

Seinäjoen ammattikorkeakoulu

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Energiapuun hankintaketjun ja lämpölaitoksen päästöt

Kehittyvä metsäenergia -seminaari 16.12.-17.12.2010

Essi Ulander



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin.

Seinäjoen ammattikorkeakoulu
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



metsäkeskus
etelä-pohjanmaa



Metsäenergian tuotantoketjun ja käytön päästöt

1. Metsähakkeen tuotantoketjujen suorat päästöt
2. Pienen kokoluokan lämpölaitoksen päästöt

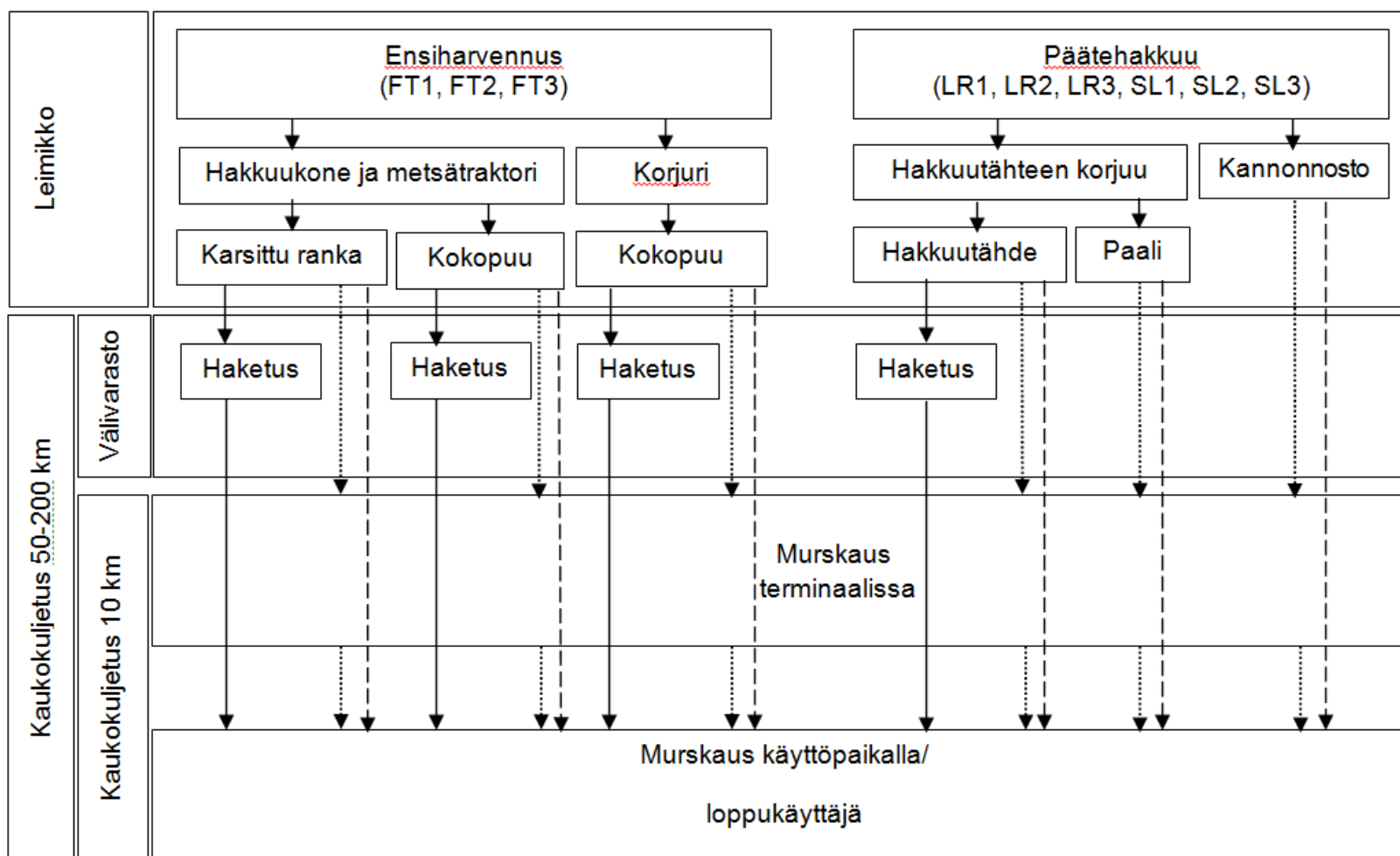


1. Metsähakkeen tuotantoketjun suorat päästöt

- Metsäenergian tuotantoketjussa syntyy suoria päästöjä sekä energiapuun poltossa että tuotantoketjun eri vaiheissa hakkuusta haketukseen ja kaukokuljetukseen
- Eri tuotantoketjuista aiheutuu vaihtelevia määriä päästöjä ja tuotantoketjut käyttävät eri määrän fossiilisia polttoaineita tuotettua energiayksikköä kohti
- Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin tuotantoketjujen:
 - Primaarienergiankulutusta
 - Kasvihuonekaasupäästöjä (GWP CO₂-ekv. MWh⁻¹ : CO₂, CH₄, N₂O)
 - Rehevöittäviä päästöjä (EP PO₄³⁻-ekv. MWh⁻¹: NO_x)
 - Happamoittavia päästöjä (AP SO₂ –ekv. MWh⁻¹: NO_x, SO₂)
 - Kustannuksia
- Toimintaympäristön vaihtelu: kaukokuljetusmatka, leimikkotekijät, koneketjut, varastointiolosuhteet



