

Renotech Oy / Logistiikkaprojekti

loppuesitelmä

Tuhkan hyötykäyttöön liittyvän logistisen ketjun suunnittelu

Ville-Pekka Johansson

Projektiin liittyvä verkosto

Renotech Oy

Turun AMK

Varsinais-Suomen liitto
projektien seuranta

Turun kaupungin kiinteistöliikelaitos
informaatiota maa-ainesprojekteista
tulevaisuudensuunnitelmat

Fortum / Turun Seudun Energiantuotanto Oy
voimalaitosvierailut

Meriaura
laivakuljetusten laskelmat



Tuhkanjalostuskonsepti

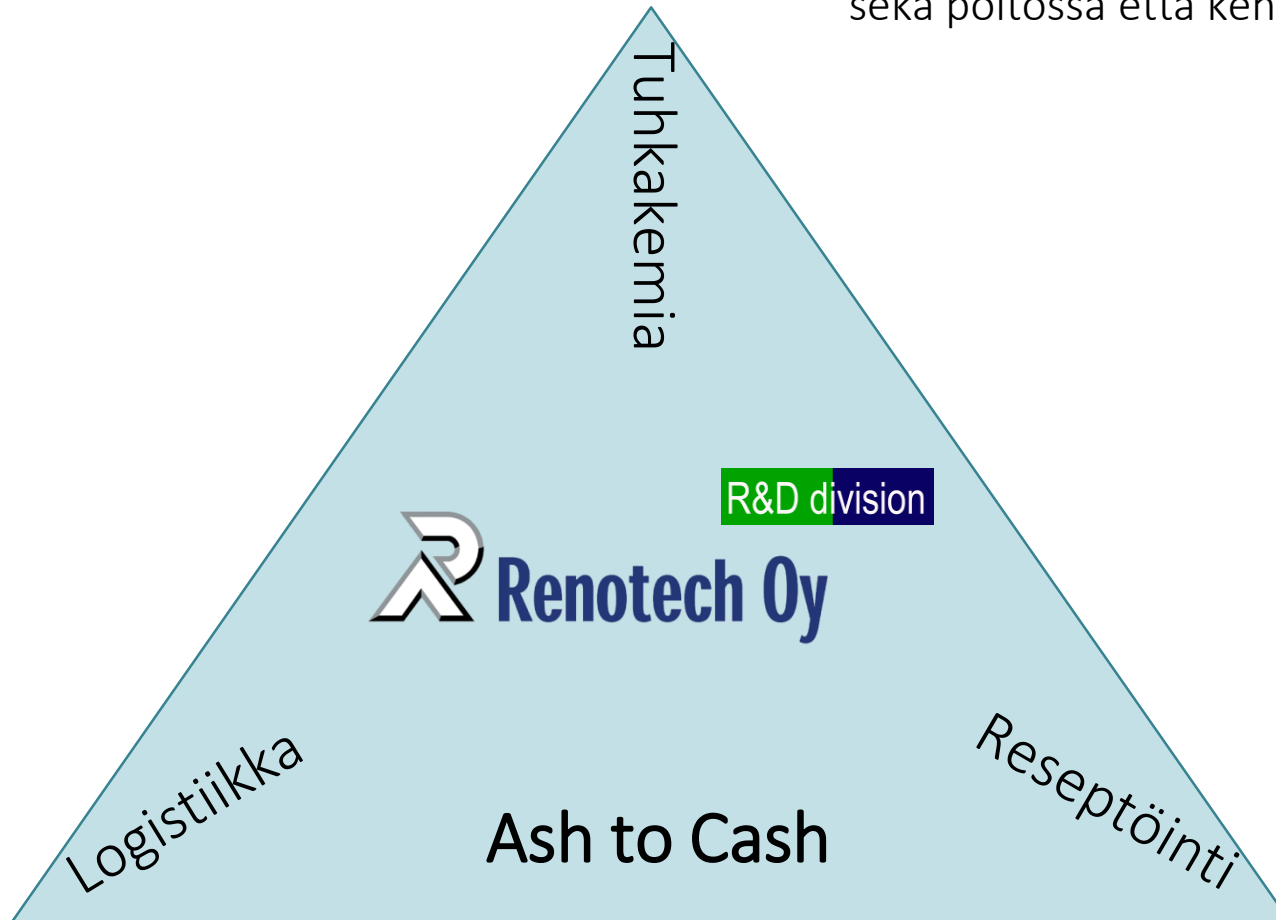
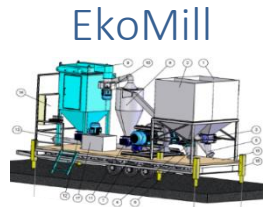


Tuhkakemia:

Tuhkien reaktiivisuuden arviointi ja muokkaaminen sekä poltossa että kentällä

Logistiikka:

Tuotantomäärien ja loppukäytön logistiikkaketjun optimointi. Esim. välivarastoinnin selvitystyö



Reseptointi:

Tuhka-savi, tai maainesreseptien optimointi. Pakkautuvuuden optimointi



Mitä lentotuhka on ?

