (talous, kiertotalous) kattaa sen vaatimat lisäpanostukset (kulut, tilatarpeet)?

# RISTIINTARKASTELU JA ARVIOINTI

## MULLANTUOTANNON KEHITTÄMISEN VAIHTOEHDOT

	<b>Biomassojen laatu ja riittävyys</b>	<b>Teknologia-ratkaisujen saatavuus ja kypsyy</b>	<b>Tarvittavat toimijat, tarvittava ekosysteemi</b>	<b>Taloustarkastelut: investoinnit, toimijoiden ansaintalogiikka</b>	<b>Espoon sisäinen kiertotalous-näkökulma</b>	<b>Potentiaaliin vaikuttavat muutosvoimat</b>
<b>Nyky-toiminnan turvaaminen</b>	Raaka-aineiden saatavuus tiettävästi hyvä.	Kompostin riittävän hygieenisen laadun saavuttamisessa ajoittain haasteita. Riskinä kasvitautien ja rikkakasvien/ vieraslajien leviäminen.	Nykyisten resurssien turvaaminen.	Säästöt viherjätteiden käsittelymaksuissa sekä mullan ja muiden lopputuotteiden ostoissa.	Kiertotalous-periaatteiden mukainen toiminta.	Nykyisten käsittely- ja erityisesti välivarastointi/ varikkoalueiden kaavoittaminen uhkaa nykytoimintaa.
<b>Toiminnan kasvat-taminen kaupunki-vetoisesti</b>	Raaka-aineiden saatavuus varmistettava. Lopputuotteen menekki (oma käyttö) tai markkinoille riittävä laatu (hygienia, vaadittavat luvat) varmistettava.	Jotta tuote soveltuu useampiin kohteisiin, prosessia ja sen myötä massan hygienisoitumista olisi syytä tehostaa. Mm. Hevosien lanta tehostaa usein prosessia, massaa hyvin saatavilla.	Edellyttää lisäresursseja (henkilöstö ja tilat).	Toiminnan laajentamisella saavutettavat hyödyt verrattuna vaadittuihin panostuksiin syytä arvioida.	Kiertotalous-periaatteiden mukainen toiminta. Edistäisi kaupungin sisäisiä kiertoja.	Mahdollisesti saavutettavat talous- ja ympäristöhyödyt voisivat toimia perusteena toiminnan kasvattamiselle.
<b>Toiminnan kasvat-taminen kumppanin tai kumppa-neiden kanssa</b>	Raaka-aineiden saatavuus varmistettava. Lopputuotteen menekki (oma käyttö) tai markkinoille riittävä laatu (hygienia, vaadittavat luvat) varmistettava.	Jotta tuote soveltuu useampiin kohteisiin, prosessia ja sen myötä massan hygienisoitumista olisi syytä tehostaa. Mm. Hevosien lanta tehostaa usein prosessia, massaa hyvin saatavilla.	Edellyttää hankintaa (kumppani/ aliurakoitsija), toiminnan käynnistymisen fasilitointia, mahdollisesti sijoittumispaikan/ -paikkojen osoittamista, eli lisäresursseja (tilat).	Kumppani mukaan toimintaan toteutuisi Espoon kaupungin hankintana. Jos lopputuote olisi verrattain edullisempaa ja sillä voitaisiin korvata muut ostot, voisi olla perusteltua.	Kiertotalous-periaatteiden mukainen toiminta.	Mahdollisesti saavutettavat ympäristöhyödyt voisivat toimia perusteena toiminnan kasvattamiselle.

# **BIOKAASUN TUOTANTO JA LAAJENEVA KÄYTTÖ**

# BIOKAASUN TUOTANNON NYKYTILA JA ODOTETTAVISSA OLEVAT MUUTOKSET ESPOOSSA

- Espoossa tuotetaan biokaasua HSY:n toimesta Ämmäsuolla sekä Suomenojan puhdistamolla.
- Suomenojalla tuotetaan biokaasua noin 4,6 milj. m<sup>3</sup>/a (2019). Gasum jalostaa Suomenojalla syntyvän biokaasun liikennepolttoaineeksi.
- Tulevaisuudessa Blominmäen korvatussa Suomenojan puhdistamon, Blominmäessä tuotettu kaasu hyödynnetään energian (lämpö ja sähkö) tuotannossa laitoksen omiin prosesseihin.
- Ämmäsuolla biokaasua tuotetaan vuosittain noin 6 milj. m<sup>3</sup>, mikä vastaa noin 30 GWh energiaa. Biokaasusta tuotetaan sähköä ja lämpöä, joista lämpö hyödynnetään itse ja sähkö myydään.
- Biokaasulaitoksessa orgaanisesti jätteistä tuotettavan kaasun lisäksi Ämmäsuolla kerätään ja hyödynnetään kaatopaikkakaasun sisältämä metaani. Kaatopaikkakaasun sisältämä metaani vähenee ajan kuluessa ja orgaanisen jätteen kaatopaikkakiellon sekä kierrätyksen kehityksen myötä uusista jätetäytöistä syntyy yleisesti aiempaa vähemmän metaania.

# ESPOOSSA SYNTYVIEN MASSOJEN BIOKAASUPOTENTIAALI

Taulukossa on esitetty kaikki selvityksessä tunnistetut Espoossa muodostuvat, teoreettisesti biokaasun tuotantoon soveltuvat massat. Arvion mukaan, yksinään Espoossa muodostuvien biomassojen (pl. jätevesilietteet) metaanipotentiaali vastaa karkeasti HSY:n nykyistä biokaasun tuotantomäärää Ämmäsuolla.

Syöte	Tarkenne	Kokonais- potentiaali (t/a)*	Metaanipotentiaali (MWh/a) *	Myyntiarvo liikenne- polttoaineena (€/a)
<b>Markkinaehtoisen käsittelyn piirissä olevat jakeet</b>				
Yrityksissä syntyvä biojäte	YLVA ja laskennalliset kertoimet	8 600	6 900	584 800
Viherjäte (osin kunnallinen)	Kaupunki, asukkaat ja yritykset	6 200	2 900	246 500
Järviruoko	Tuorekorjattu, oletus 10 % korjuuaste vuodessa	300	200	20 400
Hevosen lanta	Kokonaispotentiaali, Biomassa-atlas	11 500	2 200	192 000
Peltosivuvirrat		3 000	2 200	191 600
<i>Yhteensä Max.</i>			<i>33 600 MWh</i>	<i>2,9 milj. €/a</i>
<b>Kunnallisen jätehuollon piirissä olevat biomassat</b>				
Asukkaiden biojäte	Asukkaiden biojätteet (HSY kokonaismäärä)	44 000	35 200	2 992 000
	As. lukuun perustuva Espoon osuus	11 000	8 800	748 000
	As. lukuun perustuva kokonaispotentiaali (100 % keräysaste)	24 000	19 200	1 632 000
Jätevesilietteet	Jätevesilietteet (Suomenoja kokonaismäärä)	25 000	5 200	446 300
	As. lukuun perustuva laskennallinen Espoon osuus	19 000	4 000	339 200

\* Kokonaispotentiaali, ei välttämättä vastaa nykyistä tai teknistaloudellisesti mielekästä keräys-/tuotantomäärää.

# LIIKENNEBIOKAASUN KÄYTTÖPOTENTIAALI ESPOOSSA

Suomen suurin alan toimija Gasum panostaa biokaasun liikennemarkkinoihin. Biokaasun tulevaisuus nähdään erityisesti raskaan liikenteen polttoaineena, josta kertoo myös St1 ja Valion kesäkuussa 2021 julkistama yhteistyö.

## Nykyinen toiminta ja siinä odotettavissa olevat muutokset

- Espoossa on kolme biokaasun tankkausasemaa, jotka kaikki ovat Gasumin.
- Suomessa on nykyisin 5 000 kaasukäyttöisiä henkilöautoja, asukasluvun mukaan laskettuna näistä arviolta 250 voisi olla espoolaisten.
- Kaasukäyttöisten ajoneuvojen ei voida katsoa olevan paikallispäästöttömiä, mutta well-to-wheel – tarkastelussa ajoneuvon päästöt ovat jopa 85 % pienemmät verrattuna dieselkäyttöiseen.
- Biokaasu myydään kiloittain, mutta sen energiasisältöön perustuva vertailuhinta bensiiniin on noin 0,9 €/l.

## Kokonaispotentiaali Espoossa

- Mikäli kaikista edellä esitetyistä massoista tuotettaisiin biokaasua, se riittäisi kattamaan noin 94 kaupunkibussin tai noin 3 000 henkilöauton vuosikulutuksen.

Potentiaalisia liikennebiokaasun käyttäjiä mm.

- Kaupungin viher- ja muiden alueiden ja kiinteistöjen huollon käytössä olevat kulkuneuvot
- Kaupungin järjestämän kotihoidon palveluiden autot
- Joukkoliikenne (bussit, HSL)
- Jätteenkuljetusautot, vesihuollon autot (HSY)
- Yritykset, kuten kuljetus- ja taksiala
- Asukkaat, henkilöautot



# BIOKAASUNTUOTANNON SIVUVIRTOIHIN LIITTYVÄ POTENTIAALI ESPOOSSA

## Nykyinen toiminta ja siinä odotettavissa olevat muutokset

- Espoossa tuotetaan nykyisin biokaasua HSY:n toimesta jätevedenpuhdistamoilla ja jätteenkäsittelykeskuksessa.
- Nykyisin biokaasuntuotannon sivutuotteena syntyvä mädätysjäännös pääosin kompostoidaan ja hyödynnetään mullan valmistuksessa.
- HSY selvittää mädätysjäännöksen hyödyntämistä maataloudessa.
  - Tunnistetut haasteet liittyvät mm. toiminnan kausiluontoisuuteen (varastointi ja logistiikka).
  - Mahdolliseksi hyödyiksi on arvioitu mahdollisuus kasvattaa laitospesiteettia ja ehkäistä jälkikompostoinnin hajuja.

## Kokonaispotentiaali Espoossa

- Biokaasun tuotannon sivuvirtoina syntyy kiinteää, humuspitoista mädätysjäännöstä sekä ravinnepitoisia rejektivesiä.
- Sivutuotteiden määrät ja ominaisuudet riippuvat suuresti mm. syötteistä ja valitusta prosessiteknologiasta. Syötetyn massan määrä pysyy biokaasuprosessissa melko samana, mutta ominaisuudet muuttuvat.
- Mädätyksen sivutuotteet voi tietyin edellytyksin hyödyntää sellaisenaan lannoitetuotteena tai siitä voidaan valmistaa erilaisia tuotteita. Levitysmäärät riippuvat paitsi tuotteen ominaisuuksista, myös kohteesta.
- Kiertotalousnäkökulmasta ravinteiden palauttaminen peltoviljelyyn on yleensä katsottu paremmaksi hyödyntämistavaksi kuin viherrakentaminen.
- Eri käsittely- ja hyödyntämistapojen valintaan vaikuttaa kuitenkin teknistaloudellinen kannattavuus.

# BIOKAASUN TUOTANNON KEHITTÄMISEN VAIHTOEHDOT

## KAKSI MAHDOLLISTA POLKUA

### **Biokaasun tuotannon kapasiteetin kasvattaminen Ämmäsuolla**

Ns. keskitetty tuotanto

Lähtökohdat:

- Edellyttää biojätteen keräysasteen lisäystä (asukkaat) tai syötepuhjan muutoksta (yritykset, maatalous, muut)
- Jatkuvat pyrkimykset biojätteen kierrätysasteen nostoon tukee kehitystä. Biokaasutoimialan ja hallituksen strategiset tavoitteet maatalouden biomassojen parempaan hyödyntämiseen tukee kehitystä.
- Mikäli raaka-ainepohjaa laaennettaisiin maatalouden biomassoihin kuten viherlannoitusnurmeen, mädätysjäännöksen peltokäyttöä voidaan pitää jopa edellytyksenä

Etenemiseen liittyviä kysymyksiä:

- Mikä on erilaisten teoreettisesti saatavilla olevien massojen teknistaloudellisesti kannattava ja realistinen keräily- ja hyödyntämispotentiaali?
- Mikä on HSY:n laitoksen maksimikapasiteetti? Onko kapasiteetin nostoon liittyen suunnitelmia?

### **Biokaasun tuotanto agroekologisissa symbiooseissa**

Ns. hajautettu tuotanto.


Tarkasteltu uusissa käyttötarkoituksessa (kappale 6).

# RISTIINTARKASTELU JA ARVIOINTI

## BIOKAASUN TUOTANNON KEHITTÄMISEN VAIHTOEHDOT

	<b>Biomassojen laatu ja riittävyys</b>	<b>Teknologia-ratkaisujen saatavuus ja kypsyys</b>	<b>Tarvittavat toimijat, tarvittava ekosysteemi</b>	<b>Talous-tarkastelut: investoinnit, toimijoiden ansainta-logiikka</b>	<b>Espoon sisäinen kiertotalous-näkökulma</b>	<b>Potentiaaliin vaikuttavat muutokset</b>
<b>Biokaasun tuotannon kapasiteetin kasvattaminen Ämmäsuolla</b>	Edellyttää biojätteen keräysasteen lisäämistä (asukkaat) tai raaka-ainepohjan laajentamista.	Olemassa oleva teknologia. Kapasiteetin riittävyys varmistettava HSY.	HSY avain-toimijana, Espoon kaupungin rooli kehityksessä osaomistajana.	Voi edellyttää lisäinvestointeja. Toiminnan kasvattamisen teknistaloudellinen kannattavuus varmistettava.	Mädätysjäännöksen hyödyntäminen maataloudessa tukisi kiertotalousperiaatt eita vielä paremmin. Tämä varsinkin, mikäli raaka-aineena esim. viherlannoitus-nurmea.	Pyrkimykset biojätteen kierrätysasteen nostoon tukee kehitystä. Biokaasutoimialan ja hallituksen strategiset tavoitteet maatalouden biomassojen parempaan hyödyntämiseen tukee kehitystä.
<b>Biokaasun tuotanto agroekologisissa symbiooseissa</b>	Tarkasteltu uusissa käyttötarkoituksessa (kappale 6). (hajautettu, paikallinen, mahdollisesti markkinaehtoisin massoihin perustuva)					

Huom! Kvalitatiivinen ja suhteellinen tarkastelu, jolla tuodaan esille eri vaihtoehtojen eroja

A collage of whiteboards with handwritten notes in a meeting room. The text is mirrored across the boards. The central text is: 

# 6. BIOMASSOJEN UUDET KÄSITTELY- JA KÄYTTÖTARKOITUKSET

The background shows a person standing in a meeting room, with office chairs and windows visible.

# BIOMASSOJEN UUDET KÄSITTELY- JA KÄYTTÖTARKOITUKSET

## JOHDANTO

Tässä luvussa kuvataan ja arvioidaan seuraavia uudentyyppisiä käsittelytapoja ja käyttökohteita tarkastelluille Espoon biomassoille:

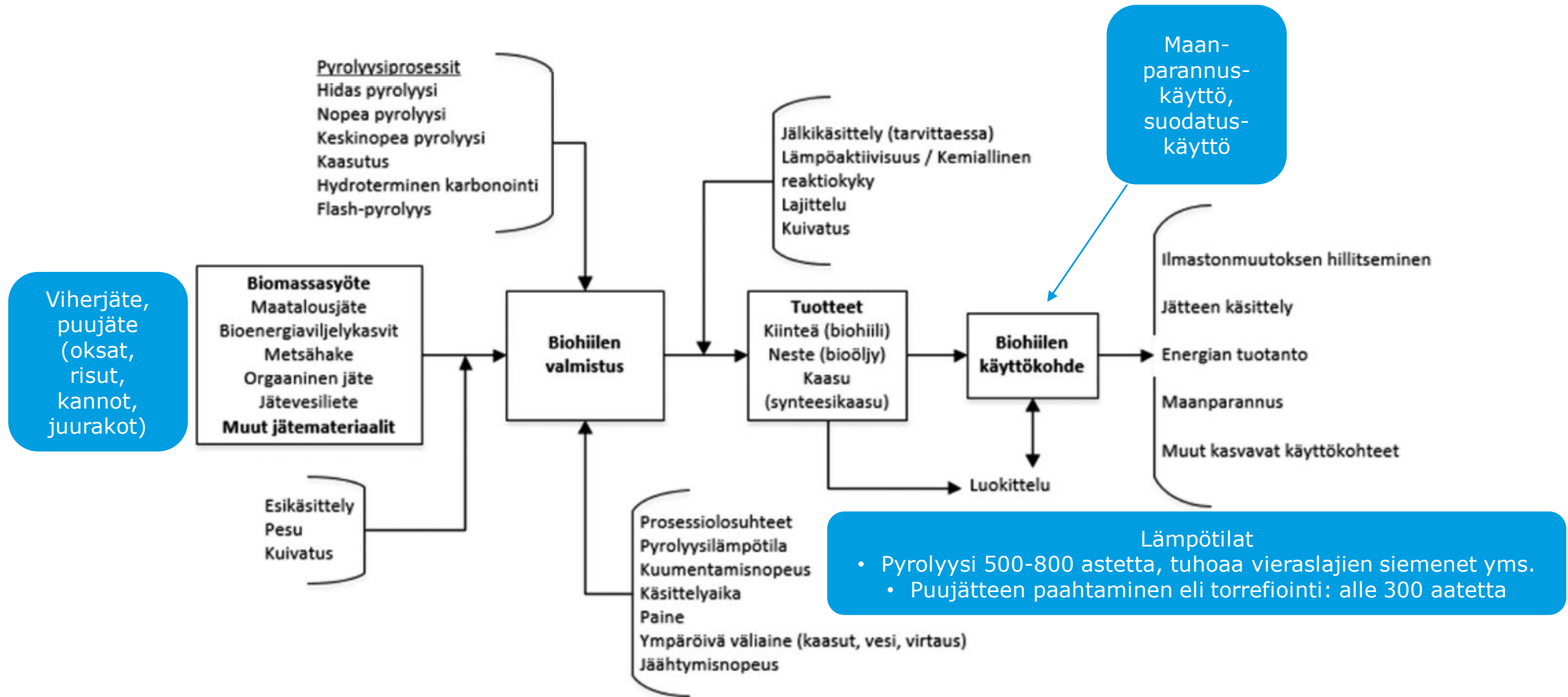
- Biohiilen tuotanto kasvualustoihin ja/tai suodatuskäyttöön, esim. hulevesien suodatukseen
  - Useita raaka-ainemahdollisuuksia
- Bioetanolin tuotanto, tavoitteena mm. hyödyntäminen kaupungin liikennevälineisiin ja työkoneisiin ja muualla
  - Useita raaka-ainemahdollisuuksia
- Järviruoko raaka-aineena, eri käyttötarkoituksia, kuten
  - katteet
  - kasvualustat
  - design-tuotteet
- Biomassojen yhdistäminen agroekologisiin symbiooseihin
- Hiekoitussepin hyödyntäminen

Liitteessä 2 on taustoitettu tarkemmin eri vaihtoehtoja.

