

Puhdistamolietteiden keskitetty biokaasulaitos Järkki-hankkeen tuloksia

Biokaasun tuotantoa keskitetysti ja hajautetusti
webinaari 13.2.2023



Viljami Kinnunen, Gasum

Satu Tiainen, Olli Koskela, HAMK

Gasum

HAMK
Bio RESEARCH
UNIT

HAMK
Smart RESEARCH
UNIT

Järkki-hanke on rahoitettu
Ympäristöministeriön
ravinteiden
kierrätysohjelmasta (Raki)



HAMK
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU
HÄME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



RIIHIMÄEN VESI

SISÄLLYS

1. Järkki-hankkeen taustaa
2. Puhdistamolietteiden ravinnemäärät
3. Puhdistamolietemäärä ja lietteisiin sitoutunut biokaasuenergia
4. Logistiikan tarkastelu
5. Keskitetty käsittelyratkaisu
6. Ravinnetuotteet



1



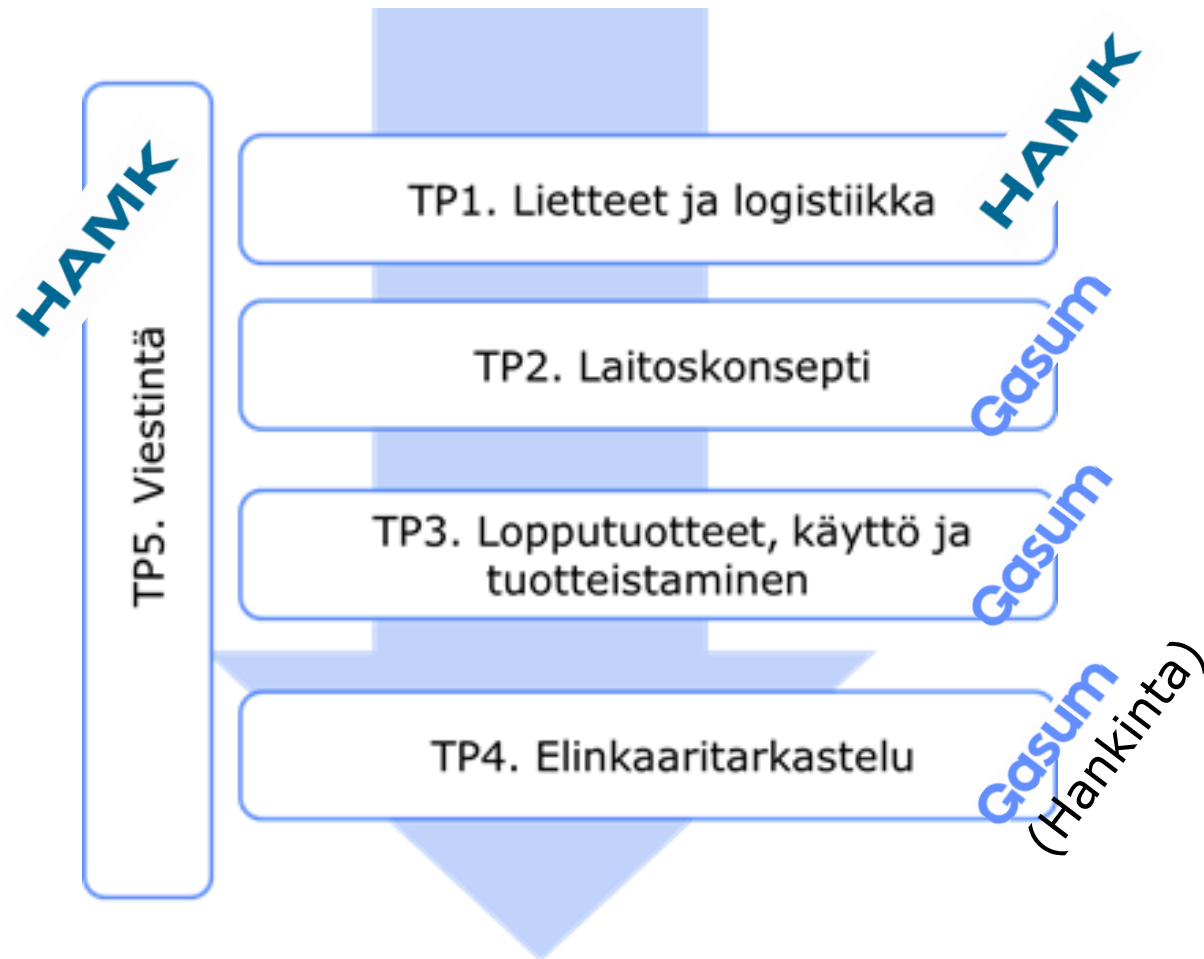
Järkki-hankkeen taustaa

Järkki-hankkeen tavoitteet

1. Kunnianhimoisena pidemmän aikavälin ylätasoinen tavoitteena on uudistaa Suomen jätevesilietteiden käsittely siten, että lietteiden ravinteet ja energia voidaan mahdollisimman täysimääräisesti hyödyntää
2. Löytää logistiikkaa mallintamalla keskitetyille käsittelylaitokselle sopivia kokoluokkia ja sijaintipaikkoja, taloudelliset ja ympäristönäkökohdat huomioiden
3. Luoda markkinoilla olevista, tai sinne lyhyellä aikavälillä kehittyvistä teknologioista 2-3 vaihtoehtoista keskitettyä, konkreettista lietteiden käsittelykonseptia, yhdistäen jätevesilietteiden ravinteiden kierrätys- ja energian talteenottoratkaisut

...

Järkki työpaketit ja vastuut



Mikä ohjaa jätevesilietteiden ravinteiden jatkojalostamista?

- **Lainsäädäntö;** EU:n uusi lannoitevalmisteasetus 2019/1009, kansallinen lainsäädäntö (valmisteilla), ympäristöluvut, muu ympäristölainsäädäntö
 - **Markkinat;** esimerkiksi jätevesilietteiden markkinalähtöiset käyttökiellot
 - **Lannoitteiden hinnat;** esimerkiksi hintojen nousun aiheuttama lisääntynyt kysyntä
 - **Omavaraisuus ja huoltovarmuus;** tärkeää lannoitteiden saatavuusongelmien vuoksi
 - **Kiertotalousajattelu**
-
- Toistaiseksi kierrätysravinteita sisältävät lannoitevalmisteet kattavat vain pienen osan lannoitetarpeesta (esim. vuonna 2017 fosforilannoitteiden tarpeesta 2 % ja typpilannoitteiden tarpeesta 5 % *)

* Lähde: Jätevesien ravinteet kiertoon turvallisesti ja tehokkaasti (Marttinen 2017), Suomen ympäristökeskuksen raportteja 18 / 2021

2



Puhdistamolietteiden ravinnemäärät

Typpi- ja fosforipitoisuuksien vaihtelu lietteissä

TYPPI

Raakaliete

35 – 60 gN/kgTS

Mädätetty liete (kuivajae)

33 – 42 gN/kgTS

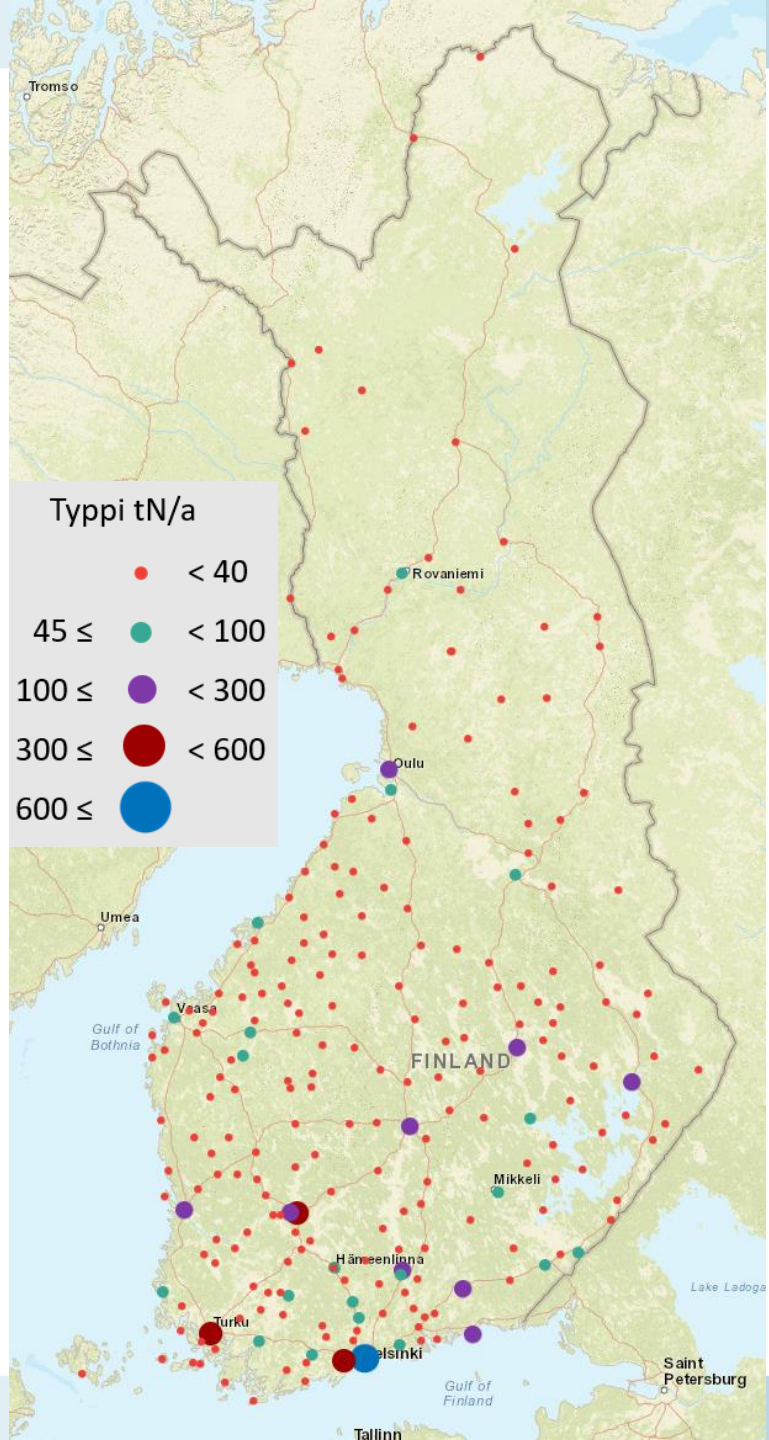
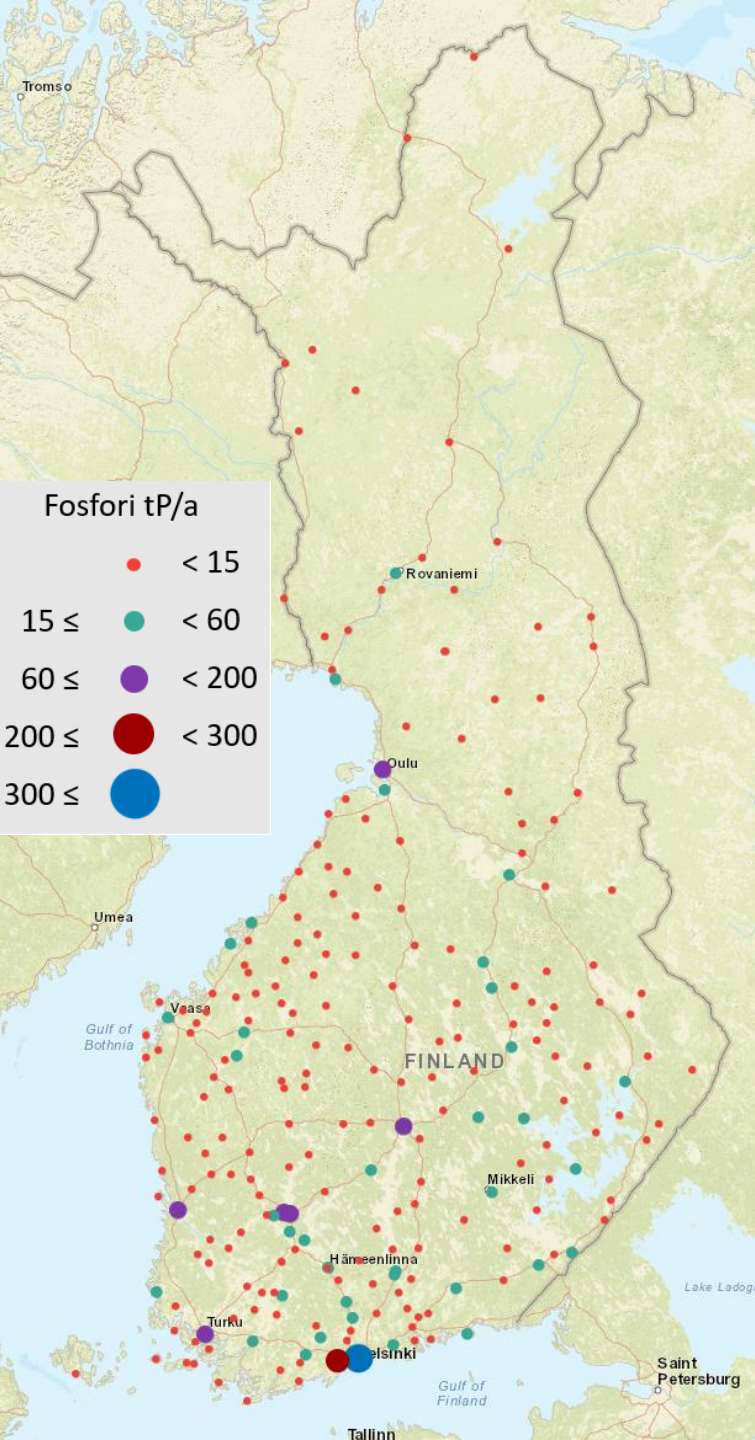
FOSFORI

