

Kiinteiden biopolttoaineiden terminaaliratkaisut tulevaisuudessa

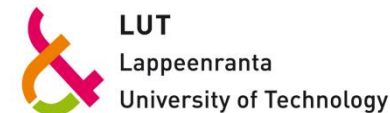
Matti Virkkunen
VTT

08.10.2014

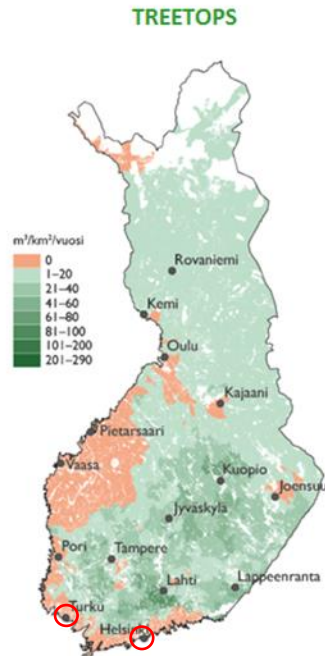
ForestEnergy2020-vuosiseminaari, Jyväskylä

Sisältö

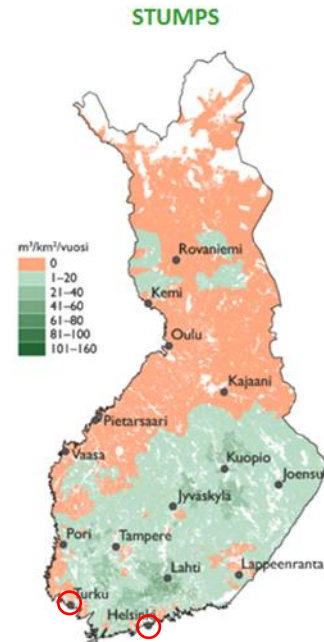
- Taustaa
- Terminaalityypit
- Biopolttoaineen käsittelykustannukset terminaalissa
- Yhteenveto: terminaali osana toimitusketjua



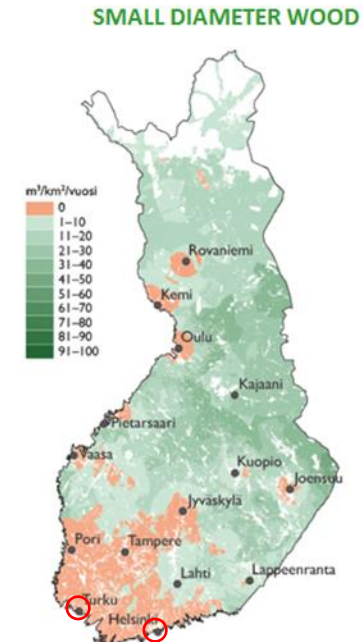
Mihin terminaaleja tarvitaan? Metsäpolttoainetase



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



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



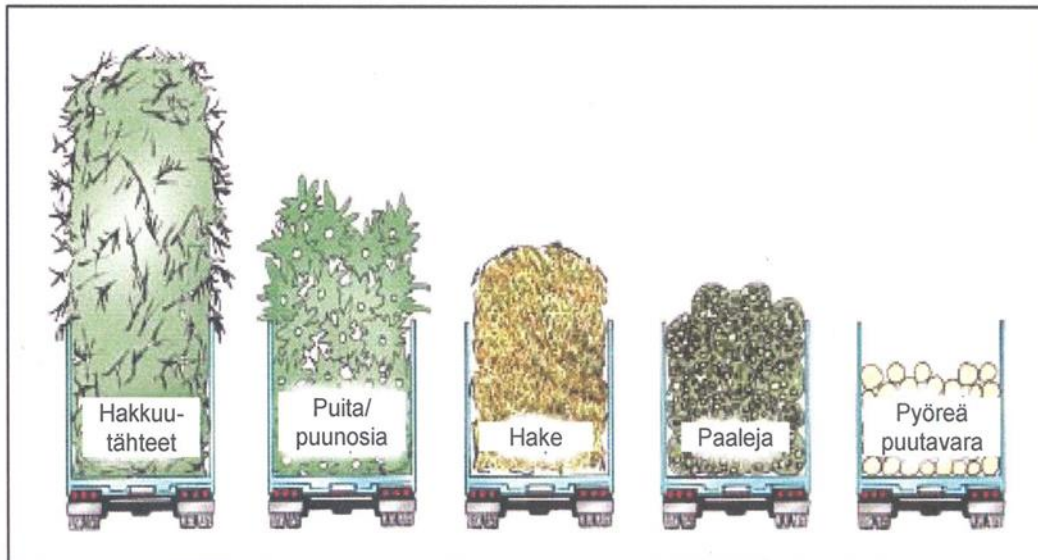
Kuva L 10. Pienpuutase, jos korjuu tapahtuisi rannana.

