



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Laura Kanerva

METSÄHAKEVOIMALAN  
SYÖTTÖTARIFFIJÄRJESTELMÄ JA  
RANKARAJAUKSEN VAATIMAT  
MUUTOKSET VOIMALAITOKSELLE

Tekniikka  
2019

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Laura Kanerva
Opinnäytetyön nimi	Metsähakevoimalan syöttötariffijärjestelmä ja rankarajauksen vaatimat muutokset voimalaitoksella
Vuosi	2019
Kieli	suomi
Sivumäärä	41
Ohjaaja	Riitta Niemelä

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuoda esille tuotantotukilain muutoksesta johtuvat seuraukset Vaskiluodon Voimalle. Lisäksi opinnäytetyö kuvaa tuotantotukilain muutoksia vuodesta 2011 lähtien sekä käy läpi syöttötariffijärjestelmää metsähakevoimalan näkökulmasta. Tuotantotukilaki on vaatinut uuden järjestelmän, jota käsitellään myös tässä työssä. Lopuksi työhön tuodaan myös tuotantotukilain taloudellisia vaikutuksia voimalaitokselle.

Työssä käytetään lähteinä Energiaviraston dokumentteja, tuotantotuen lainsäädäntöä sekä haastattelua Vaskiluodon Voiman polttoainetoimittajalta. Tarkoituksena on saada hyvä taustatieto tuotantotukilain muutoksista, jotta voidaan ymmärtää vuoden 2019 alussa alkavia muutoksia. Lisäksi työssä havainnollistetaan laskemilla tuotantotuen määrää, ja kuinka paljon lain muutokset vaikuttavat tuen määrään.

Uusi järjestelmä ja kommunikointi eri osapuolien välillä olivat tärkein muutos, jotka tuotantotukilaki toi mukanaan. Järjestelmä saatiin toimimaan vasta vuoden 2019 helmikuun puolessa välissä, joten sen kehittäminen jatkuu jatkossakin vielä. Päästöoikeuden hinta on ollut viime vuoden lopulta asti korkealla, ja siksi tuotantotuen määrä on ollut pieni. Näin ollen järjestelmän hyödyllisyys ei ole vielä pääsyt oikeuksiinsa.

## ABSTRACT

Author	Laura Kanerva
Title	Feed in Tariff of a Wood Chip Plant and Required Changes due to Production Subsidy Eligibility
Year	2019
Language	Finnish
Pages	41
Name of Supervisor	Riitta Niemelä

---

The purpose of the thesis is to introduce the consequences, which The Act on Production Subsidy for Electricity Produced from Renewable Energy Sources brings to the Vaskiluodon Voima power plant. Besides, the thesis describes the changes of the Act since 2011 and the feed-in tariff system from the perspective of wood chip plant. The Act has required a new program system, which also described in the thesis. Finally, the thesis deals with the economic impacts, which the Act will impose on Vaskiluodon Voima.

The references, which are used in this thesis, are Energy Authority documents, legislation and an interview of the fuel supplier. The purpose was to get a good knowledge of the changes of the Act, so the changes can be understood. In addition, the amount of feed-in tariff is demonstrated by calculations and how much the changes affects the amount of the feed-in tariff.

The most important change that this change in act has brought are a new program system and the need of communication between different parties. The system has been operational since the mid-February 2019 and the improvement of the system continues in the future. The emission permit price has been on a very high level since the end of 2018 and that is why the feed-in tariff has also been low. Therefore, the system has not proved its benefit, yet.

---

Keywords	Wood chip, power plant, The Act on Production Subsidy for Electricity Produced from Renewable Energy Sources, feed-in tariff, emission permit
----------	---

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	8
2	VASKILUODON VOIMA OY.....	10
	2.1 Mankala-periaate.....	10
	2.2 Biokaasutuslaitos .....	11
	2.3 Voimalaitoksen toimintaperiaate .....	12
3	TUOTANTUKILAIN HISTORIAA METSÄHAKEVOIMALAN NÄKÖKULMASTA.....	15
	3.1 Kiinteän sähkön tuotantotuen lakkautus .....	15
	3.2 Perustuen kaavan muutos ja kaasutinpreemio .....	16
	3.3 Turpeen veron muutos .....	17
4	VUODEN 2019 TUOTANTOTUKILAIN MUUTOKSET JA SYÖTTÖTARIFFIJÄRJESTELMÄ.....	19
	4.1 Metsähake .....	20
	4.2 Syöttötariffijärjestelmä .....	21
	4.3 Täyden tuen edellytykset .....	23
	4.4 Polttoaineen energiasisällön määrittäminen seurantasuunnitelmassa.....	24
	4.5 Metsähakkeen alkuperän seuranta ja osoittaminen.....	24
	4.6 Hyväksyminen seurantaohjelmaan .....	25
5	RANKARAJAUKSEN VAATIMAT MUUTOKSET VOIMALAITOKSELLA.....	27
	5.1 Kuvaus Valmet Industrial Internet -järjestelmästä .....	27
	5.2 Rankarajauksen dokumentaatio Vaskiluodon Voimalla.....	29
	5.3 Metsähakkeen alkuperäketju toimittajan näkökulmasta .....	30
	5.4 Talousnäkökulma.....	33
	5.4.1 Päästökauppa ja päästöoikeuden hinnan kehitys.....	34
	5.4.2 Päästöoikeuden hinnan tulevaisuus.....	35
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA JATKOKEHITYSIDEAT.....	37

LÄHTEET..... 39

## KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

<b>Kuva 1.</b> Tuotannon ja polttoaineiden jakauma.	11
<b>Kuva 2.</b> Biokaasutuslaitos.	12
<b>Kuva 3.</b> Rikinpoisto-, kattila- ja turbiinilaitoksen toimintaperiaate.	14
<b>Kuva 4.</b> Tiedonkulku polttoaineen toimittajien, Valmet Industrial Internetin (Fuel Chain Management) ja laitoksen polttoainetietojärjestelmän välillä.	28
<b>Kuva 5.</b> Vaskiluodon Voiman polttoainejakauma 1.3.2018–28.2.2019.	29
<b>Kuva 6.</b> Tiedon siirtyminen pystykaupassa.	32
<b>Kuva 7.</b> Päästöoikeuden hintakehitys.	35
<b>Taulukko 1.</b> Metsähakevoimalan maksuperusteet. ....	18
<b>Taulukko 2.</b> Polttoaineluokat. ....	21
<b>Taulukko 3.</b> Tuotantotukien Tasot. ....	23
<b>Taulukko 4.</b> Toimittajakohtaisesti 100 ja 60 prosentin rangan osuus vuoden 2019 helmikuussa. ....	28
<b>Taulukko 5.</b> Rankarajauksen kannattavuus voimalaitokselle. ....	33

**LYHENTEET JA MERKINNÄT**

TWh	Terawattitunti
GWh	Gigawattitunti
MWh	Megawattitunti
Alkali	Hyvin liukeneva vahva emäs

## 1 JOHDANTO

Tuotantotukilaki eli Laki uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta edistää sähkön tuotantoa uusiutuvilla energialähteillä ja parantaa niiden kilpailukykyä. Laki on päivittynyt useaan otteeseen vuosien varrella muun muassa uudella laskentakaavalla, turpeen veron muutoksella sekä kaasutinpreemion määrän muutoksella. Opinnäytetyöni tarkoituksena on selvittää tuotantotukilain muutoksia vuodesta 2011 tähän päivään saakka sekä eritellä uudesta vuonna 2019 voimaan astuvasta laista tulevia muutoksia Vaskiluodon Voimalle. Lisäksi työssä käydään läpi uutta polttoainejärjestelmää, päästöoikeuden hinnan kehitystä sekä syöttötariffijärjestelmää metsähakevoimalan näkökulmasta.

Aluksi kerron lyhyesti Vaskiluodon Voimasta ja sen biokaasutinlaitoksesta. Seinäjoen Voima kuuluu saman yhtiön omistukseen, ja laki koskee myös sitä, mutta tarkoitukseni on keskittyä ainoastaan Vaasan voimalaitokseen välttääkseni liian laajan opinnäytetyön. Käyn läpi myös tuotantotukilain historiaa metsähakevoimalan näkökulmasta. Kerron, kuinka tuotantotukilaki on muuttunut vuodesta 2011 ja kuinka laskentakaavat ovat muuttuneet.

Seuraavaksi keskityn tuotantotukilain muutoksiin vuonna 2019 sekä kerron, kuinka syöttötariffijärjestelmä toimii. Vuodesta 2019 alkaen metsähakkeen alkuperä vaikuttaa tuen tasoon, jos voimalaitoksessa käytetään kokopuu- tai rankahaketta. Kaikesta kokopuu- ja rankahakkeesta ei makseta enää 100 prosentin tukea, vaan puun alkuperä pitää pystyä todistamaan, jos voimalaitos haluaa saada 100 prosentin tuen. Muulloin tuki on 60 prosenttia. Lisäksi selitän yleisesti metsähakeluokista ja mitkä edellytykset vaaditaan 100 prosentin tukeen.

Vaskiluodon Voimalla 100 ja 60 prosentin tukeen lajiteltavaa metsähaketta voi olla karsittu tai karsimaton ranka ja tästä tulee nimitys ”rankarajaus” tuotantotukilaille. Uusi lakimuutos on tuonut tarpeen uudelle polttoainejärjestelmälle, sillä metsähakkeen jäljitettävyyden on entistä tärkeämmässä roolissa ja polttoaineluokien jaottelu 100 prosentin ja 60 prosentin tukeen on tarpeen. Kerron siis uudesta polttoainejärjestelmästä ja sen elementeistä, haastattelen Vaskiluodon Voiman

polttoainetoimittajaa ja kysyn heidän näkemystä laista. Lisäksi perehdyn rankarajauksen vaatimaan dokumentaatioon.

Lopuksi käsittelen talousnäkökulmaa ja pohdin, kuinka paljon rankarajauksen huomioinnilla voidaan säästää. Lisäksi käsittelen päästöoikeuden hintaa ja sen vaikutusta tuotantotukilakiin. Lakiuudistus tuo useita eri jatkokehitysideoita ja niistä kerron loppupäätelmissä. Rankarajaus on vaatinut paljon byrokratiaa ja koska laki on astunut voimaan vasta tammikuussa 2019 olisi opinnäytetyön ajankohta ollut järkevämpi tehdä loppuvuodesta, jolloin olisi ollut enemmän aineistoa ja kokemusta uudesta järjestelmästä.

## 2 VASKILUODON VOIMA OY

Vaskiluodon Voima on vuonna 1971 perustettu yritys, joka tuottaa sähköä ja kaukolämpöä Vaasassa. EPV Energia Oy ja Pohjolan Voima Oyj omistavat yhdessä Vaskiluodon Voiman tasaosuuksin. Yritys tuotti ennen sähköä ja kaukolämpöä kahdella voimalaitoksella Vaasassa ja Seinäjoella, mutta maaliskuussa 2018 EPV Energia sekä Pohjolan Voima sopivat liiketoimintakaupoista, joissa Vaskiluodon Voima myi Seinäjoen voimalaitostoiminnot ja yhtiön maaomaisuuden EPV Energialle. Vaskiluodon Voima tuottaa sähköä vuodessa 900–1 700 GWh ja kaukolämpö kattaa yli 60 % Vaasan kaupungin tarpeesta. Vuonna 2017 sähköenergiaa tuotettiin 1 064 GWh ja lämpöenergiaa 759 GWh Vaasan kaupungille. Vaskiluodon Voima käyttämiä polttoaineita ovat kivihili, energiaturve sekä kotimainen puubiomassa. (Vaskiluodon Voima Oy 2017 a, 3–4; Vaskiluodon Voima Oy 2017 b, 3; EPV Energia Oy 2018.)

