



VTT

Tuorehakkeen käyttömahdollisuudet Itä-Suomessa

- selvityksen tulokset

Timo Leino, Kirsi Korpijärvi & Jyrki
Raitila

11/06/2024 VTT – beyond the obvious



**Euroopan unionin
osarahoittama**

Toimeksiannossa selvitetään tuorehakkeeseen siirtymisen teknis-taloudellinen toteutettavuus ja käyttöpotentiaali Pohjois-Karjalan sekä Pohjois- ja Etelän-Savon metsähaketta käyttävillä lämpö- ja CHP-laitoksilla eri kokoluokissa seuraavan kuvauksen mukaisesti.

Työssä käydään läpi Pohjois-Karjalan sekä Pohjois- ja Etelän-Savon metsähaketta käyttävät lämpö- ja CHP-laitokset eri kokoluokissa ja arvioidaan em. laitosten soveltuvuus ns. tuorehakkeen käyttöön seuraavilla arviointi kriteereillä porrastettuna:

- 1) Käytössä olevalla teknologialla ja laituskannalla
- 2) Vanhan laituskannan uusiutuminen tiedossa & suunnitteilla olevien hankkeiden osalta
- 3) Kohtuulliset muutostyöt (savukaasupesurit + lämmön talteenotto yms. tarvittavat muutostyöt) nykyiseen laituskantaan pl. tiedossa tai suunnitteilla olevat uudet laitokset. Esitetään kustannusarvio tarvittavista muutostöistä, eli mikä on kohtuulliseksi katsottava muutostyöksi eri kokoluokissa.
- 4) Koko laituskannan modernisointi soveltuvaksi tuorehakkeen käyttöön uusinvestoinnein tms.

Em. tarkastelut tehdään metsähaketta käyttäville lämpö- ja voimalaitoksille, joiden kokoluokat ovat:

- 1) Yli 10 MW
- 2) 10 - 5 MW
- 3) 5 - 3 MW
- 4) 3 – 1,0 MW

Soveltuvuustarkastelut tuorehakkeen käyttöpotentiaalista eri kokoluokan lämpö- ja voimalaitoksissa perustuvat ensisijaisesti harvennuspuusta tehtyyn hakkeeseen (ranka- ja kokopuuuhake) ja tarkastelussa huomioidaan eri puulajien polttotekniset ominaisuudet kuten lämpöarvo (MJ/kg) ja kuivatuoretiheys (kg/m³). Arviot tuorehakkeen (kosteus 53 %) laitospohjaisesta käyttömäärästä vuositasolla nykyisiin käyttömääriin verrattuna ilmoitetaan tuloksissa kiintokuutiometreinä (m³) ja energiasisällön mukaan (MWh). Lisäksi esitetään arvio, kuinka paljon hakkeen vuotuista kulutusta (m³ ja MWh) on mahdollista alentaa uutta teknologiaa hyödyntämällä.



Tuloksena 4 eri skenaariota metsähakkeen käytölle

Tuorehake

Tuorehakkeeksi määriteltiin heti puunkorjuun jälkeen tehty hake, jonka kosteus on vähintään 53 p-%.

- Ensisijaisesti arvioitiin tuoreen ranka- ja kokopuuhakkeen käyttömahdollisuuksia ja toissijaisesti metsätähdehakkeen (latvusmassa) soveltuvuutta.
- Tarkastelussa huomioitiin eri puulajien polttotekniset ominaisuudet kuten lämpöarvo (MJ/kg) ja kuivatuoretiheys (kg/m³). Tuorehakkeella puuaineen kuivatuoretiheys on suurempi, koska puun varastointi aiheuttaa kuiva-ainetappioita.
- Puun lahoamisesta aiheutuva hävikin suuruus riippuu varastointiajasta ja varastoitavasta materiaalista. Tämä huomioitiin tilavuuslaskelmissa niin, että kuiva-ainehävikin oletettiin nykytilanteessa olevan ranka- ja kokopuulla 6,75 % (vastaa 9 kk varastointia) ja metsätähteellä 20 % (11 kk varastointi), perustuen LUKEn tutkimuksiin.



Nykytilanne - Itä-Suomen haketta käyttävät lämpö- ja CHP-laitokset

Kuinka selvitettiin?

- Tietokannat
 - Energiateollisuus ry:n kaukolämpötilasto
 - Kuntaliiton raportit
 - VTT:n oma tietokanta
 - Työtehoseuran julkiset lämpöyrittäjätietokannat
- Laitoskohtainen tiedonhaku
 - Julkiset lähteet
 - Haastattelut ja kyselyt
- Tarkasteluun otettiin mukaan vain yli 1 MW:n laitokset, jotka käyttävät polttoaineenaan ranka- ja kokopuuhaketta ja/tai metsätähdehaketta

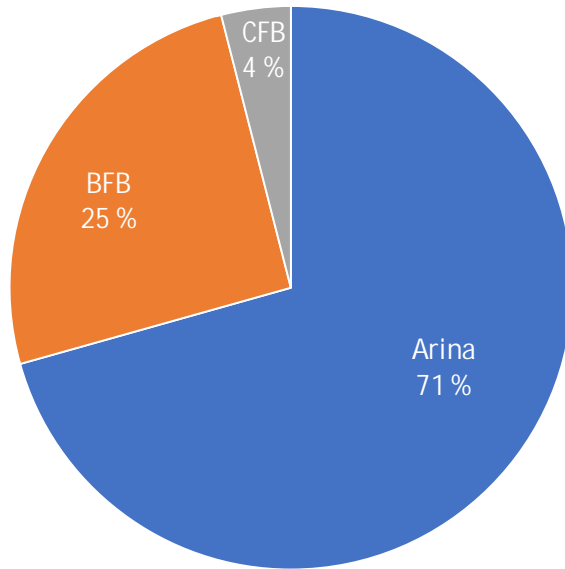


Metsähaketta polttavat lämpö- ja voimalaitokset tarkastelualueella

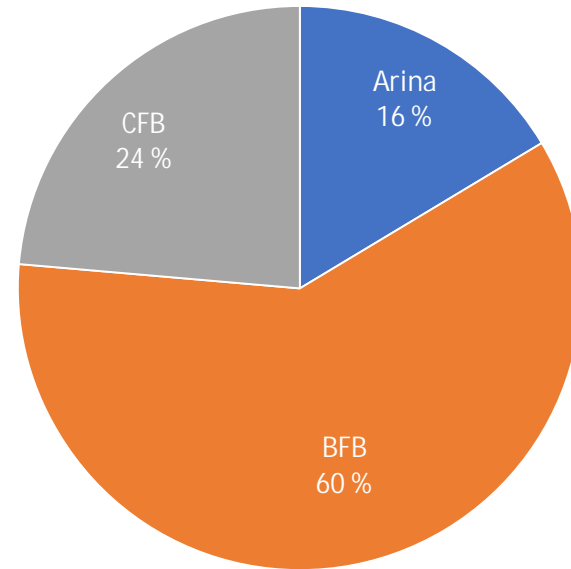
Maakunta	Kattiloiden lukumäärä kokoluokittain				Savukaasupesuri + LTO
	1–3 MW	3–5 MW	5–10 MW	Yli 10 MW	
Pohjois-Karjala	10	4	6	5	8
Pohjois-Savo	10	5	8	7	12
Etelä-Savo	5	5	3	7	2
Yhteensä, kpl	25	14	17	19	22
Yhteenlaskettu teho, MW	53	50	120	1530	

- Yhteensä 75 yli 1 MW metsähaketta polttavaa kattilaa, joiden yhteenlaskettu teho on ~1755 MW
- Savukaasupesuri oli asennettuna tai sitä oltiin parhaimmillaan asentamassa 22 kattilaan

Polttotekniikat tarkastelun 75 laitoksella



Kattiloiden lukumäärä

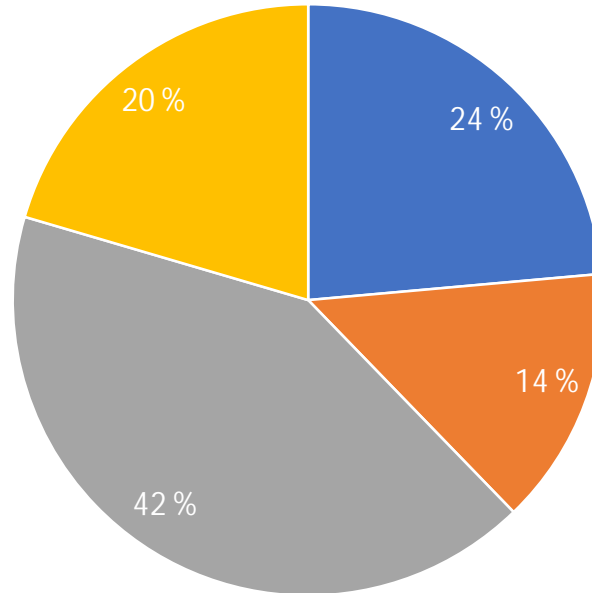


Yhteenlasketun kattilatehon
jakautuminen

Tilastotietojen ja laitoksilta saatujen tietojen pohjalta muodostettu arvio tarkastelun kohteena olleiden laitosten polttoainekäytöstä

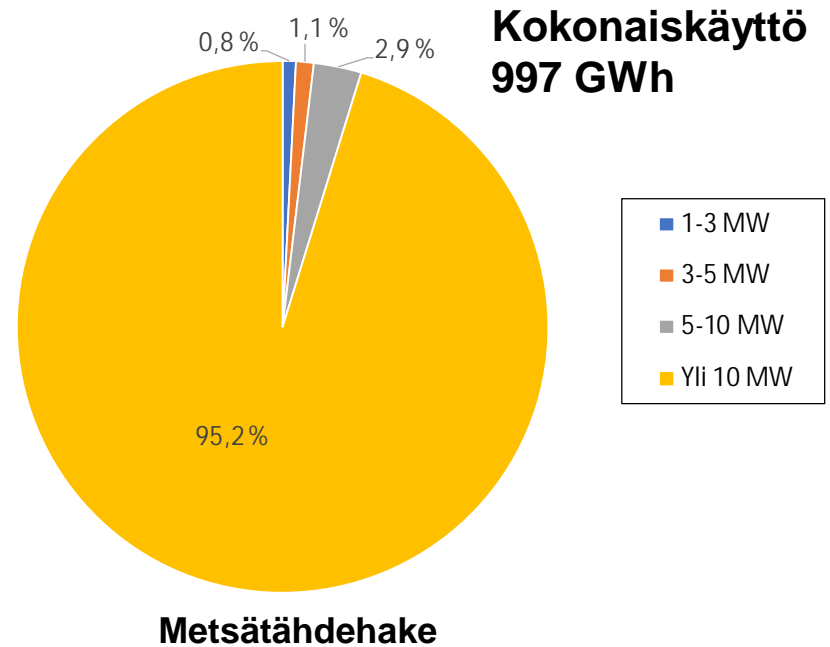
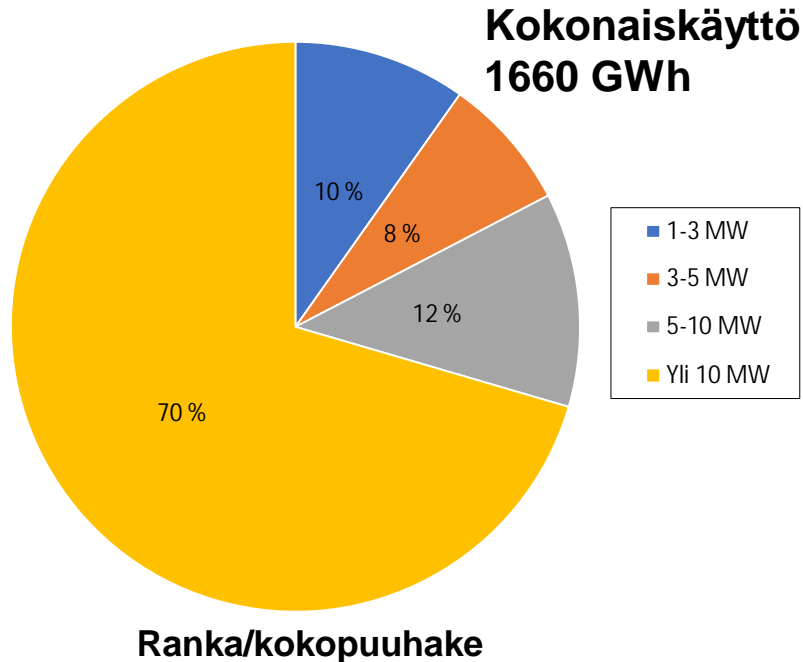
Maakunta	Polttoainekäyttö tarkastelun laitoksilla						
	Ranka/ kokopuuhake		Metsätähdehake		Muut puupoltto- aineet	Turve	Yhteensä
	GWh	m ³	GWh	m ³			
Pohjois-Karjala	495	274 400	165	102 000	975	290	1925
Pohjois-Savo	725	393 000	425	250 500	1325	890	3365
Etelä-Savo	440	230 100	407	243 000	640	260	1747
Yhteensä	1660	897 500	997	595 500	2940	1440	7037