Raakaliete

14 – 35 gP/kgTS

Mädätetty liete (kuivajae)

26 – 33 gP/kgTS



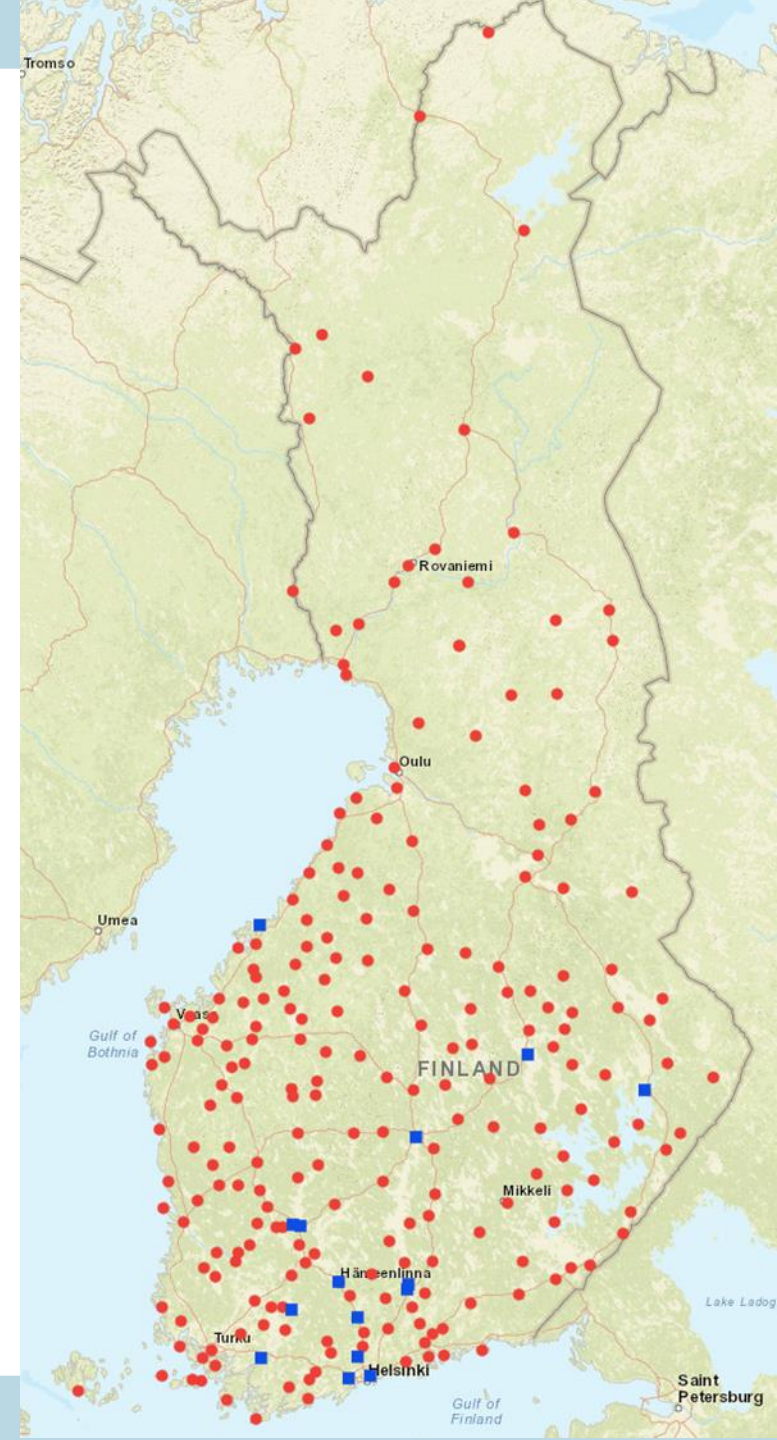
Typpi- ja fosforimäärät raakalietteissä

Nykytilanne

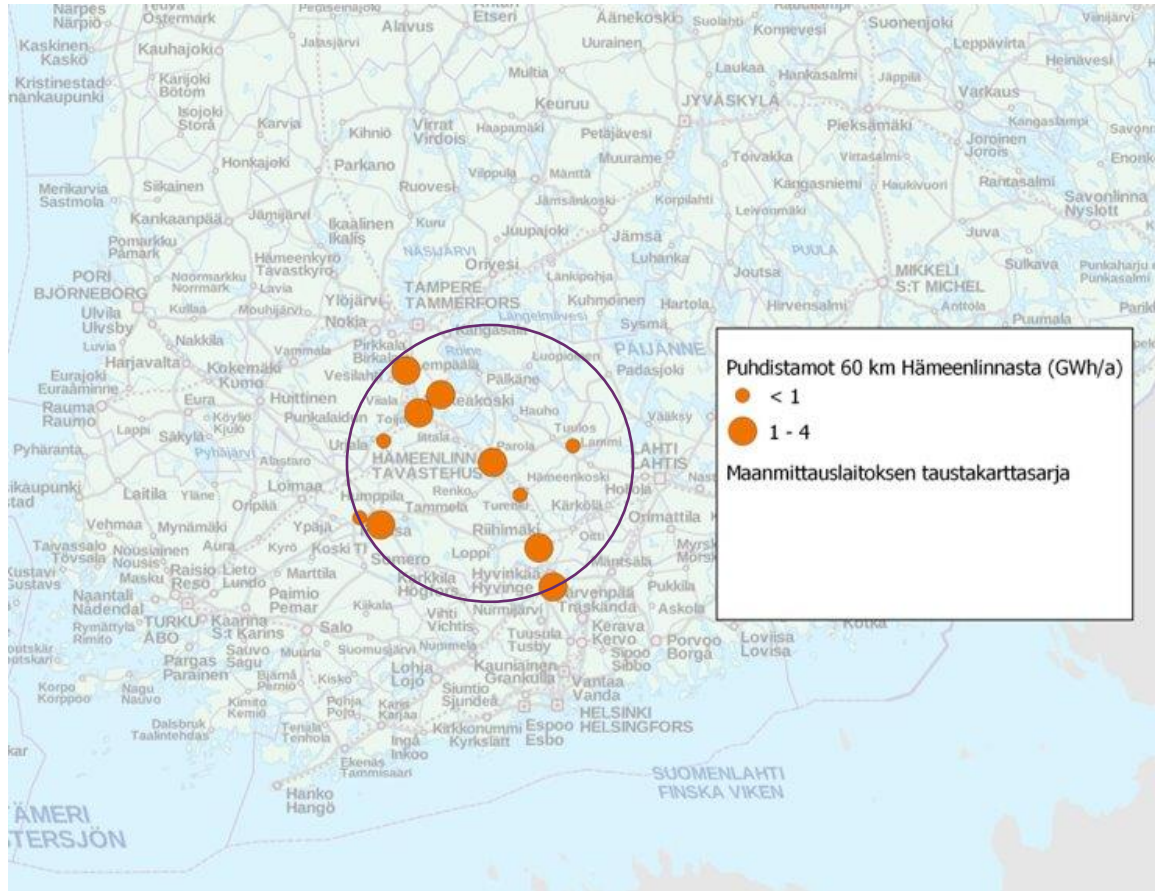
- Tässä tarkastelussa n. 240 yhdyskuntajäteveden puhdistamo
- Punaiset pallot raakalietettä
- Siniset neliöt mädätettyä lietettä
- Puhdistamolietteiden (kuivatut raakaliete ja mädätetty liete) ravinnesisältö yhteensä:

typpi:	5 500 tN/a
fosfori:	3 300 tP/a
- Jos kaikilta puhdistamoilta liete tulisi raakalietteenä keskitettyyn lietteenkäsittelyyn, typpeä voisi saada talteen **6 900 tN/a** (= talteen saatavissa oleva typpipotentiali)