# BIOHIILEN TUOTANTO JA KÄYTTÖ

# BIOHIILEN VALMISTUS JA KÄYTTÖKOHTEET

## PROSESSI JA SIIHEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ



# BIOHIILEN ERI KÄYTTÖTARKOITUKSIA

## ESPOO: MUUTA KUIN TEOLLISEN SUUREN SKAALAN TUOTANTOA

### Polttoainekäyttö energiantuotannossa ("mustat pelletit")

- Kivihiilen korvaaminen energiantuotannossa
- Biohiilen kilpailukykyyn polttoaineena vaikuttaa kivihiilen ja sen polttoon liittyen päästöoikeuden markkinahintataso; *biohiili on ollut vain harvoina ajanjaksoina tuotantokustannuksiltaan kilpailukykyinen kivihiilelle*
- *Kivihiililaitosten alasajo tai konvertointi muille polttoaineille pienentää tarvetta tulevaisuudessa*
- *Vaatii teollisen, suuremman skaalan tuotannon*

### Käyttö metalliteollisuudessa pelkistimenä

- Fossiilisen koksen tai koksi-kivihiilisekoituksen korvaaminen metallien ja lejeerinkien valmistuksessa
- *Toistaiseksi biohiili on ollut vain harvoina aikoina tuotantokustannuksiltaan kilpailukykyinen kivihiilelle / koksille*
- *Vaatii teollisen, suuremman skaalan tuotannon*

### Käyttö suodatinmateriaalina veden/ilman puhdistuksessa

- Biohiilen ja aktivoidun biohiilen käyttö veden, lietteiden ja ilman puhdistuksessa.
- *Tiukentuvien vesienkäsittelyvaatimusten myötä nopeasti kasvava markkina, jossa biohiili kilpailukykyinen vaihtoehto*
- ***Voidaan tuottaa kannattavasti pienemmissäkin laitoksissa (laadusta riippuen)***

### Maanparannuskäyttö

- Biohiilen käyttö maataloudessa ja yhdyskunta-rakentamisessa maanparannukseen ja kasvualustoihin
- *Biohiilen laatuvaatimukset vaihtelevat maanparannus-kohteen mukaan. Lannoitelainsäädäntö sääntelee käyttöä*
- ***Voidaan tuottaa kannattavasti pienemmissäkin laitoksissa***

### Käyttö teknisen hiilen raaka-aineena

- Tekniset hiilet: aktiivihiili, hiilikuitu ja hiilimusta
- Aktiivihiiltä voidaan käyttää vesien ja kaasujen puhdistamisessa, hiilikuitua erilaisissa keveissä ja lujissa rakenteissa ja hiilimustaa väriaineena
- Vesien ja kaasujen puhdistukseen tarkoitetun aktiivihiilen valmistusprosessi sisältää aktivointivaiheen, jolla nostetaan materiaalin huokoisuutta ja ominaispinta-alaa fyysikaalisesti tai kemiallisesti.
- *Biohiilellä on kaupallista potentiaalia suodatinkäyttöön tarkoitetun aktiivihiilen korvaamisessa, joka on kallis tuontituote. Hiilikuidun ja hiilimustan valmistaminen vaatii teknisesti vaativamman prosessin*
- *Vaatii teollisen, suuremman skaalan tuotannon*

### Grillihiili

- *Kilpailtu kuluttajamarkkina, halpatuontia esim. Baltiasta*



# BIOHIILEN TUOTANTO SUOMESSA

## TUOTANTOLAITOKSIA JA TOIMIJOITA

Laitos	Raaka-aine, käyttö vuodessa k-m3 tai tonnia	Laitoskoko (tuotantovolyymi) ja investoinnin suuruus euroina	Lopputuote ja sen käyttö	Lisätietoja
<b>Noirecon laitos, Hirvensalmi (toiminnassa)</b>	Sahan sivuvirrat, hake, raakapuusta ranka ja kuitu Rankapuuta käytetään nyt, tavoitteena sahanpuru.	Tuotanto ilman ympäristölupaa 3 000 t/a, kapasiteetti 6 000 t/a (pyrolyysi), alkuvaiheen laitosinvestointi 2 milj. €	3 000 t/a maanparannus ja infrarakentaminen, ravinnevalumiinien ehkäisy (suodatus), vedenpuhdistuslaitokset ja kompostointilaitokset; grillihiili	Tuotantovolyymi on tarkoitus kasvattaa 18 000 tonniin/a, jolloin laitos työllistäisi 20 henkilöä.
<b>Carbofex Oy Tampere (toiminnassa, pyrolyysilaitos käynnistyi kesällä 2017, toimii myös Carbons Finlandin hiilen sopimustuottajana)</b>	400-500 kg/h puuhaketta (PEFC-sertifioitua kuusikuitua). 8 760 h tuotannolla tämä tarkoittaisi 3 900 t/a. Nyt 1000 t/a	Paineistettu jatkuvatoiminen kuivatuslaus eli pyrolyysi.	Bioraaka-aineesta tuotetaan: 25-30% biohiiltä (50% kokonaisenergiasta), 12% pyrolyysiöljyä (25% kokonaisenergiasta), 20% pyrolyysikaasua (20 % kokonaisenergiasta), 0-50% lämpöä.	Prosessissa syntyy 10 MWh energiaa käytettäväksi kaukolämmöksi. Energia on noin 30 % kaasumaisessa muodossa ja 70 % pyrolyysiöljyssä.
<b>Carbons Finland Oy, Kouvola (aiemmin Pajupajat Oy – Willow Partners) (toiminnassa)</b>	Carbons Finland Oy jalostaa erilaisia alihankkijoiden tuottamia biohiilejä asiakkaiden tarpeisiin sopiviksi tuotteiksi. Suunnittelee aloittavansa oman biohiilen tuotannon.	Ei saatavissa tietoa	Biohiili hulevesien sekä suoto- ja valumavesien käsittelyyn, kasvualustoihin, maanparantamiseen, kompostointiin ja ravinteiden kierrätykseen ja tehokkaaseen luomuviljelyyn. Jatkojalostus funktionaaliseksi hiiliksi	Tavoite: Raaka-aineeksi paju, joka kasvatettu tähän tarkoitukseen.
<b>Biolan Oy (valmistus Virossa)</b>	Valmistaa biohiiltä Virossa ja käyttää biohiiltä tuotteissaan, myy erilaisia biohiilejä erilaisiin tarpeisiin.		Biolanin biohiiltä sisältävä istutusmulta (Biolan istutusmulta)	
<b>Liikuteltavat pyrolyysilaitteistot (pyrolyysikontit), valmistajia ja palveluntuottajia esim. Raussin Energia, Mayt Oy</b>	Puu ja risu, mikä tahansa eloperäinen aines. Karanojan pilotissa rakennusjäte	Pieni, liikuteltava	Biohiili suodatuskäyttöön ja kasvualustaksi	
<b>Vapo Carbons Ilomantsi, turvetta raaka-aineena käytävä aktiivihiihilaitos</b>	Turve	Investointi 25 milj. €	Kapasiteetti 5 000 t/a, laajennusmahdollisuus. Vapo tavoittelee pitkällä tähtäimellä merkittävää, noin 10 prosentin markkinaosuutta Euroopan aktiivihiihimarkkinoista.	Vapo on varautunut strategiassaan useiden aktiivihiihilaitosten rakentamiseen seur. 5-10 vuoden aikana
<b>Suunnitelma: Stora Enso, Sunila</b>	Koelaitos, jossa tuotetaan biopohjaista hiilimateriaalia ligniinistä (puusta). Hiiltä voidaan hyödyntää keskeisenä raaka-aineena akuissa.	Investointi 10 milj. euroa (koelaitos) Kapasiteetti (arvio): 50 000t (ligniiniintuotannon kapasiteetti)	Ligniinistä jalostetaan ns. teknistä hiilimateriaalia eli kovahiilipohjaisia anodimateriaaleja, jotka vastaavat ominaisuuksiltaan grafiittia ja joita voidaan käyttää komponenttina litiumioniakuissa..	Uusiutuvaa materiaalia korvaamaan pääosin Kiinassa valmistettavissa akuissa ja paristoissa käytettäviä fossiilipohjaisia, kalliita ja rajoitetusti saatavilla olevia materiaaleja
<b>Suunnitelma: Biohiilitehdas Joensuuun (Savon Voima ja Taaleri)</b>	Metsäteollisuuden ja metsänhoidon sivuvirrat, pienkokoinen ranka ja puun kuoren käyttö, noin 250 000 kuutiota vuodessa.	Kokonaistuotanto on noin 60 000 tonnia biohiiltä vuodessa Investoinnin arvo on noin 15 miljoonaa euroa.	Torrefioitu biohiili korvaa kivihiilen käyttöä energiantuotannossa ja muussa teollisuudessa. Biohiiltä voidaan käyttää myös maanparannuksessa ja vesienkäsittelyssä.	Biohiilitehtaan arvioidaan käynnistyvän vuonna 2022. Hankkeen toteutuminen riippuu yhtiöiden hallitusten päätösten lisäksi myös tukipäätöksistä.

# BIOHIILEN TUOTANTOON JA KÄYTTÖÖN VAIKUTTAVAT MUUTOSVOIMAT

	Mitkä tekijät vaikuttavat biohiilen tuotantoon ja käyttöön edistävästi (+), hidastavasti (-)?
<b>Political – Poliittisen toimintaympäristön tekijät</b>	+ Tavoiteasetanta liittyen hiilinieluihin ja erityyppiseen vesienpuhdistukseen, joissa molemmissa biohiilellä roolia
<b>Economical – Taloudellisen toimintaympäristön tekijät</b>	+ Biohiilen käyttö suodatinaineena kaupunkiympäristöjen maanrakennuksessa ja ympäristönsuojelussa kasvussa: Hulevesien käsittely, viherrakennus (biohiili toimii hyvin viherrakentamisen erityiskohteissa ja rajatuissa kasvualustoissa – katoilla, kansirakenteilla, katupuilla ja hulevesikohteissa), pilaantuneiden maiden puhdistus ja viherryttäminen + Biohiilen kysyntä näyttäisi olevan selvityksen tekohetkellä suurempaa kuin tarjonta + Biohiilikokeiluja kasvualustoina ja suodatuksessa tehty Espoossa: Espoon keskusta, Tapiola + Hiilen sidonnan myötä saatava kompensatiokyky ja mahdollinen tuotto: 1 tonni biohiiltä sitoo 3,5 – 3,6 tonnia CO2:a – Suuret tuotantokustannukset -> hinta (225€ - 300€ m3 tai 1000€/tn) ei kilpailukykyinen useisiin käyttötarkoituksiin <ul style="list-style-type: none"> <li>• Raaka-aineen osuus muuttuvista kustannuksista on merkittävä. Raaka-aineen eli Espoon viher- ja puujätteen kustannus (tai positiivinen kustannus eli porttimaksu) ratkaiseva</li> </ul> – Maanparannushiilen osalta käyttönäkymät (markkinat) ovat vielä kehittymättömät, ja yleisesti biohiilen markkinanäkymät huonosti ennakoitavissa – Suodatinratkaisuissa ja hulevesien käsittelyssä biohiilen kanssa kilpailevat mm. teollisuuden sivuvirroista tehdyt tuotteet ja kalkkipohjaiset tuotteet. – Markkinakentällä liikkuu sekä väärä informaatiota biohiilestä että alkuperältään ja laadultaan tuntematonta biohiiltä
<b>Social – Yhteiskunnallisen toimintaympäristön tekijät</b>	+ Kestävyyden ja ympäristöystävällisyyden korostuminen yhteiskunnassa yleisesti + Hule- ja tulvavesien suodatustarpeen yleistyminen taajama-alueilla ilmaston ääri-ilmiöihin varauduttaessa – (Isojen) laitoshankkeiden vastustus, jos laitos lähellä asuinalueita (Not in my backyard, NIB)
<b>Technological – Teknologiaihin liittyvät tekijät</b>	+ Biohiilen teollisen tuotannon tekniikka kypsyy koko ajan ja muuttuu kustannuksiltaan edullisemmaksi – Tuotanto on kuitenkin vasta käynnistymässä, monet tuotantolaitteistot ovat vielä pilottitasolla – Referenssien ja kokemuksen puute Suomessa: vain muutamia toimivia laitoksia, useita viivästyneitä hankkeita
<b>Legal – Lainsäädäntöön liittyvät tekijät</b>	+ Lannoitevalmistelainsäädäntö kattaa jo kohtuullisesti biohiilipohjaiset maanparannusaineet ja lainsäädännön voidaan odottaa kehittyvän + Euroopan laajuinen sertifikaatti, The European Biochar Certificate, EBC olemassa. Sertifikaatin on hakenut 11 valmistetta viidestä maasta. Suomalaisia yrityksiä ei ole toistaiseksi mukana – REACH-rekisteröinti vaaditaan biohiiltä tuottavilta laitoksilta, joiden tuotanto on yli tuhat kiloa vuodessa
<b>Environmental – Ympäristöön liittyvät tekijät</b>	+ Paikallisesti tuotettu biohiili on tuontituotteita tai pitkältä kuljetettuja tuotteita ekologisempi vaihtoehto eri käyttötarkoituksissa + Biohiili sitoo hiiltä ja ravinteita maaperään vähentäen ilmasto- ja vesistö päästöjä. Jokainen tuotettu kilogramma biohiiltä poistaa 3.5 kg/CO2 ilmakehästä (lähde: Carbofex)

# BIOHIILEN TUOTANTO ESPOON BIOMASSOISTA

## KOLME MAHDOLLISTA POLKUA

Syötteiksi sopivien biomassojen volyymit Espoossa: viherjäte 6 200 t/a, yksityisten toimijoiden puuperäinen jäte 38 000 t/a, kaupungin toiminnassa syntyvä murske ja kannot 4 600 t/a, metsäsivuvirtojen potentiaali 27 600 m<sup>3</sup>/a, mahdollisesti myös järviruoko.

Ansaintalogiikan arviointia: noin 70 000 t/v raaka-ainetta -> 17 500 t/v biohiiltä, x 300 eur/t -> 5 250 000 eur /v (plus mahdollinen CO<sub>2</sub>-kompensaation tuotto 100 eur/t -> yhteensä 7 000 000 eur/a)

### LAAJENEVA YHTEISTYÖ HSY:N KANSSA ÄMMÄSSUO SIJOITUSPAIKKANA

Lähtökohdat:

- Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksessa on koetoimintalaitos, jossa testataan jätevesilietteen pyrolyysiä. Syötteenä liete, **murskattu viherjäte**, kompostin seulonnan ylit materiaali, **puuhake**. Prosessin lopputuotteena muodostuu puuhiilen tapaista lietehiiltä, jota on tarkoitus hyödyntää esimerkiksi maanparannusaineena, hulevesien suodatuksessa ja kompostoinnin optimoinnissa.
- HSY:n lietepyrolyysi on pilot-vaiheessa, mutta kasvattaminen täyteen mittakaavaan toteutuu myöhemmin. Ämmässuolle voitaisiin toteuttaa erillinen pyrolyysilaitos, jossa risu (tai vihermassa) raaka-aineena.

Etenemiseen liittyviä kysymyksiä:

- HSY: Voidaanko/kannattaako tulevaisuudessa lietehiilen valmistuksen syötteisiin lisätä Espoon biomassoja? Mitä tämä edellyttäisi? Vai onko toinen laitos ei-liete-biomassoille parempi vaihtoehto?
- Espoo: Miten biohiilen käyttöä Espoon kaupungilla voidaan edistää maanparannuksessa ja hulevesien suodatuksessa? Entä kuluttajakäytössä? (vrt. Tukholma)?

### KAUPALLINEN VALMISTAJA, YHTEISTYÖ KAUKOLÄMMÖN TUOTANNON KANSSA

Mahdollisia toimijoita:

- Carbofex (vrt. Tampere), Taaleri (vrt. Joensuu), muu
- Yhteistyö Fortumin kanssa (tai Keran alueella mahdollisen uuden lämmöntuottajan kanssa)

Mallit, jotka toimisivat esimerkkinä:

- Stockholm Vatten och Avfall: pilottilaitos käyttää kaupungin sekä kaupunkilaisten puisto- ja puutarhajätettä biohiilen ja uusiutuvan energian tuottamiseen. Laitosten yhteenlaskettu biohiilen tuotantokapasiteetti on noin 7 000 t/a. Raaka-aineesta biohiiltä syntyy noin 25 % (raaka-ainetta siis n. 28 000 t/a). Biohiiltä käytetään sekoitettuna multaan kaupungin puutarhoissa, puistoissa ja kasvualustoina. Lisäksi asukkaat voivat hakea tuotetta omiin tarpeisiinsa. Hukkalämpö hyödynnetään kaukolämmön tuotannossa.
- Tampereella Carbofex ja Tampereen Sähkölaitos: pilotlaitoksen vuosituotanto on 1 000 tonnia biohiiltä sekä 600 tonnia öljyä. Uuden laitoksen kapasiteetti tulee olemaan kymmenkertainen. Tuotannossa syntyy ylijäämälämpöä kaukolämpöverkkoon. Myös sivutuotteet kaasu ja öljy hyödynnetään lämmöntuotantoon. Carbofex: "Konsepti on monistettavissa suuriin kaupunkiin".