Polttoainekauma tarkastelun 75 laitoksella

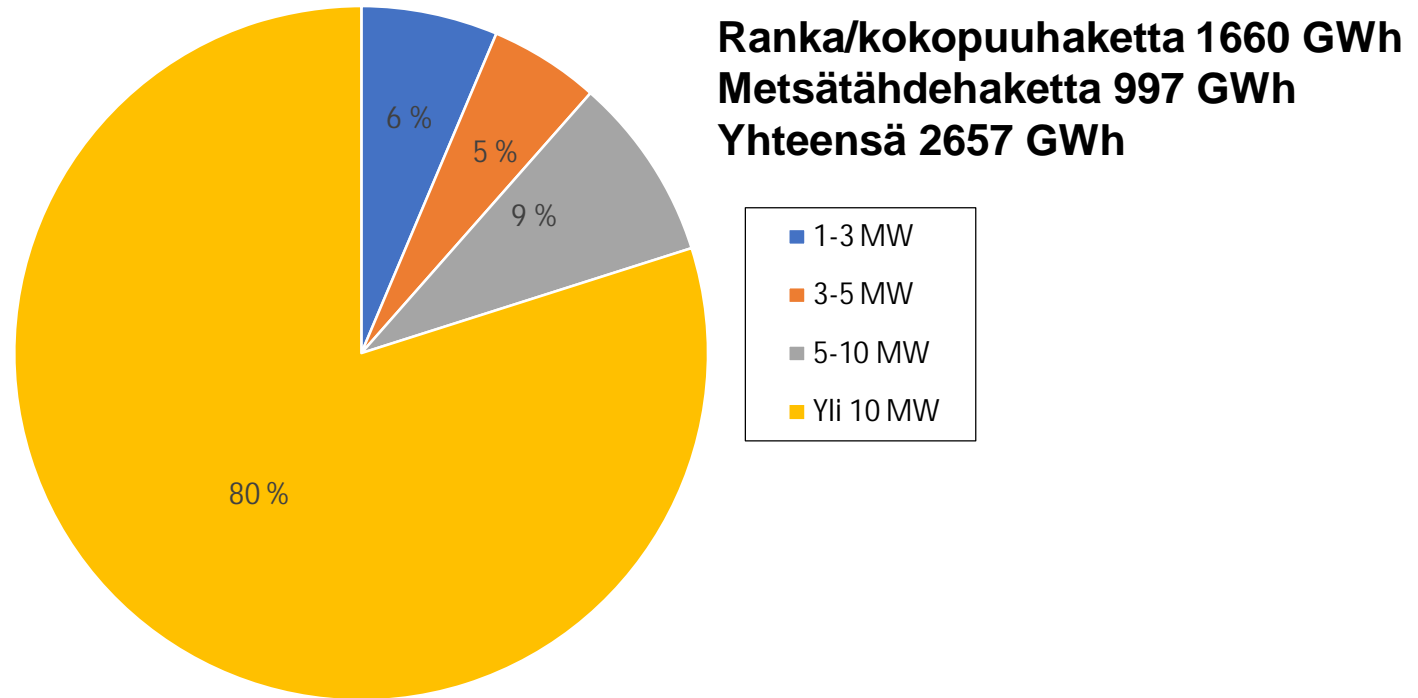


■ Ranka/kokopuuhake ■ Metsätähdehake ■ Muut puupolttoaineet ■ Turve

Ranka/kokopuuhakkeen sekä metsätähdehakkeen käyttö eri kokoluokan kattiloissa



Metsähakkeiden käyttö eri kokoluokan kattiloissa tarkastelualueella



Metsähakkeiden käyttö kokoluokittain eri maakunnissa tarkastelun laitoksilla

Kaikki kolme tarkasteltua maakuntaa yhteensä						
Kattilan kokoluokka	Ranka/kokopuuhake		Metsätähdehake		Yhteensä	
	GWh	m ³	GWh	m ³	GWh	m ³
1 – 3 MW	161	91 700	8	4 500	169	96 200
3 – 5 MW	128	69 100	11	7 100	139	76 200
5 – 10 MW	203	109 400	29	16 200	232	125 600
Yli 10 MW	1168	627 300	949	597 700	2117	1 195 000
Yhteensä	1660	897 500	997	595 500	2657	1 493 000

Metsähakkeiden käyttö kokoluokittain eri maakunnissa

Pohjois-Karjala						
Kattilan kokoluokka	Ranka/kokopuuhake		Metsätähdehake		Yhteensä	
	GWh	m ³	GWh	m ³	GWh	m ³
1 – 3 MW	83	45 000	1	700	84	45 700
3 – 5 MW	50	26 500	2	1 100	52	27 600
5 – 10 MW	85	45 400	4	1 700	89	47 100
Yli 10 MW	277	157 500	158	98 500	435	256 000
Yhteensä	495	274 400	165	102 000	660	376 400

Metsähakkeiden käyttö kokoluokittain eri maakunnissa

Pohjois-Savo						
Kattilan kokoluokka	Ranka/kokopuuhake		Metsätähdehake		Yhteensä	
	GWh	m ³	GWh	m ³	GWh	m ³
1 – 3 MW	55	30 900	4	2 100	59	33 000
3 – 5 MW	50	27 600	1	500	51	28 100
5 – 10 MW	85	46 500	15	8 900	100	55 400
Yli 10 MW	535	288 000	405	239 000	940	527 000
Yhteensä	725	393 000	425	250 500	1150	643 500

Metsähakkeiden käyttö kokoluokittain eri maakunnissa

Etelä-Savo						
Kattilan kokoluokka	Ranka/kokopuuhake		Metsätähdehake		Yhteensä	
	GWh	m ³	GWh	m ³	GWh	m ³
1 – 3 MW	23	15 800	3	1 700	26	17 500
3 – 5 MW	28	15 500	8	5 500	36	20 500
5 – 10 MW	33	17 500	10	5 600	43	23 100
Yli 10 MW	356	181 800	386	230 200	742	412 000
Yhteensä	440	230 100	407	243 000	847	473 100

Tuorehakkeen käyttö tarkastelun kohteena oleilla lämpö- ja voimalaitoksilla

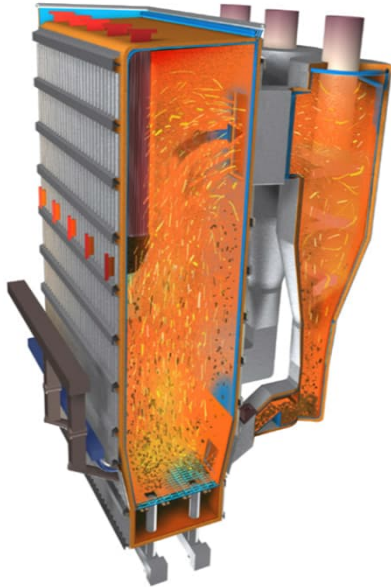
Tarkastelun kohteena oli **75** kattilaa, joista

- **23** kattilassa poltetaan jo nyt tuorehaketta laitoksen oman ilmoituksen mukaan ainakin jonkin verran.
- Tuorehakkeen käyttömäärästä saatiin arvio vain muutamalta laitokselta.
- **39** kattilassa tuorehakkeen käyttö olisi nykyisellään mahdollista toimijoiden omien arvioiden mukaan, joista 8:n kohdalla mainittiin ”yhdessä kuivemman polttoaineen kanssa” tai ”osittain”.
- **10** kattilan osalta oli suunnitelmissa investointeja seuraavan kymmenen vuoden aikana. Mainintoja saivat savukaasupesuri ja sähkökattila sekä yleisemmällä tasolla kattilan uusinta.

Asiasta tarkemmin myöhemmin tässä esityksessä!

Polton teoriaa ja laiteteknologiaa

Perustekniikat >1MW laitoksissa



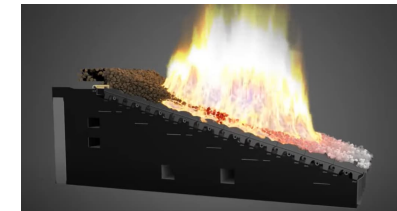
Kiertoleiju (CFB)



Kerrosleiju (BFB)



Pyörivä arina



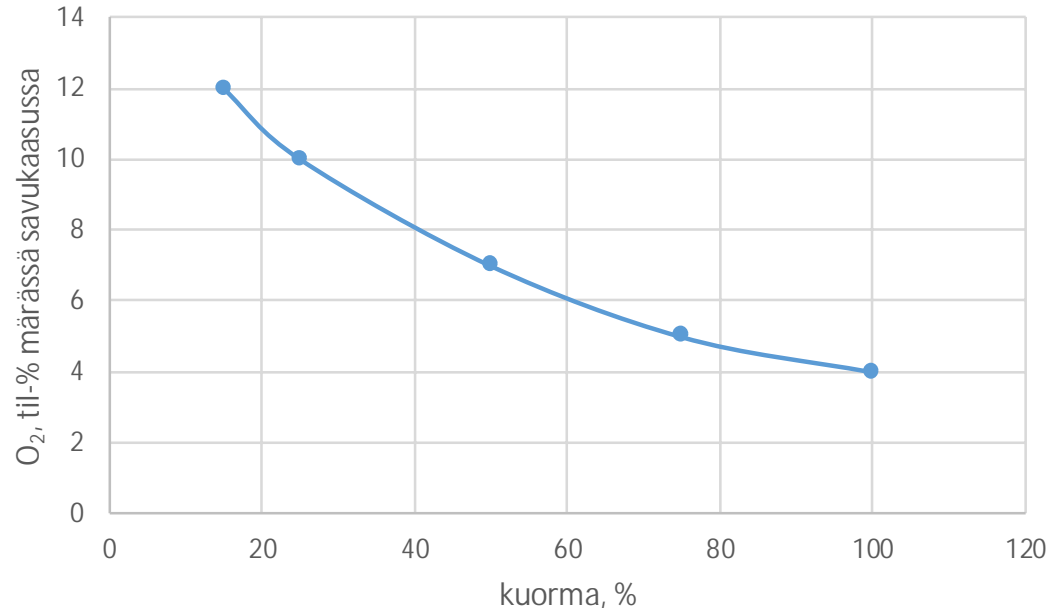
Viistoarina

Esimerkki: Kuvitteellinen 3,5 MW lämpölaitos, johon asennetaan savukaasupesuri lämmöntalteenotolla