- 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:

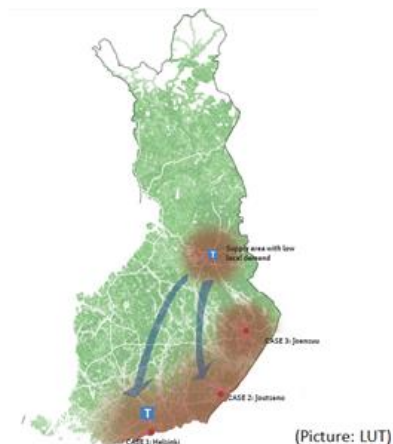
- Polttoaineen jalostaminen paremman kuljetustehokkuuden saavuttamiseksi
- Irtotiheys kg/i-m^3 (palakoon vaikutus)
- Energiatiheys MWh/i-m^3 (kosteuden vaikutus)
- Polttoaineen ympärivuotinen toimitusvarmuus
- Tuotanto- ja kysyntäpiikkien tasoittaminen

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-
m³/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-m³/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-m³/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- m3/a

Kustannuslaskelmat

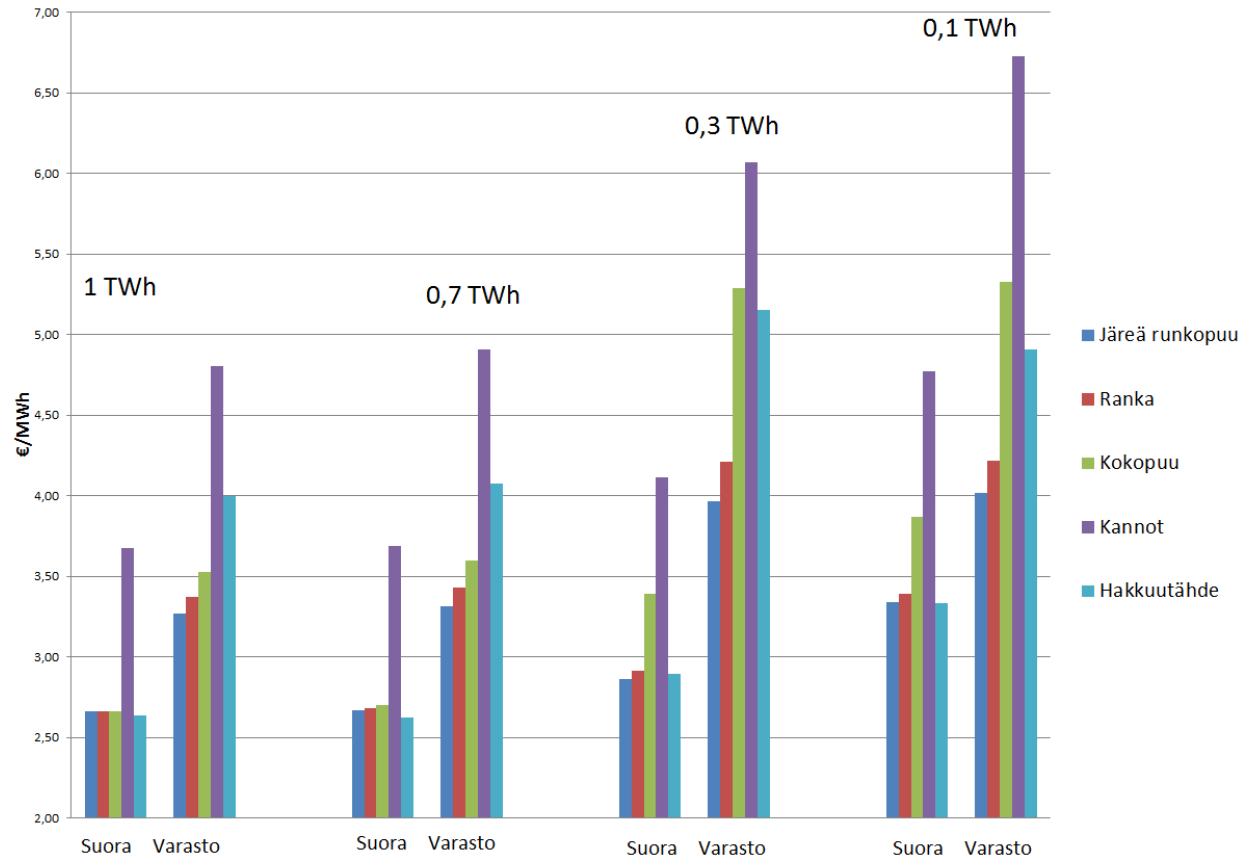
- Koneet ja laitteet
 - Oletettu työaika: 2 vuoroa ympäri vuoden, 4000 työtuntia/vuosi. Kaluston jäännösarvo pitoajan lopussa = 0 €
 - Korko investoinneille ja sitoutuneelle pääomalle 10%
 - Investointi- ja käyttökustannukset, tuottavuudet ja pitoajat käyttäjiltä, valmistajilta ja kirjallisuudesta
- Terminaalialue
 - Maan hinta 5000€/ha
 - Alueen käyttöaika 15 vuotta, jäännösarvo = maan hankintakustannus
 - Maanrakennuskustannus (asfaltointi) 30€/m² koko terminaalialue asfaloitu
 - Tie- ja rautatieyhteyden rakentamiskustannukset EIVÄT mukana investoinnissa. Investointitukia ei huomioitu laskelmassa
- Varastoitu materiaali (kausivarasto)
 - Vain runkopuuta, varaston arvo 25€/kiinto-m³ (= 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 ³ /loose-m ³ | Raw material type | solid-m ³ /m ² | MWh/m ² | GWh/ha | MWh/ha | m ² /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