Voimalaitoksen savukaasuista erotettava kevyt tuhka- ja

Harmaata / ruskeaa

Hienojakoista, jauhemaista

Partikkelikoko 0,002 – 0,06 mm

Ominaispaino vaihtelee tuhkan alkuperästä riippuen

Puutuhka 0,21 – 0,51 t/m³

Turvetuhka 0,5 – 1,1 t/m³

Kivihiilituhka 2,0 – 2,5 t/m³



Projektin tavoitteet

Oppia hyödyntämään voimalaitoksista saatavaa lentotuhkaa

Työstää logistinen ketju tuhkakuljetuksille

Ideoida tuhkan välivarastointia



Projektiin kuuluvia työtehtäviä

karttatyöskentely

voimalaitosten puhelinhaastattelut
informaation tarkastaminen

haastateltiin 48 puu- ja turvevoimalaa sekä 5 kivihiilivoimalaa

kustannuslaskelmat auto / juna / laivakuljetus

kartoitetaan välivarastointitiloja

listataan yhteistyökumppaneita



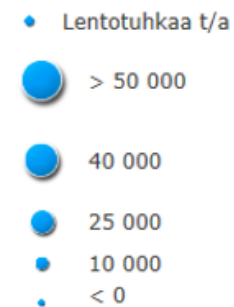
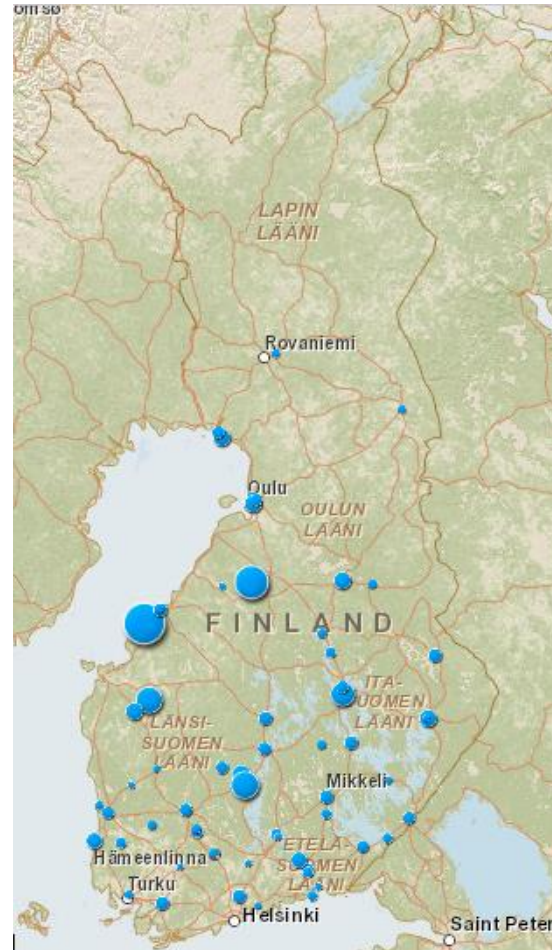
Voimalaitosten havainnollistaminen kartalle

suoritetaan taulukointi
voimalaitokset
koordinaatit
lentotuhkamäärä t/a

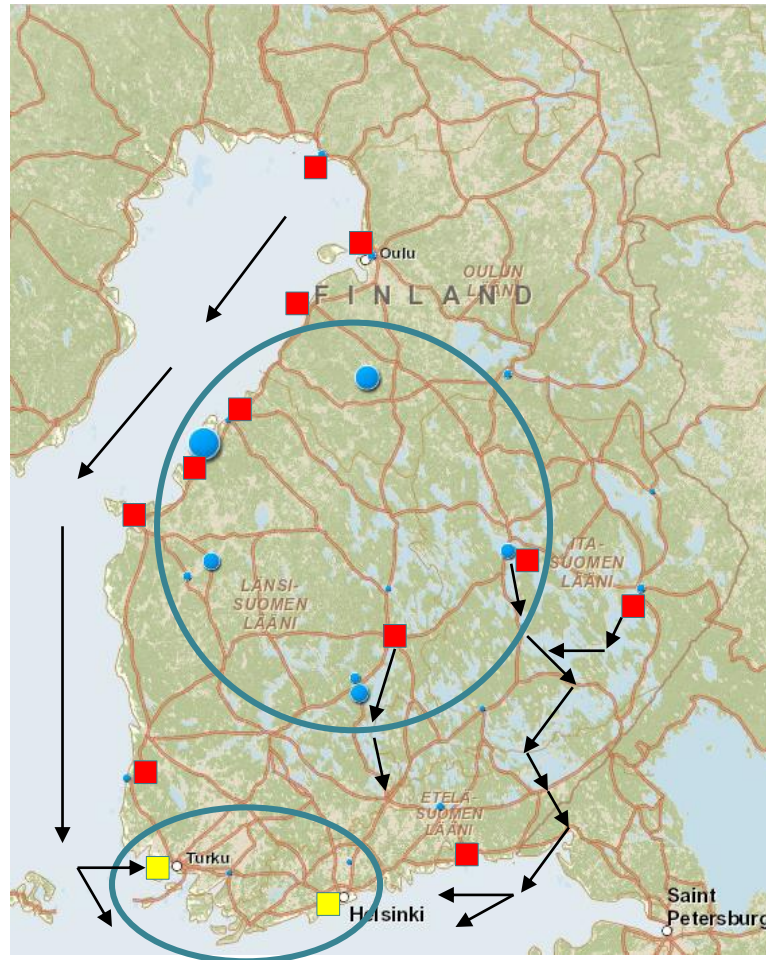
piirretään data karttapohjalle
Arc GIS Online



Puun ja turpeen poltto / lentotuhkan määrä / kaikki voimalaitokset



Puu- ja turvevoimalat / lentotuhkan laivakuljetusreittejä



■ lastausatamat

■ välivarastot

• Lentotuhkaa t/a

● > 50 000

● 40 000

● 30 000

● 20 000

● < 10 000

Sisävesikuljetukset

Saimaa

rahtisatama Kuopiossa ja Joensuussa
kuljetukset merelle Saimaan kanavan kautta
väylät talvisaikaan jäässä
kanava suljettu tammikuun lopulta huhtikuun alkuun

