

Bioenergia – Suomen uusiutuva energiavara

Eija Alakangas

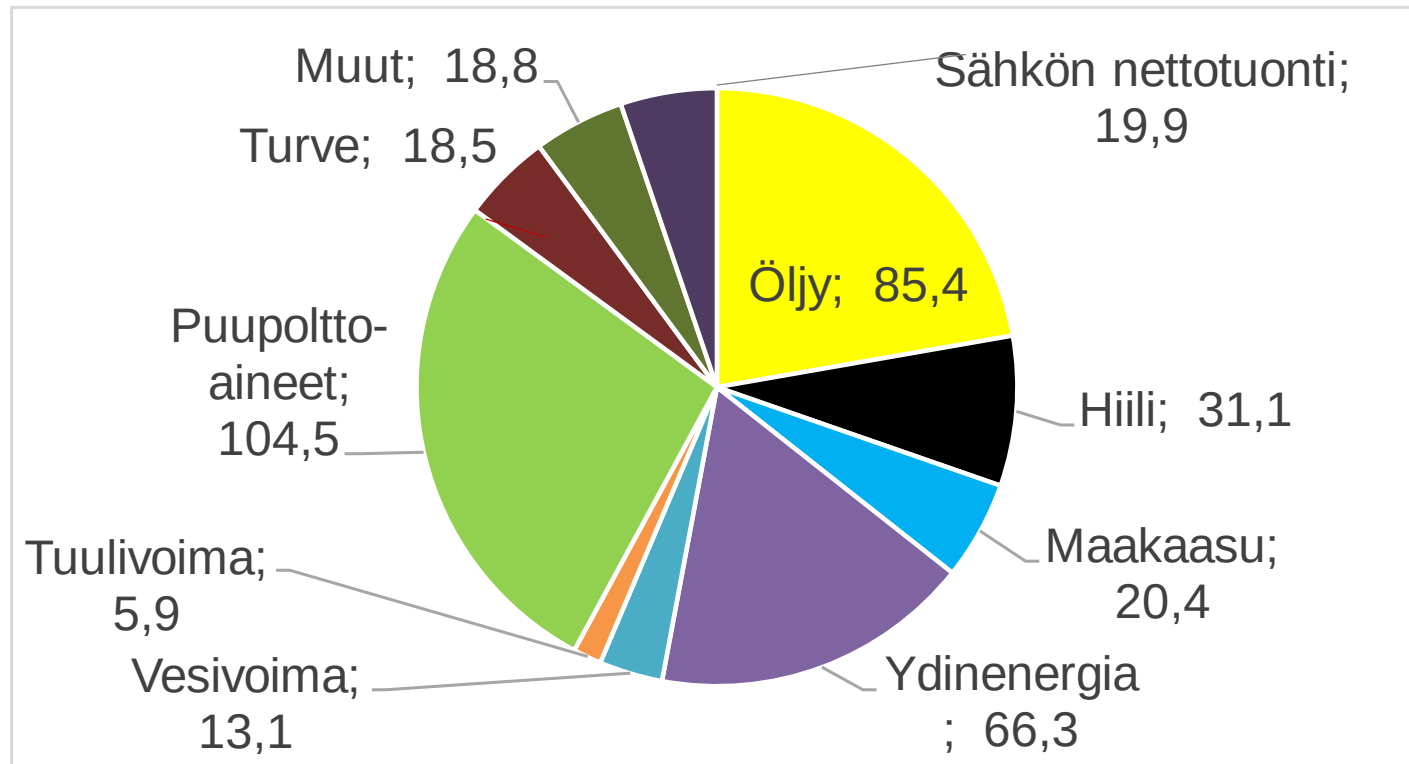
Senioritorstai

3. lokakuuta 2019

An aerial photograph of a dense forest, likely a coniferous forest, with a large, semi-transparent green rectangular overlay in the center. The text "Bioenergia tilastojen valossa" is written in white, sans-serif font across the middle of the green overlay.

Bioenergia tilastojen valossa

Energialähteet Suomessa 2017, Yhteensä 384,2 TWh



Uusiutuvat energialähteet yhteensä 137 TWh (41 % energian loppukulutuksesta).

Suomen EU-tavoite 38 % vuonna 2020.

Sähkön tuotanto uusiutuvilla 30,7 TWh (47,2 % kokonaistuotannosta).

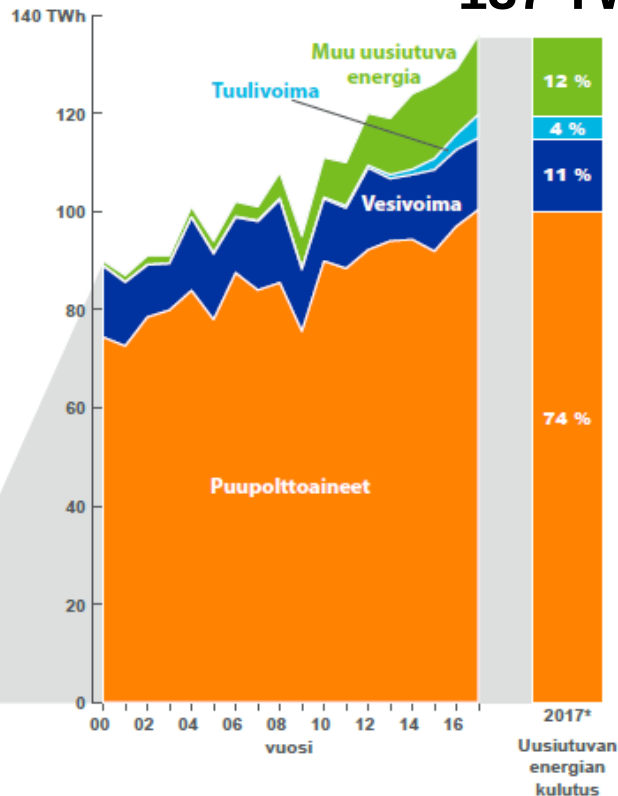
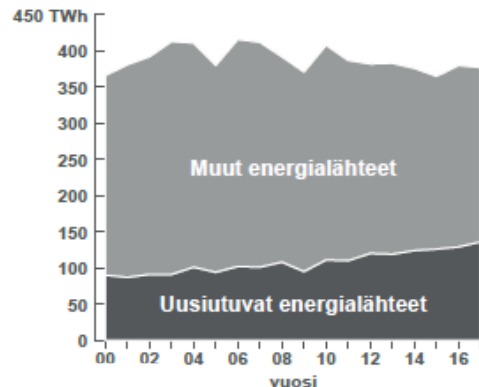
1 TWh = 1 000 000 000 kWh

UUSIUTUVAN ENERGIAN KOKONAISKULUTUS ENERGIALÄHTEITTÄIN

137 TWh

Vuodesta 2000 uusiutuvien energialähteiden käyttö on noussut yli **50 %**

Vuonna 2017 uusiutuvat energialähteet kattoivat **41 %** energian kokonaiskulutuksesta

