

TEKNINEN RAPORTTI

TURPEEN ROOLI JASEN KÄYTÖSTÄ LUOPUMISEN VAIKUTUKSET SUOMESSA

Sampo Soimakallio
Paula Sankelo
Maria Kopsakangas-Savolainen
Camilla Sederholm
Karoliina Auvinen
Tero Heinonen
Annika Johansson
Jáchym Judl
Santtu Karhinen
Suvi Lehtoranta
Satu Räsänen
Hannu Savolainen

2 0 2 0

SITRA

15.06.2020

© Sitra2020

Kirjoittajat: Soimakallio, Sampo; Sankelo, Paula; Kopsakangas-Savolainen, Maria; Sederholm, Camilla; Auvinen, Karoliina; Heinonen, Tero; Johansson, Annika; Judl, Jáchym; Karhinen, Santtu; Lehtoranta, Suvi; Räsänen, Satu; Savolainen, Hannu

Turveraportti: Turpeen rooli ja sen käytöstä luopumisen vaikutukset Suomessa

ISBN 978-952-347-186-3 (PDF)
www.sitra.fi

Itämerenkatu 11-13
PL 160
00181 Helsinki

Puhelin (+358) 294 619 991

 @SitraFund

SITRA

Tiivistelmä

Turvetta käytetään energiaksi sekä ympäristöturpeena muun muassa kasvualustoissa, eläinten kuivikkeena, kompostoinnin tukiaineena, maanparannuksessa ja ympäristövahinkojen torjunnassa. Turpeen globaalista käytöstä noin puolet on energiakäyttöä ja puolet muuta käyttöä. Noin puolet globaalista turpeen energiakäytöstä tapahtuu Suomessa. Maailmanlaajuisesti energiaturpeen käyttö on laskussa, mutta turpeen muun kysynnän on arvioitu kasvavan, erityisesti Kiinassa.

Suomessa turpeella tuotetaan sähköä ja lämpöä yhdyskuntien ja teollisuuden yhdistetyssä ja erillisessä sähkön ja lämmön tuotannossa. Erityisesti kaukolämmön tuotannossa turpeella on merkittävä rooli tietyissä maakunnissa, kuten Etelä-, Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalla ja Lapissa. Turpeen energiakäyttö on Suomessa ollut huipussaan 2000-luvulla, jolloin turvetta poltettiin enimmillään vuosittain lähes 30 terawattituntia (lähes 30 Mm³), mikä vastasi noin 7 % Suomen kokonaisenergiankulutuksesta. 2010-luvulla turpeen vuosittainen energiankäyttö on Suomessa vähentynyt alle 20 terawattituntiin (TWh) ja vajaan 5 %:iin kokonaisenergiankulutuksesta. Suomessa turpeen muu kuin energiakäyttö on ollut vuosina 2013-2017 noin 1,5 miljoonaa kuutiometriä (Mm³), mikä on noin 10 % vastaavan jakson energiaturpeen käyttömäärästä.

Turvetuotannolle on tavanomaista korjuukesän vallitsevista sääolosuhteista johtuva voimakas vuosittainen vaihtelu. 2010-luvulla useampana keväänä turpeen varastointitilanne on ollut heikompi kuin lakisääteinen varastointitavoite.

Tässä selvityksessä käytetyn ympäristölaajennetun panos-tuotosmallin mukaan turpeen noston työllisyysvaikutukset vuonna 2015 olivat Suomessa yhteensä noin 2500 henkilötyövuotta. Merkittävimmät turvetuotantomaakunnat ovat Pohjois- ja Etelä-Pohjanmaa, joissa kummassakin turvetuotannon työllistävä vaikutus oli vuonna 2015 yli 450 henkilötyövuotta. Etelä-Pohjanmaalla turvealan työllistävä vaikutus suhteessa maakunnan kokonaistyöllisyyteen on maakunnista suurin (0,56 %).

Kasvihuonekaasuinventaarion mukaan turpeen poltto aiheutti vuonna 2017 noin 10 % (5,8 Mt CO₂-ekv.) Suomen kasvihuonekaasupäästöistä. Lisäksi turpeen tuotanto aiheutti päästöjä noin 1,4 Mt CO₂-ekv. ja kasvu-, kuivike- ja ympäristöturpeen hajoaminen noin 0,3 Mt CO₂-ekv. Energiayksikköä kohden laskettuna turpeen polttaminen aiheuttaa 100 vuoden aikajänteellä laskettuna suuruusluokaltaan kivihiilen polttamiseen verrannollisen ilmastovaikutuksen. Kasvu-, kuivike- ja ympäristöturpeen elinkaariset päästöt ovat samaa suuruusluokkaa energiaturpeen kanssa. Turpeen tuotannon ilmastovaikutuksia voidaan vähentää kohdentamalla turpeen nosto runsaspäästöisille suopelloille tai metsäojitetuille soille, mutta käytännössä niiden tunnistaminen ja ottaminen turvetuotantoon voi olla hankalaa.

Suoluntuototyypeistä 83 % on uhanalaisia kasvillisuusvyöhykkeillä, joilla turvetuotantoalueet muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta sijaitsevat. Suoluntuotantotyypit esiintyvät usein vierekkäisinä yhdistyminä tai suosysteemeinä. Turvetuotanto vaikuttaakin rajattua aluettaan laajemmalle, useisiin suoluntuotantotyyppihin ja vesistöihin. Toiminta-alueen suoluntuo häviää peruuttamattomasti. Jos nykyiset tuotantomäärät säilyvät lähivuosina ja -vuosikymmeninä, tarvitaan runsaasti uusia tuotantoalueita. Tällöin voi olla haasteellista ottaa turvetuotantoon uusia alueita niin, ettei suoluntuotantotyyppien ja suolajiston monimuotoisuus entisestään heikentyisi.

Turpeen energiakäyttöä voidaan korvata useilla erilaisilla ei-fossiililla vaihtoehtoilla, kuten biomassalla, lämpöpumpuilla, geotermisellä lämmöllä, tuuli- ja ydinvoimalla, biokaasulla, aurinkolämmöllä ja energiankäyttöä tehostamalla. Eri teknologioiden hyödynnettävyyteen liittyy kuitenkin erilaisia teknistaloudellisia ja ekologisia haasteita ja rajoitteita.

Nykyisin turpeen rinnalla ympäristöturpeena käytetään erilaisia korvaavia vaihtoehtoja, kuten kivivillaa, kookoskuitua ja perliittiä kasvualustakäytössä tai olkea ja kutteria kuivikekäytössä. Käytössä olevien materiaalien osuutta tulee kasvattaa ja monipuolistaa uusia korvaavia tuotteita kehittämällä, jotta ympäristöturpeen käyttöä voidaan vähentää. Haasteeksi korvaavien materiaalien käytössä saattaa muodostua vaihtoehtoisten materiaalien heikommat ominaisuudet, saatavuus, hinta ja tasalaatuisuus. Joiltakin osin haitalliset ympäristövaikutukset voivat myös rajoittaa korvaavien materiaalien hyödyntämistä. Ympäristöturvetta korvaavista materiaaleista ei ole tällä hetkellä saatavilla riittävästi tietoa, jotta voitaisiin luotettavasti arvioida, kuinka suuri osa turpeen muusta kuin energiakäytöstä voitaisiin kestävästi korvata muilla materiaaleilla.

Tässä selvityksessä turpeen käyttöä ja sen korvaamismahdollisuuksia tarkasteltiin kolmessa yksinkertaisessa skenaariossa vuoden 2035 tilannetta kuvaten. Perusskenaariossa arvioitiin, miten turpeen käyttö kehittyisi ilman uusia turpeen käytön vähentämiseen pyrkiviä ohjauskeinoja. Bio-skenaariossa arvioitiin, että turpeen käyttö korvattaisiin energiantuotannossa täysin biomassalla ja tuulivoimalla. LP-Bio-skenaariossa arvioitiin, että turpeen käyttö korvattaisiin täysin lämpöpumpuilla, biomassalla ja tuulivoimalla. Turpeen muun käytön arvioitiin Bio- ja LP-Bio-skenaariossa korvautuvan turpeelle vaihtoehtoisilla materiaaleilla ja ympäristöturpeen tuonnilla.

Perusskenaariossa turvetta arvioitiin käytettävän energiaksi noin 12 TWh vuonna 2035. Vuoden 2015 turpeen käytöstä (n. 16 TWh) korvautui perusskenaariossa noin 2 TWh kaukolämmön kysynnän vähentymisellä ja noin 2 TWh biomassalla. Turpeen energiakäytön korvaamiseksi biomassaa tarvittiin Bio-skenaariossa noin 13 TWh ja LP-Bio-skenaariossa noin 10 TWh. Turpeen käyttöä korvaavat lämpöpumput

lisäsivät sähkön kulutusta LP-Bio-skenaariossa hieman alle yhden TWh:n. Uutta tuulivoiman tuotantoa tarvittiin turvetta korvaamaan ja lämpöpumppujen energiaksi perusskenaariossa noin 0,5 TWh, Bio-skenaariossa noin 1 TWh ja LP-Bio-skenaariossa noin 2 TWh.

Mikäli kaikki turpeen korvaamiseksi käytetty biomassa olisi metsähaketta, tarvittaisiin sitä perusskenaariossa noin 1 Mm³, Bio-skenaariossa noin 6 Mm³ ja LP-Bio-skenaariossa noin 4 Mm³. Metsähakkeen käytön taso riippuu siitä, miten se kokonaisuudessaan kehittyy koko energiantuotantjärjestelmässä. Turpeen korvaamisen lisäksi metsähakkeen käyttöä lisääviä tekijöitä ovat mahdollisesti kivihiilen korvaaminen ja bionesteiden valmistus. Metsähakkeen käyttöä puolestaan alentaisivat lämpöpumppujen laajamittainen käyttöönotto kaukolämmön tuotannossa ja kaukolämmön kysynnän alentuminen. Metsähakkeen käyttö voisi kokonaisuudessaan nousta Bio-skenaariossa noin tasolle 19 Mm³ ja LP-Bio-skenaariossa noin tasolle 14-17 Mm³.

Alueellisesti suurin tarve metsähakkeelle olisi Etelä-Pohjanmaalla, Keski-Pohjanmaalla, Pohjanmaalla ja Pohjois-Pohjanmaalla, joissa latvusmassan ja pienpuun yhteenlaskettu lisäyspotentiaali on selvästi Bio-skenaarion tarvetta alhaisempi. Näin ollen merkittävä osa lisääntyneestä metsähakkeen tarpeesta pitäisi todennäköisesti Bio-skenaariossa tyydyttää ulkomaan tuonnilla tai sen tulisi kohdistua kantoihin tai kuitupuuhun. Metsien hiilinielu pienenisi vuoden 2035 tasolla arviolta noin 1–6 Mt CO₂ Bio-skenaariossa ja noin 0–4 Mt CO₂ LP-Bio-skenaariossa. Mitä enemmän metsähakkeen käytön lisäys kohdistuisi elävään puustoon, sitä enemmän hiilinielu pienenisi. Metsähakkeen käytön lisäyksestä johtuva hiilinielun pieneneminen voisi vähentää turpeen käytön korvautumisesta saatavaa ilmastohyötyä merkittävästi jopa useiksi vuosikymmeniksi.

Metsähakkeen käytön lisääntyminen aiheuttaa haasteita luonnon monimuotoisuudelle ja vesistöille. Vaikutukset riippuvat metsähakkeen korjuun kohdistumisesta kivennäis- ja turvemaille, hakkuiden toteutustavasta, metsään jäävän lahoppuun määrästä ja monimuotoisuuden kannalta keskeisten rakennepiirteiden säilymisestä.

Turvetuotannon päättymisen jälkeinen tuotantoalueen käyttö voi parantaa alueen monimuotoisuutta. Ennalleen alue ei palaudu, mutta esimerkiksi uudelleensoistaminen, kasvittaminen tai kosteikon perustaminen tarjoavat elinympäristöjä useille tällaisissa ympäristöissä viihtyville lajeille. Sukkessioprosessi eli paikallinen lajiston muuttuminen saattaa kuitenkin olla hidasta.

Turpeen käytöstä luopuminen aiheuttaa talous- ja työllisyysvaikutuksia sekä tarvittavien investointien että muuttuneen energiajärjestelmän seurauksena. Vaikutuksia mallinnettiin panos-tuotosmallilla. Investoinnit synnyttivät työpaikkoja

etenkin rakentamisessa, konepaja- ja metallituoteteollisuudessa, kaupassa, liike-elämän palveluissa ja kuljetuksessa ja varastoinnissa. Skenaarioissa muuttuneen energiajärjestelmän negatiiviset työllisyysvaikutukset kohdistuivat kaivostoimintaan turpeen noston loputtua, kuljetukseen ja varastointiin, puuteollisuuteen ja liike-elämän palveluihin. Skenaarioissa taloustuotantoa siirtyi korkeamman arvonlisäyksen toimialoille, mistä seurasi arvonlisäyksen kasvua suhteessa Perusskenaarioon. Vastaavasti työllisyys heikkeni suhteessa Perusskenaarioon. Arvonlisäyksen ja työllisyyden muutokset Bio- ja LP-Bio-skenaarioissa Perusskenaarioon verrattuina olivat kuitenkin hyvin pieniä, 0-0,1 %:n luokkaa.

Turpeen käytöstä luopumisen aluetaloudellisia vaikutuksia tarkasteltiin maakunnittain. Lähtötilanteessa maakuntien kokonaistyöllisyydestä turvetuotannon osuus kerrannaisvaikutuksineen oli enimmillään 0,56 %. Myös skenaariotarkasteluissa turpeen korvaamisesta seuraavat vuotuiset työllisyysmuutokset olivat pääosin pieniä. Merkittävimmät negatiiviset työllisyysvaikutukset kohdistuivat Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaalle. Talousvaikutusten mallinnuksessa ei kuitenkaan arvioitu kansantaloudessa tapahtuvia dynaamisia muutoksia, eikä siten talouden laajempaa sopeutumista turpeen käytön korvaamisesta aiheutuvaan muutokseen. Tulokset kuvaavat täten vaikutusten maksimimääriä ja todennäköisesti ne jäisivät esitettyjä pienemmiksi.

Turpeen käytön kehittyminen riippuu voimakkaasti siitä, millaista sääntelyä otetaan käyttöön, miten uusien energiateknologioiden hinnat alenevat ja miten kaukolämmön kysyntä kehittyy. Turpeen suhteellista kilpailukykyä heikentävät erityisesti päästöoikeuksien hintojen nousu ja turpeen verotuksen kiristäminen. Aiemmin laadituissa pitkän aikavälin vähähiiliskenaarioissa turpeen energiakäyttö loppui kokonaan, kun päästövähennysten marginaalikustannus oli noin 100 €/tCO₂. Bio-skenaario voisi toteutua todennäköisimmin tilanteessa, jossa verrattain korkean päästöoikeuden hintatason lisäksi kaukolämpöä tuottavien lämpöpumppujen sähköveroa ei alennettaisi ja biomassan käytön tukemista jatkettaisiin suoraan tai epäsuorasti. Sähköveron alentaminen parantaisi lämpöpumppujen suhteellista kilpailukykyä polttamiseen perustuviin lämmöntuotantomuotoihin verrattuna, samoin kuin biomassan käytön tukien vähentäminen tai bioenergian verottaminen. LP-Bio-skenaario voisi toteutua todennäköisesti siten, että verrattain korkean päästöoikeuden hinnan lisäksi lämpöpumppujen sähköveroa alennettaisiin, turpeen verotusta korotettaisiin ja bioenergian tukia jatkettaisiin.

Kansainvälisiä esimerkkejä turpeen käytöstä luopumisesta ja sen oikeudenmukaisesta toteuttamisesta on vähänlaisesti olemassa. Konkreettinen esimerkki on Irlannista, jossa on perustettu siirtymäryhmä, nimitetty oikeudenmukaisen siirtymävaiheen komissaari ja perustettu siirtymää tukeva rahasto. Toimien

päämääränä on tukea turvetuotannossa työskennelleiden työntekijöiden uudelleen- koulutusta ja paikallisten yhteisöjen ja yritysten sopeutumista. Siirtymää pois hiilen käytöstä ollaan toteuttamassa muun muassa Saksassa, Kanadassa ja Isossa- Britanniassa, joissa siirtymän toteuttamiseksi on perustettu työryhmät, käytetty tai varattu rahoitusta tukitoimenpiteisiin ja uusien työpaikkojen synnyttämiseen. Näiden esimerkkien perusteella toimien perusteellista arviointia ja avointa tiedottamista, alueellisten tekijöiden riittävää huomiointia, asianosaisten ihmisten osallistamista ja toimien riittävää pitkäjänteisyyttä voidaan pitää oikeudenmukaisen siirtymän edellytyksinä.

