



Anisinen Konstantin

Irtautuminen Venäjän tuontienergiasta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

Insinöörityö

10.6.2022

Tiivistelmä

Tekijä: Konstantin Anisinen
Otsikko: Irtautuminen Venäjän tuontienergiasta
Sivumäärä: 36 sivua
Aika: 10.6.2022

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Energia- ja ympäristötekniikka
Ammatillinen pääaine: Energiatekniikka
Ohjaaja: Lehtori Juha Juselius

Insinööriyön tarkoituksena oli tutkia Suomen ilmasto- ja energiastrategiaa sekä riippuvuutta Venäjän tuontienergiasta. Energian hintojen kasvu ja pakotteet Venäjää vastaan nostavat esille haasteita energian toimitusvarmuudessa Suomen näkökulmasta. Insinööriyössä tutkittiin myös Suomen ilmastopolitiikkaa, koska Suomen tavoite on olla ensimmäinen fossiilivapaa hyvinvointiyhteiskunta.

Tuontienergia voidaan korvata käyttämällä vaihtoehtoisia tuontireittejä energian raaka-aineiden osalta käyttämällä globaaleja markkinoita. Suomi on riippuvainen energiasta, ei Venäjästä.

Vuoden 2022 aikana Suomeen on valmistumassa lähes 2 000 MW:n edestä uutta tuulivoimaa. Tuulivoiman kaavoitusta sekä lupakäsittelyä tulisi sujuvoittaa entisestään ja erityisesti lisätä näiden joustavuutta, jotta se mahdollistaisi uusimman teknologian käyttämisen. Kantaverkossa hajautettu tuotanto olisi sähkön siirron kannalta erinomainen asia. Tuulivoiman raju kasvu edesauttaa Suomen ilmastotavoitteita sekä irtautumista venäläisestä fossiilienergiasta.

Avainsanat: Venäjä, energia, päästöt

Abstract

Author: Konstantin Anisinen
Title: Achieving Independence from Russian import energy
Number of Pages: 36 pages
Date: 10 June 2022

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Energy and Environmental Engineering
Professional Major: Energy Engineering
Supervisors: Juha Juselius, Senior Lecturer

The aim of this thesis was to research Finland's energy and climate strategy and its dependency on Russian import energy. Rising energy prices and sanctions against Russia raise challenges to the security of energy supply from Finland's perspective. Finland's climate policies were also studied in this thesis, as Finland's goal is to become the first fossil free nation in the world.

Russia's import energy can be replaced with alternative import routes by using the global markets. Finland is dependent on energy, not Russia.

During 2022, almost 2000 MW worth of wind power will be completed in Finland. The zoning of wind power and the processing of permits should be further streamlined and, their flexibility should be increased to allow the use of the latest technology.

Decentralizing energy production in the main grid would be a good step for electricity transmissions. The sharp increase in wind power will contribute to Finland's climate goals and its exit from Russian fossil energy.

Keywords: Russia, energy, climate

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Energian kokonaiskulutus Suomessa vuonna 2021	2
2.1	Uusiutuvan energian osuus	2
2.2	Tuulivoimatuotannon kasvu	4
2.3	Energian hinnannousu	5
3	Vihreä siirtymä	7
3.1	EU:n ilmasto ja energiapolitiikan tavoitteet 2030 ja 2050	8
3.2	EU:n FitFor55	8
3.3	Päästökauppa	9
4	Suomen ilmasto- ja energiastrategian poliittiset linjaukset	10
4.1	Ilmastolaki	10
4.2	Hallituksen toteuttamat toimet energian hinnan hillitsemiseksi	11
4.3	Hiilineutraali Suomi 2035 (HIISI) -jatkoselvitys	12
4.3.1	Energian hankinta	12
4.3.2	Energian kulutus	14
4.4	Ilmastopaneelin lausunto tuoreimmasta Hiilineutraali Suomi 2035 -luonnoksesta	16
4.4.1	Sähkön ja lämmön tuotanto	16
4.4.2	Energiatehokkuus	16
4.4.3	Ilmastomuutoksen hillitseminen	17
4.4.4	Taakanjakosektori	17
4.4.5	Nielun kehitys	18
5	Suomen huoltovarmuus	19
5.1	Energian huoltovarmuus	19
5.2	Energian saatavuus ja tuotanto	20
5.3	Tehoreservi	21
5.4	Suomen kaasujärjestelmä	21
5.5	Ydinenergian tuotannon nykytila	22
6	Venäjän tuontienergia	23
6.1	Suomen ja Baltian kaasumarkkinat	24

6.2	EU:n toimet Venäjää vastaan	26
6.2.1	REPowerEU-toimintasuunnitelma	26
6.3	Kotimaisen puun kysynnän kasvu	27
6.4	Yritysten pyrkimys irtautua Venäjän energiasta	28
6.4.1	Neste	29
6.4.2	Fortum	29
6.4.3	Helen	29
6.4.4	Fennovoima	30
7	Johtopäätökset	31
	Lähteet	33

Lyhenteet ja käsitteet

- HIISI: Hiilineutraali Suomi 2035 ilmasto- ja energiapolitiikan toimet ja vaikutukset (HIISI). Laskennalliset ja laadulliset vaikutusarviot Suomen hiilineutraalisuustavoitteen saavuttamiseksi vuoteen 2035 mennessä.
- KHK: Kasvihuonekaasupäästöt.
- LNG: Nesteytetty maakaasu.
- WEM: With Existing Measures. Nykyisillä toimenpiteillä.
- WAM-H: Sanna Marinin hallituksen päätösten mukainen politiikkaskenaario.

1 Johdanto

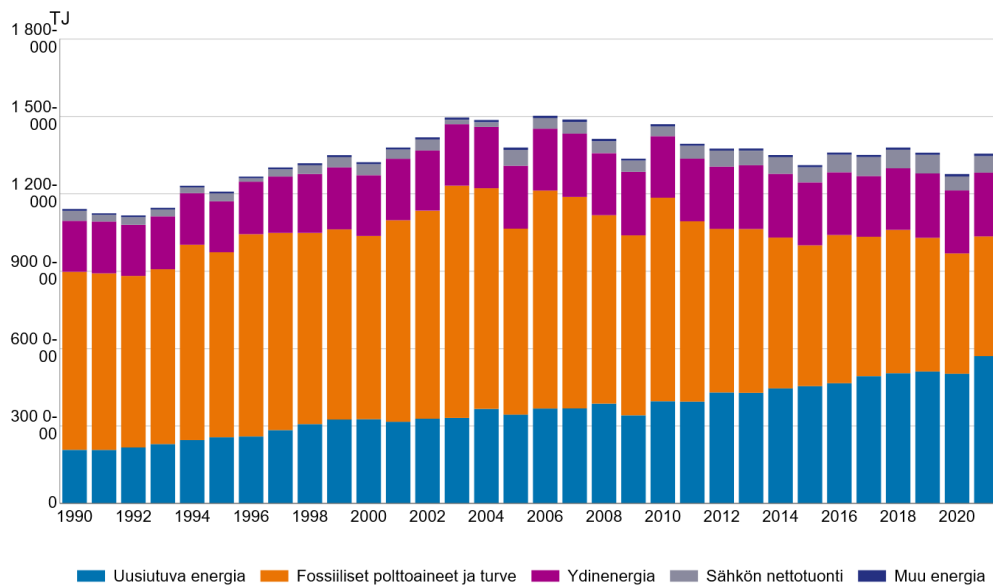
Insinööriyössä tutkittiin Suomen riippuvuutta Venäjän tuontienergiasta. Kiristynyt poliittinen tilanne Venäjän ja Ukrainan välillä sekä energian hintojen kasvu ja pakotteet Venäjää vastaan nostavat esille Suomen näkökulmasta haasteita energian toimitusvarmuudessa. Insinööriyö tehtiin kirjallisuuskatsauksena.

Suomi on sitoutunut EU:n ilmastopolitiikkaan ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Hallituksen tavoitteena on pitkän aikavälin ilmastotoimien rakentaminen siten, että Suomi on hiilineutraali vuonna 2035. Jos Suomen energiatuontiin tulee poliittisista syistä muutoksia, nousee energiajärjestelmän huoltovarmuuden tärkeys ilmastonäkökulman rinnalle.

Työssä tutkittiin Suomen ilmasto- ja energiastrategiaa sekä sen poliittisia linjauksia. Insinööriyö tehtiin käyttämällä laadullista tutkimusmenetelmää. Työn tavoitteena oli selvittää keinot ja kehittää mahdollisia toimenpiteitä Venäjän tuontienergiasta irtautumiseen. Tulevaisuuden energia- ja infrastruktuurihankkeiden merkitys kasvaa omavaraisuusasteen nostamisen tärkeydessä.

2 Energian kokonaiskulutus Suomessa vuonna 2021

Vuonna 2021 energian kokonaiskulutus kasvoi Suomessa 6 % edellisvuoteen verrattuna ollen 1 356 PJ (377 TWh). Samalla kun energian kulutus kasvoi, myös sähkön kulutus kasvoi 6 prosenttia. Kotimainen sähköntuotanto kasvoi neljä prosenttia ja sähkön nettotuonnin (kuva 1) osuus jopa 18 prosenttia. Talouden elpyminen sekä kylmä sää ovat vaikuttaneet kulutukseen, joka on nyt suurin piirtein samalla tasolla kuin COVID-19:ää edeltäneinä vuosina. [1.]



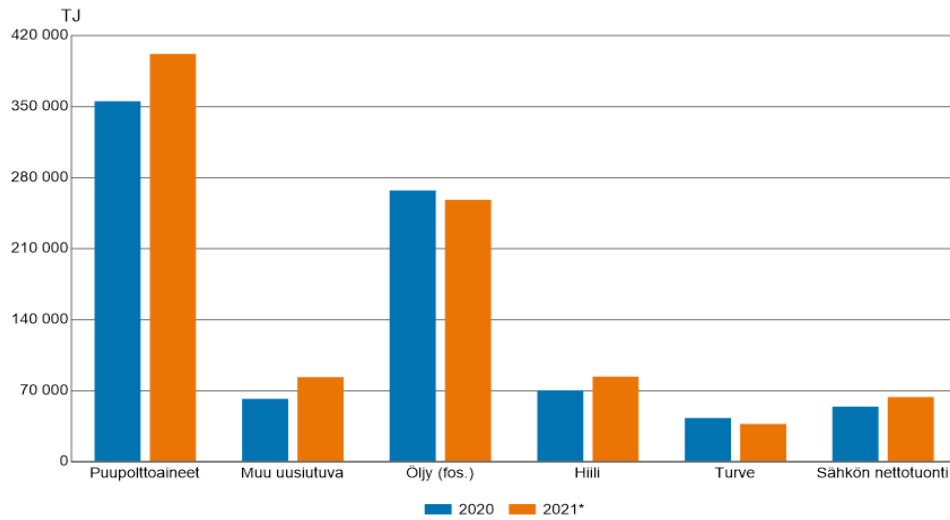
Kuva 1. Energian kokonaiskulutus Suomessa [1].

Vuonna 2021 energialähteistä eniten kasvua oli puupolttoaineiden kulutuksessa. Puupolttoaineiden osuus oli energian kokonaiskulutuksen kasvusta yli puolet. Samalla myös uusiutuvan energian, nettotuonnin ja hiilen kulutus kasvoi huomattavasti edellisvuoteen verrattuna. Fossiilisen öljyn ja turpeen kulutus puolestaan laski merkittävästi. [1.]