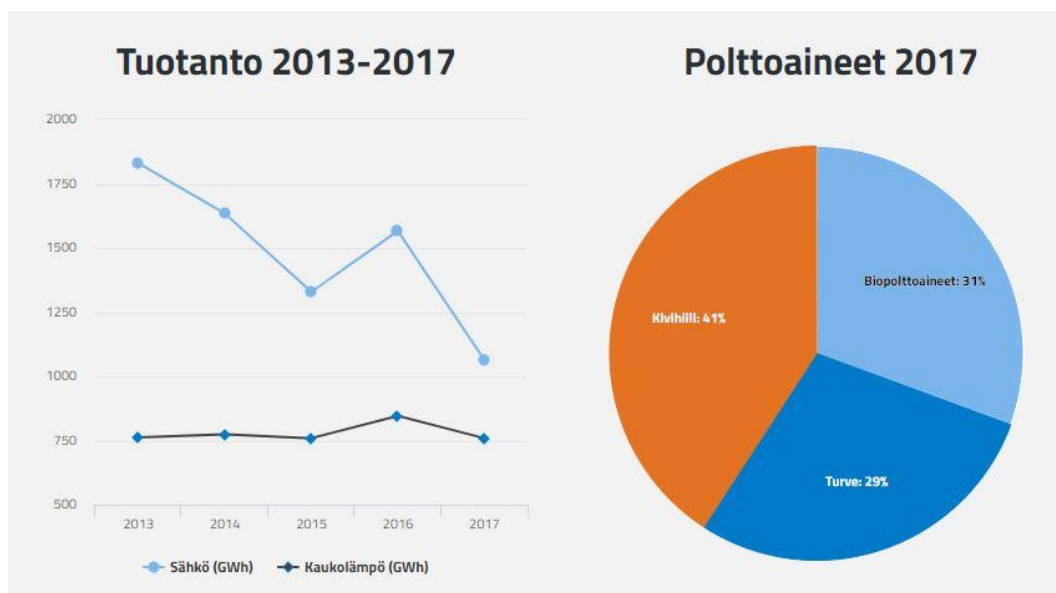
### 2.1 Mankala-periaate

Vaskiluodon Voima tuottaa sähköä ja kaukolämpöä osakkailleen mankalatoimintamallin mukaan omakustannushintaan. Osakkaat sitoutuvat maksamaan yrityksen kustannukset omistuosuuksiensa suhteen. Mankalatoimintamallissa ei ole tarkoituksena tuottaa voittoa tai jakaa osinkoa. Omistajat hyötyvät käyttämällä sähköä ja kaukolämpöä tai myymällä niitä eteenpäin. Toimintamallin tavoite on yhdistää voimavarat ja jakaa riskit, jotta on mahdollista toteuttaa tuotantokustannuksiltaan kilpailukykyisiä voimalaitoshankkeita. (Pohjolan Voima Oy 2019, 3.)

On harvinaista, että yksittäinen suomalainen yritys pystyisi rahoittamaan ja toteuttamaan suuria ja merkittäviä energiahankkeita ilman muita yrityksiä. Jos osakkaalla olisi omistuosuuttaan vastaava oma voimalaitos, tuotantokustannukset olisivat pienen koon takia korkeammat kuin yhteisesti omistetussa voimalaitoksessa. Toimintamalli tuo myös sähkömarkkinoille enemmän toimijoita ja kilpailua. (Pohjolan Voima Oy 2019, 4.)

## 2.2 Biokaasutuslaitos

Voimalaitoksen yhteyteen on rakennettu vuonna 2012 biomassan kaasutuslaitos, joka on maailman ensimmäinen kokoluokassaan. Vaskiluodon Voima kykenee korvaamaan noin kolmasosan kivihielestä kotimaisilla biopolttoaineilla, mikä alentaa hiilidioksidipäästöjä merkittävästi. Vaskiluodon Voima alittaa kaikilta osiltaan savukaasupäästöjen raja-arvot, jotka ovat voimassa 1.7.2020 asti. Kuva 1 esittää Vaskiluodon Voiman sekä Seinäjoen Voiman yhteistuotannon vuosilta 2013–2017 sekä polttoaineiden jakauman vuodelta 2017. (Vaskiluodon Voima Oy 2019 a.)



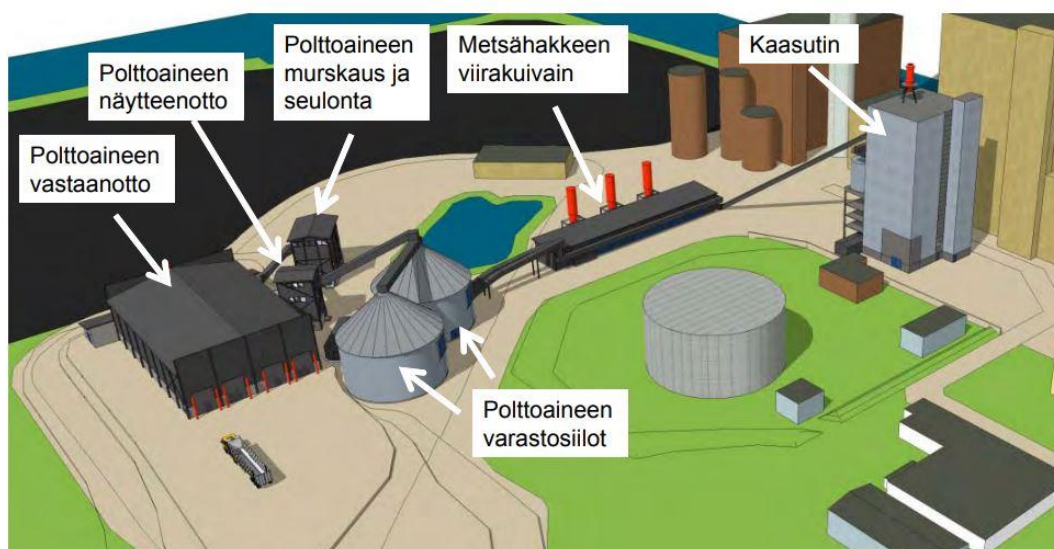
**Kuva 1.** Tuotannon ja polttoaineiden jakauma.

Voimalaitoksen käyttämät biopolttoaineet tulevat Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan alueelta noin 100 kilometrin säteeltä voimalaitoksesta. Yhtiö käyttää eri polttoainetoimittajia, jotta polttoainetta saadaan tarpeeksi ja kuljetusmatkat olisivat mahdollisimman lyhyitä. Laitokselle hankittavia biopolttoaineita ovat metsähake (metsätähteet, rankapuuhake, kantohake) sekä puuteollisuuden sivutuotteet (sahanpurut, puunkuoret). (Vaskiluodon Voima Oy 2019 b.)

Kaasutuslaitoksen avulla voidaan korvata 25–40 % voimalaitoksen käyttämästä kivihielestä uusiutuvilla biopolttoaineilla. Hiilidioksidipäästöt vähenevät noin

230 000 tonnia vuodessa. Yritys on rakentanut myös biopolttoaineiden välivarastoja ja vastaanottoterminaleja eri puolelle seutua. Laitos käyttää 30 rekallista biopolttoainetta vuorokaudessa. (Vaskiluodon Voima Oy 2013, 5–6.)

Vaskiluodon Voiman biopolttolaitoksen päätoimittajana on toiminut Metso Power Oy. Polttoaineita ovat metsähake (50–100 %) sekä energiaturve (0–50 %). Tuotekaasupolttimia alueella on neljä. Polttoaineen vastaanottoa on neljä ja niiden kapasiteetti on 600 m<sup>3</sup>/h. Varastosiiloja on kaksi ja yhden siilon tilavuus on 2 500 m<sup>3</sup>. Kuvassa 2 on Vaskiluodon Voiman biopolttopolttolaitoksen komponentit. (Vaskiluodon Voima Oy 2013, 11.)



**Kuva 2.** Biokaasutuslaitos.

Kaasutusreaktori on tyypiltään kiertoleijupetikaasutin. Sen korkeus on 33 metriä ja sisähalkaisija 5 metriä. Kiertoleijupetikaasuttimessa puhallettavan ilman nopeus on hiekanjyvien lento- ja lähtönopeutta suurempi, jolloin osa pedistä kulkeutuu jatkuvasti polttoaineen mukana sykloniin, jossa hiekka ja poltossa syntyvä tuhka erotellaan savukaasuista ja ne syötetään takaisin varsinaiseen polttotilaan. (Vaskiluodon Voima Oy 2013, 11; Rantasalo 2014.)

### 2.3 Voimalaitoksen toimintaperiaate

Energiaa tuotetaan voimalaitoksella vesi- ja höyryprosessin avulla. Vaskiluodon Voima on vastapainevoimalaitos eli siellä tuotetaan sekä sähköä että kaukoläm-

pöä. Polttoaine (hiili, biopolttoaineet) syötetään kattilaan joko suoraan tai biomassan kaasutuslaitoksen kautta kattilalaitoksessa. Kattilassa hiilen poltosta syntyvät savukaasut esilämmittävät vettä jo ennen varsinaista höyrytysvaihetta. Esilämmitetty vesi syötetään kattilan palotilassa kiertävään putkistoon, jossa vesi höyrystyy. Täysin höyrystynyt vesi tulistetaan, jolloin höyryn lämpötila ja paine nousevat voimakkaasti. Kun kuuma höyry pyörittää turbiinin siipiä, akselia ja generaattorin roottoria, syntyy sähköenergiaa. Turbiinin väliotoista saatavalla höyryllä lämmitetään kaukolämpövettä, ja näin syntyy kaukolämpöä. (Vaskiluodon Voima Oy 2017 a, 15–16; Rantasalo 2014.)

Syöttövesi pumpataan syöttövesisäiliöstä höyrykattilan höyrystinosaan, jossa vesi kiehuu höyryksi. Höyry johdetaan korkeapainetulistimiin (185 bar / 536 °C) kuumenemaan höyrystimestä, josta se jatkaa turbiinin korkeapaineosaan. Tämän jälkeen höyry kulkee takaisin höyrykattilan välitulistimeen (43 bar / 570 °C) kuumennettavaksi ja jatkaa sieltä turbiinin välipaineosaan. Sieltä höyry johdetaan kaukolämpövaihtimiin ja jäljelle jäänyt höyry johdetaan turbiinin matalapaineosan kautta lauhduttimeen, jossa se lauhtuu vedeksi. Vesi pumpataan syöttövesisäiliöön, josta se jatkaa taas kattilaan. (Vaskiluodon Voima Oy 2017 a, 15–16.)

Turbiinilaitoksessa turbiinin korkeapaine-, välipaine- ja matalapaineosan sekä generaattorin roottorit ovat yhdistetty samalle akselille. Turbiinin roottori pyörii vesihöyryn voimasta, jonka seurauksena generaattori tuottaa sähköä verkkoon. Kaukolämpövettä lämmittävä höyry otetaan turbiinin välipaineosan jälkeisestä höyrystä kahdessa vaiheessa ja johdetaan kaukolämmönvaihtimille. Kaukolämpövesi lämpenee vaihtimissa, joista se johdetaan kaukolämpöverkkoon. Kaukolämpövesi palaa talojen lämmönvaihtimista jäähtyneenä takaisin voimalaitoksen kaukolämmönvaihtimiin. Niissä vesi lämmitetään kahdessa vaiheessa uudelleen ja johdetaan taas kaukolämpötaloihin. Kuva 3 esittää voimalaitoksen toimintaperiaatteen. (Vaskiluodon Voima Oy 2017 a, 15–16.)