### MOBIILI PYROLYYSILAITTEISTO PIENISKAALASEEN BIOHIILEN TUOTANTOON

Lähtökohdat:

- Liikuteltava laitteisto erityisesti risujen ja puustojen yms. puujätteen hiilestämiseen
- Espoon kaupunki keskeinen toimija (palvelun fasilitoija / ostaja), mahdollisesti yhteistyössä muiden pk-seudun kaupunkien kanssa

Etenemiseen liittyviä kysymyksiä:

- Toimintamallin rakentaminen laitteistovalmistajan (Raussi, Mayt, mahdollisesti muitakin) ja mahdollisen erillisen palvelutuottajan kanssa

Keran potentiaalın hyödyntäminen: Espoon kaupunki kumppaneineen kehittää Kerasta kiertotalouden kansainvälistä esimerkkiä. Tavoitteena on luoda Kerasta yhteiskehittämiseen ja kiertotalouteen pohjautuva kaupunginosa. Keraan luodaan esim. uusia energiaratkaisuja, liikkumisen muotoja ja urbaania ruuantuotantoa

# BIOHIILEN TUOTANNON ERI VAIHTOEHDOT

## RISTIINTARKASTELU JA ARVIOINTI

	<b>Biomassojen laatu ja riittävyys</b>	<b>Teknologia-ratkaisujen saatavuus ja kypsyy</b>	<b>Tarvittavat toimijat, tarvittava ekosysteemi</b>	<b>Taloustarkastelut: investoinnit, ansaintalogiikka</b>	<b>Espoon sisäinen kiertotalous-näkökulma</b>	<b>Potentiaaliin vaikuttavat trendit ja muutosvoimat</b>
<b>Biohiilen tuotanto yhteistyössä HSY:n kanssa Ämmäsuolla</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HSY voi yhdistellä biomassoja lietepyrolyysiin tai mahdolliseen uuteen laitokseen</li> <li>• Mahdollinen uusi biokaasun tuotanto hyödyntää osin samoja syötteitä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keskikoon biohiililaitokset vasta kehityksessä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HSY:n kannanotto tässä ratkaisevaa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HSY toimii pks-skaalalla (+)</li> <li>• Tuotteen kysyntä ja hinta epävarma</li> <li>• CO2-kompensaatoin tuotto arvioitava</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vaatii biohiilen "buustausta" maanparannus- ja suodatuskäyttöön Espoossa</li> <li>• Vieraslajit tuhoutuvat pyrolyysissa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pääsääntöisesti edistäviä / positiivisia</li> </ul>
<b>Uusi toimija biohiilen tuotantoon, yhteistyö kaukolämmön tuotannon kanssa (Fortum tai Kerassa)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Isoin tarve syötteille</li> <li>• Mahdollinen uusi biokaasun tuotanto hyödyntää osin samoja syötteitä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keskikoon biohiililaitokset vasta kehityksessä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esim. Carbofex</li> <li>• Yhteistyössä Fortumin kanssa – Fortumin kannanotto</li> <li>• Keraan itsenäinen lämmöntuottaja?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuotteen kysyntä ja hinta vs. yksityinen "erillinen" investointi</li> <li>• CO2-kompensaatoin tuotto?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vaatii biohiilen "buustausta" Espoossa</li> <li>• Hukkalämmön hyödyntäminen lisähyötynä</li> <li>• Vieraslajit tuhoutuvat pyrolyysissa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pääsääntöisesti edistäviä / positiivisia</li> </ul>
<b>Mobiili pyrolyysilaitteisto Espoon kaupungin ostamana palveluna</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toimii pienemmällä syötemäärillä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pari kotimaista teknologia-toimittajaa, jotka tuottavat myös palvelua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yhteistyö muiden pk-seudun kaupunkien kanssa toisi lisää volyymia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espoo (ja muut pk-seudun kaupungit?) palvelun hankkijana / kilpailuttajana ratkaisevassa roolissa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vaatii biohiilen "buustausta" maanparannus- ja suodatuskäyttöön Espoossa</li> <li>• Matalammat lämpötilat –miten vieraslajit?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pääsääntöisesti edistäviä / positiivisia</li> </ul>

Huom! Kvalitatiivinen ja suhteellinen tarkastelu, jolla tuodaan esille eri vaihtoehtojen eroja

# BIOETANOLIN TUOTANTO JA KÄYTTÖ

# BIOETANOLI

## MARKKINA JA KÄYTTÖ

- Bioetanolin tarve on seurausta EU:n tavoitteista lisätä uusiutuvan energian käyttöä liikenteessä. EU-tasolla uusiutuvan energian osuus liikenteessä tulisi olla 10 % laskettuna polttoaineiden energia-sisällöstä vuonna 2020.
- Suomi on asettanut EU:ta tiukemman tavoitteen: Jakeluvelvoitelaki edellyttää, että biopolttoaineiden osuus moottoribensiiniin, dieselöljyn ja biopolttoaineiden energiasisällön kokonaismäärästä tulee olla vähintään:
  - 20 % vuonna 2020
  - 24 % vuonna 2025
  - 30 % vuonna 2029 ja sen jälkeen
- Bioetanolia käytetään joko suoraan bensiinimoottoreissa (nk. flexfuel eli etanoli-bensiiniauto, näitä vähän) tai moottoribensiiniin sekoitettuna seossuhteilla 10 %:a (95E10 bensiinilaatu) ja 5 %:a (98E5 bensiinilaatu). Lisäksi on olemassa etanolidiesel ED95. E20/25-laadun (25 % etanolia) arvioidaan tulevan E10:n rinnalle 2020-luvulla.
- Lopputuote bioetanoli on siis kaupallinen tuote, jolla on kysyntää ja kasvava markkina. Jakelu hoituu olemassa olevalla liikennepolttoaineen jakeluinfraalla. Esimerkkinä St1:n Kajaanin laitos: bioetanoli jaellaan St1:n jakeluketjun NEOTin kautta ABC:lle, St1:lle ja Shellille liikennepolttoaineen biokomponentiksi.
- Bioetanolin tarpeeksi Suomessa vuoden 2025 seutuvilla on arvioitu yli 400 000 tonnia (tasoa 500-600 miljoonaa litraa). Tällä hetkellä Suomessa käytössä olevasta bioetanolista suurin osa on tuontia. Nykyiset laitokset ja investointihankkeet Suomessa ovat kapasiteetiltaan yhteensä tasoa 150-200 miljoonaa litraa vuodessa.

# BIOETANOLIN TUOTANTO

## TUOTANTOLAITOKSET JA NIIDEN TOIMIJAT SUOMESSA

Suuren mittakaavan laitokset, raaka-aineena metsäbiomassa	Toiminnan kuvausta
St1:n Cellunolix-laitos Kajaanissa: laitoksen tuotantokapasiteetti 10 miljoonaa litraa ja kokonaisinvestointi noin 40 miljoonaa euroa, jolle Työ- ja elinkeinoministeriö myönsi investointitukea 30 prosenttia.	Kapasiteetti 10 miljoonaa litraa, tuoresahanpurun käyttö 80 000 m <sup>3</sup> (80/20 mänty/kuusi). Laitos käyttää etanolin tuotannossa sahanpurua, olkea ja kierrätyskuituja. Prosessin sivutuotteena syntyy ligniiniä, joka hyödynnetään sähkön ja lämmön tuotannossa (voitaisiin käyttää raaka-aineena biomateriaaleissa).
Suunniteltu St1:n Cellunolix-laitos Pietarsaareen: 50 milj. l bioetanolia valmistavan laitoksen investointikustannukset 100–140 milj. €	St1 Pietarsaari: kapasiteetti 50 miljoonaa litraa. Sahanpurun käyttö noin 450 000–500 000 m <sup>3</sup> .
Kanteleen Voiman suunnittelema Nordfuel-tuotantolaitos Haapavedellä (saanut ympäristöluvan ja investointitukea): tuottaa suunnitelmien mukaan 82 miljoonaa litraa, 65 000 tonnia, bioetanolia sekä 250 GWh/a biokaasua. Sivutuotteena tulee ligniiniä 230 000 t/a ja lietettä 64 000 tonnia vuodessa lannoitteeksi. Celluapp-tekniikka tulee ruotsalaiselta Sekab E-Technology'lta. Investointi noin 150-200 miljoonaa €.	Nordfuel Haapavesi: kapasiteetti 82 miljoonaa litraa. Raaka-aineena metsätalouden ja sahateollisuuden sivutuotteita 700 000 k-m <sup>3</sup> vuodessa. Raaka-aineet autokuljetuksina ”reilun 100 km säteeltä”.
Pienen mittakaavan laitokset, raaka-aineena muu kuin metsäbiomassa	Toiminnan kuvausta
St1: kolme Etanolix®-biojalostamo tuotannossa Suomessa (Lahdessa, Vantaalla ja Haminassa) sekä yksi, joka on integroitu jalostamoon Göteborgissa, Ruotsissa. Vuotuinen tuotantokapasiteetti vaihtelee välillä 1 - 9 miljoonaa litraa.	St1:n Etanolix®-konsepti jalostaa tärkkelys- ja sokeripitoiset jätteet ja sivuvirrat 99,8-prosenttiseksi etanoliksi, joka on valmista käytettäväksi korkeaseosetanolipolttoaineissa tai biokomponenttina matalissa sekoitusasteissa. <b>Etanolix®-tehdas voidaan perustaa itsenäiseksi tehtaaksi tai se voidaan integroida tuotantoon, joka tuottaa sopivaa raaka-ainetta – kuten käymiskykyistä jätettä ja prosessi-tähteitä leipomoista, panimoista ja virvoitusjuomatuoannosta sekä vähittäiskaupan jätettä, esimerkiksi ylijäämäleipää ja lajiteltua biojätettä.</b> Tämä biojalostuskonsepti saa aikaan sivutuotteina nestemäistä eläinrehua ja biokaasua.
St1: Bionolix®-teknologia on ollut testauksessa ja käytössä vuodesta 2010 lähtien Karanojan jätteenkäsittelyalueella Hämeenlinnassa. Hämeenlinnan Bionolix®-tehdas on integroitu biokaasutehtaaseen, ja sen vuotuinen tuotantokapasiteetti on miljoona litraa edistynyttä etanolia.	Bionolix®-biojalostuskonsepti mahdollistaa <b>edistyneen etanolin tuottamisen kuntien ja vähittäiskauppojen biojätteestä</b> . Bionolix®-prosessi kierrättää pakattua ja pakkaamatonta kunnallista ja vähittäiskauppojen biojätettä etanoliksi - peruskemikaaliksi, jota voidaan käyttää eri sovelluksissa. Prosessin tislusjätettä voidaan käyttää biokaasun tuottamiseen paikallisiin energiatarpeisiin, kuten sähkөөn ja kaukolämpöön. Biokaasutuotannon sivutuotetta voidaan puolestaan käyttää orgaanisena maanparannusaineena maaperän lannoittamiseen.
Ruotsalainen Lantmännen-konserni on perustanut Kotkaan uuden käsittelylaitoksen elintarvikejätteelle.	Laitos prosessoi leipomoiden jätteestä raaka-ainetta, josta tehdään Ruotsissa Lantmännenin tehtaalla bioetanolia. Agro Recycling -laitoksessa kuivatetaan ja pilkotaan pieneksi leipomoista haettua jätteleipää. Kahden kuukauden välein kuiva leipäsilppu laivataan Ruotsiin Norrköpingin tehtaaseen. Siitä valmistetaan bioetanolia ja eläimille rehua. Bioetanolia käytetään autojen polttoaineena etupäässä Saksassa.

# BIOETANOLIN TUOTANTOON JA KÄYTTÖÖN VAIKUTTAVAT MUUTOSVOIMAT

	Mitkä tekijät vaikuttavat bioetanolin tuotantoon ja käyttöön edistävästi (+), hidastavasti (-)
<b>Political – Poliittisen toimintaympäristön tekijät</b>	+ Poliittiset tavoitteet liittyen biopolttoaineiden lisääntyvään käyttöön liikenteessä (jakeluvelvoite / sekoitusvelvoite) – Sähköautoilun poliittinen suosiminen
<b>Economical – Taloudellisen toimintaympäristön tekijät</b>	+ Sekoitusvelvoitteet pakottavat käytön lisääntymiseen + Jakelu toimii muun polttoainejakelun yhteydessä + Bioetanolin tuonnin korvaaminen kotimaisella valmistuksella – Sähköautojen lisääntyminen, polttomoottoriautojen väheneminen – Vähän toimijoita pienemmän skaalan laitoksissa (vain St1); monet laitoshankkeet keskeytyneet rahoituksen (ansaintamallin) puutteisiin
<b>Social – Yhteiskunnallisen toimintaympäristön tekijät</b>	+ Kestävyyden ja ympäristöystävällisyyden korostuminen yhteiskunnassa yleisesti – (Isojen) laitoshankkeiden vastustus, jos laitos lähellä asuinalueita (Not in my backyard, NIB)
<b>Technological – Teknologioihin liittyvät tekijät</b>	+ Bioetanolin tuotannon tekniikka ”kypsyä” koko ajan ja muuttuu kustannuksiltaan edullisemmaksi – Tuotanto on kuitenkin vasta käynnistymässä, monet tuotantolaitteistot ovat vielä pilottitasolla – Referenssien ja kokemuksen puute Suomessa: vain muutamia toimivia laitoksia, useita viivästyneitä hankkeita
<b>Legal – Lainsäädäntöön liittyvät tekijät</b>	+ Bioetanolin jakeluvelvoite – Laitoksen luvitus- ja muut viranomaisvaatimukset voivat olla hidastava tekijä
<b>Environmental – Ympäristöön liittyvät tekijät</b>	+ Jätteet ja sivuvirrat raaka-aineena (globaali valmistus hyödyntää myös ruokaketjun aineista, kuten maissia, mikä osoittautumassa kestävämmäksi ratkaisuksi) – Polttomoottorien vastustus, sähkö ja vety tulossa liikennepolttoaineiksi



# BIOETANOLIN TUOTANTO ESPOON BIOMASSOISTA

## KAKSI MAHDOLLISTA POLKUA

Syötteiksi sopivien biomassojen volyymit Espoossa: yksityisten toimijoiden biojäte 8 600 t/a (esimerkkejä: käymiskykyinen jäte tai prosessitähteet leipomoista, panimoista ja virvoitusjuomatuotannosta; vähittäiskaupan jäte esim. ylijäämäleipää ja lajiteltu biojäte), kotitalouksien biojäte 44 000 t/a, josta Espoon laskennallinen osuus noin 11 000 t/a (potentiaali jopa 24 000 t, jos kotitalouksissa olisi 100 % lajitteluaste)

### UUSI BIOETANOLIN TUOTANTOLAITOS ESPOOSEEN YHTEISTYÖSSÄ ST1:N KANSSA

Lähtökohdat:

- Syötteiden laadun ja riittävyyden pohjalta määräytyisi, käytetäänkö Etanolix- vai Bionolix-konseptia
- Prosessin muiden tuotteiden hyödyntäminen järjestettävä
- Sijointipaikkana voisi olla esimerkiksi Ämmässuon ekoteollisuuskeskus, jolloin yhteistyökumppanina toimisi myös HSY

Etenemiseen liittyviä kysymyksiä:

- St1:n kiinnostus laitoshankkeeseen on kriittinen tekijä (muita toimijavaihtoehtoja Suomessa vähän)
- Voidaanko syötteisiin lisätä biomassoja muualta kuin Espoosta? Mitä tämä edellyttäisi? Saattaisi onnistua HSY-yhteistyössä
- Miten lopputuotteen (bioetanolin) käyttöä Espoon kaupungilla voidaan edistää kiertotalousnäkökulman varmistamiseksi?

### BIOMASSOJEN ESIKÄSITTELY ESPOOSSA BIOETANOLIN RAAKA-AINEEKSI

Lähtökohdat:

- Biomassojen esikäsittelylaitos Espooseen, kuljetus muualle bioetanolin tuotantoa varten
- Kotkan ratkaisun suora monistus Espooseen yhteistyössä Lantmännenin kanssa
- TAI: samantyyppinen malli sovellettuna yhteistyöhön jonkun toisen bioetanolitehtaan kanssa

Etenemiseen liittyviä kysymyksiä:

- Lantmännenin kiinnostus toiseen esikäsittelylaitokseen Suomessa?
- Mikä muu bioetanolitehdas voisi toimia esikäsitellyn biomassan vastaanottajana?