2.1 Uusiutuvan energian osuus

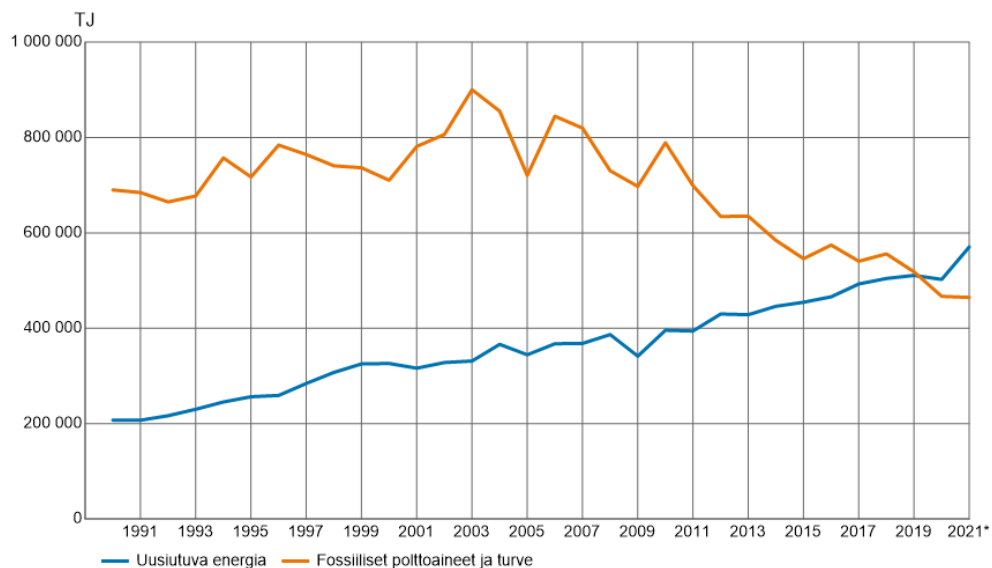
Siirtyminen uusiutuviin energialähteisiin, pois fossiilisten polttoaineiden ja turpeen käytöstä jatkoi kasvuaan, mikä ilmenee kuvasta 2. Uusiutuvan energian

käyttö oli kasvanut 13 % edellisvuoteen verrattuna, samalla kun fossiilisten polttoaineiden ja turpeen osuus pieneni prosenttiyksikön verran. [1.]



Kuva 2. Energian hankinta ja kulutus vuodesta 2020 vuoteen 2021 [1].

Valtaosa kasvusta selittyy puupolttoaineiden käytön lisääntymisellä. Energiankokonaiskulutuksessa uusiutuvan energian osuus (kuva 3) oli 42 %, kasvaen kolmella prosentilla vuodesta 2020. [1.]



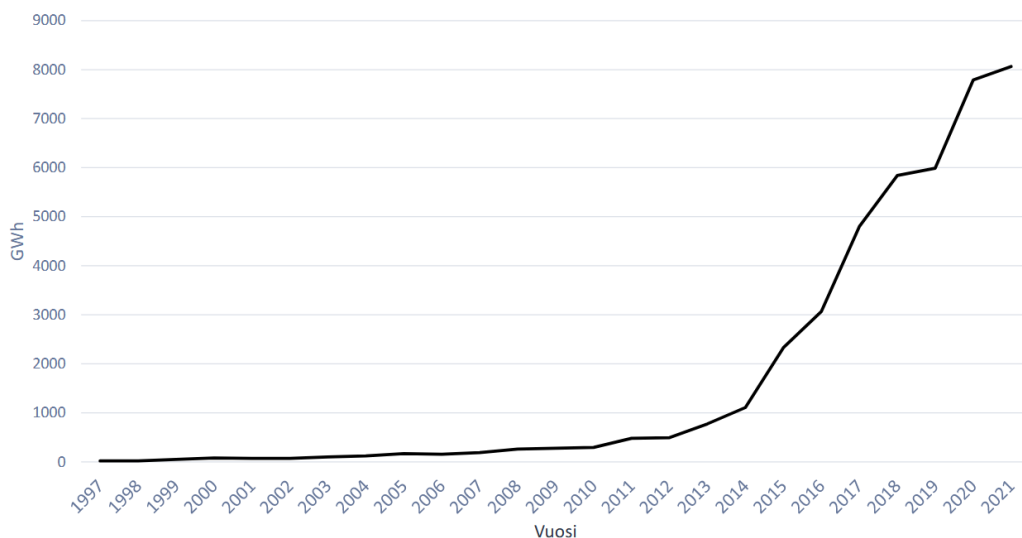
Kuva 3. Uusiutuvan energian kehitys verrattuna fossiilisiin polttoaineisiin [1].

Uusiutuvan energian käyttö on ollut suurempaa kuin fossiilisten polttoaineiden sekä turpeen käyttö yhteensä. Tämä trendi on jatkunut jo toista vuotta peräkkäin. [1.]

2.2 Tuulivoimatuotannon kasvu

Suomen koko vuoden tuulivoimalatuotanto oli viime vuonna 8,1 TWh, mikä vastasi 11,7 % maan kaikesta sähköntuotannosta. Nykyinen tuotanto kattaa Suomen sähkönkulutuksesta 9,3 % ja sen odotetaan kasvavan reilusti tulevina vuosina. Viime vuonna rakennettiin 141 kappaletta uutta voimalaa, joiden teho oli 671 MW. Tuulivoiman kumulatiivinen kokonaiskapasiteetti on nyt 3 257 MW, josta kasvua edellisvuoteen on 26 %. [2.]

Tuulivoiman kasvu on ollut merkittävä viimeisen vuosikymmenen aikana ja sen osuus on kasvanut vajaasta prosentista noin kymmeneen prosenttiin sähköntuotannossa (kuva 4). Voimaloiden kokoluokka on kasvanut vuosittain, jolloin tuotantokin on kasvanut, mikä tekee niistä kustannustehokkaampia. [2.]

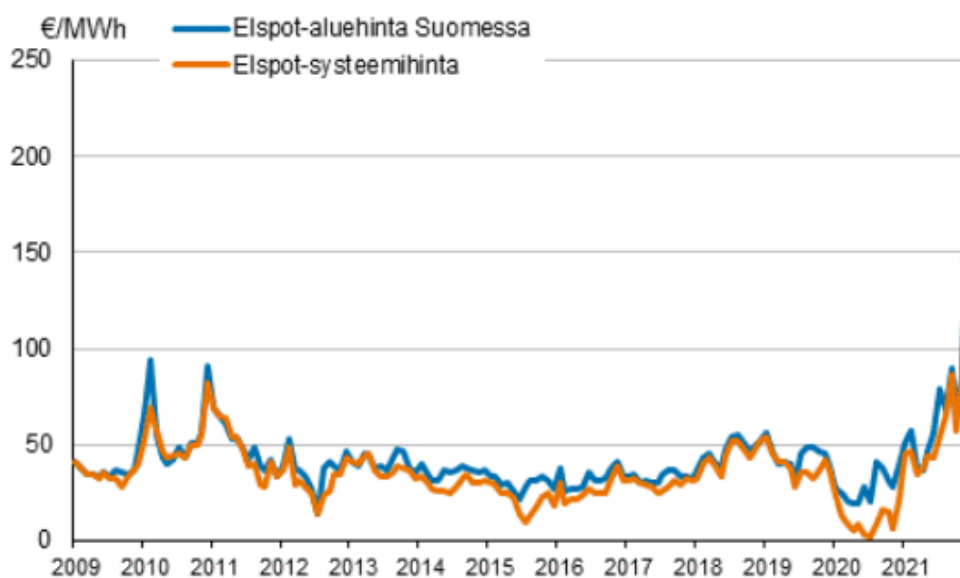


Kuva 4. Tuulivoimatuotannon vuosittainen kasvu (GWh) [2].

Tänä vuonna Suomeen pitäisi valmistua reilut 340 uutta tuulivoimalaa, joiden kapasiteetti olisi noin 2 000 MW. Tuulivoimahankkeissa voi mennä ajallisesti jopa 9 vuotta suunnittelun aloituksesta voimalan valmistukseen. Kaavoitus, ympäristövaikutusten arviointi ja lupakäsittely voi viedä aikaa 3–4 vuotta ennen kuin rakentamisen voi edes aloittaa. Jos hankkeista valitetaan, tuomioistuimen käsittelyssä voi mennä vuosia. Tuulivoimahanke voi myös kaatua kokonaan edellä mainittujen eri prosessivaiheiden aikana. [3.]

2.3 Energian hinnannousu

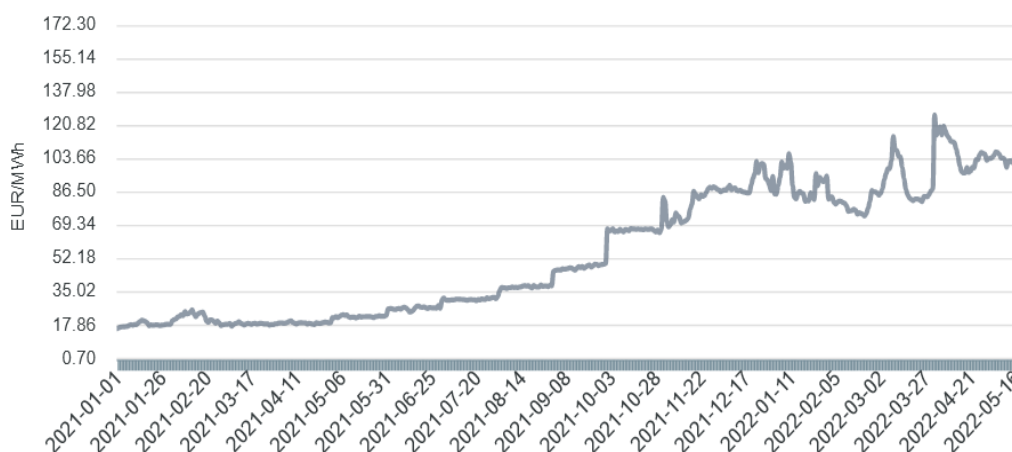
Vuoden 2021 viimeisellä vuosineljänneksellä alkoi energian hinta nousta merkittävästi, rikkoen pohjoismaisen pörssisähkön systeemihinnan sekä Suomen aluehintojen ennätykset reilusti. Koskaan aikaisemmin ei systeemihinta eikä Suomen aluehinta olleet ylittäneet 100 euroa megawattitunnilta (€/MWh) rajaa, mutta jo joulukuussa systeemihinta nousi 147 euroon megawattitunnilta ja Suomen aluehinta oli jo 193 €/MWh. Vertailun vuoksi vuoden 2020 alhaisimmat hinnat olivat systeemihinnan osalta 2 €/MWh ja Suomen aluehinta taas 20 €/MWh. [4.]



Kuva 5. Pohjoismaisen pörssisähkön hinnankehitys [4].

Pörssisähkön hinnannousuun vaikutti monta osatekijää. Raakaöljyn maailmanmarkkinahinta on pysytellyt korkealla tasolla ja jatkanut kasvuaan vuoden 2021 viimeisen neljänneksen jälkeen. Fossiilista kivihiiltä ja maakaasua tuodaan Suomeen energiatuotannon ja prosessiteollisuuden käyttäväksi. Kivihiilen hinta on ollut roimassa kasvussa viime kesästä asti. Sen veroton hinta oli kolminkertaistunut joulukuussa, vuoden takaiseen nähden. [4.]

Maakaasussakin on nähtävissä selvä trendi hinnan rajusta kasvusta (kuva 6). Vuoden 2021 aikana maakaasun valmisteverollinen hinta on melkein kolminkertaistunut ja veroton hinta on nelinkertaistunut voimalaitoskäyttäjälle. Myös polttonesteiden kuluttajahinnat olivat jyrkässä nousussa. Moottoribensiini oli kallistunut vuoden takaiseen verrattuna joulukuun aikana 27 % ja diesel 28 %. Lämmityksessä käytettävän kevyen polttoöljyn hinnannousu oli 44 %. [4.]



Kuva 6. Maakaasun Suomen markkina-alueen toteutuneisiin kaasuenergian pörssikaappoihin perustuvan hintaindeksin kehitys 1.1.2021–16.5.2022. [5].

Samaan aikaan kuin polttoaineiden ja päästöoikeuksien hinta (kuva 7) on jatkanut kallistumista, pohjoismaiset vesivarastot ovat olleet vähissä ja tuulivoimaa oli tavallista vähemmän saatavilla. [4].



Kuva 7. Päästöoikeuden vuosittainen hintakehitys. [6].

Myös erittäin kylmä talvi lisäsi sähkönkulutusta sekä talouden elpyminen, joka on COVID-19:n aiheuttaman taantuman jälkeen kasvussa. [4].

3 Vihreä siirtymä

Ilmastonmuutoksen hidastaminen ja luonnon monimuotoisuuden turvaaminen on mahdollista, jos riittäviin toimiin ryhdytään. Ilmaston keskiarvoinen lämpeneminen yli 1,5 asteen kiihdyttää lajien sukupuuttoa, muuttaa alueita elinkelvottomiksi ja rajoittaa veden sekä ruuan saatavuutta. Myös koko ekosysteemin toiminta järkyttyisi, mikä johtaisi konflikteihin, epävakauteen ja pakolaisuuteen. Pysäyttämällä ilmaston lämpenemisen ja luonnon monimuotoisuuden heikkenemisen, toteutamme kestävän kehityksen tavoitteet. [7.]