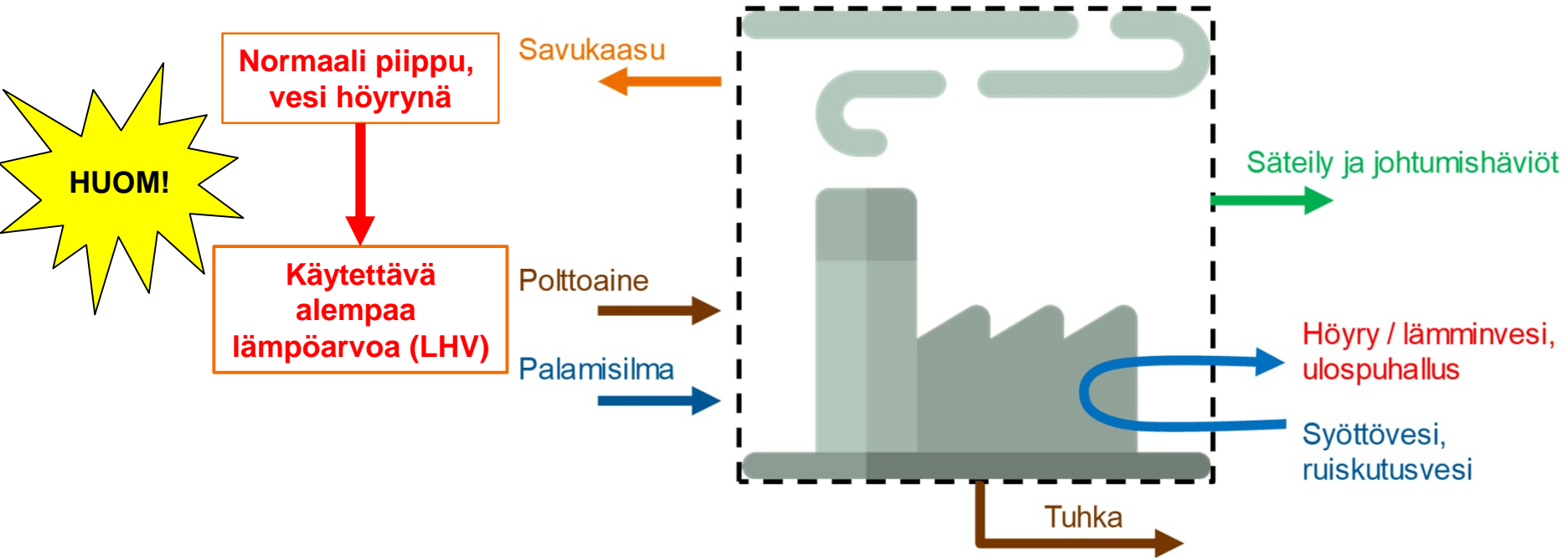
Polttoaineet

		Mänty runko ¹			Puupelletti ¹
C	p-%	52.3			49.8
H	p-%	6.1			6.1
N	p-%	0.1			0.2
S	p-%	0.01			0.0
O	p-%	41.5			43.9
		100			100
Tuhka, kuiva	p-%	0.30			0.28
Kosteus	p-%	60	45	30	5
HHV, kuiva	MJ/kg	20.7	19.3	19.3	20.3
HHV, kostea	MJ/kg	8.3	10.6	13.5	19.3
LHV, kuiva	MJ/kg	19.3	19.3	19.3	19.0
LHV, kostea	MJ/kg	6.27	9.53	12.80	17.88

Savukaasun loppuhappi (ilmakerroin) eri kuormilla



Energiatase / hyötysuhde



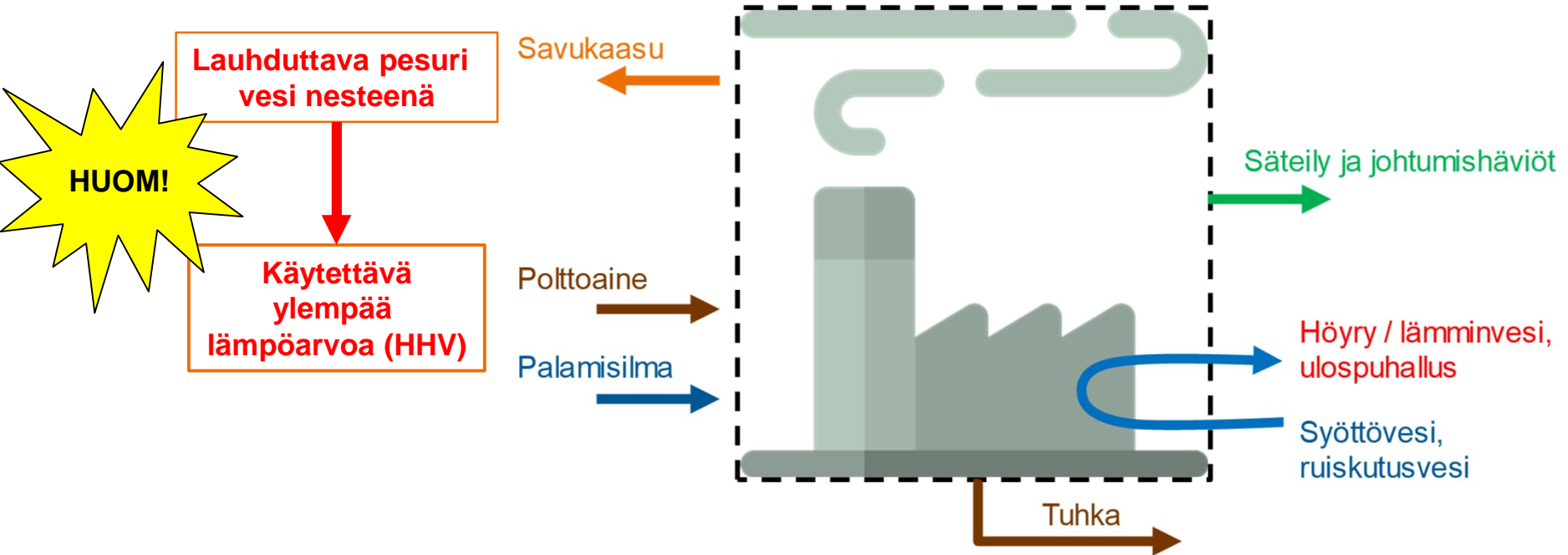
Slide 21

RJO

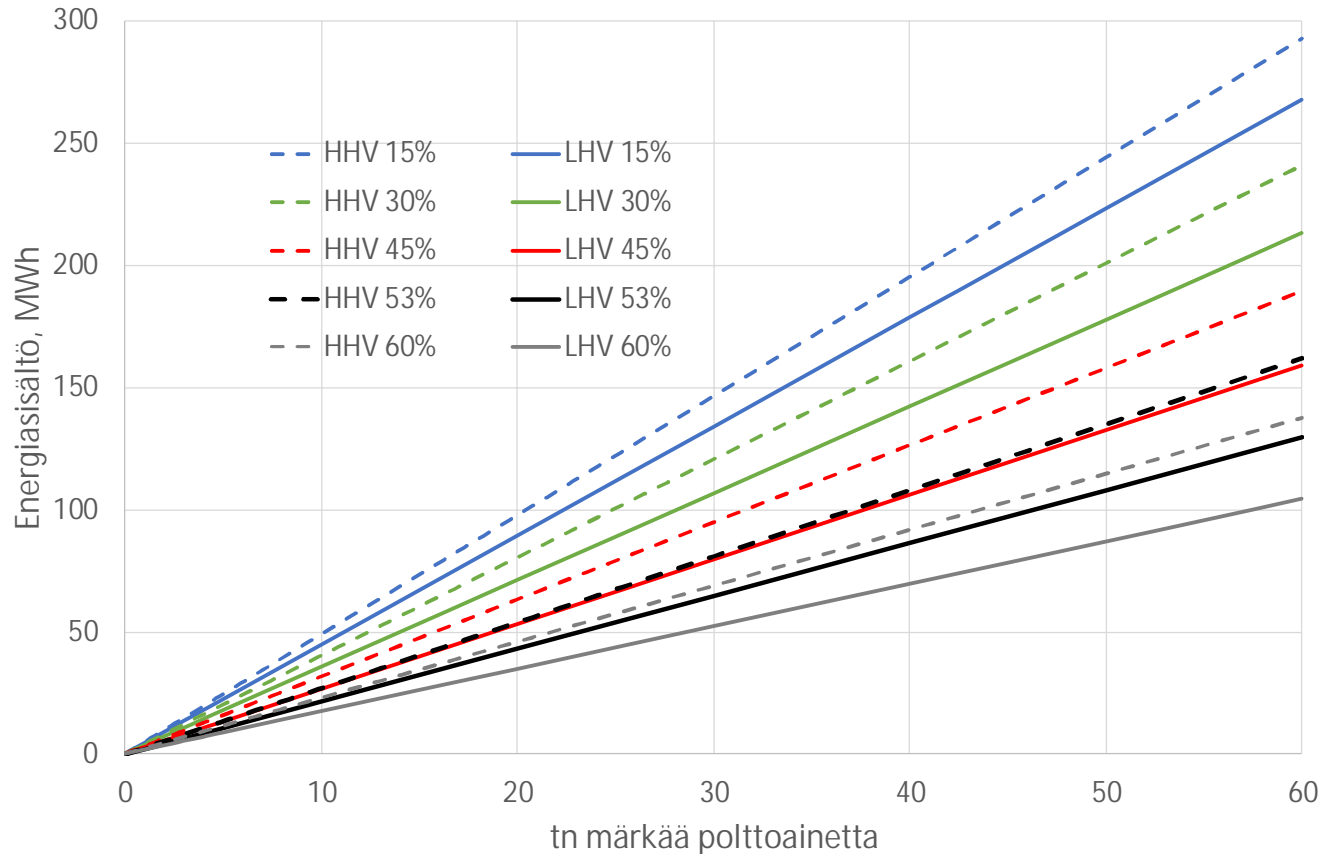
nää on tärkeitä kalvoja

Raitila Jyrki; 2024-01-12T08:14:49.902

Energiatase / hyötysuhde

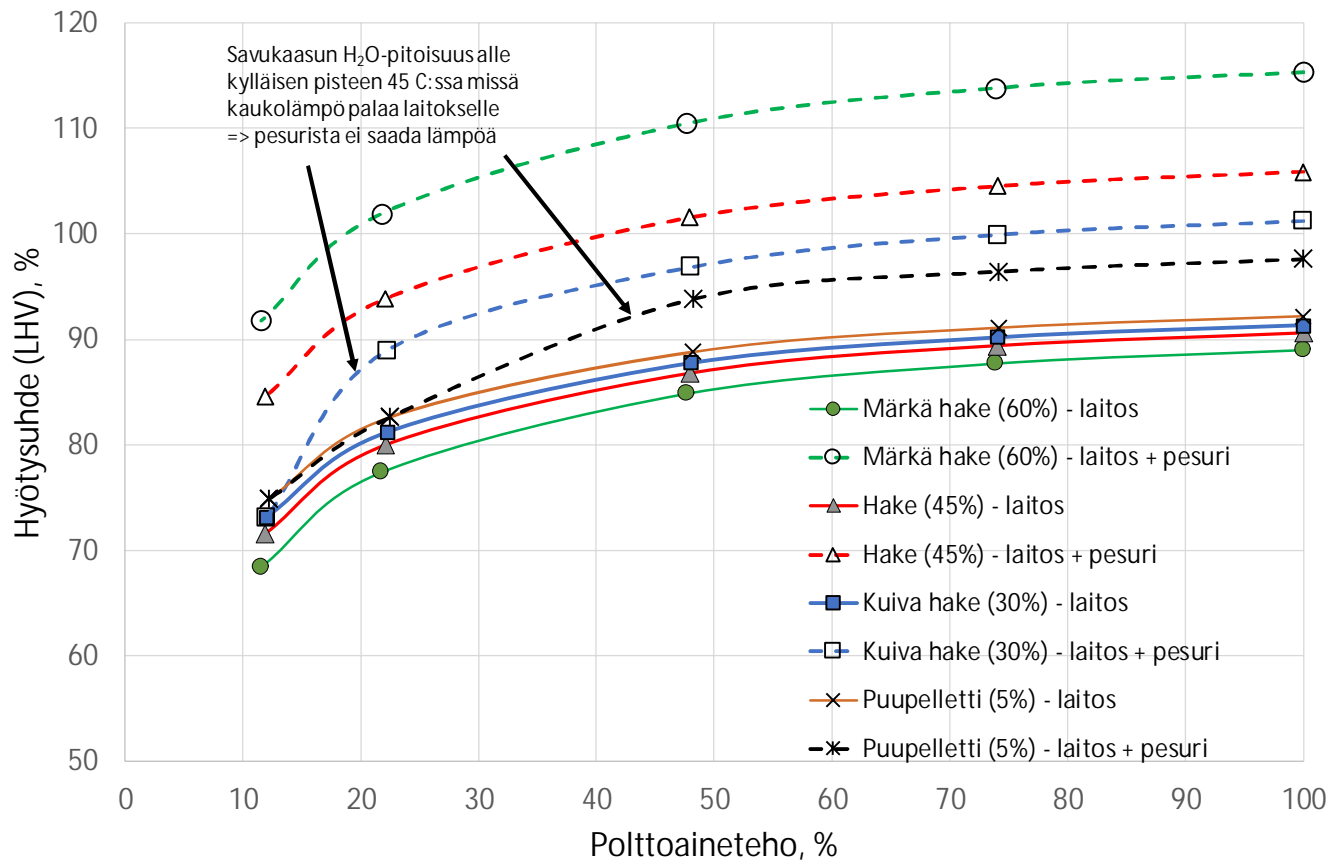


Ylempi ja alempi lämpöarvo



Kuorman energiasisältö riippuu sekä kosteudesta että käytetystä lämpöarvosta

Hyötysuhde käyttämällä polttoaineelle alempaa lämpöarvoa (LHV)