Keran potentiaalın hyödyntäminen: Espoon kaupunki kumppaneineen kehittää Kerasta kiertotalouden kansainvälistä esimerkkiä. Tavoitteena on luoda Kerasta yhteiskehittämiseen ja kiertotalouteen pohjautuva kaupunginosa. Keraan luodaan esim. uusia energiaratkaisuja, liikkumisen muotoja ja urbaania ruuantuotantoa

# BIOETANOLIN TUOTANNON ERI VAIHTOEHDOT

## RISTIINTARKASTELU JA ARVIOINTI

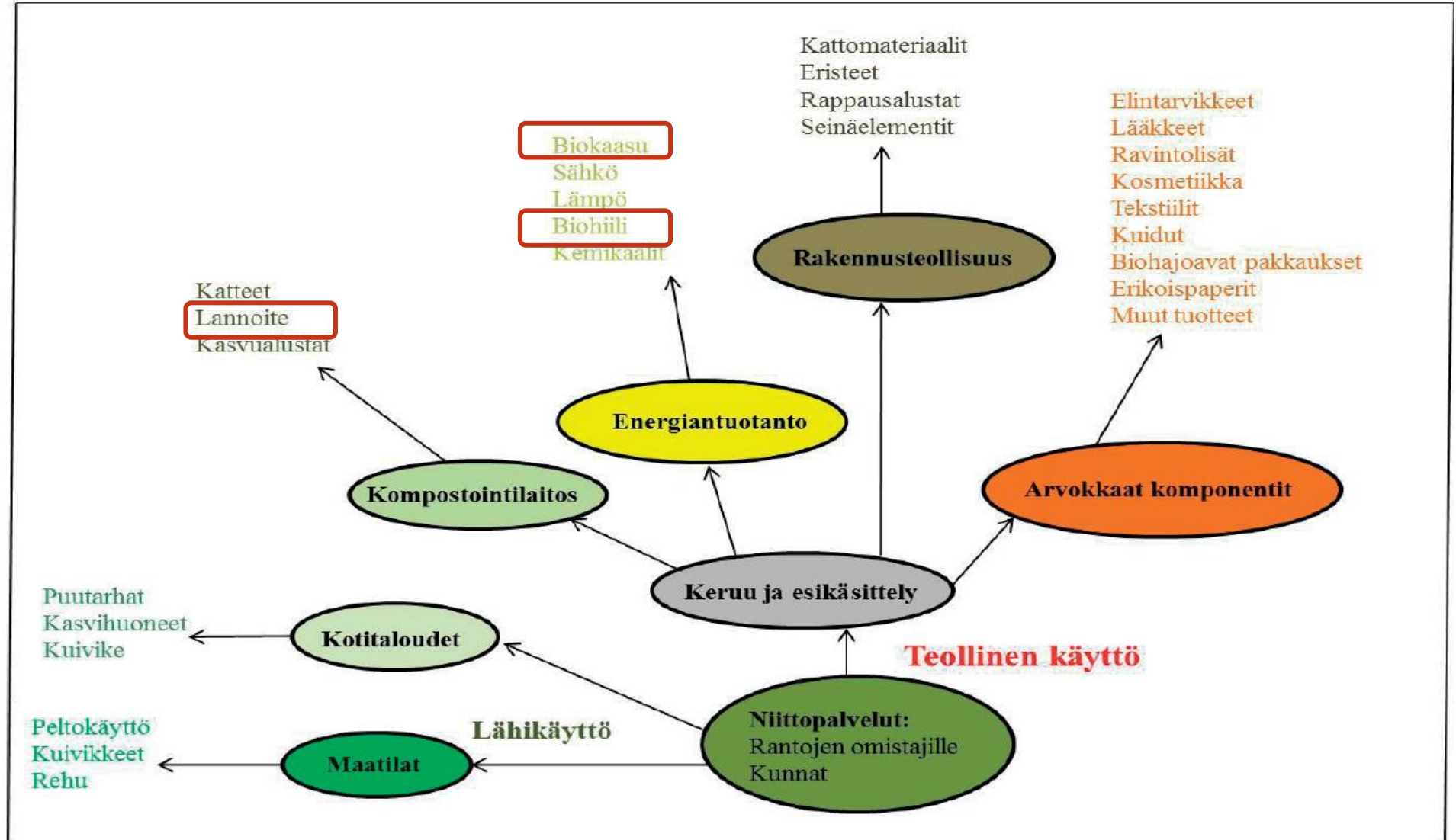
	<b>Biomassojen laatu ja riittävyys</b>	<b>Teknologia-ratkaisujen saatavuus ja kypsyy</b>	<b>Tarvittavat toimijat, tarvittava ekosysteemi</b>	<b>Talous-tarkastelut: investoinnit, toimijoiden ansaintalogiikka</b>	<b>Espoon sisäinen kiertotalous-näkökulma</b>	<b>Potentiaaliin vaikuttavat muutosvoimat</b>
<b>Uusi bio-etanolin tuotantolaitos Espooseen (Ämmässuolle) yhteistyössä St1:n kanssa</b>	<p>Syöte varmistettava, vrt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vantaan laitos – Fazer</li> <li>Hämeenlinnan laitos – Karanojan biojäte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>St1:n teknologiat Etanolix®- ja Bionolix®-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>St1:n kiinnostus ratkaiseva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tähänastiset laitoshankkeet olleet varsin hitaita toteuttamaan, kannattavuus haettava syötteistä ja olemassa-olevasta jakeluorganisaatiosta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Paikallinen hyödyntäminen lopputuotteeksi, ei kuljetuksia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sekoitusvelvoite mahdollisuus lyhyellä aikavälillä – pitkällä aikavälillä uhkana liikenteen sähköistyminen</li> </ul>
<b>Biomassojen esikäsittely Espoossa bioetanolin raaka-aineeksi (Ämmässuo tai esim. Kera)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toimii todennäköisesti myös pienemmillä volyyymeilla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kotkan esikäsittelylaitoksen teknologia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Esikäsitellyn biomassan hyödyntäjä löydettävä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uusi malli, kannattavuus haasteellinen ja/tai vaikea arvioida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kerassa voitaisiin yhdistää leipäjätteiden esikäsittelyyn siellä sijaitsevien panimoiden raaka-aineeksi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sekoitusvelvoite mahdollisuus lyhyellä aikavälillä – pitkällä aikavälillä uhkana liikenteen sähköistyminen</li> </ul>

Huom! Kvalitatiivinen ja suhteellinen tarkastelu, jolla tuodaan esille eri vaihtoehtojen eroja

# JÄRVIRUOKO RAAKA-AINEENA

# JÄRVIRUOKO

## KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET LAAJASTI OTTAEN



# JÄRVIRUOKO

## ERI MAHDOLLISUUDET KESÄ- JA TALVIRUO'OLLE

- **Kesällä korjattua tuoretta ruokoa** voidaan käyttää viherlannoitteena ja kierrätysravinteena, kateaineena, maan orgaanisen aineen lisääjänä, biokaasun raaka-aineena ja pehmeää alkukesän ruokoa karjan rehuna.
- **Talvella kerättyä kuivaa ruokoa** voidaan käyttää kattojen, eristeiden, rappausalustojen ja näkösuojien rakentamisessa, sitä voidaan polttaa energiaksi, käyttää karjan ja hevosten kuivikkeena tai kompostin tukimateriaalina, hyödyntää kasvualustoina, kateaineina, maan orgaanisen aineen lisääjänä sekä hallasuojana.
  - Talviruokoa voidaan hyödyntää myös raaka-aineena erilaisiin käsistöihin kuten mattoihin, kaitaliinoin, koristeisiin ja lampunvarjostimiin.
  - Ruokoa voidaan myös käyttää hajua poistavana sekoiteaineena huuseissa ja kompostoreissa.
  - Selluloosan ja paperin valmistuksen lisäksi järviruo'osta voidaan valmistaa monia samoja tuotteita kuin puubiomassasta tällä hetkellä tuoteistetaan.
- Nouseva/kasvava käyttömahdollisuus: Viherkattorakenteiden kasvualusta

Mahdollisuuksina myös biokaasun ja biohiilen tuotanto sekä lannoite-/maanparannuskäyttö

# JÄRVIRUOKO

## KOKEILUJA JA KÄYTTÖESIMERKKEJÄ

- **Järviruoko energiaksi, vesien tila paremmaksi Pohjois-Karjalassa (JÄREÄ) 1.1.2011-30.12.2014**
- **Luonnonvarakeskuksen järviruokosuodinhanke Kouvolassa.** Luonnonvarakeskus tutkii Kouvolassa, voidaanko lumien sulamisvesistä suodattaa pois mikromuoveja järviruo'on avulla. Purkuojaan on rakennettu järviruo'osta suodatin, jonka läpi virtaavat lumenkaatopaikalla sulavat auraslumet. Samalla ruo'olle saataisiin uusi hyötykäyttökohde. Ruokosuodinhanke on osa laajempaa EU:n Interreg-ohjelman rahoittamaa Fanplesstic-sea -hanketta. Se etsii kustannustehokkaita menetelmiä estämään mikromuovin kulkeutumista vesistöihin.
- **Kouvolassa Kestävästi luonnosta – osuuskunta silppuaa järviruokoa.**
- **Viro, järviruo'osta seinämateriaaleja ja ruokoeristelevyjä.** Virolainen Siim Sooster tekee vuosittain noin 3000-5000 m<sup>2</sup> ruokokattoa. Jos kerätyn ruo'on laatu ei riitä kattomateriaaliksi, Soosterin yritys tekee siitä ruokoeristelevyä (Berger-levyt) tai paalaa ruo'on neliskanttisiksi paaleiksi, joista ekorakentajat tekevät talojen seiniä. Ruokopaneelit sopivat hyvin seinien ja lattioiden eristysmateriaaliksi.. Järviruoko soveltuu myös muihin rakennusmateriaaleihin raaka-aineeksi. Niitä voidaan käyttää eristeenä alapohjissa, seinissä ja katossa mineraalivillan sijaan
- **Suomen ensimmäinen avomerikelpoinen kaislavene valmistuu** – Suomenlahden ylitys kesäkuussa (IS 28.5.2021). Kari "Ruffe" Nurmi aikoo kokeilla, voiko Suomenlahden ylittää kaislaveneellä, jonka rakennusmateriaalina on suomalainen järviruoko. Kaislaveneen runko valmistui kahdessa viikossa Helsingin Messukeskuksessa, ja mukana rakentamisessa on ollut kaislarakentamisen ammattilainen
- **Kiteen Mato ja Multa** valmistaa järvi- ja meriruokojen niittojätteestä sekä ruokohelvestä turpeetonta kuiviketta eläin-, komposti- ja huussikuivikkeeksi sekä kasvualustaa ammattilais- ja kotiviljelijöiden käyttöön. Kuivike- ja multatuotannossa ravinteet saadaan hyötykäyttöön, kun tuotannossa käytettävä järviruoko niitetään rehevöityneiltä rannoilta. Toinen tuotannossa käytettävä ruoko on ruokohelpi, jota maanviljelijät kasvattavat jouto- ja suopelloillaan. Kiteellä valmistetaan järviruo'oista ja ruokohelvestä myös kasvualustaa kaupunki- ja kattoviljelyyn. Kasvualusta soveltuu etenkin tomaatin kasvatukseen, vadelman viljelyyn, yrtti-istutuksiin, kukkapenkkeihin ja maanparannukseen. Kasvualusta on ilmava ja antaa pitkäaikaisen maanparannusvaikutuksen kasvimaalle. Esimerkki: Helsingissä sijaitsevan Ravintola Savoy'n kattoterassin yrttitarhan kasvualusta.
- **Järviruo'on katekoe.** Staran tukikohdassa Vuosaarella järviruo'on soveltuvuus viherrakentamisen katemateriaaliksi arvioitiin vertaamalla järviruokosilppua Staralla kateaineena käytössä olleeseen männyn kuorihakkeeseen ja kattamattomaan kasvualustaan. Viheraluekohde oli Staran Kaupunkitekniikan ylläpidon Käpylän piirissä oleva Tulvaniityn puisto, jossa Vertailupohjana käytettiin männyn kuorikatetta. Järviruo'on pikkusilppu todettiin pääosin yhtä hyväksi männyn kuorikatteen kanssa. Työntekijät kokivat järviruo'on levittämisen helpoksi ja pitivät ruokokatteen ulkonäöstä. Katteen ekologisuus koettiin tärkeäksi

# JÄRVIRUO'ON KÄYTTÖÖN VAIKUTTAVAT MUUTOSVOIMAT

Kehityksen osa-alue	Mitkä tekijät vaikuttavat järviruo'on korjaamiseen ja käyttöön edistävästi (+), hidastavasti (-)
<b>Political – Poliittisen toimintaympäristön tekijät</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Viherbiomassojen kasvavat hyödyntämistavoitteet yleisesti</li> <li>- Järviruo'on käytölle vain vähän / ei ollenkaan poliittislähtöisiä insentiivejä (tavoitteita, tukia, ...)</li> </ul>
<b>Economical – Taloudellisen toimintaympäristön tekijät</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Järviruokokasvustojen ja näin ollen hyödynnettävän ruokobiomassan lisääntyminen, taustalla mm. rantojen käytön muuttuminen ja vesistöjen rehevöityminen</li> <li>+ Viheralueet ja viherkatot kaupunkikehityksessä – katemateriaalien ja kasvualustojen tarpeen lisääntyminen               <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Espoon viherkattovisio – enemmän viherkattoja uudisrakennuksiin</li> </ul> </li> <li>+ Järviruo'on niitto on olemassa olevaa liiketoimintaa, vaikkakin toiminnanharjoittajia on lukumääräisesti vähän</li> <li>+ Paikallinen käsittely Espoossa kannattavinta - ei kannata kuljettaa pitkiä matkoja kustannusten vuoksi (&lt;50 km)</li> <li>- Prosessin korkeahkot kustannukset (niitto, silppuaminen ym.): Niittokustannukset vaihtelevat 85–500 €/ha. Alustavien laskelmien mukaan toiminta kannattaa, kun niitto- ja keruuteho &gt; 1 ha/tunti. Niittojen kustannuksista 30-50% koostuu massojen nostoista ja kuljetuksista.</li> <li>- Läjityksen, paalauksen, varastoinnin tai muun käsittelyn kustannukset</li> <li>- Arvoketjun / ekosysteemin kokoaminen haasteellista: tarvitaan ammattilaisia suunnitteluun ja lupien hankintaan; niittäjiä / leikkaajia ja kuljettajia; laitteistoja ja henkilöitä lajitteluun, paalaamiseen, silppuamiseen; lopputuotteille niiden käyttämiseen erikoistuneita ammattilaisia, esim. rakentajia ja viheralan ammattilaisia</li> </ul>
<b>Social – Yhteiskunnallisen toimintaympäristön tekijät</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Ruovikon poistaminen parantaa rannan virkistyskäyttöä, rannan esteettisyys paranee ja rantatonttien arvo nousee</li> <li>- Rantojen luonnonmukaisuutta kannatetaan myös laajasti</li> </ul>
<b>Technological – Teknologioihin liittyvät tekijät</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Järviruo'on niitto on olemassa olevaa liiketoimintaa</li> <li>+ Suomessa on tutkittu paljon, miten järviruokoa voisi hyödyntää. Käsittely- ja jalostustekniikkaa kehitetty ja pilotoitu monessa hankkeessa</li> <li>- Toimivien käytännön referenssien ja kokemuksen puute</li> </ul>
<b>Legal – Lainsäädäntöön liittyvät tekijät</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vesikasvien koneellisesta niitosta tai poistosta on ilmoitettava ELY-keskukseen ja vesialueen omistajalle. Laajaan vesikasvien niittoon voidaan tarvita aluehallintoviraston lupa. Vesiosakaskunnan lupa tarvitaan</li> <li>- Jotkut lopputuotteet vaativat Maa- ja metsätalousministeriön tyyppinimiyhmittämisen. Järviruokokate:3A3 maan rakennetta parantavat aineet, jonka tyyppinimi on katemateriaalit. Pikkusilppu: Viherympäristöliiton laatuluokkiin koristekate ja erityiskate</li> <li>- Käsittelyn luvitus- ja muut viranomaisvaatimukset</li> </ul>
<b>Environmental – Ympäristöön liittyvät tekijät</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Ravinnekierron vaatimusten kasvaminen; järviruo'on käyttö maanparannuksessa palauttaa ravinteita</li> <li>- Niittäminen ja korjaaminen vähentävät luonnon monimuotoisuutta</li> </ul>

# JÄRVIRUOKO RAAKA-AINEENA

## KOLME MAHDOLLISTA POLKUA

Järviruo'on volyymit Espoossa: 300 - 1 100 t/a (10-40 % vuosittainen niittoaste).

### JÄRVIRUO'ON KÄYTTÖ VIHERRAKENTAMISESSA KATTEENA

#### Lähtökohdat

- Espoo hankkii viheralueille kuorikatteita ostoina. Ruokoa silputtaisiin ja käytettäisiin niiden sijasta katteiksi.
- Kesäruo'on silppuaminen toisi ravinteita mukanaan hyötykäyttöön ja soveltuisi perennoiden sekä muiden matalajuuristen kasvien kasvualustojen katteeksi. Männyn- ja kuusenkuorikate happamoittaa pintamaan ja ei siten sovellu näille
- Staran katekokeen (Ellonen, 2021) tulokset positiivisia

#### Etenemiseen liittyvät kysymykset

- Prosessin kokoaminen: Niitto, varastointi, silppuaminen ja käsittely
- Tuotteistus (paalaus, säkittäminen, myynti )
- Hyödyntämisen varmistaminen Espoossa (kaupungin ostot) ja muualla

### JÄRVIRUO'ON KÄYTTÖ (VIHER- KATTOJEN) KASVUALUSTOIHIN

#### Lähtökohdat

- Tukena Espoon kaupungin viherkattovisio: viherkattojen lisääminen uudisrakennuksissa
- Malli "Kiteen Mato ja Multa", joka tekee järviruo'oista ja ruokohelvestä kasvualustaa kaupunki- ja kattoviljelyyn.

