

# Kiinteiden biopolttoaineiden terminaaliratkaisut tulevaisuudessa

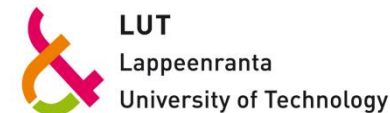
Matti Virkkunen  
VTT

08.10.2014

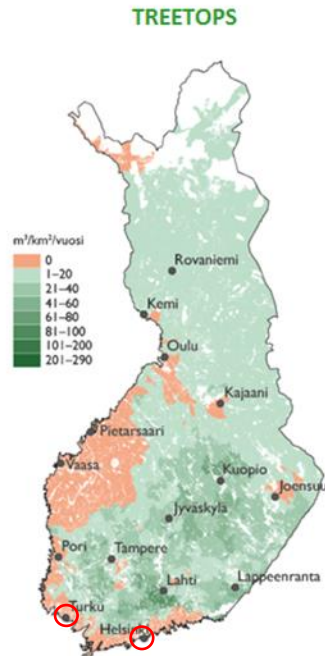
ForestEnergy2020-vuosiseminaari, Jyväskylä

## Sisältö

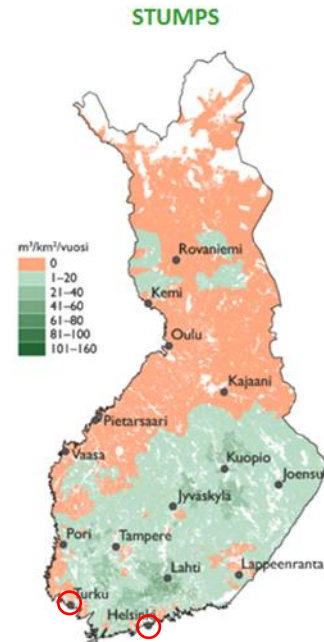
- Taustaa
- Terminaalityypit
- Biopolttoaineen käsittelykustannukset terminaalissa
- Yhteenveto: terminaali osana toimitusketjua



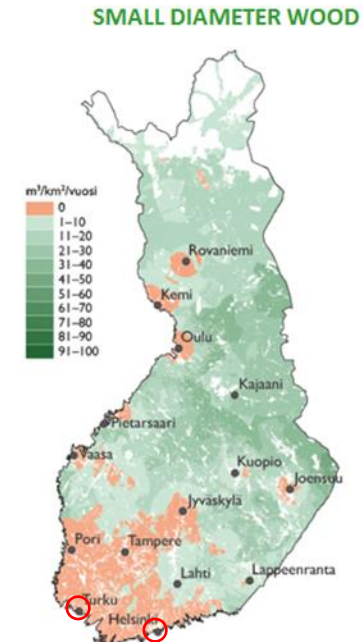
# Mihin terminaaleja tarvitaan? Metsäpolttoainetase



Kuva L 14. Latvusmassatase, jos markkinahakkuut olisivat vuosien 2002-2011 keskimääräisellä tasolla.



Kuva L 17. Kantotase, jos markkinahakkuut olisivat vuosien 2002-2011 keskimääräisellä tasolla.



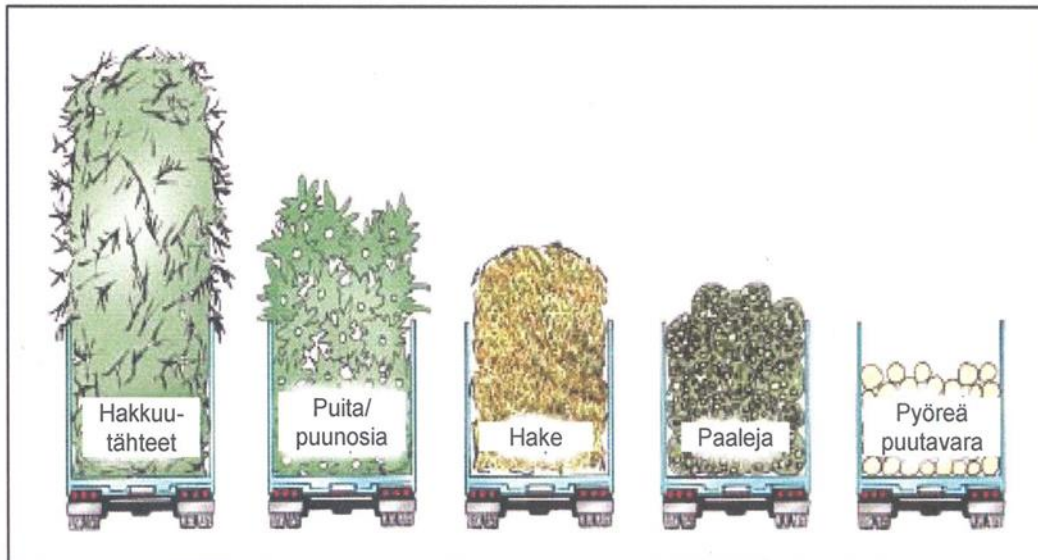
Kuva L 10. Pienpuutase, jos korjuu tapahtuisi rannana.