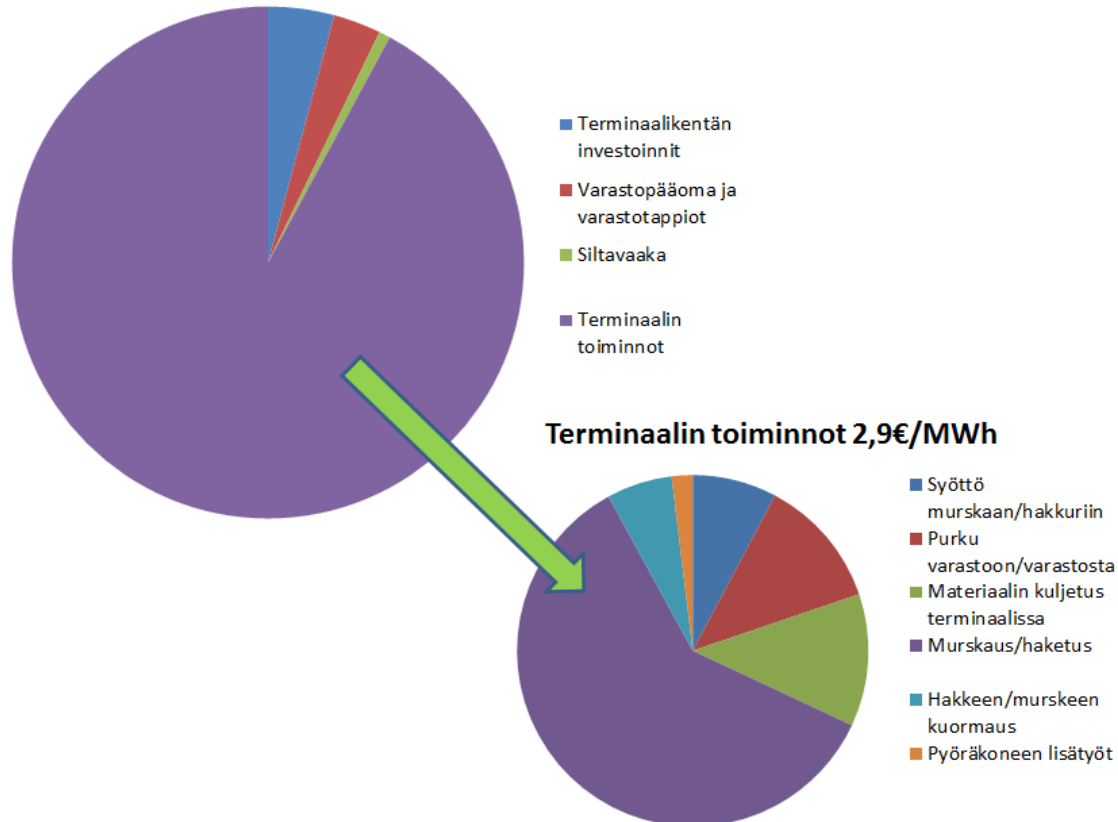
Terminaalien kustannusvertailua terminaalien koon ja materiaalin varastokierron mukaan



- 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 tulevissa kenttäkokeissa.



VTT - Teknologiasta liiketoimintaa