Tuotantoketjujen päästöjen simulointi





Tuotantoketjujen päästöt –alustavia tuloksia

- Hakkuutähdeketjut:
 - Alhaisimmat kasvihuonekaasupäästöt olivat tienvarsihaketusketjulla
 - Myös kustannukset olivat alhaisimmat tienvarsihaketusketjulla
 - Käyttöpaikkahaketusketjun kustannukset lähellä tienvarsihaketusketjun kustannuksia
 - Kaukokuljetusmatkan kasvu kasvatti CO₂-ekv. päästöjä eniten
 - Saannolla marginaalinen vaikutus
 - Varastoinnin epäonnistuminen vaikutti jonkin verran leimikkotekijöitä enemmän
 - Primaarienergian kulutus vaihteli noin välillä 1-4 % tuotettua energiayksikkö kohden
- Kantoketjut:
 - Alhaisimmat kasvihuonekaasupäästöt olivat käyttöpaikkahaketusketjulla
 - Kustannukset olivat myös alhaisimmat käyttöpaikkahaketusketjulla
 - Kaukokuljetusmatkan kasvu kasvatti CO₂-ekv. merkittävästi
 - Saannon pieneneminen ei kasvattanut päästöjä eikä kustannuksia merkittävästi
 - Primaarienergian kulutus vaihteli välillä noin 2-4 % tuotetusta energiasta
- Kahden koneen kokopuun korjuuketju :
 - Alhaisimmat kasvihuonekaasupäästöt olivat tienvarsihaketusketjulla
 - Myös kustannukset olivat alhaisimmat tienvarsihaketusketjulla
 - Ero käyttöpaikkahaketusketjun ja tienvarsihaketusketjun kustannusten välillä oli marginaalinen
 - Kaukokuljetusmatkan kasvu kasvatti CO₂-ekv. päästöjä merkittävästi
 - Järeyden pieneneminen kasvatti päästöjä hieman, varastoinnin epäonnistuminen jonkin verran leimikkotekijöitä enemmän
 - Primaarienergian kulutus vaihteli välillä 2-4,5 % tuotetusta energiasta



Metsäenergian tuotantoketjun ja käytön päästöt

1. Metsähakkeen tuotantoketjujen suorat päästöt
2. Pienen kokoluokan lämpölaitoksen päästöt



2. Pienen kokoluokan lämpölaitoksen päästöt

- Pienen kokoluokan (< 10 MW) lämpölaitokset eroavat merkittävästi suuren kokoluokan laitoksista
 - Lämmöntarve voi vaihdella suuresti
- Arinakattilat ovat tyypillinen polttotekniikka tämän kokoluokan laitoksissa
 - Kiinteät ja liikkuvat arinat
- Polttoaineen kosteuden sekä palakoon puolesta arinakattilat ovat joustavia
 - Polttoaineeksi sopivat erilaiset biomassat kosteasta hakkeesta ruokohelpibriketteihin
 - Tyypillisesti käytetään haketta ja turvetta
- Polttoaineiden ominaisuuksissa ja tietyn polttoaineen laadussa esiintyvät erot lisäävät pienen kokoluokan lämpölaitoksen käyttöolosuhteiden vaihtelua
- Lisäksi pienen kokoluokan lämpölaitokset eroavat esimerkiksi käytettyjen savukaasujen puhdistusteknologioiden puolesta suuren kokoluokan laitoksista
 - Syklonit tyypillisesti käytetty savukaasujen puhdistustekniikka
 - Poistavat vain savukaasujen hiukkasista karkeimman jakeen
- Pienen kokoluokan lämpölaitosten määrä on lisääntynyt merkittävästi



Pienen kokoluokan lämpölaitoksen päästöt

- Biomassan polttoon pienen kokoluokan lämpölaitoksilla liittyy huoli ilmanlaadun heikkenemisestä
- Pienhiukkasten määrä ilmassa voi lisääntyä
 - Puun poltto lisää paikallisesti merkittävästi pienhiukkasten määrää ilmassa
 - Ilmakehän hiukkaset ovat yksi merkittävimmistä ilmansuojelun haasteista Suomessa
- Pienhiukkaset aiheuttavat hengityselinten sairauksia sekä sydän- ja verisuonitauteja
 - Pienhiukkasten haitallisuuteen sekä vaikuttavat niiden koko sekä kemiallinen koostumus
 - Palamisprosessi sekä polttoaineen kemiallinen koostumus vaikuttavat pienhiukkasten koostumukseen