Päijänne

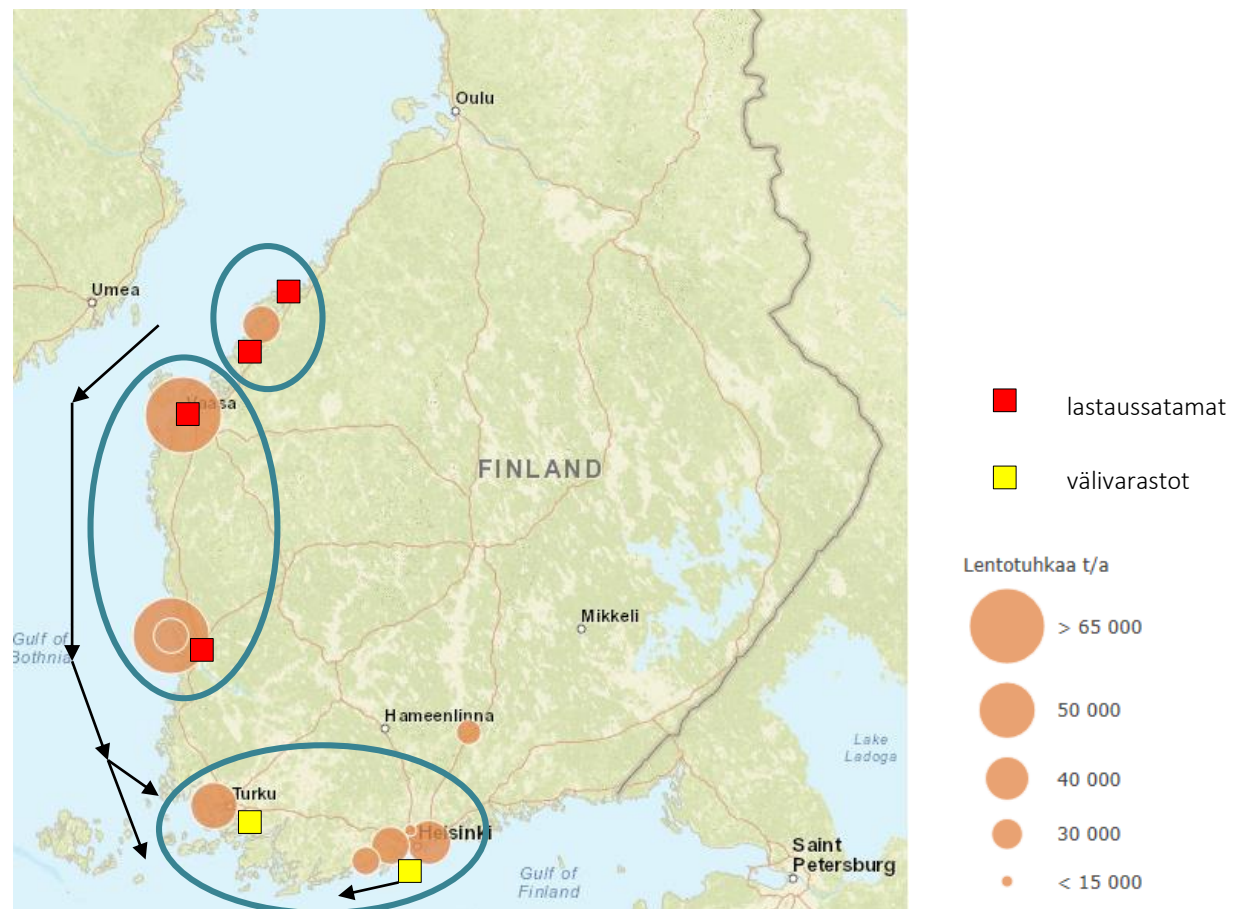
rahtisatama Jyväskylässä ja Lahdessa
ei satamaa Kaipolassa, Jämsässä, Vääksyssä
Vääksyn kanava
ei sopivaa yhteyttä Kymijoen kautta merelle