#### Etenemiseen liittyvät kysymykset

- Päätoimijan löytäminen ja ekosysteemin kokoaminen

### JÄRVIRUO'ON KÄYTTÖ DESIGN- TUOTTEISIIN

#### Lähtökohdat

- Hyödynnettäisiin esim. Otaniemen Aalto-yliopiston taiteiden laitoksen opiskelijoita tai muita oppilaitoksia, tai Espoon käsityöläiskeskitymiä (Kera?)
- Tämä käyttö voi olla rinnan muiden käyttömuotojen kanssa
- Design-tuotteita voisi käyttää Espoon kaupungin tilojen koriste-esineinä tai liikelahjoina

#### Etenemiseen liittyvät kysymykset

- Oppilaitoksen tai muun toimijan kiinnostuksen selvittäminen
- Yhteistyö Viron tms. toimijoiden kanssa, jossa tätä tehdään

Keran potentiaalinen hyödyntäminen: Espoon kaupunki kumppaneineen kehittää Kerasta kiertotalouden kansainvälistä esimerkkiä. Tavoitteena on luoda Kerasta yhteiskehittämiseen ja kiertotalouteen pohjautuva kaupunginosa. Keraan luodaan esim. uusia energiaratkaisuja, liikkumisen muotoja ja urbaania ruuantuotantoa



# JÄRVIRUOKO RAAKA-AINEENA, ERI VAIHTOEHDOT

## RISTIINTARKASTELU JA ARVIOINTI

	<b>Biomassojen laatu ja riittävyys</b>	<b>Teknologia-ratkaisujen saatavuus ja kypsyy</b>	<b>Tarvittavat toimijat, tarvittava ekosysteemi</b>	<b>Talous-tarkastelut: investoinnit, toimijoiden ansaintalogiikka</b>	<b>Espoon sisäinen kiertotalous-näkökulma</b>	<b>Potentiaaliin vaikuttavat muutosvoimat</b>
<b>Järviruo'on käyttö viher-rakentamises-sa katteena</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Saatavuus voidaan varmistaa niittoa laajentamalla / tehostamalla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suomessa vain kokeiluja ja pilotointeja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Viherrakentajia ja tarvetta on. Valmistajia puuttuu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Todennäköisesti suurin kysyntä-potentiaali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vaatii käytön "buustausta" Espoossa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pääsääntöisesti edistäviä ja tukevia muutosvoimia</li> </ul>
<b>Järviruo'on käyttö (viherkattojen) kasvu-alustoihin</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Saatavuus voidaan varmistaa niittoa laajentamalla / tehostamalla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suomessa pienimuotoista tuotantoa (Kiteen Mato ja Multa)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tarvetta on. Valmistajia vain Kiteen M&amp;M?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vaatii esimerkiksi integroinnin Espoon viherrakentovision toteutukseen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vaatii käytön "buustausta" Espoossa – viherrakentovision toimeenpanoa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pääsääntöisesti edistäviä ja tukevia muutosvoimia</li> </ul>
<b>Järviruo'on käyttö design-tuotteisiin</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vaatii pienen määrän tietynlaatuista järviruo'koa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suomessa ei todennäköisesti esim. tarvittavan esikäsittelyn osaamista</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aalto-yliopiston tms. toimijan kiinnostus ratkaiseva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kilpailee muun tunnetumman suomalaisen designin kanssa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vähäinen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pääsääntöisesti edistäviä ja tukevia muutosvoimia</li> </ul>

Huom! Kvalitatiivinen ja suhteellinen tarkastelu, jolla tuodaan esille eri vaihtoehtojen eroja

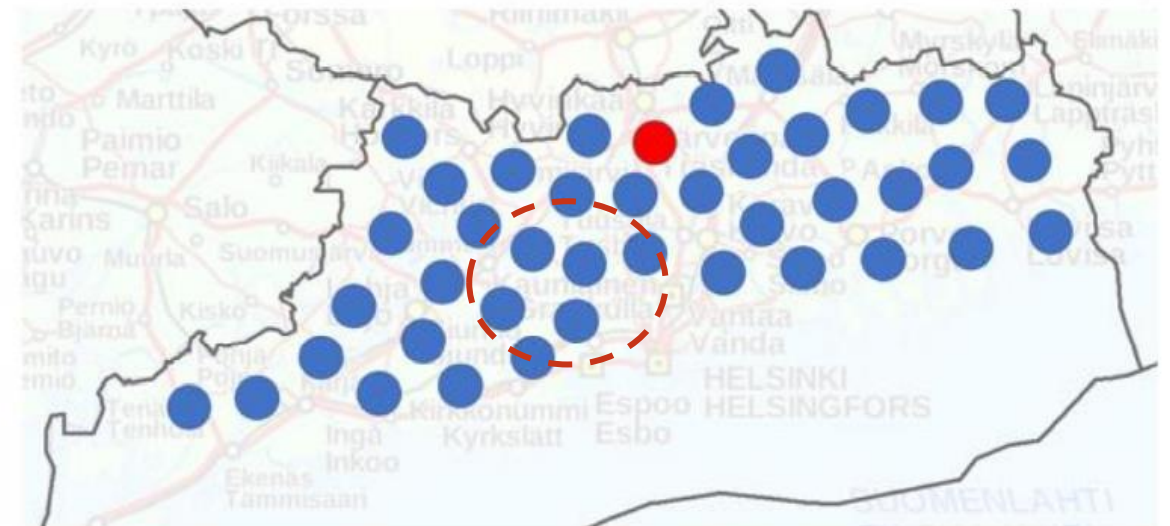
# AGROEKOLOGISSET SYMBIOOSIT

# AGROEKOLOGISTEN SYMBIOOSIEN POTENTIAALI ESPOOSSA

## ESPOOSSA YLI 30 MAATILAA, TILAA MUUTAMALLE MAATILALUOKAN BIOKAASULAITOKSELLE

Tuotantomuoto	Määrä vuonna 2020
<b>Maatalous- ja puutarhayritykset</b>	<b>34 kpl</b>
Käytössä oleva maatalousmaa	1 730 ha
Lammastilat	3 kpl 52 eläintä 1 452 kg lihantuotanto
Siipikarjatilat	2 kpl
Espoossa ei ole sika- tai nautatiloja eikä maidontuotantoa.	

Luke, 2020



Kartta: Palopuron biokaasulaitos (punaisella) ja samankokoisten laitosten määrä Uudellamaalla, jos puolet kesantopeltojen biomassoista kerättäisiin energiantuotantoon.

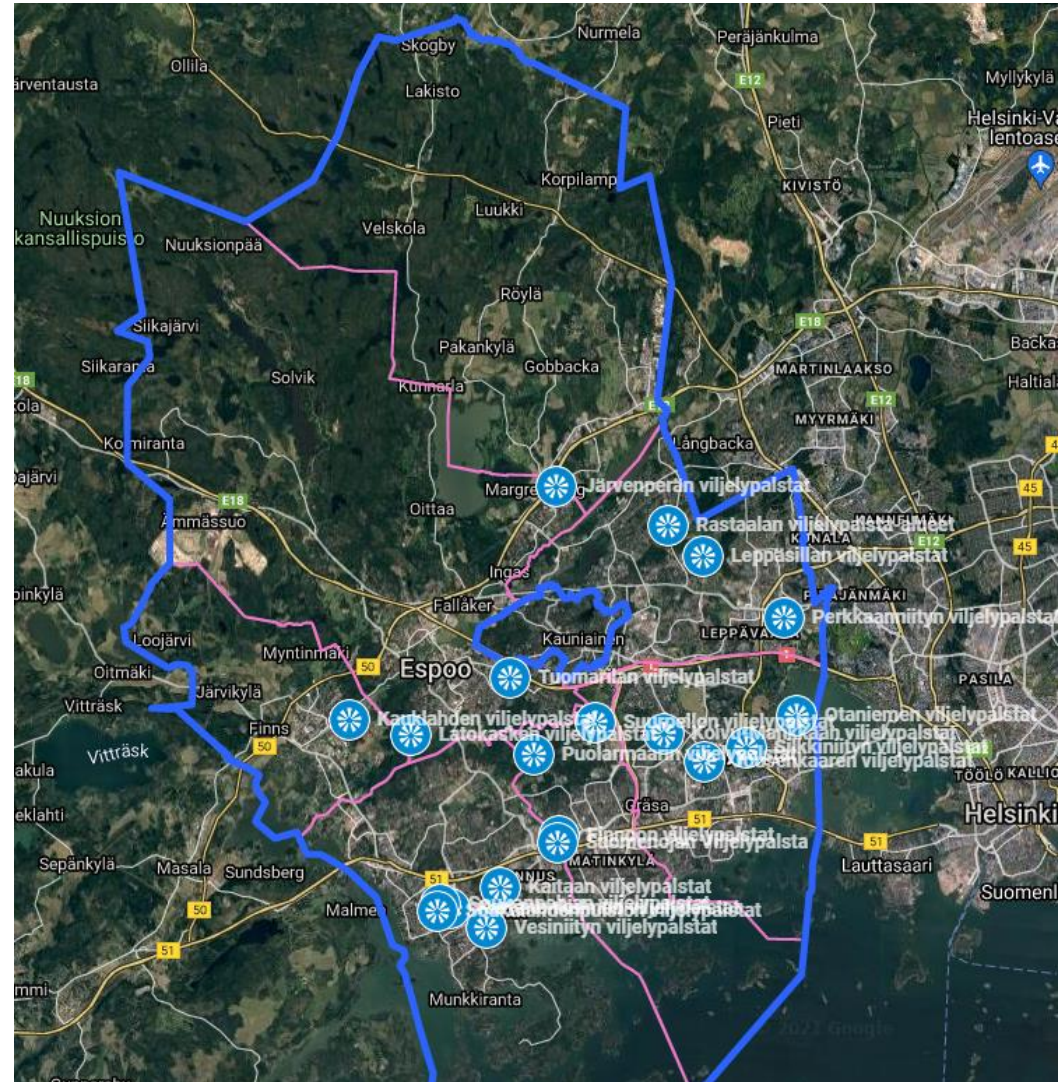
Kuva: Tulevaisuusvaliokunta, 2019

# AGROEKOLOGISTEN SYMBIOOSIEN POTENTIAALI ESPOOSSA

## VILJELYPALSTAT ESPOOSSA

Espoossa on 20 kpl kaupunkilaisille tarkoitettua viljelypalstaa.

Nimi	Alue	Palstojen määrä
<a href="#">Jousenkaari</a> , Jousenkaari 10 b, 02120 Espoo	Tapiola	64
<a href="#">Järvenperä</a> , Kullonmäentie 13, 02940 Espoo	Kilo	24
<a href="#">Kaitaa</a> , Iivarintie 13, 02260 Espoo	Nöykkiö-Kaitaa	40
<a href="#">Kauklahti</a> , Brynstensinkuja 5, 02780 Espoo	Vanha-Espoo	110
<a href="#">Koivu-Mankkaa</a> , Lukupurontie 5, 02180 Espoo	Olari	94
<a href="#">Leppäsilta</a> , Pääskyskuja 9 j, 02620 Espoo	Kilo	125
<a href="#">Rastaala B</a> , Vanha Rastaalantie 1, 02620 Espoo	Kilo	108
<a href="#">Rastaala C</a> , Rastaalantie 11, 02620 Espoo	Kilo	89
<a href="#">Silkkiniitty</a> , Menninkäisentie 4 g, 02100 Espoo	Tapiola	88
<b>Avataan 3.5.2021</b>		
<a href="#">Finnoo A</a> , Rusthollarinkatu 10, 02270 Espoo	Nöykkiö-Kaitaa	38
<a href="#">Finnoo B</a> , Rusthollarinkatu 10, 02270 Espoo	Nöykkiö-Kaitaa	64
<a href="#">Finnoo C</a> , Rusthollarinkatu 10, 02270 Espoo	Nöykkiö-Kaitaa	92
<a href="#">Tuomarila</a> , Luhtatie 30 b, 02760 Espoo	Vanha-Espoo	156
<a href="#">Latokaski</a> , Pellavakaski 38, 02780 Espoo	Saunalahti	115



Kuva: Espoon perinnesseura, 2021

# AGROEKOLOGISIIN SYMBIOOSEHIN VAIKUTTAVAT MUUTOSVOIMAT

	Mitkä tekijät vaikuttavat agroekologisiin symbiooseihin edistävästi (+), hidastavasti (-)
<b>Political – Poliittisen toimintaympäristön tekijät</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Yleinen poliittinen myönteisyys; miten Espoossa?</li> <li>- Ei konkreettisia poliittisia incentiivejä (tavoitteita, tukia) näille</li> </ul>
<b>Economical – Taloudellisen toimintaympäristön tekijät</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Ekologisesti tuotetun lähiruoan kasvava kysyntä</li> <li>- Tilatuotteiden hintataso voi muodostua korkeaksi "suurelle yleisölle", palvelee rajatumpaa asiakaskuntaa</li> <li>- Sekä "päämaatilaa" että kokonaisuuden kannattavaksi saaminen on kriittinen tekijä</li> </ul>
<b>Social – Yhteiskunnallisen toimintaympäristön tekijät</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Ekologisesti tuotetun lähiruoan kasvava arvostaminen, Espoon hyvätuloisen väestö potentiaalina</li> <li>+ Yleinen myönteisyys kiertotaloudelle ja tämäntyyppisille symbiooseille</li> <li>- Toimintaan (esim. sivuvirtojen varastointi, biokaasun tuotanto, mädätys) mahdollisesti liittyvät haju- ym haitat - Not in my backyard-ilmio</li> </ul>
<b>Technological – Teknologiaihin liittyvät tekijät</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Yksittäiset teknologiat pitkälti olemassa</li> <li>- Symbioosin ja synergioiden ratkaisut voivat olla haastavia teknisestä näkökulmasta (liittymäprosessien sujuvuus, raaka-ainevirtojen tasaisuus ym)</li> </ul>
<b>Legal – Lainsäädäntöön liittyvät tekijät</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Luvitustarpeet isommilla volyymeilla</li> <li>- Lopputuotteiden luomu- ja muut elintarvikehyväksynnät</li> </ul>
<b>Environmental – Ympäristöön liittyvät tekijät</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Symbioosin sisällä sivuvirtojen parempi hyödyntäminen, vähemmän jätettä</li> <li>- Saattaa syntyä haju- tms. haittoja</li> </ul>

# AGROEKOLOGISET SYMBIOOSIT ESPOOSSA

## KAKSI MAHDOLLISTA POLKUA

Lyhyt kuvaus potentiaalista Espoossa: Luken Biomassa-atlaksen mukaan peltosivuvirtojen potentiaali Espoossa 3 200 t/a.

### AGROEKOLOGINEN SYMBIOOSI ESPOOLAISEN MAATILAN YHTEYTEEN

#### Lähtökohdat

- Tarvitaan iso ja/tai asiasta kiinnostunut toimija, joita voisivat olla esimerkiksi Nyby Gård, Finch Agroecology (aiemmin: Lillklobb Permaculture), Råbäck Gård tai joku isoista viljanviljelytiloista, joita on ainakin 4 kpl Espoossa
- Lisäksi tarvitaan muuta symbioosiin sopivaa ja siitä synergiaetuja saavaa toimintaa, esim. leipomo, biokaasuntuotanto

#### Etenemiseen liittyvät kysymykset:

- Mahdollisten toimijoiden kartoitus, lähtien ”päätilasta”, joka tärkein kehityksen veturi
- Kysely kiinnostuksesta muille symbioosista hyötyville ja mahdollisille toimijoille: leipomot, biokaasuntuotanto, jne.

### AGROEKOLOGINEN SYMBIOOSI SIIRTOLAPUUTARHAN JA/TAI VILJELYPALSTOJEN YHTEYTEEN

#### Lähtökohdat

- Tarvitaan täysin uudentyyppinen lähestymistapa juuri viljelypalstatoiminnan yhteyteen - ideoitava
- Mahdollisuuksia esim.
  - Suunniteltu Leppävaara Garden Village
  - Keran alueen hyödyntäminen
  - Pienimuotoinen biohiilen tuotanto viljelypalstojen viherjätteestä (esimerkiksi aiemmin kuvattu mobiililaitteisto)
  - Jakamistalouden mahdollisuudet voisiva toimia osana ratkaisua (työkalut, pientyökoneet, palvelut)

#### Etenemiseen liittyvät kysymykset:

- Mahdollisuuksien ideointi
- Kiinnostuksen kartoitus
- Espoon kaupungilla voisi olla vahva rooli edistämässä ja olla edelläkävijä

# AGROEKOLOGINEN SYMBIOOSI, ERI VAIHTOEHDOT

## RISTIINTARKASTELU JA ARVIOINTI

	<b>Biomassojen laatu ja riittävyys</b>	<b>Teknologia- ratkaisujen saatavuus ja kypsyys</b>	<b>Tarvittavat toimijat, tarvittava ekosysteemi</b>	<b>Talous- tarkastelut: investoinnit, toimijoiden ansainta- logiikka</b>	<b>Espoon sisäinen kiertotalous- näkökulma</b>	<b>Potentiaaliin vaikuttavat muutosvoimat</b>
<b>Agro- ekologinen symbioosi espoolaisen maatilän yhteyteen</b>	Espoossa on isoja viljanviljely- ja puutarhatiloja	Perusteknologiat olemassa, symbioosin rakentaminen voi olla haasteellista	Vaatii "päämaatilän" / veturitoimija ja muutamia muita toimijoita – löytyykö?	Vaikeasti arvioitavissa, riippuu toiminnasta (Palopurolla kehitys vienyt pitkän ajan)	Riippuu maatilalla toteutettavasta ratkaisusta.	Pääsääntöisesti edistäviä muutosvoimia.
<b>Agro- ekologinen symbioosi siirtola- puutarhan ja/tai viljelypalstojen yhteyteen</b>	Vaikeasti arvioitavissa, vaatii sopivia tarkoitukseen räätälöityjä pienen skaalan ratkaisuja	Ideoitava täysin uusi konsepti	Paljon viljelypalstoja, joilla tästä oletusarvoisesti kiinnostuneita yksityishenkilöitä	Vaikeasti arvioitavissa	Monistettavissa Espoon sisällä	Pääsääntöisesti edistäviä muutosvoimia.