- Metsäpolttoaineen käytön ennustetaan kasvavan etelän kasvukeskuksissa
- Runsaimmat metsäpolttoainevaras Itä- ja Koillis-Suomessa

# Tausta

## Terminälin määritelmä?

- Keskitetty varastoalue metsä- ja agrobiomassoille ja linkki kuljetusmuotojen välillä (irtotavara - hake/murske, juna - auto)
- Metsä- ja agrobiomassojen valmistus, vastaanotto- ja varastoalue etäällä käyttöpaiasta tai käyttöpaiakan läheisyydessä
- Polttoaineen valmistuspaikka ja varmuusvarasto
- → Bioterminäli on osa biopolttoaineen tuotanto- ja logistiikkaketjua



## Tavoitteet:

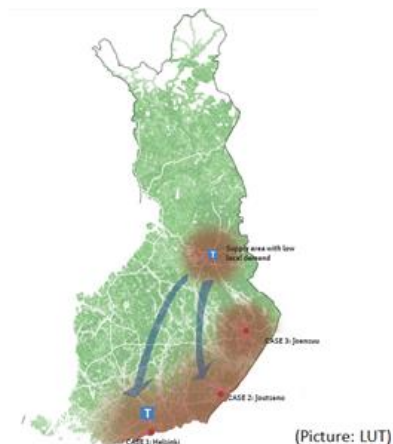
- Polttoaineen jalostaminen paremman kuljetustehokkuuden saavuttamiseksi
- Irtotiheys  $\text{kg/i-m}^3$  (palakoon vaikutus)
- Energiatiheys  $\text{MWh/i-m}^3$  (kosteuden vaikutus)
- Polttoaineen ympärivuotinen toimitusvarmuus
- Tuotanto- ja kysyntäpiikkien tasoittaminen

## Terminaalityypit

- **Satelliittiterminaali (1 TWh/a - 0,3 TWh/a)**
  - Suuri, monipuolisella polttoaineen valmistusteknologialla varustettu terminaali
  - Varastokapasiteettia sekä raaka-aineelle että valmiille polttoaineelle
  - Ympäri vuotinen toiminta, tie- ja rautatieyhteydet
- **Syöttöterminaali (1 TWh/a - 0,3 TWh/a)**
  - Varastokapasiteettia lyhytaikaiseen polttoaineen varastointiin
  - Valmius polttoaineen valmistukseen
  - Puskurivarastointia
  - Ympäri vuotinen toiminta, painottuu lämmityskauteen
  - Tie- ja rautatieyhteydet
- **Siirtokuormausterminaali (0,3 TWh/a - 0,1 TWh/a)**
  - Metsäpolttoaineen kausivarastointia ja tuotantoa lämmityskaudella
  - Rajallinen kapasiteetti, tieyhteys

Polttoaineen  
jalostusterminaali

Polttoaineen  
jalostusterminaali



(Picture: LUT)

Long haul biomass fuel supply



## Siirtokuormaustermiinaali



Materiaali sisään



Kuormainvaaka  
(purun yhteydessä)



Kausivarasto

Usein  
runkopuuta



Mobiilimurska/hakkuri



Kuormaus rekkaan  
(Kuormainvaaka lastauksessa)



Kuljetus  
käyttöpaikalle

0,1 - 0,3 TWh/a = 50  
000 - 150 000 kiinto-  
m<sup>3</sup>/a

# Satelliittiterminaali

Materiaali sisään



Runkopuu, kokopuu, hakkuutähde, kannot



Siltavaaka

Runkopuuta!

Lähivarasto

Kausivarasto

Murskain

Hakkuri  
"puhdas" materiaali



Hake/murskevarasto



Kuormaus rekkaan

Kuormaus junaan  
(kuormainvaaka)

Siltavaaka

Kuljetus käyttöpaikalle

Kuljetus käyttöpaikalle

0,7 - 1 TWh/a =  
350 000 - 500  
000 kiinto-m<sup>3</sup>/a



## Syöttöterminaali

Materiaali sisään:  
Tie, rautatie



Kuormainvaaka  
(Siltavaaka suurimmissa)



Runkopuuta!