12.2.2023



Esimerkki alueellisesta tarkastelusta

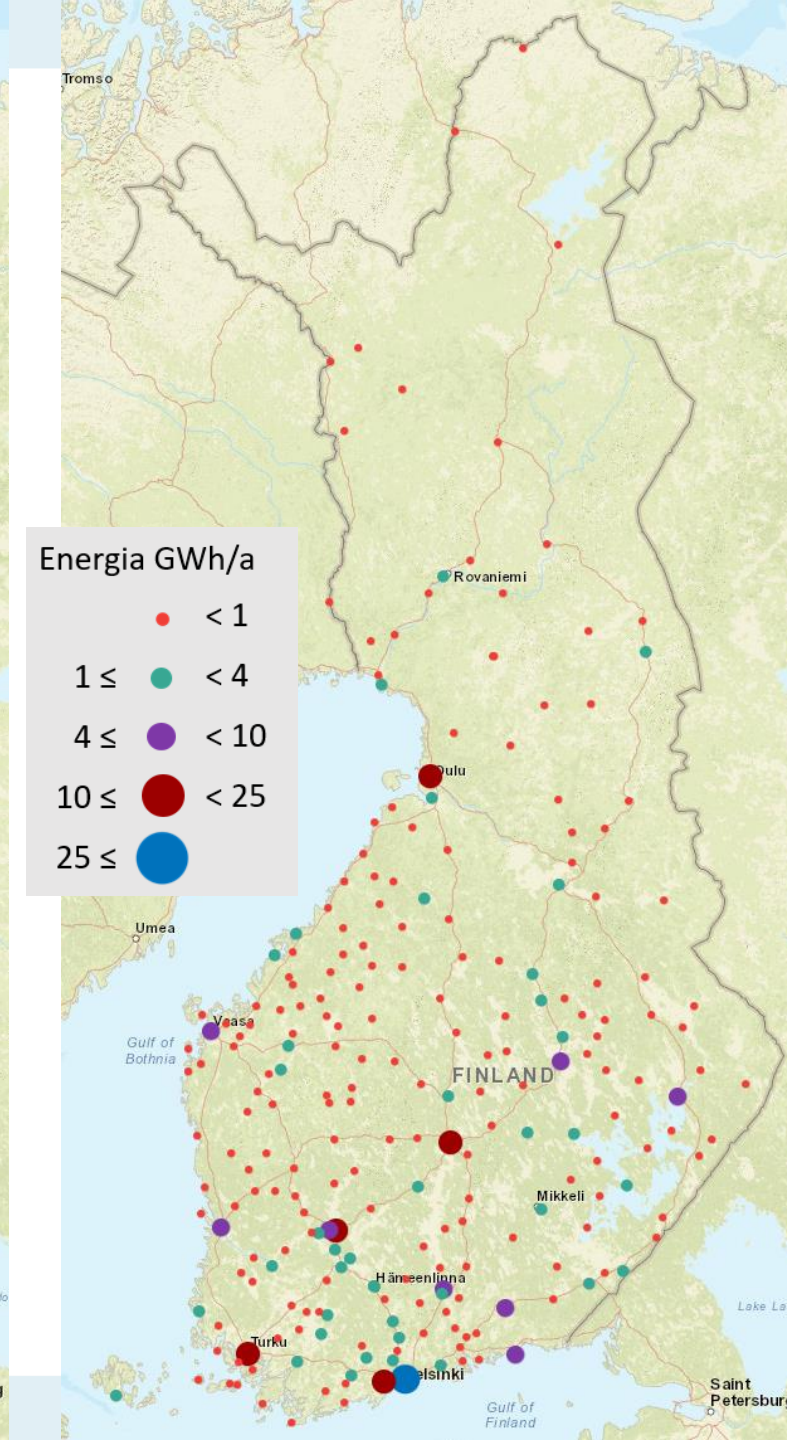
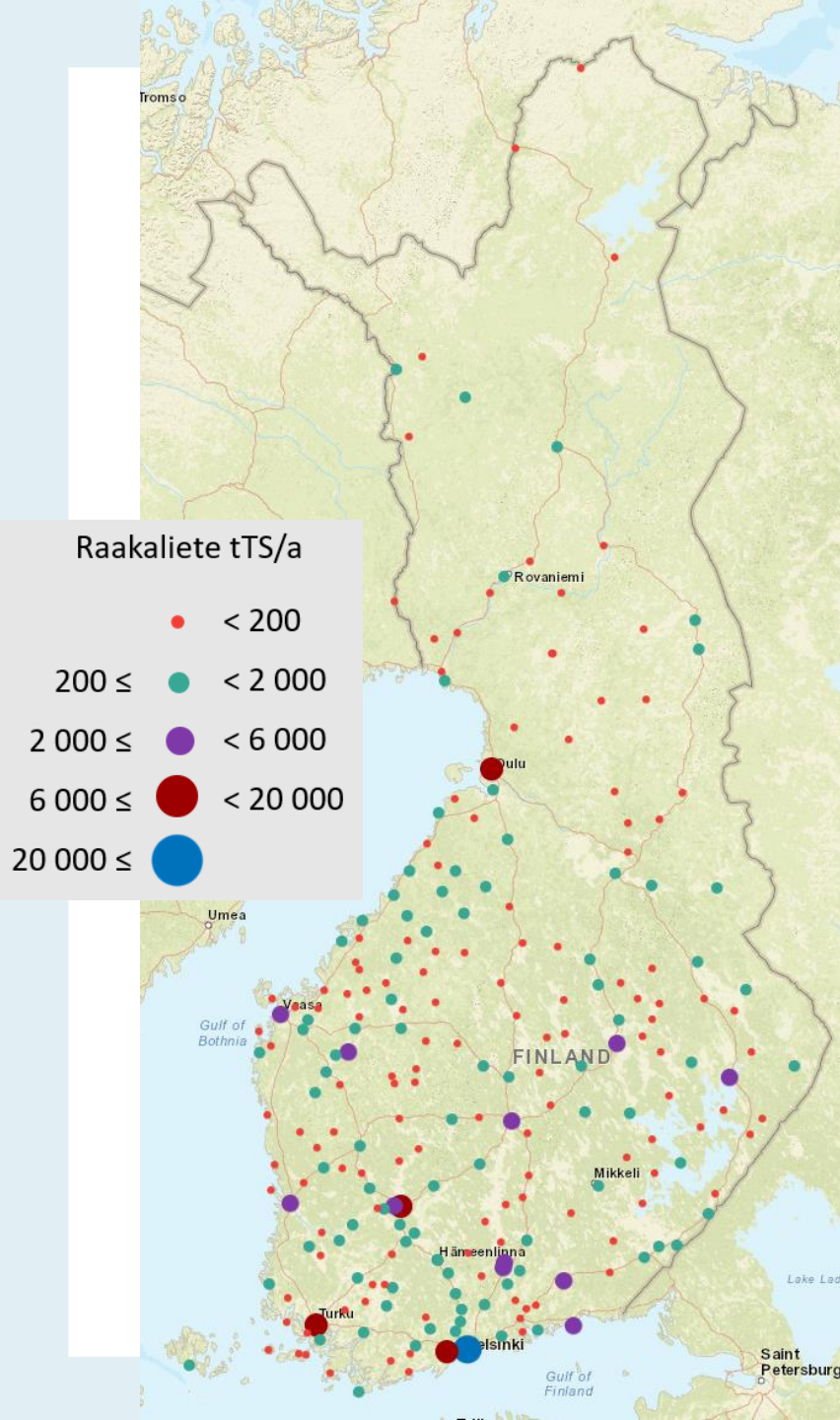


- 11 puhdistamoa
- Puhdistamolietettä 8 900 tTS/a
- Kokonaisfosfori noin 200 tP/a
- Kokonaistyyppi 380 tN/a
- Biokaasuenergiapotentiaali noin 17 GWh/a

3



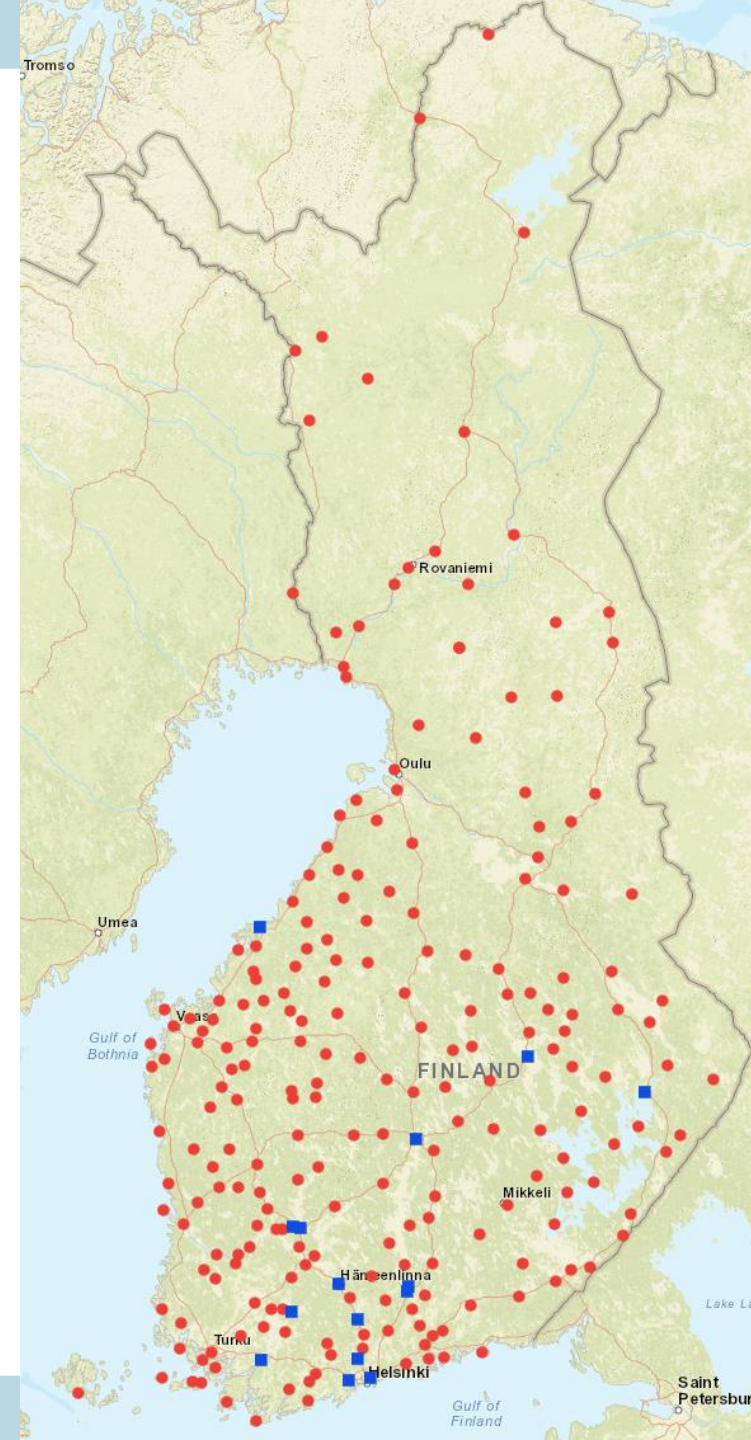
Puhdistamolietemäärät ja lietteisiin sitoutunut biokaasuenergia



Raakalietteen määrä ja lietteeseen sitoutunut biokaasuenergia

Puhdistamolietteiden biokaasuenergia

- Nykytilanne
 - Sen raakalietteen biokaasuenergiapotentiaali, jota ei hyödynnetä jätevedenpuhdistamolla biokaasuksi, on n. 185 GWh/vuosi (suurelta osalta biokaasuksi jo nykyisinkin teollisissa biokaasulaitoksissa)
 - Niiden puhdistamoiden, jotka mädättävät itse lietteen (siniset neliöt), biokaasuenergiapotentiaali on n. 145 GWh/vuosi
- Jos kaikilta puhdistamoilta liete tulisi raakalietteenä keskitettyyn lietteenkäsittelyyn, energiapotentiaali olisi n. 330 GWh/vuosi