Oikeudenmukainen turpeesta luopuminen Suomessa kaipaa tuekseen jatkoselvityksiä useista aihepiireistä, joita ei tässä raportissa käsitelty kuin pintapuolisesti. Yksittäisten turvetuotannon yritysten tai turvetuotantoon kytkeytyvien alihankkijoiden sosioekonomiset olosuhteet tulee ymmärtää ja huomioida kehitettäessä ratkaisu- ja korvausmalleja turpeesta luopumiseksi oikeudenmukaisella tavalla. Turpeen käytöstä luopumiseen pyrkivän ilmasto- politiikan tulee olla ennakoitavaa, suunnitelmallista ja läpinäkyvää, mikä auttaa yksittäisiä turvetuottajia sopeuttamaan toimintaansa ajan saatossa. Ilmastopolitiikka hyödyttää suurta enemmistöä, mutta voi aiheuttaa haittoja tietyille rajatuille ryhmille. Haittojen korvaamiseen sekä uusien työ- ja elinkeinomahdollisuuksien luomiseen liittyvää selvitystyötä ja ratkaisumalleja tarvitaan turpeen käytöstä luopumisen yhteydessä.

Turpeesta luopumisen mahdollisuuksiin ja aikatauluun vaikuttavat etenkin polttoaineiden polttamiseen perustumattomien energiantuotantotapojen ja energiankäytön tehostamistoimien kehitys, olemassa olevan polttolaitoskapasiteetin poistuminen ja taloudellisesti hyödynnettävissä olevien hukkalämmönlähteiden määrä ja niiden alueellinen jakautuminen. Oikeudenmukaisen siirtymän mahdollistamiseksi erityishuomiota olisi kohdennettava alueille, joilla kaukolämmön- tuotanto on voimakkaimmin riippuvaista turpeen poltosta. Hukkalämmön ja geotermisen lämmön lähteiden hyödyntämismahdollisuudet ja niihin vaikuttavat ohjauskeinot tulisi selvittää tarkemmin.

Nostettua turvetta kohden aikaansaatuja arvonlisää voidaan kasvattaa, mikäli turpeen käyttöä onnistutaan kohdentamaan korkeamman jalostusasteen tuotteisiin. Uusien potentiaalisten turvetuotteiden ympäristövaikutukset tulee selvittää. Näitä tulisi verrata turpeen energiakäytön lisäksi tilanteeseen, jossa turpeennosto lakkaa ja suoluonnon monimuotoisuutta suojellaan ja turpeen sijasta käytetään vaihtoehtoisia tuotteita. Koska turpeen käyttö ei ole ekologisesti kestävä, on pyrittävä löytämään sitä kestävämpiä korvaavia vaihtoehtoja.

Sisällys

Tekijöistä	11
Lyhenteet ja käsitteet.....	12
1 Johdanto.....	13
2 Turpeen tuotanto ja käyttö globaalisti	16
3 Turpeen tuotanto ja käyttö Suomessa.....	18
3.1 Turpeen tuotanto Suomessa.....	18
3.2 Turvetuotannon kansantalouden arvonlisäys ja työllisyysvaikutukset koko Suomessa sekä alueittain	23
3.2.1 Vaikutukset koko kansantaloudessa.....	23
3.2.2 Turpeen noston aluetalousvaikutukset	25
3.3 Turpeen energiakäyttö	27
3.3.1 Turpeen energiakäyttö, yleiskatsaus.....	27
3.3.2 Turpeen energiakäyttö, tilastolähteet ja voimalaitosten määrä	29
3.3.3. Turpeen energiakäyttö, lämmöntuotanto	32
3.3.4 Turpeen energiakäyttö, sähkön tuotanto	36
3.3.5 Turve rakennusten erillislämmityksessä.....	37
3.3.6 Turpeen nykyinen rooli huoltovarmuuspolttoaineena	40
3.4 Turpeen muu käyttö.....	44
3.4.1 Kasvualustaturve.....	47
3.4.2 Kuivikekäyttö.....	48
3.4.3 Kompostoinnin tukiaine.....	48
3.4.4 Maanparannus.....	49
3.4.5 Rakentaminen.....	49
3.4.6 Kosmetiikka	50
3.4.7 Kehitteillä olevat ja suunnitellut turpeen käyttökohteet	50
4 Turpeen tuotannon ja käytön ympäristövaikutukset	52
4.1 Ilmastovaikutukset	53
4.1.1 Turpeen tuotanto.....	54
4.1.2 Turpeen poltto.....	56

4.1.3 Turpeen muu käyttö.....	56
4.1.4 Turpeen tuotantoalueen jälkitila	57
4.1.5 Turpeen käytön elinkaariset kasvihuonekaasupäästöt	58
4.2 Biodiversiteettivaikutukset	60
4.2.1. Biodiversiteetti, suon ekosysteemipalvelut ja turvetuotanto	60
4.2.2 Suoluontotyyppien ja suolajien uhanalaisuus	61
4.3 Vesistövaikutukset	61
4.3.1 Kiintoaines	62
4.3.2 Rauta.....	63
4.3.3 Ravinnekuormitus ja rehevöityminen.....	63
4.3.4 Humus	63
4.3.5 Happamuus.....	64
4.3.6 Vesistövaikutukset tuotannon päättymisen jälkeen	64
5 Turpeen korvaavat vaihtoehdot	66
5.1 Turpeen korvaaminen energiantuotannossa	66
5.2 Korvaavat vaihtoehdot muussa turpeen käytössä	70
5.2.1 Korvaavat kuivikemateriaalit.....	70
5.2.2 Korvaavat kasvualustamateriaalit	72
5.2.3 Korvaavat materiaalit kompostin seosaineeksi.....	75
6 Ohjauskeinot turpeen käytöstä luopumiseksi.....	76
6.1 Katsaus ohjauskeinoihin	76
6.1.1 Päästökauppa.....	77
6.1.2 Nykyiset energiaverot ja -tuet.....	79
6.2 Arvioita taloudellisten ohjauskeinojen vaikutuksesta turpeen käyttöön..	83
6.3 Turpeen käytön kieltäminen.....	84
6.4 Kansainvälisiä esimerkkejä.....	85
6.4.1 Oikeudenmukainen siirtymä	86
6.4.2 Irlanti	88
6.4.3 Ruotsi.....	93
6.4.4 Saksa	97

6.4.5 Kanada	99
6.4.6 Iso-Britannia.....	102
6.4.7 Tanska	106
7 Turpeen käytöstä luopumisen skenaariot ja vaikutukset	109
7.1 Turpeen käytöstä luopumisen skenaariot	109
7.1.1 Perusskenaario.....	113
7.1.2 Turpeen käytöstä luopuminen Bio-skenaariossa	114
7.1.3 Turpeen käytöstä luopuminen LP-Bio-skenaariossa	116
7.2 Skenaarioiden valtakunnallisten vaikutusten arviointi	118
7.2.1 Ilmasto-, biodiversiteetti- ja vesistövaikutukset.....	118
7.2.2 Vaikutukset työllisyyteen ja talouteen.....	124
7.3 Skenaarioiden aluetaloudellisten vaikutusten arviointi	131
7.4 Skenaarioiden oletusten ja tulosten tarkastelua.....	138
7.4.1 Skenaarioiden toteutumiseen liittyviä kysymyksiä	138
7.4.2 Skenaarioiden talousvaikutuksista.....	140
8 Yhteenveto, johtopäätökset ja suositukset.....	142
8.1 Yhteenveto ja johtopäätökset.....	142
8.2 Suositukset	147
Lähteet	150
Liite 1: Vaikutusten arviointi panos-tuotosmallilla – menetelmäkuvaus	176
Liite 2: Skenaariomallinnus	181

Tekijöistä

Raportin ovat kirjoittaneet seuraavat Suomen ympäristökeskuksen henkilöt:

ryhmäpäällikkö, dosentti, Sampo Soimakallio (luvut 1, 2, 4.1, 5.1, 6.2, 6.3, 7.1, 7.2.1, 7.4, 8)

tutkija, FM, DI, Paula Sankelo (luvut 1, 3.1, 3.3.1-3.3.5, 7.1, 8)

tutkimusprofessori, KTT, Maria Kopsakangas-Savolainen (luvut 6.1-6.3, 7.2.2, 8)

erikoissuunnittelija, VTM, Camilla Sederholm (luvut 2, 6.4, 8)

erityisasiantuntija, DI, Karoliina Auvinen (luvut 5.1, 7.1, 7.4, 8)

tutkija, MSc, VTM Tero Heinonen (luvut 3.3.6, 4.2-4.3, 8)

tutkija, FM, Annika Johansson (luvut 2, 3.4, 5.2, 6.4, 8)

tutkija, DI, Jáchym Judl (luvut 2, 3.1, 6.4, 8)

tutkija, KTM, Santtu Karhinen (luvut 3.2, 7.2.2, 7.3, 7.4, 8)

tutkija, FM, Suvi Lehtoranta (3.4, 4.1.3, 5.2, 8)

tutkija, FT, Satu Räsänen (luvut 4.2-4.3)

tutkija, KTM, VTM, Hannu Savolainen (luvut 3.1-3.2, 7.1, 7.2.2, 7.3, 7.4, 8)

Lyhenteet ja käsitteet

CH ₄	metaani
CHP	combined heat and power production (yhdistetty sähkön ja lämmön tuotanto)
CO ₂	hiilidioksidi
CO ₂ -ekv.	hiilidioksidiekvivalentti
€	euro
ha	hehtaari
IPCC	hallitustenvälinen ilmastopaneeli
J	joule
kk	kuukausi
km	kilometri
M	mega (10 ⁶)
μ	mikro (10 ⁻⁶)
N ₂ O	typpioksiduuli
pH	liuoksen happamuus
£	punta
GWP	Global warming potential (kasvihuonekaasun lämmitysvaikutus suhteessa hiilidioksidiin, jonka GWP on 1)
t	tonni
t _{ka}	tonnia kuiva-ainetta
Mt	miljoonaa tonnia
Mt _{ka}	miljoonaa tonnia kuiva-ainetta
T	tera (10 ¹²)
m ²	neliömetri
m ³	kuutiometri
Mm ³	miljoonaa kuutiometriä
suo-m ³	suokuutio
VTT	Teknologian tutkimuskeskus VTT
W	watti
Wh	wattitunti

1 Johdanto

Turve on osittain hajonnutta kasvibiomassaa, jota kerääntyy vedenalaisissa olosuhteissa pitkän ajan kuluessa. Turvemaat ovat tärkeitä ihmisyhteiskunnalle ympäri maailmaa. Ne sitovat ja varastoivat orgaanista hiiltä, ne ovat tärkeitä biologisen monimuotoisuuden säilyttämisessä, vesijärjestelmän ja veden laadun sääntelyssä ja ne tarjoavat muita elinkeinoja tukevia ekosysteemipalveluita. Turvemaita on maailmanlaajuisesti yli 180 maassa. Vaikka turvemaat kattavat alle 3 % maapallon pinta alasta, ne ovat suurin maanpäällinen orgaanisen hiilen varasto. Maailman turvemaat varastoivat suurin piirtein yhtä paljon hiiltä kuin sitä on ilmakehässä tai maanpäällisessä kasvillisuudessa ja kaksi kertaa niin paljon kuin sitä on maailman metsissä. Yhteen turvehehtaariin on varastoitunut keskimäärin noin 10 kertaa enemmän hiiltä tyypilliseen mineraalimaaperään verrattuna. Hiilidioksidipäästöt kuivatuista tai palaneista turvemaista ovat arvion mukaan keskimäärin noin 5 % maailman kaikista vuosittaisista CO₂-päästöistä. Kuivattu tai palanut turvemaa aiheuttaa päästöjä hyvin lyhyessä ajassa verrattuna aikaan, joka on kulunut hiilen sitoutumiseen turvemaahan. (Crump 2017, FAO and Wetlands International 2012)

Maailmanlaajuisesti turpeen käytöstä noin puolet on energiakäyttöä ja puolet muuta käyttöä. Muu käyttö sisältää pääasiassa turpeen käyttämistä kasvualustana, maisemointiin sekä teollisuuden jätevesien käsittelyyn. Tekniikat turpeen nostamiseksi ovat eri puolilla maailmaa samankaltaisia. (IPCC 2006) Vielä vuonna 2008 noin 17 miljoonaa tonnia (Mt)¹ turvetta poltettiin energiaksi, ja siitä lähes puolet käytettiin Suomessa, noin neljännes Irlannissa ja noin neljännes yhteensä Valko-Venäjällä, Venäjällä ja Ruotsissa. Muissa maissa turpeen energiakäyttö oli hyvin vähäistä. (World Energy Council 2013)

Suomessa noin kolmannes pinta-alasta on soita ja Suomi onkin yksi maailman suurikkaimmista maista. Suopinta-alasta noin 0,7 % on turpeen tuotantokäytössä (YLVA 2020). Suurimmat turpeen tuotantoalat ovat Etelä-Pohjanmaan ja Pohjois-Pohjanmaan maakunnissa. Suomessa turvetta on käytetty pitkään erityisesti energiantuotantoon. Turpeen energiakäytön määrä on vaihdellut vuosittain riippuen muun muassa sääolosuhteista ja turpeen kilpailukyvystä muihin polttoaineisiin nähden. 1970-luvulta saakka turpeen energiakäyttö on vastannut suurimmillaan lähes 15 % Suomen kokonaisenergiankulutuksesta, mutta viimeisten vuosien (2012-2018) aikana sen osuus on laskenut vajaaseen 5 %:iin. Vuonna 2017 turpeen energiakäyttö aiheutti noin 5,8 Mt CO₂-ekv. suuruiset päästöt, jotka vastasivat noin 10 % Suomen kasvihuonekaasupäästöistä (pl. maankäyttö, maankäytön muutos ja metsä-

¹ Turpeen massamäärä on ilmoitettu ilmakuivana, eli 35-55 %:n kosteudessa.

talous -sektorin, eli ns. LULUCF-sektori). Lisäksi turpeen tuotanto ja muu kuin energiakäyttö aiheuttivat päästöjä noin 1,7 Mt CO₂-ekv. Nämä päästöt raportoidaan osana LULUCF-sektorin päästöjen ja poistumien tasetta. (Tilastokeskus 2019a) Kasvihuonekaasupäästöjen lisäksi turpeen nostolla ja käytöllä on vaikutuksia vesistöihin ja luonnon monimuotoisuuteen.

Turvetuotannon työllistävästä vaikutuksista on esitetty erilaisia arvioita eri ajankohtina. VTT arvioi vuonna 2010 turpeen kokonaistyöllisyysvaikutukseksi noin 12 350 henkilötyövuotta, josta energiaturpeen osuus oli noin neljä viidesosaa (Leinonen 2010). Arvio perustuu laskelmaan, jossa energiaturpeen tuotantomäärä on 25 terawattituntia (TWh) vuodessa (n. 7 % primäärienergiankulutuksesta), mikä vastaa Alakangas ym. (2016) mukaan noin 25 miljoonaa kuutiota (Mm³) ja neljää miljoonaa tonnia kuiva-ainetta (Mt_{ka}). Tämä on huomattavasti enemmän kuin nykytaso: esimerkiksi vuonna 2018 turpeella tuotettiin energiaa 17 TWh (vajaa 5 % primäärienergiankulutuksesta) (ks. luku 0). Bioenergia ry tiedotti vuonna 2019, että vuonna 2018 turvetuotannon suora työllistävä vaikutus oli noin 2300 henkilötyövuotta ja kerrannaisvaikutus huomioon ottaen noin 4200 henkilötyövuotta (Bioenergia ry 2019). Arviot saattavat vaihdella toisistaan osin turvetuotannon volyymin ja osin käytetystä arviointimenetelmästä riippuen. Tässä selvityksessä tarkastellaan turvetuotannon työllisyyttä kansantaloutta kuvaavalla panos-tuotosmallilla.

Pääministeri Sanna Marinin hallituksen tavoitteena on toimia tavalla, jonka seurauksena Suomi on hiilineutraali vuonna 2035 ja hiilinegatiivinen nopeasti sen jälkeen (Valtioneuvosto 2019). Tavoite on tarkoitus saavuttaa nopeuttamalla päästövähennystoimia ja vahvistamalla hiilinieluja (Valtioneuvosto 2019). Turpeen energiakäyttö pyritään hallitusohjelman mukaan vähintään puolittamaan vuoteen 2030 mennessä. Huhtikuussa 2020 Työ- ja elinkeinoministeriö on hallitusohjelman linjauksen mukaisesti asettanut työryhmän, jonka tavoitteena on selvittää keinot, joiden avulla turpeen käyttö suuntautuu hallitulla ja alueellisesti ja sosiaalisesti oikeudenmukaisimmalla tavalla polton sijasta korkeamman jalostusasteen innovatiivisiin tuotteisiin (TEM 2020).

Euroopan komission vertailuskenaarion mukaisella päästöoikeuden hintakehityksellä ja keskipitkän aikavälin ilmastopoliittisen suunnitelman (KAISU) laatimishetkellä jo päätetyillä ohjauskeinoilla Suomen kasvihuonekaasupäästöjen (pl. LULUCF-sektori) arvioidaan alentuvan vuoden 2018 tasolta (n. 56 Mt CO₂-ekv.) noin tasolle 44 Mt CO₂-ekv. vuoteen 2035 mennessä ja noin tasolle 27 Mt CO₂-ekv. vuoteen 2050 mennessä (Koljonen ym. 2020). Näillä oletuksilla kansallisen taakanjakosektorin (liikenteen, maatalouden, jätehuollon, rakennusten erillislämmityksen ja muun päästökaupan ulkopuolisen toiminnan) päästöt ovat kuitenkin arviolta noin 26

Mt CO₂-ekv. vuonna 2030, kun niiden EU:n 2030-ilmastovelvoitteiden mukaisesti tulisi olla korkeintaan 21 Mt CO₂-ekv. (Koljonen ym. 2017). LULUCF-sektorin nettoielun suuruus riippuu voimakkaasti siitä, miten metsien puuston kasvu ja poistuma kehittyvät. Laadittujen arvioiden perusteella uusia toimia tarvitaan sekä EU:n 2030 ilmastovelvoitteiden että hallitusohjelmaan kirjatun hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi (Koljonen ym. 2017, 2020).