### **3 TUOTANTUKILAIN HISTORIAA METSÄHAKEVOIMAILAN NÄKÖKULMASTA**

Tuotantotukilain eli Laki uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta tarkoituksena on edistää sähkön tuotantoa uusiutuvilla energialähteillä ja parantaa niiden kilpailukykyä. Lisäksi tarkoitus on monipuolistaa sähkön tuotantoa ja parantaa omavaraisuutta sähkön tuotannossa. Tukea maksetaan tuotetusta sähköstä megawattituntia kohti. Laki astui voimaan 1.1.2011. Tuotantotukilain mukaista tukijärjestelmää hallinnoi Energiavirasto. Tuotantotukilain piiriin kuuluvat tuulivoima, biokaasu, puupolttoaineet sekä vesivoima. (Laki uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta 1396/2010 § 1, 2, 4.)

Kun laki astui voimaan, tuet jakautuivat metsähakevoimalan osalta kahteen ryhmään: syöttötariffeihin sekä kiinteisiin tukiin. Syöttötariffia myönnettiin tuuli-, metsähake-, puupolttoaine-, biokaasuvoimalle. Kiinteää tukea myönnettiin tuuli-, metsähake-, sekä biokaasuvoimalle. Lisäksi kiinteää tukea myönnettiin kierrätyspolttoaineella tuotetulle sähkölle ja pienvesivoimalle. Syöttötariffia koskivat raskeimmat todentamisvelvoitteet ja todentaminen tapahtui 4 kertaa vuodessa. Kiinteässä tuessa todentaminen tapahtui kerran vuodessa. (Honkasalo 2010, 3, 9–11.)

Syöttötariffi muuttui dynaamisesti päästöoikeuden hinnan mukaan. Päästöoikeuden hinnan ollessa enintään 10 € hiilidioksiditonnia kohden, tuki oli enimmäismäärä eli 18 €/MWh. Kun päästöoikeuden hinta oli 23 €/t CO<sub>2</sub>, tuki oli 0 €/MWh. Tukea ei myönnetty tunneilta, jolloin sähkön hinta oli negatiivinen. Kiinteää tukea maksettiin 6,9 €/MWh. Kriteereinä kiinteän tuen maksamiselle oli se, että voimala täytyi sijaita Suomessa tai Suomen aluevesillä, tuotannon oli oltava vähintään 200 MWh vuodessa. Tukea ei maksettu, jos päästöoikeuden markkinahinnan vuosikeskiarvo ylitti 18 €/MWh. (Honkasalo 2010, 10–11.)

#### **3.1 Kiinteän sähkön tuotantotuen lakkautus**

Kiinteä sähkön tuotantotuki tuli voimaan 25.3.2011 osana niin sanottua uusiutuvan energian velvoitepakettia ja se lakkautettiin 2012 alusta osana hallitusohjelmassa sovittuja 25 miljoonan euron vähennyksiä uusiutuvan energian tukiin.

Vuonna 2011 kiinteää tukea maksettiin 8,5 miljoonaa euroa, josta 80 prosenttia maksettiin metsähakevoimalaitoksille. (STT Viestintäpalvelut Oy 2012.)

### 3.2 Perustuen kaavan muutos ja kaasutinpremio

Tuotantotukilaki muuttui 1.1.2013 siten, että päästöoikeuden hinnan lisäksi tukeen vaikutti myös turpeen vero. Turpeen verotuksen kiristyminen pienensi automaattisesti hakkeen tukea samassa suhteessa. Kaava vuonna 2012 oli

$$T = 18 - 18/13 \times (P_e - 10), \quad \text{kun } 10 \text{ €/t CO}_2 \geq P_e \geq 23 \text{ €/t CO}_2$$

$$T = \text{Syöttötariffi} \quad (1)$$

$P_e =$  Päästöoikeuden kolmen kuukauden keskiarvohinta.

Kaava muuttui vuonna 2013 siten, että

$$T = 35,65 - 1,824 \times t - 1,358 \times P_e, \quad \text{kun } P_e \geq 10 \text{ €/t CO}_2 \quad (2)$$

ja  $t \geq 1 \text{ €/MWh}$   
 $t =$  Turpeen vero

$$T = 22,07 - 1,8424 \times t, \quad \text{kun } P_e < 10 \text{ €/t CO}_2. \quad (3)$$

Lisäksi metsähakevoimala sai hakea täydentävää kaasutinpreemiota, jos voimalaitoksessa on kaasutin, jossa metsähaketta kaasutetaan pölypolttokattilan polttoaineksi. Kaasutinpreemion tarkoituksena oli turvata kaasutininvestointien kannattavuus turpeen verotuksen muutoksista riippumatta. Kaasutinpremio määräytyi niin, että

$$K = 1,824 \times t - 3,466, \quad \text{kun turpeen vero on sellaisella tasolla, että metsähakkeella tuotetusta sähköstä maksetaan syöttötariffia.} \quad (4)$$

$$K = 32,184 - 1,358 \times P_e \quad \text{Muissa tapauksissa.} \quad (5)$$

$K =$  Kaasutinpremio

Vuonna 2013 ja 2014 kaasutinpreemio oli 0–6,46 €/MWh ja vuonna 2015 se oli 0–8,28 €/MWh. Jos päästöoikeuden hinta oli alle 10 euroa, laskettiin tukitaso päästöoikeuden hinnalla 10 euroa kuten vuonna 2012. (Lavaste 2013 a, 22; Liuko 2012, 5–6; Lavaste 2013 b, 16.)

### 3.3 Turpeen veron muutos

Metsähakesähkön tukijärjestelmää ja turpeen veron alentamista koskevat lainsäädäntömuutokset tulivat voimaan 1.3.2016. Turpeen vero oli ennen 3,4 €/MWh ja nyt se oli 1,9 €/MWh. Valtioneuvoston asetuksella 149/2016 muutettiin syöttötariffin määräytymisperustetta siten, että metsähakevoimalassa tuotetusta sähköstä maksettava syöttötariffi laskettiin kaavalla

$$T = 22,06 - 1,827 \times t, \quad \text{kun } P_e \leq 10 \text{ €/t CO}_2. \quad (6)$$

$$T = 35,65 - 1,824 \times t - 1,358 \times P_e \quad \text{kun } P_e \geq 10 \text{ €/t CO}_2. \quad (7)$$

Keskiarvohinta oli 5,40 € tariffijaksolta 1.1.–31.3.2016. Laissa säädettiin myös ehto, että syöttötariffia maksettiin enintään 18 €/MWh. Mikäli päästöoikeuden hinta nousi yli 20,94 euroon, ei syöttötariffia maksettu. Kaasutinpreemiota maksettiin saman kaavan mukaan kuten ennenkin. (Energiavirasto 2019 a; Energiavirasto 2015.)

Taulukosta 1 voidaan nähdä metsähakevoimalan tuen maksuperusteet vuodesta 2013 vuoteen 2018. Turpeen vero on laskenut 4,9 eurosta 1,9 euroon vuodesta 2013 vuoteen 2018. Vuonna 2019 turpeen vero taas nousi 3,0 euroon. Päästöoikeuden hinta on noussut myös rajusti 2017 vuodesta vuoteen 2018. Tämä on myös vaikuttanut syöttötariffin määrään ja metsähakevoimalalle maksettava tuki on pienentynyt noin kolmanneksella vuoden 2018 alusta saman vuoden loppuun. (Energiavirasto 2019 a.)

**Taulukko 1.** Metsähakevoimalan maksuperusteet.

<b>Vuosi</b>	<b>Neljännes</b>	<b>Päästöoikeuden kolmen kuukauden keskiarvo [€/tCO<sub>2</sub>]</b>	<b>Turpeen vero [€/MWh]</b>	<b>Syöttötariffin määrä [€/MWh]</b>
2013	1	4,61	4,9	13,13
2013	2	3,87	4,9	13,13
2013	3	4,57	4,9	13,13
2013	4	4,71	4,9	13,13
2014	1	5,84	4,9	13,13
2014	2	5,25	4,9	13,13
2014	3	6,04	4,9	13,13
2014	4	6,48	4,9	13,13
2015	1	6,96	3,4	15,87
2015	2	7,30	3,4	15,87
2015	3	7,94	3,4	15,87
2015	4	8,38	3,4	15,87
2016	1	0,00	0,0	16,59
2016	2	5,67	1,9	18,00
2016	3	4,50	1,9	18,00
2016	4	5,38	1,9	18,00
2017	1	5,10	1,9	18,00
2017	2	4,77	1,9	18,00
2017	3	5,83	1,9	18,00
2017	4	7,39	1,9	18,00
2018	1	9,69	1,9	18,00
2018	2	14,39	1,9	12,62
2018	3	18,65	1,9	6,83
2018	4	19,47	1,9	5,72

## 4 VUODEN 2019 TUOTANTOTUKILAIN MUUTOKSET JA SYÖTTÖTARIFFIJÄRJESTELMÄ

Vuodesta 2019 alkaen muutettiin tuotantotukilakia siten, että metsähakkeen alkuperä vaikuttaa tuen tasoon, jos voimalaitoksessa käytetään kokopuu- tai rankahaketta. Metsähakkeelle maksetaan alennettua tukea, jos sähkö on tuotettu järeän puun hakkuukohteilta korjatulla jalostuskelpoisella tukki- tai kuitupuulla. Alennettua tukea saa myös, jos kokopuuhakkeen tai rankahakkeen alkuperää ei pystytä todistamaan. Myös turpeen vero 1,9 €/MWh nousi 3,0 €/MWh. (Energiavirasto 2018, 6.)

Syöttötariffi lasketaan vuodesta 2019 lähtien kaavalla:

$$T = 35,65 - 1,827 \times t - 1,359 \times P_e, \quad \text{kun } P_e \geq 10 \text{ €/t CO}_2 \quad (8)$$

$$\text{ja } t \geq 1 \text{ €/MWh}$$

$$T = \text{Syöttötariffi}$$

$$t = \text{Turpeen vero}$$

$$P_e = \text{Päästöoikeuden kolmen kuukauden keskiarvohinta}$$

$$T = 22,06 - 1,827 \times t, \quad \text{kun } P_e < 10 \text{ €/t CO}_2. \quad (9)$$

Syöttötariffia maksetaan kuitenkin enintään 18 euroa megawattitunnilta ja ainoastaan, jos syöttötariffin suuruus on vähintään 10 euroa. Syöttötariffin korotuksena maksettava kaasutinpremio lasketaan kaavalla:

$$K = 1,824 \times t - 3,466, \quad \text{kun turpeen vero on sellaisella tasolla, että metsähakkeella} \quad (10)$$

tuotetusta sähköstä maksetaan syöttötariffia.

$$K = \text{Kaasutinpremio}$$

$$K = 32,184 - 1,358 \times P_e \quad \text{Muissa tapauksissa.} \quad (11)$$

#### 4.1 Metsähake

Vaskiluodon Voima luokitellaan metsähakevoimalaksi. Metsähake on polttohakea ja -mursketta, jota valmistetaan jalostamattomasta, suoraan metsästä saatavasta puusta. Raaka-aineina voivat toimia runkopuu, latvukset, oksat, neulaset, lehdet, kannot ja juurakot. Puunjalostusprosessin sivu- tai jätetuotteena syntyvää puutähdehakea tai muuta teollisuuden sivutuotepuuta ei luokitella metsähakeeksi. (Energiavirasto 2018, 33.)

Metsähake voidaan luokitella Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen mukaan luokkiin 3112, 3113 sekä 3114. Polttoaineluokka 3112 voidaan tarvittaessa jakaa alaluokkiin 3112a ja 3112b, jos voimalaitos hakee täyttä sataprosenttista tukea metsähakeella tuotetulle sähkölle. (Energiavirasto 2018, 33–34.)