Rajoituksia

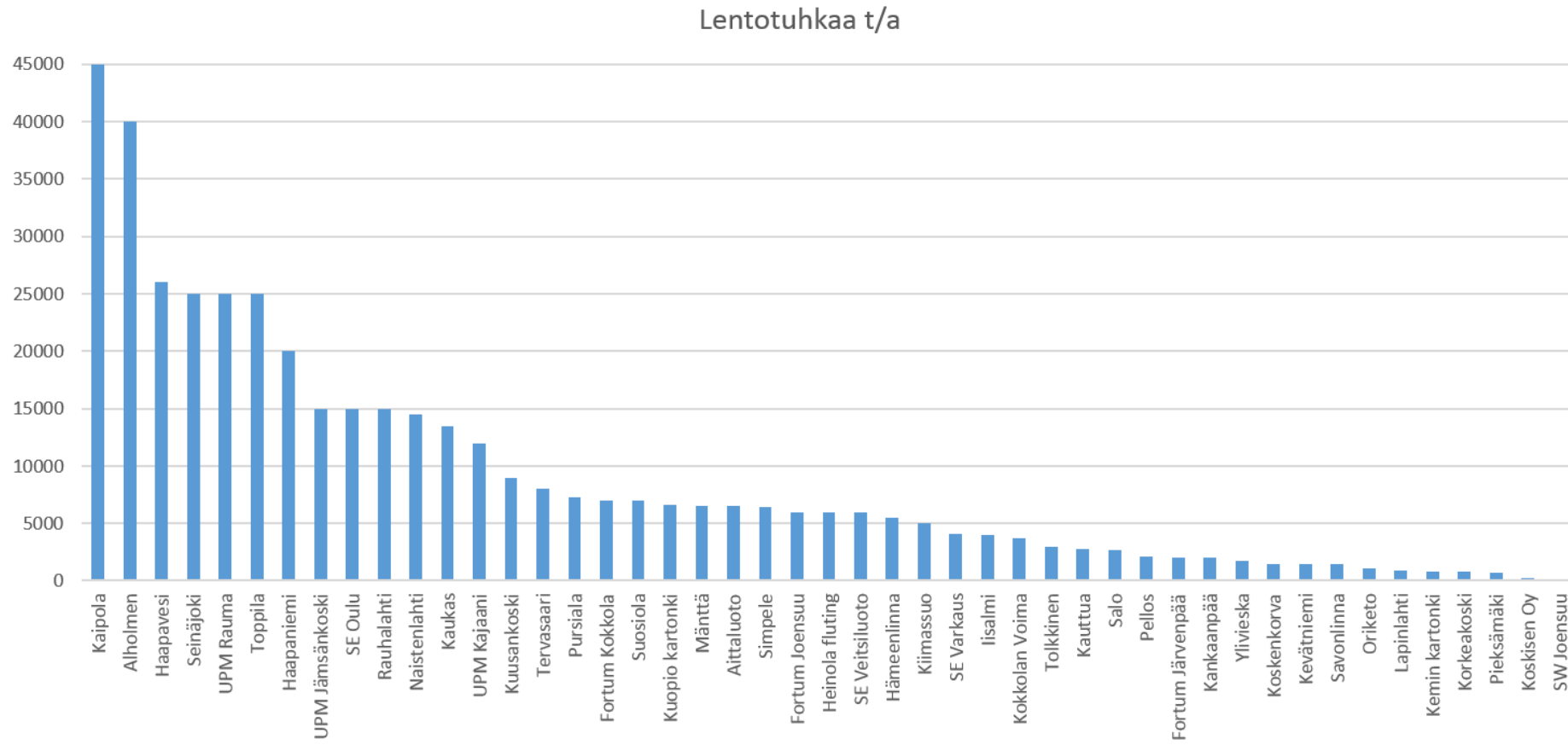
pölyäminen
lupien oltava kunnossa



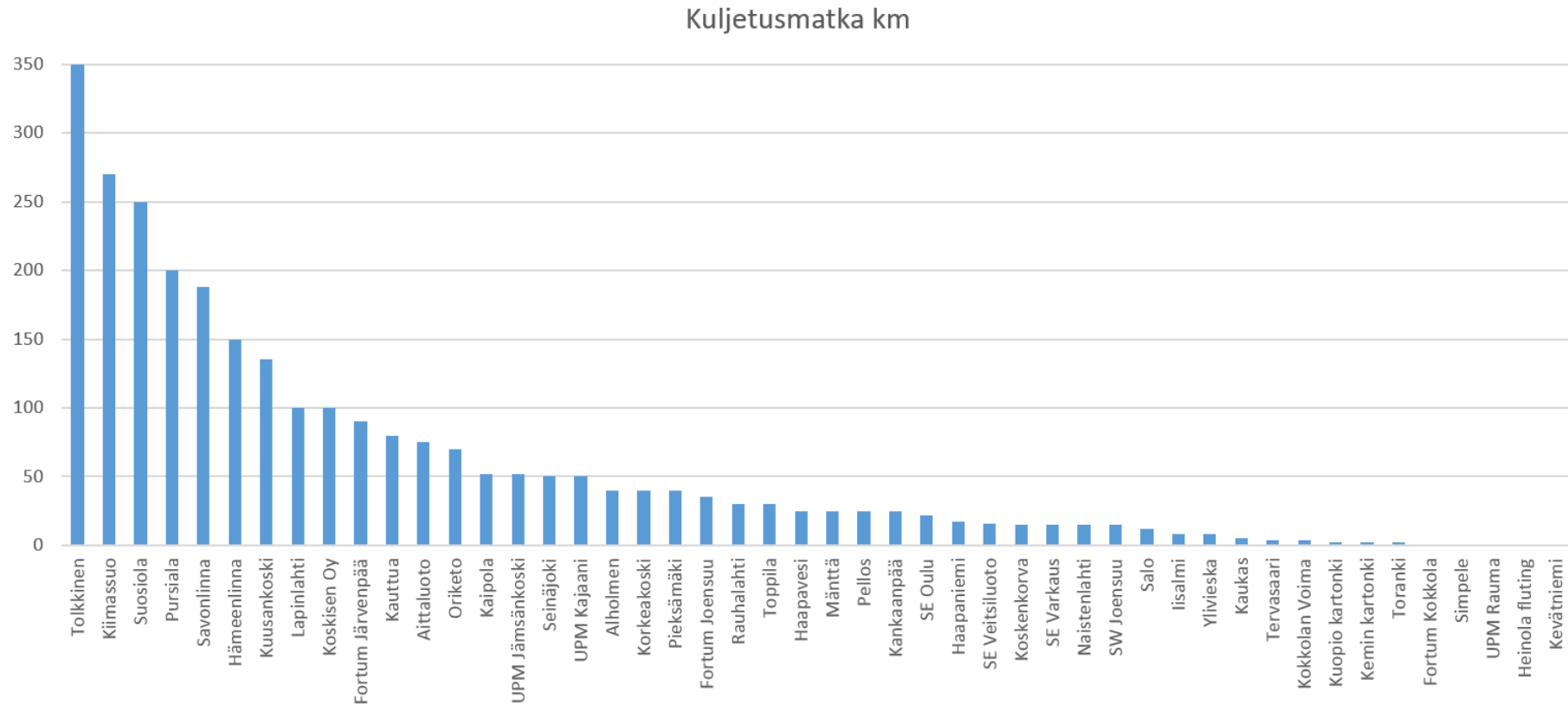
Kivihiilivoimalat / lentotuhkan laivakuljetusreitit



Puu- ja turvevoimalat / syntyvän lentotuhkan määrä t/a / haastattelut kesällä 2015