Hiilen käyttö sähkön ja lämmön tuotannossa on kielletty lailla 1.5.2029 alkaen, millä pyritään määrätietoisempaan ja nopeampaan toimintaan ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi. Kivihiilikielto liittyy kansallisen energia- ja ilmastostrategian toimenpanoon. Suomen tavoitteena on luopua fossiilisten polttoaineiden käytöstä asteittain ja siirtyä energian tuotannossa päästöttömään energiajärjestelmään. Kielto tulee kasvattamaan uusiutuvien energialähteiden käyttöä ja

laskemaan nykyisen energiajärjestelmän hiilidioksidipäästöjen määrää sekä rikkidioksidi-, raskasmetalli- ja muiden päästöjen määrää. [8.]

3.1 EU:n ilmasto ja energiapolitiikan tavoitteet 2030 ja 2050

Euroopan unioni ja täten myös Suomi on sitoutunut Pariisin ilmastosopimukseen. Tavoitteena on pitkän aikavälin ilmastotoimien rakentaminen siten, että koko EU:n hiilineutraalius saavutettaisiin jo ennen vuotta 2050. Suomen tavoite on olla hiilineutraali vuonna 2035 ja hiilinegatiivinen nopeasti tämän jälkeen. [7.]

EU:n uusiutuvan energian direktiivissä oli määrätty tavoite Suomelle uusiutuvan energian 38 prosentin osuus kokonaisloppukulutuksesta vuoteen 2020 mennessä. Suomi ylitti selvästi oman määrätyn tavoitteen uusiutuvan energian lisäämisestä. Tavoite saavutettiin ja uusiutuvan energian osuus kokonaisloppukulutuksesta oli jopa 44,6 prosenttia. [1.]

Koko EU:n yhteinen tavoite oli uusiutuvan energian 20 prosentin osuus loppukulutuksesta vuoteen 2020 mennessä, jonka se saavutti 21,3 prosentin osuudella [9].

3.2 EU:n FitFor55

Euroopan komissio julkaisi 14.7.2021 laajan säädösehdotuspaketin, Fit for 55, jonka tavoitteena on vähentää EU:n kasvihuonepäästöjä vähintään 55 prosenttia vuoteen 2030 mennessä vuoden 1990 tasosta. Kyseessä on lainsäädäntöehdotus, joka voi vielä muuttua ennen sen käsittelyn loppuun viemistä, joka kestää noin kaksi vuotta. Tässä paketissa ehdotetaan muutoksia kaikkiin ilmaston kannalta tärkeisiin EU:n säädöksiin, kuten päästökauppaan, päästökaupan ulkopuolisiin taakanjakosektorin velvoitteisiin, maankäyttöön ja hiilinieluihin, energiatehokkuuteen ja uusiutuvaan energiaan. [10.]

Uutena ehdotuksena oli muun muassa hiilitullit. Energiatehokkuuden tavoitteita nostetaan rajoittamalla merkittävästi energian kulutusta vuoteen 2030

mennessä sekä korottamalla vuosittaista säästötavoitetta lähes kaksinkertaiseksi. Suomessa lainsäädäntöehdotus otetaan huomioon tuoreessa ilmasto- ja energiastrategian valmistelussa. Suomen pitäisi alustavien laskelmien mukaan rajoittaa loppuenergian käyttöä noin 255 TWh:iin vuonna 2030. Vuonna 2019 loppuenergian käyttö oli 298 TWh, mikä tarkoittaisi kahden prosentin energiakulutuksen alentamista vuosittain vuoteen 2030 saakka. Tämä tavoite on riskitiedossa teollisuuden ja koko yhteiskunnan sähköistymisen kanssa, mikä vaatii runsaasti lisää päästötöntä, uusiutuvaa ja toimitusvarmaa energiantuotantoa. [10.]

3.3 Päästökauppa

Päästökaupan tarkoituksena on pitää teollisuus- ja energiatuotantolaitosten sekä Euroopan talousalueen sisäisen lentoliikenteen kasvihuonekaasupäästöt (KHK), koko EU:n päästökauppasektorille asetetun päästökaton rajoissa. Päästöoikeuksia jaetaan toiminnanharjoittajille joko ilmaiseksi tai huutokaupan avulla. Oikeuksia voi ostaa ja myydä vapaasti koko EU:n markkinoilla käyttämällä erilaisia pörsssejä. Yksi hiilidioksiditonni vastaa yhtä päästöoikeutta. Päästökauppajärjestelmään kuuluvilla teollisuus- ja energiatuotantolaitoksilla tulee olla kasvihuonekaasujen päästölupa, jonka myöntää toimivaltainen viranomaisinen. Lupa sitoo laitoksen päästöjen seurantaan ja niistä raportointiin. Laitoksen kuuluu myös velvoite palauttaa vuosittain toimivaltaiselle viranomaiselle päästöoikeusmäärä, joka vastaa laitoksen edellisen kalenterivuoden päästöjä. [11.]

Euroopan komissio on tiukentanut päästökauppadirektiiviä, koskien meneillään olevaa neljättä kautta (2021–2030). Muutosten tavoitteena on saattaa päästökauppajärjestelmä vuoteen 2030 ulottuvien EU:n ilmasto- ja energiapolitiikan mukaisiksi, jonka tavoitteena on pyrkiä vähentämään kasvihuonekaasuja EU:ssa vähintään 40 % vuoteen 2030 mennessä. Samalla tehdään muutoksia päästöoikeuden ilmaisjakoon oikeutetun teollisuuden määritelmää. Neljännellä kaudella täyteen ilmaisjakoon katsotaan olevan oikeutettu, jos kriteerit päästö-

että kaupankäynti-intensiteettiin täytyvät, kun aiemmin pelkkä kaupankäynti- tai kustannusintensiteetti on saattanut riittää. [12, s. 73.]

4 Suomen ilmasto- ja energiastrategian poliittiset linjaukset

Suomi pyrkii fossiilivapaaksi maailman ensimmäisenä hyvinvointiyhteiskuntana. Sähkön- ja lämmöntuotanto tulee olemaan lähes päästötöntä 2030-luvun loppuun mennessä. [7].

4.1 Ilmastolaki

Pääministeri Sanna Marinin hallitus on sitoutunut uudistamaan Suomen ilmasto-
politiikkaa ja päättää tarvittavista lisätoimista ilmastolailla, jonka tavoite on varmistaa, että vuoden 2035 hiilineutraalius toteutuu. Ilmastolaki astui voimaan vuonna 2015 ja se luo pohjan ilmastopolitiikan pitkäjänteiselle ja kustannustehokkaalle suunnittelulle sekä seurannalle. Tavoitteena on vähentää ihmisen aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä, hillitä ilmastonmuutosta ja sopeutua siihen. Lakia arvioidaan ja päivitetään hiilineutraaliuspolkua vastaavilla päästövähennystavoitteilla, jotta edellä mainitut tavoitteet toteutuisivat. Arvioinnissa otetaan huomioon teknologian kehitys, uusien tieteellinen tieto, muiden EU-maiden päästösitoumukset ja mahdollisuudet kansainvälisten joustojen käyttöön. [7.]

Hiilineutraaliustavoite arvioidaan uudelleen vuonna 2025, jolloin keskipitkän aikavälin kansallista ilmasto- ja energiastrategiaa sekä ilmastosuunnitelmaa päivitetään. Päivityksellä pyritään siihen, että vuoden 2030 hiilineutraaliuden edellyttämä päästövähennystaso saavutetaan. Eri ratkaisuja arvioidaan niiden kustannustehokkuuden ja vaikuttavuuden näkökulmasta, sekä ottamalla huomioon alueelliset erot sekä työllisyysvaikutukset. [7.]

Suomi pyrkii fossiilivapaaksi maailman ensimmäisenä hyvinvointiyhteiskuntana. Eteneminen hiilineutraaliin kiertotalouteen toteutetaan kestävä kehityksen vromuutoksilla ja erilaisilla kannustimilla. Energiatukijärjestelmää kehitetään siten, että siirrytään tuotantotuista kohti uuden energiateknologian investointeihin.

Kivihiilen energiankäyttö päättyy tällä vuosikymmenellä, jolloin erilaisia kannustimia käyttäen pyritään tukemaan energiayhtiöitä korvaaviin investointeihin. [7.]

Turpeen pääasiallinen energiakäyttö loppuu ennusteiden mukaan 2030-luvun aikana, ja sen energiakäyttöä pyritään puolittamaan 2030 mennessä. Energia-verotuksen kokonaisuudistuksella arvioidaan turpeen verotuksen tarvittavat muutokset, jotta turpeen käytön tavoitteet toteutuvat vuonna 2030. Vaikka turpeen käyttöä pyritään vähentämään, se säilyy silti huoltovarmuuspolttoaineena, vaikkakin sen päästöoikeudellinen hinta jatkaa nousuaan. [7.]

4.2 Hallituksen toteuttamat toimet energian hinnan hillitsemiseksi

Hallitus on toteuttanut lukuisia määräaikaisia toimia, joilla kompensoidaan energian hintojen nousua. Toimet keskittyvät erityisesti liikenteeseen, kotitalouksiin sekä maatalouden yrittäjiin. Kansalaisten työmatkavähennyksen enimmäismäärää korotetaan 8 400 euroon 7 000 eurosta sekä kilometrikohtaista matkavähennystä korotetaan 0,30 €/km, aikaisemmasta 0,25 €/km. Edellä mainitut korotukset ovat määräaikaisia ja koskevat vuotta 2022. Myös sähkön siirtomaksujen vuotuinen korotuskatto melkein puolitettiin, 15 prosentista 8 prosenttiin. Kuluttajan kannalta tämä rajoittaa hintojen kertakorotuksia. [13.]

Maatalouden tuotantorakennusten kiinteistövero vapautuu väliaikaisena toimenä vuonna 2022. Mikäli toimi on EU-lainsäädännön vastainen, maataloudelle myönnetään energiakriisin aiheuttamiin lisäkustannuksiin tukea toisia reittejä käyttäen. Tällä pyritään turvata elintarvikeketjun toimintaa sekä huoltovarmuutta. Hallitus on tehnyt sähköveron osalta toimia jo vuoden 2021 alusta alkaen. Sähköveroa on alennettu EU:n minimitasolle koskien teollisuuden, konesalien ja maatalouden sähköveroa. Toimea laajennetaan tämän vuoden aikana koskemaan myös tiettyjä lämpöpumppuja ja sähkökattiloita. [13.]

Valmistelussa on valtion lainantakaussmalli yksityisille kotitalouksille sekä asunto-osakeyhtiöille. Tavoitteena on ilmastoystävällisten investointien tukeminen, joilla parannetaan merkittävästi rakennusten energiatehokkuutta,

lämmitysjärjestelmien uusiminen maalämpöä tai tuuli- ja aurinkoenergiaa hyödyntäväksi. Myös kulkuneuvojen latausinfraan rakentaminen kuuluu takausmallin piiriin. [13.]