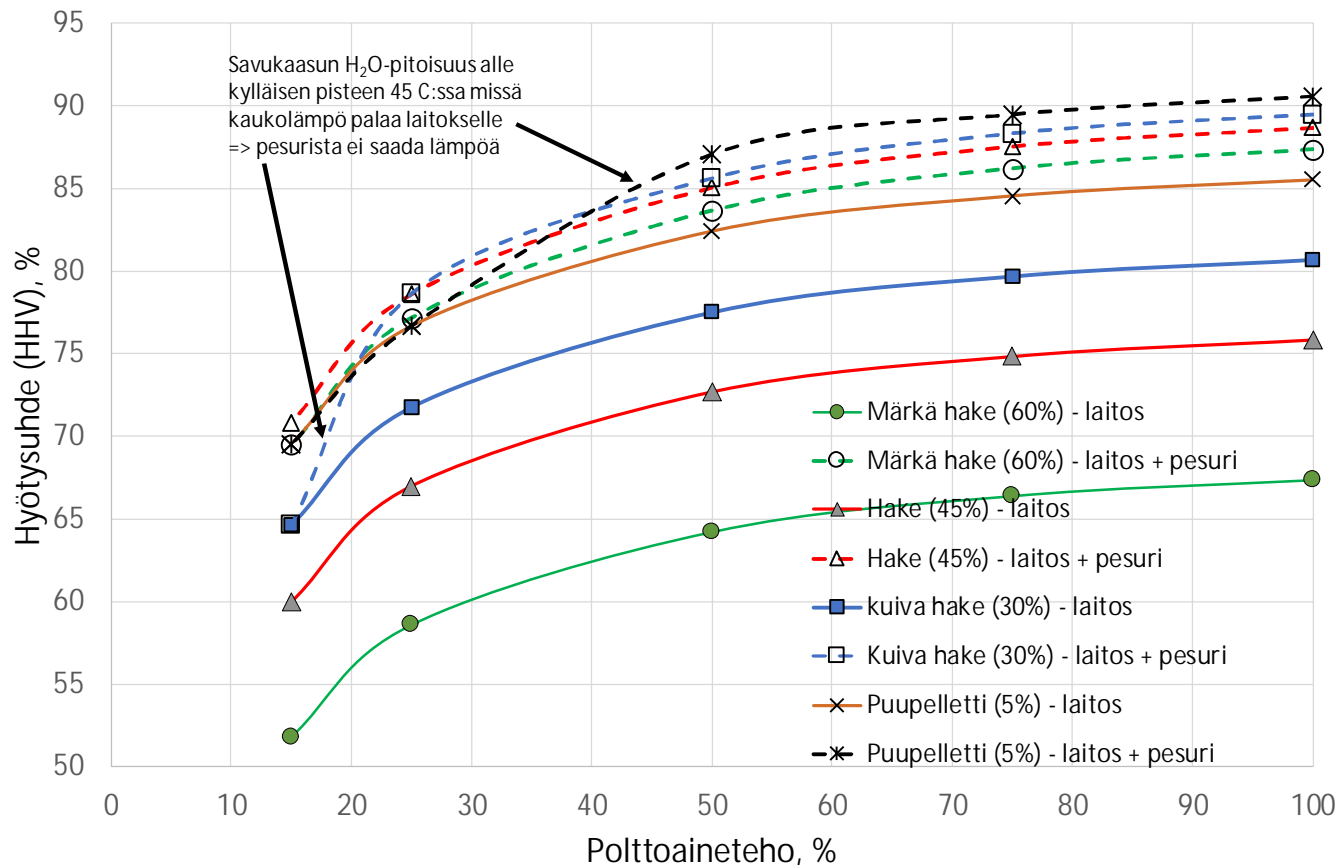


HUOM!!

LHV:n käyttäminen ei ole oikea tapa vertailla laitoksia joissa

- toisessa on pesuri ja
- toisessa ei

Hyötysuhde käyttämällä polttoaineelle ylempää lämpöarvoa (HHV)

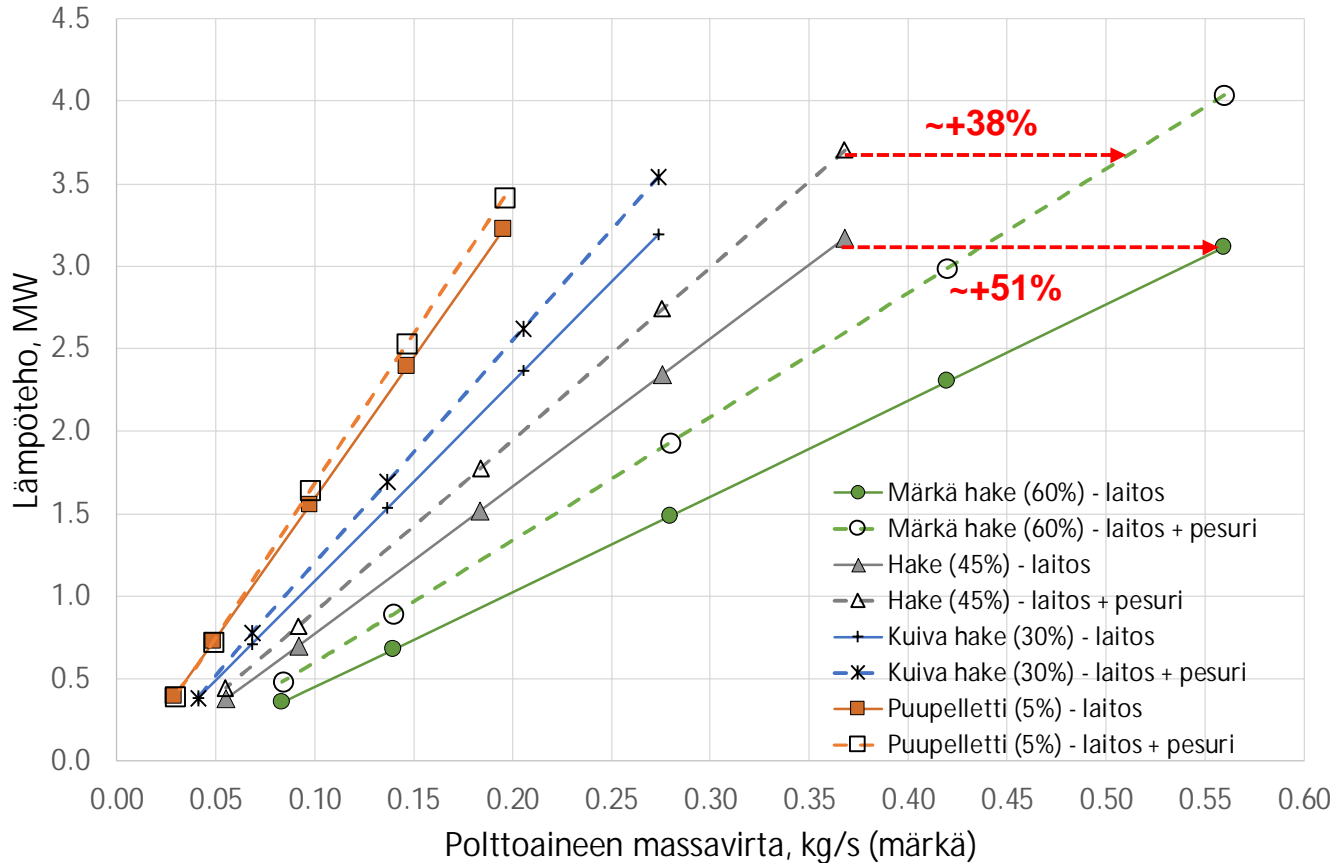


HHV:n käyttäminen oikea tapa

Kosteamman polttoaineen käyttäminen alentaa aina hyötysuhdetta oli pesuria tai ei

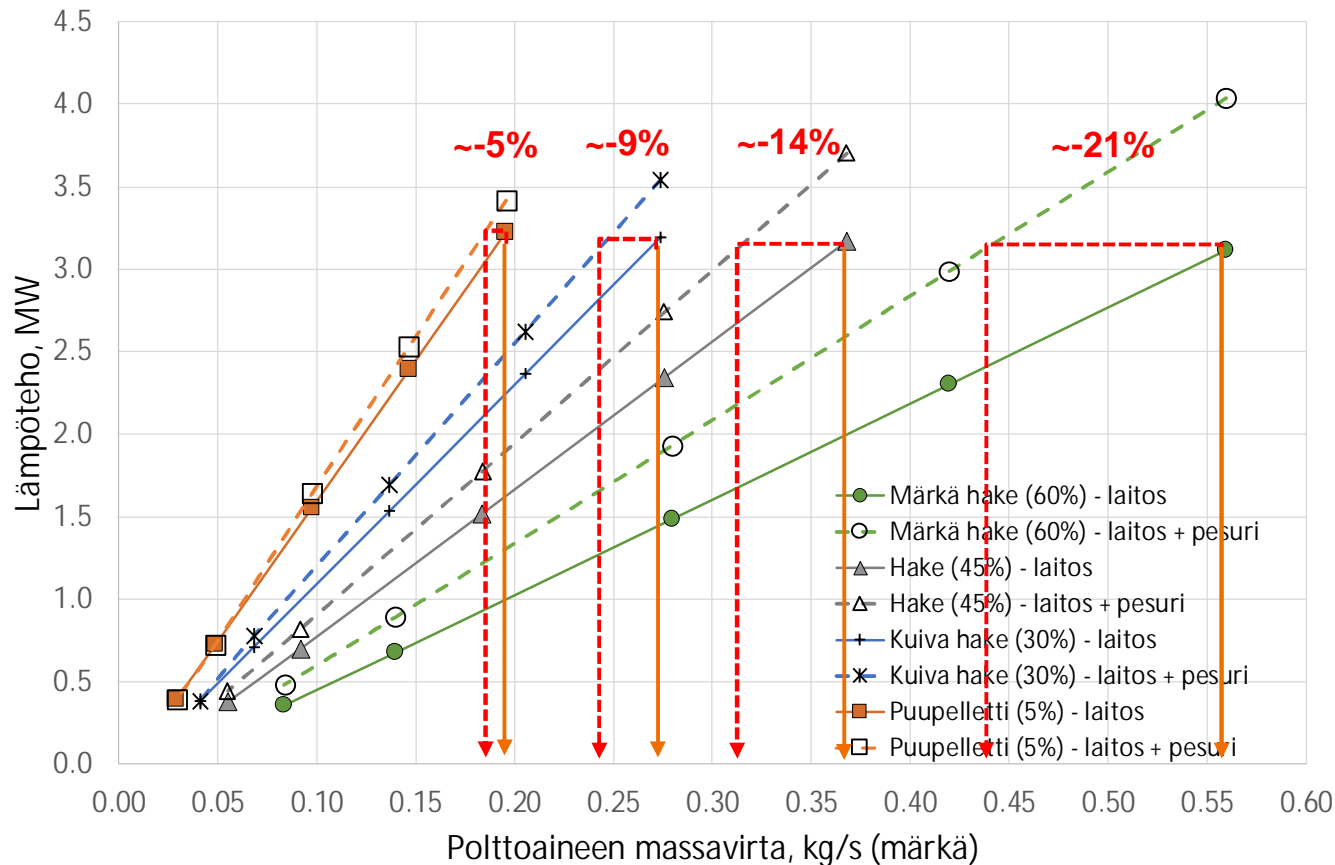
Ilman pesuria ero on huomattavasti suurempi

→ Arvio polttoaineen tarpeen kasvamisesta kosteammalla polttoaineella (45→60%)



HUOM!!
Mitä kosteampi polttoaine sen suurempi määrä polttoainetta tarvitaan samaan lämpötehoon laitoksella, vaikka olisi pesuri käytössä