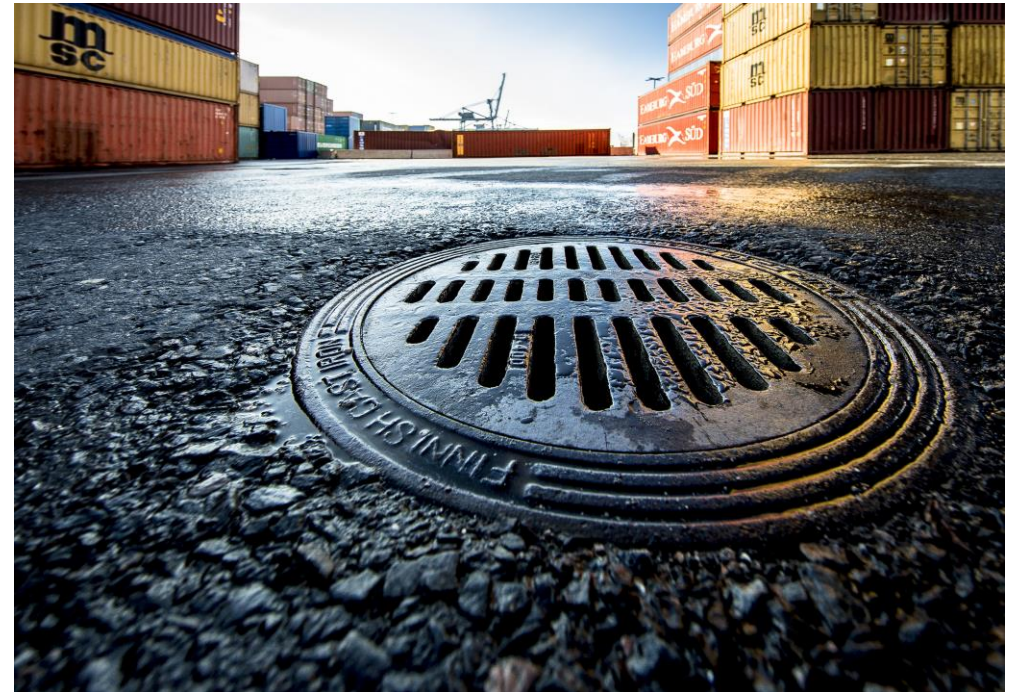
Huom! Kvalitatiivinen ja suhteellinen tarkastelu, jolla tuodaan esille eri vaihtoehtojen eroja

# KÄYTETYN HIEKOITUSSEPELIN HYÖDYNTÄMINEN



# KÄYTETYN HIEKOITUSSEPELIN HYÖDYNTÄMINEN NYKYTILA ESPOOSSA

- Hiekkoitusta käytettiin Espoossa yhteensä 35 000 tonnia (talvikausi 2018-2019).
- Hiekkoitussepeleä sijoitetaan Espoossa tällä hetkellä mm. täyttöihin, maanvastaanottoon, hevostalleille ja crossiradoille.
- Uusiokäyttöön menee arviolta noin 10–15 prosenttia vuosittaisesta hiekkoitussepeleistä, loput ”katoaa” maastoon tai lumenpudotusalueille.
- Espoossa on paljon asuinalueita, joissa puustoa. Pudonneet lehdet tuovat hiekkoitussepeleihin humusta, joka on hyödyllinen ominaisuus esimerkiksi mullantuotannossa.
- Hiekkoitussepelekin sekaan voi joutua vieraslajien siemeniä, jotka voi aiheuttaa haasteita loppukäytössä.



Parkkonen, 2015.

# KÄYTETYN HIEKOITUSSEPELIN HYÖDYNTÄMINEN

## PILOTOINTEJA JA KOKEILUJA

### Sepelin puhdistuksen pilotointi Espoossa

- Uusiokäytettävää hiekoitussepeä on pilottimielessä puhdistettu aiemmin puhallustekniikalla eli flotaatiomenetelmällä Espoossa.
- Materiaali pitää yleensä ensin kuivata niin, että seulonnalla saadaan hienoaines eroteltua puhallustekniikalla.
- Menetelmässä sepeä pudotetaan puhdistusseulaan, jossa siitä erotetaan pois isommat roskat. Tämän jälkeen sepeä ajetaan puhdistuslaitteiston läpi.
- Puhdistuskokeilussa kaupungin käsittelemät hiekoitussepeä määrät olivat kaupungin omasta tuotannosta noin 3000-4000 tonnia ja urakoitsijan toimesta noin 1000-1500 tonnia.
- **Esikäsitteilyn (kuivaamisen) puutteet heikensivät kokeilun tuloksia.**

### Ankkapuiston uusiomassahanke, Vantaa, 2019

- Kasvualustaan sekoitettiin esimerkiksi valmista kompostia, edellisen talven seulottua hiekoitussepeä, hiekkaa, kivituhkaa, moreenia, metsänpohjaa sekä kohteesta kuorittua nurmen pintakerrosta.
- Kasvualustojen valmistukseen imukeräysmenetelmällä kerätty hiekoitussepeä soveltuu hyvin, sillä kaduilla sen särmäisyys on jauhaantunut.
- Seulomalla roskaisuus ei ole ongelma ja haitta-ainepitoisuudet voidaan testata koe-eristä. Jo pelkästään hyvällä seulalla pystytään saamaan puhdasta hiekoitussepeä.
- Haasteena ollut hiekoitussepeä pienen määrän.
- Käytöstä oli hyviä kokemuksia uusiomaarakentamisessa. Materiaalissa ei ollut merkittäviä määriä haitta-ainepitoisuuksia
- Puustosta kaduille kertynyttä jo osittain maatonut karikke on hyvä ominaisuus kasvualustakäyttöä ajatellen (orgaaninen aines), muut kadun roskat aiheuttavat haasteita seulonnalle.

# HIEKOITUSSEPELIN HYÖDYNTÄMISEEN VAIKUTTAVAT MUUTOSVOIMAT

Kehityksen osa-alue	Mitkä tekijät vaikuttavat hiekoitusseppelin hyödyntämiseen edistävästi (+), hidastavasti (-)
<b>Political – Poliittisen toimintaympäristön tekijät</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Kiertotalousnäkökulmalla vahva poliittinen tuki</li> <li>– Ei konkreettisia poliittisia insentiivejä tähän tarkoitukseen (tavoitteita, tukia)</li> </ul>
<b>Economical – Taloudellisen toimintaympäristön tekijät</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Vähentää ostomateriaalien tarvetta -&gt; hiekoitusseppelin uusiokäytöllä saadaan aikaan säästöjä hankinnoissa</li> <li>– Tuotannon näkökulmasta kerättävien sepelien määrän tulisi olla riittävän suuri, esim. koko pk-seutu.</li> <li>– Kokonaiskannattavuuteen liittyvät kysymykset (käsittelykustannukset)               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Vertailuhinta: Kuluttajille kuorma kuorikatetta 10 m3 maksaa noin 600 e; säkissä 50 l maksaa noin 5 e</li> </ul> </li> </ul>
<b>Social – Yhteiskunnallisen toimintaympäristön tekijät</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Kiertotalousnäkökulmalla vahva yhteiskunnallinen tuki</li> <li>– Käsittelypaikka valittava niin että ei synny häiriöitä asukkaille</li> </ul>
<b>Technological – Teknologioihin liittyvät tekijät</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Seulonta vakiintunut tekniikka</li> <li>– Flotaatio kallis ja hidas, ja vaatii esikäsittelyn (kuivaamisen) onnistuakseen</li> <li>– Kadun roskat aiheuttavat haasteita seulonnalle.</li> </ul>
<b>Legal – Lainsäädäntöön liittyvät tekijät</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Käyttö maanrakennuksessa: MARA-asetus → MASA-asetus, joka todennäköisesti helpottaa käyttöä</li> <li>- Lainsäädännön vaatimukset: Ei saa olla raskasmetalleja ja muita haitta-aineita; vieraslajien leviämistä estettävä</li> </ul>
<b>Environmental – Ympäristöön liittyvät tekijät</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Hiekoitusseppelin uusiokäyttäminen säästää luonnonvaroja ja pienentää hiilidioksidipäästöjä.</li> <li>+ Päästöjen kannalta pelkkä seulominen ilman puhdistusta olisi järkevää.</li> </ul>

# KÄYTETYN HIEKOITUSSEPELIN HYÖDYNTÄMINEN

## KAKSI MAHDOLLISTA POLKUA

Hiekoitusta käytettiin Espoossa yhteensä 35 000 tonnia (talvi 2018-2019). Uusiokäyttöön menee arviolta noin 10–15 prosenttia vuosittaisesta hiekoitussepelistä. Olisi eduksi, jos skaalana olisi koko pääkaupunkiseutu.

### HIEKOITUSSEPELIN KÄYTTÖ SELLAISENAAN PINTARAKENTEISSA TAI KATTEENA

- Käyttö kuorikatteen sijasta esim. perennaryhmissä (matalajuuriset peitekasvit), joille kuorikate on liian hapanta
- Ulkoliikuntareittien pintamateriaaliksi
- Arvioitava, soveltuisiko myös hulevesirakenteisiin
- Voisi löytyä synergioita järviruo'on hyötykäytön (katteet) kanssa - syntyy kaksi uudentyyppistä katevaihtoehtoa, joilla korvataan hankintoja

### SEULOTUN SEPELIN KÄYTTÖ KASVUALUSTAN TAI MULLAN VALMISTUKSEEN

- Voidaan yhdistää luvussa 5 kuvattuun mullan tuotantoon
- Savinen materiaali tarvitseekin kiviainesta sekaan, Espoossa paljon savea
- Haasteena roskaisuus

Keran potentiaalinen hyödyntäminen: Espoon kaupunki kumppaneineen kehittää Kerasta kiertotalouden kansainvälistä esimerkkiä. Tavoitteena on luoda Kerasta yhteiskehittämiseen ja kiertotalouteen pohjautuva kaupunginosa. Keraan luodaan esim. uusia energiaratkaisuja, liikkumisen muotoja ja urbaania ruuantuotantoa.

# KÄYTETYN HIEKOITUSSEPELIN HYÖDYNTÄMINEN

## RISTIINTARKASTELU JA ARVIOINTI

	<b>Biomassojen laatu ja riittävyys</b>	<b>Teknologia-ratkaisujen saatavuus ja kypsyy</b>	<b>Tarvittavat toimijat, tarvittava ekosysteemi</b>	<b>Talous-tarkastelut: investoinnit, toimijoiden ansaintalogiikka</b>	<b>Espoon sisäinen kiertotalous-näkökulma</b>	<b>Potentiaaliin vaikuttavat muutosvoimat</b>
<b>Hiekoitus-sepelin käyttö sellaisenaan pintaraken-teissa tai katteena</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Koko pk-seutu → riittävästi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Käyttötavasta ollut vain kokeiluja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tarvitaan toimija(t) ja toimintamalli</li> <li>Mahdollinen synergia järviruo'on katekäytön kanssa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Todennäköisesti vähemmän kannattavuushaasteita</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vahvasti myönteinen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vahvasti myönteisiä</li> </ul>
<b>Seulotun sepelin käyttö kasvualustan tai mullan valmistukseen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Koko pk-seutu → riittävästi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Seulonta vakiintunut tekniikka, käyttötavasta vain kokeiluja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tarvitaan toimija(t) ja toimintamalli</li> <li>Voidaan mahdollisesti yhdistää mullan tuotantoon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Todennäköisesti enemmän kannattavuushaasteita?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vahvasti myönteinen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vahvasti myönteisiä</li> </ul>

Huom! Kvalitatiivinen ja suhteellinen tarkastelu, jolla tuodaan esille eri vaihtoehtojen eroja

# **PRIORISOIDUT UUDET KÄSITTELY- JA KÄYTTÖTARKOITUKSET**

# BIOMASSOJEN UUDET KÄSITTELY- JA KÄYTTÖTARKOITUKSET VALINNAT TARKENNETTAVAKSI

**Biohiilen tuotanto yhteistyössä HSY:n kanssa Ämmäsuolla**

**Uusi toimija biohiilen tuotantoon, yhteistyö kaukolämmön tuotannon kanssa (Fortum tai Kerassa)**

**Mobiili pyrolyysilaitteisto Espoon kaupungin ostamana palveluna**

**Uusi bioetanolin tuotantolaitos Espooseen yhteistyössä St1:n kanssa**

**Biomassojen esikäsittely Espoossa bioetanolin raaka-aineeksi (Kerassa?)**

**Järviruo'on käyttö viher-rakentamisessa katteena**

**Järviruo'on käyttö (viherkattojen) kasvualustoihin**

**Järviruo'on käyttö design-tuotteisiin**

**Agroekologinen symbioosi espoolaisen maatalan yhteyteen**

**Agroekologinen symbioosi siirtola-puutarhan ja/tai viljelypalstojen yhteyteen**

**Hiekoitus-sepelin käyttö sellaisenaan pintaraken-teissa tai katteena**

**Seulotun sepelin käyttö kasvualustan tai mullan valmistukseen**

Tehdyn arvioinnin ja ohjausryhmässä käydyn keskustelun pohjalta priorisoitiin tarkennettavaksi seuraavat ratkaisut Espoon biomassojen uudentyyppiseen hyödyntämiseen

- Biohiilen tuotanto, ensisijaisesti yhteistyö HSY:n kanssa, mahdollisesti pyrolyysikontti
- Järviruo'on käyttö katteena ja kasvualustana
- Hiekoitussepelin hyötykäytön vaihtoehdot

Seuraavilla sivuilla on tarkennettu näitä vaihtoehtoja

# KEHITYSKOHDE 1: BIOHIILEN TUOTANTO, YHTEISTYÖ HSY:N KANSSA

<b>Miksi</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Syötteiksi sopivien biomassojen volyymit Espoossa: viherjäte 6 200 t/a, yksityisten toimijoiden puuperäinen jäte 38 000 t/a, kaupungin toiminnassa syntyvä murske ja kannot 4 600 t/a, metsäsivuvirtojen potentiaali 27 600 m<sup>3</sup>/a, mahdollisesti myös järviruoko.</li><li>• Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksessa on koetoimintalaitos jätevesilietteen pyrolyysille. Syötteenä liete, <u>murskattu viherjäte</u>, kompostin seulonnan ylit materiaali, <u>puuhake</u>. Kasvattaminen täyteen mittakaavaan toteutunee myöhemmin.</li><li>• HSY:llä mahdollisuus toimia pk-seudun volyyymeilla ja -skaalalla sekä syötteiden että lopputuotteiden osalta</li><li>• Keskeiset edistävät muutokset<ul style="list-style-type: none"><li>• Biohiilen käyttö kaupunkiympäristöjen viherrakennuksessa, hulevesien käsittelyssä ja golf-kenttien maanrakennuksessa lisääntymässä. Biohiilen kysyntä näyttäisi olevan selvityksen tekohetkellä suurempaa kuin tarjonta</li><li>• Biohiilikokeiluja kasvualustoina ja suodatuksessa tehty myös Espoossa</li><li>• Hiilen sidonnan myötä saatava kompensatiokyky ja sen mahdollinen tuotto parantamassa kannattavuutta, koska markkinoilla biohiilen hintakilpailukyvyssä (tuotantokustannuksissa) on haasteita</li></ul></li></ul>
<b>Mitä</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Raaka-aine: Viherjäte, puujäte (oksat, risut, kannot, juurakot)</li><li>• Prosessi: Biohiilen tuotanto pyrolyysillä. Lisätään Espoon biomassoja lietepyrolyysiin ja/tai toteutetaan uusi tuotantolaitos ei-lietepohjaisille syötteille. Esim. Ämmässuolle voitaisiin toteuttaa erillinen pyrolyysilaitos, jossa risu- ja/tai vihermassa raaka-aineena</li><li>• Uusio-/kierrätystuote: Biohiili käytettäväksi maanparannukseen, kasvualustoina ja/tai suodatinmateriaalina veden puhdistuksessa (tuotettavan biohiilen laadun pohjalta; ilmanpuhdistus vaatisi erityislaatua)</li></ul>
<b>Kuka</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• HSY keskeisenä toimijana</li><li>• Espoon kaupunki vaikuttajana ja kehityksen fasilitoijana</li><li>• Espoon kaupunki biohiilen käyttökohteiden hakijana ja osoittajana</li><li>• Keran alueen (sen kiertotalousprofiilin) hyödyntäminen</li></ul>
<b>Millä edellytyksillä</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• HSY:n kannotto tarvitaan: Voidaanko/kannattaako tulevaisuudessa lietehiilen valmistuksen syötteisiin lisätä Espoon biomassoja? Mitä tämä edellyttäisi? Vai onko toinen laitos ei-liete-biomassoille parempi vaihtoehto?</li><li>• Espoossa valmisteltavat asiat: Miten biohiilen käyttöä Espoon kaupungilla voidaan edistää maanparannuksessa ja hulevesien suodatuksessa? Entä kuluttajakäytössä? (vrt. Tukholma)</li></ul>
<b>Muuta</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Prosessi (pyrolyysi 500-800 astetta, torrefiointi 200-300 astetta) tuhoaa vieraslajien siemenet ja kasvustot</li><li>• Vahvaa Espoon sisäistä kiertotalouskehitystä</li></ul>