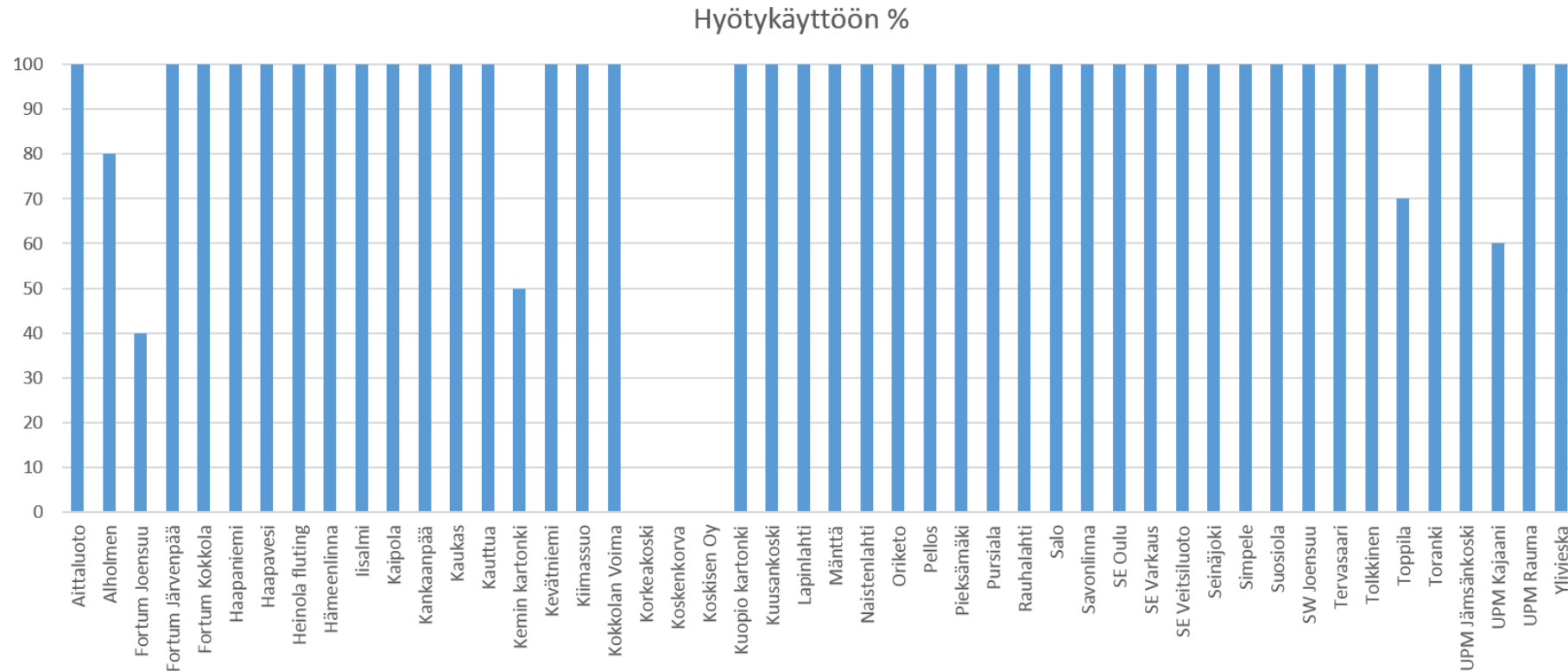


Puu- ja turvevoimalat / lentotuhkan kuljetusmatka voimalaitokselta loppukäyttäjälle / haastattelut kesällä 2015



Datan keskiarvo = 57 km, mediaani = 25 km

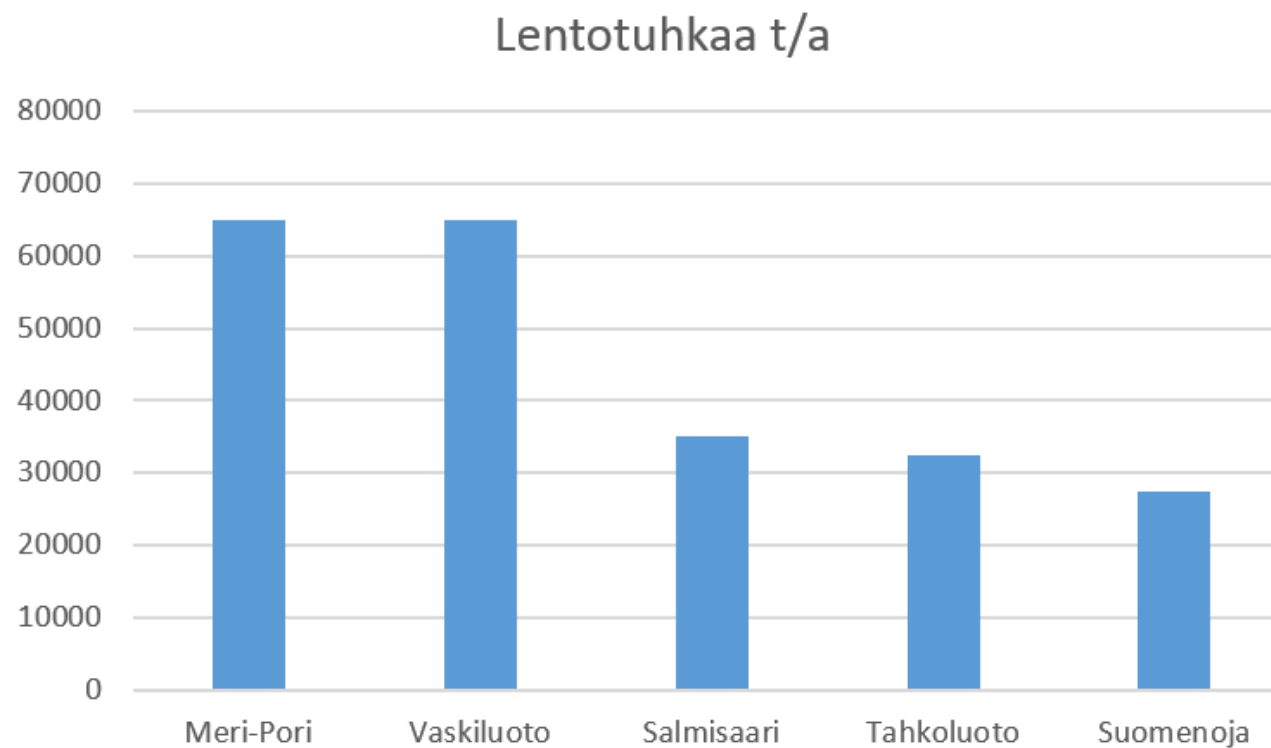
Puu- ja turvevoimalat / lentotuhkasta hyötykäyttöön % / haastattelut kesällä 2015



Ristiriita haastattelun tuloksissa:
Lentotuhkan sijoitus kaatopaikalle
ilmoitetaan 100 % hyötykäyttönä

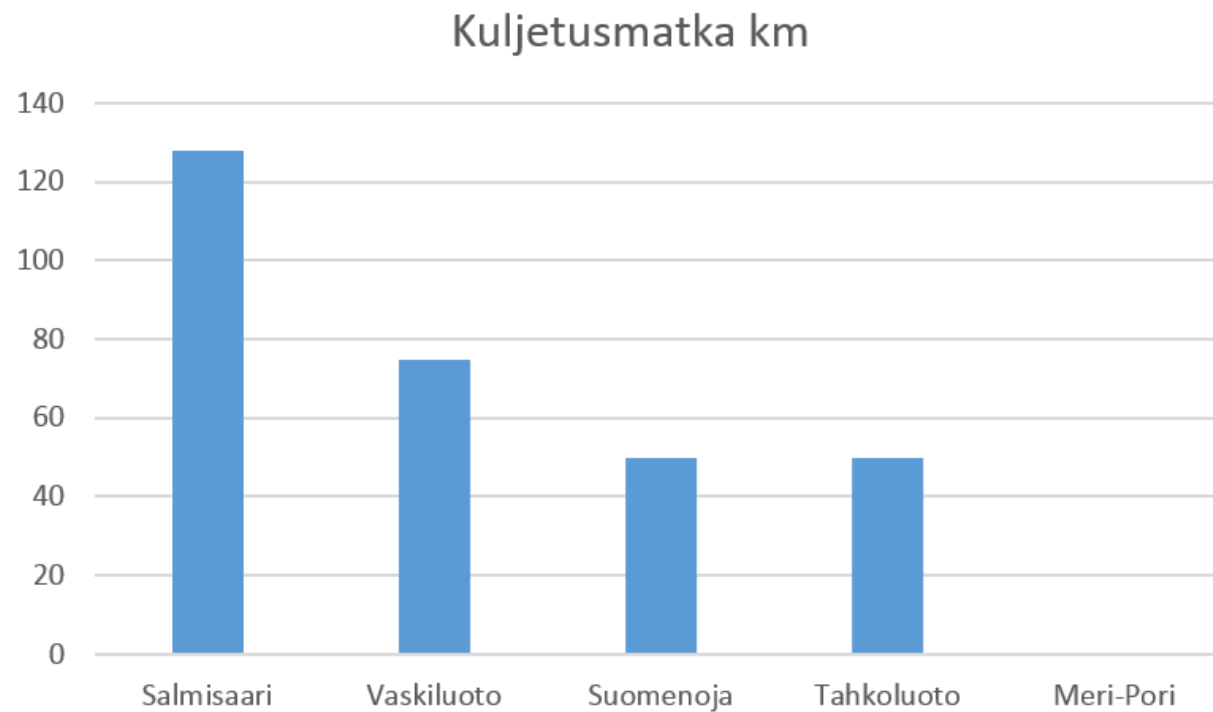
Hyötykäyttöaste on todennäköisesti näin korkea koska tuhkaa voidaan käyttää voimalaitosten omien käsittelykenttien pohjarakenteisiin, maisemointiin ja muihin vastaaviin tarkoituksiin.