Luokka 3112 käsittää kokopuu- tai rankahakea, joka on karsitusta runkopuusta tai puun koko maanpäällisestä biomassasta tehtyä hakea. Luokkaan 3112a kuuluvat pienpuuta olevat kokopuu- ja rankahake, jotka ovat karsitusta ja ohuista ja jalostukseen kelpaamattomasta runkopuusta tehtyä hakea. 3112b kuuluvat järeän puun kokopuu- ja rankahake, jotka ovat karsitusta järeänpuun hakkuukohteen jalostuskelpoisesta runkopuusta tehtyä hakea. Kuitu- ja tukkipuita ovat koivu-, mänty- ja kuusipuu. (Energiavirasto 2018, 33–34; Tilastokeskus 2019.)

Luokkaan 3113 kuuluu metsätähdehake tai -murske, joka on einespuun korjuun jälkeen oksista ja latvuksista viheraineen tehty hake tai murske. Luokka 3114 koostuu kantomurskeesta, jota on kannoista ja juurakoista tehty murske tai hake. Taulukko 2 esittää eri polttoaineluokat sekä niiden koostumuksen, kosteuden ja lämpöarvon. (Energiavirasto 2018, 33–34; Tilastokeskus 2019.)

**Taulukko 2.** Polttoaineluokat.

Polttoaineluokka	Polttoaine	Koostumus	Kosteus [%]	Lämpöarvo [GJ/t]
3112	Kokopuu- ja ran- kahake	Karsitusta runko- puusta tai puun koko maapäällisestä biomassasta (runko- puu, oksat ja neula- set) tehty hake	40–55	7–11
3112a	Kokopuu- ja ran- kahake (pienpuu)	Karsitusta ja pieni- läpimittaisesta tai jalostukseen kel- paamattomasta run- kopuusta tai pienlä- pimittaisen puun koko maapäällises- tä biomassasta (run- kopuu, oksat ja neu- lasat) tehty hake	40–55	7–11
3112b	Kokopuu- ja ran- kahake (järeä puu)	Karsitusta, järeän puun hakkuukohteen jalostuskelpoisesta runkopuusta tehty hake. Kuitu- tai tuk- kipuun mitat ja laa- tuvaatimukset täyt- tävät koivu- ja män- ty- tai kuusipuu	40–55	7–11
3113	Metsätähdehake tai -murske	Ainespuun korjuun jälkeen oksista ja latvuksista viherai- neineen tehty hake tai murske. Sisältää myös risutukeista valmistetun hakkeen tai murskeen	30–50	8–13
3114	Kantomurske	Kannoista ja juura- koista tehty murske tai hake	30–40	11–13

#### 4.2 Syöttötariffijärjestelmä

Syöttötariffijärjestelmässä sähkön tuottajalle maksetaan määräjän sähkön markkinahinnan tai päästöoikeuden hinnan perusteella muuttuvaa tukea tuotannosta, joka on oikeutettu tukeen. Sähkön tuottajan on tehtävä hakemus Energiavirastolle syöttötariffijärjestelmään hyväksymisestä. Hakemuksessa on esitettävä selvitykset

sähkön tuottajasta, voimalaitoshankkeesta ja voimalaitoksesta. Siihen on liitettävä suunnitelma tukeen oikeuttavan sähkön tuotannon seurannasta sekä todentajan varmennus. (Laki uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta 1396/2010 § 6, 14.)

Todentaja on henkilö, joka varmentaa voimalaitoksen vuosituotantoarvion lisäksi sen, että täyttääkö voimalaitos tuotantotukilaissa säädetyt edellytykset. Todentaja varmentaa myös ennen ensimmäisen maksatushakemuksen jättämistä, vastaako sähkön tuottajan käytännössä soveltama seurantajärjestelmä hyväksymispäätöksen yhteydessä hyväksytyä seurantasuunnitelmaa. (Energiavirasto 2019 b.)

Syöttötariffi maksetaan kolmen kuukauden aikana tuotetusta sähkön määrästä. Tätä kutsutaan tariffijaksoksi. Sähkön tuottaja voi saada enintään kaksitoista vuotta syöttötariffia siitä, kun syöttötariffin oikeus alkaa. Sähkön tuottajan täytyy pitää luotettavaa kirjanpitoa voimalaitoksessa käytetyistä polttoaineista ja niiden energiasällöistä tariffijakson aikana, jos voimalaitoksessa käytetään erilaisia polttoaineita. Polttoaineen energiasällöllä tarkoitetaan tariffijakson aikana käytetyn polttoaineen määrän ja tehollisen lämpöarvon tuloa. (Laki uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta 1396/2010 § 16; Energiavirasto 2018, 5–6.)

Tuotantotukea maksetaan laissa määritellyn tavoitehinnan ja sähkön markkinahinnan erotuksena tai päästöoikeuden markkinahinnan ja turpeen veron perusteella. Lisäksi sähkön tuottaja osallistuu sähkömarkkinoille ja saa sähkön markkinahinnan tuottamansa sähkön myynnistä. Jos sähkön markkinahinnan keskiarvo kolmen kuukauden aikana on alle 30 euroa megawattitunnilta, syöttötariffina maksetaan tavoitehintaa vähennettynä 30 eurolla megawattitunnilta. Sähkön tuottajan täytyy toimittaa Energiavirastolle hakemus syöttötariffin saamiseksi kahden kuukauden kuluessa tariffijakson päättymisestä. (Laki uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta 1396/2010 § 25.)

Vaskiluodon Voiman biokaasutinlaitos on metsähakevoimala taulukon 3 mukaan. Tuki määräytyy päästöoikeuden markkinahinnan keskiarvosta sekä turpeen verosta. Tuen tasoon vaikuttaa vuodesta 2019 lähtien myös kokopuu- ja rankahakkeen alkuperä. Perustuki on 0–18 €/MWh. Metsähakkeella tuotetulle sähkölle makse-

taan alennettua tukea (60 prosenttia), jos sähkö tuotetaan järeän puun hakkuukohteilta korjatulla jalostuskelpoisella tukki- tai kuitupuulla, tai jos kokopuu- tai ran-  
kahakkeen alkuperää ei voida todistaa. Taulukko 3 esittää tuotantotukien tasoja.  
(Energiavirasto 2018, 6–7.)

**Taulukko 3.** Tuotantotukien Tasot.

	<b>Tukimuoto</b>	<b>Perustuki</b>	<b>Lisätuki</b>	<b>Lisätuen saamisen ehto</b>
<b>Tuuli-voimala</b>	Syöttötariffi = tavoite- ja markkinahinnan erotus	83,5 €/MWh:n ja markkinahinnan erotus	Ei ole	Ei ole
<b>Biokaasu-voimala</b>	Syöttötariffi = tavoite- ja markkinahinnan erotus	83,5 €/MWh:n ja markkinahinnan erotus	50 €/MWh lämpöpreemio	Hyötysuhde 50 %, tai 75 %, jos yli 1 MVA
<b>Puupolttoaine-voimala</b>	Syöttötariffi = tavoite- ja markkinahinnan erotus	83,5 €/MWh:n ja markkinahinnan erotus	20 €/MWh lämpöpreemio	Hyötysuhde 50 %, tai 75 %, jos yli 1 MVA
<b>Metsähake-voimala</b>	Päästöoikeuden hinnan ja turpeen veron mukaan muuttuva syöttötariffi	0-18 €/MWh	Päästöoikeuden hinnan ja turpeen veron mukaan muuttuva kaasutinpreemio	Voimalaitoksen yhteydessä kaasutin, jossa metsähaketta kaasutetaan pölypolttokattilan polttoaineeksi

### 4.3 Täyden tuen edellytykset

Täyttä 100 prosentin tukea voidaan metsähakkeella tuotetulle sähkölle maksaa polttoaineluokasta 3112 tietyin edellytyksin. Täytyy voida osoittaa, että puu ei ole peräisin järeän puun hakkuukohteista. Hakkuu ei saa täyttää uudistus- tai kasvatushakkuun kriteereitä, vaan hakkuulla täytyy olla jokin muu tavoite. Alue ei saa olla puolustusvoimien ja rajavartiolaitoksen käytössä olevia ampuma-alueita.  
(Energiavirasto 2018, 34.)

Polttoaineluokalle 3112a voidaan maksaa täyttä tukea, jos voidaan osoittaa, että puutavaralajia ei yleisesti käytetä jalostukseen. Pieniläpimittaiset puut sekä muut puulajit kuin mänty, kuusi tai koivu ovat jalostukseen sopimattomia. Puuta ei myöskään käytetä jalostukseen, jos siinä on laaturvirheitä kuten mutkaisuutta, lahoavaisuutta tai kuivuutta. (Energiavirasto 2018, 34–35.)

#### **4.4 Polttoaineen energiasisällön määrittäminen seurantasuunnitelmassa**

Tuotantotukea maksetaan tukeen oikeuttavien ja oikeuttamattomien polttoaineiden suhteen perusteella ja tämän takia polttoaineiden energiasisällön raportointi on tärkeää. Tuki maksetaan vain sähköntuotannolle. Tuotantotuen seurannassa käytetään tehollisia lämpöarvoja ja massoja. Myös saapumistilaisia tietoja saa käyttää. Massa- ja lämpöarvomäärittäminen tulee vastata toisiaan. Tariffijaksolla tuotettu sähkömäärä jaetaan eri polttoaineille niiden energiasisältöjen suhteen. Jos tuettavan polttoaineen lisäksi käytetään muita polttoaineita, niidenkin määrittäminen on esitettävä seurantasuunnitelmassa. Tuettavan polttoaineen osuudesta vähennetään ei-tuettavien polttoaineiden osuus sähköntuotantoa määritettäessä. (Energiavirasto 2018, 36–37.)

Voimalaitoksella käytettävät polttoaineet ilmoitetaan seurantasuunnitelmassa ja myöhemmin maksatushakemuksessa. Polttoainemäärät tulee ilmoittaa Energiaviraston hyväksymän seurantasuunnitelman mukaisesti. Seurannan täytyy perustua mittauksiin. Määrän ilmoituksessa saa olla korkeintaan 7,5 % virhe. Todentaja varmentaa, että polttoaineiden alkuperä on ilmoitettu todenmukaisesti esimerkiksi hankintasopimusasiakirjojen ja kuormakirjojen perusteella. (Energiavirasto 2018, 37–38.)

#### **4.5 Metsähakkeen alkuperän seuranta ja osoittaminen**

Metsähakkeen alkuperän jäljitettävyyden takaamiseksi voimalaitokselle saapuvien raaka-aineiden mukana täytyy olla yksilöivä tunniste. Tunnisteen avulla raaka-aine tiedot voidaan yhdistää dokumentaatioon. Tunnisteena voi toimia esimerkiksi kuormakirja- tai puukauppanumero. Kun tunniste säilyy koko toimitusketjun ajan (metsästä voimalaitokselle), ei eri jakeita tarvitse pitää fyysisesti erillään. (Energiavirasto 2018, 50.)

Voimalaitoksen täytyy dokumentoida toimittajakohtaisesti tariffijakson aikana vastaanotettu hake jaoteltuna suoraan metsästä toimitettuihin eriin sekä terminaalien kautta saapuneisiin eriin. Jos hake toimitetaan voimalaitokselle suoraan tien-

varresta, täytyy toimituserän tietojen sisältää tarvittava tunnistetieto, jotta alkuperä voidaan jäljittää. (Energiavirasto 2018, 50.)