# KEHITYSKOHDE 2: BIOHIILEN TUOTANTO, LIIKUTELTAVA LAITTEISTO PALVELUHANKINTANA

<b>Miksi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Syötteiksi sopivien biomassojen volyymit Esossa: yksityisten toimijoiden puuperäinen jäte 38 000 t/a, kaupungin toiminnassa syntyvä murske ja kannot 4 600 t/a, lisäksi metsäsvivirtoja.</li> <li>Syötteitä syntyy pistemäisesti Espoossa ja muualla pääkaupunkiseudulla. Koko pääkaupunkiseutu tarjoaisi taloudellisen pohjan tällaiselle palvelutuottajalle</li> <li>Keskeiset edistävät muutokset:             <ul style="list-style-type: none"> <li>Biohiilen käyttö lisääntymässä kaupunkiympäristöjen viherrakennuksessa, hulevesien käsittelyssä ja golf-kenttien maanrakennuksessa; biohiilen kysyntä näyttäisi olevan selvityksen tekohetkellä suurempaa kuin tarjonta</li> <li>Biohiilikokeiluja kasvualustoina ja suodatuksessa tehty myös Espoossa</li> <li>Hiilen sidonnan myötä saatava kompensatiokyky ja sen mahdollinen tuotto parantamassa kannattavuutta, koska markkinoilla biohiilen hintakilpailukyvyssä (tuotantokustannuksissa) on haasteita</li> </ul> </li> </ul>
<b>Mitä</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Raaka-aine: Puujäte (oksat, risut, kannot, juurakot)</li> <li>Prosessi: Liikuteltava pyrolyysilaitteisto (pyrolyysikontti, prosessina torrefiointi eli paahtaminen eli hiilestäminen) pieniskaalaiseen biohiilen tuotantoon, joka hankitaan palveluna pääkaupunkiseudun kaupunkien yhteishankintana.</li> <li>Espoon kaupunki keskeinen toimija (palvelun fasilitoija / ostaja), mahdollisesti yhteistyössä muiden pk-seudun kaupunkien kanssa</li> <li>Uusio-/kierrätystuote: Biohiili käytettäväksi maanparannukseen, kasvualustoina ja/tai suodatinmateriaalina veden puhdistuksessa</li> </ul>
<b>Kuka</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Espoon kaupunki ja muut pk-seudun kaupungit vaikuttajana ja kehityksen fasilitoijana</li> <li>Laitteistovalmistaja / palveluntuottaja (Raussi, Mayt, mahdollisesti muitakin)</li> <li>Espoon kaupunki ja muut pk-seudun kaupungit biohiilen käyttökohteiden hakijana ja osoittajana</li> <li>Keran alueen (sen kiertotalousprofiilin) hyödyntäminen</li> </ul>
<b>Millä edellytyksillä</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tarvitaan yhteistyötä pk-seudun kaupunkien kesken</li> <li>Tarvitaan toimintamallin rakentaminen laitteistovalmistajan (Raussi, Mayt, mahdollisesti muitakin) ja mahdollisen erillisen palvelutuottajan kanssa</li> <li>Hankintaprosessi (ei-perinteinen, mahdollisesti ns. innovatiivinen hankinta)</li> </ul>
<b>Muuta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prosessi (pyrolyysi 500-800 astetta, torrefiointi 200-300 astetta) tuhoaa vieraslajien siemenet ja kasvustot</li> <li>PKS-kaupunkien yhteishankintana vahvistaisi yhteistyötä ja rajat ylittävää kiertotaloutta</li> </ul>

# KEHITYSKOHDE 3: JÄRVIRUO'ON KÄYTTÖ VIHERRAKENTAMISESSA KATTEENA

<b>Miksi</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Järviruo'on volyymit Espoossa: 300 – 1 100 t/a (10-40 % vuosittainen niittoaste – volyymia voidaan todennäköisesti kasvattaa).</li><li>• Espoo hankkii viheralueille kuorikatteita ostoina. Ruokoa silputtaisiin ja käytettäisiin niiden sijasta katteiksi. Kesäruo'on silppuaminen toisi ravinteita mukanaan hyötykäyttöön ja soveltuisi perennoiden sekä muiden matalajuuristen kasvien kasvualustojen katteeksi. Männyn- ja kuusenkuorikate happamoittaa pintamaan ja ei siten sovellu näille.</li><li>• Keskeiset edistävät muutokset:<ul style="list-style-type: none"><li>• Järviruokokasvustojen ja hyödynnettävän ruokobiomassan lisääntyminen, taustalla mm. rantojen käytön muuttuminen ja vesistöjen rehevöityminen</li><li>• Ruovikon poistaminen parantaa rannan virkistyskäyttöä, rannan esteettisyys paranee ja rantatonttien arvo nousee</li><li>• Viheralueet kaupunkikehityksessä lisääntyvät – katemateriaalien kysyntä kasvaa</li><li>• Suomessa on tutkittu paljon, miten järviruokoa voisi hyödyntää ja on kehitetty käsittely- ja jalostustekniikkaa. Staran katekokeen (HAMK uusi opinnäytetyö 2021) tulokset positiivisia</li><li>• Paikallinen käsittely Espoossa olisi ekologisinta ja kannattavinta;</li></ul></li></ul>
<b>Mitä</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Raaka-aine: Järviruoko rantakasvustojen siivoamisesta ja rantojen muokkaamisesta paremmin virkistyskäyttöön sopiviksi</li><li>• Prosessi: Niitto (palveluna), silppuaminen, paalaus/säkitys, varastointi, jakelu</li><li>• Uusio-/kierrätystuote: Kuorikatteita korvaava katemateriaali viherrakentamiseen</li></ul>
<b>Kuka</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Järviruo'on niitto on olemassa olevaa liiketoimintaa, vaikkakin toiminnanharjoittajia on lukumääräisesti vähän</li><li>• Muu arvoketju rakennettava</li><li>• Espoon kaupunki fasilitoijana ja ruokokatteen käyttökohteiden ideoijana /ehdottajana; mahdollinen yhteistyö pk-seudun kaupunkien kanssa</li><li>• Keran alueen (sen kiertotalousprofiilin) hyödyntäminen</li></ul>
<b>Millä edellytyksillä</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Arvoketjun / ekosysteemin kokoaminen: tarvitaan ammattilaisia suunnitteluun ja lupien hankintaan; niittäjiä / leikkaajia ja kuljettajia; laitteistoja ja henkilöitä lajitteluun, paalaamiseen, silppuamiseen; lopputuotteille niiden käyttämiseen erikoistuneita ammattilaisia, esim. rakentajia ja viheralan ammattilaisia</li><li>• Hyödyntämisen varmistaminen Espoossa (kaupungin ostot) ja muualla</li></ul>
<b>Muuta</b>	

# KEHITYSKOHDE 4: JÄRVIRUO'ON KÄYTTÖ (VIHERKATTOJEN) KASVUALUSTOIHIN

<b>Miksi</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Järviruo'on volyymit Espoossa: 300 – 1 100 t/a (10-40 % vuosittainen niittoaste – volyymia voidaan todennäköisesti kasvattaa).</li><li>• Mallina toimii Kiteen Mato ja Multa: valmistaa järviruo'oista ja ruokohelvestä kasvualustaa kaupunki- ja kattoviljelyyn. Kasvualusta soveltuu etenkin tomaatin kasvatukseen, vadelman viljelyyn, yrtti-istutuksiin, kukkapenkkeihin ja maanparannukseen. Kasvualusta on ilmava ja antaa pitkäaikaisen maanparannusvaikutuksen kasvimaalle. Esimerkki: Helsingissä sijaitsevan Ravintola Savoy'n kattoterassin yrttitarhan kasvualusta.</li><li>• Keskeiset edistävät muutosvoimat:<ul style="list-style-type: none"><li>• Järviruokokasvustojen ja hyödynnettävän ruokobiomassan lisääntyminen, taustalla mm. rantojen käytön muuttuminen ja vesistöjen rehevöityminen</li><li>• Ruovikon poistaminen parantaa rannan virkistyskäyttöä, rannan esteettisyys paranee ja rantatonttien arvo nousee</li><li>• Viheralueet ja viherkatot kaupunkikehityksessä – kasvualustojen tarpeen lisääntyminen</li><li>• <u>Espoon viherkattovisio</u> – enemmän viherkattoja uudisrakennuksiin</li></ul></li></ul>
<b>Mitä</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Raaka-aine: Järviruo'oko rantakasvustojen siivoamisesta ja rantojen muokkaamisesta paremmin virkistyskäyttöön sopiviksi</li><li>• Prosessi: Niitto (palveluna), silppuaminen, paalaus/säkitys, varastointi, jakelu</li><li>• Uusio-/kierrätystuote: Muita kasvualustoja korvaava materiaali viherrakentamiseen; kevyt ja hyvin sopiva viherkattojen kasvualusta</li></ul>
<b>Kuka</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Järviruo'on niitto on olemassa olevaa liiketoimintaa, vaikkakin toiminnanharjoittajia on lukumääräisesti vähän</li><li>• Muu arvoketju rakennettava, mahdollisesti yhteistyössä Kiteen Mato ja Multa</li><li>• Espoon kaupunki fasilitoijana ja käyttökohteiden ideoijana /ehdottajana; mahdollinen yhteistyö pk-seudun kaupunkien kanssa, tärkeässä roolissa Espoon viherkattovision toimeenpanijat</li><li>• Keran alueen (sen kiertotalousprofiilin) hyödyntäminen</li></ul>
<b>Millä edellytyksillä</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Arvoketjun / ekosysteemin kokoaminen: tarvitaan ammattilaisia suunnitteluun ja lupien hankintaan; niittäjiä / leikkaajia ja kuljettajia; laitteistoja ja henkilöitä lajitteluun, paalaamiseen, silppuamiseen; lopputuotteille niiden käyttämiseen erikoistuneita ammattilaisia, esim. rakentajia ja viheralan ammattilaisia</li><li>• Hyödyntämisen varmistaminen Espoossa (kaupungin ostot) ja muualla</li></ul>
<b>Muuta</b>	

# KEHITYSKOHDE 5: HIEKOITUSSEPELIN KÄYTTÖ SELLAISENAAN PINTARAKENTEISSA TAI KATTEENA

<b>Miksi</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hiekoitusta käytettiin Espoossa yhteensä 35 000 tonnia (talvikausi 2018-2019). Hiekoitussepeleitä sijoitetaan Espoossa tällä hetkellä mm. täyttöihin, maanvastaanottoon, hevostalleille ja crossiradoille. Uusiokäyttöön menee arviolta noin 10–15 prosenttia vuosittaisesta hiekoitussepeleistä, loput ”katoaa” maastoon tai lumenpudotusalueille</li><li>• Edistävät muutosvoimat:<ul style="list-style-type: none"><li>• Vähentää ostomateriaalien tarvetta -&gt; hiekoitussepelein uusiokäytöllä saadaan aikaan säästöjä hankinnoissa</li><li>• Hiekoitussepelein uusiokäyttäminen säästää luonnonvaroja ja pienentää hiilidioksidipäästöjä.</li></ul></li></ul>
<b>Mitä</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Raaka-aine: Keväällä kaduilta ym. poistettu hiekoitussepele</li><li>• Prosessi: Poisto, seulominen</li><li>• Uusio-/kierrätystuote:<ul style="list-style-type: none"><li>• Käyttö kuorikatteen sijasta esim. perennaryhmissä (matalajuuriset peitekasvit), joille kuorikate on liian hapanta</li><li>• Ulkoliikuntareittien pintamateriaaliksi</li><li>• Arvioitava, soveltuisiko myös hulevesirakenteisiin</li><li>• <u>Voisi löytyä synergioita järviruo’on hyötykäytön (katteet) kanssa</u> - syntyy kaksi uudentyyppistä katevaihtoehtoa, joilla korvataan hankintoja</li></ul></li></ul>
<b>Kuka</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Espoon kaupunki fasilitoijana</li><li>• Olisi eduksi, jos skaalana olisi koko pääkaupunkiseutu -&gt; muut pk-seudun kaupungit mukaan?</li><li>• Keran alueen (sen kiertotalousprofiilin) hyödyntäminen</li></ul>
<b>Millä edellytyksillä</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Arvoketjun / ekosysteemin kokoaminen</li><li>• Hyödyntämisen varmistaminen Espoossa (kaupungin ostot) ja muualla</li></ul>
<b>Muuta</b>	

# KEHITYSKOHDE 6: SEULOTUN / PUHDISTETUN HIEKOITUSSEPELIN KÄYTTÖ KASVUALUSTAN TAI MULLAN VALMISTUKSEEN

<b>Miksi</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hiekoitusta käytettiin Espoossa yhteensä 35 000 tonnia (talvikausi 2018-2019). Hiekoitussepeleä sijoitetaan Espoossa tällä hetkellä mm. täyttöihin, maanvastaanottoon, hevostalleille ja crossiradoille. Uusiokäyttöön menee arviolta noin 10–15 prosenttia vuosittaisesta hiekoitussepeleistä, loput ”katoaa” maastoon tai lumenpudotusalueille</li><li>• Edistävät muutosvoimat:<ul style="list-style-type: none"><li>• Vähentää ostomateriaalien tarvetta -&gt; hiekoitussepelellä saadaan aikaan säästöjä hankinnoissa</li><li>• Hiekoitussepelellä säästää luonnonvaroja ja pienentää hiilidioksidipäästöjä.</li><li>• Espoossa on paljon asuinalueita, joissa puita -&gt; pudonneet lehdet tuovat hiekoitussepeleihin humusta, joka on hyödyllinen ominaisuus mullantuotannossa. Vieraslajien siemenet haasteena</li><li>• Ankkapuiston uusiomassahankkeen positiiviset kokemukset (Vantaa, 2019)<ul style="list-style-type: none"><li>• Kasvualustaan sekoitettiin esimerkiksi valmista kompostia, edellisen talven seulottua hiekoitussepeleä, hiekkaa, kivituhkaa, moreenia, metsänpohjaa sekä kohteesta kuorittua nurmen pintakerrosta.</li><li>• Jo pelkästään hyvällä seulalla pystytään saamaan puhdasta hiekoitussepeleä. Espoossa kokeiltu flotaatiopuhdistus tuo liikaa kustannuksia</li></ul></li></ul></li></ul>
<b>Mitä</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Raaka-aine: Keväällä kaduilta ym. poistettu hiekoitussepele</li><li>• Prosessi: Poisto, seulominen</li><li>• Uusio-/kierrätystuote:<ul style="list-style-type: none"><li>• <u>Voidaan yhdistää luvussa 5 kuvattuun mullan tuotantoon</u></li><li>• Savinen materiaali tarvitseekin kiviainesta sekaan, Espoossa paljon savea</li></ul></li></ul>
<b>Kuka</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Espoon kaupunki fasilitoijana</li><li>• Olisi eduksi, jos skaalana olisi koko pääkaupunkiseutu -&gt; muut pk-seudun kaupungit mukaan?</li><li>• Keran alueen (sen kiertotalousprofiilin) hyödyntäminen</li></ul>
<b>Millä edellytyksillä</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Arvoketjun / ekosysteemin kokoaminen</li><li>• Hyödyntämisen varmistaminen Espoossa (kaupungin ostot) ja muualla</li></ul>
<b>Muuta</b>	



## **7. JOHTOPÄÄTÖKSET: KOKONAISNÄKEMYS HYÖDYNTÄMISMAHDOLLISUUKSISTA**

# YHTEENVETO ESPOON BIOMASSOJEN HYÖTYKÄYTÖN LAAJENTAMISEN MAHDOLLISUUKSISTA

Nykytilanteessa biomassoista tuotetaan Espoossa pääasiassa biokaasua ja kompostia sekä energiaa (puun poltto). Komposti hyödynnetään mullantuotannossa. HSY:llä on käynnissä pilot-kokoluokan pyrolyysilaitos ravinteiden ja hiilen erottamiseen jätevesilietteestä, jota projektia HSY edistää.