→ Arvio polttoaineen tarpeen pienenemisestä sk- pesurilla

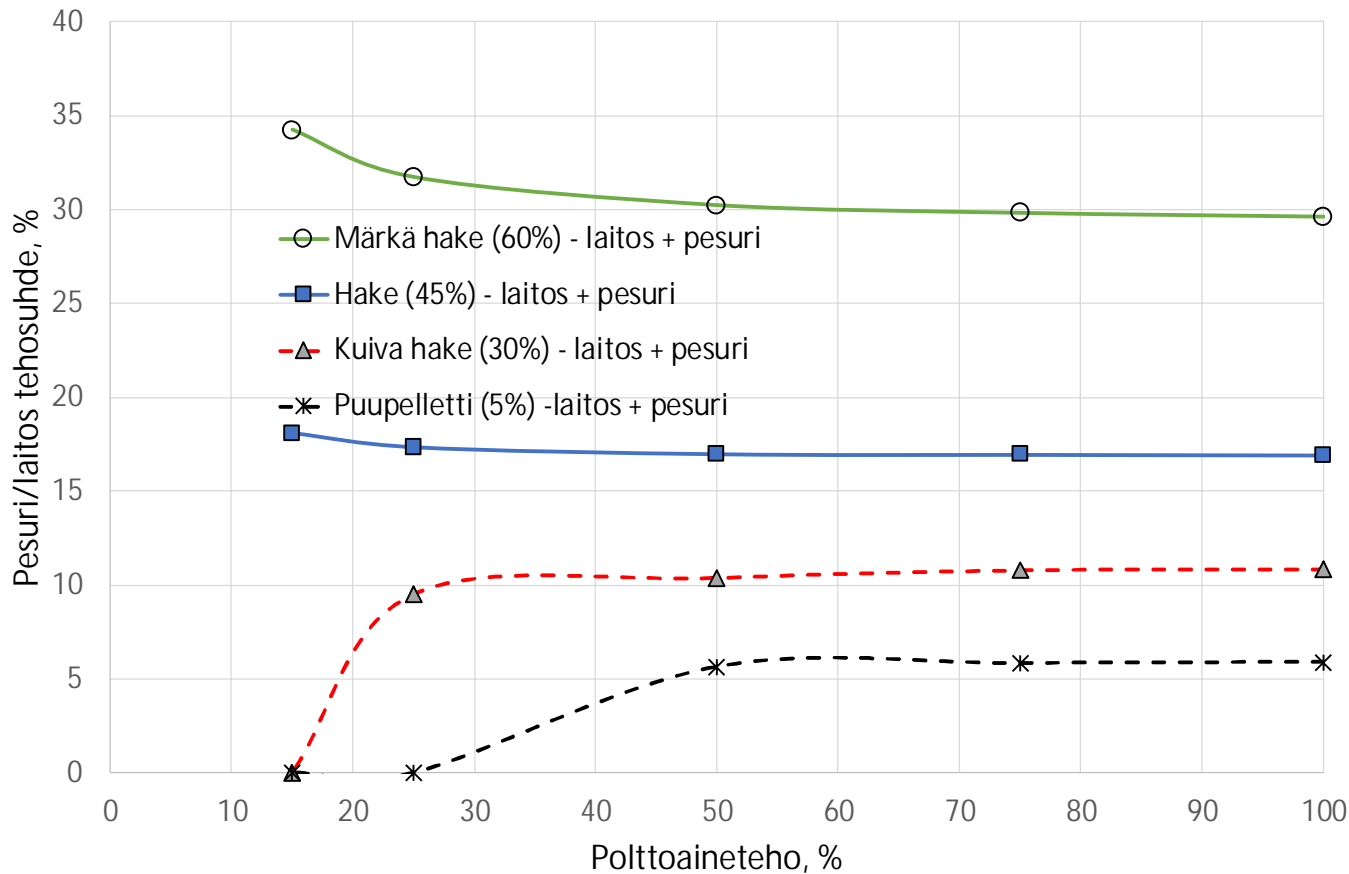


HUOM!!

**Pesuri + LTO ei tuo
lisää lämpötehoa
talteenottotehoa vaan
parannetaan**

**=> Polttoaineen tarve
vähenee**

Pesurin ja lämmöntalteenoton suhde kokonaistuotannosta

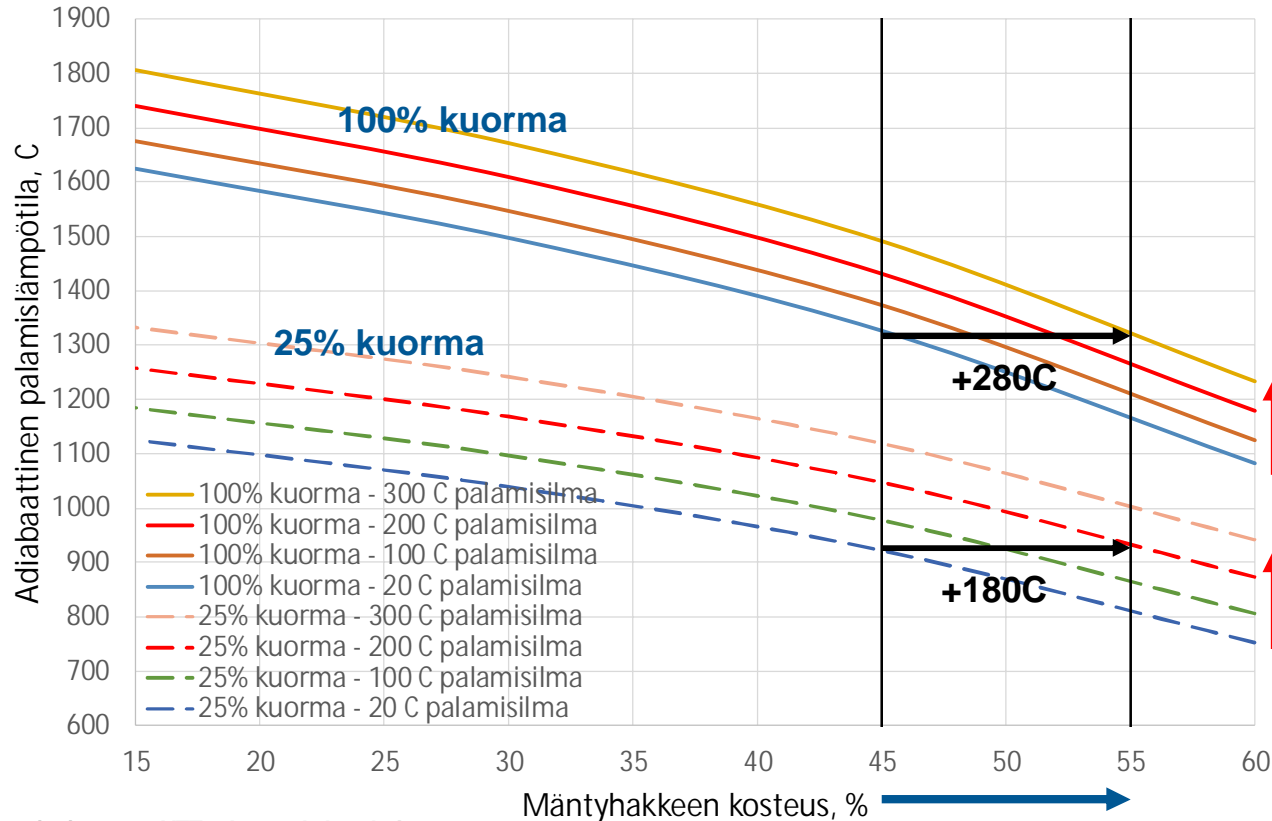


HUOM!!!
Kostealla polttoaineella ei saada lisää kokonaistehoa kuten edellisen kalvon hyötysuhdekuvasta nähdään

Mitä kosteampi polttoaine sen suurempi on pesurin talteenottama osuus laitoksen kokonaislämpötehosta

Adiabaattinen palamislämpötila

= teoreettinen maksimilämpötila minkä savukaasu voi saavuttaa polttoaineen palaessa



Palamisilman lämpötilaa pitää kasvattaa, jos tulipesän lämpötila halutaan säilyttää samalla tasolla

Kuumaluvon lisäämisen kustannus on laitoskohtainen

Palamisilman lämpötilaa kasvatetaan

Polttoaineen kosteuspitoisuus kasvaa 45 → 55%

Tuorehakkeen käyttömahdollisuudet eri skenaarioissa

1. Teoreettinen tuorehakkeen potentiaali käytössä olevalla laitoskannalla

- Skenaario 1A tarkoittaa laitoksia, joissa tuorehakkeen käyttöönotto onnistuu ilman sen kummempia muutostöitä

Ei mukana

- laitoksia, jotka ilmoittivat, etteivät halua käyttää tuorehaketta
- Teollisuuden voima- ja lämpölaitokset käyttävät pääosin metsäteollisuuden sivuvirtoja, jolloin näissä ei ole tarvetta / kapasiteettia käyttää tuorehaketta.
- 1–3 MW laitoksilla polttoaineen kulutus on pienempää ja varastotilat rajoitettuja, jolloin märkähakekuormien tasainen sekoittaminen kuivempaan polttoaineeseen voi olla hankalaa.

1. Teoreettinen tuorehakkeen potentiaali käytössä olevalla laitoskannalla

Mukana laskennassa

- Laitokset, jotka ilmoittivat tuorehakkeen maksimimäärän, minkä voisivat käyttää. Näillä polttoaineseos muutettiin sen mukaiseksi korvaamalla nykyhaketta tuorehakteella (kosteuspitoisuus 53 %) säilyttäen lajikkeella tuotettu lämpömäärä (GWh) samana.
- Laitoksella ei savukaasupesuria, mutta ilmoittivat yleisesti, että voivat käyttää tuorehaketta. Nostetaan laskennallisesti polttoaineseoksen kosteutta maksimissaan 3 %-yksikköä korvaamalla nykyrankahaketta tuorehakteella (kosteuspitoisuus 53 %), säilytetään sama energiasisältö GWh.
- Laitoksella savukaasupesuri ja voi käyttää tuorehaketta. Lisätään tuorehakkeen määrää (kosteuspitoisuus 53 %) korvaamalla nykyhaketta, kunnes ollaan laitoksen ilmoittamassa maksimikosteudessa. Jos maksimia ei ole ilmoitettu, niin nostetaan kosteutta 3 %-yksikköä kuten aiemmassa kohdassa.

2. Vanhan laitospkannan uusiutuminen tiedossa olevilla investoinneilla

- Huomioidaan laitosten ilmoittamat joko meneillään olevat tai lähiaikoina (<10 v.) tehtävät investoinnit laitosteknologiaan
 - Esim. pesurit
 - Uudet kattilat
- Laskettiin, paljonko lisää voidaan käyttää tuorehaketta

**1A = Teorettinen tuorehakkeen potentiaali käytössä
olevalla laitoskannalla**

+

**2 = Vanhan laitoskannan uusiutuminen tiedossa olevilla
investoinneilla**

Rankahake								
Nykytilanne		Skenaario 1A			Skenaario 2 (+1A)			
Nykymallin hake		Tuorehake	Nykymallin hake	yhteensä	Tuorehake	Nykymallin hake	yhteensä	
GWh	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	
1-3 MW	161	91 700	4 100	86 800	90 900	9 800	81 900	91 700
3-5 MW	128	69 100	7 600	61 100	68 700	12 500	56 600	69 100
5-10 MW	203	109 400	43 800	65 600	109 400	49 400	54 500	103 900
yli 10MW	1 168	627 300	448 800	169 000	617 800	448 800	169 000	617 800
yht.	1 660	897 500	504 300	382 500	886 800	520 500	362 000	882 500

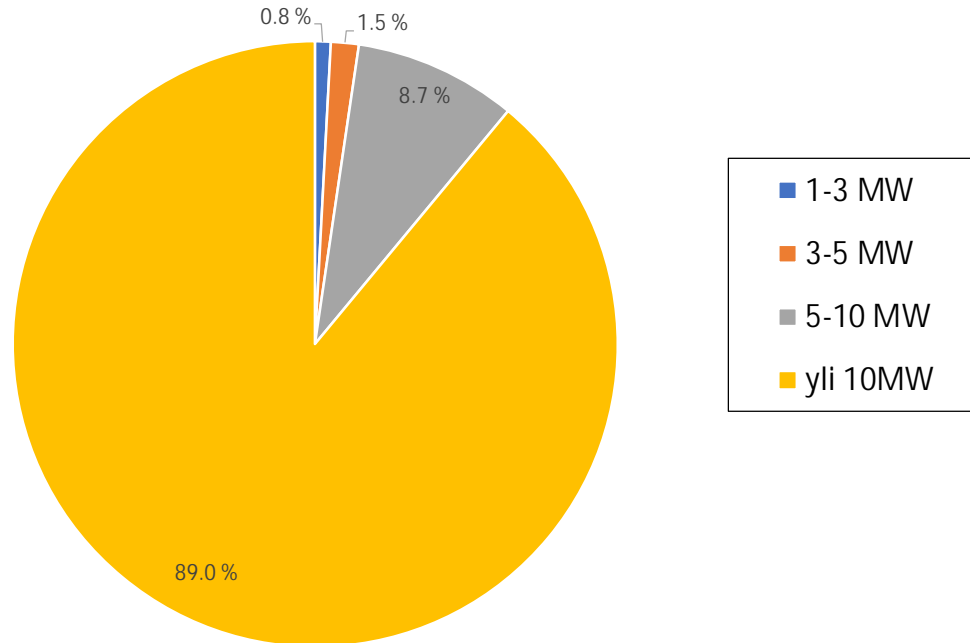
- Pohjois-Karjalan sekä Pohjois- ja Etelän-Savon nykylaitoksilla voitaisiin käyttää noin **500 000 m³** tuoretta rankahaketta ilman muutoksia kattilateknologiaan
- Suunnitellut lisäinvestoinnit (Skenaario 2) nostavat määrää vielä **15 000 m³**.