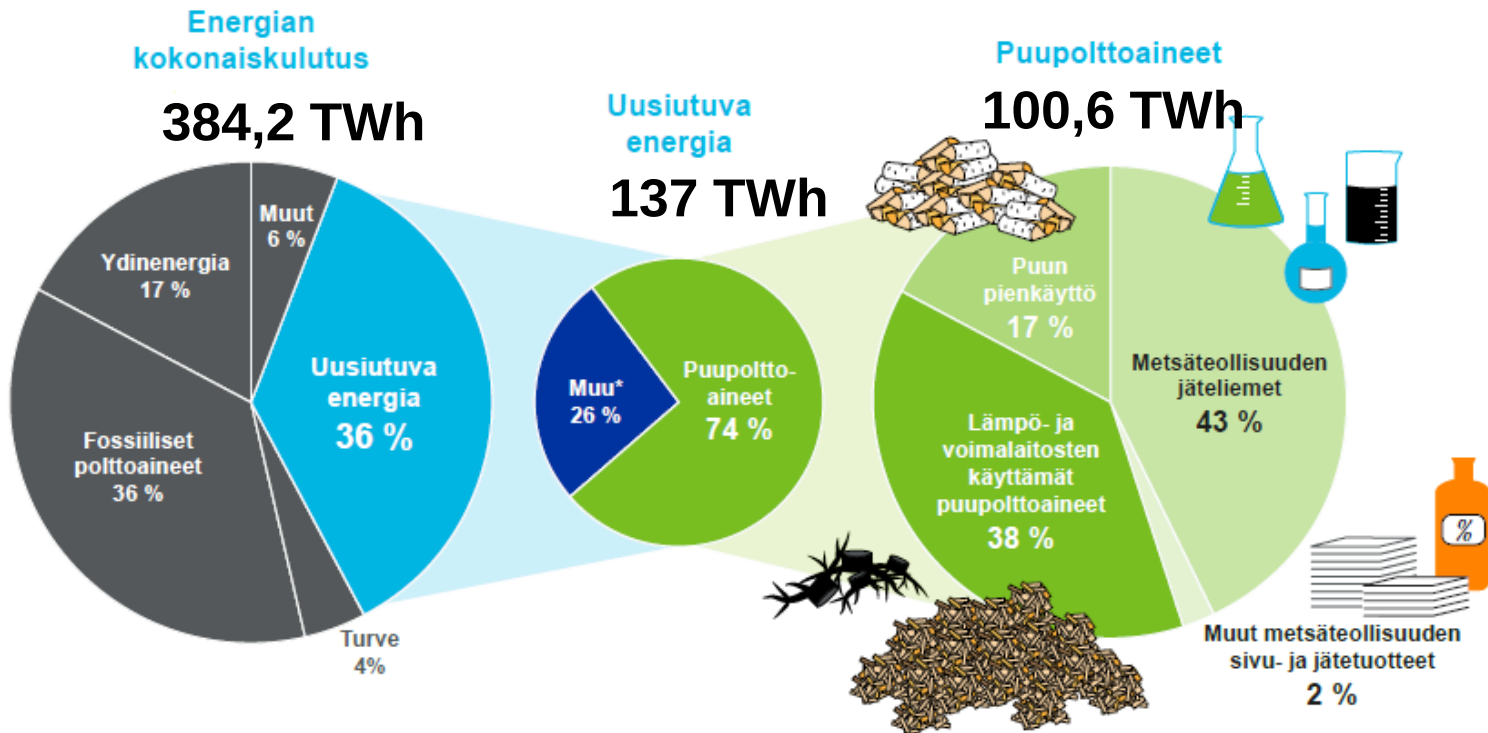


Muiden uusiutuvien energialähteiden ja tuulivoiman määrä ja osuus ovat kasvaneet 2000-luvulla

Vuoteen 2016 verrattuna **tuulivoiman** kulutus kasvoi yli **50 %**

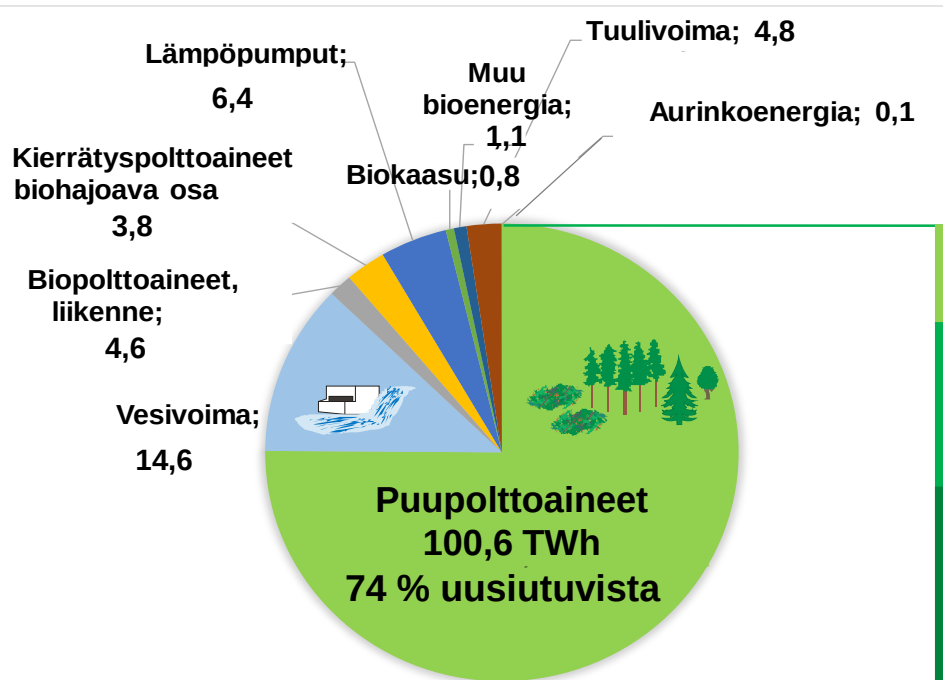
Muuhun uusiutuvaan energiaan kuuluvat tässä lämpöpumput, aurinkoenergia ja muut biopolttoaineet

PUUPOLTTOAINEIDEN KULUTUS 2017



*Muuhen uusiutuvaan energiaan kuuluvat vesi- ja tuulivoima, lämpöpumput, aurinkoenergia ja muut biopolttoaineet.

Uusiutuvat energialähteet 2017, TWh



Uusiutuvat energialähteet yhteensä 137 TWh.

Puun pienkäyttö (17,3 TWh)

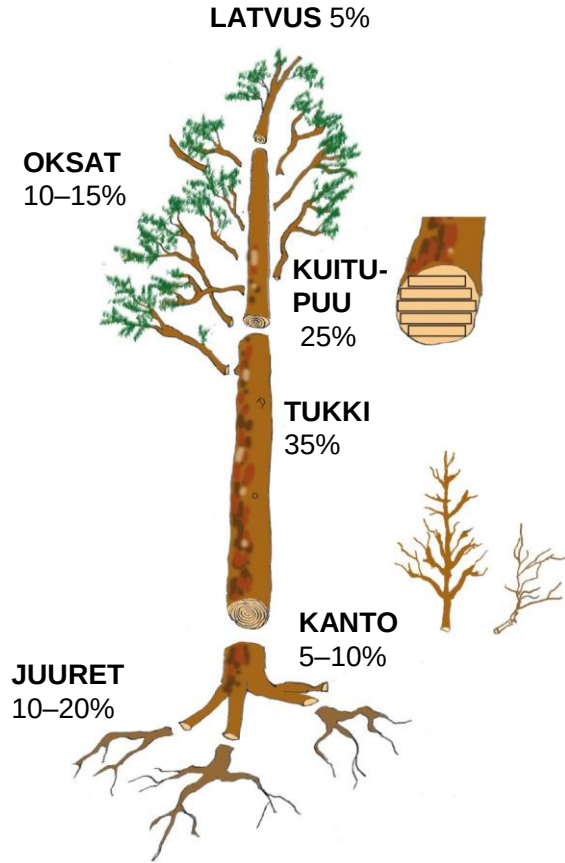
- Pelletit 0,2 TWh
- Metsähake 1,3 TWh
- Polttopuu 15,8 TWh