## Tässä kartoituksessa tunnistetut ja tarkastellut nykyisen hyötykäytön laajentamismahdollisuudet

- Kaupungin harjoittama mullantuotanto ja mullan käyttö Espoon viheralueilla
- Biokaasun tuotannon laajentaminen mahdollisuudet ja biokaasun sekä mädätysjäännöksen käytön kehittäminen Espoossa

## Tässä kartoituksessa tunnistetut ja tarkastellut biomassojen uudet käsittely- ja käyttötarkoitukset

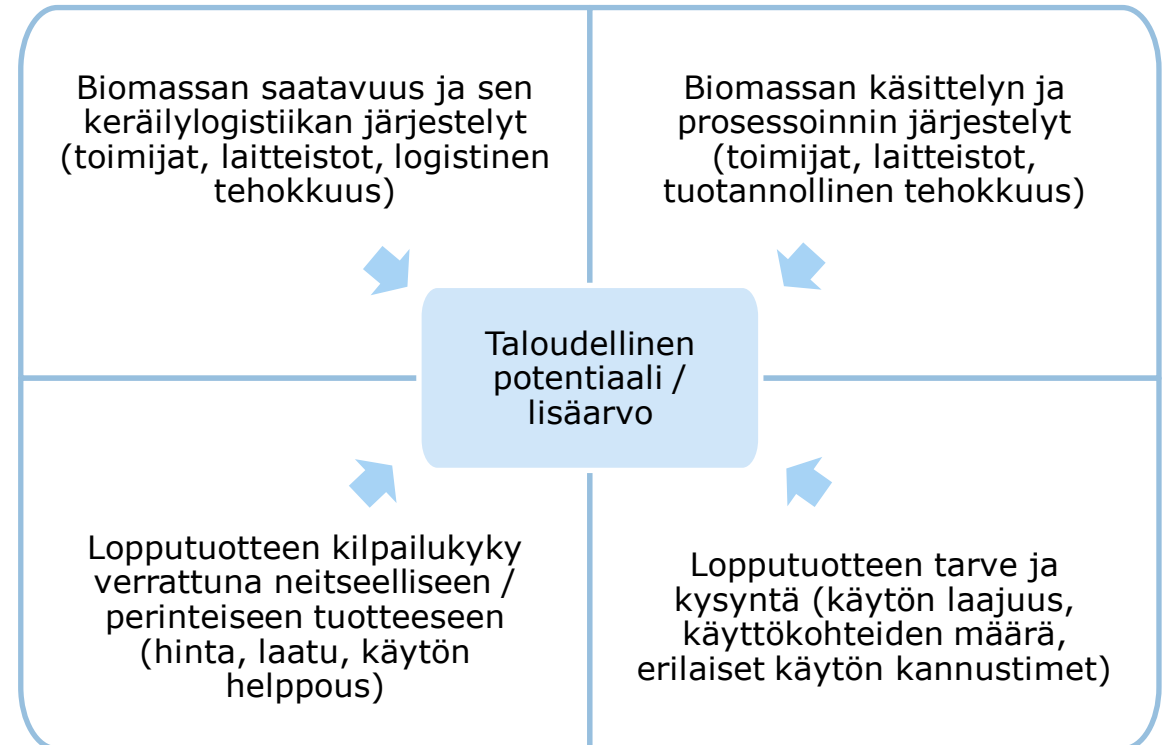
Biohiilen tuotanto yhteistyössä HSY:n kanssa Ämmässuolla	Uusi bioetanolin tuotantolaitos Espooseen yhteistyössä St1:n kanssa	Järviruo'on käyttö viher-rakentamisessa katteena	Agroekologinen symbioosi espoolaisen maatalan yhteyteen	Hiekoitus-sepelin käyttö sellaisenaan pintaraken-teissa tai katteena
Uusi toimija biohiilen tuotantoon, yhteistyö kaukolämmön tuotannon kanssa (Fortum tai Kerassa)	Biomassojen esikäsittely Espoossa bioetanolin raaka-aineeksi (Kerassa?)	Järviruo'on käyttö (viherkattojen) kasvualustoihin	Agroekologinen symbioosi siirtola-puutarhan ja/tai viljelypalstojen yhteyteen	Seulotun sepelin käyttö kasvualustan tai mullan valmistukseen
Mobiili pyrolyysi-laitteisto Espoon kaupungin ostamana palveluna		Järviruo'on käyttö design-tuotteisiin		

Näistä priorisoitiin potentiaalisimmiksi

- Biohiilen tuotanto, ensisijaisesti yhteistyö HSY:n kanssa, mahdollisesti liikuteltava laitteisto, ns. pyrolyysikonkki
- Järviruo'on käyttö katteena ja kasvualustana
- Katu- ja piha-alueilta keväällä poiskorjattavan hiekoitussepelin uusiokäytön vaihtoehdot

# BIOMASSOJEN HYÖTYKÄYTÖN TALOUDELLISEEN LISÄARVOON VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

- Eri biomassojen laajemman hyötykäytön taloudelliseen arvoon vaikuttaa useita tekijöitä, näitä on kuvattu kaaviossa oikealla.
- Paras taloudellinen lisäarvo syntyy, kun kaikki tekijät saadaan toimimaan yhtäaikaaisesti samaan taloudellista lisäarvoa edistävään suuntaan. Tämä voi toteutua systemaattisen työn seurauksena - tai sattumalta, kaikkien asioiden "loksahtaessa" paikalleen
- Seuraavalla sivulla on yhteenveto, millä toimenpiteillä tässä selvityksessä priorisoitujen hyötykäyttömahdollisuuksien taloudellinen potentiaali saataisiin käyttöön
- Seuraavan sivun hyötykäyttömahdollisuuksista karsiutunee vielä joitakin pois, jos kaikkia hyötykäytön taloudelliseen lisäarvoon vaikuttavia tekijöitä ei saadakaan edistettyä





# BIOMASSOJEN HYÖTYKÄYTÖN TALOUDELLISEN POTENTIAALIN EDISTÄMISEEN TÄHTÄÄVIÄ TOIMENPITEITÄ

	<b>Toimintamallin varmistaminen (toimijaverkosto/ekosysteemi, prosessi, logistiikka)</b>	<b>Kiertotalouslisäarvon varmistaminen (suljetun kierron aikaansaanti)</b>	<b>Ensimmäiset tarvittavat toimenpiteet</b>
<b>Mullantuotannon kehittäminen</b>	Käsittelyalueiden lisääminen ja käsittelyprosessin kehittäminen	Mullan käytön edistäminen kaupungin urakoissa	Toimintamallin kehittämiseen oppia HSY:ltä ja/tai yksityisiltä toimijoilta
<b>Biokaasun tuotannon kehittäminen</b>	Raaka-ainepohjan laajentaminen ja keräilylogistiikan varmistaminen	Biokaasun liikennekäytön ja mädätysjäännöksen peltokäytön edistäminen Espoossa	Neuvottelut HSY:n kanssa yhteistyöstä biokaasutuotannon laajentamiseksi
<b>Biohiilen tuotanto, yhteistyö HSY:n kanssa</b>	Ekosysteemin kokoaminen ja tuotteistus yhdessä HSY:n kanssa	Biohiilen käyttökohteiden lisääminen Espoossa - ”buustaus” maanparannus- ja suodatuskäyttöön	Neuvottelut HSY:n kanssa
<b>Biohiilen tuotanto, liikuteltava laitteisto (pyrolyysikontti) palveluhankintana</b>	Pk-seudun kaupunkien yhteistyö Palvelutoimittajan tunnistaminen ja liittäminen mukaan toimintaan	Biohiilen käyttökohteiden lisääminen pk-seudulla	Neuvottelut kaupunkien kanssa Palveluhankinnan käynnistäminen
<b>Järviruo’on käyttö viherrakentamisessa katteena</b>	Ruo’on korjaus- ja käsittelyprosessin järjestäminen, ml. käsittelyalueet	Järviruo’osta valmistetun katemateriaalin käytön edistäminen Espoossa	Käyttökohteiden kartoitus Tutustuminen toteutettuihin järviruo’on hyödyntämisen ratkaisuihin
<b>Järviruo’on käyttö (viherkattojen) kasvualustoihin</b>	Ruo’on korjaus- ja käsittelyprosessin järjestäminen, ml. käsittelyalueet Kasvualustavalmistajan tunnistaminen ja liittäminen mukaan toimintaan	Nykyisten ja suunniteltujen viherkattojen kartoitus ja kysynnän varmistus	Käyttökohteiden kartoitus Tutustuminen toteutettuihin järviruo’on hyödyntämisen ratkaisuihin
<b>Hiekoitussepin käyttö sellaisenaan pintarakenteissa tai katteena</b>	Katu- ja piha-alueilta poistettavan hiekoitussepin varastoinnin ja esikäsittelyn järjestelyt (varastoalue)	Käytön edistäminen relevanttien alueiden pintarakenteissa ja katteena Selvitys synergiasta järviruo’on katekäytön kehittämisen kanssa	Tähän mennessä tehtyjen kokeilujen analysointi ja tarvittaessa jatkaminen
<b>Seulotun / puhdistetun hiekoitussepin käyttö kasvualustan tai mullan valmistukseen</b>	Katu- ja piha-alueilta poistettavan hiekoitussepin varastoinnin, seulonnan ja puhdistuksen järjestelyt (varasto- ja käsittelyalue)	Lopputuotteena syntyvän kasvualustan ja mullan käytön edistäminen Selvitys synergiasta järviruo’on katekäytön kehittämisen kanssa	Tähän mennessä tehtyjen kokeilujen analysointi ja tarvittaessa jatkaminen



## 8. LOPPUSANAT

# BIOMASSOJEN LISÄHYÖDYNTÄMISPOTENTIAALIA ON, MUTTA SIIHEN TARVITAAN KAUPUNGIN, PK-SEUDUN JA YKSITYISTEN TOIMIJOIDEN YHTEISTYÖTÄ

Espoon biomassakartoituksessa on tunnistettu biomassojen hyötykäytön lisäpotentiaalia mullan ja biokaasun ja biohiilen tuotannossa sekä järviruo'on ja hiekoitussepin uusissa käyttömahdollisuuksissa.

Espoon kaupungilla on suuri rooli potentiaalin hyödyntämisessä. Se vaatii yhteistyötä kaupungin sisällä, muiden pk-seudun kaupunkien sekä yksityisten toimijoiden kanssa.



- Yhteistyö pks-kaupunkien kanssa
- Fasilitointi
- Uudet toimijat
- Yksityiset, erikoistuneet toimijat
- Keran alueprofiilin hyödyntäminen

Bright ideas. Sustainable change.



# LÄHTEET

Aluehallintovirasto. Dnro ESAVI/339/04.08/2013. Saatavilla: <https://www.hsy.fi/globalassets/ymparistotieto/projektisivustot-ja-hanke-esittelyt/tiedostot/blominmaki/tausta/blominmaen-ymparistolupa-avi26112015.pdf>

Bioenergy International. 2020. Versalis restarts biomass power plant at Crescentino biorefinery and expects bioethanol production later this year. Saatavilla: <https://bioenergyinternational.com/biochemicals-materials/versalis-restarts-biomass-power-plant-at-crescentino-biorefinery-and-expects-bioethanol-production-later-this-year>

BioRefineries Blog. 2020. Crescentino biorefinery will come back to life by the first half of 2020. Saatavilla: <https://biorrefineria.blogspot.com/2020/02/crescentino-biorefinery-will-come-back-to-life-by-the-first-half-2020-cellulosic-ethanol.html>

Ellonen, J. 2021. Opinnäytetyö. Järviruoko viheralueiden katemateriaalina. Saatavilla: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/501191/ONT\\_Jaana%20Ellonen.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/501191/ONT_Jaana%20Ellonen.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Espoo. 2021. Kaupunginpuutarhan toiminnot. Saatavilla: [https://www.espool.fi/fi-FI/Asuminen\\_ja\\_ymparisto/Ymparisto\\_ja\\_luonto/Puistot\\_metsat\\_ja\\_niityt/Espoon\\_kaupunginpuutarha/Kaupunginpuutarhan\\_toiminnot](https://www.espool.fi/fi-FI/Asuminen_ja_ymparisto/Ymparisto_ja_luonto/Puistot_metsat_ja_niityt/Espoon_kaupunginpuutarha/Kaupunginpuutarhan_toiminnot)

Espoon perinnesseura. 2021. Maatiloja Espoossa. Saatavilla: <https://espoonperinnesseura.net/maatilat.html#>

Hagelberg ym. 2008. Biomassojen käytön ympäristövaikutukset Varsinais-Suomen alueella. Turun Ammattikorkeakoulu.

Helenius, J., Koppelmäki, K. & Virkkunen, E. 2017. Ympäristöministeriön raportteja 18/2017. Agroekologinen symbioosi ravinne- ja energiaomavaraisessa ruoantuotannossa. Saatavilla: [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80004/YMra\\_18\\_2017.pdf?sequence=1](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80004/YMra_18_2017.pdf?sequence=1)

HSY. 2019. Jätevedenpuhdistus pääkaupunkisudulla 2019. Saatavilla: <https://julkaisu.hsy.fi/jatevedenpuhdistus-paakaupunkiseudulla-2019.pdf>

HSY. 2020a. Blominmäen kalliopuhdistamo. Saatavilla: [https://www.kaasuyhdistys.fi/wp-content/uploads/2020/10/Blominmaen-puhdistamo\\_kaasulive141020.pdf](https://www.kaasuyhdistys.fi/wp-content/uploads/2020/10/Blominmaen-puhdistamo_kaasulive141020.pdf)

HSY. 2020b. Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen toiminta vuonna 2020. Saatavilla: <https://julkaisu.hsy.fi/ammassuon-jatteenkasittelykeskuksen-toiminta-vuonna-2020.pdf>

HSY. 2021a. Lietehiilihanke. Saatavilla: <https://www.hsy.fi/lieteihiili>

HSY. 2021b. Jättemäärät ja kierrätysaste. Saatavilla: <https://www.hsy.fi/jatteet-ja-kierratys/jatemaarat-ja-kierratysaste/>

HSY. 2021c. Tiedote: Biojätteen lajittelu lisääntyi pääkaupunkiseudulla. Saatavilla: <https://www.hsy.fi/ymparistotieto/tiedotteet/biojätteen-lajittelu-lisaantyi-paakaupunkiseudulla/>

HSY. 2021d. Metsäpirtinmulta. Saatavilla: <https://metsapirtinmulta.fi/>

Hämeen ympäristökeskus. 2009. Dnro HAM-2009-Y-133-111. Saatavilla: <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B474DAEBD-FFD7-46DB-A0B8-90DFE8608C98%7D/86620>

IEA Bioenergy. 02/2018. Crescentino Biorefinery– PROESA™, Italy. Saatavilla:

[https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2018/02/3-Crescentino-AdvancedEthanolBiorefinery\\_IT\\_Final.pdf](https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2018/02/3-Crescentino-AdvancedEthanolBiorefinery_IT_Final.pdf)

Ikonen, S. 2020. Hevosurheilu. Artikkel: Fortum lopettaa kuivike- ja lantahuoltopalvelun – Vermon yli 5000 vuosittaiselle lantakuutiollekin joudutaan etsimään uusi sijoituspaikka. Saatavilla: <https://hevosurheilu.fi/ravit/raviuutiset/fortum-lopettaa-kuivike-ja-lantahuoltopalvelun-vermon-yli-5000-vuosittaiselle-lantakuutiollekin-joudutaan-etsimaan-uusi-sijoituspaikka/>

Laki biopolttoaineiden käytön edistämisestä. 13.4.2007/446. Saatavilla: <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2007/20070446#L2P5>

Loukkola, P. 2019. YLE. Kaduille levitetään joka talvi valtavat määrät hiekoitusta – silti sen kierrätystä aloitellaan vasta nyt. Saatavilla: <https://yle.fi/uutiset/3-10733244>

Luke. 2017. Uutta liiketoimintaa vesistöjen ravinteista. Esiselvitys.

Luke. 2020. Tilastotietokanta. Saatavilla: <http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/?rxid=dc711a9e-de6d-454b-82c2-74ff79a3a5e0>

Luke. 2021. Biomassa-atlas. Saatavilla: <https://www.luke.fi/biomassa-atlas/>

Myllyviita, T., Mattila, T. & Leskinen, P. 2015. Järviruo'n niittaminen ja hyötykäyttö. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 27/2015. Saatavilla: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/155660/SYKEra\\_27\\_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/155660/SYKEra_27_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Nivos Oy. 2021. Palopuron biokaasu pähkinänkuoressa. Saatavilla: <https://www.nivos.fi/yrityksille/perussivu/palopuron-biokaasu-pahkinankuoressa>

Nordregio. 2018. Stockholm Biochar Project. Saatavilla: [https://nordregio.org/sustainable\\_cities/stockholm-biochar-project/](https://nordregio.org/sustainable_cities/stockholm-biochar-project/)

Oajanpää, M. 2020. Gasum. Biokaasun tarjonta pääkaupunkiseudun liikenteelle. Saatavilla: <https://circvol.fi/wp-content/uploads/2020/10/Gasum-20201012.pdf>

Palopuron symbioosi. 2021. Saatavilla: <https://palopuronsymbioosi.fi/>

Saario, T. & Laurila, N. 2019. Biohiilen valmistus ja ominaisuudet. s. 16-22. Saatavilla: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/168846/URNISBN9789523441651.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Sandell, M. 2021. Lantaongelma pahenee, hevosenlanta joka paikka täynnä ja loppusijoitus teettää töitä. Artikkelit YLE 1.18.2021. <https://yle.fi/uutiset/3-11734763>

Silén, H. 2009. Opinnäytetyö. Järviruo' on korjuumahdollisuudet bioenergia- ja rakennuskäyttöön Etelä-Suomen rannikkoalueella. Saatavilla: <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B0018C25A-CCCC-475A-B33C-2BFD8CD0EA2B%7D/101309>

Sipilä, E. ym. 2018. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 63/2018. Biopolttoaineiden kustannustehokkaat toteutuspolut vuoteen 2030. Saatavilla: [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161074/63-2018-Biopolttoaineiden\\_kustannustehokkaat\\_toteutuspolut\\_vuoteen\\_2030\\_.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161074/63-2018-Biopolttoaineiden_kustannustehokkaat_toteutuspolut_vuoteen_2030_.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Stockholm vatten och avfall. 2019. Biochar. Saatavilla: <https://www.stockholmvattenochavfall.se/en/current-projects/development/biochar/>

Teemu Uusikaupilan henkilökohtainen tiedonanto 24.5.2021. Espoon kaupungin entinen katutuotantopäällikkö.

Tulevaisuusvaliokunta, 2019. Muuttuva maataloustyö ja toimeentulo: esimerkkinä Palopuron agroekologinen symbioosi. Taustamuistio 1.2.2019. Eduskunta, Tulevaisuusvaliokunta. Saatavilla: <https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/JulkaisuMetatieto/Documents/EDK-2019-AK-242738.pdf>

Uudenmaan Ympäristökeskus. 2009. Dnro UUS-2008-Y-53-111. Saatavilla: <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BDE781959-E018-42D7-8ADF-6070528BEAD2%7D/87436>

Virkkunen, E., Koppelmäki, K. Kivelä, J. Eerola, M. & Helenius, J. 2016. Tiivistelmä. Agroekologinen symbioosi tuottaa lähiluomua ja bioenergiaa ravinteita kierrättäen. Saatavilla: <https://blogs.helsinki.fi/palopuronsymbioosi/files/2016/03/Virkkunen-et-al-2016-AES-I%C3%A4hiluomua-ja-bioenergiaa-ravinteita-kierr%C3%A4tt%C3%A4en-SMTS.pdf>

WSP. 2018. Raportti: Kuopion linja-autoliikenteen käyttövoimaselvitys. Saatavilla: <http://publish.kuopio.fi/kokous/2018525143-3-1.PDF>

YLE Häme. 2011. Energiayhtiö St1 rakentaa Hämeenlinnaan biokaasulaitoksen. Saatavilla: <https://yle.fi/uutiset/3-5453316>

Ympäristönsuojelun valvonnan sähköinen asiointijärjestelmä YLVA. Jätetiedot vuodelta 2019.