**1A = Teorettinen tuorehakkeen potentiaali käytössä
olevalla laitoskannalla**

+

**2 = Vanhan laitoskannan uusiutuminen tiedossa olevilla
investoinneilla**

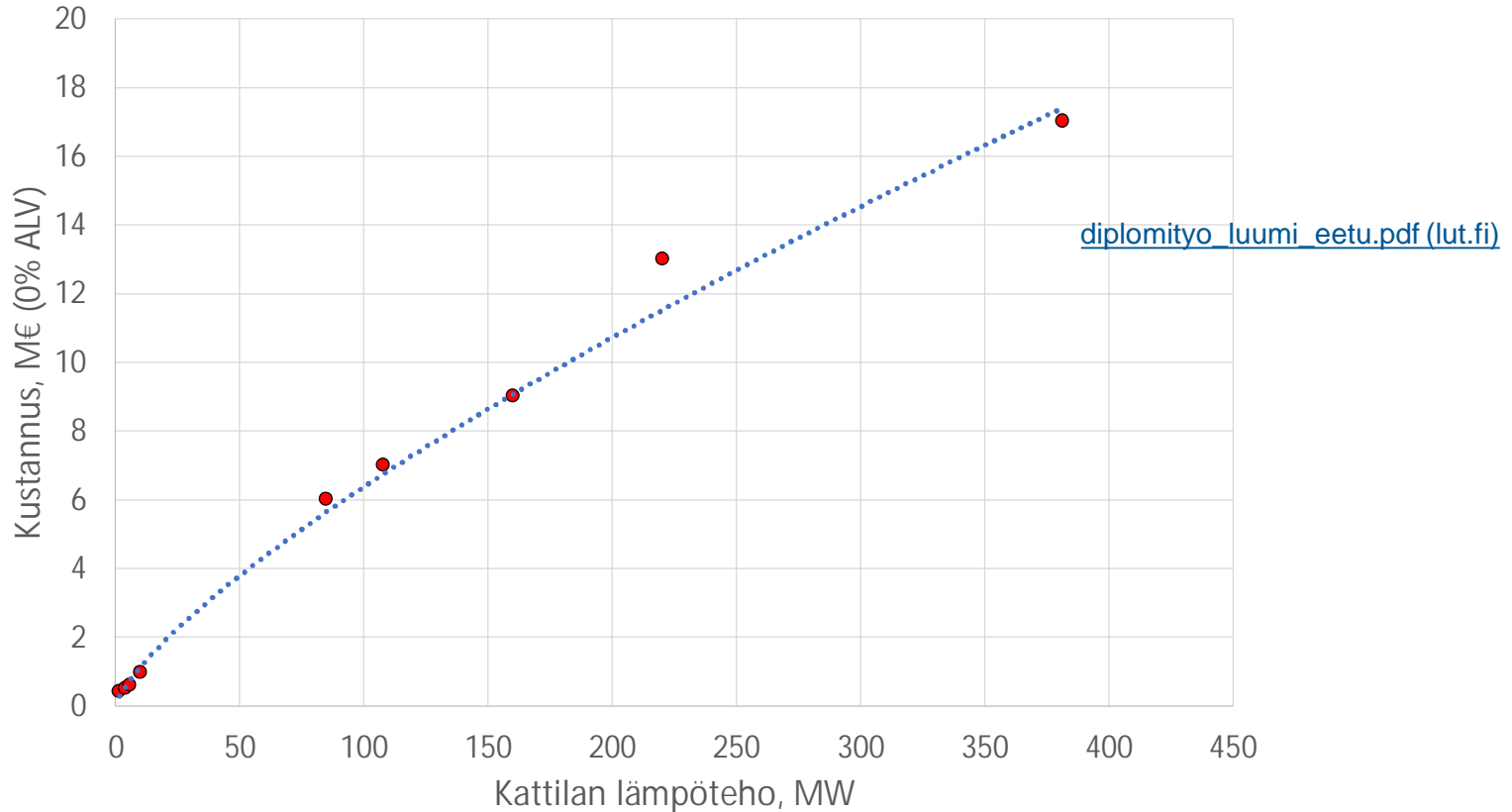
Lähes 90 % tuorehakeesta
meni laskennan perusteella
isoille yli 10 MW laitoksille



3. Kohtuulliset muutostyöt nykylaitoksissa

- Seuraavaksi arvioitiin, millä kohtuullisilla teknologisilla ratkaisuilla ja investoinneilla tuorehakkeen määrää voidaan kasvattaa
 - Tuunaukelpoisiksi kattilatyypeiksi on luokiteltu leiju- ja arinakattilat
 - Käytännössä savukaasupesurin asentaminen ainoa järkevä ja kustannustehokas investointi
 - Arvioitiin investointikustannukset laitoskokoluokittain
- Käytettiin arviota, että asennettu pesuri alentaa polttoaineen kulutusta 15 % (jokaisessa polttoainejakeessa) skenaarista 1A.
- Laitoksilla, joilla pesuri + LTO on jo asennettu, jakauma ja kulutus on 1A:n mukainen.
- Laskettiin tuorehakkeen lisäyspotentiaali

Arvio kondensoivasta savukaasupesurista lämmöntalteenotolla tämänhetkisillä hinnoilla



3A = Tuorehakkeen käyttöpotentiaali kohtuullisten investointien (sk-pesuri + LTO) jälkeen

+

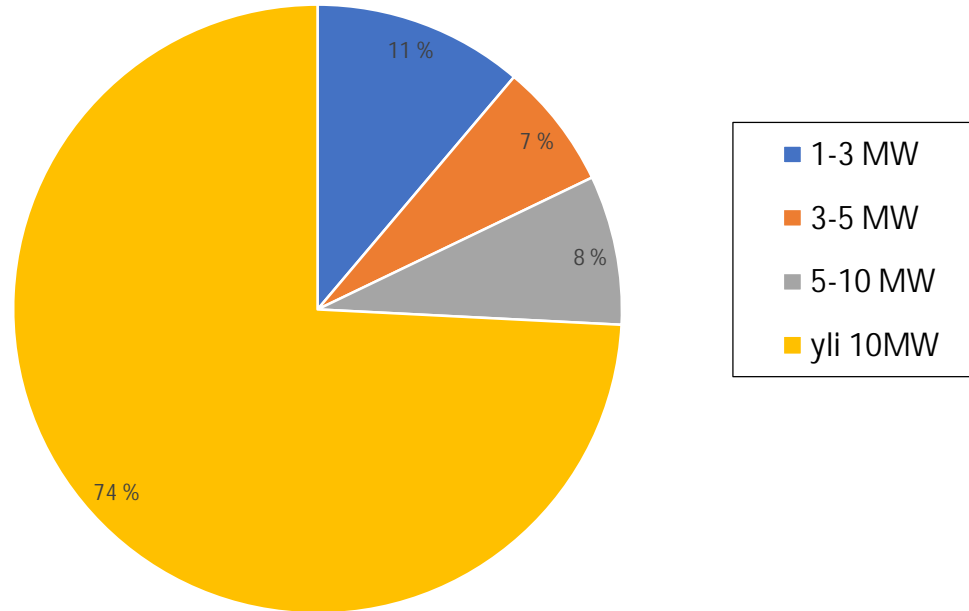
2 = Vanhan laitoksen uusiutuminen tiedossa olevilla investoinneilla

	Rankahake										
	Nykytilanne		sk-pesurin arvioitu investointi	Nykyseos pesurilla		Skenaario 3A			Skenaario 3A + 2		
	Nykymallin hake			Nykymallin hake		Tuorehake	Nykymallin hake	yhteensä	Tuorehake	Nykymallin hake	yhteensä
	GWh	m ³	M€	GWh	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1-3 MW	161	91 700	8.5	140	78 300	3 500	74 200	77 700	8 300	70 000	78 300
3-5 MW	128	69 100	5.1	110	62 000	6 900	55 000	61 900	11 000	51 100	62 100
5-10 MW	203	109 400	6.0	190	103 900	42 500	61 400	103 900	48 200	50 300	98 500
yli 10MW	1 168	627 300	56.6	1 100	594 100	438 300	146 700	585 000	438 300	146 700	585 000
yht.	1 660	897 500	76.2	1 540	838 300	491 200	337 300	828 500	505 800	318 100	823 900

- Pesuri-investoinnin ansiosta nykyisen rankahakkeen kulutus ~ -60 000 m³ eli noin -6 % nykyisestä
- Suurin säästö m³/M€ saadaan asentamalla yli 10 MW laitoksiin savukaasupesurit.
- Tuorehakkeen potentiaali tässä skenaariossa on yhteensä 490 000 m³
- Jo tehdyt investointipäätökset (skenaario 3A + 2) kasvattavat määrää ~15 000 m³.

Arvio kondensoivasta savukaasupesurista lämmöntalteenotolla tämänhetkisillä hinnoilla

SK-pesurien arvioitu investointi 76,2 M€

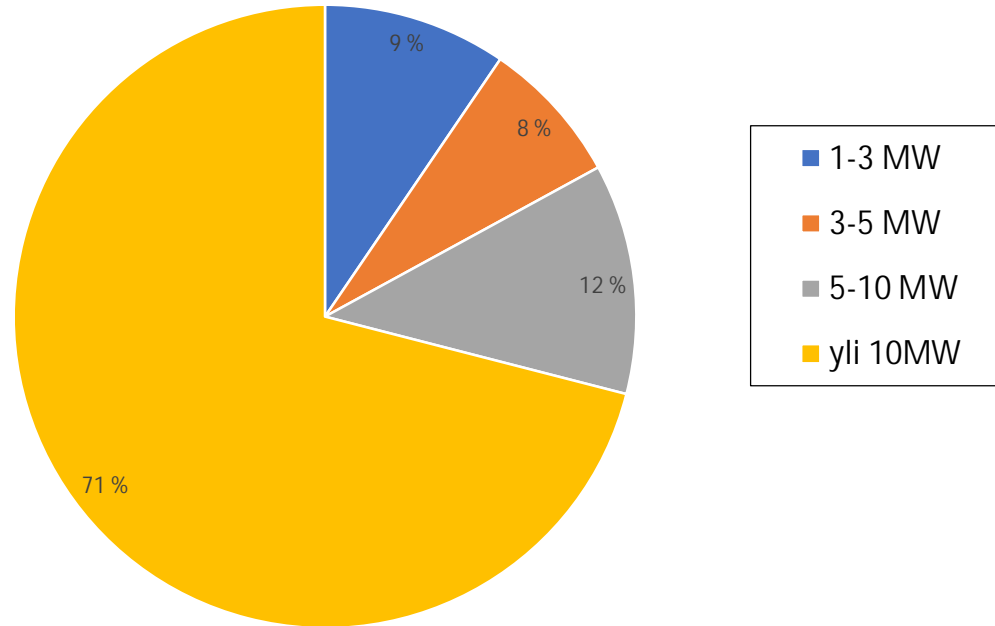


3A = Tuorehakkeen käyttöpotentiaali kohtuullisten investointien (sk-pesuri + LTO) jälkeen

+

2 = Vanhan laitospöytä uusiutumisen tiedossa olevilla investoinneilla

Lähes 70 % tuorehakkeesta meni laskennan perusteella edelleen isoille yli 10 MW laitoksille