Kivihiilivoimalat / syntyvän lentotuhkan määrä t/a / haastattelut kesällä 2015



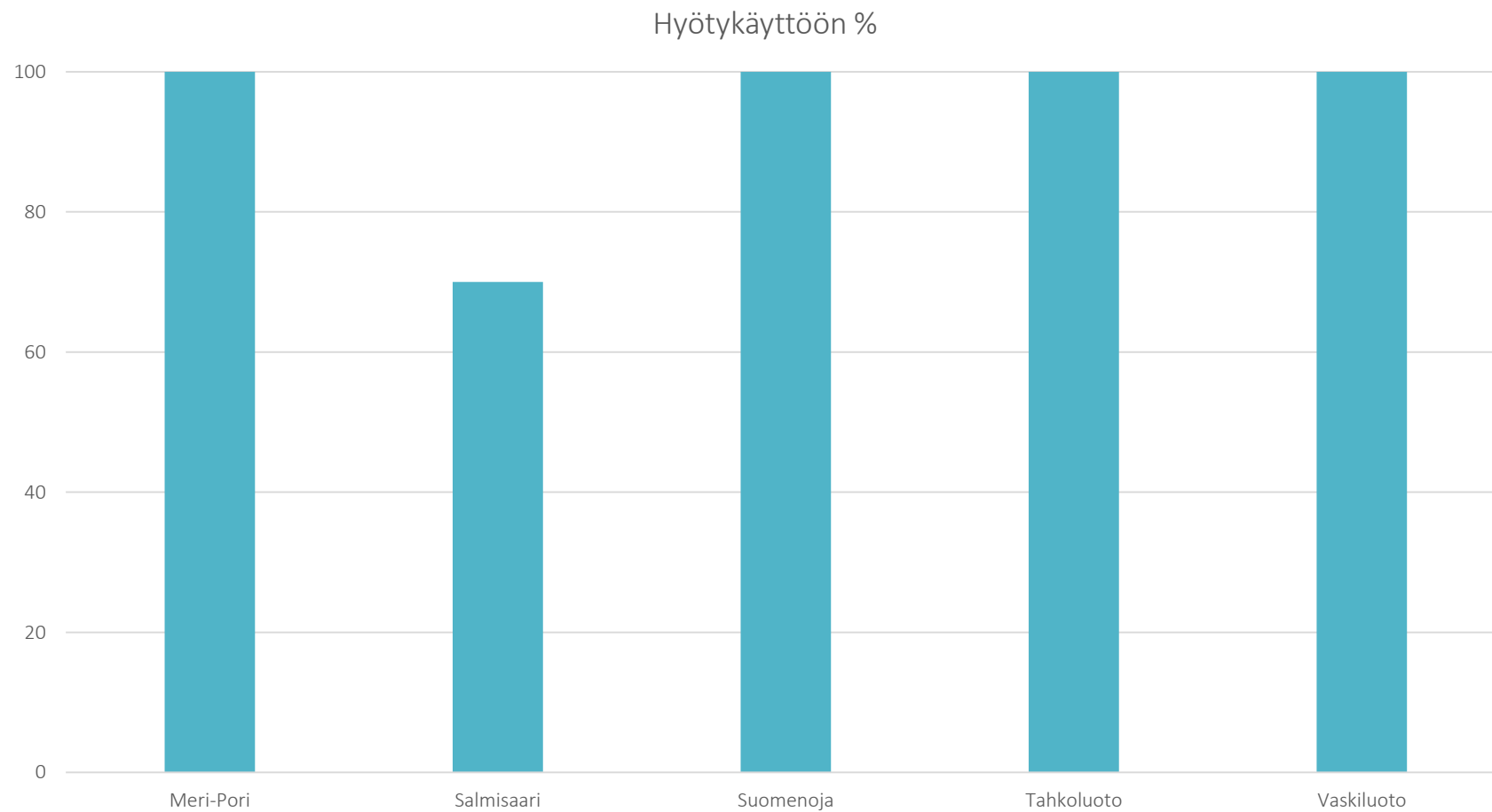
Vaskiluoto ja Tahkoluoto ovat tällä hetkellä seisokissa.