Puskurivarasto



Mobiilimurska



Mobiilihakkuri  
"puhdas" materiaali



Hake/murskevarasto:

Aumat hakkeen murskeen lyhytaikaiseen varastointiin



Kuormaus rekkaan  
(kuormainvaaka/siltavaaka)

0,7 to 1 TWh/a  
= 350 000 - 500  
000 kiinto-m<sup>3</sup>/a



Kuljetus käyttöpaikalle





# Polttoaineen jalostustermiinali

Materiaali sisään:  
Tie, rautatie

Kuormainvaaka  
(Siltavaaka suurimmissa)

Prosessointi  
(luonnonkuivaus ja  
puhdistuminen varastoinnin  
aikana)

Mobiilihakkuri

Mobiilihakkuri  
"puhdas" materiaali

Hake/murskevarasto:  
Aumat hakkeen murskeen lyhytaikaiseen varastointiin

Kuormaus rekkaan/  
junaan  
(kuormainvaaka/siltavaaka)

Prosessointi  
(kuivaus, seulonta, sekoitukset,  
tiivistäminen)

Kuljetus  
käyttöpaikalle



0,7 - 1 TWh/a = 350 000  
- 500 000 kiinto- m<sup>3</sup>/a

## Kustannuslaskelmat

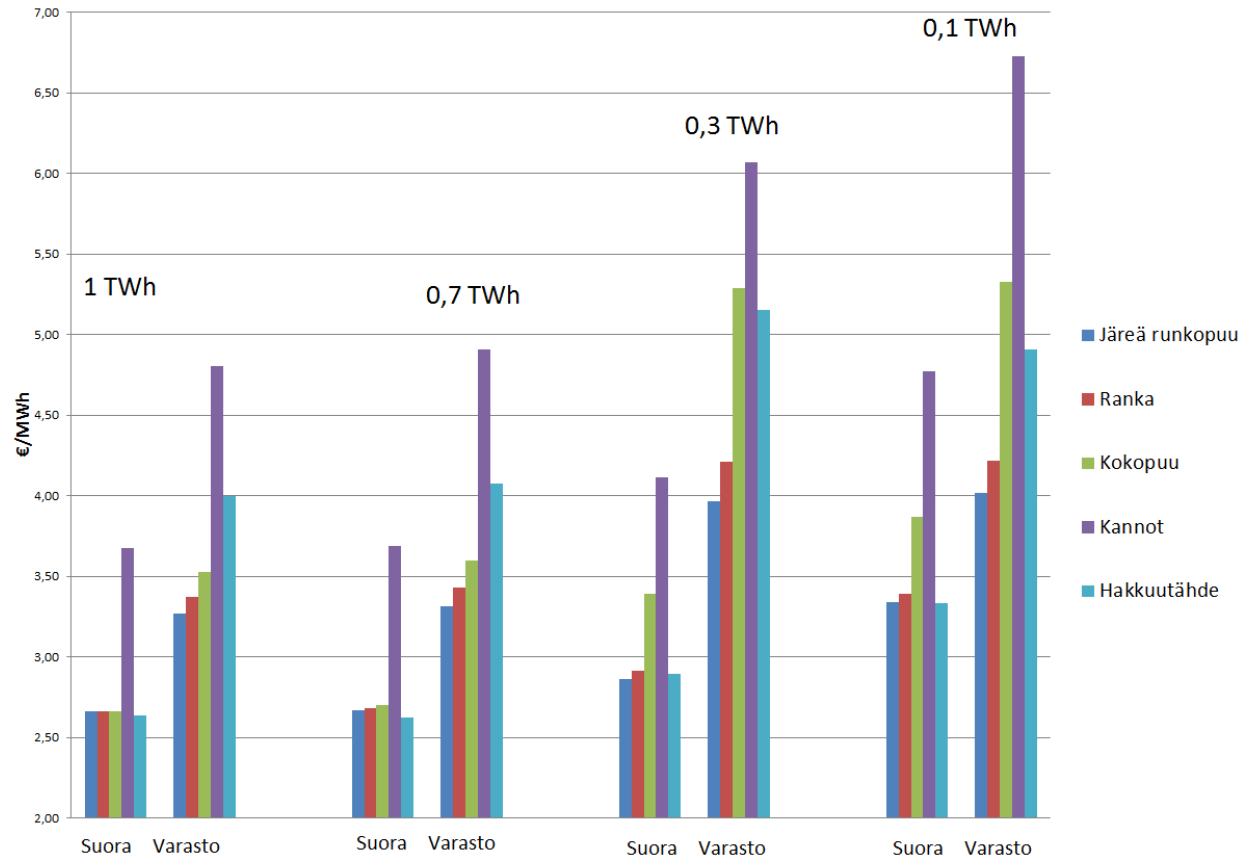
- Koneet ja laitteet
  - Oletettu työaika: 2 vuoroa ympäri vuoden, 4000 työtuntia/vuosi. Kaluston jäännösarvo pitoajan lopussa = 0 €
  - Korko investoinneille ja sitoutuneelle pääomalle 10%
  - Investointi- ja käyttökustannukset, tuottavuudet ja pitoajat käyttäjiltä, valmistajilta ja kirjallisuudesta
- Terminaalialue
  - Maan hinta 5000€/ha
  - Alueen käyttöaika 15 vuotta, jäännösarvo = maan hankintakustannus
  - Maanrakennuskustannus (asfaltointi) 30€/m<sup>2</sup> koko terminaalialue asfaltoitu
  - Tie- ja rautatieyhteyden rakentamiskustannukset EIVÄT mukana investoinnissa. Investointitukia ei huomioitu laskelmassa
- Varastoitu materiaali (kausivarasto)
  - Vain runkopuuta, varaston arvo 25€/kiinto-m<sup>3</sup> (= tienvarsihinta+ alkukuljetus). Arvioitu kuiva-ainetappio 0,5%/varastointikuukausi
  - Energiasisällön nousun vaikutusta ei huomioitu kustannuslaskelmassa