Kiinteät puupolttoaineet teollisuudessa ja energiantuotannossa (40,3 TWh)

- Puutähdehake 2,4 TWh
- Metsähake 14,4 TWh
- Sahanpuru 5,5 TWh
- Kuori 13,2 TWh
- Pelletit ja brikitit 1,4 TWh
- Muu puupolttoaine 0,1 TWh
- Kierrätyspuu 1,4 TWh

Mustalipeä (43 TWh)

1 TWh = 1 000 000 000 kWh



Puu tuotteisiin ja energiaksi

MUUT PUUENERGIAN LÄHTEET

- Hylkypuu
- Lahovikainen puu (pyritään jättämään metsään)
- Vaurioitunut puu
- Lumen rikkoma puu
- Puulajit, jotka eivät kiinnosta teollisuutta

PUUSTA PÄÄTTY

n. 50 %

Tuotteiksi
(sellu, paperi,
sahatavara,
levytuotteet)

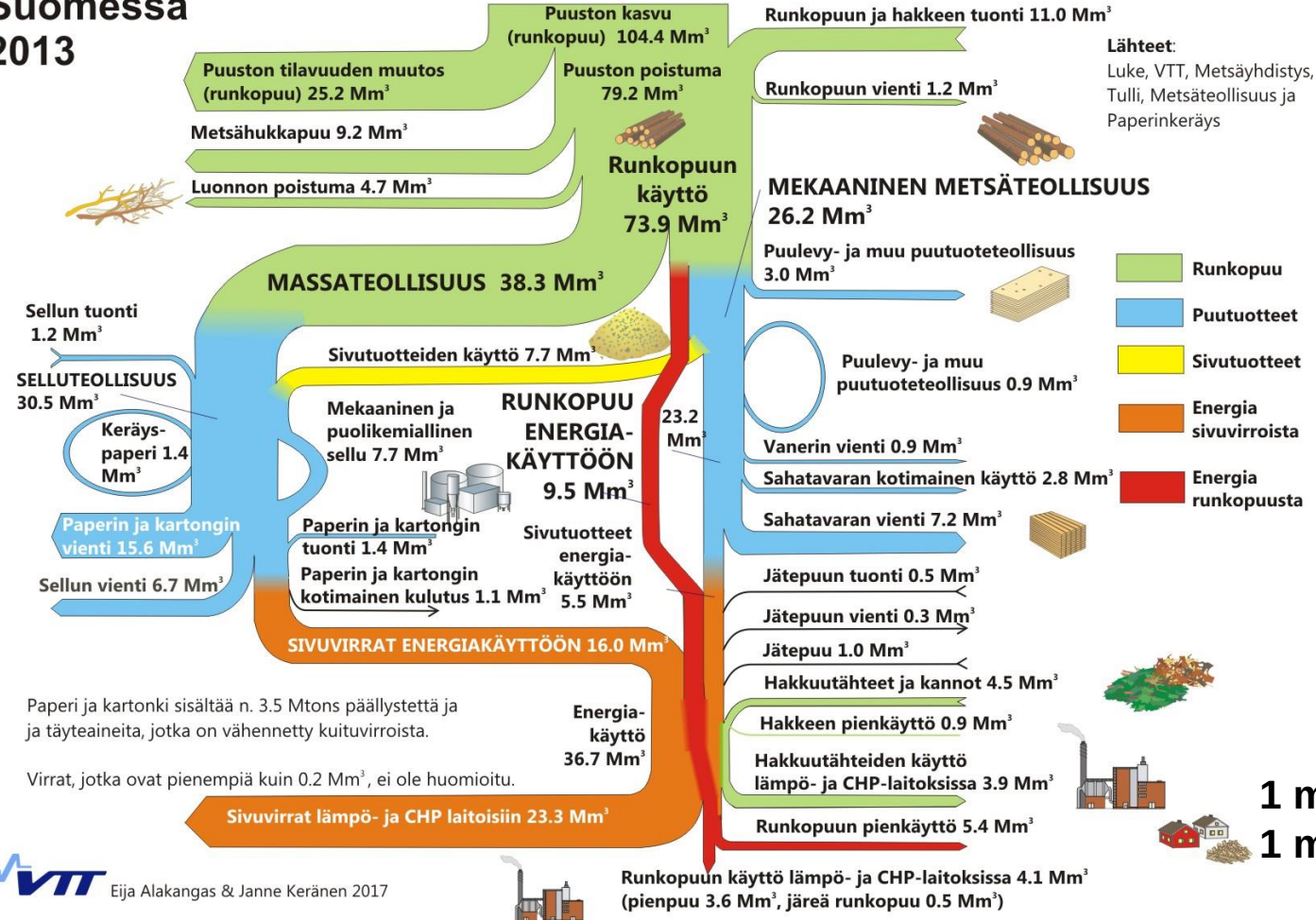
n. 50 %

Energiaksi
(teollisuuden
sivutuotteista
ja metsähake)