Kivihiilivoimalat / lentotuhkan kuljetusmatka voimalaitokselta loppukäyttäjälle / haastattelut kesällä 2015



Datan keskiarvo = 61 km, mediaani = 50 km

Kivihiilivoimalat / lentotuhkasta hyötykäyttöön % / haastattelut kesällä 2015



Lentotuhkan logistinen prosessi

Prosessissa on 10 vaihetta

polttoaine tuodaan voimalaitokselle
lentotuhka syntyy voimalaitoksen prosessissa
siirto varastoon
varastointi 1
lastaus
kuljetus kuorma-autolla / laivalla / junalla
purku
varastointi 2
siirto loppukäyttäjälle
loppukäyttäjä käyttää lentotuhkan

Kuljetukset Pietarsaari - Naantali

Valittiin tutkimuksen kohteeksi

Mahdollisuus kuljettaa **autolla / laivalla / junalla**

Pietarsaari / Alholmens Kraft

Keskeinen puu- ja turvevoimala

Tärkeä lentotuhkan tuottaja



Naantalin satama

Hyvät logistiset yhteydet **autolla / laivalla / junalla**

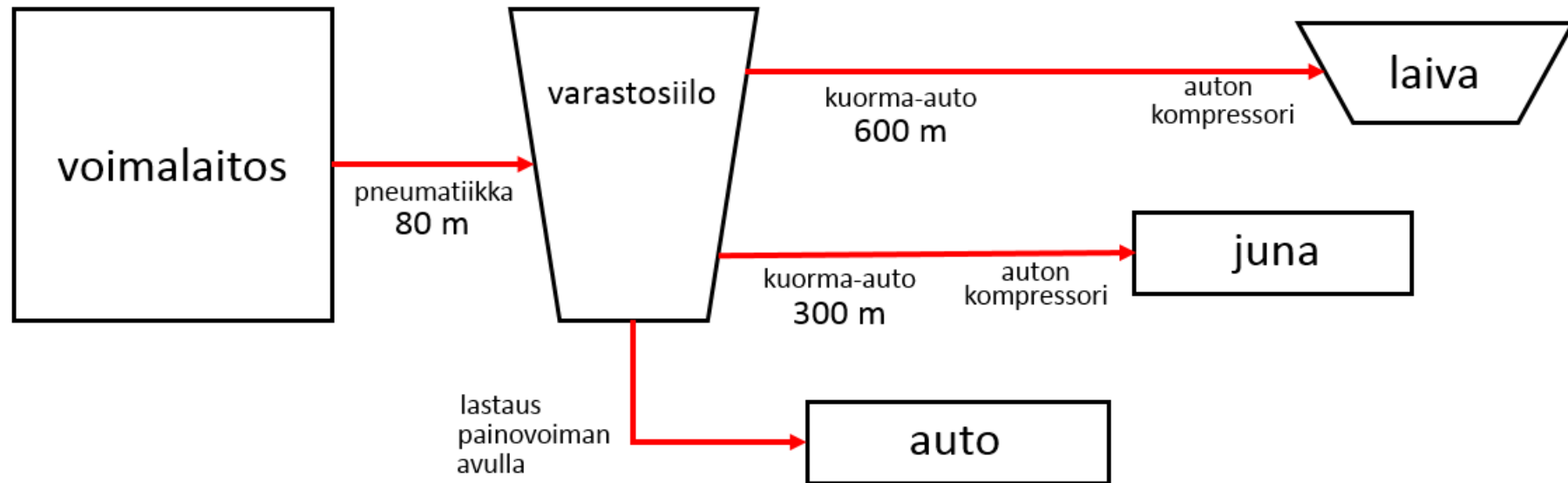
Keskeinen sijainti Turun seudulla

→ sopiva lentotuhkan varastopaikaksi



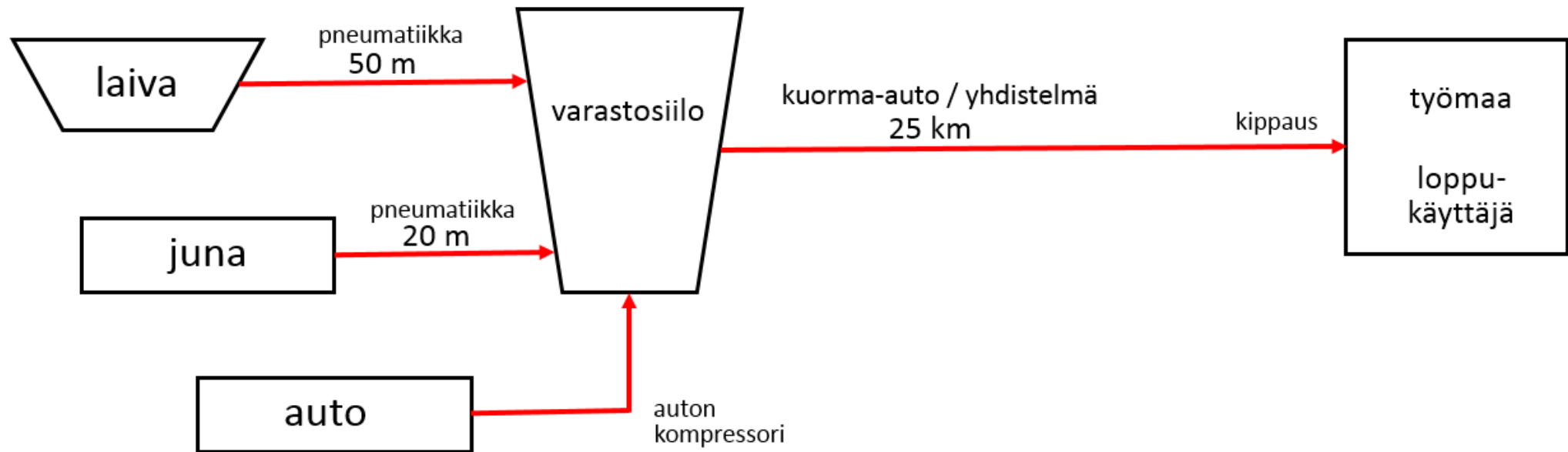
Kuljetuksen lähtötilanne Pietarsaassa

Mallinnus Alholmens Kraft 15.1.2016



Logistinen toiminta Naantalissa

Mallinnus Stevena 15.1.2016



Kuljetuskustannusten laskenta

Lasketaan kuljetuskustannukset lentotuhkan maantiekuljetuksille
minkälainen auto tarvitaan
€/km, €/t, €/h

Rautatiekuljetusten kustannukset Fennia Rail, VR
siirtolastausten kustannukset

Laivakuljetusten kustannukset Meriaura
siirtolastausten kustannukset

Näiden vertailu

Johtopäätökset



Maantiekuljetusten kustannuslaskelma

Yritys A

Haapaveden voimalaitos

kuorma-auto

35 t, 4-akselinen

kuljetusmatka 10-40 km

Yritys B

Pursialan voimalaitos, Mikkeli

yhdistelmä

76 t, 9-akselinen

kuljetusmatka 200 km



Maantiekuljetuksen hintalaskelma

Perustuu täysperävaunuyhdistelmän
mallinnukseen (yritys B)