4

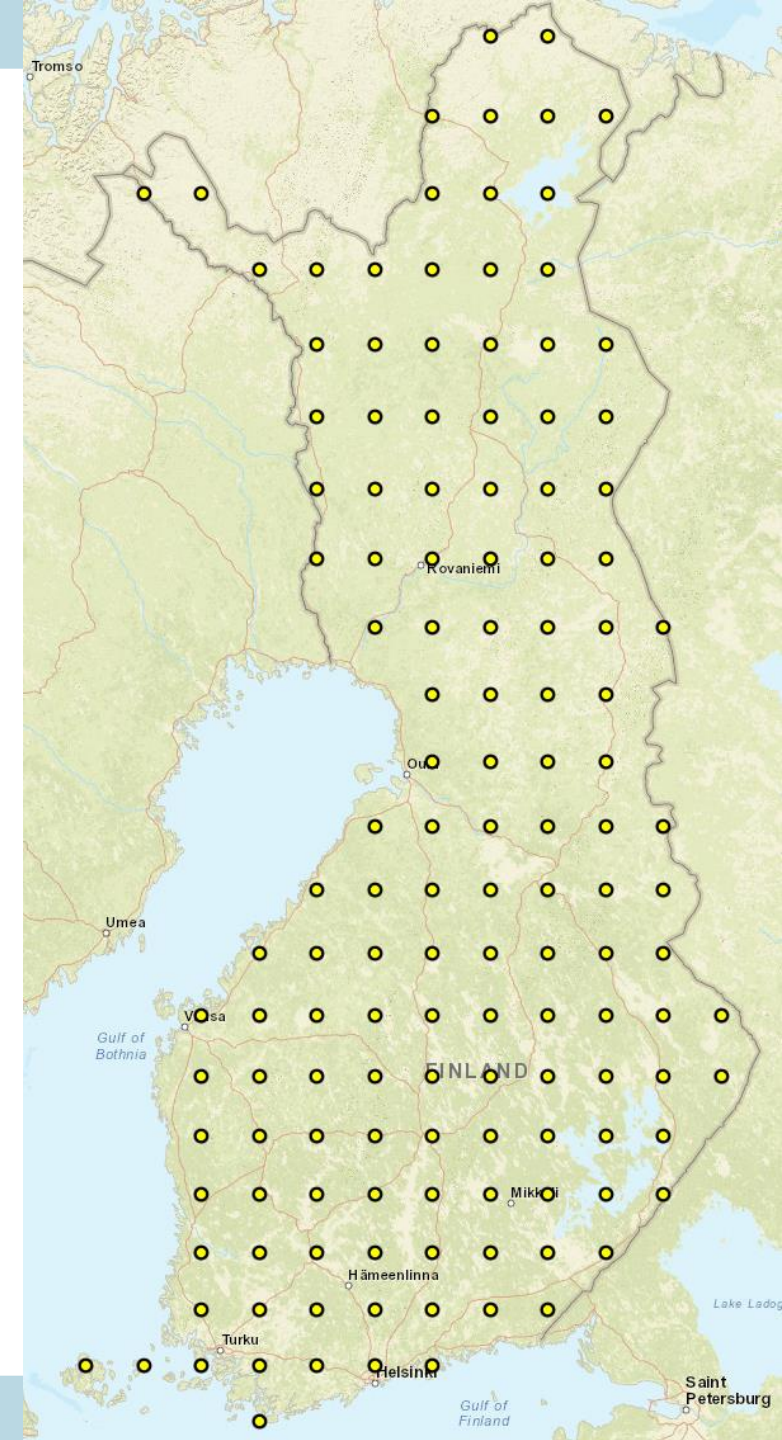


Logistiikan tarkastelu

Laitosten optimisijainnit

- Potentiaaliset sijainnit 50 km välein ympäri Suomen
- Optimointia varten lasketaan kuljetusmatkat kilometreissä tieverkostoa pitkin puhdistamoilta potentiaalisiin laitossijainteihin
- Useampia laitoksia sijoittaessa vertaillaan eri sijaintikombinaatioiden yhteen laskettuja kuljetusmatkoja
 - Puhdistamolta kuljetetaan aina lähimpään laitosvaihtoehtoon
 - Valitaan sijainnit, jotka minimoivat lietteen kuljetukseen vaaditun matkan

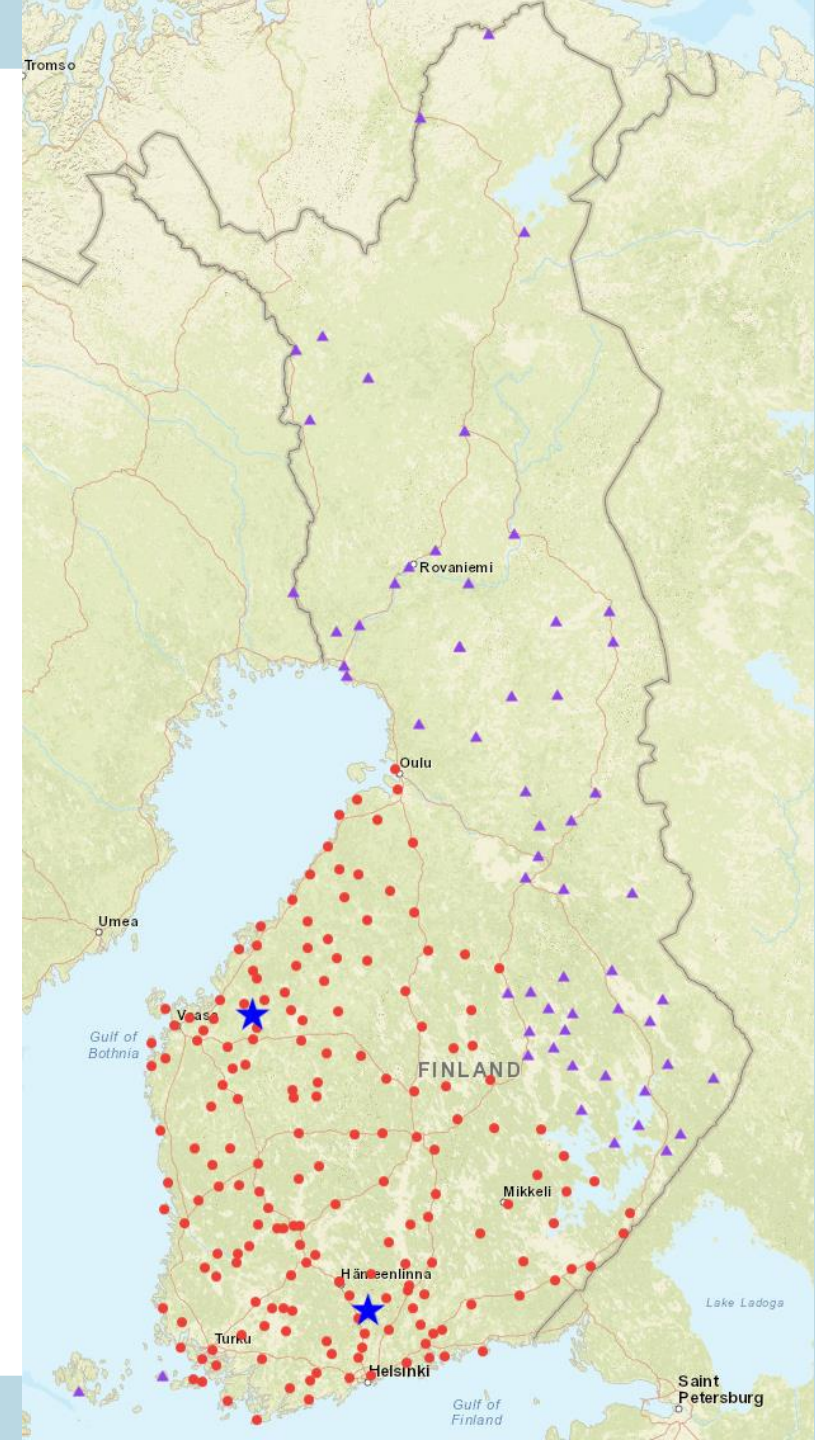
12.2.2023



Laitosten sijoittelun ehtoja

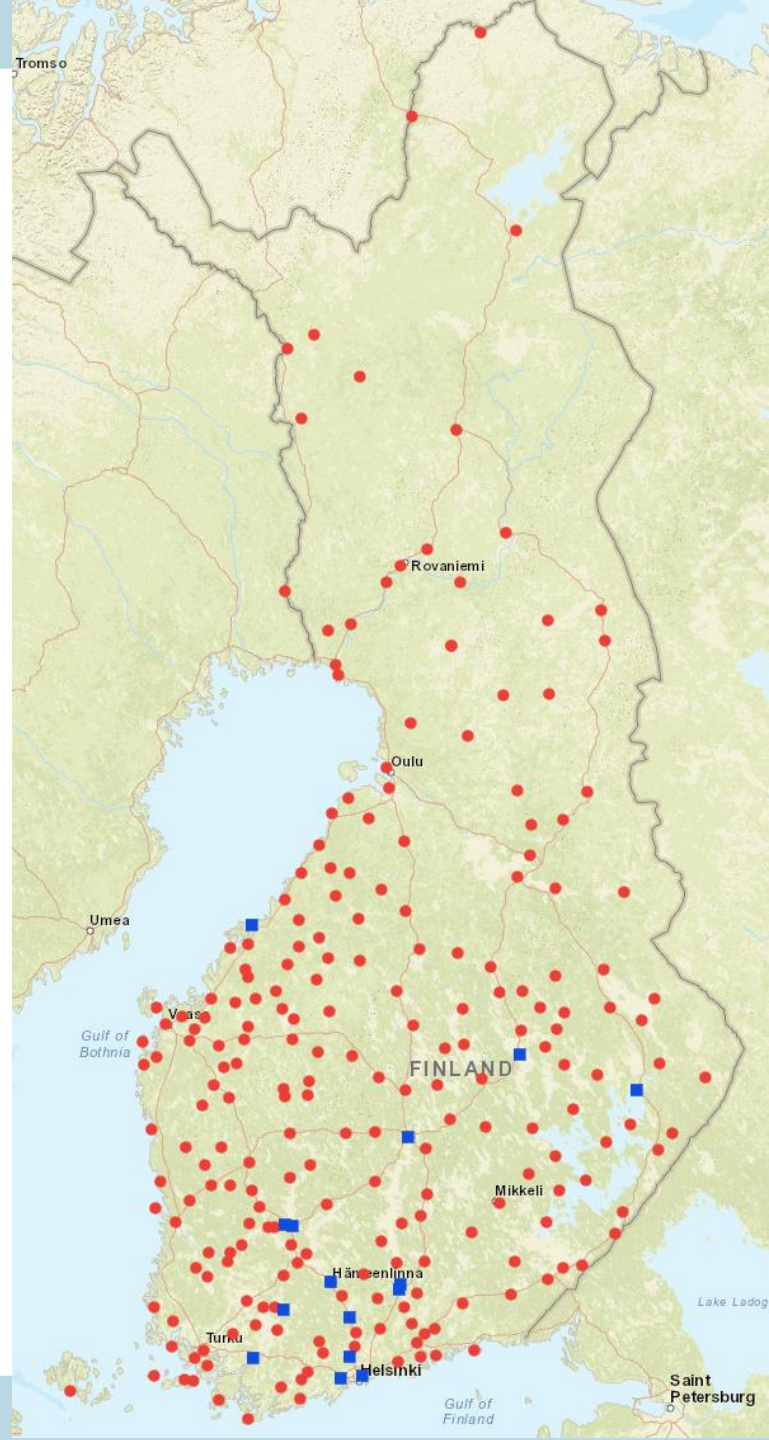
- Mallinnetaan optimisijainnit kahdelle ja neljälle lietteenkäsittelylaitokselle
- Rajoitteet mallinnuksessa:
 - 40 GWh/a laitoskohtainen minimienergia
 - 300 km maksimikuljetusrajoite (ja kokonaisenergia vähintään 160 GWh/a) tai ilman kuljetusrajoitetta