4. Uusittavat laitokset

- Lopuksi arvioitiin, mitkä laitokset tulisi kokonaan korvata uusilla, jotta tuoreen hakkeen käyttö niissä olisi mahdollista
 - Teollisuuden laitokset jätettiin kuitenkin tästä pois, koska niillä on hyvät syyt jatkaa nykyistä toimintamalliaan
 - Ulkopuolelle ne kaukolämpö- ja CHP-laitokset, jotka ilmoittivat, etteivät halua missään tapauksessa siirtyä tuoreen hakkeen käyttöön
 - Laskettiin jälleen tuorehakkeen lisäyspotentiaali

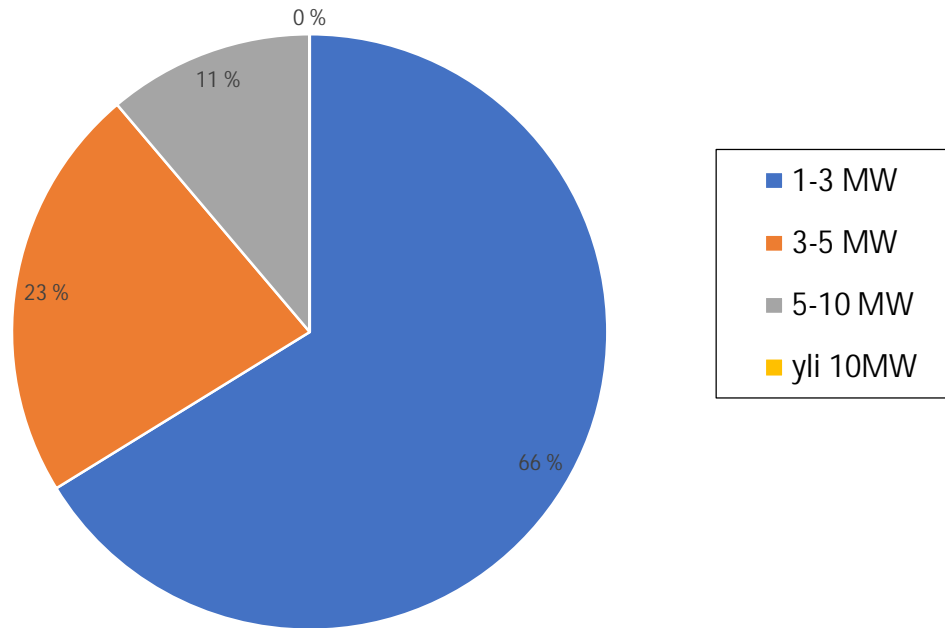
4. Uusittavat laitokset

	Rankahake								
	Nykytilanne		sk-pesurin arvioitu investointi	Nykyseos pesurilla		Uuden laitoksen arvioitu investointi	Skenaario 4 + 3A +2		
	Nykymallin hake			Nykymallin hake			Tuorehake	Nykymallin hake	yhteensä
	GWh	m ³	M€	GWh	m ³	M€	m ³	m ³	m ³
1-3 MW	161	91 700	8.5	140	78 300	45.7	78 800	17 800	96 600
3-5 MW	128	69 100	5.1	110	62 000	15.6	41 900	27 400	69 300
5-10 MW	203	109 400	6.0	190	103 900	7.7	67 900	37 000	104 900
yli 10MW	1 168	627 300	56.6	1 100	594 100	0.0	437 900	146 700	584 600
yht.	1 660	897 500	76.2	1 540	838 300	69.0	626 500	228 900	855 400

- Investoinnit nostavat tuoreen rankahakkeen määrää edelleen 120 000 m³ skenaariosta 3A + 2 (625 000 m³:iin).
- Rankahakkeen kokonaismäärä vähenee noin 40 000 m³ nykytilaan verrattuna, mutta hyvä huomata että kasvaa yli 20 000 m³ pelkän pesuri-investoinnin kulutuksesta

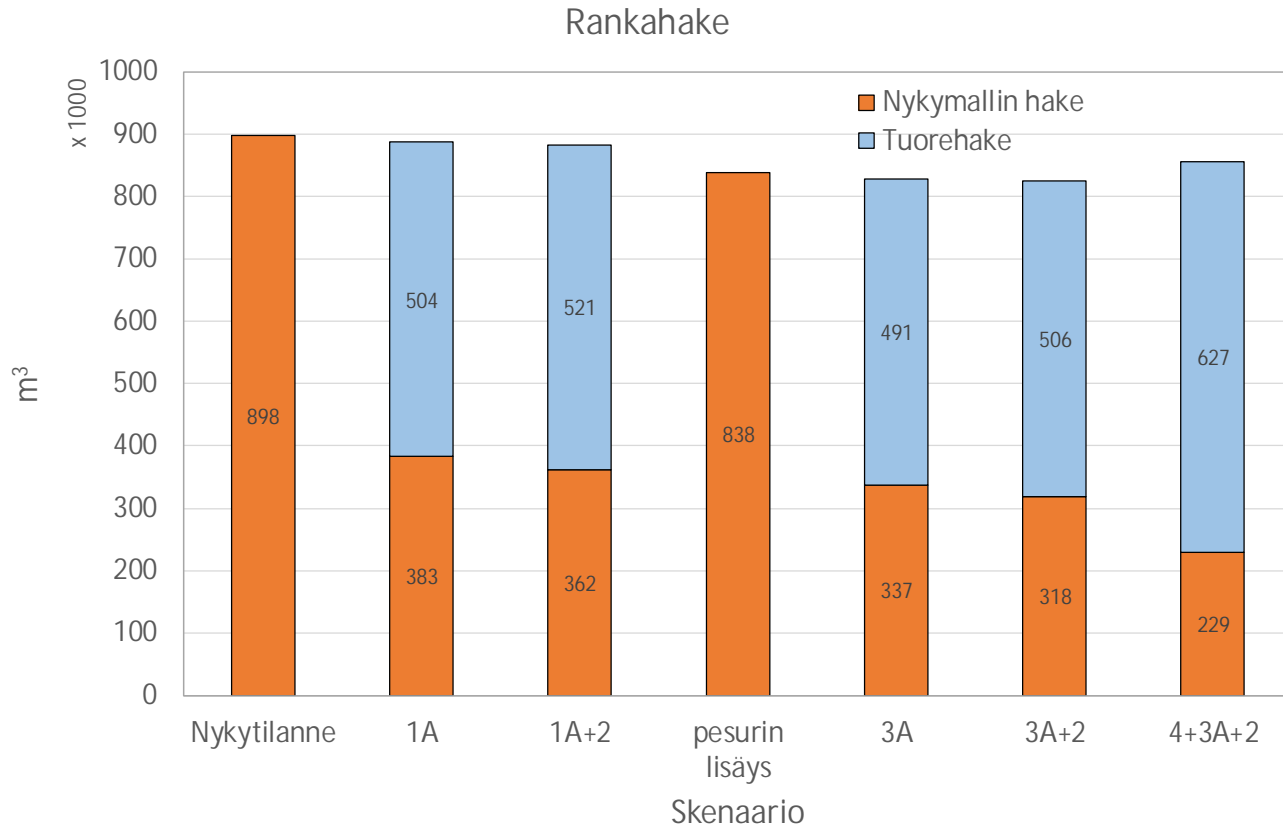
4. Uusittavat laitokset eri kokoluokassa

Uusien kattiloiden arvioitu investointi 69 M€



Kaikki skenaarit

Tuoreen rankahakkeen potentiaalit m³



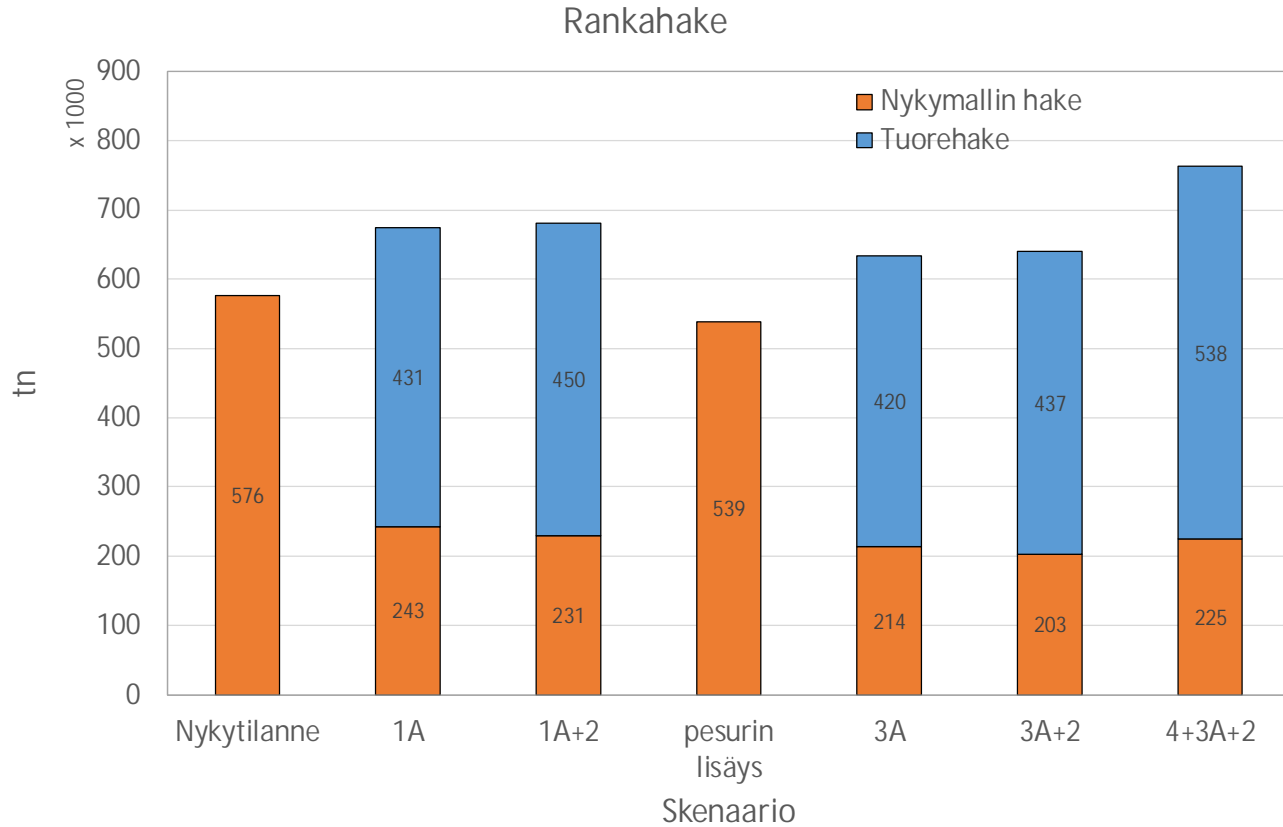
- Tarvittava polttoainemäärä vähenee verrattuna nykytilanteeseen, jos polttoainemääriä mitataan tilavuuksina (kuiva-ainehäviöt näkyvät)

Kaikki skenaariot: Tuoreen rankahakkeen potentiaalit m³

- Jos polttoaineen määrää mitataan tilavuuksina ja huomioidaan puupolttoaineen arvioidut kuiva-ainehäviöt varastoitaessa, laitoksiin asennettavat lämmön talteenotolla varustetut savukaasupesurit yhdessä tuoreen metsähakkeen käytön kanssa alentavat tarvittavaa puun määrää. Maksimiskenaariossa (skenaario 3A+2) ranka- ja kokopuuhaketta tarvittaisiin noin 8 % (74 000 m³) vähemmän vuosittain.
- On kuitenkin huomattava, että lähes samaan tulokseen päästään jo pelkillä pesuri-investoinneilla muuttamatta polttoainejakaumaa millään tavalla.

Kaikki skenaarit

Tuoreen rankahakkeen potentiaalit tn



- Mitä enemmän tuorehaketta käytetään, sen suuremmaksi hakkeen kokonaiskulutus tonneina kasvaa.
- Tulos on looginen, koska polttoaineen lämpöarvo laskee kosteuden lisääntyessä. Samaan energiamäärään pitää olla enemmän kosteaa puuta kuin kuivempaa.