Suomen hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi fossiilisten polttoaineiden ja turpeen käytöstä aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä tulee vähentää merkittävästi (Koljonen ym. 2020). Maankäyttöä koskevassa erikoisraportissaan hallitustenvälinen ilmastopaneeli IPCC suosittelee, että turvemaita tulee suojella niiden hiilen-sidontakyvyn vuoksi ja tähdentää, että suojelulla on välittömiä vaikutuksia ilmastonmuutoksen hillintään (IPCC 2019). Suomen ilmastopaneeli on tuoreessa raportissaan todennut, että eräs kansallisen ilmastopolitiikkamme koetinkivi on turpeen energiakäytöstä luopuminen sosiaalisesti hyväksyttävällä tavalla (Järvelä ym. 2020). Turpeen energiakäytöstä luopumisella on työllisyysvaikutuksia energia-sektorilla, mutta toisaalta turvetuotannon ympäristövaikutukset voivat nykyisellään aiheuttaa haittaa matkailu- ja virkistyssektorilla. Työntekijäpuolelta Suomen Ammattiliittojen Keskusjärjestö SAK on tuoreessa raportissaan nostanut turvetuotannon esiin elinkeinona, jota joudutaan ilmastonmuutoksen vuoksi tuntuvasti rajoittamaan, ja jonka suhteen on tärkeää tarkastella oikeudenmukaista siirtymää Suomessa (SAK ry 2020).

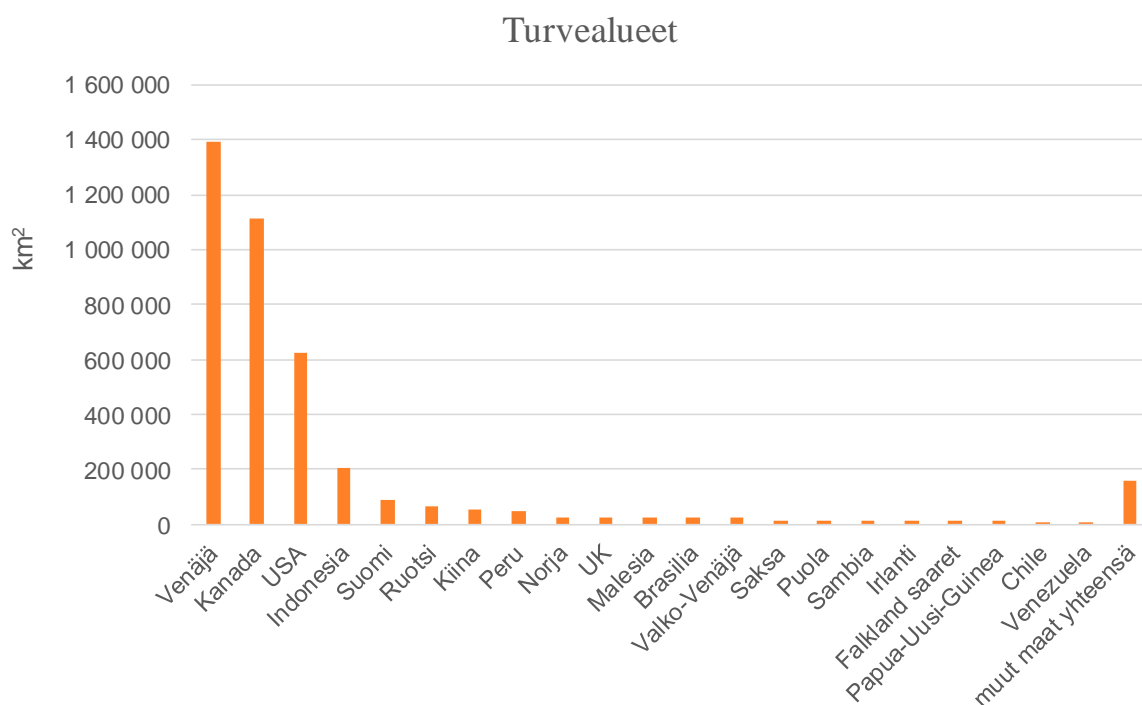
Tämän selvityksen tavoitteena on tuottaa ajankohtainen lähdekirjallisuuden perustuva kokonaiskuva turpeen käytön tämänhetkisistä ja turpeen käytöstä luopumisen kansantaloudellisista, ilmasto- ja ympäristövaikutuksista. Lisäksi tässä selvityksessä käsitellään erityisesti turvetoimialan näkökulmasta, millaisin keinoin on mahdollista tukea oikeudenmukaista siirtymää ilmaston kannalta haitallisista elinkeinoista kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa. Kansantaloudelliset analyysit on tehty ympäristölaajennetulla panos-tuotosmallilla (ENVIMAT), ja alueellisten vaikutusten arvioinnissa on hyödynnetty alueellisen taloustiedon tietokannan (ALTA) alueellisia panos-tuotosmalleja.

Raportissa luodaan aluksi katsaus turpeen tuotannon ja käytön nykytilaan globaalisti (luku 2) ja tarkemmin Suomen osalta (luku 3). Turpeen tuotannon ja käytön ilmasto-, biodiversiteetti- ja vesistövaikutuksia tarkastellaan luvussa 4. Turpeen käytön korvaavia vaihtoehtoja tarkastellaan luvussa 5 erikseen energiakäytölle ja muulle kuin energiakäytölle. Luvussa 6 esitellään mahdollisia ohjauskeinoja turpeen käytöstä luopumiselle yleisesti ja kansainvälisten esimerkkien kautta. Turpeen käytöstä luopumisen keskeisiä vaikutuksia kansantaloudelle ja

ympäristölle tarkastellaan muutaman skenaarion kautta luvussa 7. Keskeiset johtopäätökset on koottu lukuun 8.

2 Turpeen tuotanto ja käyttö globaalisti

Globaalisti noin 3 % maaperästä, hieman yli 4 miljoonaa neliökilometriä (Mkm²), on turvemaita (kuva 1). (Parish ym. 2008). Turvemaista noin kaksi kolmasosaa sijaitsee Venäjällä ja Kanadassa. Euroopan turvemaista suurin osa on Suomessa (n. 17 %) ja Ruotsissa (n. 13 %). Globaalisti turvemaista lähes 90 % on luonnontilaisia, noin 10 % on maataloudessa, metsätaloudessa ja ojitettuina trooppisina soina ja noin 0,05 % on turpeen tuotannossa. World Energy Council arvioi vuonna 2013 turpeen globaaliksi määräksi 6000–13800 miljardia suokuutiota ja turpeen hiilisisällöksi 300–695 miljardia tonnia. (World Energy Council 2013)



Kuva 1. Turvealueet globaalisti. Mukana maat, joissa turvealue on vähintään 10 000 km². (Lähde: World Energy Council 2013)

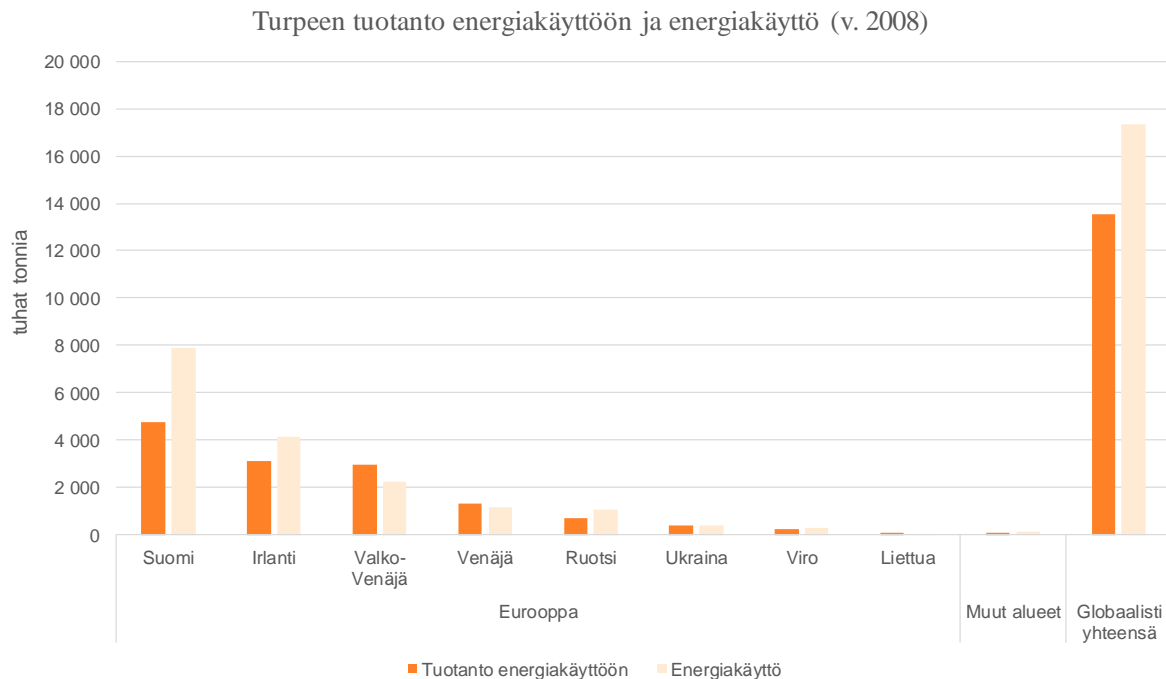
Pohjoismaiden Ministerineuvoston raportin mukaan Pohjoismaissa ja Baltiassa noin 44 % turvealueista on kuivattu. Osuus on korkea verrattuna globaaliin kuivattujen turvemaiden osuuteen (noin 12 %), mutta alhaisempi kuin Euroopassa keskimäärin (n. 60 %) (Joosten 2009). Pienempi kuivattujen soiden osuus Pohjoismaissa Eurooppaan verrattuna johtuu erityisesti siitä, että Norjassa ja Ruotsissa alle 20 % turvemaista on kuivattu. Muissa Pohjoismaissa ja Baltiassa vastaava luku on

vähintään kaksi kolmasosaa (pl. Grönlanti). Suomessa jopa 78 % turvealueista on kuivattu, mikä asettaa Suomen tilastoissa kärkeen heti Tanskan jälkeen. Tanskassa turvemaita on kuivattu yli 90 %, mutta maan turveala on vain 2 % Suomen turvealaan verrattuna. Baltian maissa vastaavasti 72 % turvemaista on kuivattu. Baltian turvealueiden suuruusluokka on vain noin viidesosa Suomeen verrattuna (Barthelmes ym. 2015).

World Energy Council (2013) arvioi turpeen globaalien tuotannon ja käytön energiaksi vuonna 2008 (kuva 2). Kyseisen arvion mukaan energiaturpeen tuotanto oli arviolta noin 13,5 Mt (35-55 %:n kosteudessa), mikä vastaa kuiva-aineena 6-9 Mt_{ka}, tilavuutena 34-51 Mm³ ja turpeen tyypillisellä kuiva-aineen hiilipitoisuudella (52-56 %) noin 3-5 Mt hiiltä (Alakangas ym. 2016). Vastaavasti energiaturpeen käyttö oli noin 17,3 Mt (n. 8-11 Mt_{ka}, 44-64 Mm³, 4-6 Mt hiiltä). Suurin osa turpeen tuotannosta ja energiakäytöstä tapahtuu Euroopassa (kuva 2), erityisesti Suomessa. Vuonna 2008 noin 35 % globaalista turpeen tuotannosta ja yli 45 % turpeen energiakäytöstä tapahtui Suomessa. Suomen jälkeen toiseksi suurin eurooppalainen turpeen energiakäyttäjä on Irlanti.

Leinosen (2010) mukaan kasvuturpeita käytetään maailmanlaajuisesti arviolta 40 Mm³ (noin 7 Mt_{ka}) vuodessa, mikä on samaa suuruusluokkaa kuin World Energy Councilin (2013) esittämä arvio energiaturpeen käytöstä vuonna 2008. Kasvuturpeen tuotanto EU:ssa oli vuosina 2006-2009 noin 25 Mm³ ja Suomessa noin 2 Mm³ (Leinonen 2010). Kasvuturpeen merkittävimpiä tuottaja- ja vientimaita Suomen ohella ovat Ruotsi, Baltian maat, Irlanti ja Kanada (Leinonen 2010). Irlannista viedään turvetta kasvualustoihin Eurooppaan ja sienten kasvattamiseen Etelä-Afrikkaan ja Amerikkaan. Vuonna 2003 turvetta myytiin Irlannista ulkomaille 2,6 Mm³ 48 M€:n arvosta (Renou-Wilson ym. 2011). Kasvualustaliiketoiminnan ennakoidaan kasvavan ja muodostavan yhä suuremman osan pintaturpeen tuotannosta (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2015).

Erään arvion mukaan Kiinan turpeen kysyntä huonolaatuisen maatalousmaan maaperän parannukseen vuosille 2017-2022 on arviolta 100 Mm³ (noin 18 Mt_{ka}) vuodessa (Hortidaily 2017). Tämä on samaa suuruusluokkaa kuin World Energy Councilin (2013) ja Leinosen (2010) esittämät arviot energia- ja kasvuturpeen yhteenlasketulle käytölle. Xianmin (2016) arvioi, että Kiinan turpeen kokonaiskysyntä voi kasvaa jopa 250 Mm³ (noin 100 Mt). Kiinan turvealue on vain noin 60 % Suomen turvealueesta (kuva 1). Mikäli Kiinan kysyntä kasvaa ennakoidulla tavalla, maa ei todennäköisesti tulisi olemaan turpeen suhteen omavarainen. Turpeen vienti Kiinaan tulisi kasvamaan merkittävästi, ja tämä vaikuttaisi turpeen kysyntään ja tuotantoon globaalisti. On kuitenkin epäselvää, kuinka näin suureen kysynnän kasvuun voitaisiin vastata.



Kuva 2. Turpeen tuotanto energiakäyttöön ja energiakäyttö vuonna 2008. Turpeen massa on ilmoitettu ilmakeivana (kosteuspitoisuus 35%-55%). (Lähde: World Energy Council 2013)

Yhteenveto – Turpeen tuotanto ja käyttö globaalisti

Globaalisti turvemaita on noin 3 % maapinta-alasta ja niistä 90 % on luonnontilaisia. Kaksi kolmasosaa turvemaista sijaitsee Venäjällä ja Kanadassa. Suomen turvevarat ovat maailman viidenneksi suurimmat, ja Suomessa turvetta hyödynnetään eniten energiantuotannossa. Vuonna 2008 noin 35 % globaalista turpeen tuotannosta ja yli 45 % turpeen energiakäytöstä tapahtui Suomessa. Vuonna 2008 turvetta käytettiin globaalisti suurin piirtein yhtä paljon energiaksi ja kasvuturpeeksi. Turpeen energiakäyttö on vähenemässä, mutta kasvuturpeen globaalin kysynnän arvioidaan olevan kasvussa, mikä voi johtaa turpeen globaalien markkinoiden kasvuun.