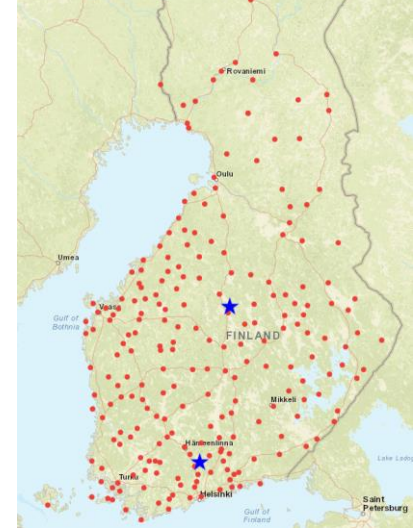
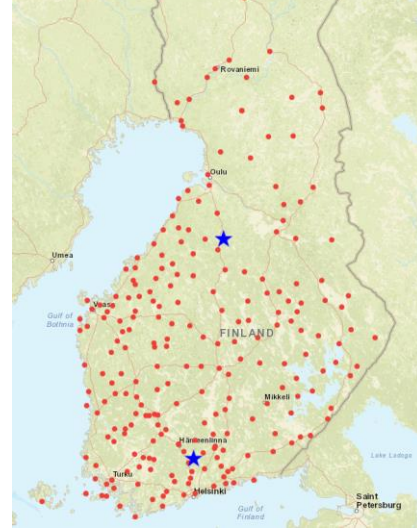
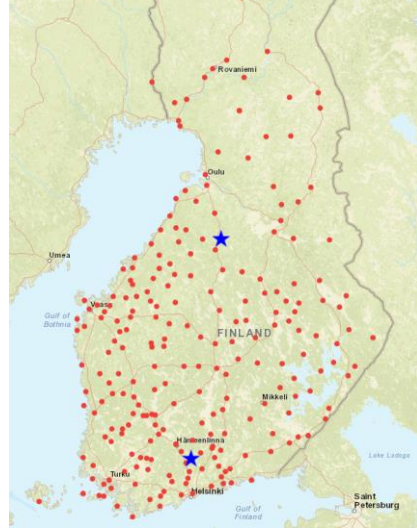
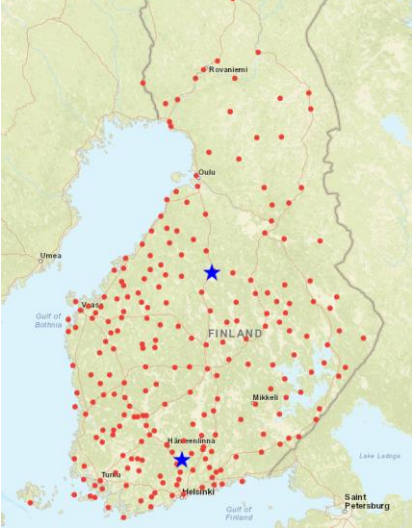
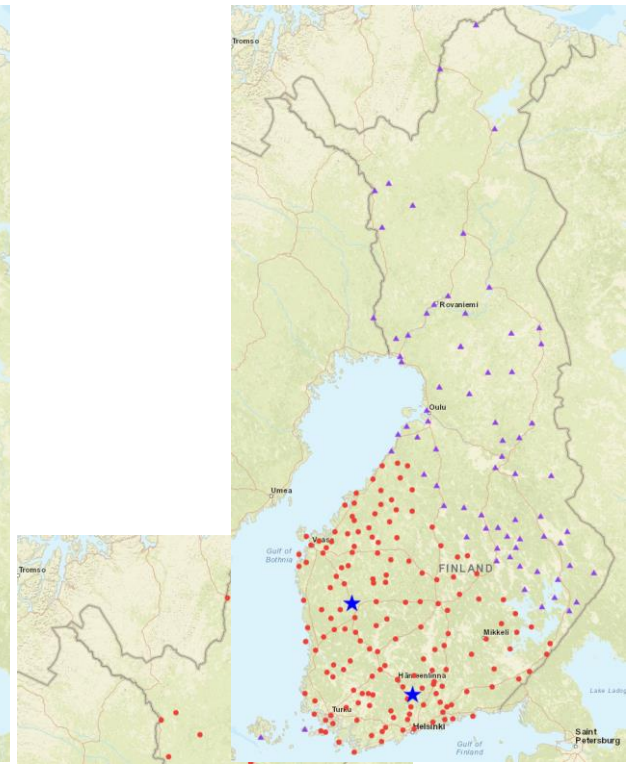
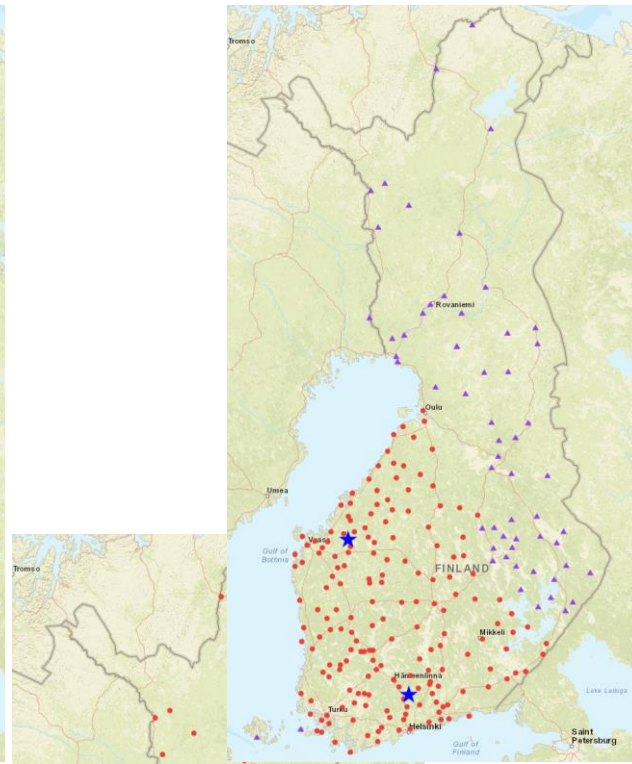
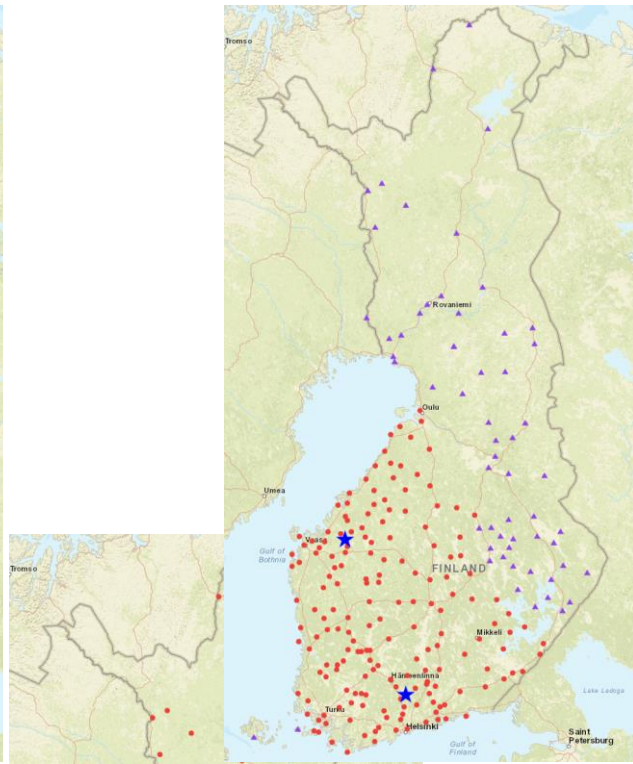
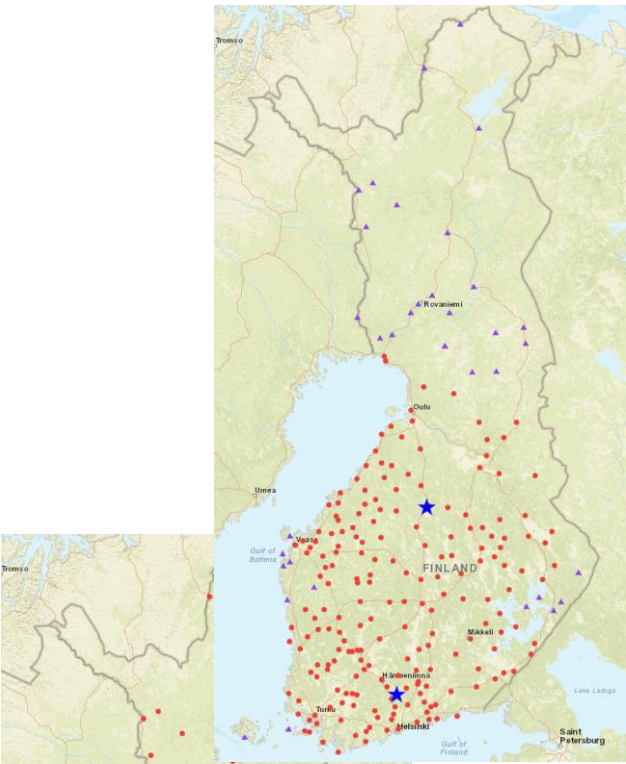
12.2.2023



Skenaariot

- Nykytilanne
 - Liete tulee mädätteenä puhdistamoilta, jotka mädättävät sen itse (siniset neliöt), muualta raakalietteenä (punaiset ympyrät)
- Kaikki raakalietteenä
 - Liete tulee kaikilta puhdistamoilta raakalietteenä
- Tehokkaammin kuivattu
 - Raakalietteen kuiva-aineprosentti on väh. 25 % ja mädätteen 35 %
- ”Realistinen tulevaisuus”