Tarvittavat polttoainetiedot voidaan toimittaa voimalaitokselle suoraan yksittäisten polttoainekuormien toimitusten yhteydessä tai kootusti esimerkiksi polttoainetoimittajan lähettämien laskutustietojen yhteydessä. Polttoaineen eräkohtaisissa tiedoissa täytyy olla alkuperätunniste, toimittaja, erään kuuluvat polttoaineluokat, hakkeen alkuperäistietojen peruste, määrä luokittain sekä toimitusajankohta. (Energiavirasto 2018, 51.)

Metsähakkeen alkuperän osoituksessa kokopuu- tai rankahake ei saa olla valmistettu järeän puun hakkuukohteilta korjatusta jalostuskelpoisesta tukki- tai kuitupuusta täyden tuen saamiseksi. Metsähakkeen alkuperä tässä tapauksessa voidaan todistaa osoittamalla, ettei puu ole korjattu järeän puun hakkuualueelta. Hakkuukohteen alkuperän arvioinnissa hyödynnetään puuston läpimittatietoa sekä puuston kehitysluokkaa. Hakkeen alkuperän osoittamiseen käyvät esimerkiksi kemera-toteutusilmoitus, metsänkäyttöilmoitus, lemmikkosuunnitelma sekä mittaustodistus. (Energiavirasto 2018, 53–54, 57.)

#### **4.6 Hyväksyminen seurantaohjelmaan**

Energiavirasto tekee päätöksen voimalaitoksen hyväksymisestä syöttötariffijärjestelmään hakemuskäsittelyn jälkeen. Syöttötariffin maksatusta haetaan jokaisen tariffijakson jälkeen. Metsähakevoimalat voivat hakea maksatusta 1–4 tariffijaksolta yhdellä kertaa oman päätöksen mukaan. Kalenterivuosi on jaettu neljään jaksoon syöttötariffijärjestelmässä. Ne ovat 1.1.–31.3, 1.4.–30.6, 1.7.–30.9 ja 1.10–31.12. (Energiavirasto 2018, 61, 66.)

Maksatusta haetaan kahden kuukauden kuluessa tariffijakson päättymisestä. Toimittaja varmentaa maksatushakemukseen sisältyvän tuotantonselvityksen ennen maksatushakemuksen jättämistä. Varmennus tapahtuu niissäkin tapauksissa, joissa syöttötariffia haetaan usealle tariffijaksolle kerralla. Syöttötariffijärjestelmään hyväksytään 12 vuodeksi. Se on laskettu hyväksymispäätöksessä kertomalla sähkön tuotannon määrä 12 vuodella. Vuosituotantoarvio saa ylittyä vuositasolla. Merki-

tystä on ainoastaan, että kokonaistuotantomäärä ei ylitä 12 vuodessa. (Energiavirasto 2018, 66, 68.)

Maksatushakemuksessa on tuotantoselvitys, jossa sähkön tuottaja ilmoittaa sähkön tuotantomäärän megawattitunteina vähennettynä voimalaitoksen omakäyttösähkölukituksen. Omakäyttösähköstä ei makseta tukea. Myös verkosta ostettu omakäyttösähkö vähennetään sähkön tuotantomäärästä. (Energiavirasto 2018, 66.)

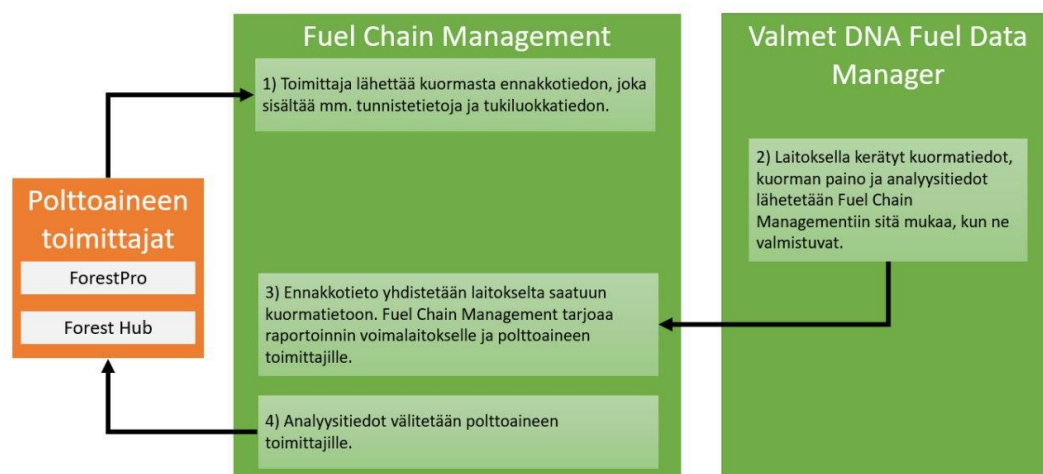
## **5 RANKARAJAUKSEN VAATIMAT MUUTOKSET VOIMALAITOKSELLE**

Vuoden 2019 alusta tuotantotuki laki muuttui siten, että metsähakkeella tuotetulle sähkölle maksetaan tukea 60 prosenttia, jos sähkö tuotetaan järeän puun hakkuukohteilta korjatulla jalostuskelpoisella tukki- tai kuitupuulla, tai jos kokopuu- tai rankahakkeen alkuperää ei voida todistaa. Muulloin tuki on 100 prosenttia. Vaskiluodon Voimalla 60 prosenttista metsähaketta voi olla karsittu tai karsimaton ranka ja tästä tulee nimitys ”rankarajaus” tuotantotukilaille. Uusi lakimuutos on tuonut tarpeen uudelle polttoainejärjestelmälle, sillä metsähakkeen jäljitettävyys on entistä tärkeämmässä roolissa ja polttoaineluokkien jaottelu 100 prosentin ja 60 prosentin tukeen on tarpeen. Turve ei kuulu vielä järjestelmään.

### **5.1 Kuvaus Valmet Industrial Internet -järjestelmästä**

Polttoainejärjestelmä on nimeltään Valmet Industrial Internet (VII), joka on otettu käyttöön vuoden 2019 alussa. Järjestelmän yhteenvedosta löytyy voimalaitoksittain ja kuukausittain muun muassa kuormien kosteus, paino, lämpöarvo ja energia. Yhteenvedosta nähdään myös mitä polttoaineluokkaa on tuotu ja kuka toimittaja on tuonut minkäkin verran. Kuormat välilehdellä on kuorman saapumisaika, kuormanumero, toimittaja, polttoaine, rekisterinumero sekä paino. Kuorman ajavat kuskit voivat halutessaan jättää myös lisätietoja kuormasta.

Kuvasta 4 nähdään, kuinka tiedonkulku toimii polttoaineen toimittajien, Valmet Industrialin sekä voimalaitoksen polttoainejärjestelmän välillä. Polttoaineen toimittajat käyttävät järjestelmiä nimeltä Forest Hub tai Forest Pro. Yksinkertaisuudessaan järjestelmä toimii niin, että aluksi toimittaja lähettää kuormasta ennakkotiedon Fuel Chain Management -järjestelmään. Tämän jälkeen laitoksella kerätyt kuorman tiedot lähetetään samaan järjestelmään. Lopuksi ennakkotieto yhdistetään laitokselta saatuun kuormatietoon ja laitoksella saadut analyysitiedot välitetään polttoaineen toimittajille. (Elfving 2019.)



**Kuva 4.** Tiedonkulku polttoaineen toimittajien, Valmet Industrial Internetin (Fuel Chain Management) ja laitoksen polttoainetietojärjestelmän välillä.

Toimittajien kohdalla voidaan vertailla eri toimittajien tuomia kuormia. Sieltä nähdään muun muassa kuorman kosteus, tonnimäärä sekä megawattituntimäärä. Toimittajat ovat tässä yhteydessä yhtiöitä, joilta Vaskiluodon voima tilaa polttoaineita. Tukiraportista nähdään, kuinka paljon on tuotu 60 prosentin tukeen oikeuttavaa rankaa ja kuinka paljon 100 prosentin tukeen oikeuttavaa. Välilehdellä rankakuormat nähdään ainoastaan karsimattoman ja karsitun rangan tiedot kuten paino, lähtövarasto ja kuormanumero. Taulukossa 4 esitetään 60 ja 100 prosentin rangan osuus toimittajakohtaisesti helmikuussa 2019. Helmikuussa 100 prosentin tuki on ollut ainoastaan 4 % toimitetusta rangasta. Tiedot saadaan tukiraportti toimittajalla välilehdeltä.

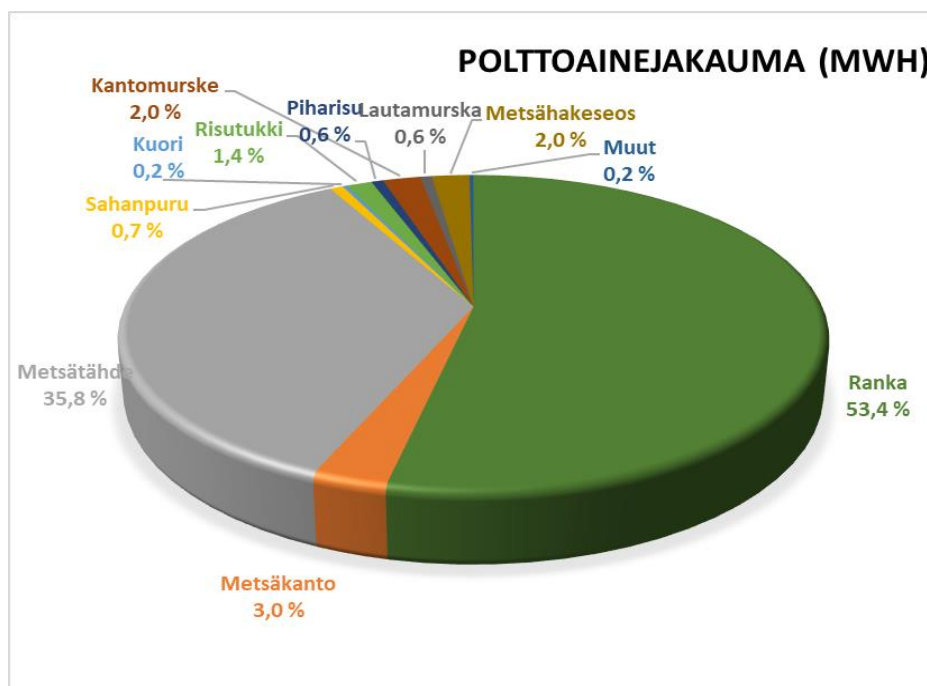
**Taulukko 4.** Toimittajakohtaisesti 100 ja 60 prosentin rangan osuus vuoden 2019 helmikuussa.

Ranka		Toimittaja 1	Toimittaja 2	Toimittaja 3	Toimittaja 4	Toimittaja 5	Grand Total
Polttoaine							
	100 % tuki (MWh)	1 367	0	0	0	0	1 367
Karsittu ranka	60 % tuki (MWh)	11 687	11 989	3 269	2 837	150	29 932
	100 % tuki (MWh)	211	0	0	0	0	211
Karsimaton ranka	60 % tuki (MWh)	1 702	1 355	2 020	56	182	5 315
	100 % tuki (MWh)	1 578	0	0	0	0	<b>1 578</b>
Grand Total	60 % tuki (MWh)	12 703	13 344	5 289	2 893	332	<b>34 561</b>

Kuormamäärissä on eri toimittajien tuomat kuormat sekä purkupaikka. Kohdepaikoissa nähdään vielä tarkemmin, kuinka paljon eri purkupaikoille on tuotu kuor-

mia. Vaasan voimalaitoksella purkupaikkoja ovat auma 1, 2 ja 3 sekä murska, ja murskan varasto.