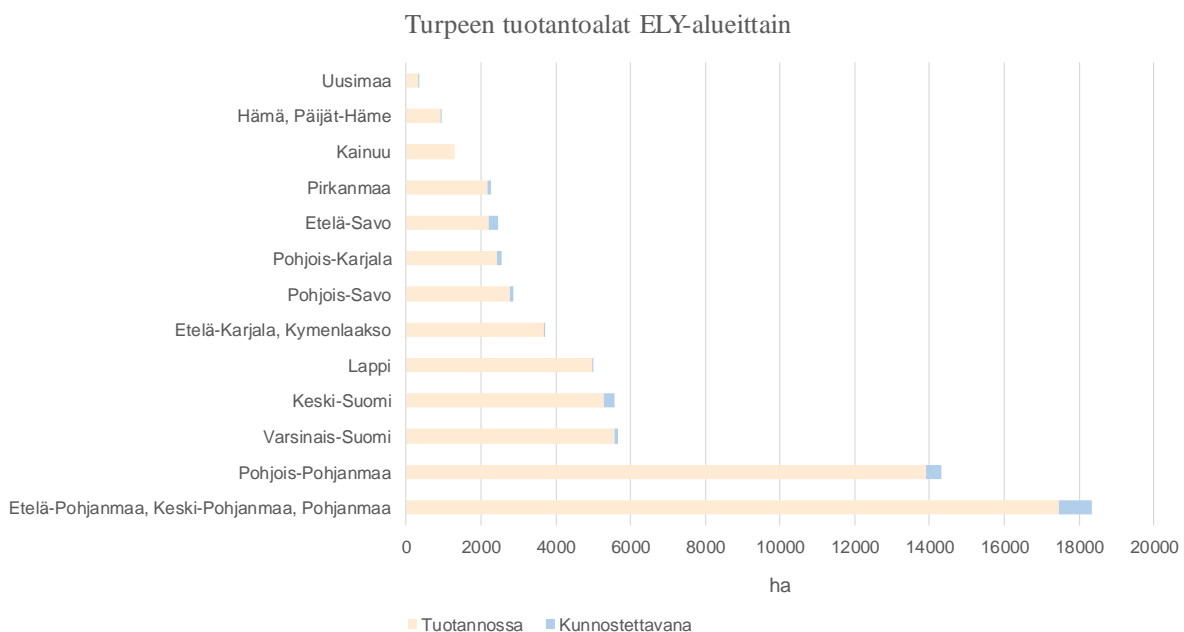
3 Turpeen tuotanto ja käyttö Suomessa

3.1 Turpeen tuotanto Suomessa

Suomessa on noin 9,3 miljoonaa hehtaaria suota, josta puolet on ojitettu maa- ja metsätalousmaaksi. Turpeen vuosittaiseen tuotantoon käytetty ala on vuosina 1990–2017 tilastojen mukaan vaihdellut noin 65 ja 90 tuhannen hehtaarin välillä. Tuotanto-

kauden sääolosuhteet aiheuttavat voimakasta vuosittaista vaihtelua turpeen energia-käyttöön, sillä sateisena kesänä saadaan vähäisempi tuotanto. Aktiivisessa turvetuotannossa olevien alueiden lisäksi kansallisessa metsäinventaariossa on huomioitu noin 10-40 tuhatta hehtaaria alueita, joilla turvetuotanto ei ole ollut aktiivista, mutta jotka on luokiteltu turpeen tuotantoalueiksi. Kansallisen metsäinventoinnin mukaan turpeen tuotantoalueiksi luokiteltu ala on vaihdellut vuosina 1990–2017 noin 80–110 tuhannen hehtaarin välillä. Kaiken kaikkiaan tuotantoalueiden laajuus on noin 1 % Suomen soiden ja turvemaiden pinta-alasta (9,3 miljoonaa hehtaaria). (Tilastokeskus 2019b)

Vuonna 2018 turvetuotannossa oli yhteensä 63 000 ha (kuva 3) ja turvetuotantoon kunnostettavana 2300 ha. Nämä ovat yhteensä noin 0,7 % kokonais-suomalasta. Eniten turvetuotantoalueita on Etelä-Pohjanmaalla (17 500 ha) ja Pohjois-Pohjanmaalla (14 000 ha), joiden turvetuotantoalueet muodostavat pinta-alaltaan puolet koko Suomen turvetuotantoalasta. (YLVA 2020)

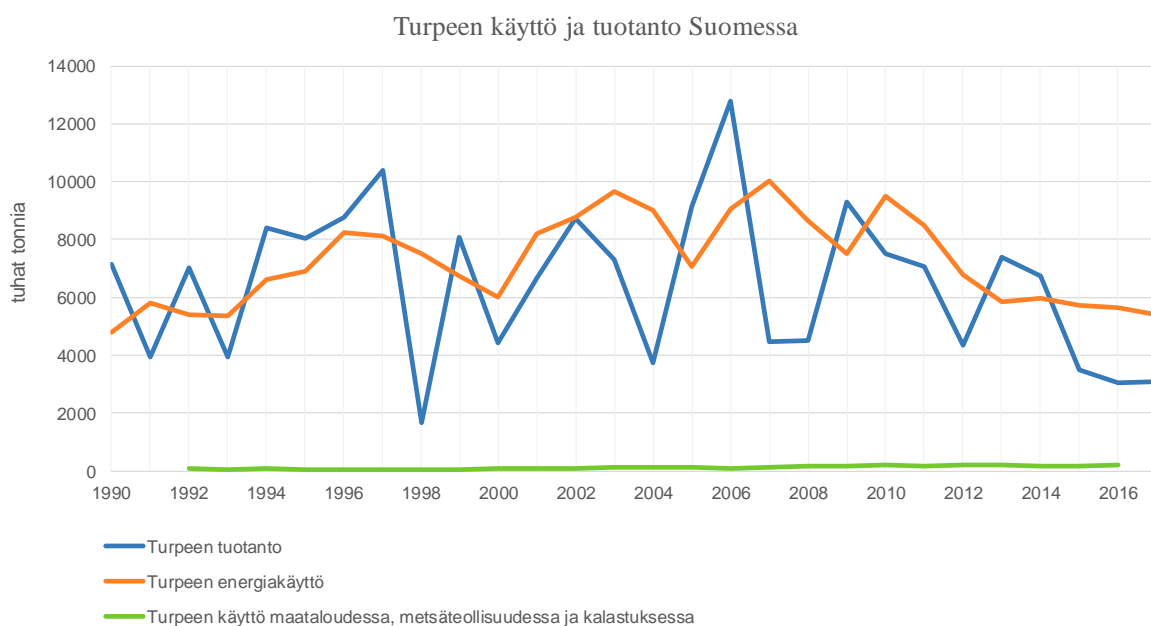


Kuva 3. Turpeen tuotantoalat ELY-alueittain (Lähde: YLVA-tietojärjestelmä 28.1.2020).

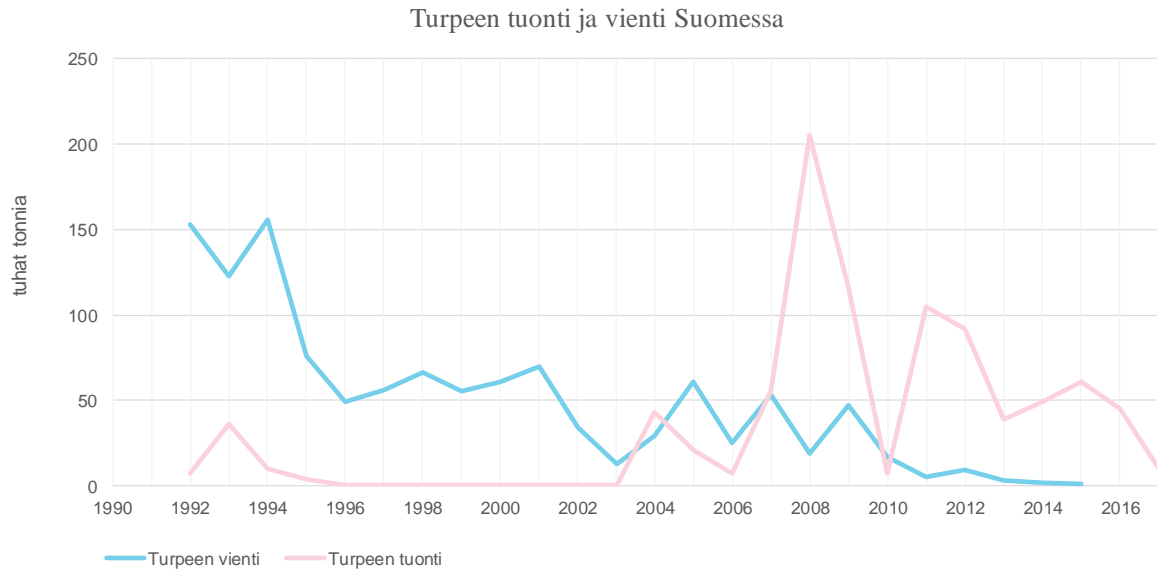
Turvetuotannon kesto alueella on 15–30 vuotta, ja turvetuotannosta vapautuu vuosittain noin 2500–3000 hehtaaria. Vuoteen 2020 mennessä turvetuotannosta on arvion mukaan poistunut noin 44 000 hehtaaria (MMM 2011). Kaiken kaikkiaan tuotannosta poistuneita sekä turvetuotannossa ja kunnostettavana olevia maita on yhteensä 110 000 hehtaaria. Tämä vastaa 1,2 % koko maan suomalasta. Turvetuotannosta vapautuvien alueiden pinta-aloja tai käyttömuotoja ei tilastoida maanomistajalle luovutuksen jälkeen. Bioenergia ry tekee maanomistajille jälki-käytöstä vuosittaisen kyselyn, jonka perusteella 75 % turvetuotantoalueista

metsitetään. Loput otetaan maatalouskäyttöön, niille perustetaan kosteikko tai ne jätetään kasvittumaan itsestään.

Suomessa tuotetun turpeen ylivoimaisesti tärkein käyttökohde on energiakäyttö. Kuva 4 havainnollistaa, kuinka olosuhteiltaan suotuisaa turvetuotantokesää tyypillisesti seuraa turpeen energiakäytön lisääntyminen seuraavalla talvikaudella. Tuotanto ja kulutus eivät kuitenkaan vastaa toisiaan vuositasolla tai edes vuoden viipeellä, vaan hyvän turvetuotantokesän jälkeen osa turpeesta jää varastoon (ks. alaluku o). Turpeen muu kuin energiankäyttö on huomattavasti vähäisempää, kuten kuvan 4 vihreä käyrä havainnollistaa. Turvetta sekä tuodaan Suomeen että viedään Suomesta, mutta omaan tuotantoon nähden hyvin vähäisessä määrin (kuva 5).



Kuva 4. Turpeen käyttö ja tuotanto Suomessa (Lähde: UN Statistics Division 2020).

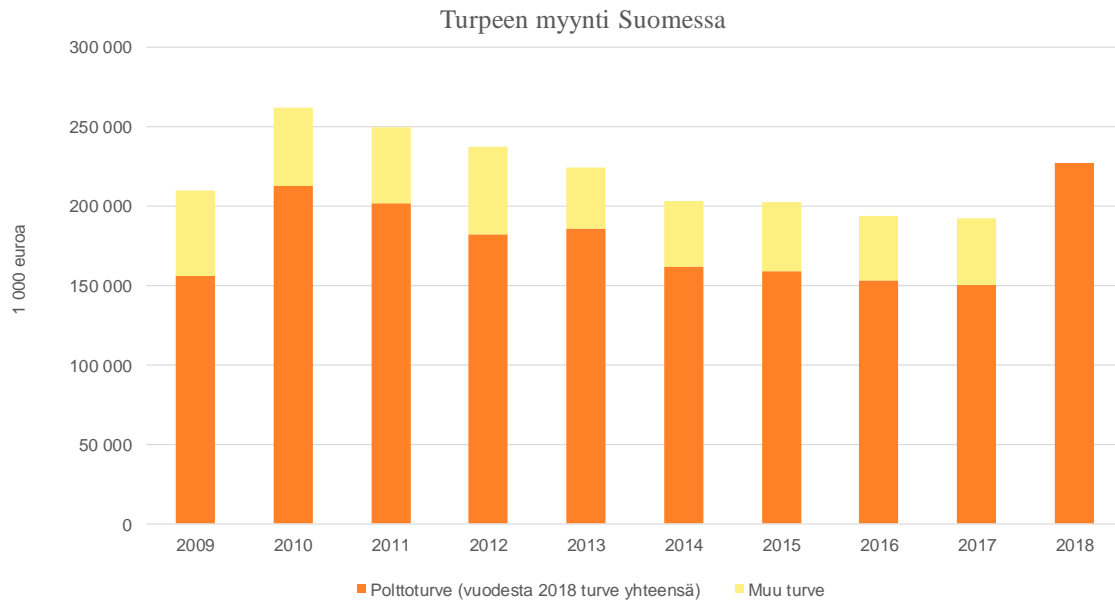


Kuva 5. Turpeen tuonti Suomeen ja vienti Suomesta (Lähde: UN Statistics Division 2020).

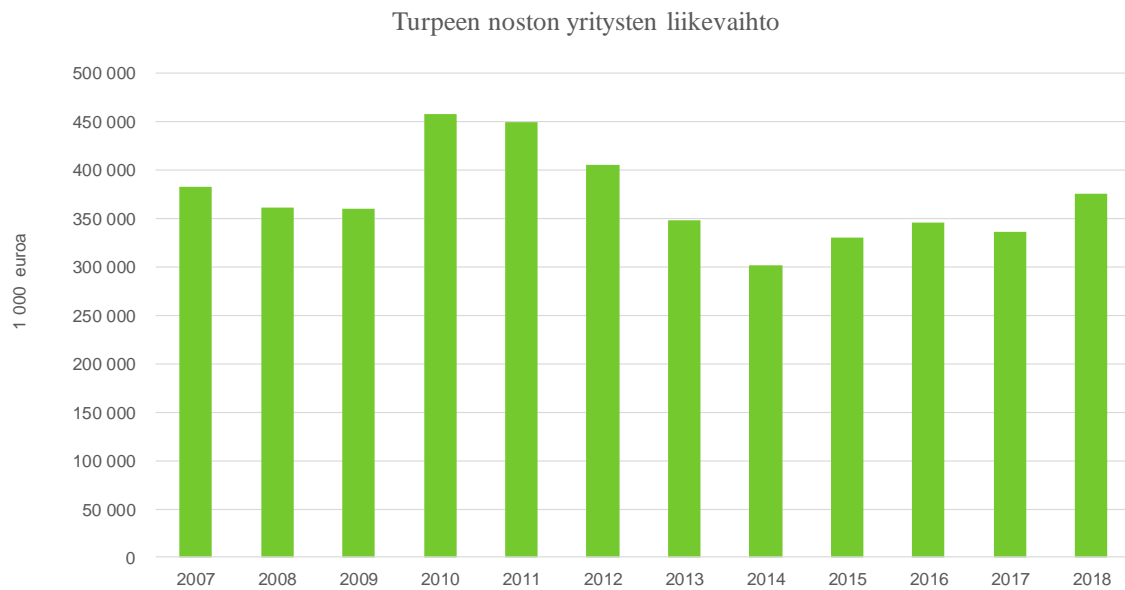
Suomessa myydyn turpeen arvo² on vuosien 2009–2018 aikana ollut noin 200–250 miljoonaa euroa vuodessa (kuva 6). Vuosi 2010 on tarkasteluvälin huippuvuosi. Kasvuturpeen, turvepehkun ja turvebrikettien (muu turve) myynnin arvo on ollut noin 20 % kokonaisarvosta. Vuodesta 2018 lähtien turvetta ei enää erotella käyttötarkoituksen mukaisesti Tilastokeskuksen Teollisuustuotantotilastossa. Suomessa varsinaisten turpeen noston yritysten (toimialaluokitus 0892 turpeen nosto) lisäksi turvetta tuotetaan vähäisiä määriä myös toimialalla 162 puu-, korkki-, olki- ja punontatuotteiden valmistus.

Kun tarkastellaan turpeen noston toimialalla toimivien yritysten liikevaihtoa, huomataan samankaltainen kehitys kuin myydyn turpeen tuotannon arvossa (kuva 7). 2000-luvun huippuvuosien (2010–2011) jälkeen vuosittainen liikevaihto on laskenut 300–350 miljoonan euron välille. Vuonna 2018 liikevaihto kääntyi selvemmin nousuun. Turpeen noston yritysten liikevaihto koostuu turpeen myynnin lisäksi myös muista tuotteista, mikä selittää eroa myydyn turpeen arvon ja liikevaihdon välillä.

² Kansantalouden tilinpidon käyttämä käsite, vastaa karkeasti ottaen turpeen myynnin synnyttämää liikevaihtoa.



Kuva 6. Myydyn turpeen vuotuinen arvo 2009-2018. Vuoden 2018 tilastoinnissa on luovuttu turpeen erottelusta polttoturpeeseen ja muuhun turpeeseen. (Lähde: Suomen virallinen tilasto 2020a)



Kuva 7. Turpeen noston (toimiala 0892) yritysten liikevaihto 2007-2018 (Lähde: Suomen virallinen tilasto 2020b).

Yhteenveto – Turpeen tuotanto Suomessa

Suomessa turvetuotannossa on noin 0,7 % kokonaissuualasta. Noin puolet Suomen turvetuotantoalueista sijaitsee Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaalla. Suomessa suurin osa (n. 90 %) turpeesta käytetään energiaksi (vuonna 2017 noin 5,5 Mt). Turpeen tuonti Suomeen ja vienti Suomesta ovat olleet hyvin vähäisiä kotimaiseen tuotantoon ja käyttöön nähden. Suomessa myydyn turpeen arvo on viime vuosina ollut noin 200–250 miljoonaa euroa vuodessa ja turpeen noston toimialalla toimivien yritysten liikevaihto noin 300–350 miljoonaa euroa vuodessa.

3.2 Turvetuotannon kansantalouden arvonlisäys ja työllisyysvaikutukset koko Suomessa sekä alueittain

Turvetuotannon kansantaloudellisia vaikutuksia arvioitiin tuotoksen, arvonlisäyksen ja työllisyyden näkökulmista. Sekä koko maan että alueellisessa tarkastelussa hyödynnettiin panos-tuotosmallia (ks. menetelmäkuvaus liitteestä 1). Vaikutukset jaettiin suoriin, välillisiin ja tulovaikutuksiin. Suora vaikutus sisältää turpeen noston toimialan suorat taloustoimet (tuotos, arvonlisäys, työllisyys henkilötyövuosina). Välilliset vaikutukset käsittävät turpeen noston aikaansaamat talousvaikutukset muilla toimialoilla. Tulovaikutuksiin sisältyvät turpeen noston toimialan maksamien palkkojen aikaansaamat kotitalouksien kysynnän talousvaikutukset. Turpeen nostoa on käsitelty omana toimialanaan, joka tuottaa sekä energia- että kasvuturvetta.