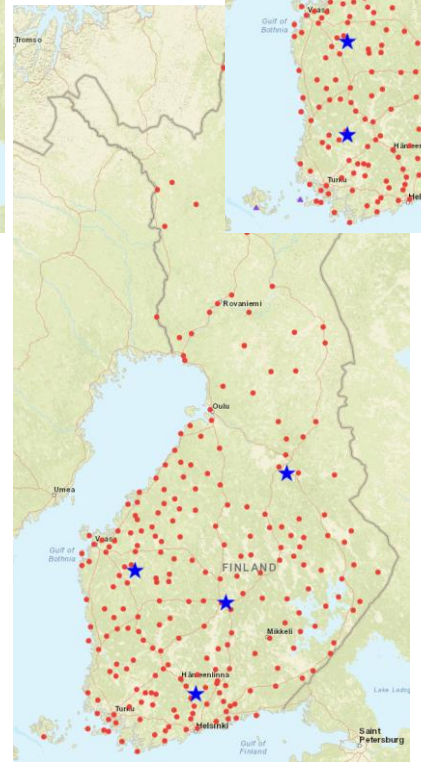
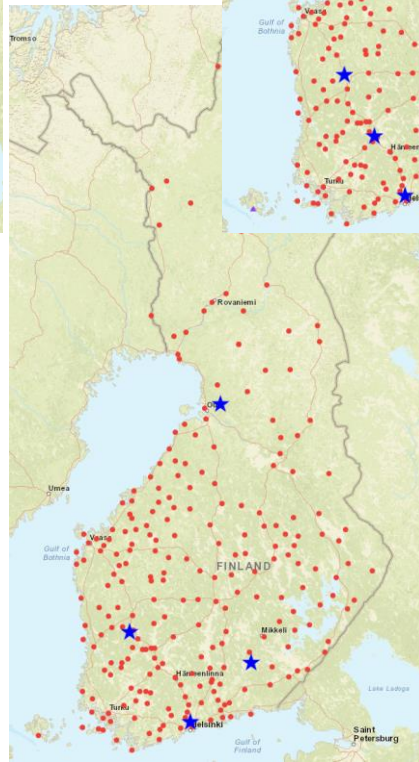
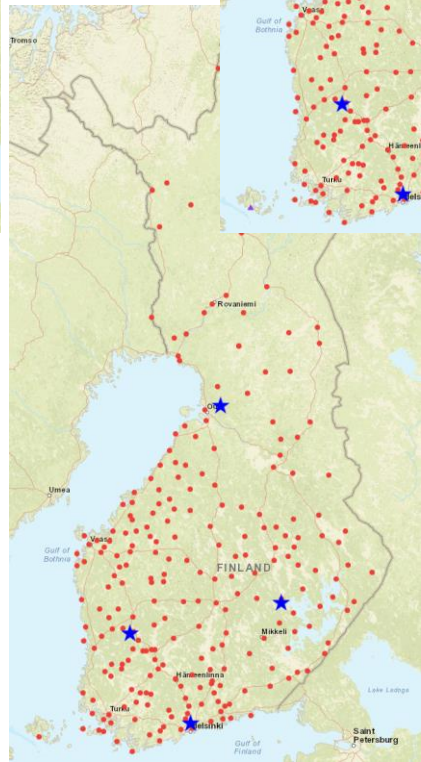
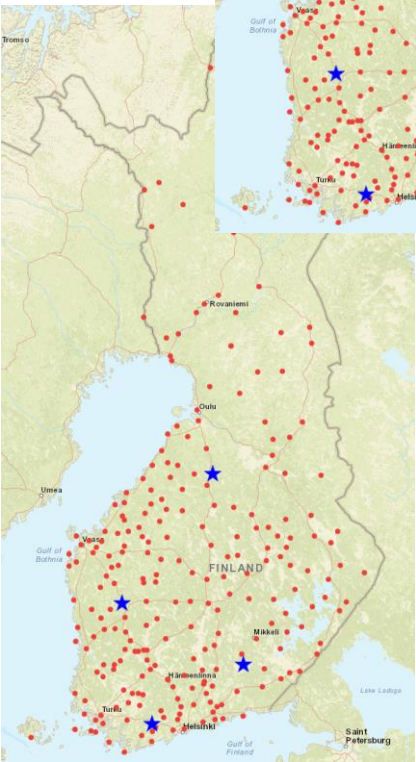
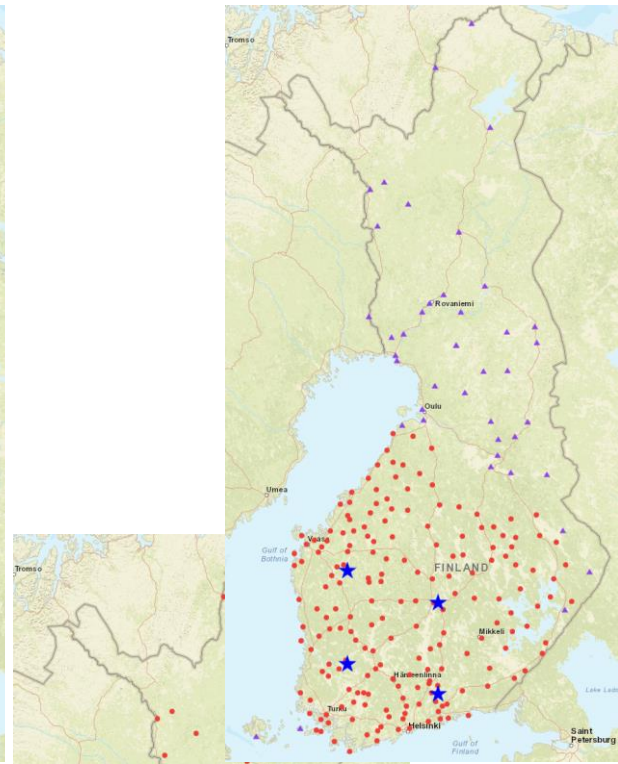
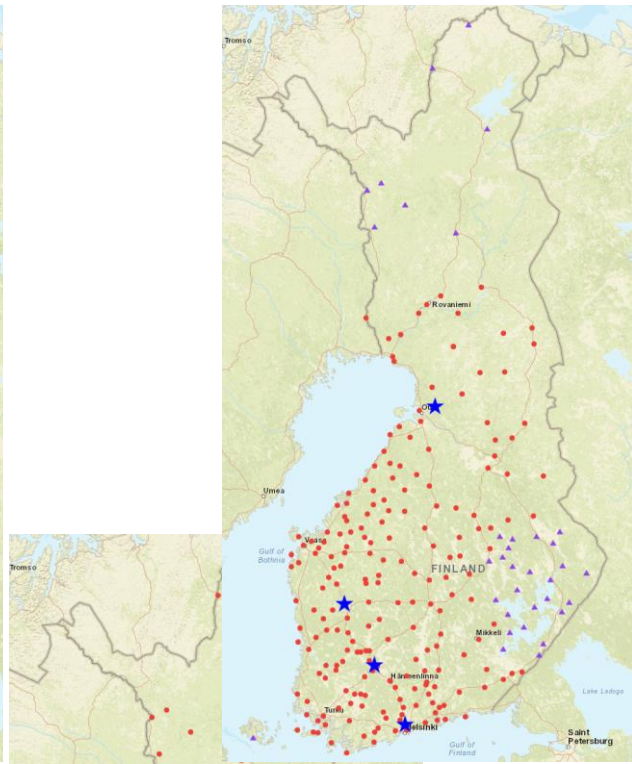
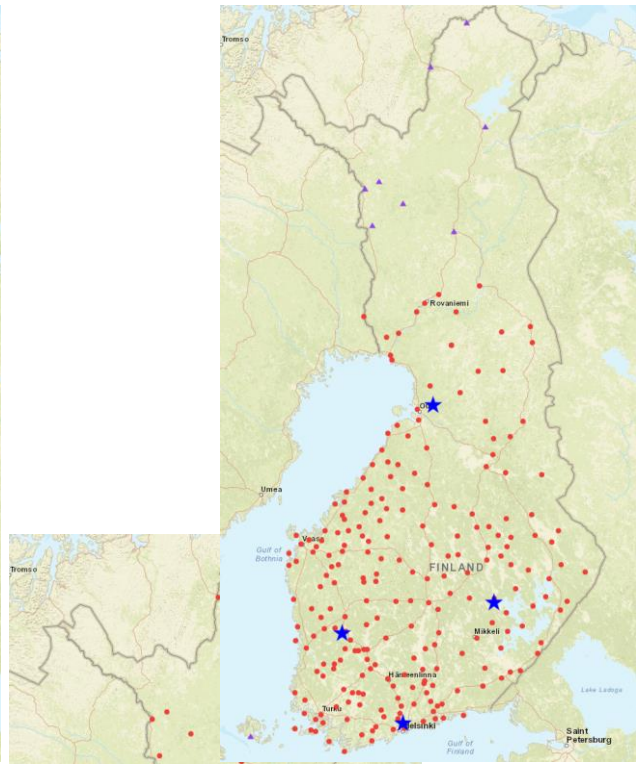
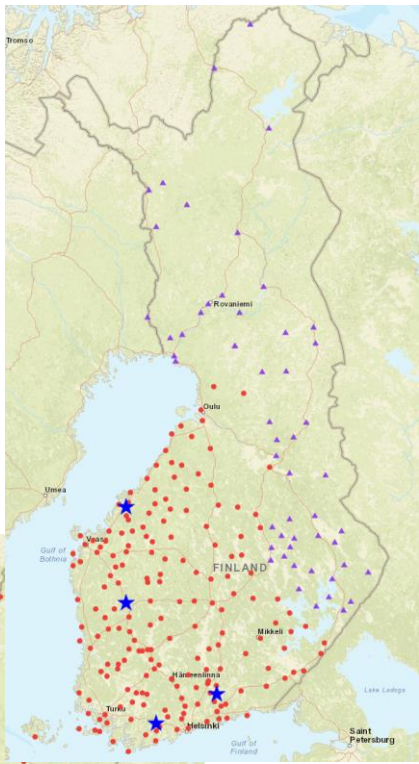


Nykytilanne

Kaikki raakalietteenä

Tehokkaammin kuivattu

”Realistinen tulevaisuus”



Nykytilanne

Kaikki raakalietteenä

Tehokkaammin kuivattu

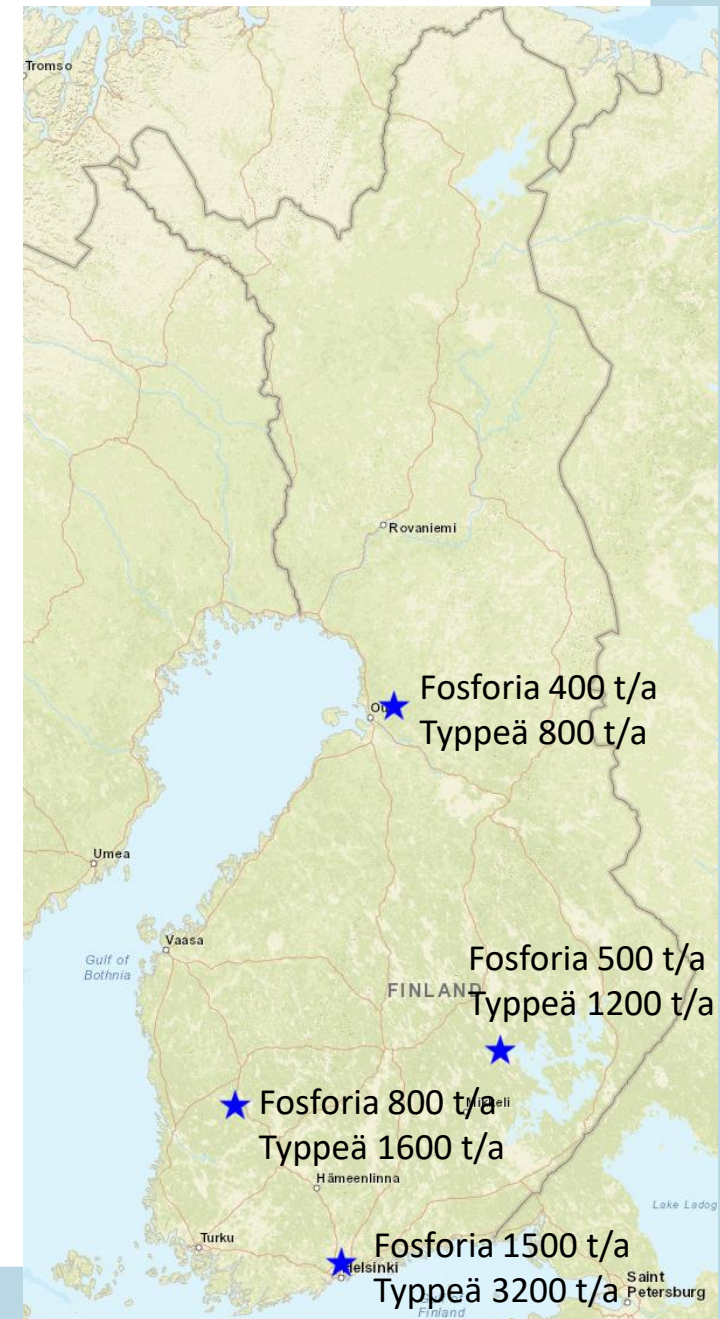
”Realistinen tulevaisuus”