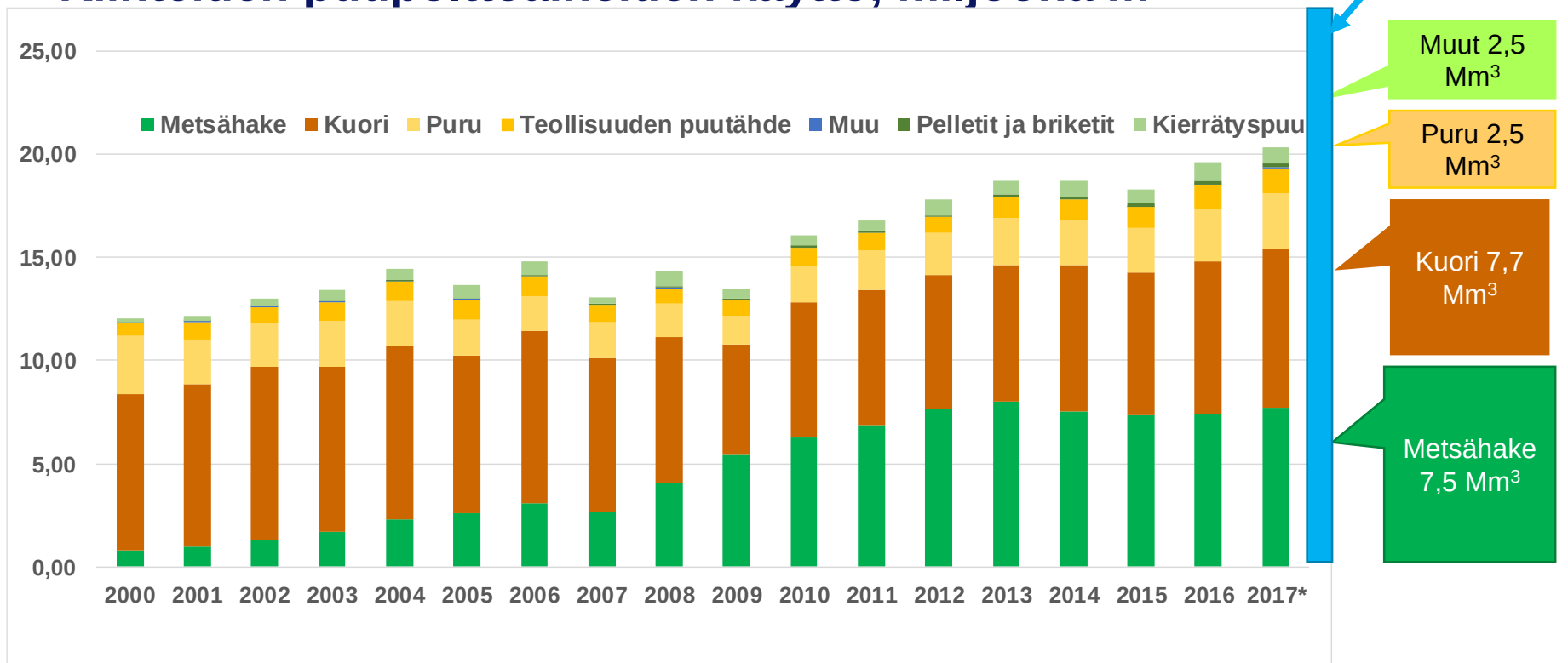
Puuvirrat Suomessa 2013

Metsävarat (kuorellisena runkopuuna) 2 357 Mm³

(47% <20 cm, 34% 20-30 cm, 19% >30 cm)