3.2.1 Vaikutukset koko kansantaloudessa

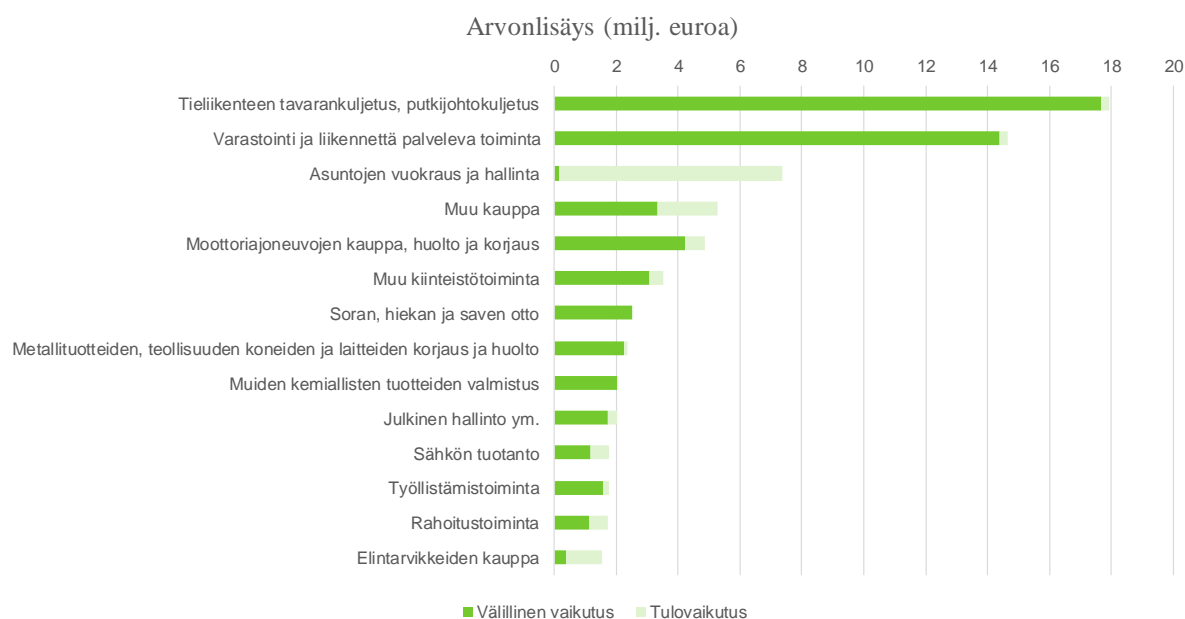
Turpeen noston vaikutukset koko kansantalouden tuotokseen olivat vuonna 2015 yhteensä 444 miljoonaa euroa. Suorat vaikutukset olivat 46 % (204 milj. euroa), välilliset vaikutukset 44 % (193 milj. euroa) ja tulovaikutukset 11 % (47 milj. euroa) kokonaisvaikutuksista (taulukko 1). Käytetty laskentamalli on kalibroitu vuoteen 2015.

Arvonlisäyksessä suorat vaikutukset olivat 44 % (80 milj. euroa), välilliset 43 % (78 milj. euroa) ja tulovaikutukset 13 % (24 milj. euroa). Kokonaisvaikutus Suomen bruttokansantuotteeseen oli 181 miljoonaa euroa. Arvonlisäyksen välilliset ja tulovaikutukset jakautuivat useille toimialoille, joista tärkeimmät olivat tieliikenteen tavarankuljetus (18 %) ja varastointi ja liikennettä palveleva toiminta (14 %) (kuva 8). Asuntojen vuokraus ja hallinta -toimialan (7 %) vaikutus koostui miltei ainoastaan

tulovaikutuksesta. Muun tukku- ja vähittäiskaupan (ei sisällä elintarvikkeiden tukku- ja vähittäiskauppaa eikä jätteen tukkukauppaa) osuus arvonlisäysvaikutuksesta (5 %) jakaantui sekä välilliseen että tulovaikutukseen.

Taulukko 1. Turpeen noston kansantaloudelliset vaikutukset Suomessa 2015 jaettuna suoriin, välillisiin ja tulovaikutuksiin.

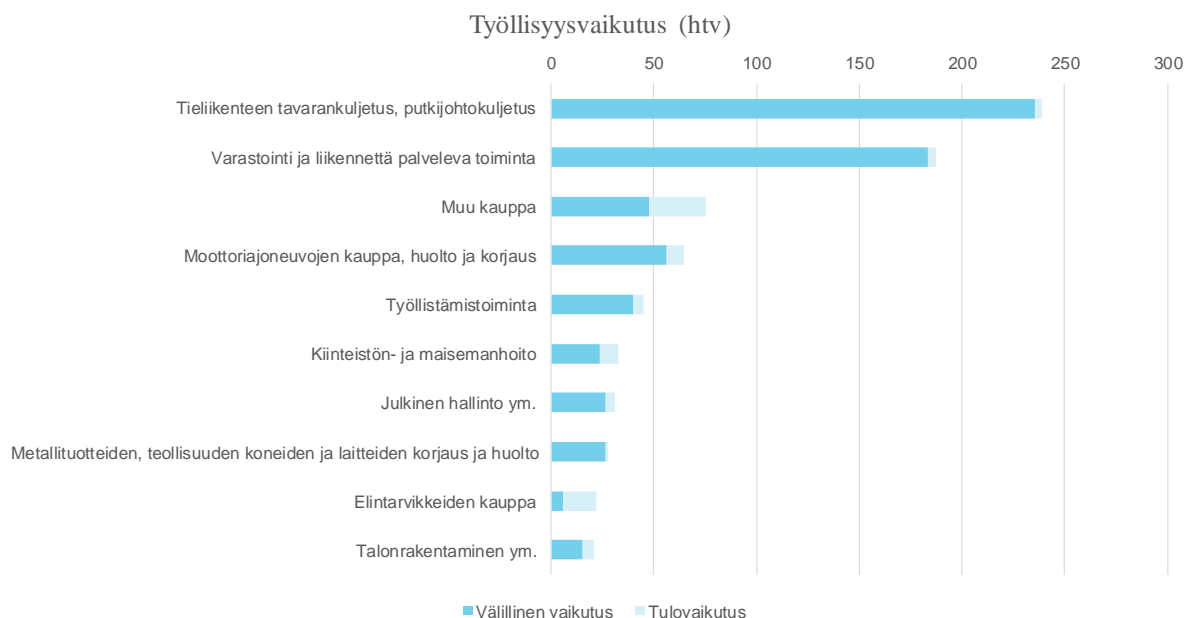
	Suora (turpeen noston toimiala)	Välilliset	Tulovaikutus	Yhteensä
tuotos (milj. euroa)	204	193	47	444
arvonlisäys (milj. euroa)	80	78	24	181
työllisyys (htv)	1301	930	226	2457



Kuva 8. Turpeen noston välillinen ja tulovaikutus arvonlisäykseen toimialoittain vuonna 2015.

Työllisyysvaikutuksista 53 % (1301 htv) oli suoria turpeen noston toimialan henkilötyövuosia, 38 % (930 htv) välillisiä ja 9 % (226 htv) tulovaikutuksesta aiheutuvia. Kokonaisvaikutukset olivat 2457 henkilötyövuotta. Välilliset ja tulovaikutukset jakaantuivat samankaltaisesti kuin vaikutus arvonlisäykseen (kuva 9). Tieliikenteen tavarankuljetusten osuus oli 21 % eli noin 239 henkilötyövuotta. Varastoinnin osuus oli 16 % eli noin 187 henkilötyövuotta. Muu kauppa kattoi vaikutuksista 7 % (75 htv). Lisäksi suurimpia työllisyysvaikutuksia kohdistui moottoriajoneuvojen kauppaan, huoltoon ja korjaukseen, työllistämistoimintaan (sis. työ-

voiman vuokraus) ja kiinteistö- ja maisemanhoitoon. Kaiken kaikkiaan turpeen noston toimiala vaikuttaa välillisesti valtaosaan kansantalouden toimialoista, mutta vaikutuksen merkitys on useimmilla toimialoilla vähäinen. Turpeen noston kokonais-työllisyysvaikutukset vuonna 2015 olivat 0,1 % kaikista kansantalouden henkilötyö-
vuosista.



Kuva 9. Turpeen noston välillinen ja tulovaikutus työllisyyteen toimialoittain vuonna 2015.

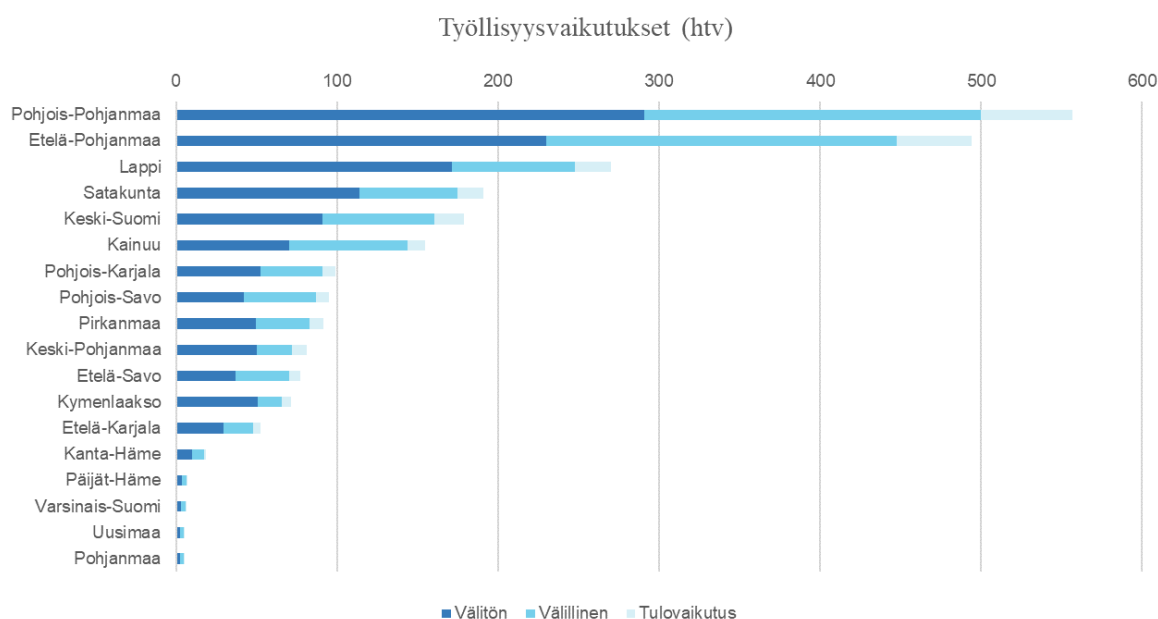
3.2.2 Turpeen noston aluetalousvaikutukset

Turvetuotannon aluetaloudelliset tuotanto-, arvonlisä- ja työllisyysvaikutukset mallinnettiin maakunnittaisilla panos-tuotosmalleilla (pois lukien Ahvenanmaa), jotka kuvaavat aluetalouksien rakenteita vuonna 2014. Käytetyt malliaineistot on otettu alueellisen taloustiedon tietokannasta (ALTA 2019), jota ylläpitää Pellervon taloustutkimus. Mallit sisältävät lähtökohtaisesti 29 toimialaa, joista turpeen nosto sisältyy samaan toimialaan muun kaivostoiminnan kanssa. Turpeen nosto eroteltiin omaksi toimialakseen panos-tuotosaineistoihin perustuen maakunnittaisiin turvetuotantopinta-aloihin (YLVA 2020), joiden avulla teollisuustuotantotilaston (Suomen virallinen tilasto, 2020a) koko maassa myydyin turpeen arvo jaettiin maakuntien tuotannoksi. Lisäksi erottelussa hyödynnettiin Tilastokeskuksen yritysrekisterin tietoja yritysten liikevaihdoista ja henkilöstön määrästä (Suomen virallinen tilasto, 2020b) sekä aluetilinpitoa (Suomen virallinen tilasto, 2020e). Vaikutukset jaettiin kansantalouden tarkastelun tapaan suoriin, välillisiin ja tulovaikutuksiin.

Tuloksissa maakunnat järjestäytyivät pääasiassa samaan järjestykseen, riippumatta siitä tarkastellaanko tuotantoa, arvonlisää vai työllisyyttä. Selvästi

merkittävimmät turvetuotantomaakunnat ovat Pohjois- ja Etelä-Pohjanmaa, joissa kummassakin turvetuotannon työllistävä vaikutus oli yli 450 henkilötyövuotta (ks. kuva 10). Myös Lapissa, Satakunnassa, Keski-Suomessa ja Kainuussa työllisyysvaikutus ylitti 100 henkilötyövuotta. Sen sijaan Pohjanmaalla, Päijät-Hämeessä, Uudellamaalla ja Varsinais-Suomessa turpeen noston työllistävä vaikutus oli alle 10 henkilötyövuotta. Turpeen noston työllisyysvaikutuksen osuus kaikista maakunnan työllisistä vaihteli 0,0006 %:n (Uusimaa) ja 0,56 %:n (Etelä-Pohjanmaa) välillä.

Valtaosa työllisyysvaikutuksista muodostui suoraan turvetuotannon toimialalla (44–74 % kokonaisvaikutuksista), kun taas välillisten (21–47 %) ja tulovaikutusten (7–11 %) merkitys oli pienempi. Tulovaikutusten suuruuteen vaikutti lisäksi se, kuinka suuri osuus yksityisestä kulutuksesta kohdistuu alueella tuotettujen hyödykkeiden kulutukseen. Tyypillisesti kyseinen osuus oli suurempi isojen maakuntien alueella, joissa alueellinen hyödyketarjonta oli monipuolisempaa.



Kuva 10. Turpeen noston välitön, välillinen ja tulovaikutus työllisyyteen maakunnittain Suomessa vuonna 2015.

Tuotantovaikutukset (eli vaikutus eri toimialojen tuotokseen) vaihtelivat Päijät-Hämeen 1,3 miljoonasta eurosta Etelä-Pohjanmaan 104 miljoonaan euroon. Pienin turvetuotantoon liittyvä arvonlisä muodostui Pohjanmaan maakunnassa (0,41 miljoonaa euroa) ja suurin Pohjois-Pohjanmaalla (43,2 miljoonaa euroa). Arvonlisän osuus tuotoksesta oli 32–45 %. Toimialakohtaiset talousvaikutukset noudattelivat pääosin koko maan tuloksia, joista suurin osa kohdistui tiekuljetuksiin sekä varastointiin ja liikennettä palveleviin toimintoihin. Tulovaikutukset puolestaan

kohdistuivat muun muassa vähittäiskaupasta tehtäviin hankintoihin sekä asumiseen liittyviin palveluihin.

Yhteenveto – Turpeen noston kansantaloudelliset ja aluetaloudelliset vaikutukset

Turpeen noston työllisyysvaikutukset olivat Suomessa vuonna 2015 yhteensä noin 2500 henkilötyövuotta, joka oli noin 0,1 % työllisten määrästä. Välilliset ja tulo-vaikutukset kohdentuivat etenkin tieliikenteen tavarankuljetuksiin, varastointiin, kauppaan, moottoriajoneuvojen kauppaan, huoltoon ja korjaukseen, työllistämistoimintaan (sis. työvoiman vuokraus) ja kiinteistö- ja maisemanhoitoon. Selvästi merkittävimmät turvetuotantomaakunnat olivat Pohjois- ja Etelä-Pohjanmaa, joissa kummassakin turvetuotannon työllistävä vaikutus oli vuonna 2015 yli 450 henkilötyövuotta. Pohjois-Pohjanmaan kokonaistyöllisyydestä turpeen noston työllisyysvaikutus oli 0,33 % ja Etelä-Pohjanmaalla 0,56 %.

3.3 Turpeen energiakäyttö

3.3.1 Turpeen energiakäyttö, yleiskatsaus

Tässä selvityksessä ei esitetä yksityiskohtaista katsausta turpeen energiakäytön historiaan Suomessa, sillä aihetta on käsitelty useassa aiemmassa lähteessä (esim. Korhonen ym. 2008, Leinonen 2010, Vesala ym. 2010). Lyhyt yhteenveto antaa kuvan turpeen energiakäytön historiasta pääpiirteissään.

Ajatus turpeen hyödyllisyydestä teollisuuden polttoaineena on esitetty jo 1750-luvulla Turun Akatemiassa tarkastetussa väitöskirjassa. Turpeen käyttö energiantuotannossa alkoi toden teolla noin sata vuotta myöhemmin, 1800-luvun jälkipuoliskolla. 1900-luvulle tultaessa turpeen käyttö lisääntyi energiantuotannossa, jonka lisäksi turvetta käytettiin myös mm. rakennuksissa lämmöneristeenä sekä käymälöiden kuivikemateriaalina. Kotimaasta saatavan energiaturpeen tuotanto kasvoi entisestään sota-aikana 1940-luvulla, jolloin tuontipolttoaineiden saatavuus heikentyi (Vesala ym. 2010).