Tukiluokan syötössä valitaan voimalaitos, toimittaja sekä kuukausi ja tämän jälkeen voidaan syöttää prosenttiosuus 60 prosentin ja 100 prosentin tukeen oikeutavasta kuormasta. Syötetyistä tukiluokista nähdään yhteenvetona, kuinka paljon on 60 prosentin ja kuinka paljon 100 prosentin rankaa kuukaudessa tullut. Kuvasta 5 nähdään Vaskiluodon voiman polttoainejakauma megawattitunteina vuoden 2018 maaliskuusta vuoden 2019 helmikuuhun. Jos ei oteta turvetta huomioon, rankakuormat ovat yli puolet kaikista kuormista. Metsätähde on noin 36 prosenttia ja muut polttoaineet ovat vain muutaman prosentin puupolttoaineista.



**Kuva 5.** Vaskiluodon Voiman polttoainejakauma 1.3.2018–28.2.2019.

## 5.2 Rankarajauksen dokumentaatio Vaskiluodon Voimalla

Vaskiluodon Voima on määritellyt sopimuksin metsähakkeen alkuperätiedon dokumentoinnin polttoaineen toimittajan vastuulle. Toimittajilla kuorma saattaa koostua useammasta kaupasta ja erätunnisteen avulla toimittajat näkevät erään sisältyvien kauppojen tiedot. Toimittajilla ovat luokat 3112a ja 3112b metsäjärjes-

telmissä eri puutavaralajeina ja he ilmoittavat laskulla kuinka suuri osuus toimituksesta kuuluu polttoaineluokkaan 3112a ja kuinka suuri osuus luokkaan 3112b.

Kuukauden päätyttyä toimittaja laskuttaa Vaskiluodon Voimaa toimitetun energiamäärän mukaan. Laskulla kokopuu- ja rankahake on eritelty luokkiin 3112a ja 3112b. Laskulla kuormat näkyvät erä- tai kuormanumeron mukaan. Yhteisenä nimittäjänä toimii erätunniste. Erätunnisteen avulla nähdään, kuinka suuri osuus mittauksella kyseessä olevasta erästä on mitäkin polttoaineluokkaa. Jokaiselle kuormalle on määritelty, onko se luokkaa 3112a vai 3112b. Sekakuormissa on eritelty prosentiosuuksin jako luokkiin 3112a ja 3112b.

Spot-erän toimittajan kanssa sovitaan kaupan yhteydessä, kuuluuko toimitus luokkaan 3112a vai 3112b. Jos toimitus kuuluu luokkaa 3112a, pyydetään spot-erän toimittajalta laskun liitteeksi tiedot alkuperästä. Jos alkuperästä on epäilyksiä, erä raportoidaan luokkaan 3112b.

Vaskiluodon Voima on sopinut kaikkien vakio-toimittajien kanssa kirjallisesti, että toimittajat säilyttävät alkuperätiedot omissa tietojärjestelmissään. Pyynnöstä toimittajat lähettävät tarvittavat alkuperätiedot. Esim. pyydetessä toimittajalta jostakin tietystä kuormasta alkuperätiedot, löytyy erä- tai kaupannumerolla kyseisen kaupan puukauppa-asiakirjat, käyttöilmoitus pystykaupoissa, leimikkokartta sekä mittaukselliset tiedot. Mittaukselta selviää, paljonko kyseisellä kaupalla oli korjattu kutakin rankalajia.

### **5.3 Metsähakkeen alkuperäketju toimittajan näkökulmasta**

Toimittajat hankkivat puuta pystykaupan, hankintakaupan tai vierastoimituksen kautta. Pystykaupassa myyjä luovuttaa puun ostajalle oikeuden kaataa ja korjata sovitut puut sovitulta alueelta. Ostaja huolehtii puunkorjuusta ja puun kuljetuksesta. Pystykaupassa alkuperän jäljittäminen on helpointa. Hankintakaupassa myyjällä on vastuu puunkorjuusta ja kuljettamisesta sovittuun paikkaan. Vierastoimituksessa ostajalla ei ole tiedossa puun alkuperää eikä varastopaikkaa, mutta toimittaja sitoutuu osoittamaan puun alkuperätiedon sisältämät dokumentit. (UPM Metsä 2019.)

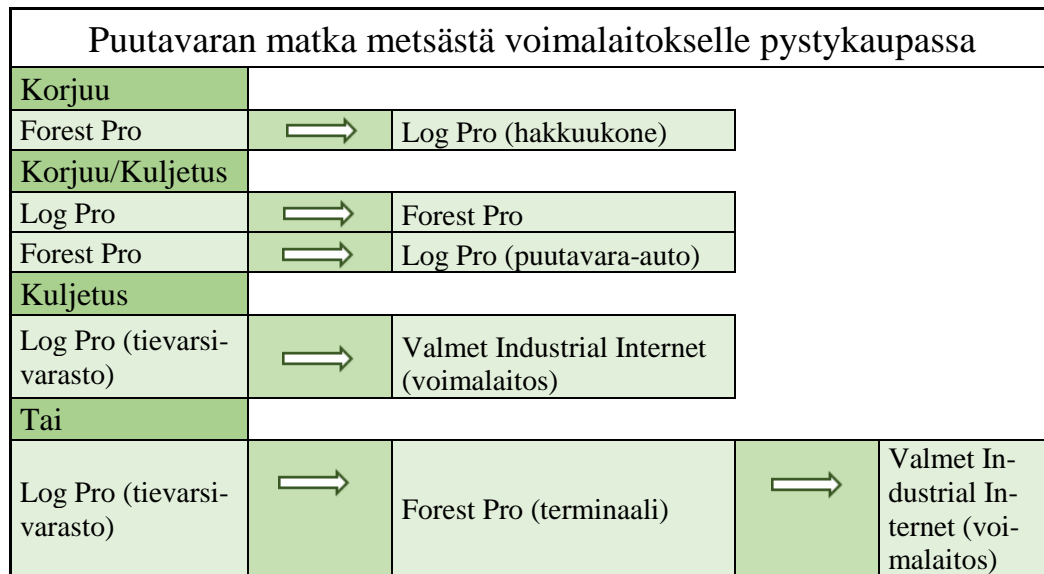
EPM Metsä Oy on vuonna 2011 perustettu puunhankintayhtiö. Sen tarkoituksena on hankkia puuta Lapuan Sahalle sekä Vaasan ja Seinäjoen voimalaitoksille. Rantarakajauksen takia dokumentointi on tullut yritykselle erityisen tärkeäksi. Eri kaupoissa saadaan tiedot, joilla voidaan koko alkuperäketjun ajan kytkeä tiedot toisiinsa. Pystykaupassa EPM Metsällä on tiedossa sopimusnumero, lohko (sisältää kartan, hakkuutavan, yms.), varastopaikka ja puutavaralaji. Puutavaralaji kertoo aina tukiluokan kaikissa kauppataivoissa. Hankintakaupassa tiedossa ovat samat tiedot kuten pystykaupassa, mutta lohkoista ei tiedetä puun alkuperätietoja. Myyjä on sitoutunut todistamaan puun alkuperän. Vierastoimitus eroaa hankintakaupasta vielä niin, että toimittaja kuljettaa puutavarat suoraan voimalaitokselle, joten erillistä varastopaikkaa ei ole. (Syrjälä 2019.)

EPM Metsä käyttää metsäjärjestelmää Forest Pro. Muut toimittajat käyttävät järjestelmää nimeltä Forest Hub. Korjuuvaiheessa EPM Metsän Forest Pro lähettää sähköisen työohjeen, joka sisältää tiedon sopimusnumerosta, hakkuutavasta, kartasta, varastopaikasta ja puutavaralajista hakkuukoneen Log Pro -järjestelmään. Log Pro on hakkuukoneessa, puutavara-autossa sekä tievarsivarastossa toimiva järjestelmä. (Syrjälä 2019.)

Korjuuvaiheesta siirryttäessä kuljetusvaiheeseen Log Pro lähettää Forest Pro -metsäjärjestelmään lohkoittain mittaustuloksen, joka sisältää sopimusnumeron, puutavaralajien mittaustiedot ja muut tiedot. Tässä vaiheessa voidaan vielä vaihtaa puutavaralajia, jos tarpeen. Tämän jälkeen saadaan mittaustodistus ja puutavaralajia ei voida enää muuttaa. Mittaustodistuksesta syntyy varastoerä. Seuraavaksi Forest Pro:n kautta siirtyy ajomääräys sähköisesti Log Pro -puutavara-auton järjestelmään. Ajomääräys sisältää sopimusnumeron, varastopaikan ja puutavaralajit määräraipakkoineen. (Syrjälä 2019.)

Kuljetus vaiheessa Log Pro -järjestelmän tievarsivarastosta lähtee suoriteilmoitus sopimusnumerosta, varastosta, puutavaralajista määrineen Valmet Industrial Internet järjestelmään, josta voimalaitos saa tiedon myös. Toinen vaihtoehto on, että Log Pro -järjestelmä lähettää tiedon ensin Forest Pro -järjestelmään ja tämän jälkeen Valmet Industrial -järjestelmään. Tällä hetkellä suoriteilmoitus joudutaan

lähettämään manuaalisesti autovaa’an kautta ja se tuottaa lisätyötä. Ennakkotietoilmoitus kuormasta ei toimi oikein. Tarkoitus olisi saada järjestelmä toimimaan niin, että mitään ei tarvitsisi lähettää manuaalisesti. Kuva 6 esittää tiedon siirtoa eri järjestelmien välillä metsähakkeen alkuperäketjussa. (Syrjälä 2019.)



**Kuva 6.** Tiedon siirtyminen pystykaupassa.

EPM metsällä syntyy kuukausittaisia toimenpiteitä järjestelmän toimivuuden taakkaamiseksi. Valmet Industrial Internet -järjestelmässä tarkistetaan toimitetut kuormat ja niiden tukiluokat ja tarvittaessa tehdään korjaukset. Voimalaitosta laskutetaan toteutuneiden toimitusmäärien mukaan. Laskussa ilmoitetaan 60 ja 100 prosentin tukeen oikeuttavien rankojen osuudet. (Syrjälä 2019.)

Tällä hetkellä metsälohkot hakkuukoneissa on jaettu neljään puulajiin: kuusi, mänty, koivu sekä haapa/lehtipuu. Haapa/lehtipuu on ainoa, joka oikeuttaa 100 prosentin tukeen, sillä se ei kelpaa jalostukseen. Lohkot jaetaan kuitenkin vielä alalajeihin. Puutavaralajit, jotka oikeuttavat 100 % tukeen, ovat esimerkiksi mäntykuitu, koivukuitu, latvusmassa ja laho. Sopimusnumeron ja puutavaralajikoodin avulla alkuperäketjua voidaan seurata laitokselta metsikkökuviolle saakka. (Syrjälä 2019.)

Hakkuukohteet ovat suurimmaksi osaksi kuusi-, mänty- ja koivumetsää, minkä takia tuki on suurimmaksi osaksi 60 prosentin tukea. Ensi syksynä EPM Metsä

aikoo kuitenkin panostaa latvusmassan toimittamiseen eli 100 prosentin tukiluokkaan kuuluvaa puuta saadaan voimalaitoksille enemmän. Rangan siirtyminen metsästä voimalaitokselle reitti sisältää paljon eri yritysten osapuolia (kuorman kuljettajat, hakkuukoneen ajajat, varastopaikoilla toimiva henkilökunta) ja tämän takia on vaikea saada kaikki toimimaan oikein. Henkilökuntaa täytyisi kouluttaa tarpeeksi, jotta kaikki osaisivat ilmoittaa puutavaralajit oikein. Lisäksi latvusmassan seassa on usein 60 prosentin tukeen oikeuttavaa rankaa, jonka osuutta on vaikea osoittaa ja näin ollen koko kuorma täytyy ilmoittaa 60 prosentin tukena. (Syrjälä 2019.)