4.3 Hiilineutraali Suomi 2035 (HIISI) -jatkoselvitys

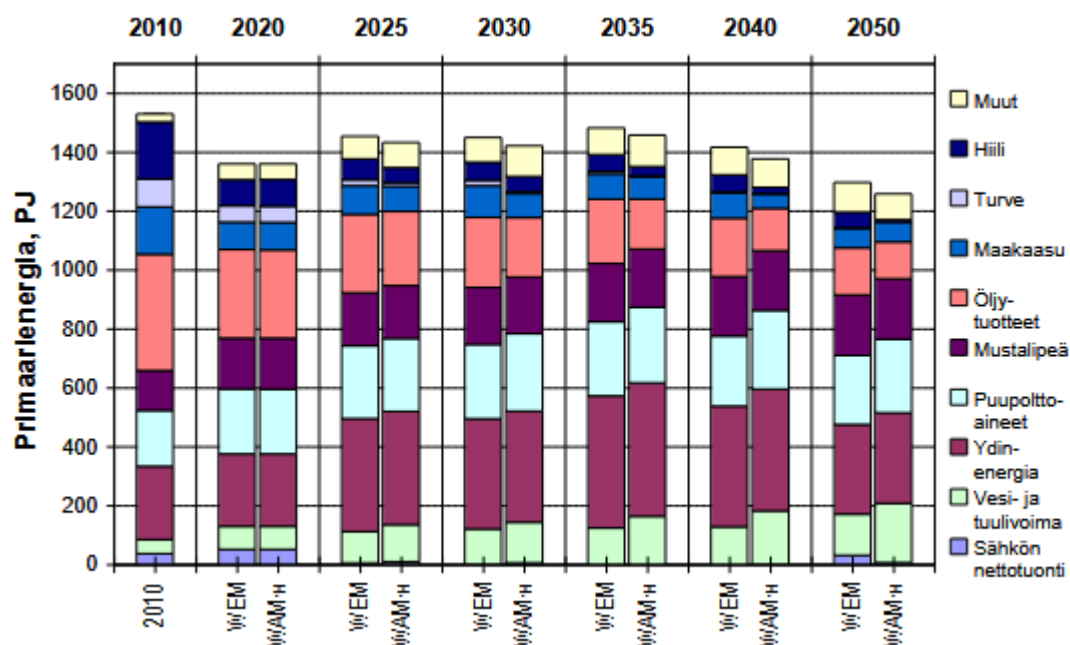
Teknologian tutkimuskeskus VTT julkaisi 18.2.2022 HIISI-jatkoselvityksen, (Hiilineutraali Suomi 2035), missä esitetään hallituksen ilmasto- ja energiapoliittisten päätösten riittävyys saavuttaa Suomen hiilineutraalius vuoteen 2035 mennessä sekä ilmastolakiluonnoksessa esitetyt toimet päästötavoitteiden saavuttamiseksi vuosina 2030, 2040 ja 2050. Jatkoselvitystä tarvittiin, koska hallituksen budjettiriihessä hyväksyttiin joukko uusia ilmastokirjauksia syyskuussa 2021. Selvityksessä arvioitiin myös Suomen nykyisten ilmasto- ja energiapäätöksien riittävyys EU:n FitFor55-säädösehdotuspaketin mahdollisten tavoitteiden saavuttamisessa liittyen päästötavoitteisiin, uusiutuvan energian osuuteen loppuenergiankulutuksesta ja arvioon loppuenergiankulutuksesta. [14, s. 7.]

Raportissa esitetyt laskennalliset vaikutusarviot ovat ilmasto- ja energiastrategian ja keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman skenaarioita, jotka perustuvat HIISI-hankkeeseen. Poliitiikkatoimien vaikutusta verrataan nykyisiin politiikkatoimiin, niin sanottuun WEM (With Existing Measures) -skenaarioon. Tässä raportissa on myös esitetty Sanna Marinin hallituksen päätösten mukainen politiikkaskenaario, joka on nimetty WAM-H (With Additional Measures) -skenaarioksi. [14, s. 9.]

4.3.1 Energian hankinta

Primaarienergian kokonaiskulutuksesta (kuva 5) fossiilisten polttoaineiden ja turpeen osuus oli vuonna 2019 noin 42 % ja niiden osuus laskee WEM-skenaarioon mukaan vuonna 2030 edelleen noin 30 %:iin, vuonna 2040 noin 25 %:iin ja 2050 noin 20 %:iin. Ydinenergian ja uusiutuvan energian osuudet vastaavasti kasvavat oletettujen uusien ydinvoimalalaitoksien myötä, jotka tulevat käyttöön vuosina 2022 ja 2032. [14, s. 16.]

Tätä insinööriyötä tehdessä, Fennovoiman oletettu ydinvoimalaitoshanke Hanhikivi 1 on kariutunut sen irtisanottua sopimuksensa venäläisen laitostoimittaja Rosatomin kanssa. Fennovoima on ilmoittanut tähän syyksi lukuisat viivästykset sekä toimituskyvyttömyydet. [15].

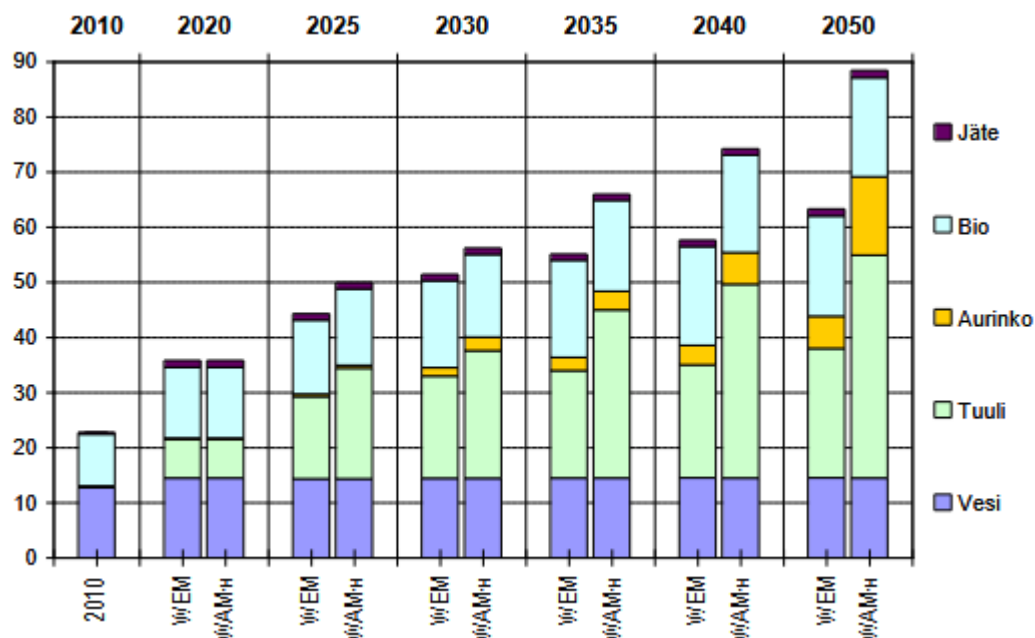


Kuva 8. Primaarienergian kokonaiskulutuksen kehitys energialähteittäin WEM- ja WAM-H-skenaarioita käyttäen vuoteen 2050 [14, s.16.]

WAM-H-skenaariossa fossiilisten polttoaineiden käytön supistuminen voimistuu, jolloin maakaasun käyttö vähenee huomattavasti jo 2030 mennessä. Uusiutuvan energian osuuden kasvu jatkuu kummassakin skenaariossa huomattavana. WEM-skenaariossa se nousee vuoteen 2030 mennessä 43 %:iin ja 2050 mennessä 51 %:iin. WAM-H-skenaariossa 2030 mennessä 47 %:iin ja 2050 mennessä 57 %:iin. Bioenergian ja etenkin puupolttoaineiden käytön kasvu heijastuu kummassakin skenaariossa turpeen ja kivihiilen käytön vähenemiseen. [14, s.17.]

Tuulivoima ja aurinkoenergia nousevat erityisesti WAM-H-skenaariossa merkittävästi asemaan (kuva 6) uusiutuvan energian lähteenä. Vuonna 2019 niiden osuus oli vielä varsin pieni, 4,4 %, mutta osuuden uskotaan nousevan 2030 mennessä 13 %:iin ja vuonna 2050 suunnilleen kuusinkertaiseksi 26 %:iin.

WAM-H-skenaarioiden laskentaoletuksissa on otettu huomioon julkisista lähteistä perustuvaan tietoon suomalaisista tuulivoimalainvestointipäätöksistä vuoteen 2024. [14, s.18.]



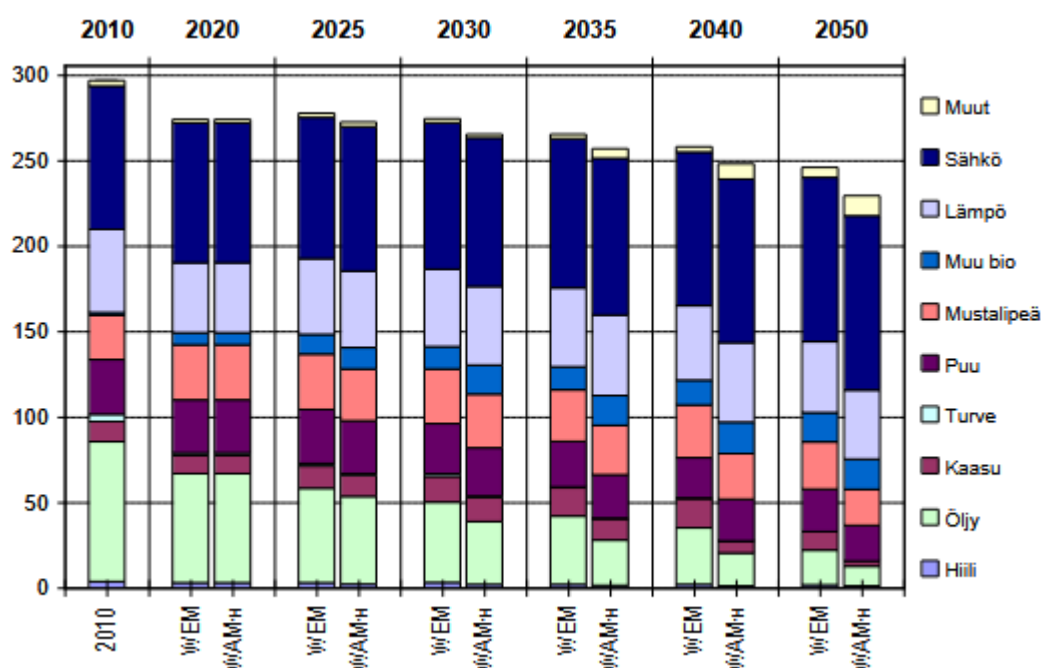
Kuva 9. Energiatuotanto uusiutuvista energialähteistä TWh [14, s.20.]

Sähkötuotannon omavaraisuusaste paranee skenaarioiden mukaan 2020-luvulla voimakkaasti erityisesti ydinvoiman ja tuulivoiman nopean kasvun myötä. Vuoden 2030 tilanteessa sähkötase on molemmissa skenaarioissa suunnitteen tasapainossa, minkä jälkeen Suomi muuttuu sähkön nettoviejämäksi noin 2040-luvulle asti. Sähkötaseen tasapaino voi myös herkästi muuttua sen mukaan, kun tuuli- ja aurinkovoiman lisäinvestointeja suuntautuu joko Suomen rajojen sisäpuolelle tai sen lähialueille. [14, s. 20.]

4.3.2 Energian kulutus

Suomen energian loppukulutus oli vuonna 2010 yhteensä noin 300 TWh, josta sähkön osuus oli 28 %, lämmön 13 % ja suoraa polttoainekäyttöä 59 %. Mallilaskelmien tulosten mukaan WEM-skenaariossa loppukäytön kokonaismäärä

pysyy vuoteen 2030 saakka lähellä vuoden 2015 tasoa (kuva 7), jonka jälkeen kääntyy selvemmin laskusuuntaan. [14, s. 21.]



Kuva 10. Energian loppukulutus energialähteittäin WEM- ja WAM-H-skenaarioissa. [14, s.20.]

Loppuenergian kokonaiskulutuksen vähentyessä sähkön kulutus kuitenkin kasvaa molemmissa skenaarioissa. Loppukulutuksen tehostuminen kohdistuu etenkin polttoaineisiin ja lämpöön, joita samalla kompensoidaan ainakin osittain sähköllä. Sähköistyminen on kummassakin skenaariossa ratkaiseva muutostrendi kaikilla sektoreilla, ja se johtaa lopulta energian loppukäytön tehostumiseen. [14, s. 21.]

Hiilineutraalisuustavoitteen saavuttaminen edellyttää lisätoimia, ja niiden tarve kasvaa kaikilla päästösektoreilla päästötavoitteiden kiristyessä vuosina 2030 ja 2035 jälkeen. WAM-H-skenaarion toimet johtavat merkittävään KHK-päästöjen vähennykseen, energiankäytön tehostumiseen ja uusiutuvan energian lisääntymiseen. Mallinnuksen perusteella WAM-H-skenaarioissa uusiutuvan energian osuus loppukulutuksesta nousee huomattavasti WEM-skenaariota nopeammin. Sen uskotaan saavuttavan 60 prosentin tason jo vuonna 2030. [14, s. 55.]

4.4 Ilmastopaneelin lausunto tuoreimmasta Hiilineutraali Suomi 2035 -luonnoksesta

Suomen ilmastopaneeli on kommentoinut kansallista ilmasto- ja energiastrategian luonnosta ilmastotavoitteiden saavuttamisen näkökulmasta seuraavissa alaluvuissa [16, s. 1].