## Materiaalivirta ja varasto/terminaalialueen pinta-alatarve

The area requirement of a terminal (ha) with different fuel raw materials and material density coefficients							
Width of the storage 6 m, height, 6 m, and width of the passage way 6 m.							
Density coefficient, solid-m <sup>3</sup> /loose-m <sup>3</sup>	Raw material type	solid-m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	MWh/m <sup>2</sup>	GWh/ha	MWh/ha	m <sup>2</sup> /GWh	Area requirement, ha/TWh
0,7	Pulpwood	2,1	4,2	42,0	42000,0	238,1	23,8
0,6	Pulpwood	1,8	3,6	36,0	36000,0	277,8	27,8
0,5	Delimbed stem	1,5	3,0	30,0	30000,0	333,3	33,3
0,4	Chips/stemwood/bundles	1,2	2,4	24,0	24000,0	416,7	41,7
0,4	Whole tree/stumpwood	1,1	2,1	21,0	21000,0	476,2	47,6
0,3	Whole tree/stumpwood	0,9	1,8	18,0	18000,0	555,6	55,6
0,3	Logging residues	0,8	1,5	15,0	15000,0	666,7	66,7
0,2	Logging residues	0,6	1,2	12,0	12000,0	833,3	83,3

- Materiaalivirran jakauma: 30% suoraan syöttöön, 40% lähivaraston kautta, 30% kausivarasto n kautta
- Kasan korkeus 6m, leveys 6m, ajoväylän leveys 6 m.
- 6 m kasakorkeus → 20% lisää varastokapasiteettia hehtaaria kohti aiempiin tutkimuksiin verrattuna (perinteisesti 5m korkeat pinot)
- Varastokapasiteettitunnukset käytössä kausi-, lähi- ja valmiin polttoaineen varastoinnissa. Apualueet lisätty laskelmaan erikseen.
- Pienimmässä 0,1 TWh terminaalissa 5m kasakorkeus