4 laitosta



Raakalietettä	4 laitosta	4 laitosta + 300 km rajoite
Raakalietteen määrä (t/a), kuiva-aineprosentti	730 000, 22 %	720 000, 22 %
Mädätteen määrä (t/a), kuiva-aineprosentti	0	0
Lietteen määrä yhteensä (t/a)	730 000	720 000
Fosforin määrä (t/a)	3300	3200
Typen määrä (t/a)	6900	6800
Energia (GWh/a)	330	325

4 laitosta + 300 km kuljetusrajoite



5



Keskitetty käsittelyratkaisu

KONSEPTIEN VALINTAPERUSTEET

	Terminen kuivaus	Märkähiilto (HTC)	Torrefiointi	Pyrolyysi	Kaasutus	Erillispoltto	Yhteispoltto
Fosforin kierrätys							
	Kyllä, (maanparannusaine)	Vähän referenssejä	Kyllä, (maanparannusaine)	Kyllä, (maanparannusaine)	Vaatii jatkokäsittelyä, tekniikoita olemassa mutta ei käytössä	Vaatii jatkokäsittelyä, tekniikoita olemassa mutta ei käytössä	Ei
Typen kierrätys							
	Kyllä, orgaaninen typpi säilyy (maanparannusaine)	Kyllä, orgaaninen typpi säilyy (maanparannusaine)	Kyllä, orgaaninen typpi säilyy (maanparannusaine)	Kyllä, osa orgaanisesta tuestä säilyy (maanparannusaine)	Ei	Ei	Ei
Haitta-aineiden poisto (mikromuovit, orgaaniset yhdisteet, raskametallit)							
	Ei merkittävää vaikutusta orgaanisiin haitta-aineisiin, raskasmetalleihin eikä mikromuoveihin	Orgaanisista haitta-aineista poistuu osa (tieto puutteellista), voi syntyä haitallisia hajoamistuotteita, ei vaikuta muoveihin. Raskametallit sitoutuvat HTC-hiileen.	Tieto puutteellista. Orgaanisista haitta-aineista poistuu osa, raskametallit sitoutuvat hiileen	Orgaanisista haitta-aineista valtaosa poistuu. PAH-yhdisteitä voi muodostua. Muovit poistuvat. Raskametallit sitoutuvat hiileen, elohopea poistuu	Orgaanisista haitta-aineet poistuu. PAH-yhdisteitä voi muodostua. Muovit poistuvat. Raskametallit säilyvät tuhassa, elohopea poistuu.	Orgaaniset haitta-aineet poistuvat. Muovit poistuvat. Raskametallit säilyvät tuhassa, elohopea poistuu.	Orgaaniset haitta-aineet poistuvat. Muovit poistuvat. Raskametallit säilyvät tuhassa, elohopea poistuu. Tuhkan ominaisuudet määräävät jatkokäytön.
Hiilensidonta							
	Hiili säilyy jakeessa, eikä muunnu prosessissa. Hiilen pysyvyys esimerkiksi maaperässä vaatii lisätietoa	Suurin osa hiilestä säilyy (osin muuntuneena) HTC-hiilessä, osa liuennena nestejakeessa. HTC-hiilen pysyvyys vaatii lisätietoa.	Osa hiilestä säilyy pyrolyysihiilessä, osa päättyy tuotekaasuun. Hiili muuntuu pysyvämpään muotoon	Osa hiilestä säilyy torrefioidussa hiilessä, osa päättyy tuotekaasuun. Hiili muuntuu pysyvämpään muotoon	Hiili palaa hiilidioksidiksi	Hiili palaa hiilidioksidiksi	Hiili palaa hiilidioksidiksi

-Tavoite: ***ulos vain konsentroituneita tuotteita***

**Raakaliete
HTC, 4 laitosta
Suurin laitos**

**Nesteytetty
Biometaan (LBG)**

- 96 GWh/a
- 6 549 tn/a LBG

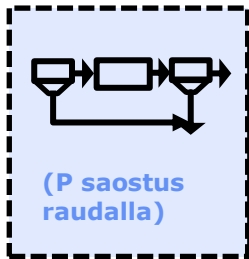
Hiilidioksidi - CO₂

- 13 000 tn/a
- 95% CO₂

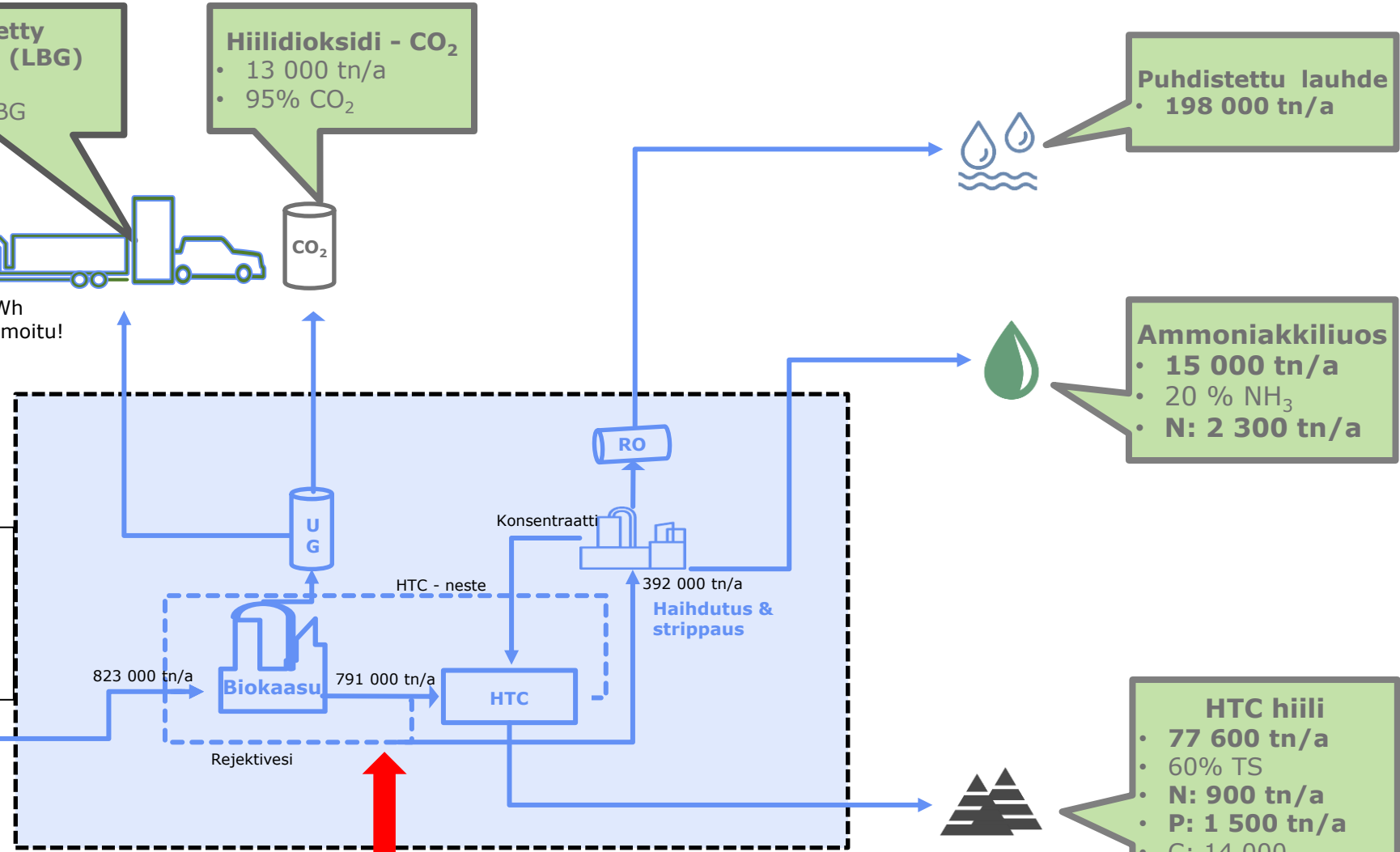
Puhdistettu lauhde

- 198 000 tn/a

Biokaasua yhteensä 161 GWh
Omakäyttö 65 GWh (ei optimoitu!)
sisältää HTC, lämmitys ja
haihturi/stripperi.
ja biokaasun jalostus
amiinipesulla



- 323 000 tn/a
- 24% TS
- 77 500 tnTS
- N : 3 300 tn/a
- P: 1 500 tn/a



Ammoniakkiliuos

- 15 000 tn/a
- 20 % NH₃
- N: 2 300 tn/a

HTC hiili

- 77 600 tn/a
- 60% TS
- N: 900 tn/a
- P: 1 500 tn/a
- C: 14 000

INPUT

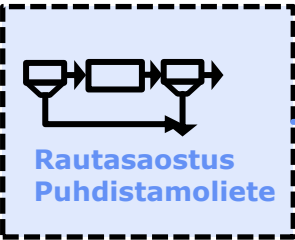
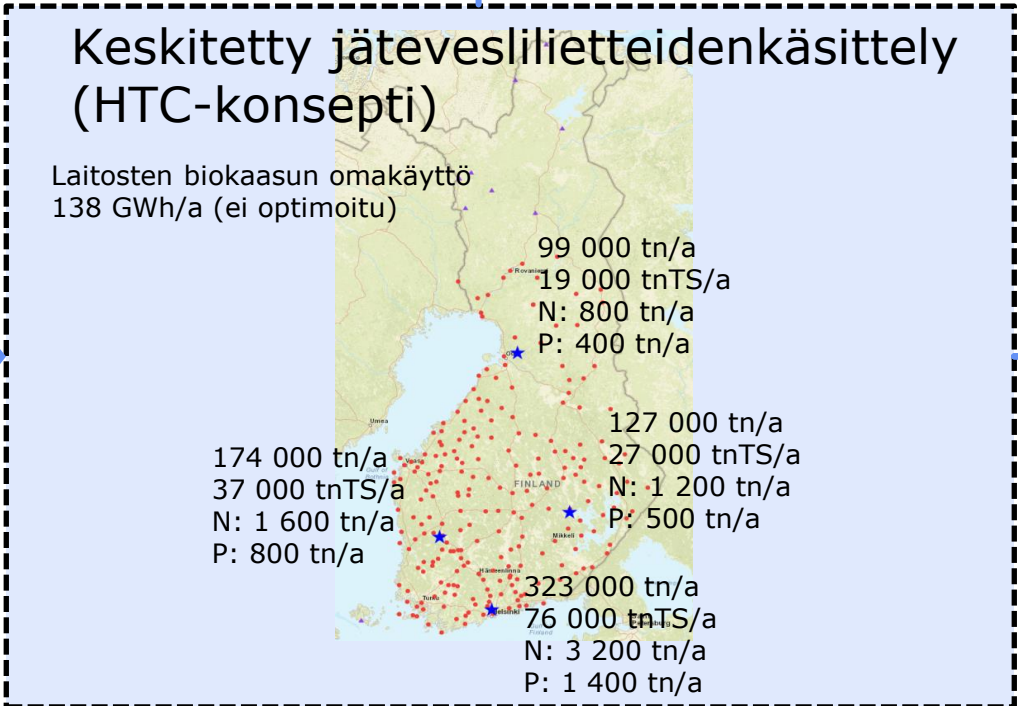
- **Energia**
 - Sähkö 26 Gwh/a
 - Kaikki lämpöenergia biokaasun omakäytöllä
- **Tärkeimmät kemikaalit**
 - Polymeeri - vedenerotus 318 tn/a
 - Vaahdonesto 129 tn/a
 - Aktiivihiili 109 tn/a