4.4.1 Sähkön ja lämmön tuotanto

Arviot sähkön tulevasta tuotantomäärästä ovat vaatimattomat, ja arvioiden määrällä tuskin vastataan tuleviin haasteisiin. Suomen pitäisi pyrkiä valmistautumaan merkittävästi suurempaan sähkön tuotannon tarpeeseen ja sen asettamiin haasteisiin ja vaatimuksiin. Suomen ilmastopaneeli arvioi, että laskelmien takana olevat tuotantomäärät voitaisiin saavuttaa jo vuoteen 2025 mennessä, ottamalla huomioon tuulivoimaan liittyvät suuret investoinnit. Strategiaa pitäisi päivittää vastaamaan suurempaa sähkön tuotantomäärää ja eri energialähteiden osuutta sähköntuotannossa. [16, s. 1.]

Lämmön tuotannon haasteena on turvata tehokas irtaantuminen turpeen poltosta. Lisäksi haasteena on polttoon perustumattomien lämmöntuotantotapojen saaminen kiireesti käyntiin. Strategiassa tulisi päästä yli perinteisestä ajattelusta, jossa turpeelle kohdistettavien verotukien avulla turvataan pienten asutuskeskusten ja kaupunkien lämmitys. Kestävän biomassan riittävyys on rajallinen, ja siirtymä polttoon perustumattomiin ratkaisuihin on haastavaa. Tämä vaatisi erilaisten ohjauskeinojen käyttöönottoa niiden jouduttamiseksi. [16, s. 1.]

4.4.2 Energiatehokkuus

Energiakäytön pienikin tehostuminen voi tuoda merkittäviä vaikutuksia pitkällä aikavälillä. EU voi asettaa jäsenmailleen kokonaisenergian käytön katon, jonka puitteissa tulisi pyrkiä toimimaan. Erityisesti nykyisen asuntokannan energiansäästöinvestoinnit tulisi ottaa tarkempaan tarkasteluun, jolloin energiakäytön väheneminen asumisessa vapauttaisi energiaa teollisuuden käyttöön ja

pienentäisi tarvetta uuden kapasiteetin luomiseen. Rakentamislakiin tulisi olla vähähiilinen velvoite rakennusten suunnittelusta ja rakentamisesta. Myös korjausrakentamisen yhteydessä saataviin avustuksiin tulisi sisällyttää ehdoksi tietyn suuruiset energiatehokkuusvelvoitteet. Parhaassa tapauksessa rakennusten vähähiilisyyttä koskeva ja sen elinkaaren aikaiset päästöt huomioiva sääntely voi vaikuttaa koko toimitusketjuun niin, että vähähiiliset rakennustuotteet saavat markkinaetua, jolloin esimerkiksi sementin tuotannon päästöjen vähentämiseen tulisi enemmän kannustimia. [16, s. 2.]

4.4.3 Ilmastomuutoksen hillitseminen

KHK-päästöjen osalta ilmasto- ja energiastrategia tarkastelee päästökehitystä HII-SI-laskelmien pohjalta päästökauppa- ja taakanjakosektorilla. Strategian johdopäätös on, että Suomi tulee saavuttamaan hiilineutraaliustavoitteen vuonna 2035, jos seuraavat ehdot täyttyvät: teräsyhtiö SSAB:n suuren investoinnin toteutuminen vuoden 2030 tiennoilla ja hallituksen maatalouden päästöjen 29 % vähentämistä koskeva päätös toteutetaan tehokkaasti. Päästöjen väheneminen on ollut nopeaa ja jatkuu nopeana, mikäli päästöoikeuden hinta pysyy ohjavana ja korkeana. Ilmastopaneeli arvioi, että 2020-luvulla päästövähennyksiä saadaan korvaamalla fossiilisia polttoaineita, ja 2030-luvulla puhdistetaan tuotantoprosessit vedyn ja muiden ratkaisujen avulla. Tärkeintä ilmasto- ja energiapolitiikassa on jouduttava uusien innovatiivisten ratkaisujen saamista tuotantoon. Ne ovat avainasemassa päästöjen vähentämisessä, mutta mikäli päästökaupan kehitys ei ole riittävän nopeaa esimerkiksi alhaisen päästöoikeuden hinnan vuoksi, kansallista energiaverotusta tulisi käyttää hiilen hinnan nostamiseen. [16, s. 3.]

4.4.4 Taakanjakosektori

Suomen taakanjakosektorille on ehdotettu 50 %:n pakollista päästövähennystavoitetta vuodelle 2030 vuoden 2005 tasosta. Taakanjakosektoriin kuuluu rakentaminen, asuminen, rakennusten lämmitys, maatalous, jätehuolto, liikenne ja teollisuudessa käytettävät F-kaasut. Energian osalta asumisen lämmitys, liikenne

ja pienimuotoinen teollinen energiankäyttö ovat tässä tavoitteessa avainasemassa. Strategiassa nostetaan biopolttoaineiden sekoitevelvoitteen Suomen yhdeksi tärkeimmäksi ohjauskeinoksi, kun taas liikenteen sähköistyminen jätetään pieneen rooliin. Automarkkinoilla tapahtuva muutos on kuitenkin merkittävä ja lataamiseen liittyy erityisesti teho- ja määrävaatimuksia, joihin strategiassa ei juuri kiinnitetä huomiota. Suomen ilmastotavoitteiden saavuttamisen kannalta pienenergia sekä asuntojen lämmitys ovat hyvin tärkeitä ja päästövähennyspotentiaaaliltaan merkittäviä. [16, s. 3.]

4.4.5 Nielun kehitys

Hiilineutraaliustavoitteen saavuttaminen edellyttää Suomen kokonaisvaltaista nielujen ja päästöjen tarkastelua. Strategiassa on useita linjauksia, jotka voivat lisätä painetta suomalaisen biomassan käytölle. Paine lisääntyy samalla kun luovumme Venäjän tuontienergian käytöstä. Ilmasto- ja energiastrategian skenaariossa puuperäisen bioenergian käytön osuus kasvaa uusiutuvista energialähteistä eniten, jolla vastataan myös EU:n uusiutuvan energian tavoitteisiin. Biomassan saatavuudesta, kustannuksista ja käytettävyydestä olisi tarpeen muodostaa kokonaiskuva, jossa olisi perusteltu näkemys parhaista käyttökohteista ja biopohjaisten polttoaineiden rajoitteista, sekä niiden käytön vaikutuksista hakkuutasoihin ja nieluihin. [16, s. 3.]

Hiilineutraali Suomi 2035 – kansallinen ilmasto- ja energiastrategia on luonnollisestikin tehty voimakkaasti Suomen näkökulmasta. Vihreä siirtymä kohti fossiilitonta energijärjestelmää ei kuitenkaan ole pelkästään kansallinen, vaan globaali prosessi. Tässä kehityskulussa valtioiden välinen sähkökauppa yhtäältä, ja mm. energia- ja materiaalivirrat toisaalta synnyttävät heijastevaikutuksia energiamurroksen kulkuun. Strategiassa voisi tuoda selkeämmin esiin energiaratkaisujen kytkeytyneisyys laajemmin Eurooppaan, mikä näkyy esimerkiksi sähkö-, kaasu-, ja uusiutuvien polttoaineiden markkinoiden kautta. Useat ilmasto- ja energiapolitiikan linjaukset tai niiden onnistuminen eivät välttämättä ole vain Suomen omissa käsissä, jolloin niiden mahdollisuuksia ja riskejä tulisi-kin tarkastella myös kansainvälisessä kontekstissa. [16, s. 4.]

5 Suomen huoltovarmuus

Suomi tarvitsee maantieteellisen sijainnin vuoksi paljon energiaa. Etenkin talvi-aikaan lämmitykseen tarvittavan energian määrä on maailman suurimpia henkilöä kohti. Myös teollisuus tarvitsee roimasti energiaa käyttöönsä. Suomen energiahuolto perustuu hajautettuun energiantuotantoon, toimintavarmaan siirto- ja jakelujärjestelmään, sekä monipuolisiin energialähteisiin. Keskeisin tavoite on turvata energian häiriötön saatavuus, kilpailukykyinen hinta sekä ympäristöystävällisyys. [17.]

Häiriötilanteissa tuontipolttoaineiden varastoinnilla ja varautumis- ja valmiussuunnitelmilla turvataan energian siirron, jakelun ja kuljetusten toiminta. Valtion varmuusvarastoissa pidetään mm. kivihiltä, raakaöljyä ja eri öljytuotteita. Niitä ylläpitää ja hoitaa Huoltovarmuuskeskus. Turpeen saatavuuden varmistamiseksi tavoitteena on, että maassa on noin puolen vuoden käyttöä vastaavat turvevarastot. Ydinpolttoainetta varastoidaan voimalaitospaikoilla usean kuukauden tai jopa yli vuoden sähkön tuotantoon riittävä energiamäärä. [18.]

5.1 Energian huoltovarmuus

Energiahuoltosektori vastaa vakavien häiriötilanteiden ja poikkeusolojen valmiussuunnittelusta ja sen alainen Voimatalouspooli sähkön ja lämmön saatavuuden turvaamisesta. Öljypoolin tehtävä on vastata öljyn ja maakaasun yritysokohtaisesta valmiussuunnittelusta sekä ylläpitää öljytuotteiden kuljetusten valmiussuunnittelusta. Kriisiaikana Voimalapooli ja Öljypooli johtavat ja toteuttavat energiahuoltoa. [18.]

Työ- ja elinkeinoministeriön energiaosasto vastaa energiahuollon varmuuden säädösvalmisteluista. Siihen liittyvää lainsäädäntöä ovat säädökset tuontipolttoaineiden velvoitevarastoinnista sekä turpeen turvavarastoinnista. Sähkömarkkinalaissa ja maakaasumarkkinalaissa on myös energiahuoltoa sääteleviä ja ohjaavia huoltovarmuusvelvoitteita. Kansainvälisen energiajärjestön (IEA) jäsenyyssvelvoitteisiin kuuluu 90 päivän nettotuontia vastaavan öljyn

varmuusvarastojen ylläpito. EU velvoittaa jäsenmaitaan ylläpitämään raakaöljyn ja/tai öljytuotteiden vähimmäisvarastoa [17]. Euroopan komissio ehdotti EU:n alueella toimivia kaasuyhtiöitä täyttämään maanalaiset varastonsa vähintään 90-prosenttiseksi joka lämmityskauden alkuun mennessä. Toimella pyritään parantamaan EU:n energiatilannetta sekä vähentämään riippuvuutta venäjän tuontienergiasta. Ehdotuksesta tehdään lainsäädäntöehdotus lähiaikoina. [20.]

5.2 Energian saatavuus ja tuotanto

Varautumisen ministerityöryhmä linjasi 7. huhtikuuta akuuttien toimien kokonaisuudesta, millä varmistetaan kohtuuhintaisen energian saatavuus ja tuotanto. Metsähakkeen saatavuuden parantamiseksi linjattiin metsätalouden rahoitusjärjestelmän (Kemera) kannusteiden nostamista. Kemera-tuki on yksityisen maanomistajien metsänhoidon tukijärjestelmä. Tavoitteena on mahdollistaa myös kahden uuden raakapuuterminaalin rakentaminen, jolla edistetään valtakunnallista puuterminaaliverkostoa ja energiapuun toimitusketjun vahvistamista poikkihallinnollisella yhteistyöllä. [19.]

Huoltovarmuuskeskuksen perustaman turpeen varmuusvaraston avulla osaltaan varmistetaan, että turvetta on arvioitu energiahuollon tarpeisiin riittävä määrä seuraavaa lämmityskautta silmällä pitäen. Varautumisen ministerityöryhmä arvioi tarvetta uudistaa laki turpeen turvavarastoinnista. Uudistuksessa nostettaisiin maksettavaa korvausta turpeen varastoinnista. Lisäksi hallitus vetoaa kaukolämpöyhtiöihin tekemään ajoissa sopimuksia turvetuottajien kanssa turpeen nostosta. Sopimuskausien määrä olisi vähintään vuoden, mutta mielellään enemmän, jotta turpeentuottajat kiinnostuisivat tuotannosta. [19.]

Varautumisen ministerityöryhmä on linjannut samassa yhteydessä myös energiainvestointien vauhdittamista varmistamalla energiatukien riittävyys erikokoisille hankkeille, sekä uuden fossiilisia korvaavan teknologian kehittämiseksi ja kaupallistamiseksi. Suomen kestävä kasvun ohjelman vetyrahoitus mahdollistaa merkittävien hankkeiden käyntiin saattamiseen, mutta edellyttää julkista

lisäpanostusta maakaasusta ja Venäjä-kytköksistä riippumattomaan vetytalouteen. [19.]