Nykyisen kaltainen turpeen laajamittainen käyttö Suomen energiantuotannossa on alkanut 1970-luvulla (kuva 11). Turpeen keskeisin käyttökohde on lämmöntuotanto ennen kaikkea kaukolämpöverkoissa mutta myös teollisuudessa. Turpeen käyttö on kasvanut osapuilleen aikavälillä 1975–1995 ja siitä eteenpäin vaihdellut voimakkaasti pääasiassa tuotantokauden sääolosuhteiden mukaan. Esimerkiksi vuodelle 2006 sattui säiden puolesta erityisen hyvä turvetuotantokesä (ks. kuva 4), jolloin energiaturvetta tuotettiin 36,2 Mm³. Samana vuonna turvetta tuotettiin ympäristönhoito- ja

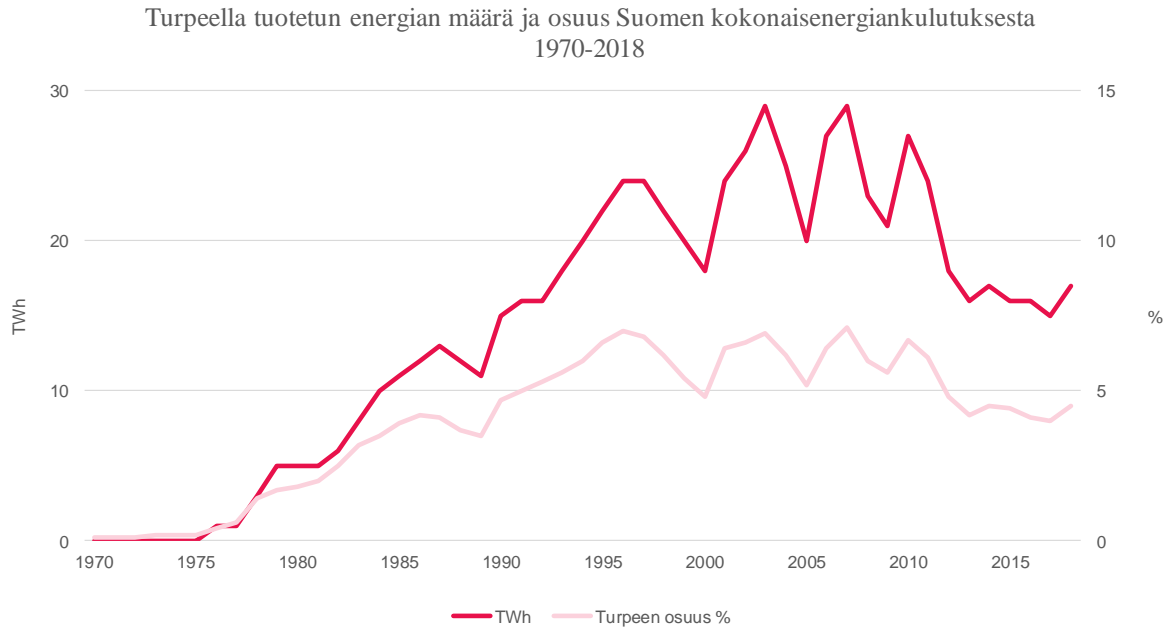
kasvualustakäyttöön 3,5 Mm³, eli kymmenesosa energiakäyttöön päätyneestä määrästä (Leinonen 2010). Tämä havainnollistaa energiantuotannon keskeistä roolia turpeen kysynnässä. Hyvä turpeennostokesä näkyi energiantuotannon puolella, ja turpeella tuotetun energian osuus oli suuri vuosina 2006–2007 (ks. kuva 11).

Vaihtelua turpeen tuotantoon ja energiakäyttöön on aiheuttanut myös turpeen kilpailukyky muihin polttoaineisiin nähden. Kilpailukykyyn on vaikuttanut valtiontukien lisäksi esimerkiksi sähkömarkkinoiden vapautuminen vuonna 1997 (sähköntuotantoon käytetyltä turpeelta poistettiin valmistevero) ja EU-päästökaupan käynnistyminen vuonna 2005. Sikäli kun turpeella on tuotettu lauhdesähköä, sääolot ovat vaikuttaneet turpeen osuuteen energiantuotannossa myös lauhdesähkön tarpeen kautta. Vuosittainen lauhdesähkön tuotannon määrä on ollut riippuvainen saatavilla olevasta vesivoimasta, eli käytännössä pohjoismaiden sadevesitilanteesta. (Leinonen 2010)

Turpeen energiakäyttö on vähentynyt 2000-luvun ”huippuvuosista” (2003, 2006–2007, 2010), ja vuosina 2014–2017 suunta on ollut johdonmukaisesti laskeva, mutta vuonna 2018 turpeen käyttö lähti jälleen kasvuun. Vuonna 2017 turpeella tuotettiin 15 TWh eli 4 % Suomen kokonaisenergiankulutuksesta, mikä oli noin puolet vuoden 2010 määrästä 27 TWh (6,7 %). Vuonna 2018 turpeen käyttö lisääntyi ja saavutti 17 TWh (4,5 % kokonaisenergiankulutuksesta). Suomen kokonaisenergiankulutus kasvoi sekä 2 % vuoteen 2017 verrattuna. Turpeen käyttöä kasvattivat vuonna 2018 sekä sääolosuhteet että sähkön tukkuhintojen kohoaminen. Vuonna 2018 lisääntyi myös uusiutuva energiantuotanto, mutta energianlähteistä eniten kasvoivat turve ja maakaasu, kumpikin 15 %. Yhteensä fossiilisten polttoaineiden ja turpeen käyttö lisääntyi 3 % edellisvuodesta. (Suomen virallinen tilasto 2020c)

Vuonna 2018 Suomen energiasektorin kasvihuonekaasupäästöt kasvoivat 3 %, mikä johtui turpeen ja muiden fossiilisten polttoaineiden käytön lisääntymisestä. Energiasektorin päästökehitys näkyi myös Suomen kokonaispäästöissä, jotka vuonna 2018 olivat 2 % suuremmat kuin vuonna 2017. Kokonaispäästöjen kasvuun vaikutti Tilastokeskuksen mukaan eniten juuri turpeen ja maakaasun kulutuksen kasvu. (Suomen virallinen tilasto 2019)

Seuraavissa alaluvuissa kuvataan tarkemmin turpeen energiakäytön nykytilaa Suomessa. Tarkastelu painottuu vuosiin 2000–2018, jolta ajalta Tilastokeskuksen *Sähkön ja lämmön tuotanto* -tilasto on saatavilla. Varsinaisen energiasektorin ulkopuolella turvetta käytetään rakennusten erillislämmityksessä (alaluku 3.3.5) ja jonkin verran maataloussektorilla (eläinsuojien lämmitys, kasvihuoneet, viljan kuivaus).



Kuva 11. Turpeella tuotetun energian määrä (TWh) ja osuus Suomen kokonaisenergiankulutuksesta (sis. sähkön tuonti) vuosina 1970–2018 (Lähde: Suomen virallinen tilasto 2020c).

3.3.2 Turpeen energiakäyttö, tilastolähteet ja voimalaitosten määrä

Turpeen osuutta Suomen energiantuotannossa ja -kulutuksessa tilastoidaan usealla taholla. Tulli tilastoi Suomessa käytetyn polttoturpeen määrän energiaveron keräämistä varten. Energiavirasto ylläpitää voimalaitosrekisteriä, jossa on tietoja pääasiassa suurista turvetta käyttävistä voimalaitoksista. Rekisterissä on mukana jonkin verran myös pienempiä laitoksia (1 MW tehosta ylöspäin), mikäli ne kuuluvat kaukolämpöverkkoon, jossa lämmöntuotantokapasiteettia on vähintään 20 MW. Energiaviraston ylläpitämässä voimalaitosrekisterissä on 16.1.2020 tilanteen mukaan 50 voimalaitosta, jotka käyttävät polttoaineena turvetta. Näistä 35 voimalassa turve on pääpolttoaine ja 15 voimalassa tukipolttoaine. Turvetta pääpolttoaineena käyttävistä voimalaitoksista yksi on sähkön erillistuotantolaitos, 18 on kaukolämmön yhteistuotantolaitoksia ja 16 teollisuuden yhteistuotantolaitoksia. Turvetta tukipolttoaineena käyttävistä laitoksista 7 on kaukolämmön yhteistuotannossa ja 8 teollisuuden yhteistuotannossa. Energiavirasto ei varmenna voimalaitosrekisterin tietoja ja niiden tarkkuudessa voi olla puutteita. (Energiavirasto 2020)

Energiateollisuus ry ylläpitää tilastoja kaukolämmön tuotannosta, sähkön tuotannosta sekä sähkön ja lämmön yhteistuotannosta. Tilasto kattaa ne tuottajat, jotka ovat Energiateollisuus ry:n jäseniä. Energiateollisuus ry:n tuoreimmassa tilastossa vuodelta 2018 on mukana yhteensä 98 kaukolämpöyritystä sekä 22 lämmön tukkumyyjää, jotka käyttävät tuotannossaan polttoaineena turvetta. Lämmön tukkumyyjät ovat lämmöntuottajia (esimerkiksi teollisuuslaitoksia), jotka myyvät

tuottamaansa lämpöä kaukolämpöyriyksille. Kaukolämpötilaston kattamien laitosten mukaan tarkasteltuna turve oli kaukolämmön pääasiallinen energianlähde 26 kunnassa vuonna 2018 (Energiateollisuus ry 2019a)

Kaukolämmön osalta Energiateollisuus ry:n tilastosta puuttuvat pienet lämpölaitokset, jotka eivät kuulu Energiateollisuus ry:n jäsenistön piiriin. Tilastokeskus suorittaa vuosittain lämmöntuottajille kyselyn, jonka piirissä ovat myös teollisuuslämpöä tuottavat laitokset. Tilastokeskuksen kysely koskee lämmöntuottajia, joiden tuotanto on yhteensä vähintään 10 000 MWh vuodessa tai joiden lämmöntuotantokapasiteetti on vähintään 5 MW. Pienten lämpölaitosten polttoaineita tilastoi Kuntaliitto, joka suorittaa kunnille vuosittain pieniä lämpölaitoksia koskevan kyselyn. Kaikki kunnat eivät kuitenkaan ole vastanneet tähän kyselyyn säännöllisesti tai lainkaan, eli merkittävä osa pienistä tuottajista puuttuu tästä tilastosta. Esimerkiksi tuoreimmassa, vuonna 2018 julkaistussa vuoden 2017 tilastossa, turvetta polttoaineena käyttäviä pieniä lämpölaitoksia oli ilmoitettu vain 12 kunnasta (Suomen Kuntaliitto 2018). Tilastoista puuttuvia lämpölaitoksia on kartoitettu Suomen ympäristökeskuksen toteuttamassa Suomen keskisuurten polttolaitosten inventaariossa vuonna 2014 (Petäjä ja Suoheimo 2014).

Saatavilla oleviin lähteisiin nojautuen Tilastokeskus ylläpitää tilastoa Sähkön ja lämmön tuotanto (Suomen virallinen tilasto 2020d), joka kattaa kaikki edellä luetellut tuotantomuodot: kaukolämmön ja teollisuuslämmön tuotannon, sähköntuotannon sekä lämmön ja sähkön yhteistuotannon. Energiantuotannon raportointia on selvitetty yksityiskohtaisesti katsauksessa Suoheimo (2015), jossa käsitellään tarkemmin tiedonkeruuta energiantuotannon polttoaineista ja eri tahojen raportointimenetelmiä.

Suomen keskisuurten (1–50 MW) polttolaitosten inventaariossa (Petäjä ja Suoheimo 2014) kunnilta pyydettiin tietoja kokoluokkiin 1–5 MW, 5–10 MW, 10–15 MW, 15–20 MW ja 20–50 MW kuuluvista energiantuotantoyksiköistä. Osa näistä oli jo ollut kuntien tai aluehallintoviraston luvittamia tai rekisteröintimenettelyn piirissä, eli jonkin yllä kuvatun raportoinnin kohteena. Mukana inventaariossa oli kuitenkin merkittävä joukko polttoaineteholtaan 1–5 MW:n polttolaitoksia, jotka eivät aiemmin olleet raportointia edellyttävän sääntelyn piirissä, eikä niistä ollut välttämättä saatu tietoja myöskään vuosittaisessa Kuntaliiton kyselyssä. Inventaarion mukaan Suomessa oli vuonna 2014 yhteensä 106 1–50 MW:n polttolaitosta, jossa pääpolttoaineena on turve. Suurin osa näistä polttolaitoksista oli pieniä, kapasiteetiltaan 1–5 MW:n laitoksia. Inventaarioon antoi vastauksia 83 % Suomen kunnista, joten arvion mukaan noin 10–20 % energiantuotantoyksiköistä jäi tässäkin kartoituksessa tavoittamatta. Huomattavaa on myös, että kyselyssä ei eritelty kunkin laitoksen pää- ja sivupolttoaineita. Myös pääpolttoaine voi yksiköissä vaihdella

vuosittain esimerkiksi polttoaineiden hintojen ja markkinatilanteen perusteella. (Petäjä ja Suoheimo 2014)

Taulukossa 2 summataan yllä luetellut lähteet, joista saa tietoa turpeen käytöstä laitos- tai yritystasolla. Näiden lisäksi Tilastokeskus tilastoi turpeen energiakäyttöä aggregoituna valtakunnalliselle tasolle. Kuvassa 12 esitetään kartalle sijoitettuna Energiaviraston listaus laitoksista, jotka kuuluvat päästökauppalaan soveltamisalaan ”Polttolaitokset” sekä ”Muut direktiivin 2003/87/EY 24 artiklan mukaisesti hyväksytyt toiminnot (opt-in)” ja joiden päästöselvityksiin on merkitty turvetta polttoaineena vuodelle 2018. Nämä ovat taulukossa 2 mainitut 195 laitosta, joista kuitenkin useita yksiköitä on rekisteröity samoihin osoitteisiin. Kuten kuva 12 havainnollistaa, turpeen energiakäyttöä tapahtuu miltei kaikkialla manner-Suomessa, lukuun ottamatta Helsinkiä.

Taulukko 2. Raportissa hyödynnetyt lähteet turvetta käyttävistä voimalaitoksista tai yrityksistä.

Lähde	Turvetta käyttävät laitokset tai yritykset	Huomioitavaa
Energiavirasto, voimalaitosrekisteri	50 turvetta pää- tai sivupolttoaineena käyttävää laitosta (tilanne 16.1.2020)	Päästökaupan piiriin kuuluvat polttolaitokset, joiden kokonaislämpöteho on > 20 MW ja niiden kanssa samaan kaukolämpöverkkoon liitetyt pienemmät polttolaitokset
Energiavirasto	195 laitosta, joiden päästöselvityksiin on merkitty turvetta polttoaineena vuodelle 2018	Polttolaitokset, jotka kuuluvat päästökauppalaan soveltamisalaan ”Polttolaitokset” sekä ”Muut direktiivin 2003/87/EY 24 artiklan mukaisesti hyväksytyt toiminnot (opt-in)”
Suomen ympäristökeskuksen kyselytutkimus kunnille v. 2014	106 keskisuurta (1–50 MW) turvetta pääpolttoaineena käyttävää laitosta	Kysely lähetettiin 304 kuntaan, vastausprosentti 61,5. Raportoinnissa ei ilmoiteta laitoksia, joissa turve on sivupolttoaineena.
Kuntaliiton vuosittainen lämpölaitoskysely	Vuosien 2001-2018 kyselyissä 8-17 kunnallista lämpöyritystä on ilmoittanut käyttävänsä polttoaineena turvetta.	Kysely kartoittaa Energiateollisuus ry:hyn kuulumattomia pieniä kaukolämpölaitoksia. Vuosittain kysely lähtee vaihtelevaan määrään kuntia (tav. < 100) ja vastausprosentti on < 40. Lämpöyrityksillä voi olla useampia tuotantoyksiköitä, joita ei tilastossa eritellä.
Energiateollisuus ry:n vuosittaiset kaukolämpötilastot	Vuoden 2018 tilastossa 98 kaukolämpöyritystä ja 22 lämmön tukkumyyjää ilmoitti käyttävänsä polttoaineena turvetta.	Tilasto kattaa Energiateollisuus ry:n jäsenet. Lämpöyrityksillä voi olla useampia tuotantoyksiköitä, joita ei tilastossa eritellä.