Kaikki skenaariot: Tuoreen rankahakkeen potentiaalit tn

- Tonneissa laskettuna ainoa ranka- ja kokopuuhakkeen kokonaiskulutusta pienentävä skenaario on tilanne, jossa laitoksiin asennetaan savukaasupesurit lämmön talteenotolla samalla olettaen, että polttoainejakauma pysyy entisellään

1. Teoreettinen tuoreen metsätähdehakkeen potentiaali käytössä olevalla laituskannalla

- Skenaario 1B tarkoittaa laitoksia, joissa tuoreen metsätähdehakkeen käyttöönotto onnistuu ilman sen kummempia muutostöitä

Ei mukana

- laitoksia, jotka ilmoittivat, etteivät halua käyttää tuorehaketta
- Tuore ns. vihreä metsätähdehake sisältää enemmän klooria kuin kuivanut ns. ruskea hake. CHP-laitoksilla suurempi klooripitoisuus johtaa tulistinhaasteisiin ilman suurempaa turpeen tai lisäänerikin käyttöä, mikä lisää kustannuksia
- 1–3 MW laitoksilla polttoaineen kulutus on pienempää ja varastotilat rajoitettuja, jolloin märkähakekuormien tasainen sekoittaminen kuivempaan polttoaineeseen voi olla hankalaa.
- Tuoretta metsätähdehaketta ei lisätä laitoksille, jotka ilmoittivat arviomäärän tuorehakkeen lisäämisestä. Tämän katsottiin olevan maksimimäärä, minkä tuoretta haketta voi käyttää.
- Jos laitos ei käytä metsätähdehaketta, niin tuoretta metsätähdehaketta ei lisätä.
- Jos tuoreen rankahakkeen käytöllä mennään jo kattilan maksimikosteuksiin, niin metsätähdehaketta ei lisätä.

1. Teoreettinen tuoreen metsätähdehakkeen potentiaali käytössä olevalla laitoskannalla

Mukana laskennassa

- Nostetaan polttoaineseoksen kosteutta maksimissaan 3 %-yksikköä korvaamalla nykymetsätähdehaketta viherhakkeella, mutta säilytetään sama energiasisältö GWh.

1B = Tuoreen metsätähdehakkeen käyttöpotentiaali nykyisellä laitoskannalla

	Metsätähdehake				
	Nykytilanne		Skenaario 1B		
	Nykymallin hake		Tuorehake	Nykymallin hake	yhteensä
	GWh	m ³	m ³	m ³	m ³
1-3 MW	8	4 500	0	4 500	4 500
3-5 MW	11	7 100	300	6 300	6 600
5-10 MW	29	16 200	5 100	10 100	15 200
yli 10MW	949	567 700	35 300	525 300	560 600
yht.	997	595 500	40 700	546 200	586 900

Tuoreen viherhakkeen käyttöpotentiaali ei ollut kovin merkittävä käytetyillä laskentaehdoilla vain vajaa 41 000 m³.

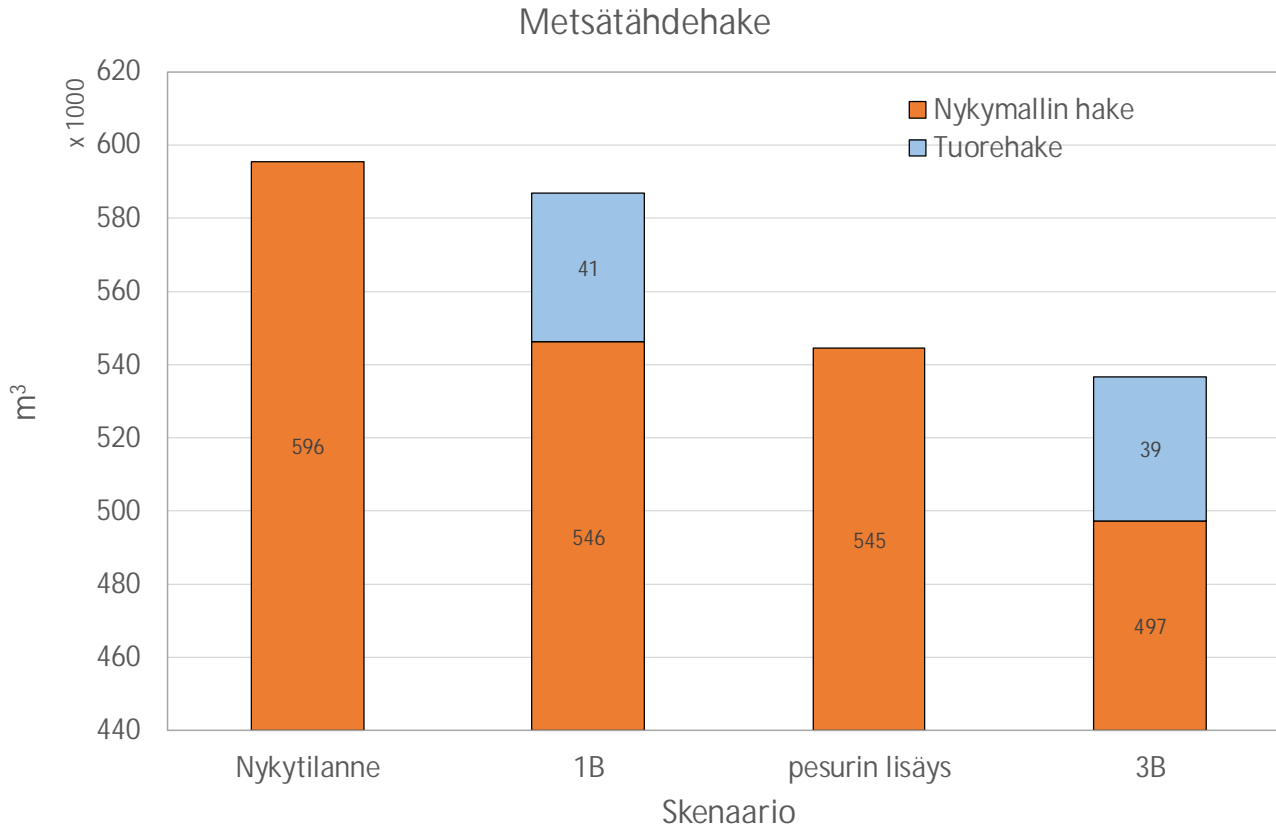
3B = Tuoreen metsätähdehakkeen potentiaali kohtuullisten investointien jälkeen

	Metsätähdehake							
	Nykytilanne		sk-pesurin arvioitu investointi	Nykyseos pesurilla		Skenaario 3B		
	Nykymallin hake			Nykymallin hake		Tuorehake	Nykymallin hake	yhteensä
	GWh	m3	M€	GWh	m3	m3	m3	m3
1-3 MW	8	4 500	8.5	6	3 800	0	3 800	3 800
3-5 MW	11	7 100	5.1	9	5 700	300	5 400	5 700
5-10 MW	29	16 200	6.0	25	15 500	4 800	9 800	14 600
yli 10MW	949	567 700	56.6	870	519 500	34 200	478 400	512 600
yht.	997	595 500	76.2	910	544 500	39 300	497 400	536 700

Savukaasupesurin investoinnin jälkeistä potentiaalia arvioitiin Skenaarion 1B:n pohjalta vastaavalla tavalla kuin 3A:ssa eli asennettu pesuri alentaa polttoaineen kulutusta 15 % (jokaisessa polttoainejakeessa).

Nykypolttoaineseoksella pesurilla saadaan metsähakkeen kokonaiskulutusta laskettua 50 000 m³. Tuoreen metsätähdehakkeen lisäämispotentiaali pysyy samansuuruisena investoinnista huolimatta.

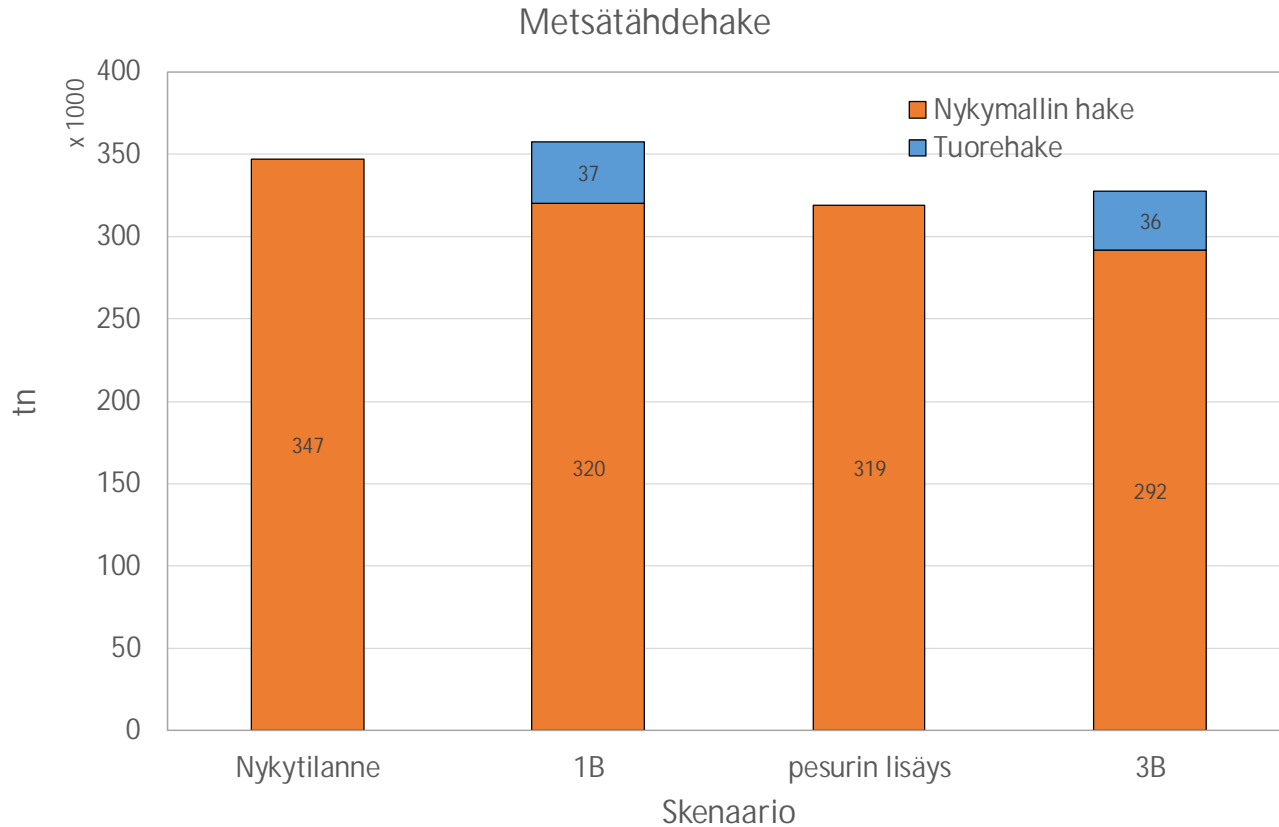
Kaikki skenaarit: Tuoreen metsätähdehakkeen potentiaalit m³



- Maksimiskenaariossa metsätähdehakea (skenaario 3B) kuluu noin 10 % (60 000 m³) vähemmän vuosittain.
- Lähes samaan tulokseen päästään jo pelkillä pesuri-investoinneilla muuttamatta polttoainejakaumaa millään tavalla.

Kaikki skenaariot

Tuoreen metsätähdehakkeen potentiaalit tn



- Mitä enemmän tuorehaketta käytetään, sen suuremmaksi hakkeen kokonaiskulutus tonneina kasvaa.
- Tulos on looginen, koska polttoaineen lämpöarvo laskee kosteuden lisääntyessä. Samaan energiamäärään pitää olla enemmän kosteaa puuta kuin kuivempaa.

Pohdintaa

- Ei ole realistista ajatella, että kattiloita, joilla on vielä runsaasti käyttöaika jäljellä, alettaisiin radikaalisti modernisoida, jollei investointien takaisinmaksuaika ole kohtuullinen.
- Toisaalta selvityksessä kävi ilmi, että jo nyt kaikilla suurilla laitoksilla on verrattain hyvät valmiudet käyttää kosteita polttoaineita, myös tuorehaketta.
- Energiateollisuudessa investoinnit ovat pitkäikäisiä ja siksi tulevaa kehitystä pyritään ennakoimaan
 - Poltto tulee vähenemään ja muut energiaratkaisut tilalle, jo nyt uusia suunnitelmia olemassa

bey⁰nd

the obvious

Jyrki.raitila@vtt.fi
+358 407195117

@VTTFinland
@your_account

www.vtt.fi