#### 5.4 Talousnäkökulma

Metsähakevoimala voi myös päättää olla hakematta täyden 100 prosentin tuotantotukea ja ilmoittaa 60 prosentin osuus kaikelle rangalle. Kannattavuutta voidaan jonkin verran arvioida viime vuoden määrillä ja päästöoikeuden hinnoilla, mutta se on vain suuntaa antavaa.

Vuoden 2019 syöttötariffin määrä voidaan laskea kaavalla 8 sivulta 19. Taulukosta 1 sivulta 18 nähdään päästöoikeuden hinta vuodelta 2018 jokaiselta neljännekseltä. Turpeen veroksi on huomioitu 3,0 €/MWh. Jos oletetaan, että viime vuonna kaikesta rangasta 40 prosenttia oli 100 prosentin tukeen oikeuttavaa rankaa, saadaan laskettua tuotantotuen määrä rankarajaus huomioon ottaen ja niin, että rankarajauksista ei ole huomioitu ja kaikki tuki on 60 prosenttista. Taulukosta 5 nähdään, että näillä oletuksilla säästettäisiin noin 620 000 euroa vuodessa rankakuormista.

**Taulukko 5.** Rankarajauksen kannattavuus voimalaitokselle.

Neljännes	Päästöoikeuden hinta [€/tCO <sub>2</sub> ]	Syöttötariffi [€/MWh]	60% tukeen oikeuttava ranka [MWh]	100% tukeen oikeuttava ranka [MWh]	Maksettava tuki rankarajaus huomioiden [€]	Rankarajaus ei huomioitu [€]	Erotus [€]
1	9,69	16,58	95 048	63 365	1 996 129	1 575 893	420 237
2	14,39	10,61	38 015	25 344	510 903	403 343	107 560
3	18,65	4,82	19 183	12 788	117 115	92 460	24 655
4	19,47	3,71	72 023	48 016	338 463	267 207	71 256
		Yhteensä	224 269	149 513	2 962 610	2 338 903	623 708

Voidaan kuitenkin huomata, että päästöoikeuden hinta on lähtenyt rajusti kasvuun, ja tällöin myös syöttötariffin määrä on pienempi. Kaasutinpreemiota ei myöskään ole huomioitu tässä laskelmassa. Päästöoikeuden hinnan ollessa 21,47 €/tCO<sub>2</sub> ei tuotantotukea makseta, mutta kaasutinpreemiota maksetaan 3,03 €/MWh. Kun päästöoikeuden hinta on 23,70 €/tCO<sub>2</sub>, ei makseta tuotantotukea eikä kaasutinpreemiota.

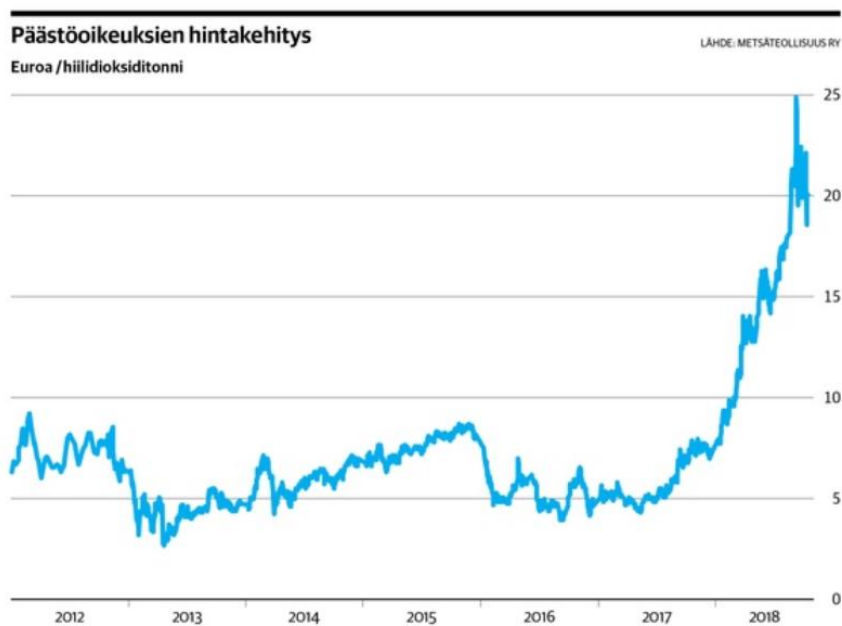
#### **5.4.1 Päästökauppa ja päästöoikeuden hinnan kehitys**

Päästökaupan tavoitteena on kasvihuonekaasujen ja hiilidioksidin päästövähennysten tavoitteiden saavuttaminen mahdollisimman kustannustehokkaasti. Päästökauppajärjestelmän tavoitteena on toimia niin, että siihen kuuluvien toimialojen päästöt eivät ylitä ennalta määrättyjä kokonaispäästömäärän rajoja. Tällä hetkellä on menossa kolmas päästökauppa-kausi, joka koskee vuosia 2013–2020. (Energiavirasto 2019 c.)

Päästökaupan piiriin kuuluva laitos tarvitsee päästöluvan, joka oikeuttaa sen päästää kasvihuonekaasuja ilmakehään. Toiminnanharjoittajat raportoivat hiilidioksidipäästöistään Energiavirastolle toimittamalla vuosittain päästöselvitykset, joista selviää edellisen vuonna päästetyt hiilidioksidimäärät. Päästöselvitykset todennetaan ennen toimittamista päästökauppaviranomaiselle. (Energiavirasto 2019 c.)

Päästöoikeuden hinta on noussut viime aikoina. Vielä vuonna 2017 hinta oli alle 5 €/t CO<sub>2</sub>, kun vuonna 2018 se oli yli 15 €/t CO<sub>2</sub> eli hinta kolminkertaistui. Nouseen vaikutti eniten päästöoikeuksien hinnan leikkaaminen, mikä nosti myös sähkön tukkuhintaa. Tuotantotuen suuruus riippuu päästöoikeuden hinnasta ja näin ollen, kun päästöoikeuden hinta on korkealla, tukea maksetaan vähemmän. (Maa-seudun Tulevaisuus 2018 a.)

Vuodesta 2012 vuoden 2018 maaliskuuhun päästöoikeuden hinta on ollut alle 10 € hiilidioksiditonnia kohden. Keväällä 2018 hinta lähti kuitenkin nousemaan ja syyskuussa 2018 hinta kävi yli 25 eurossa. Kuva 7 esittää Metsäteollisuus Ry:n tekemän kaavion päästöoikeuden hintakehityksestä vuodesta 2012 vuoden 2018 loppuun. (Kauppalehti 2018.)



**Kuva 7.** Päästöoikeuden hintakehitys.

Päästöoikeuden hinnan nousu on johtunut EU:n poliittisista päätöksistä, joilla varastoon jääneitä käyttämättömiä päästöoikeuksia on mitätöity. Päästöoikeuksien on arvioitu nostavan Suomessa sähkön hintaa kertoimelle 0,667 eli päästöoikeuden hinnan noustessa euron tonnilta sähkön hinta nousee 0,667 euroa megawattitunnilta. Päästöoikeuksien lisäksi sähkön hintaa on korottanut hiilen hinnan nousu. Hiilen ja päästöoikeuden hintojen nousu on nostanut hiililauhdutussähkön laskennallista polttoainekustannusta. (Maaseudun Tulevaisuus 2018 b.)

#### 5.4.2 Päästöoikeuden hinnan tulevaisuus

Energiaviraston markkina-asiantuntija Anna-Maija Sinnemaan mukaan päästöoikeuksien hinnat eivät nouse enää lyhyellä aikavälillä. Pitemmällä aikavälillä päästöoikeuksien hintaan vaikuttaa muun muassa päästöttömän ja vähäpäästöisen sähkön saatavuus. Jos päästöttömän sähkön osuus nousee, se vähentää päästöoikeuksien kysyntää ja laskee myös hintaa. (STT 2019.)

EU-lainsäädäntö muuttui päästökaupan osalta tammikuussa 2019, kun markkinavakausero otettiin käyttöön. Se on mekanismi, joka vakauttaa päästökaupan hintoja ja se vähentää päästöoikeuksien määrää markkinoilla. Sähkön hinta nou-

see, sillä rajayhteydet esimerkiksi Puolaan, Saksaan ja Hollantiin näkyvät suoraan sähkön hinnassa myös Suomessa. Vaikka Pohjoismaissa ei nojata fossiilisiin polttoaineisiin sähköntuotannossa paljon, muissa Euroopan maissa on käyttö vielä runsasta. Vuonna 2021 alkavalle kaudelle on nykyisen lainsäädännön mukaan tulossa 2,2 prosentin vuosittainen lasku päästöoikeuksien määrässä. Markkinavarannolla leikataan menneiltä vuosilta kertynyttä ylijäämää 24 % vuodessa. Leikkaukset koskevat tammikuussa 2021 alkavaa viisivuotiskautta. Nykylainsäädännön mukaan sen jälkeen ylijäämää leikataan 12 % vuodessa. (Gasum 2018.)

Lisäksi EU:n päästökauppa ollaan uudistamassa vuosiksi 2021–2030. Päästökauppadirektiivin uudistamisen vaikutukset Suomen energiasektoriin ja teollisuuden selvityksessä todetaan, että suurin vaikutus suomalaiselle teollisuudelle on se, että päästöoikeuden hinta välittyy sähkön markkinahintaan. Fossiilisten polttoaineiden ja turpeen käytön kustannukset kasvavat ja näin ollen uusiutuvien energialähteiden käytön kannattavuus paranee. (Valtioneuvosto 2017.)

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA JATKOKEHITYSIDEAT

Rankarajaus on vaatinut paljon eri tahoilta toimenpiteitä kuten dokumentointia, kokouksia, uuden järjestelmän ja kommunikointia viranomaisten kanssa. Opin- näytetyön tarkoitus muuttui useasti prosessin aikana, sillä aikataulu tuli vastaan. Työssä on paljon eri näkökulmia, mutta rajallisen ajan takia, aiheisiin ei ole voitu paneutua kovin syvällisesti. Pelkästään päästöoikeuksista tai talousnäkökulmasta olisi voinut saada opinnäytetyön aikaiseksi. Aluksi oli tarkoitus käsitellä polttoai- nejärjestelmän kehittämistä, mutta tämä ei ollut mahdollista, koska järjestelmä on uusi ja siitä tulisi saada kokemusta pidemmältä ajanjaksolta. Polttoainejärjestel- män kehittämisestä voisi saada tulevaisuudessa hyvän aiheen.

Tällä hetkellä polttoaineiden energiamäärät lähetetään toimittajille manuaalisesti. Tämä aiheuttaa lisätyötä. Tulevaisuudessa olisi tarkoitus saada Valmet Industrial Internet -järjestelmä toimimaan niin, että sen kautta lasku lähtisi automaattisesti ostetuista ja toimitetuista polttoaineista Vaskiluodon Voimalle.

Tuontipuun alkuperän osoittaminen on tulevaisuuden ongelma. Tuontipuu on ul- komailta tulevaa puuta. Energiavirasto haluaa kuvauksen dokumentaatiosta ja tie- tosisällöistä, joilla ulkomailta tuotavan hakkeen alkuperä ja tukikelpoisuus voi- daan osoittaa. Täytyisi osata kuvata keskeiset dokumentit ja järjestelmät ja niiden sisältämät tietosisällöt, joilla ulkomaisen puun alkuperä (mistä puu on korjattu ja onko kyseessä järeän puun hakkuukohde) ja jalostuskelpoisuus (puulaji- ja puu- tavaralajitiedot) määritellään.