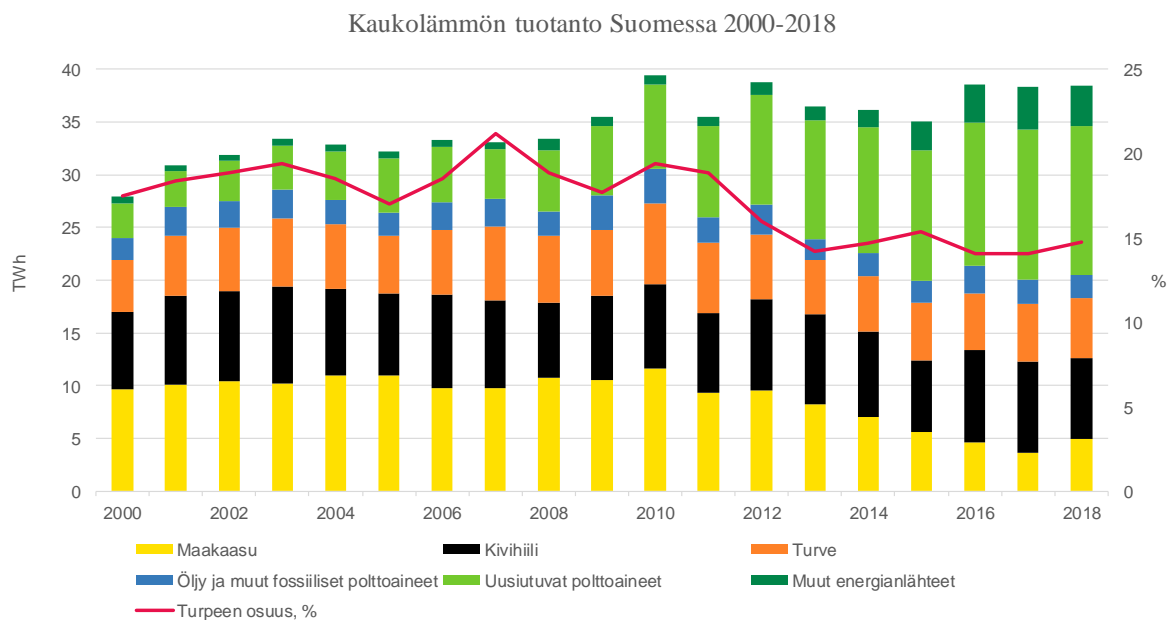
Kuva 12. Kartalle sijoitettuna Energiaviraston listaus laitoksista, jotka kuuluvat päästökauppalaan soveltamisalaan ”Polttolaitokset” sekä ”Muut direktiivin 2003/87/EY 24 artiklan mukaisesti hyväksytyt toiminnot (opt-in)” ja joiden päästöselvityksiin on merkitty turvetta polttoaineena vuodelle 2018. (Karttatietojen lähde: Google Maps 30.3.2020, Karttatiedot@2020 Google)

3.3.3. Turpeen energiakäyttö, lämmöntuotanto

Turpeen osuus kaukolämmön tuotannosta vuosina 2000–2018 on esitetty kuvassa 13. Turpeen osuus kaukolämmön tuotannosta on tänä aikana vaihdellut välillä 14–21 %. Korkein osuus (21 %) oli vuonna 2007, mikä seurasi turpeen nostolle suotuisaa vuotta 2006. Vuonna 2018 turpeen osuus kaukolämmön tuotannossa oli vajaa 15 %, ja se kasvoi hieman edellisestä vuodesta.

Turvetta käytetään yleisesti tukipolttoaineena sellaisissa kaukolämpölaitoksissa, joissa pääasiallinen polttoaine on biomassa. Turpeen rooli tukipolttoaineena perustuu siihen, että turpeen sisältämä rikki neutraloi puupolttoaineen sisältämiä alkaleja, jolloin kattilan likaantuminen ja korroosio vähenevät. Puhtaammassa kattilassa biomassa palaa tehokkaammin ja kattilan huoltovälit pitenevät. Osaksi samat hyödyt voidaan saavuttaa lisäämällä puupolttoaineeseen yksinomaan rikkiä. Rikin lisäys on mahdollistanut vanhan polttolaitoksen käyttämisen kokonaan ilman turvetta Ruotsin Lundissa, ja tällainen investointi voi olla merkittävästi pienempi kuin investointi

kokonaan uusiin voimalaitoksiin (Heinikainen 2019). Polttoteknisiä kysymyksiä ei tässä raportissa käsitellä yksityiskohtaisesti, mutta on syytä huomauttaa, että turvetta ei useinkaan voida jättää pois polttoainesekoituksesta ja korvata esimerkiksi biomassalla ilman jonkinlaisia lisäinvestointeja.

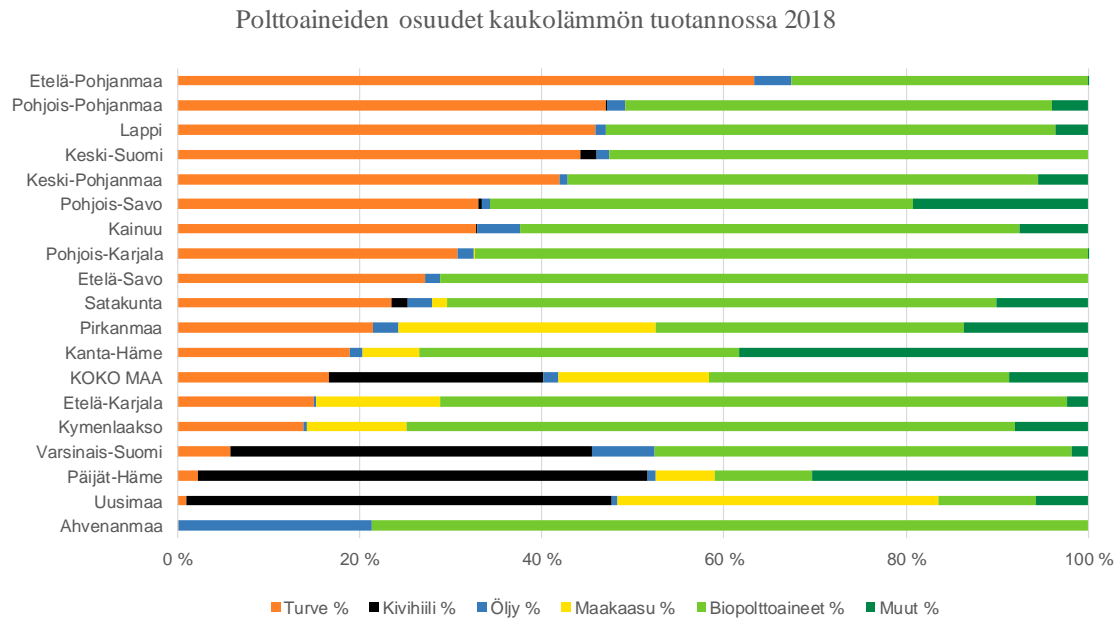


Kuva 13. Kaukolämmön tuotannon kokonaismäärä ja energianlähteet Suomessa 2000–2018. Turpeen osuus tuotannosta on osoitettu punaisella käyrällä. Tässä esitetyt energiamäärät käsittävät lämmöntuotannon osuuden kaukolämmössä. Kaukolämpöä tuottavissa yhteistuotantolaitoksissa tuotettu sähkö esitetään sähköntuotannon osuudessa. (Lähde: Suomen virallinen tilasto 2020d)

Turpeen käyttö kaukolämmön tuotannossa vaihtelee voimakkaasti paitsi vuodesta toiseen, myös alueellisesti. Energiategollisuus ry:n kaukolämpötilastoista vuosille 2010–2018 käy ilmi, että siinä missä Uudellamaalla turpeen osuus kaukolämmön tuotannosta on vuodesta 2010 ollut 1 % tai alle, esimerkiksi Etelä-Pohjanmaalla se on ollut enimmillään miltei 80 %. Turpeen käyttö kaukolämmön tuotannossa on tavallisinta Pohjanmaalla (Etelä-, Keski- ja Pohjois-Pohjanmaa) ja Lapissa, mutta on vuodesta riippuen ollut yli 50 %:n osuudella myös Pohjois-Savossa, Keski-Suomessa ja Päijät-Hämeessä (Koonti: Energiategollisuus ry kaukolämpötilastot, 2010–2018). Turvetta siis käytetään energiantuotannossa yleisimmin niillä alueilla, joilla turvetta myös tuotetaan eniten tai jonne on tärkeiltä turvetuotantoalueilta lyhyt kuljetusmatka.

Turpeen merkitystä kaukolämmön polttoaineena alueittain havainnollistaa kuva 14, jossa esitetään tilanne vuonna 2018. Kuvassa 14 on esitetty polttoaineiden osuudet kaukolämmön tuotannossa niiden laitosten osalta, jotka ovat mukana Energiategollisuus ry:n kaukolämpötilastoissa. Turpeen osuus polttoaineista vuonna 2018 oli suurin Etelä-Pohjanmaalla (63 %) ja Manner-Suomessa pienin Uudellamaalla (1 %).

Ahvenanmaalla turvetta ei käytetty käytännöllisesti katsoen lainkaan kaukolämmön tuotannossa ja Uudellamaalla vain hyvin vähäisessä määrin. Turpeen käyttö kaukolämmön tuotannossa vaihtelee siis voimakkaasti alueellisesti.



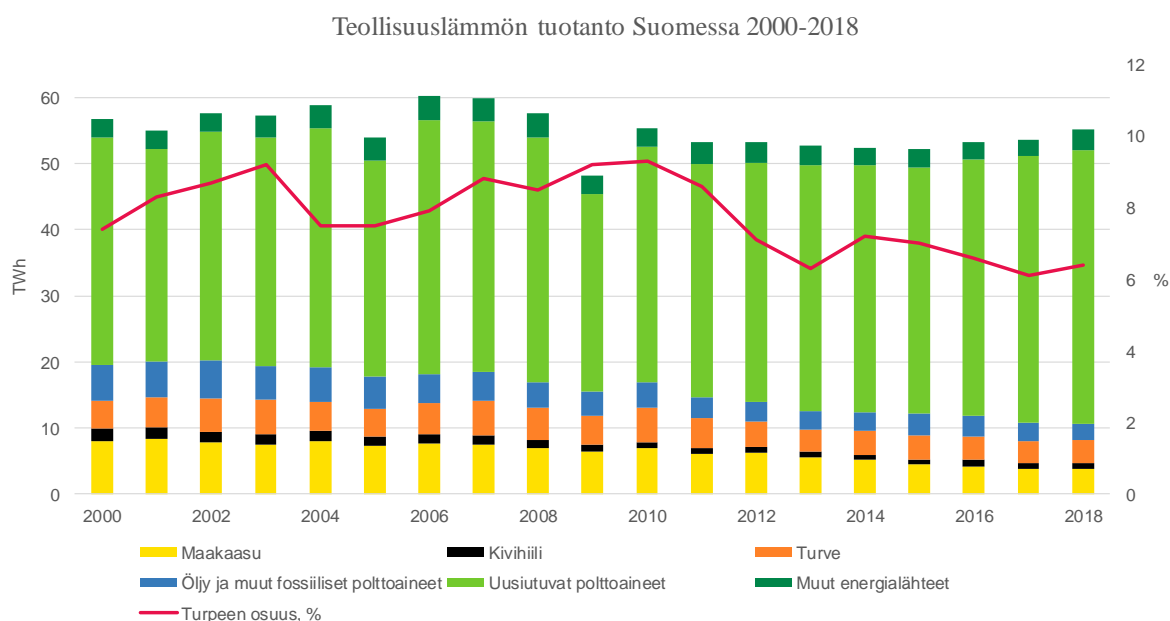
Kuva 14. Polttoaineiden osuudet Energiateollisuus ry:n jäsenten kaukolämmön tuotannossa alueittain vuonna 2018 (Lähde: Energiateollisuus ry 2019a).

Odotettavissa on, että jokin osuus turvetta on poistumassa kaukolämmön tuotannosta ilman uusia ohjauskeinojakin sitä mukaa, kun vanhoja turvetta tai biopolttoaineita käyttäviä voimalaitoksia tulee taloudellisen käyttöikänsä päähän. Poistuvaa yhteistuotantoa ei nykyisillä sähkön hinnoilla enää todennäköisesti korvata uudella yhteistuotannolla, vaan tilalle tulee erillisiä lämpökattiloita ja toisaalta uutta sähköntuotantoa ennen kaikkea tuulivoiman lisääntymisen kautta. Esimerkiksi Helsingissä, jossa kivihiilikielto ohjaa uusiin kaukolämpöinvestointeihin, on päätetty korvata poistuvaa yhteistuotantoa lämmön erillistuotannolla kuten biolämpölaitoksilla ja lämpöpumpuilla.

Energiateollisuus ry:n jäseninä oleville kaukolämpöyhtiöille tehtiin vuonna 2018 kysely, jossa tiedusteltiin yhtiöiden arvioita heidän laitostensa polttoainejakauman muutoksesta vuoteen 2023 mennessä. Kysely kattoi 52 % turpeen senhetkisestä käytöstä kaukolämmön tuotannossa. Yhtiöiden vastausten perusteella koostettu arvio oli, että turpeen käyttö kaukolämmössä vähenisi 35 % vuoteen 2023 mennessä. Pääosa poistuvasta turpeesta (20 %) korvautuisi kaukolämpöyhtiöiden mukaan metsäteollisuuden sivutuotteilla. Hakkeen käytön yhtiöt eivät arvioineet kasvavan vuoteen 2023 mennessä. Bioenergia ry:n tuottamassa selvityksessä arvioitiin, että kaiken kaikkiaan energiaturpeen käyttö olisi vuonna 2030 enää 7 TWh ja tätäkin pienempi,

mikäli poistuvia CHP-kattiloita ei korvata uudella yhteistuotannolla (Bioenergia ry 2018). Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy puolestaan arvioi, että nykypolitiikka-toimien jatkuessa ja uusien ydinvoimaloiden (Olkiluoto 3 ja Hanhikivi 1) käynnistyessä turpeen käyttö olisi vuonna 2030 noin kaksinkertainen Bioenergia ry:n arvioon nähden (Koljonen ym. 2019a, 2020).

Turpeen osuus teollisuuslämmön tuotannosta on vuosina 2000–2018 vaihdellut noin 6-10 %:n välillä ja ollut korkeimmillaan vuosina 2003 ja 2010. Vuonna 2018 osuus oli hieman yli 6 % ja kasvoi jonkin verran edellisvuodesta. (kuva 15) Voimalaitoksessa tai lämpökattilassa tuotettu teollisuuslämpö (tai teollisuushöyry, prosessihöyry) on lämpöä, jota käytetään teollisen valmistuksen prosesseissa esimerkiksi kuivaukseen tai lämmittämiseen. Teollisuuslämpö sisältää myös sellaisen teollisuusrakennusten lämmitykseen käytetyn lämmön, jota ei siirretä kaukolämpö-verkon kautta (Suomen virallinen tilasto 2020d). Turpeen osuus kaikesta teollisuuden energiakäytöstä (ml. teollisuuden oma sähkön ja lämmön tuotanto sekä sähkön ja lämmön ulkopuolinen hankinta) on pienempi kuin turpeen osuus teollisuuslämmön tuotannosta. Vuonna 2018 teollisuuden käyttämän turvepolttoaineen osuus koko teollisuuden energiakäytöstä oli 1,7 % (Suomen virallinen tilasto 2018a). Turvetta voidaan käyttää teollisuuden voimalaitoksissa joko pää- tai sivupolttoaineena, suurissa teollisuuden CHP-voimalaitoksissa tyypillisemmin pääpolttoaineena (Energiavirasto 2020).



Kuva 15. Teollisuuslämmön tuotannon kokonaismäärä ja energialähteet Suomessa 2000–2018. Turpeen osuus tuotannosta on osoitettu punaisella käyrällä. (Lähde: Suomen virallinen tilasto 2020d)

Teollisuustuotannon puolella mahdollisten uusien CHP-investointien kannattavuus perustuu erilaisiin laskelmiin kuin kaukolämmön tuotannossa. Käytöstä

poistuva yhteistuotantovoimala voi olla edelleen taloudellisesti kannattavaa korvata uudella yhteistuotantovoimalalla, sillä teollisuuslaitos tarvitsee tyypillisesti runsaasti sähköä myös omaan käyttöön. Lisäksi teollisessa valmistuksessa lämpöä tarvitaan usein korkeammissa lämpötiloissa kuin kaukolämpöverkossa, jolloin hukka- tai ympäristölämpöä hyödyntävät teolliset lämpöpumput eivät välttämättä tule kyseeseen samalla tavoin kuin kaukolämmön tuotannossa. Teollisuuslaitoksella voi olla myös polttamiseen soveltuvia sivuvirtoja, jotka se voi suunnata omaan energiantuotantoon, mikä parantaa polttamalla tuotetun yhteistuotantolämmön ja -sähkön kannattavuutta. Vaikka edellä siteerattu alan oma arvio turpeen käytön vähenemisestä (7 TWh vuonna 2030) sisältää myös teollisuuslaitokset, niiden tapauksessa yhteistuotannon kehitys ja siten myös turpeen rooli eräänä CHP-laitosten polttoaineena voi olla erilainen kuin muiden kaukolämpövoimaloiden tapauksessa. Eräs lisäselvitystä kaipaava kysymys on, onko teollisuuslaitoksista poistumassa runsaasti kivihiilivoimaloita ja odotetaanko niiden nykyisessä sähkön ja polttoaineiden hintatilanteessa korvautuvan uusilla yhteistuotantolaitoksilla, joissa turve on eräs mahdollinen polttoaine.