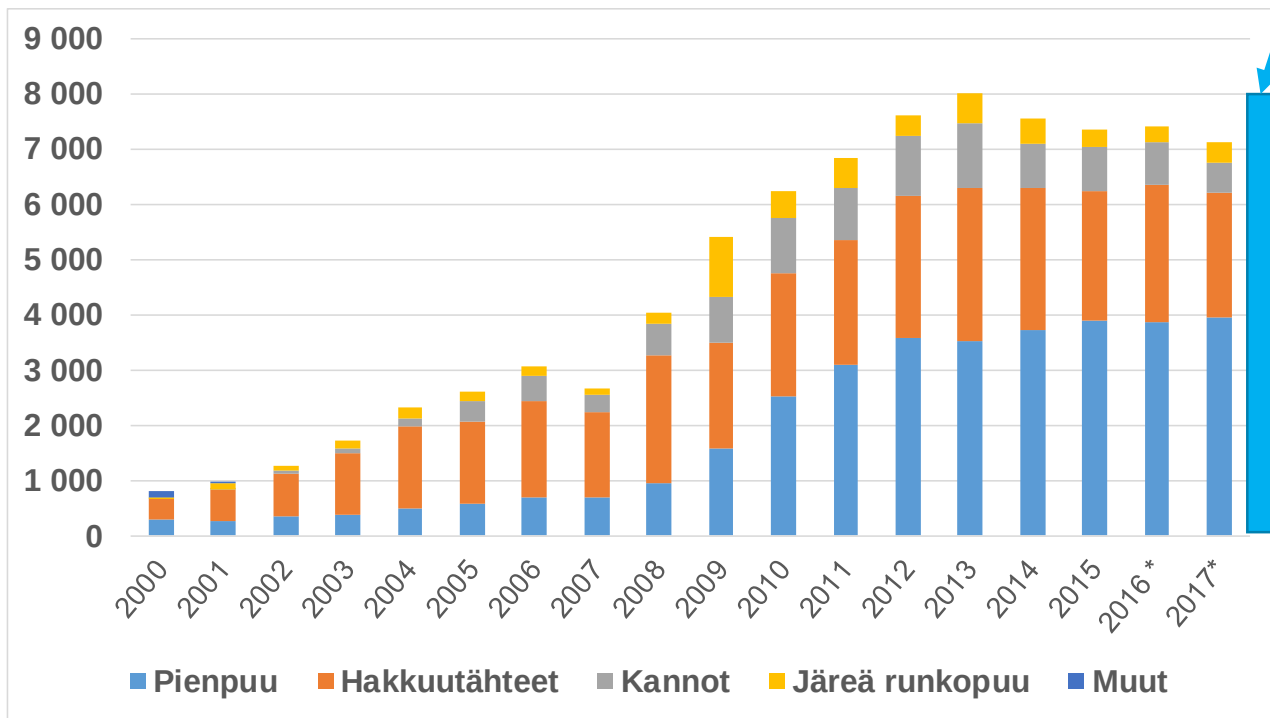


Kiinteiden puupolttoaineiden käyttö, miljoona m³



Tilastolähde: Luke * ennakkotieto

Metsähakkeen raaka-ainelähteet, 1 000 m³



Vuosi 2018

Muut, pientalot
0,6 Mm³

Järeä runkopuu
0,5 Mm³

Kannot 0,3 Mm³

Hakkuutähte
2,7 Mm³

Pienpuu
3,9 Mm³

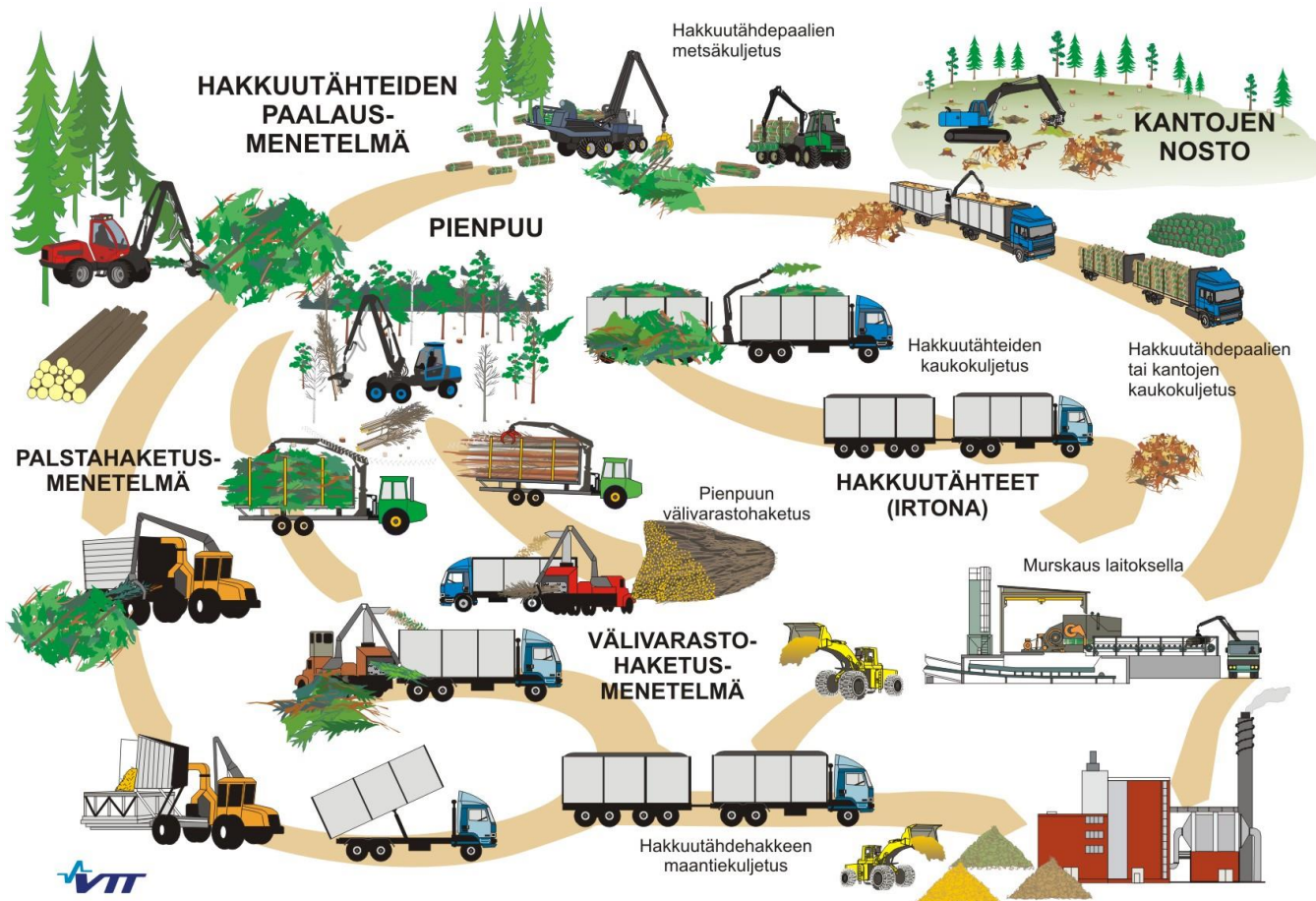
**Lämpö-
ja voima-
laitokset**

7,5 Mm³

A close-up photograph of a green leaf, showing a complex network of veins. The veins are dark green and form a dense, interconnected pattern across the leaf's surface. The leaf's color is a vibrant green, with some areas appearing slightly lighter due to the way light reflects off the surface. A semi-transparent dark green horizontal band is overlaid across the middle of the image, containing the title text in white.

Puuenergian tuotanto ja käyttö

Metsähakkeen korjuumenetelmät – käyttö vuonna 2017



Hakkuutähteiden haketusmenetelmät (2,3 milj.m³)

- Tienvarsi 81 %
- Terminaali 11 %
- Käyttöpaikka 8 %

Pienpuun haketusmenetelmät (3,9 milj.m³)

- Tienvarsi 48 %
- Terminaali 41 %
- Käyttöpaikka 11 %

Kantojen murskausmenetelmät (0,4 milj.m³)

- Tienvarsi 16 %
- Terminaali 50 %
- Käyttöpaikka 34 %

Järeä runkopuu (0,5 milj.m³)

- Tienvarsi 33 %
- Terminaali 59 %
- Käyttöpaikka 8 %

Päätehakkuusta energiaksi

PYSTYPUUSTO

Ainespuu (runko) 250 m³
Hakkuutähteet (latvukset)
100 m³

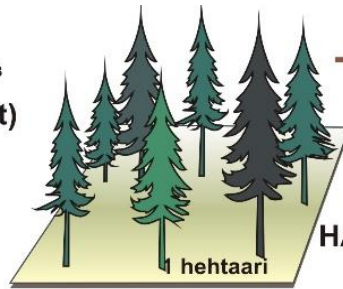
Metsään
hakkuutähteistä jää
ravinteiksi vähintään 1/3