Täytyy pystyä osoittamaan, kuinka alkuperätiedot voidaan jäljittää voimalaitok- selle toimitettuihin eriin. Lisäksi jos ulkomaista puuta hankitaan eri alueilta, täy- tyy kuvata alkuperämenettelyt ja tietosisällöt aluekohtaisesti. Ulkomaalaisen hak- keen alkuperätietojen luotettavuus täytyy osata varmistaa.

Se, kuinka ulkomaisen puun alkuperätietojen tallentumista tai toimitusta valvo- taan, täytyy voida osoittaa esimerkiksi nimetyn vastuuhenkilön, pistotarkastusten, alkuperätietojen tai muun raportoinnin avulla. Kuinka varmistetaan, että tiedot

ovat todentajan ja Energiaviraston tarkastettavissa? Kuinka toimitaan, jos alkuperäinen dokumentaatio ei ole suomeksi tai ruotsiksi?

Rankarajaus tapauksessa on paljon byrokratiaa ja se on vaatinut paljon työtä monelta eri taholta siitä lähtien, kun laki päätettiin. Sitä voidaan pohtia, että olisiko ollut helpompaa vain ilmoittaa kaikki karsittu ja karsimaton ranka 60 prosentin osuudella, jolloin oltaisiin päästy helpommalla. Päästöoikeuden hinnan ollessa 23,70 €/tCO<sub>2</sub> ei tukea makseta ollenkaan. Viime ja tänä vuonna hinta on ollut niin korkea, että tuen määrä on ollut alhainen. Eli jos päästöoikeuden hinta pysyy samalla tasolla tai kasvaa, järjestelmä on periaatteessa turha. Toisaalta kaikkien polttoaineluokkien jäljitettävyyden on tulevaisuudessa tärkeää, joten on hyvä jo tässä vaiheessa olla kokemusta tällaisesta järjestelmästä ja alkuperän osoittamisesta.

Biomassan kestävyyskriteeri on tulevaisuudessa myös haaste. Heinäkuusta 2021 lähtien biomassan kestävyyskriteerit koskevat liikenteen biopolttoaineiden ja muiden bionesteiden lisäksi sähkön ja lämmön tuotannossa käytettäviä kiinteitä energiabiomassoja. Kestävyyskriteerillä halutaan varmistaa, että bioenergian lisääntyvä käyttö EU:ssa tuottaa merkittäviä kasvihuonepäästöjen vähennyksiä fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna. Metsäbiomassojen tuotannossa tulee olla voimassa lainsäädäntö ja järjestelmät, jotka liittyvät hakkuiden laillisuuteen, metsien uudistamisvelvoitteisiin, suojeluun, hakkuiden maaperä- ja biodiversiteettivaikutusten minimointiin sekä metsien tuottokyvyn säilyttämiseen pitkällä aikavälillä. Tämä tuo lisää byrokraattisia hankaluuksia voimalaitokselle sekä sen puubiomasatoimittajille. (Maa- ja metsätalousministeriö, 2019.)

## LÄHTEET

Elfving, J. 2019. Fuel Chain Management -kuva. Email [ju-lius.elfving@valmetpartners.com](mailto:ju-lius.elfving@valmetpartners.com) 7.4.2019.

Energiavirasto. 2018. Seurantaohje. Viitattu 17.2.2019.  
<https://www.energiavirasto.fi/documents/10191/0/Seurantaohje+171101.pdf/95a5254a-3738-4d05-b554-14498eca31b8>

Energiavirasto. 2015. Maksatusohje. Viitattu 16.2.2019.  
<https://www.energiavirasto.fi/documents/10179/0/Maksatusohje+20150918.pdf/33f1aeaf-5869-4f48-8087-7c32169fe9df>

Energiavirasto. 2019 a. Syöttötariffin tukiperusteet. Viitattu 8.3.2019.  
<https://tuotantotuki.emvi.fi/marketprice>

Energiavirasto. 2019 b. Todentajat ja varmentaminen. Viitattu 17.2.2019.  
<https://www.energiavirasto.fi/todentajat-ja-varmentaminen>

Energiavirasto. 2019 c. Yleistä Päästökaupasta. Viitattu 7.3.2019.  
<https://www.energiavirasto.fi/yleista-paastokaupasta>

EPV Energia Oy. 2018. EPV Energia osti Seinäjoen voimalaitoksen Vaskiluodon Voimalta. Viitattu 5.3.2019. <https://www.epv.fi/ajankohtaista/epv-energia-osti-seinajoen-voimalaitoksen-vaskiluodon-voimalta>

Gasum. 2018. Päästökauppa kiristyy – sähkön hinta nousee. Viitattu 8.3.2019.  
<https://www.gasum.com/ajassa/tulevaisuuden-energia/2018/paastokauppa-kiristyy/>

Honkasalo, N. 2010. Hallituksen esitys 152/2010 sähköntuotannon tuista. Viitattu 13.2.2019. <https://www.slideshare.net/energiateollisuus/shkntuotannon-tuet-kalvopaketti-20101018>

Kauppalehti. 2018. Puun energiakäyttö voi lisääntyä – päästökauppa-asiantuntija: ”Hiilivuotoriski on olemassa”. Viitattu 8.3.2019.  
<https://www.kauppalehti.fi/uutiset/puun-energiakaytto-voi-lisaantya-paastokauppa-asiantuntija-hiilivuotoriski-on-olemassa/86c7f1f2-5d6f-3ffc-a8d8-11b40a1d75fa>

L 30.10.2010/1396. Laki uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta. Viitattu 13.2.2019. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20101396>. Valtion säädöstietopankki Finlex, ajantasainen lainsäädäntö.

Lavaste, K. 2013 a. Syöttötariffijärjestelmä prosessina. Viitattu 15.2.2019.  
[https://www.energiavirasto.fi/documents/10179/0/Lavaste\\_Kari.pdf/1496351b-de44-4a1f-8385-0144cded6ba5](https://www.energiavirasto.fi/documents/10179/0/Lavaste_Kari.pdf/1496351b-de44-4a1f-8385-0144cded6ba5)

- Lavaste, K. 2013 b. EMV Tiedottaa. *Tuotantotukilakia tarkistetaan*. Viitattu 15.2.2019.  
[https://www.energiavirasto.fi/documents/10179/0/EMV\\_Tiedottaa\\_3\\_2012.pdf/53eddf6d-6918-4627-b514-6ba69d4722b9](https://www.energiavirasto.fi/documents/10179/0/EMV_Tiedottaa_3_2012.pdf/53eddf6d-6918-4627-b514-6ba69d4722b9)
- Liukko, A. 2012. Tuotantotukilain muutokset. Viitattu 15.2.2019.  
[https://www.energiavirasto.fi/documents/10179/0/Liukko\\_Anja.pdf/8b1f9ed7-2d33-499e-a99e-c341b0e84570](https://www.energiavirasto.fi/documents/10179/0/Liukko_Anja.pdf/8b1f9ed7-2d33-499e-a99e-c341b0e84570)
- Maa- ja metsätalousministeriö. 2019. Biomassan kestävyyskriteerit. Viitattu 28.3.2019. <https://mmm.fi/metsat/puun-kaytto/biomassojen-kestavyys>
- Maaseudun tulevaisuus. 2018 a. Päästöoikeuksien hinta noussut rajusti – tuo valtiolle tuloja mutta nostaa sähkön hintaa. Viitattu 7.3.2019.  
<https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/talous/artikkeli-1.263393>
- Maaseudun tulevaisuus. 2018 b. Päästöoikeuden hinta ennätyskorkealla. Viitattu 8.3.2019. <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/talous/artikkeli-1.284789>
- Pohjolan Voima Oy. 2019. Omakustannushintainen mankalatoimintamalli. *lisää kilpailua sähköntuotannossa*. Viitattu 27.1.2019.  
<https://www.pohjolanvoima.fi/filebank/24403-Mankalatoimintamalli.pdf>
- Rantasalo, M. 2014. Vaasan Ammattikorkeakoulun oppimateriaali. *Kiinteän polttoaineen polttotekniikoita*.
- Syrjälä, M. 2019. EPM Metsä Oy. Haastattelu 28.3.2019.
- STT. 2019. Päästöoikeuksien hinnat ovat moninkertaistuneet nopeassa tahdissa. Viitattu 7.3.2019.  
<https://www.ksml.fi/talous/P%C3%A4%C3%A4st%C3%B6oikeuksien-hinnat-ovat-moninkertaistuneet-nopeassa-tahdissa/1336413>
- STT Viestintäpalvelut Oy. 2012. Kiinteä tuki loppui - uusiutuvalla energialla tuotettu sähkö saa tukea syöttötariffijärjestelmässä. Viitattu 15.2.2019.  
<https://www.sttinfo.fi/tiedote/kiinteä-tuki-loppui---uusiutuvalla-energialla-tuotettu-sähkö-saa-tukea-syöttötariffijärjestelmässä?publisherId=2054&releaseId=56468>
- Tilastokeskus. 2019. Polttoaineluokitus 2019. Viitattu 18.3.2019.  
[http://www.tilastokeskus.fi/static/media/uploads/tup/khkinv/khkaasut\\_polttoaineluokitus\\_maaritelmat\\_2019.pdf](http://www.tilastokeskus.fi/static/media/uploads/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus_maaritelmat_2019.pdf)
- UPM Metsä. 2019. Mikä on pystykauppa? Viitattu 25.3.2019.  
<https://www.upmmetsa.fi/tietoa-ja-tapahtumia/artikkelit/mika-on-pystykauppa/>
- UPM Metsä. 2019. UPM Hankintakauppa. Viitattu 25.3.2019.  
<https://www.upmmetsa.fi/puukauppa-kanssamme/hankintakauppa/>

Valtioneuvosto. 2017. Selvitys päästökauppadirektiivin uudistamisen vaikutuksista Suomelle. Viitattu 7.3.2019 [https://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset\\_publisher/10616/selvitys-paastokauppadirektiivin-uudistamisen-vaikutuksista-suomelle](https://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/10616/selvitys-paastokauppadirektiivin-uudistamisen-vaikutuksista-suomelle)

Vaskiluodon Voima Oy. 2017 a. Vaskiluodon Voima Yleisesite. *Biovoimaloiden uranuurtaja, sähkön ja lämmön yhteistuottaja*. Viitattu 27.1.2019. [https://www.vv.fi/wp-content/uploads/sites/8/2017/02/Vaskiluodon\\_Voima\\_yleisesite\\_FINAL.pdf](https://www.vv.fi/wp-content/uploads/sites/8/2017/02/Vaskiluodon_Voima_yleisesite_FINAL.pdf)

Vaskiluodon Voima Oy. 2017 b. Vaskiluodon Voima Oy tilinpäätös 1.1.-31.12.2017. Viitattu 28.1.2019. <https://www.vv.fi/wp-content/uploads/sites/8/2018/04/VV-tilinpaatos-2017.pdf>

Vaskiluodon Voima Oy. 2013. Kivihiilestä biopolttoaineisiin. Viitattu 30.1.2019. [https://www.vv.fi/wp-content/uploads/sites/8/2017/03/Vaskiluodon\\_Voima\\_2013\\_v4-painoon.pdf](https://www.vv.fi/wp-content/uploads/sites/8/2017/03/Vaskiluodon_Voima_2013_v4-painoon.pdf)

Vaskiluodon Voima Oy. 2019 a. Voimalaitos. *Vaasan voimalaitos – biomassan hyödyntämisen edelläkävijä*. Viitattu 20.1.2019. <https://www.vv.fi/voimalaitokset/>

Vaskiluodon Voima Oy. 2019 b. Tuotanto ja ympäristö. Viitattu 30.1.2019. <https://www.vv.fi/tuotanto-ja-ymparisto/>