LBG
182 GWh

Lietteiden kuljetus
2 900 000 km
15 GWh/a LBG kulutus



Tuotteiden kuljetus
700 000 km
2,8 GWh/a LBG kulutus



- **723 000 tn/a TS 22%**
- **159 000 tn TS/a**
- **N: 6 800 tn/a**
- **P: 3 200 tn/a**



Hiilidioksidi - CO₂

- 26 000 tn/a
- Ei mukana kuljetuksissa



Puhdistettu lauhde

- 462 000 m³/a
- Ei mukana kuljetuksissa



Ammoniakkivesi

- 32 000 tn/a (20%)
- 5 000 tn N/a



HTC - Hiili

- 163 000 tn/a
- (TS 60%)
- 3 200 tn P/a
- 1 800 tn N/a
- 29 000 tn C/a

6



Ravinnetuotteet

Järkki konseptin ravinnetuotteet

- **TYPPI:** Ammoniakkivesi teollisuuteen, ei käyttökelpoinen maatalouslannoite
 - Voidaan valita ammoniumfosfaatin tai ammoniumnitraatin tuotanto
- **FOSFORI:** Sitoutuneena hiilijakeeseen (HTC hiili tai pyrolyysihiili), hidasliukoinen
 - Mikäli rautasaostuksesta luovutaan (esim. Ravita-prosessin käyttöönotto), myös struviitin saostus mahdollista



Typpituote

- Ammoniakkivesi
- Ammoniumsulfaatti
- Ammoniumnitraatti
- (Ammoniumfosfaatti)



Hiili / fosforituote

- HTC hiili
- Lietehiili (pyrolyysi)



Fosforituote

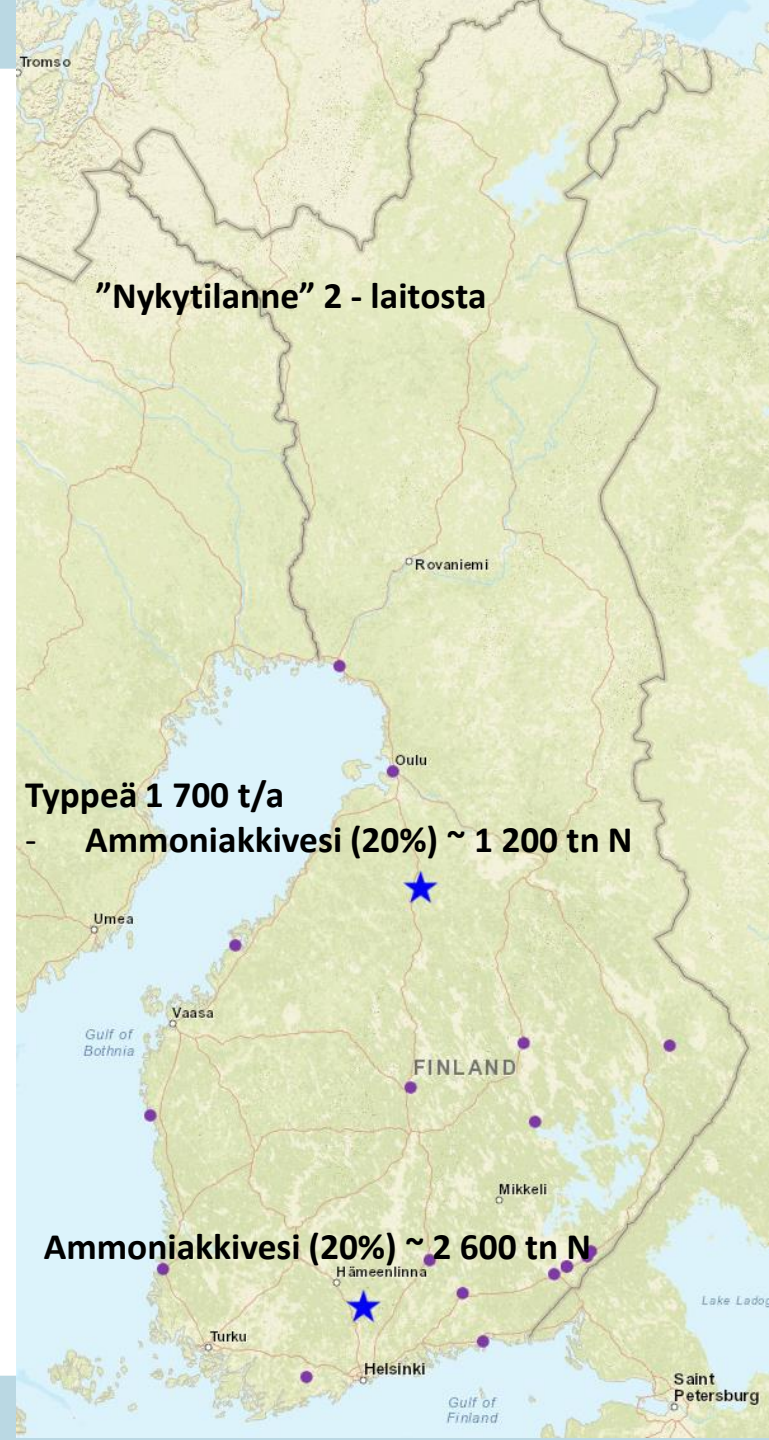
- Struviitti

Ravinteiden käyttö

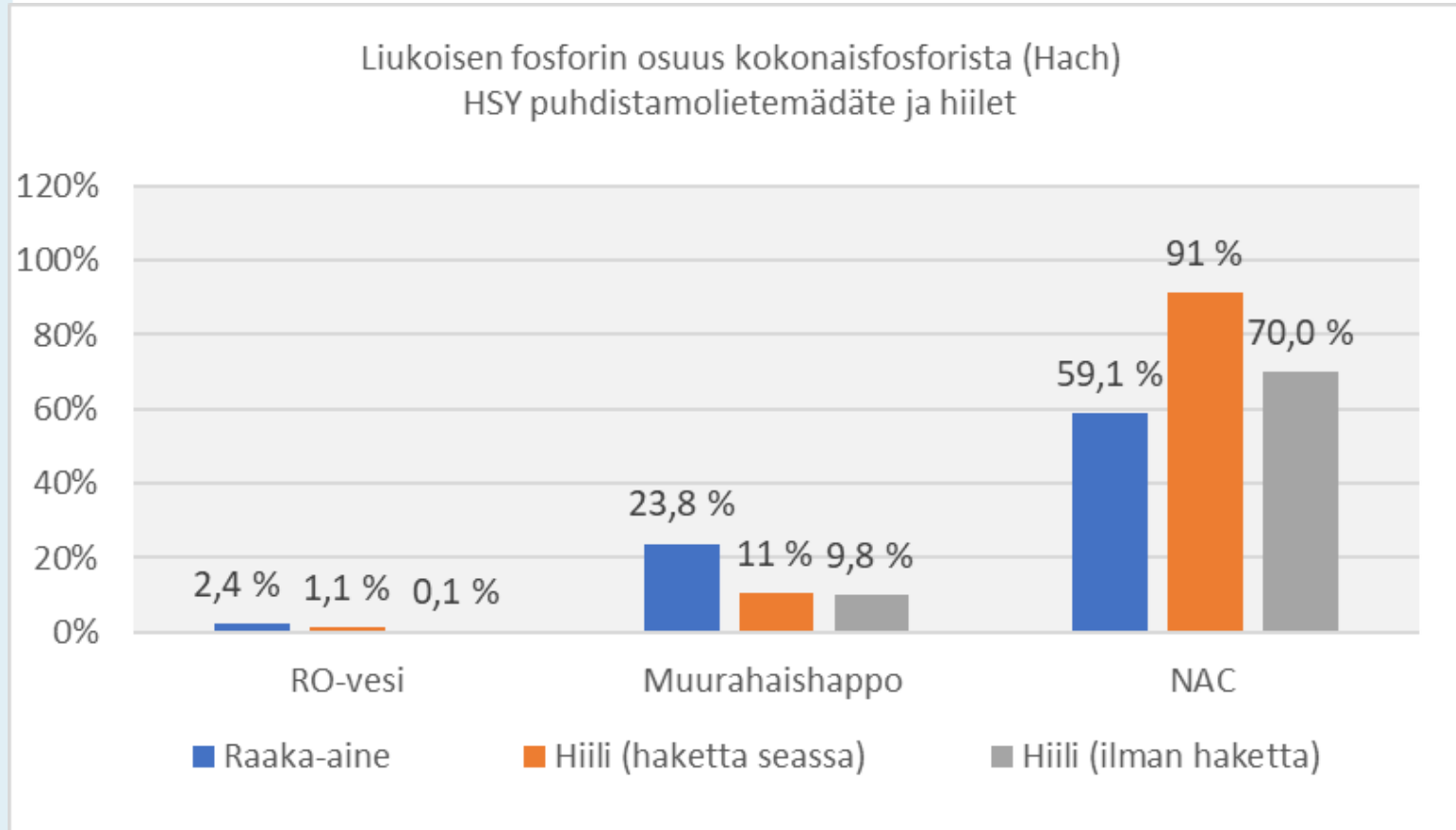
- Typpituotteet
 - Ammoniakkivesi metsäteollisuuteen?
 - Metsäteollisuuden typen vuotuista käyttöä ei tilastoitu ja tarpeesta ei selvää kuvaa
 - 3 600 tnN/a* - jopa 10 000 tnN/a

*(In Forestry) Use of recycled nutrients in biological wastewater treatment Ahvenainen, Sonja (2017)

- Ammoniumsulfaatti tai ammoniumnitraatti maatalouteen?



RAHI –hanke, Jäteveden ravinteiden ja hiilen kokonaisvaltainen talteenotto



- Hankkeen uuttokokeissa tutkittiin mm. puhdistamolietemädätteen ja lietehiilen fosforin liukoistumista
- Fosforin liukoisuus neutraaliin ammoniumsitraattiin (NAC) indikoi kasvien fosforin saatavuutta pitkällä aikavälillä
- RO-vesiliukoisuus kuvaa heti saatavilla olevaa fosforia