KUORELLINEN RUNKOPUU

250 m³



SAHA/SELLUTEHDAS 190 - 210 m³

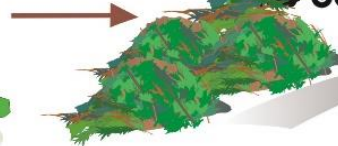


KORJUU



HAKKUUTÄHTEET

tuoreena
50 - 80 m³



Metsähake (kannot ja hakkuutähteet)
yhteensä 90 - 135 m³

40 - 60 m³

Kuori, sahanpuru ja
muut puutähteet

KANNOT

Potentiaali 60 - 80 m³
Energiaksi 40 - 55 m³



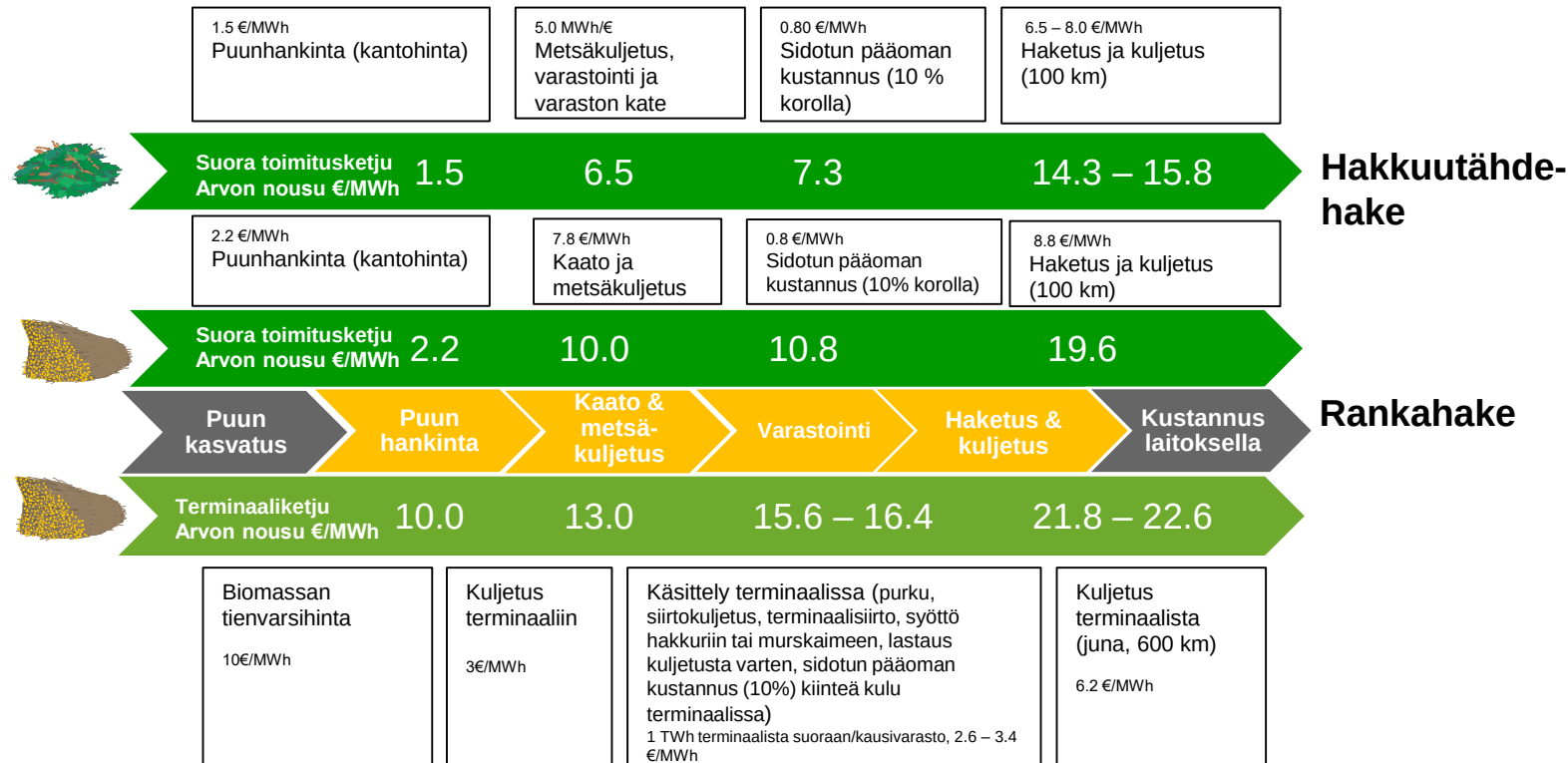
PUUPOLTTOAINEET YHTEENSÄ

130 - 195 m³ = 260 - 390 MWh

Lämmöksi = n. 150 - 220 MWh

Sähköksi = n. 70 - 110 MWh

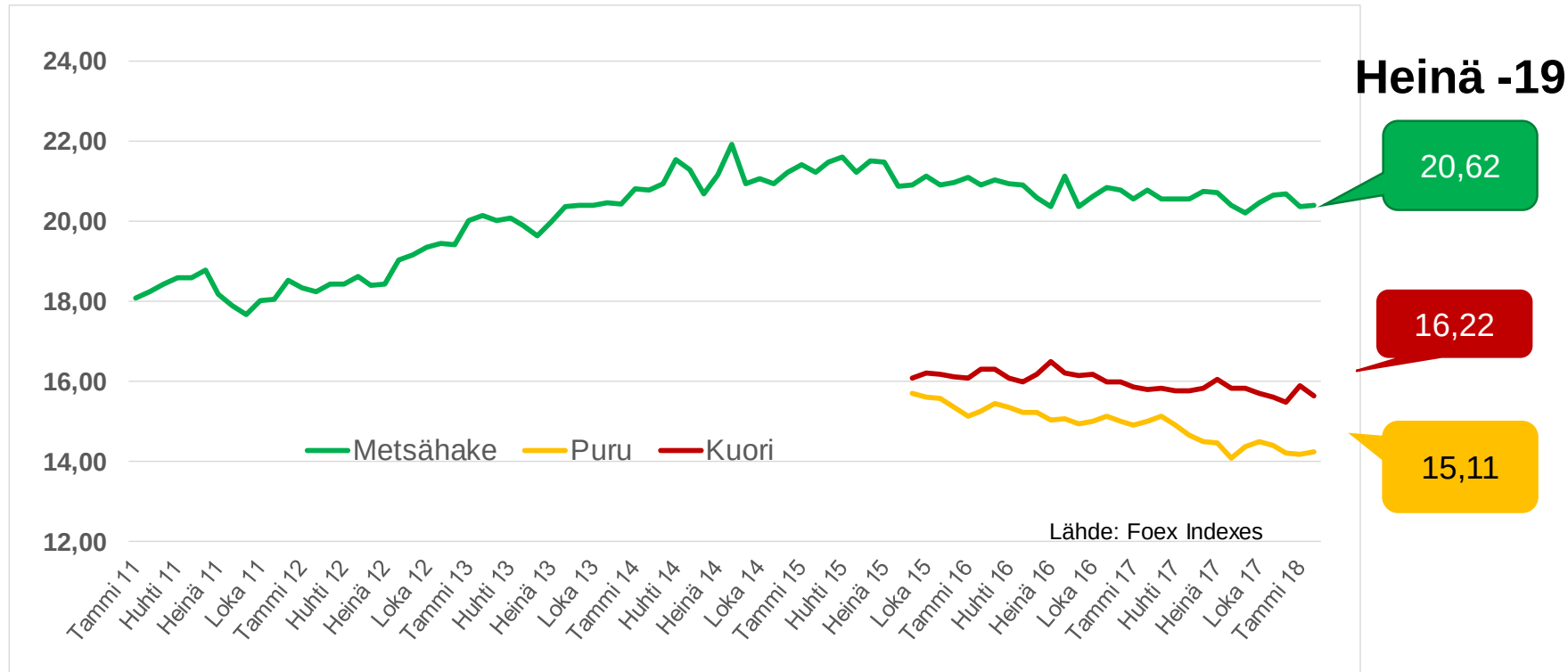
Metsähakkeen kustannusvertailu, VTT



Lähde: Virkkunen M., Kari M., Hankalin V. & Nummelin J. 2015. Solid biomass fuel terminal concepts and a cost analysis of a satellite terminal concept. VTT Technology 211.

10 €/MWh = 1 sentti/kWh

Metsähakkeen, purun ja kuoren hintakehitys 2011-2018, €/MWh (tiedot kerätty laitoksilta)



Hakkeen hinta oli 10,2 €/MWh (nykyrahassa 12,49 €/MWh) vuonna 2004.

10 €/MWh = 1 sentti/kWh

Rankahake ja hakkuutähdehake



Kuvat: Luke ja VTT

Metsähakkeen käyttö pienissä laitoksissa (< 5 MW) ja polttoaineen laatuvaatimukset



Käyttäjä	Polttoaine	Käytetty teknologia	Polttoaineen tärkeimmät laatuvaatimukset
Koti- ja maatalous (< 50 kW)	Karsittu rankahake	Stokerikattilat	Kosteus < 35 %, homogeeninen palakoko P31 ja P45 mm
Maatilat, isot kiinteistöt (< 1 MW)	Kokopuu tai rankahake	Stokerikattilat Arinapoltto	
Kaukolämpölaitokset (< 5 MW) ja pienet CHP-laitokset	Metsätähde ja rankahake	Arina- tai leijupoltto Myötävirtakaasutus (< 2 MW)	Kosteus < 40 % arina- ja leijupolttoon Kaasutukseen kosteus < 25 %, palakoko 10–100 mm, tuhka < 1 % k.a., korkea tuhkansulamislämpötila, irtotiheys > 200 kg/m ³

Laatuvaatimukset: Alakangas & Impola, Puupolttoaineiden laatuohje tai standardi: SFS-EN ISO 17225-4:2014

Hakkeen tai murskeen käyttö lämpö- ja CHP-laitoksissa ja polttoaineen laatuvaatimukset

Käyttäjä	Polttoaine	Käytetty teknologia	Polttoaineen tärkeimmät laatuvaatimukset
Lämpö- ja CHP-laitokset (5–10 MW)	Metsätähde-, kokopuu- tai rankahake	Arinapoltto (voi olla savukaasunlauhduutin) Leijupoltto	Kosteus < 50 % (alkalit ja kloorit), Palakokosuositus P45
	Laaja polttoaine-valikoima	Vastavirtakaasutus (< 10 MW)	Kosteus < 50 % Palakoko 10–100 mm
Lämpö- ja CHP-laitokset (10–50 MW) sekä > 50 MW	Metsätähdehake kantomurske, sahanpuru, kuori ja kierrätyspuu	Leijupoltto	Kosteus 40–60 %, selvitettävä alkuainepitoisuudet (alkalit, kloori). Kierrätyspuulle kattilakohtaiset laatuvaatimukset
	Joustava polttoaineen suhteen	Kupliva/kiertoleijukaasutus (20–100 MW)	Kosteus < 50 %, selvitettävä alkuainepitoisuudet (alkalit, kloori) Palakoko < 30–50 mm

Laatuvaatimukset: Alakangas & Impola, Puupolttoaineiden laatuohje tai standardi: SFS-EN ISO 17225-1:2014