# Terminaalien kustannusvertailua terminaalien koon ja materiaalin varastokierron mukaan

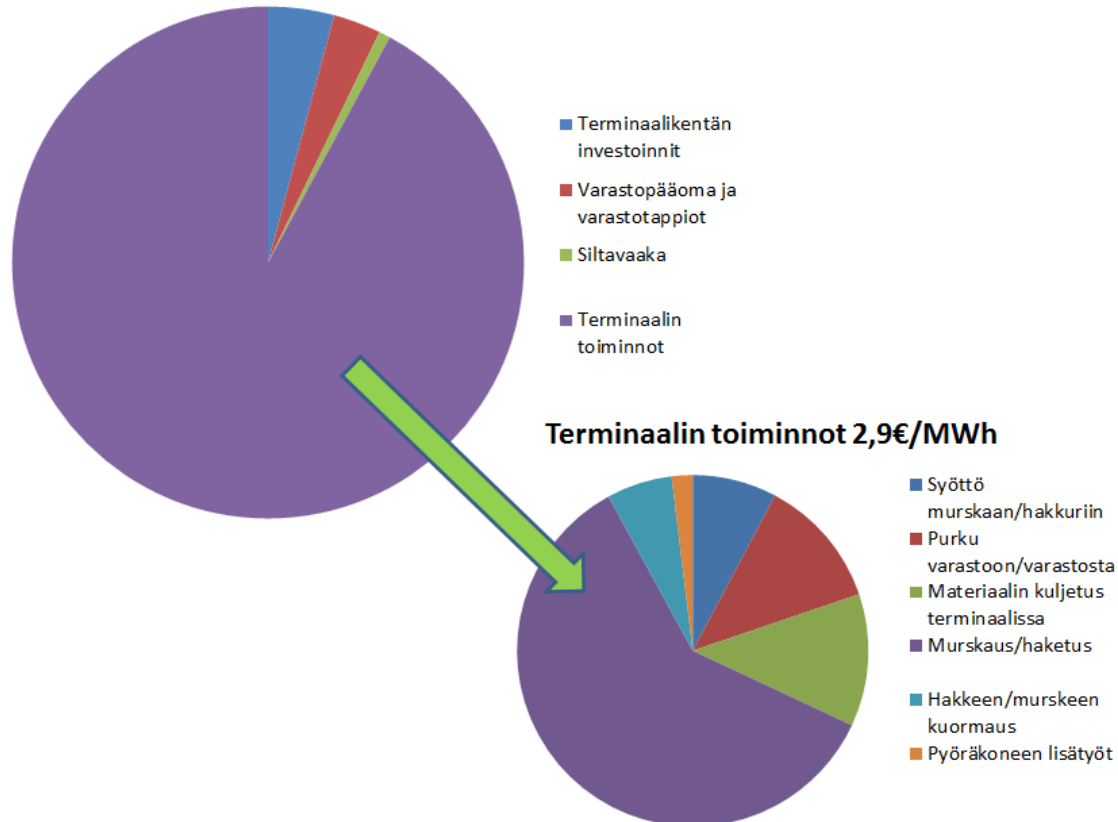


- Suurissa yksiköissä kustannukset hiukan alhaisemmat
- Suora syöttö murskaan/hakkuriin antaa alhaisimmat kustannukset
- Kokopuulle, kannoille ja hakkuutähteelle kierto kausivaraston kautta ei ole taloudellisesti kannattava vaihtoehto



# Terminaalin kustannusjakauma

1 TWh terminaali, Murskattu karsittu ranka, kokonaiskustannukset,  
kausivarastoitu 3,2€/MWh



- Pääosa kustannuksista muodostuu terminaalin käsittelyoperaatioista
- Murskaus/haketuskustannus suurin yksittäinen kustannus

## Kustannusesimerkki: Kontiomäki - Vuosaari

### Karsittu ranka, suoraan syöttöön ja

### Karsittu ranka, kausivaraston kautta

- Rangan tienvarsihintaa 10 €/MWh
- Alkukuljetus terminaaliin (purku ei mukana) = 3 to 6 €/MWh
- Terminaalikäsitteilyt ja varastointi (sis. purku ja lastaus) = 2,7 to 3,4 €/MWh
- Kuljetus käyttöpaikalle (juna) (lastaus ei sis, purku sis.) = 6,2 to 8,2 €/MWh
  
- Hinta käyttöpaikalla (suora)  $10\text{€} + 3 \text{ tai } 6\text{€} + 2,7\text{€} + 6,2 \text{ tai } 8,2 \text{ €} = \mathbf{21,9 - 26,9\text{€} /MWh}$
  
- Hinta käyttöpaikalla (varasto)  $10\text{€} + 3 \text{ tai } 6\text{€} + 3,4\text{€} + 6,2 \text{ tai } 8,2\text{€} = \mathbf{22,6 - 27,6/MWh}$
  
- Metsähakkeen hinta käyttöpaikalla keskimäärin **20,7 €/MWh** (Bioenergia lehti 4/2014)

## Yhteenveto

- Terminaalityyppien ja kokoluokkien välillä on merkittäviä kustannus- ja teknologiavaatimuseroja
- Kustannusanalyysi paljastaa kehityskohteita ja suosittaa tiettyjä toimintamalleja:
  - Pienimmät terminaalit hyvin kustannusherkkiä
  - Tiiviin materiaalin mm. ranka varastointi ja käsittely on tehokasta
  - Murskaus/haketus on suurin kustannuserä
  - Korkea kaluston käyttöaste ja tehokas tuotanto tärkeää
- Esitetyt kustannukset ovat laskennallisia, tuloksia tullaan tarkentamaan tulevilla kenttäkokeilla.



## VTT - Teknologiasta liiketoimintaa