Ajosuorite 854 km

Pietarsaari - Naantali - Pietarsaari			
kilometrihinta € / km			
	paluu 0	paluu 50 %	täysi mepa
vetoauto	1,33	1,40	1,47
perävaunu	0,15	0,15	0,15
yhdistelmä	1,48	1,55	1,62
tuntihinta € / h			
	paluu 0	paluu 50 %	täysi mepa
vetoauto	87,24	91,99	96,74
perävaunu	10,00	10,00	10,00
yhdistelmä	97,24	101,99	106,74
tonnihinta € / t			
	paluu 0	paluu 50 %	täysi mepa
vetoauto	27,00	18,12	13,97
perävaunu	3,09	1,97	1,44
yhdistelmä	30,09	20,09	15,41

Laivakuljetuksen hintalaskelma

Meriaura suoritti mallinnuksen

Kuivabulkkialus

Jääluokka 1A

Rahtitilavuus 5500-6000 m³

Rahdin paino 2800-3500 t

Pituus 90 m

Leveys 14 m

Syväys vajaan 6 m

DWT 4500

Merimatka	
laivan päivittäinen vuokra €/vrk	5500
matkan pituus mpk	300
laivan nopeus kn	10,5
matka-aika Pietarsaari-Naantali h	28,6
matka-aika Pietarsaari-Naantali vrk	1,2
laivan teoreettinen käyttöaika vrk	3,4
viivästyskerroin	1,2
laivan todellinen vuokra-aika vrk	4,1
laivan vuokra €	22704
laivan polttoaineenkulutus t/vrk MGO	8,3
matkan vaatima polttoaine t MGO	9,88
polttoaineen tonnihinta €/t	350
polttoaineen hinta €	3458
laivan positiointiaika vrk	0,7
positiointimatkan hinta €	5884
viikonloppuriski €	5500
merimatkan kustannukset €	37546

Rautatiekuljetuksen kustannukset

omp (LT) = 0,5 t/m³

m(LT) = 3000 t

V(LT) = 6000 m³

Etäisyys Pietarsaari – Naantali

= 448,1 km

Fennia Rail 47 050 €

Hakonen / Oulun yo 43 008 €

LVM 53 772 €

Metsäteho Oy 59 149 €

Liikennevirasto 39 831 €

Kuljetuksen keskihinta 48 562 €

Hintalaskelmien yhteenveto

	laiva	juna	auto paluu 0	auto paluu 50 %	auto mepa
siirto varastoon €	2100	2100	2100	2100	2100
varastointi 1 €	15000	15000	15000	15000	15000
lastaus €	12090	12090	627	627	627
laivakuljetus €	57446				
rautatiekuljetus €		48562			
autokuljetus €			90270	60270	46230
purku €	1650	1500	1255	1255	1255
varastointi 2 €	15000	15000	15000	15000	15000
siirto loppukäyttäjälle €	22830	22830	22830	22830	22830
yhteensä €	126116	117082	147082	117082	103042
tonnihinta €/t	42,04	39,03	49,03	39,03	34,35

Autokuljetuksen vaihtoehtoja

	auto	auto	auto	auto	auto
	paluu 50 %	paluu 50 %	paluu 50 %	paluu 50 %	mepa
	2 varastointia	alkuvarastointi	loppuvarastointi	ei varastointia	ei varastointia
siirto varastoon €	2100	2100			
varastointi 1 €	15000	15000			
lastaus €	627	627	627	627	627
autokuljetus €	60270	60270	60270	60270	46230
purku €	1255	941	1255	941	941
varastointi 2 €	15000		15000		
siirto loppukäyttäjälle €	22830		22830		
yhteensä €	117082	78938	99982	61838	47798
tonnihinta €/t	39,03	26,31	33,33	20,61	15,93

Välivarastointikohteiden kontaktointi

Puhelut marraskuussa 2015

kohde	alue	kiinnostus	siilokapasiteettia
A	Länsi-Uusimaa	1	kyllä
B	Länsi-Uusimaa	1/0	ei
C	Länsi-Uusimaa	1	ei
D	Kaakkois-Suomi	2	kyllä
E	Varsinais-Suomi	2	kyllä
F	Varsinais-Suomi	2	kyllä
G	Satakunta	0	ei
H	Varsinais-Suomi	0	ei
I	Itä-Uusimaa	1	ei
J	Länsi-Uusimaa	2	kyllä

2 = selkeästi kiinnostunut, 1 = jonkin verran kiinnostunut, 0 = ei kiinnostusta

Johtopäätökset

Logistiikkaprojekti

Välivarastointi

Eräät potentiaaliset yhteistyökumppanit selkeästi kiinnostuneita tuhkaliiketoiminnasta

→ ideaa on jo valmisteltu vuosien mittaan

Suurinta osaa haastatelluista yrityksistä yhteistyö kiinnosti ainakin jonkin verran



Autokuljetus

Hyvin kilpailukykyinen jos saadaan vähintään 50 % paluukuormia

Selkeästi kallis mikäli ei paluukuormia

Hinnaltaan erittäin kilpailukykyinen jos varastoinnin osuus on pieni



Laivakuljetus

Hinnaltaan suhteellisen kilpailukykyinen

Laskelma on tehty yksittäisille laivakuljetuksille

Tässä vaiheessa ei menopaluuuliikennettä

Mikäli käytössä halvempi laiva → kuljetuksen tonnihinta tasolle 38-40 €/t



Rautatiekuljetus

Huomattavan ympäristöystävällinen tapa kuljettaa

Hinnaltaan kilpailukykyinen

Laskelmat perustuvat kustannusfunktioihin

→ Tarvitaan tarkemmat kustannuslaskelmat

VR / Fennia Rail → motivointi

Mukaan tarvitaan asiantunteva kontaktihenkilö



Ideoita tulevaisuuteen

InnoCont – kontit

Biomassakuljetukseen



Megakontit

Lentotuhkatehtaana, -varastona

Kuljetus kansilastilaivalla



Proomu

Lentotuhkatehtaana, -varastona



Kiitos