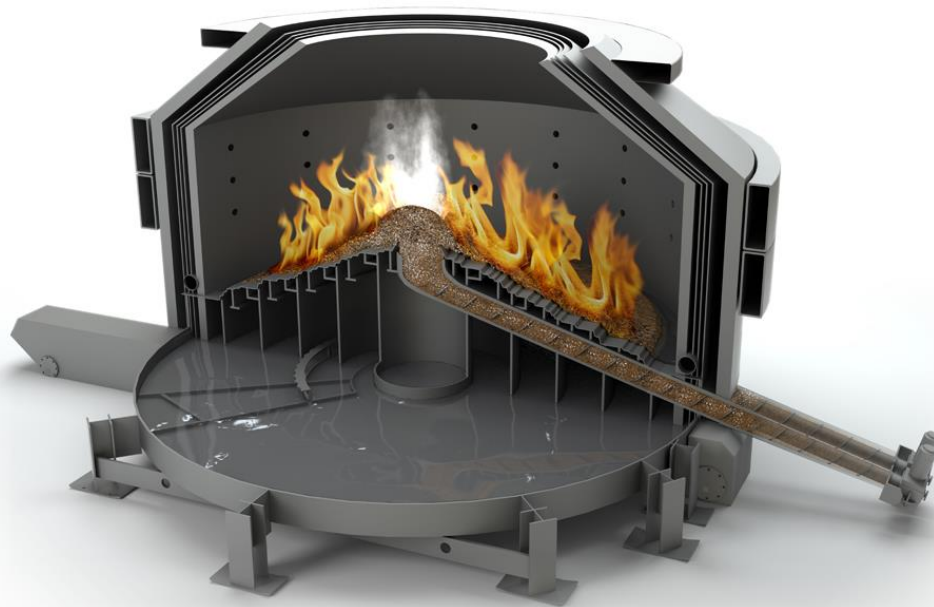
Arinapoltto

Suunniteltu märille polttoaineille

- Polttoaineen syöttö ruuvilla arinan keskelle
- Säädetty primääri-ilman (pääilma) jako arinalevyjen läpi
- Sopii kosteille polttoaineille
- Savukaasun kierrätys arinan jäähdytykseen

Kattilakapasiteetti

- Lämpökattilakoko 4–25 MW
- Hörykattila 4–37 t/h, 50 bar, 450 °C



Tällainen laitos Vaajakoskella

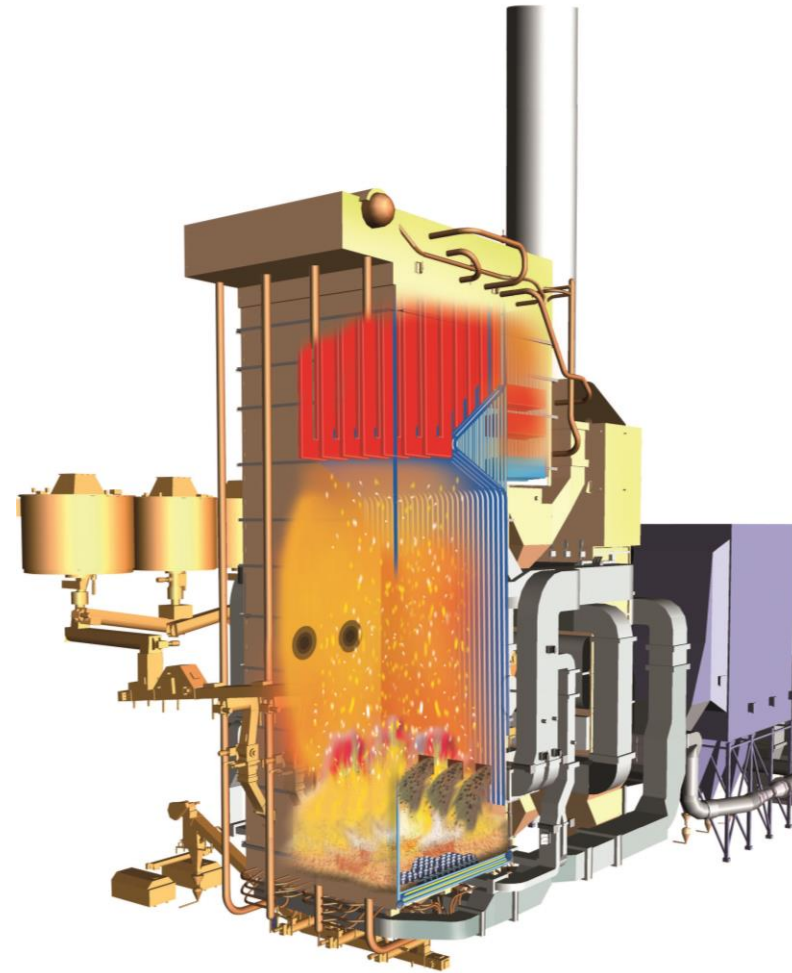
Kerrosleijukattila (BFB)

Joustava polttoainevalikoima

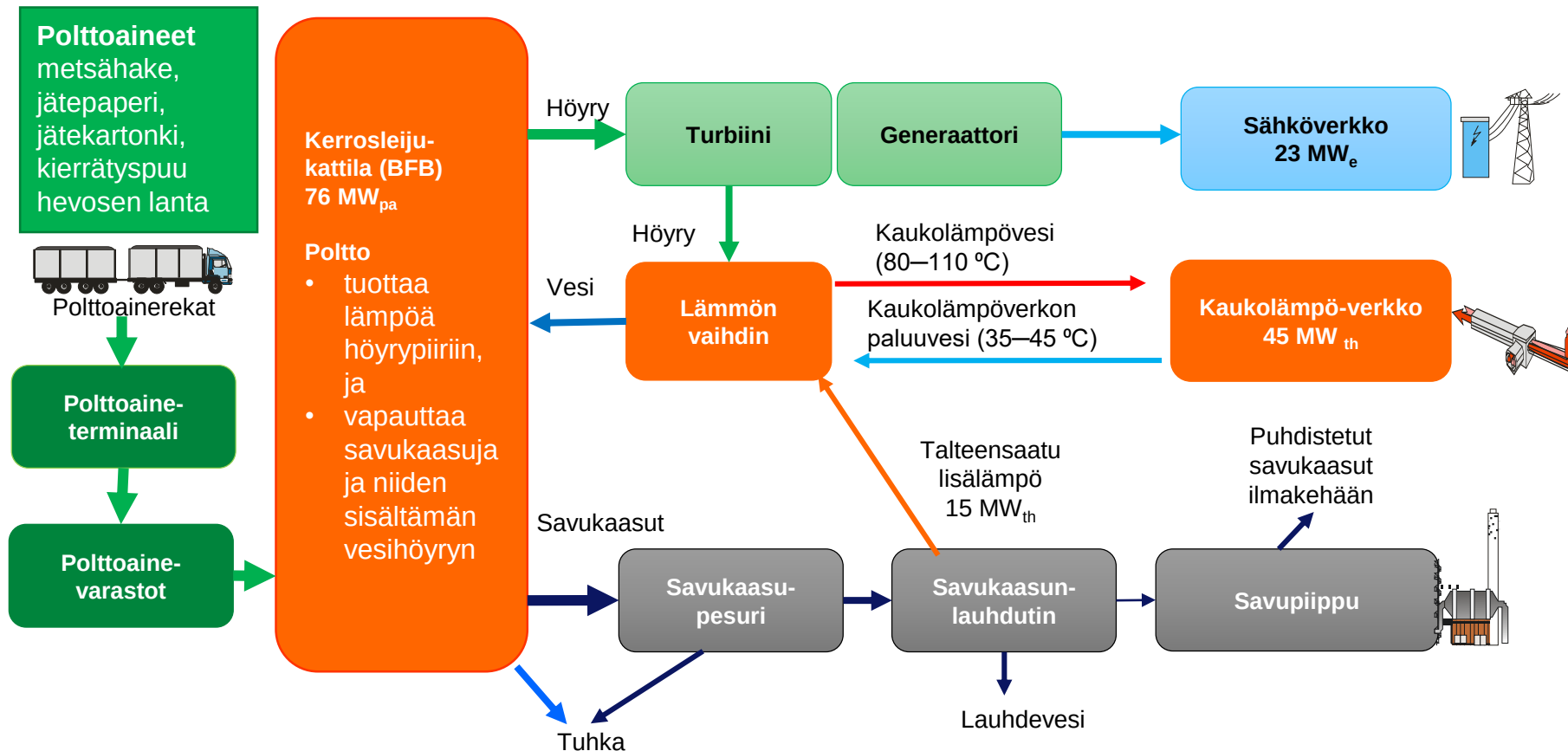
- Voidaan käyttää useita erilaisia polttoaineita samassa kattilassa
- Teho 20 – 300 MW
- Polttoaineen tehollinen lämpöarvo saapumistilassa 1,3–3,9 kWh/kg
- Voidaan yhdistää öljyn ja kaasun polttoon
- Samat säätöperiaatteet kuin öljyn ja kaasun poltossa
- Nopea palaminen, polttoaine ei kasaannu arinalle