5.3 Tehoreservi

Tehoreservijärjestelmän tarkoituksena on turvata sähköjärjestelmän toiminta tehovajeen aikana ja varmistaa kysynnän ja tarjonnan tasapaino, kun markkinaehtoisesti tarjottu tuotantokapasiteetti ei pysty vastaamaan kysynnän tehotarpeeseen. Järjestelmä toimii käyttövalmiudessa olevasta voimalaitosreservistä tai kulutusjoustosopimuksista erilaisten toimijoiden kanssa, jotka voivat tarvittaessa vähentää omaa tehontarvetta. Kaudella 1.7.2020–30.6.2022 tehoreservijärjestelmässä ovat mukana voimalaitokset Naistenlahti 1, Meri-Pori ja Kymijärvi kaasuturbiini. Yhteensä voimalaitoskapasiteettia on 611 MW. Tehoreservilaitokset ovat talvikaudella 1.12.–28.2, 12 tunnin käynnistymisvalmiudessa. Laitokset voidaan aktivoida, mikäli markkinaehtoinen tarjonta ei riitä kattamaan kysyntää. Talvikauden ulkopuolella voimalaitokset ovat yhden kuukauden käynnistysvalmiudessa. [21, s. 11.]

5.4 Suomen kaasujärjestelmä

Suomi käyttää kaasua suurimmalta osin teollisuudessa raaka-aineena sekä lämmön ja sähkön tuotannossa. Sen huoltovarmuuden turvaaminen takaa lämmön ja sähkön saatavuuden. Kaasua voidaan hankkia Baltic connector-kaasuputkea pitkin Liettuasta Klaipedan LNG-terminaalista ja GIPL-kaasuputken valmistumisen jälkeen myös Puolasta ja sitä kautta muualta Euroopasta. Yhteyden Puolan kanssa arvioidaan valmistuvan vuoden 2022 aikana. [22, s. 26.]

Kaasua voidaan myös varastoida nesteytettynä (LNG) muotona, mikä luo uusia mahdollisuuksia huoltovarmuusnäkökulmasta. LNG:n tuonti Suomeen onnistuu Porin ja Tornion LNG-terminaalien sekä jo rakenteilla olevan Haminan terminaalien kautta. Haminasta voidaan jatkossa syöttää kaasua suoraan Suomen kaasujärjestelmään. Kaasun uusien hankintareittien avulla Suomi pyrkii

integroitumaan kiinteästi Baltian maiden ja myöhemmin Keski-Euroopan kaasumarkkinoihin [22, s. 26.]

Talouspoliittinen ministerivaliokunta on puoltanut 7.4.2022 pidetyssä kokouksessa LNG-terminaalilaivan vuokraamista yhdessä Viron kanssa. Tavoitteena on irtautua venäläisen putkikaasun riippuvuudesta ja turvata teollisuuden kaasunsaanti. Suuren kokoluokan LNG-terminaalilaiva sijoitetaan Suomen rannikolle maakaasun siirtoverkon välittömään läheisyyteen. Kyseinen terminaalilaiva on ennen kaikkea poikkeusolosuhteissa välttämätön huoltovarmuusjärjestely, etenkin teollisuuden tueksi. [23.]

Tätä työtä kirjoittaessa Venäjän valtion omistava Gazprom on ilmoittanut keskeyttäneensä kaasutoimitukset Suomeen. Gazprom oli vaatinut Gasumia maksamaan hankintasopimuksessa sovitut maksut ruplissa, mihin ei suostuttu. [24.]

5.5 Ydinenergian tuotannon nykytila

Vuonna 2020 Suomessa tuotettiin ydinenergialla sähköä kaikesta tuotetusta sähköstä noin 34 prosenttia ja sähkönkulutuksesta sen osuus oli 28 prosenttia. Tuotantoyksiköjä on neljä kappaletta, kaksi Olkiluodon voimalaitoksella ja kaksi Loviisan voimalaitoksella. Olkiluoto 3 (OL3) -ydinvoimalaitoksen käyttöönotto kasvattaa vuoden 2022 aikana Suomen ydinenergian osuuden sähköntuotannossa yli 40 prosenttiin. [21, s. 131.]

Olkiluodon kolmas ydinvoimalaitosyksikkö on jo kytkettynä valtakunnalliseen sähköverkkoon, mikä lisää merkittävästi kotimaista sähköntuotantoa ja sähköomavaraisuutta. Koekäyttövaihe kestää noin neljä kuukautta, jonka aikana OL3:n tehoa nostetaan portaittain 1 600 megawattiin. OL3:n säännöllinen sähköntuotanto alkaa heinäkuussa, jolloin sen tuotanto on noin 10 prosenttia koko Suomen sähkönkulutuksesta. [25.]

Loviisan ydinvoimaloiden käyttämä polttoaine tulee Venäjältä, Rosatomin kuuluvan Tvel-yhtymän kautta. Fortumin mukaan polttoainetta on varastossa Loviisan

voimalaitoksella pariksi vuodeksi. Ydinreaktorin polttoaineen toimittajan vaihdos voi olla ajallisesti pitkä valvontaprosessi, mutta ei mahdoton. [26.]

Teollisuuden Voima Oyj (TVO) omistaa Olkiluodon voimalat, ja se solmii pitkäaikaisia toimitussopimuksia ydinpolttoaineesta alan johtavien toimittajien kanssa. TVO:n hankkima uraani tulee pääosin Kazakstanista, Australiasta ja Kanadasta. Sen lisäksi sen tilaamat polttoaine-elementit valmistetaan ja kootaan Saksassa, Ruotsissa tai Espanjassa. TVO voi tarvittaessa ostaa myös lisäeriä ja palveluja markkinoilta, joita se seuraa aktiivisesti. [27.]

6 Venäjän tuontienergia

Venäjä on ollut todella merkittävä energiantuoja Suomelle. Vuoden 2020 tilastojen mukaan Suomeen tuodusta energiamäärästä yli 64 % tuli Venäjältä. Suomen energiakulutuksesta noin 35 % katettiin ulkomailta tuoduilla fossiilisilla polttoaineilla. Taulukko 1 kuvaa Venäjän energiamäärän osuuden kokonaistuonista Suomeen normaalioloissa vuonna 2020. Tuontimäärät vastaavat taulukossa tuhatta tonnia. [28.]

Taulukko 1. Venäjältä tuotu energiamäärä [28.]

Tuote	Venäjä	Osuus (%)
Kivihiili (1000 t)	1319,4	94,4
Maakaasu, milj. m ³	1499,5	66,7
Nesteytetty maakaasu (1000 t)	137,2	77,6
Raakaöljy (1000 t)	9006,6	85,6
Turve (1000 t)	29,2	77,9
Puupelletit (1000 t)	98,4	88
Muu energiapuu (1000 t)	142,4	35,6
Sähkö, TWh	3	13,8
Uraani tU	21,1	37,6

Määrältään merkittävin venäläisen tuontienergian muoto on raakaöljy 9 miljoonalla tonnilla ja 85,6 prosentin osuudella raakaöljyn kokonaistuonnista. Toiseksi merkittävin energiamuoto on maakaasu. Vuonna 2020 Suomeen tuotiin noin 1,5 miljoonaa kuutiota maakaasua 66,7 prosentin osuudella kokonaistuonnista. Suomen kivihiilen tuonnista Venäjä vastasi 94,9 prosentin osuudella ja 1,3 miljoonan tonnin määrällä. Taulukossa 2 nähdään, kuinka paljon teollisuuden käyttämiä erilaisia jalostettuja öljyjä ja muita petroleita on tuotu Venäjältä. [28.]

Taulukko 2. Teollisuuden käyttämät lisäaineet [28].

Tuote	Venäjä (1000 t)	Osuus (%)
Muut öljyt	492,5	57,7
Teollisuusbenssiini	352	95,9
Muut petrolit	322,9	53,1
Metanoli	285,2	95,7
Raskas polttoöljy	187,1	41
Lentopetroli	158,9	82,4
Nestekaasut	65,9	47,1
Voiteluaineet	17,6	11,9
Erikoisbenssiinit	2,9	50,9
Parafiinivahat	0,7	38,9

Arvoltaan Venäjän tuontienergian määrä on ollut huimat 3 461 miljoonaa euroa vuonna 2020. Monen tuotteen osalta luvut ovat todennäköisesti lähteneet jo laskuun Venäjän aloitettua hyökkäysoimet Ukrainaa vastaan. [28.]

6.1 Suomen ja Baltian kaasumarkkinat

Suomen putkikaasumarkkinan (grid-markkina) koko on ollut viime vuosina noin 25 TWh. Imatran kautta on tullut 16,7–18,7 TWh venäläistä maakaasua ja loput

6,2–8,4 TWh Baltic connectorin (BC) kautta Virosta. Baltic connectorista tulee tärkeä syöttöpiste Suomen kaasumarkkinoille. BC:n tekninen kapasiteetti Suomen suuntaan on kasvanut 0,55 TWh:iin päivässä, mikä mahdollistaisi tarvittaessa tuonnin kaksinkertaistamiseen yli 15 TWh:n vuositasolle. Tämän vuoden syksyn aikana saadaan käyttöön Haminan LNG-terminaali, jonka kaasuverkoon liitetty syöttökapasiteetti on aluksi noin 3 TWh/a (TWh/vuodessa). Sen kapasiteettia voidaan tulevina vuosina kaksin- tai kolminkertaistaa höyrystyskapasiteettia lisäämällä. [29.]

Suomen, Viron, Latvian ja Liettuan kaasumarkkinoiden yhteenlaskettu koko on noin 55–65 TWh vuodessa. Liettuassa sijaitsee kaksi koko Baltian kannalta tärkeää sekä Venäjältä riippumatonta maakaasun syöttöpistettä: Klaipedan kelluva LNG-terminaali sekä Liettuan ja Puolan välinen GIPL-yhdysputki. Puolasta tuleva maakaasu tulee Santakan mittaus- ja kompressoriasemalle, josta se toimii syöttöpisteenä muulle Baltialle. Sen tekninen kapasiteetti Baltian suuntaan on 27 TWh/a. Klaipedan kelluvan LNG-terminaalin tekninen maksimikapasiteetti on 36 TWh/a, josta on ollut viime aikoina noin puolet käytössä. Kapasiteettia voidaan siis lisätä reilusti LNG-toimitusten muodossa, jolloin kaasun syöttö Baltian suuntaan kasvaisi huomattavasti. [29.]

Latvian Inčukalnsissa sijaitsee Baltian kaasujärjestelmän kannalta tärkeä kaasuväri. Maanalaisen kaasuväriksen aktiivikapasiteetti on noin 25 TWh, ja sitä voi tarvittaessa kasvattaa 10 TWh:a. Teoriassa Latvian kaasuväriksen kapasiteetti takaisi Suomelle ja Baltian maille noin puolen vuoden kaasuntarvetta vastaavaa määrää maakaasua. [29.]

Suomen kannalta tilanne on hyvä, etenkin kun maakaasun kysyntä on laskenut reilusti viime vuosina Suomessa. Tämän vuoden ensimmäisellä vuosineljänneksellä kaasun käyttö grid-markkinassa oli 45 % vuoden 2021, ja 65 % vuoden 2020 vastaavan ajankohdan määrästä. Tähän on vaikuttanut maakaasun korkea hinta sekä Venäjän toimet. Haminan LNG-terminaalin sekä GIPL-yhteyden valmistuminen takaavat Suomen kaasusektorille tarvittavan kaasumäärän. Ratkaisevaksi tekijäksi muodostuu kaasumarkkinoiden toimivuus

poikkeustilanteissa: maakaasun globaali saatavuus, sen hintataso ja kysyntä sekä Latvian kaasuvaramon hyödynnettävyys. [29.]

6.2 EU:n toimet Venäjää vastaan

Tätä työtä kirjoittaessa EU:n neuvosto on päättänyt lisätä pakotteita Venäjää vastaan, koska se jatkaa hyökkäyssotaansa Ukrainaa vastaan. Isoimpana toimenpiteenä on kieltää venäläisen hiilen ja muiden kiinteiden fossiilisten polttoainesten osto, tuonti tai siirto EU:hun elokuusta 2022 alkaen. Samalla Eurooppa-neuvosto totesi, että unioni on valmis hyväksymään lisää Venäjään ja Valko-Venäjään kohdistuvia, tuntevia ja koordinoituja pakotteita, joilla pyritään estämään Venäjää jatkamasta hyökkäystä. [30.]