Pienen kokoluokan lämpölaitoksen päästöt

- Biomassojen polton yhteydessä syntyy lisäksi hiilivetyjä, typen oksideja ja rikkidioksidia
 - Nämä osallistuvat ilmakehässä sekundaaristen partikkelien muodostumiseen
 - Happamoittavat päästöt, alailmakehän otsoni
- Biomassojen polton yhteydessä syntyy myös kasvihuonekaasupäästöjä
 - Metaani, N_2O
 - Pienhiukkasten vaikutukset ilmastonmuutokseen?
- Pienen kokoluokan laitoksien päästöjen haitallisuuteen vaikuttaa matala päästökorkeus
 - Savukaasut eivät ehdi hapettua, laimentua tai reagoida muuten ennen kuin ihmiset altistuvat päästöille
- Talviaikaan ongelmaa lisää inversio, joka estää ilmakerrosten sekoittumisen



Päästömittaukset lämpölaitoksella

- Kuortaneella 700 kW:n lämpölaitoksella mitattiin neljän pienen kokoluokan laitoksissa tyypillisesti käytetyn polttoaineen päästöjä
 - Kuiva ja tuore metsähake, palaturve, ruokohelpibriketti
- Vaihtelevan lämmönkysynnän vaikutusta päästöihin tarkasteltiin kahden mittausjakson avulla
- Mittaukset suoritettiin todellisissa olosuhteissa
 - Teho määräytyi lämmönjakeluverkon todellisen kysynnän mukaan
- Lämpölaitoksella on liikkuva arina sekä sykloni



Savukaasumittaukset

Komponentti	Menetelmä	Standardi
Kiintoaine	Gravimetrisen	SFS-EN 13284-1 SFS 3866
O ₂	Paramagneettinen	SFS 5624
CO	IR-absorptio	SFS 5624
CO ₂	IR-absorptio	SFS 5624
SO ₂	UV-fluoresenssi	SFS 5624
NO _x	Kemiluminesenssi	SFS 5624
TOC	FID	SFS 5624



Mittausten suorittaminen



Kuvat: Essi Ulander





Biomassan polton päästöt –alustavia tuloksia

- Typen oksidien pitoisuus oli korkein ruokohelvellä sekä palaturpeella molemmilla tehoalueilla tehdyissä mittauksissa
 - Haketta poltettaessa typen oksidien pitoisuuden jäivät näitä alhaisemmiksi eikä tehoalueella ollut merkittävää vaikutusta pitoisuuksiin
- Savukaasun rikkidioksidipitoisuudet olivat hakemittauksissa marginaaliset
 - Turpeella ja ruokohelvellä mitattiin korkeampia arvoja
- Savukaasujen hiilimonoksidin sekä hiilivetyjen pitoisuudet korreloivat savukaasun happipitoisuuden kanssa
- Hiukkaspitoisuuksien sekä tehoalueen välillä ei havaittu selvää yhteyttä eri mittausten välillä



Keinoja päästöjen vähentämiseksi

- Tehokkaampi savukaasujen puhdistusteknologialla tarjoaa mahdollisuuksia päästöjen alentamiseen
- Päästöjä voidaan alentaa sopivilla polttoainevalinnoilla sekä palamisen optimoinnilla
 - Oikea polttoaine, ”sopiva” laatu, seokset
 - Palamisen optimointi, lämpölaitoksen mittalaitteisto
- Pienen kokoluokan lämpölaitosten päästöjä ei säädellä tällä hetkellä Suomessa tiukasti
- On oletettavaa, että päästörajat tiukkenevat tulevaisuudessa
 - Haaste sekä laitevalmistajille että käyttäjille



Metsäenergian tuotannon ja käytön päästöistä

- Ketjujen päästöjä laskettaessa ei ole huomioitu varastoinnin päästöjä
 - Esim. Wihersaari (2005) arvioi, että kuuden kuukauden varastoinnin aikana voi vapautua 58-144 kg CO₂ –ekv. MWh⁻¹
- Kokonaisketjulaskelmien systeemin rajausta
 - Mukana ei ole esim. koneiden valmistuksen päästöjä eikä koneiden siirtojen päästöjä
- Lämpölaitoksen päästöt tapausesimerkki, tulokset päteviä vain kyseisille polttoaine-erille
- Metsäenergian tuotannon ja käytön epäsuorat päästöt
 - Päästöt metsässä



Kiitos mielenkiinnosta!



Kuva:Essi Ulander

16.12.2010