Korkea hyötysuhde

- Vähäinen lisäilman tarve
- Korkea palamishyötysuhde



Esimerkkinä Järvenpään CHP-laitos



Kiertoleijukattila (CFB)

Joustava polttoainevalikoima

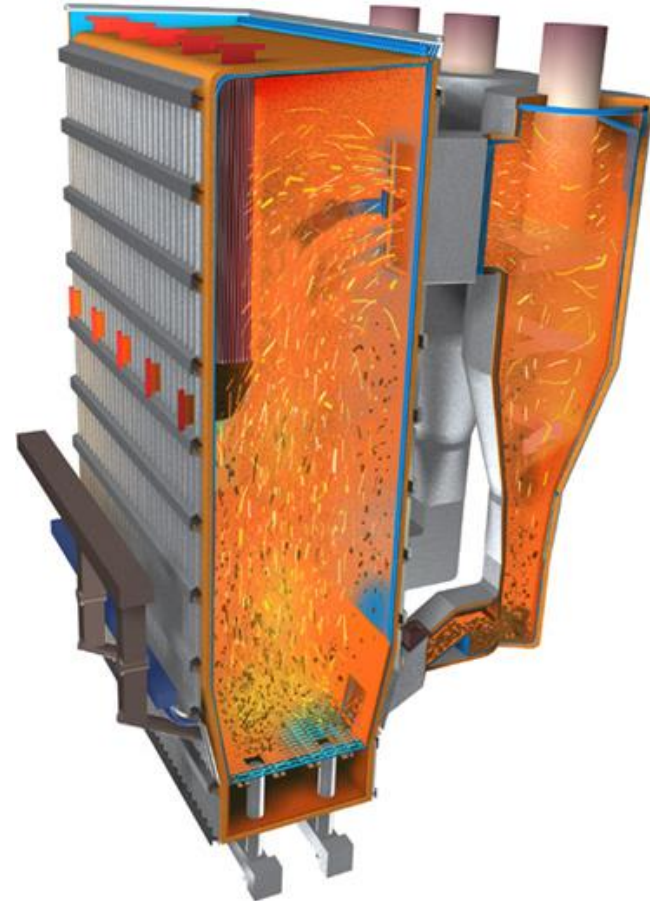
- Voidaan käyttää korkean lämpöarvon omaavia (1,8–8,9 kWh/kg) sekä kosteita polttoaineita (60 %) ja korkean tuhkapitoisuuden omaavia polttoaineita

Laaja kattilakokovalikoima

- Polttoaineteho 50 - 1000 MW (sähköä 300+MW_e)

Hyvä hyötysuhde sähköntuotannossa

- Mahdollisuus saavuttaa korkeammat höyryn arvot ja korkeampi sähköntuotannon hyötysuhde haastavilla polttoaineilla



Valmetin Vaasan ja Äänekosken kaasuttimet



Kaasutin kytkettynä kivihiilikattilaan (Vaasa)



Instrumentointi, sähköistys ja automaatio



Biomassan vastaanotto ja esikäsittely

Suuren kokoluokan viirakuivain

CFB-kaasutin
140 MW

Nykyinen PC-kattila



Kestävä kehitys ja metsäenergia

RED II (COM(2016) 767 final)

- Kestävyysskriteerit myös kiinteille ja kaasumaisille polttoaineille
- Metsähakkeen tuotannon hiilidioksidipäästöt 3–5 gCO₂/MJ, noin 150 km kuljetusetaisyydellä
- Poltossa bioenergian hiilidioksidipäästöt ovat 0 (hiilidioksidi sitoutuu kasvavaan puustoon)

LULUCF Maankäyttö-, maankäytön muutos ja metsätalous –sektoria koskeva asetusta (EU) 2018/841 määrittelee laskentasäännöt, miten maankäytön, maankäytön muutoksen ja metsänhoidon nielut ja päästöt otetaan huomioon EU:n ilmastotavoitteissa.

Laskentaan sisältyvät metsistä, viljelysmaasta, ruohikkoalueista sekä metsityksestä ja metsien siirtymisestä muuhun maankäyttöön (metsäkato)

aiheutuvat päästöt ja nielut.

Aineistoa

Alakangas, E., (2019). Puu lämmöntuotannossa – tilastot ja tekniikat. Bioenergia ry.

<http://www.bioenergia.fi/GetItem.asp?item=dmsfile;759877;2520¶ms=open;gallery>

Alakangas, E., Lindroos, T.J., Koljonen, T., Skeer, J. (2018). Bioenergy from Finnish forests: Sustainable, efficient and modern use of wood. International Renewable Energy Agency, ISBN 978-92-9269-012-9.

36 p. www.irena.org/publications/2018/Mar/Bioenergy-from-Finnish-forests

Alakangas, E., Hurskainen, M., Laatikainen-Luntama, J. & Korhonen, J. (2016). Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia, VTT Technology 258 (<http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2016/T258.pdf>)

Alakangas, E. & Impola, R. (2014) Puupolttoaineiden laatuohje, VTT-M-07608-13 – Päivitys 2014

http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2014/VTT-M-07608-13_2014_update.pdf

Koponen, K., Sokka, L. Salminen, O., Sievänen, R., Pingoud, K., Ilvesniemi, H., Routa, J. Ikonen, T.

Koljonen, T. Alakangas, E. Asikainen, A. & Sipilä, K. (2015), *Sustainability of Forest Energy in Northern Europe*, VTT Technology 237. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2015/T237.pdf>

Koponen, K. & Sokka, L., (2017) REDII -ehdotus: Kasvihuonekaasupäästövähennemää koskevat

kestävyysskriteerit, VTT-R-04453-17 <http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2017/VTT-R-04453-17.pdf>