6.2.1 REPowerEU-toimintasuunnitelma

EU:n komissio julkaisi 8.3.2022 REPowerEU-toimintasuunnitelman Venäjää vastaan. Toimintasuunnitelman tavoitteena on saada aikaan riippumattomuus venäläisestä energiasta tämän vuosikymmenen aikana. Eurooppa-neuvosto linsasi seuraavia keinoja Venäjä-tuontiriippuvuudesta irtautumiseen:

- Vähennetään riippuvuutta fossiilisista polttoaineista.
- Monipuolistetaan toimituksia ja reittejä käyttämällä LNG:tä.
- Kehitetään Euroopan vetymarkkinoita.
- Viimeistellään Euroopan kaasu- ja sähköverkkojen yhteen liittäminen.
- Kehitetään biokaasua.
- Synkronoidaan EU:n energiaverkot.
- Parannetaan toimitusvarmuutta koskevaa EU:n valmissuunnittelua.
- Parannetaan energiatehokkuutta sekä energiakulutuksen hallintaa.

- Edistetään kiertotalouteen perustuvaa valmistus- ja kulutustottumuksiin.

Komissio suunnittelee esittävänsä toukokuuhun mennessä suunnitelman siitä, miten EU pääsee asteittain irti Venäjän tuontienergiasta vuoteen 2027 mennessä. [22, s. 102.]

Tätä insinöörityötä tehdessä EU on sopinut venäläisen öljyn tuontikiellosta. Käytännössä se tarkoittaisi 90 prosentin leikkauksen venäläisen öljyn tuonnista EU:hun vuoden loppuun mennessä. [31.] Öljyn tuontikielto vaikuttaa raakaöljyn markkinahintaan selvästi. Pohjanmeren Brent laadun ja venäläisen Ural-laadun hintaero on jo nyt 35 dollaria per barreli. Kuvasta 11 näkee, että kahden eri laadun hintaero on ollut ennen Ukrainan sotaa muutama dollari/barreli. [32.]



Kuva 11. Urals-Brent-raakaöljyn hintaeron kehitys [33].

EU:n tuontikiellon arvioidaan vaikuttavat raakaöljyn hintaan nostamalla sitä jopa 200 dollariin barrelilta. Euroopan pyrkimys purkaa riippuvuutta Venäjän öljystä ja kaasusta tulee näkymään kuluttajan kukkarossa. [31.]

6.3 Kotimaisen puun kysynnän kasvu

Venäläisen puupolttoaineen poltettu määrä Suomessa vuonna 2021 oli 14,4 TWh, eli kolme neljäsosaa tuontipuupolttoaineiden kokonaismäärästä. Kaikesta Suomessa käytetystä puupolttoaineesta Venäjän osuus oli 13 prosenttia, mikä

kattoi neljä prosenttia Suomen energian kokonaiskulutuksesta. Venäjän markkinan sulkeutuminen tarkoittaa, että kotimaisen puun kysyntä kasvaa ja sen hinta nousee. Venäjän tuontipuu tai hake tuskin kaataa Suomen energiatuotantoa. [34.]

Hakattua puuta otettiin vuonna 2021 käyttöön 76 miljoonaa kuutiometriä ja kuollutta puuta kertyi metsiin yhteensä 15 miljoonaa kuutiota. Hakatun runkopuun kokonaismäärä kasvoi vuoden takaisesta 11 prosenttia ja ylitti viiden edellisen vuoden keskimääräiset hakuumäärät viidellä prosentilla. Vuonna 2021 Suomessa hakattiin tukkia 29, kuitupuuta 37 ja energiapuuta 10 miljoonaa kuutiometriä. Näistä muodostuva puuston kokonaispoistuma nousi 92 miljoonaan kuutiometriin. Metsiin kasvoi uusimpien arvioiden mukaan vuodessa uutta runkopuuta 103 miljoonaa kuutiometriä, joten elävän runkopuun kokonaismäärä lisääntyi Suomessa noin 12 miljoonalla kuutiometrillä. [35.]

Suomen metsistä pitäisi saada korjattua kaksi miljoonaa kuutiota puuta juhannukseen mennessä, jos halutaan varautua tulevaan talveen. Pieniläpimittaisesta lahoavasta puusta ei ole Suomen metsissä pulaa. Hoitamattomia metsiä on niin paljon, että sellaista puuta riittää. Turpeen käyttö on myös mahdollista, jos talvesta tulee kylmä. Turpeen käyttö on päästöoikeuden korkean hinnan vuoksi kallista, jolloin se on yhtiölle tappiollista toimintaa, ja sen takia sen käyttöä pyritään viimeiseen saakka minimoimaan. Kallistunut metsähake on edullisempaa kuin turve. [36.]

Huoltovarmuuden ylläpitäminen edellyttää talousmetsien lukuisten ensiharvenusrästien hoitamista vastaamaan kotimaisten puupolttoaineiden kasvavaan kysyntään. [34].

6.4 Yritysten pyrkimys irtautua Venäjän energiasta

Energialähteiden tarjonnan pieneneminen nostaisi väistämättä hintoja niin sähkö-, kaasu-, kuin polttoainemarkkinoilla. Nykyiset energiakustannukset

voivat kasvaa entisestään. Monilla energiayhtiöillä voi olla haasteita korvata energian hankintaansa, jos Ukrainan ja Venäjän välinen sota pitkittyy. [37.]

6.4.1 Neste

Polttoainetalostaja Neste on valmistautunut irtautumaan Venäjän raakaöljyn ja maakaasun käytöstä. Vuonna 2021 kaksi kolmasosaa Nesteen käyttämästä raakaöljystä oli venäläistä, nyt osuus on 15 prosenttia. Porvoon talostamo pysyy käyttämään monia erilaisia raakaöljylaatuja. Pitkääaikaisen hankintasopimuksen myötä Neste on velvollinen ostamaan venäläistä öljyä. Sopimus on loppumassa heinäkuussa, ja sitä ei aiota uusia. Neste on selvittänyt ja testannut maakaasun korvaamista vaihtoehtoisilla lähteillä, kuten propaanilla. Onnistuessaan maakaasun käyttö vähenee talostamossa merkittävästi. [38.]

6.4.2 Fortum

Fortum on keskeyttänyt kaikki uudet investoinnit ja aikoo vähentää fossiilisiin polttoaineisiin perustuvaa liiketoimintaa Venäjällä. Polttoaineen hankinta on myös keskeytetty hiilen, pelletin ja biomassan osalta Espoon ja Meri-Porin voimalaitoksilla. Fortumin tytäryhtiö Uniper on ilmoittanut, ettei se solmisi kaasusopimuksia venäläisten toimittajien kanssa ja samalla pyrkii etsimään vaihtoehtoja venäläiselle kivihillelle. Lähiaikoina Uniper lisää nesteytetyn maakaasun (LNG) toimituksia Eurooppaan tukeakseen toimitusvarmuutta Euroopassa. Fortumin tytäryhtiö on myös käynnistänyt uudelleen LNG-tuontiterminaalin suunnittelun Saksaan. [39.]

6.4.3 Helen

Myös Helsingin kaupungin energiayhtiö Helen on irtautumassa venäläisistä polttoaineista Ukrainan sodan takia. Venäläisen kivihillen tuonti päättyy, kun voimassa olevat hankintasopimukset raukeavat. Suurin osa niistä päättyy loppukevään aikana. EU-jäsenmaat hyväksyivät uusien tuontipakotteiden asettamisesta venäläiselle kivihillelle, ja se astui voimaan 9.4.2022. Tuontikieltoa tosin ei

sovelleta ennen 9.4.2022 tehtyihin sopimuksiin kuin vasta 10.8.2022. Helen on ilmoittanut myös maakaasun tukkusopimuksen päättymisestä Venäjän kanssa. Jatkossa kaasua hankitaan Baltic connectoria pitkin Baltiasta nesteytetyn maakaasun muodossa. Myöskään biomassaa Helen ei hanki enää Venäjältä, vaan pelletit hankitaan Suomesta ja Virosta. Biomassan hankintaa ollaan myös laajentamassa muihin länsimaihin. Helenin voimaloissa käytettävä hake on suomalaista, ja sen hankintaa ollaan laajentamassa Baltian suuntaan. [40.]

6.4.4 Fennovoima

Suomalainen energiayhtiö Fennovoima on tilannut Hanhikivi 1 -ydinvoimalan Venäjän valtion ydinenergiayhtiön Rosatomin tytäryhtiön RAOS Project Oy:lta. Hanhikivi 1 varustetaan kolmannen sukupolven VVER-painevesireaktorilla (vesi-vesi-energiareaktori). Laitoksen sähköteho olisi 1200 MW ja käyttöikä 60 vuotta. [41.]

Fennovoima ilmoitti insinööriyön kirjoittamisen aikana, että se päättää Hanhikivi 1-ydinvoimalan laitostoimitussopimuksen Rosatomin kanssa. Fennovoiman mukaan päätös johtui RAOS Projectin merkittävistä viivästyksistä ja kyvyttömyydestä toteuttaa Hanhikivi 1 -hanke. [42.]

7 Johtopäätökset

Suomen ja Venäjän suhteen jännitteisyys on kasvanut Venäjän hyökättyä Ukrainaan 24.2.2022. EU on tuominnut jyrkästi Venäjän toimet ja asettanut lukuisia pakotteita maata vastaan mm. hiilen ja muiden kiinteiden fossiilisten polttoainesten kiellolla. Tällä hetkellä monet suomalaiset yritykset yrittävät irtautua venäläisestä energiasta. Suomen tulevaisuuden energia- ja infrastruktuurihankkeiden merkitys kasvaa omavaraisuusasteen nostamisen tärkeydessä.

Vaikka olemme riippuvaisia venäläisestä tuontienergiasta, emme ole riippuvaisia Venäjästä. Lukuisia toimia ja selvityksiä on jo aloitettu Suomen sähkötuotannon riittävyyden ja sähkön siedettävän hintakehityksen turvaamiseksi. Tuontienergia voidaan korvata käyttämällä vaihtoehtoisia tuontireittejä energian raaka-aineiden osalta käyttämällä globaaleja markkinoita. Koska monet muutkin valtiot joutuvat käyttämään vaihtoehtoisia tuontireittejä, energian hinta jatkaa nousuaan. Etenkin jos tuontireitit ulottuvat Etelä-Amerikkaan tai Lähi-itään.

Baltiasta saatava maakaasu ei riitä korvaamaan Suomen, Viron, Liettuan ja Latvian kaikkea maakaasun käyttöä. Tilanteeseen tulee muutos, kun Suomen ja Baltian maakaasumarkkinat yhdistyvät Euroopan unionin maakaasuverkostoon Liettuan ja Puolan välille rakenteilla olevan putken avulla. Myös Baltian alueen LNG-terminaalien rakennusprojektit sekä vuokrattu LNG-terminaalilaiva tuo helpotusta Suomen maakaasumarkkinoille.

Hakkeen ja turpeen saatavuus painottuu muuttuneen tilanteen vuoksi kotimaisiin markkinoihin, mikä myös itsessään lisää painetta suomalaisen biomassan käytölle. Saatavuutta on parannettava, jotta energiapuuta ja turvetta olisi riittävästi huoltovarmuuspolttoaineena. Tämä velvoittaisi kaukolämpöyhtiöitä tekemään sopimuksia ajoissa turvetuottajien kanssa. Metsähakkeen saatavuutta parannetaan rahoitusjärjestelmän kannusteiden avulla sekä kohentamalla raaka-puun infrastruktuuria. Turpeen energiakäytön verotuet on poistettava heti, kun sopeutuminen Venäjän tuonnin loppumiseen on saavutettu.

Venäjän sähköntuonnin loppuminen voi luoda sähköpulaa talvikaudella, mutta Olkiluoto 3:n käyttöönotto tulee korvaamaan tuontisähkön Venäjältä kokonaisuudessaan. OL3-laitosyksikön teho tulee olemaan 1600 MW, joka tulee vastaamaan noin 10 prosenttia Suomen sähköntarpeesta.

Vuoden 2022 aikana Suomeen on valmistumassa lähes 2 000 MW:n edestä uutta tuulivoimaa. Tuulivoiman kaavoitusta sekä lupakäsittelyä tulisi sujuvoittaa entisestään ja erityisesti lisätä näiden joustavuutta, jotta se mahdollistaisi uusimman teknologian käyttämisen. Etenkin merituulivoima tarvitsisi pientä työntöapua, jotta se pääsisi samoihin mittasuhteisiin maatuulivoiman kanssa. Kanta-verkossa hajautettu tuotanto olisi sähkön siirron kannalta hyvä asia. Tuulivoiman raju kasvu edesauttaa Suomen ilmastotavoitteita sekä irtautumista venäläisestä fossiilienergiasta.

Hanhikivi 1 -ydinvoimalahankkeen kariutuminen voi vaikuttaa pitkällä tähtäimellä Suomen ilmastotavoitteiden saavuttamiseen, ellei lisätoimiin ryhdytä. Sähkötaseen tasapaino voi myös tuki herkästi muuttua, jos lisäinvestointeja suunnataan tulevaisuudessa uusiutuvaan energiaan.

Vaikka venäläisen energian korvaaminen on vaikeaa ja kallista, se pitää tehdä. Sähkö- ja lämpöverkkojen kehittäminen kestävämmäksi erilaisten mahdollisten häiriötilanteiden ja kyberhyökkäysten suhteen on tarpeellista. Suomen on siirryttävä entistä tiiviimmin hajautettuun energiajärjestelmään, jossa energiaa tuotetaan, otetaan talteen ja varastoidaan päästöttömästi, uusiutuvasti ja toimitusvarmasti. Nykyinen geopoliittinen tilanne voisi olla mahdollisuus Suomelle ottaa suuria harppauksia kohti hiilineutraalisuutta.

Lähteet

- 1 Energian kokonaiskulutus Suomessa. Verkkoaineisto. Tilastokeskus. <<https://www.stat.fi/julkaisu/cl1p3puxx03j90cum3pwy2k5>>. Luettu 10.4.2022.
- 2 Tuulivoimatilastot 2021. Verkkoaineisto. Suomen Tuulivoimayhdistys. <<https://tuulivoimayhdistys.fi/ajankohtaista/tiedotteet/tuulivoimatilastot-2021-tuulivoiman-rakentamisessa-takana-ennatyksellinen-vuosi>>. Luettu 13.4.2022.
- 3 Vauhdilla eteenpäin. Verkkoaineisto. Suomen Tuulivoimayhdistys. <<https://www.tuulivoimalehti.fi/aiheet/vauhdilla-eteenpain.html>>. Luettu 14.4.2022.
- 4 Pörssisähkön kuukausihinta. Verkkoaineisto. Tilastokeskus. <https://www.stat.fi/til/ehi/2021/04/ehi_2021_04_2022-03-10_tie_001_fi.html>. Luettu 14.4.2022.
- 5 Trading data. Verkkoaineisto. GetBaltic. <<https://www.getbaltic.com/en/market-data/trading-data/>>. Luettu 25.5.2022.
- 6 Hiilamo, Elli-Alina. 2022. Kun päästöille tuli hintalappu. Verkkoaineisto. YLE. <<https://yle.fi/uutiset/3-12316854>>. Luettu 26.5.2022.
- 7 Hiilineutraali ja luonnon monimuotoisuuden turvaava Suomi. Verkkoaineisto. Valtioneuvosto. <<https://valtioneuvosto.fi/marinin-hallitus/hallitusohjelma/hiilineutraali-ja-luonnon-monimuotoisuuden-turvaava-suomi>>. Luettu 15.4.2022.
- 8 Tiedote. Verkkoaineisto. Valtioneuvosto. <<https://valtioneuvosto.fi/-/1410877/kivihillen-energiakayton-vuonna-2029-kieltava-laki-voimaan-huhtikuun-alusssa>>. Luettu 15.4.2022.
- 9 EU achieved its three main climate and energy targets. Verkkoaineisto. EU. <<https://www.eea.europa.eu/highlights/eu-achieves-20-20-20>>. Luettu 26.5.2022.
- 10 Fitfor55 -ilmastopaketti. Verkkoaineisto. TEM. <<https://valtioneuvosto.fi/-/1410877/eu-n-fit-for-55-ilmastopaketti-tiukentaisi-uusiutuvan-energian-ja-energiatehokkuuden-tavoitteita>>. Luettu 15.4.2022.
- 11 Päästökauppa. Verkkoaineisto. TEM. <<https://tem.fi/paastokauppa>>. Luettu 16.4.2022.

- 12 Känkänen, Juha. Patronen, Jenni, Vilén, Kari. Saarela, Jaakko. Päästökauppadirektiivin uudistamisen vaikutukset Suomen energiasektoriin ja teollisuuteen. Verkkoaineisto. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta. <<https://tietokayttoon.fi/julkaisu?pubid=21101>>. Luettu 15.5.2022.
- 13 Hallitus linjasi energian hintojen nousun kompensatiotoimista. Verkkoaineisto. Valtioneuvosto. <<https://valtioneuvosto.fi/-/10623/hallitus-linjasi-energian-hintojen-nousun-tasmakompensaatiotoimista>>. Luettu 17.4.2022.
- 14 Hiilineutraali Suomi 2035 (HIISI). Verkkoaineisto. VTT. <<https://publications.vtt.fi/pdf/technology/2022/T402.pdf>>. Luettu 18.4.2022.
- 15 Rinne, Tittamari. Parviala, Antti. 2022. Fennovoima purki sopimuksen Rosatomin kanssa. Verkkoaineisto. YLE. <<https://yle.fi/uutiset/3-12425399>>. Luettu 10.6.
- 16 Ilmastopaneelin lausunto kansallisen ilmasto- ja energiastrategian luonnoksesta. Verkkoaineisto. Suomen ilmastopaneeli. <https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2022/05/Asiantuntijalausunto_VN_11385_2020_Ilmasto-ja-energiastrategian-luonnos_170522.pdf>. Luettu 24.5.2022.
- 17 Energiahuolto. Verkkoaineisto. Huoltovarmuuskeskus. <<https://www.huoltovarmuuskeskus.fi/toimialat/energiahuolto>>. Luettu 19.04.2022.
- 18 Energiahuollon varmuus. Verkkoaineisto. TEM. <<https://tem.fi/energiahuollon-varmuus>>. Luettu 20.4.2022.
- 19 Tiedote. Verkkoaineisto. Valtioneuvosto. <<https://valtioneuvosto.fi/-/10623/varautumisen-ministeriyoryhma-paatti-toimista-energian-saatavuuden-varmistamiseksi-vihrean-siirtymän-ja-investointien-vauhdittamiseksi-seka-polttoaineen-jakeluvelvoitteen-valiaikaiseksi-alentamiseksi>>. Luettu 21.04.2022.
- 20 EU:n kaasuväarastoille tulossa vaatimus vähimmäistasosta ennen lämmityskauden alkua. Verkkoaineisto. Salon seudun sanomat. <<https://www.sss.fi/2022/03/eun-kaasuväarastoille-tulossa-vaatimus-vähimmäistasosta-ennen-lämmityskauden-alkua/>>. 28.5.2022.
- 21 Sähkön toimitusvarmuus vuonna 2021. Verkkoaineisto. Energiavirasto. <<https://energiavirasto.fi/markkinoiden-julkaisut>>. Luettu 22.4.2022.
- 22 Hiilineutraali Suomi 2035 – kansallinen ilmasto- ja energiastrategia. Verkkoaineisto. TEM. <<https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/Download-ProposalAttachment?attachmentId=17586>>. Luettu 23.4.2022.

- 23 Talouspoliittinen ministerivaliokunta puoltaa LNG-terminaalilaivan vuokraamista. Verkkoaineisto. Valtioneuvosto. <<https://vnk.fi/-/talouspoliittinen-ministerivaliokunta-puoltaa-lng-terminaalilaivan-vuokraamista-yhdessa-viron-kanssa-venalaisen-putkikaasun-riippuvuudesta-irtautumiseksi>>. Luettu 23.4.2022.
- 24 Lassila, Antti. Ilmo, Ilkka. 2022. Gasum: Venäjä sulki Suomen kaasuhanan lauantaiaamuna. Verkkoaineisto. Helsingin Sanomat. <<https://www.hs.fi/talous/art-2000008830317.html>>. Luettu 27.5.2022.
- 25 Sandell, Markku. 2022. Olkiluodon kolmas ydinrektori tuottaa vihdoinkin sähköä Suomeen. Verkkoaineisto. YLE. <<https://yle.fi/uutiset/3-12356448>>. Luettu 24.4.2022.
- 26 Pietarinen, Harri. 2022. Yhdysvallat harkitsee pakotteita Venäjän ydinvoimateollisuutta vastaan. Verkkoaineisto. Satakunnan kansa. <<https://www.satakunnankansa.fi/talous/art-2000008678936.html>>. Luettu 27.5.2022.
- 27 Uraanin hankinta. Verkkoaineisto. TVO. <<https://www.tvo.fi/tuotanto/uraaninhankinta.html>>. Luettu 27.5.2022.
- 28 Pulkkinen, Johannes. 2022. Suomi tuo suuren osan energiastaan Venäjältä. Verkkoaineisto. Helsingin Sanomat. <<https://www.hs.fi/talous/art-2000008731392.html>>. Luettu 24.4.2022.
- 29 Kaasujärjestelmä ilman Venäjän kaasua. Verkkoaineisto. Suomen Kaasuyhdistys. <<https://www.kaasuyhdistys.fi/kaasujarjestelma-ilman-venajan-kaasua/>>. Luettu 29.5.2022.
- 30 EU:lta viidettä kertaa pakotteita Venäjälle. Verkkoaineisto. Eurooppa-neuvosto. <<https://www.consilium.europa.eu/fi/press/press-releases/2022/04/08/eu-adopts-fifth-round-of-sanctions-against-russia-over-its-military-aggression-against-ukraine/>>. Luettu 25.4.2022.
- 31 Sutinen, Teija. Sutinen, Essi. Hassinen, Heta. 2022. EU-johtajat sopuun: Venäläisen öljyn tuonti kielletään osittain. Verkkoaineisto. Helsingin Sanomat. <<https://www.hs.fi/politiikka/art-2000008850861.html>>. Luettu 30.5.2022.
- 32 Burtsoff, Petri. 2022. Länsi pyrkii eroon Venäjän öljystä ja kaasusta. Verkkoaineisto. YLE. <<https://yle.fi/uutiset/3-12348459>>. Luettu 30.5.2022.
- 33 Urals-Brent-hintaero. Verkkoaineisto. Neste. <<https://www.neste.fi/konserni/sijoittajat/markkinatietoa/urals-brent-hintaero>>. Luettu 30.5.2022.

- 34 Niinistö, Tuomas. 2022. Suomi pärjää ilman venäläistä energiapuuta. Verkkoaineisto. Luonnonvarakeskus. <<https://www.luke.fi/fi/blogit/suomi-parjaa-ilman-venalaista-energiapuuta>>. Luettu 30.5.2022.
- 35 Hakkuut nousivat vuonna 2021. Verkkoaineisto. Luonnonvarakeskus. <<https://www.luke.fi/fi/uutiset/hakkuut-nousivat-76-miljoonaan-kuutiometriin-vuonna-2021>>. Luettu 2.6.2022.
- 36 Vironen, Petri. 2022. Venäjältä tuodun energiapuun korvaamisella kiire. Verkkoaineisto. YLE. <<https://yle.fi/uutiset/3-12448729>>. Luettu 2.6.2022.
- 37 Leskelä, Jukka. 2022. Ukraina, Venäjä, energia ja Suomi. Verkkoaineisto. Energiauutiset. <<https://www.energiauutiset.fi/kategoriat/kolumnit/ukraina-venaja-energia-ja-suomi.html>>. Luettu 10.6.2022.
- 38 Hartikainen, Jarno. 2022. Neste varautuu Venäjän öljy- ja kaasuvirran katkeamiseen. Verkkoaineisto. Helsingin Sanomat. <<https://www.hs.fi/talous/art-2000008784399.html>>. Luettu 25.4.2022.
- 39 Fortumin toimet vastauksena sotaan Ukrainassa. Verkkoaineisto. Fortum. <<https://www.fortum.fi/fortumin-toimet-vastauksena-sotaan-ukrainassa>>. Luettu 26.4.2022.
- 40 Helen irtautuu venäläisistä polttoaineista. Verkkoaineisto. Helen. <<https://www.helen.fi/uutiset/2022/helen-irtautuu-ven%C3%A4l%C3%A4isist%C3%A4-polttoaineista>>. Luettu 27.4.2022.
- 41 Hanhikivi 1. Verkkoaineisto. Fennovoima. <<https://www.fennovoima.fi/hanhikivi-1/tietoa-hanhikivi-1-hankkeesta/laitosmalli-vver-1200>>. Luettu 28.4.2022.
- 42 Pulkkinen, Johannes. 2022. Fennovoima irtisanoi sopimuksen Rosatomin kanssa. Verkkoaineisto. Helsingin Sanomat. <<https://www.hs.fi/talous/art-2000008787193.html>>. Luettu 28.4.2022.