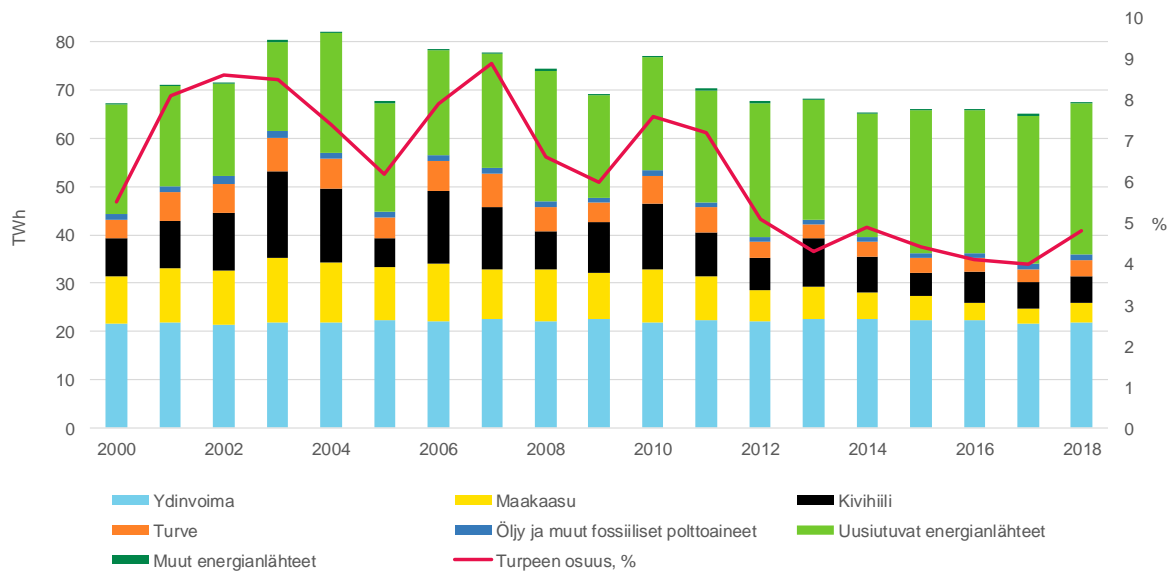
3.3.4 Turpeen energiakäyttö, sähkön tuotanto

Turpeen osuus sähkön tuotannosta vuosina 2000–2018 on esitetty kuvassa 16. Kyseessä on kotimainen sähkön tuotanto eikä kokonaiskulutus, eli tuontisähkön osuutta ei sisälly lukemiin. Turpeen osuus sähkön tuotannossa noudattelee samankaltaista trendiä kuin kauko- ja teollisuuslämmönkin tuotannossa: suurin osuus tuotannosta oli vuonna 2007 (9 %), jonka jälkeen turpeen osuus on ollut pääosin laskussa. Vuonna 2018 turpeen osuus kuitenkin lisääntyi vuoteen 2017 nähden (4 %:sta 5 %:iin). (Suomen virallinen tilasto 2020d)

Käytännöllisesti katsoen kaikki sähkön tuotanto turpeella tapahtuu yhteistuotantovoimalaitoksissa. Yhteistuotantovoimalaitoksissa tuotetaan jonkin verran myös lauhdesähköä, jolloin polttamalla tuotettu lämpö jätetään hyödyntämättä, mikäli sille ei ole tarvetta. Voimalaitosrekisterissä on vain yksi varsinainen erillistuotantovoimala, jossa on pääpolttoaineena turve: Kanteleen Voima Oy:n voimalaitos Haapavedellä. Tätäkin laitosta suunnitellaan modernisoitavaksi siten, että sen yhteyteen kaavaillaan etanolia tuottavaa biojalostamo ja voimalaitosta on samalla tarkoitus kehittää sähkön lisäksi teollisuushöyryä tuottavaksi yhteistuotantolaitokseksi³. Turpeen olennainen rooli energiakäytössä on siis ennen kaikkea yhteistuotantovoimalaitoksissa ja pelkkää lämpöä tuottavissa laitoksissa.

³ Lähteet: <https://www.kanteleenvoima.fi/> ja <https://nordfuel.fi/biojalostamo/> [24.2.2020].

Sähkön tuotanto Suomessa 2000-2018



Kuva 16. Sähkön tuotannon kokonaismäärä ja energianlähteet Suomessa 2000–2018. Turpeen osuus tuotannosta on osoitettu punaisella käyrällä. Turpeen osuus sähkön kokonaiskulutuksesta Suomessa on jonkin verran pienempi, sillä kokonaiskulutukseen lasketaan tuontisähkö. (Lähde: Suomen virallinen tilasto 2020d)

3.3.5 Turve rakennusten erillislämmityksessä

Päästökauppasektorin ulkopuolella turvetta käytetään myös rakennusten erillislämmitykseen. Tilastokeskuksen käyttämää laskentamallia on rakennusten lämmityksen osalta muutettu vuoden 2008 tiedoista eteenpäin, joten tässä esitetään tiedot rakennusten lämmityksestä vuosina 2008–2017 (kuva 17). Turvetta käytetään tilojen ja käyttöveden lämmitykseen asuinrakennuksissa, palvelurakennuksissa, teollisuusrakennuksissa ja maatalouden rakennuksissa. Näistä selvästi suurin turpeen käyttäjäryhmä on maatalouden rakennukset ja seuraavaksi suurin teollisuuden rakennukset.

Asuinrakennusten osalta turpeen lämmityskäytöstä 90 % tapahtui erillisissä pientaloissa ja vain pieniä määriä muissa rakennustyypeissä (asuin kerrostalot, rivi- ja ketjutalot, vapaa-ajan rakennukset) (Suomen virallinen tilasto 2018b). Kerrosalan perusteella tarkasteltuna suurin osa turvelämmitteisistä pientaloista sijaitsee Etelä-Pohjanmaan maakunnassa⁴. Tämä ei ole yllättävää, sillä Etelä-Pohjanmaalla turve-tuotanto on suurinta, samoin kuin turpeen kulutus kaukolämmön tuotannossa.

Asuinrakennuksissa turpeen käyttö on selvässä laskussa: kymmenessä vuodessa käyttö asuinrakennusten erillislämmityksessä on puolittunut. Muiden rakennus-

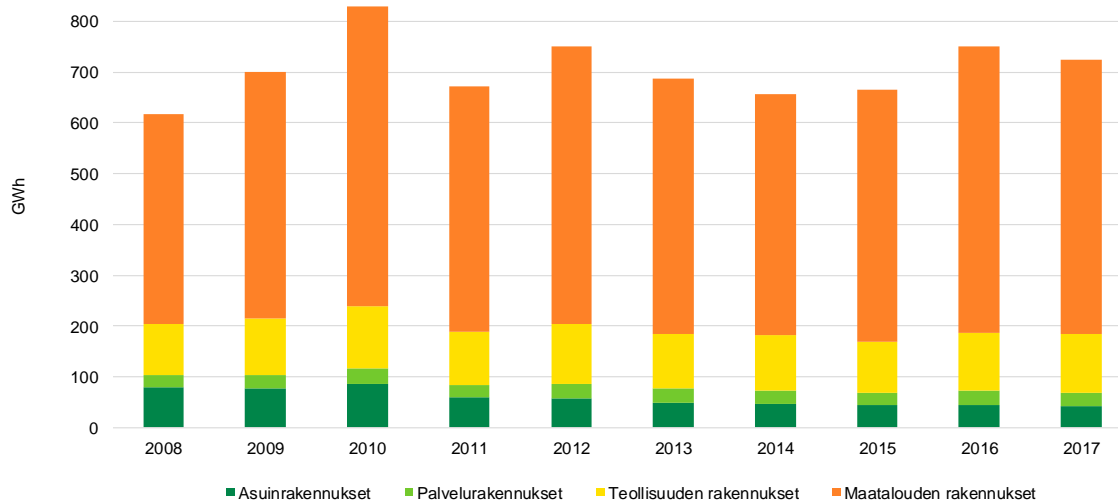
⁴ Arvio perustuu Tilastokeskuksen alustavaan analyysiin. Henkilökohtainen tiedonanto 23.1.2020, Aira Hast, Tilastokeskus.

tyyppien osalta vastaavaa selvää vähenemistä ei viimeisen vuosikymmenen aikana ole tapahtunut. palvelurakennusten ja teollisuuden rakennusten erillislämmityksessä turpeen osuus on pysynyt hyvin samanlaisena vuosina 2008–2017. Maatalouden rakennusten osalta turpeen käytössä on puolestaan ollut voimakasta vuosittaista vaihtelua. Maataloussektorilla turvetta käytetään asuinrakennusten lämmityksen lisäksi eläinsuojien ja kasvihuoneiden lämmittämiseen sekä viljan kuivureissa, ja kulloisenkin vuoden säät sekä muut tuotanto-olot vaikuttavat näiden kohteiden energiantarpeeseen sekä polttoaineen valintaan, mikä selittää vuosittaista vaihtelua.

Kaiken kaikkiaan turpeen osuus rakennusten erillislämmityksestä on kuitenkin varsin vähäinen: vuosina 2008–2017 osuus on ollut 0,7–0,8 %. Lisäksi on tilastoinnin kannalta tunnettu ongelma, että rakennusten lämmitystapojen muutokset eivät välttämättä päivyty rekisteriaineistoihin (Suomen virallinen tilasto 2018c). Tämä huomioidaan asumisen energiankulutusta koskevissa tilastoissa ja niiden taustalla olevissa laskelmissa, mutta on mahdollista, että turvekattiloita on kaikissa rakennustyypeissä korvautunut esimerkiksi maalämpöjärjestelmillä vielä suuremmassa määrin kuin tilastot tällä hetkellä osoittavat.

Kaikki turpeen käyttö maataloussektorilla, kuten kasvihuoneiden energiantuotantoyksiköissä, ei välttämättä näy rakennusten erillislämmityksen tilastoissa. Turpeen käyttöä kasvihuoneissa valottaa Suomen keskisuurten polttolaitosten inventaario (Petäjä ja Suoheimo 2014), jossa kartoitettiin myös kasvihuoneiden lämmityksessä käytettyjä polttoaineita. Vuonna 2014 kyselyyn ilmoitettiin yhteensä 14 turvetta käyttävää kasvihuoneen energiantuotantoyksikköä, kaikki teholtaan 1–5 MW. Kuten yllä on todettu kasvihuoneidenkin pääpolttoaine voi vaihdella polttoaineiden markkinatilanteen tai tuotanto-olojen mukaan, eikä inventaario kata kaikkia Suomen kuntia (vastauksia saatiin 83 % kunnista), mutta 14 yksikköä antaa kuvan suuruusluokasta.

Turve rakennusten erillislämmityksessä 2008-2017



Kuva 17. Turve rakennusten erillislämmityksessä vuosina 2008-2017 (Suomen virallinen tilasto 2018a).

Yhteenveto – Turve energiakäytössä

Turpeen laajamittainen käyttö Suomen energiantuotannossa on alkanut 1970-luvulla. Käyttö on kasvanut vuosina 1975–1995 ja siitä eteenpäin vaihdellut voimakkaasti. 2010-luvulla turpeen energiakäyttö on ollut pääosin laskussa, mutta vuonna 2018 turpeen käyttö lisääntyi, ollen 17 TWh, joka vastaa 4,5 % kokonaisenergiankulutuksesta. Turpeen ja muiden fossiilisten polttoaineiden käytön lisääntymisen vuoksi vuonna 2018 energiasektorin kasvihuonekaasupäästöt kasvoivat 3 % edellisvuodesta.

Turpeen keskeinen rooli energiakäytössä on kaukolämmön tuotannossa, jossa turpeen osuus on vuosina 2000–2018 vaihdellut välillä 14–21 %. Kaukolämmössä turvetta hyödynnetään sekä erillislämpöä tuottavissa lämpökattiloissa että lämmön ja sähkön yhteistuotantolaitoksissa. Turpeen käyttö kaukolämmön polttoaineena on yleisintä Etelä-, Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalla sekä Lapissa. Turpeen osuus sähköntuotannossa on vuosina 2000–2018 vaihdellut välillä 4–9 %. Teollisuudessa turvetta käytetään teollisuuslämmön tai -höyryn tuotantoon ja sähkön tuotantoon. Turpeen osuus on noin 2 % teollisuuden koko energiakäytöstä (mukaan lukien lämpö, sähkö ja polttoaineet). Turpeen osuus teollisuuslämmön tuotannosta on vuosina 2000–2018 vaihdellut välillä 6–9 %. Turvetta käytetään vähäisessä määrin (alle 1 %:n osuudella) rakennusten erillislämmitykseen. Asuinrakennusten erillislämmityksessä turpeen käyttö on vähentynyt viimeisen kymmenen vuoden aikana, palvelurakennuksissa ja teollisuuden rakennuksissa se on pysynyt tasaisena. Erityisesti maatalouden rakennusten erillislämmityksessä turpeen käyttö vaihtelee tuotanto-olosuhteiden mukaan.

3.3.6 Turpeen nykyinen rooli huoltovarmuuspolttoaineena

Laki huoltovarmuuden turvaamisesta (1390/1992) määrittelee, mitä on huoltovarmuus: ”poikkeusolojen ja niihin verrattavissa olevien vakavien häiriöiden varalta turvata väestön toimeentulon, maan talouselämän ja maanpuolustuksen kannalta välttämättömät taloudelliset toiminnot ja niihin liittyvät tekniset järjestelmät”. Erillisinä säädöksinä ovat vielä suurempien kriisien varalta valmiuslaki (2011/1552) ja puolustustilalaki (1991/1083).

Huoltovarmuuslaissa edellytetään, että valtioneuvosto määrittää huoltovarmuudelle tavoitteet, tarpeet ja toteutustavat. Viimeisin valtioneuvoston päätös huoltovarmuudesta on 1048/2018. Siinä säädetään erikseen energian huoltovarmuudesta, jonka lähtökohdat ja perusteet on koottu kuvaan 18.



Kuva 18. *Energian huoltovarmuuden turvaamisen lähtökohdat ja perusteet [Lähde: Valtioneuvoston päätös huoltovarmuuden tavoitteista (1048/2018)].*

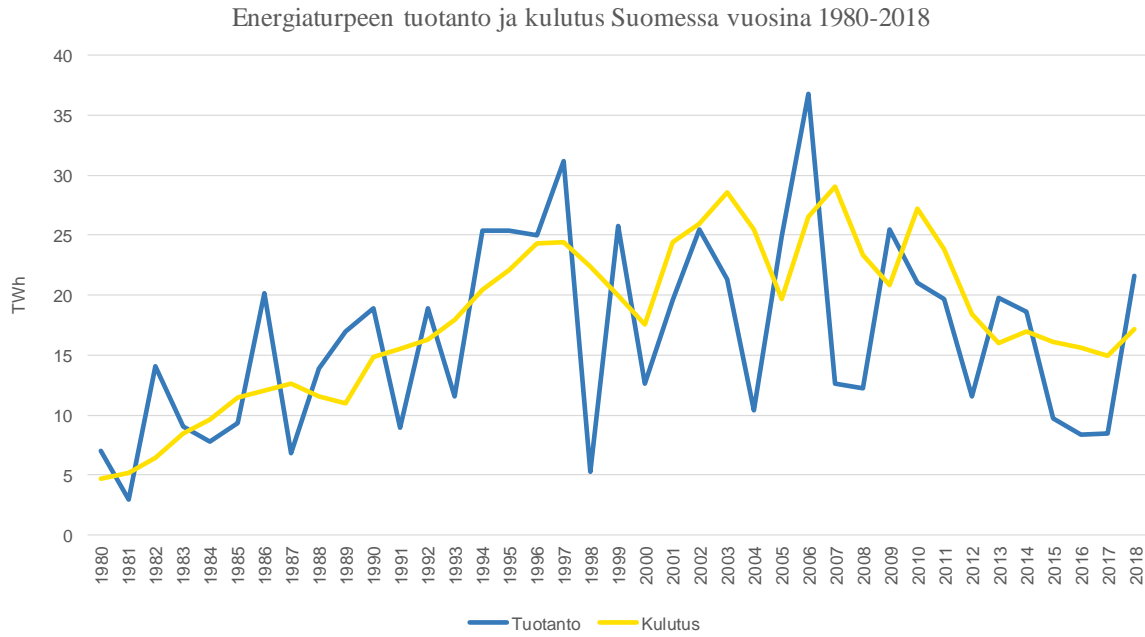
Huomionarvoista on, että huoltovarmuuden lähtökohtiin ja perusteisiin ei kuulu energiaraaka-aineen tuotannon kotimaisuus. Sen sijaan huoltovarmuuden kannalta keskeistä on, että toimivat ”normaalitilanteen” energiamarkkinat tukevat energiainfrastruktuurin olemassaoloa, ja että tuotanto on luotettavaa myös häiriötilanteissa. Lisäksi korostetaan siirto- ja jakelujärjestelmiä, hajautettua energiantuotantoa, monipuolisia energialähteitä, kannustusta investointeihin ja energiatehokkuutta.

Turvetta ei säilytetä valtion varmuusvarastoissa kuten tuontipolttoaineita, mutta ”tavoitteena on, että maassa on noin puolen vuoden käyttöä vastaavat turvevarastot

turvetuotantokauden alkaessa” (Valtioneuvoston päätös huoltovarmuuden tavoitteista 1048/2018.) Tuottajat sopivat varastoinnista (mm. sen kooksi 5-50 % varastojen keskimääräisten toimitusten määrästä) huoltovarmuuskeskuksen kanssa ja saavat korvaukseksi 0,03 euroa MWh / kk (Laki polttoturpeen turvavarastoista (321/2007). Turvetta voidaan varastoida useamman vuoden ajan verraten pienellä hävikillä. Esimerkiksi Tilastokeskus on arvioinut energiasisällön hävikiksi 0,5 % kuukaudessa (Suomen virallinen tilasto 2020c). Lisäksi kaukolämpöyhtiöiden edellytetään ottavan huomioon, riippumatta käytetyistä polttoaineista "poikkeusolojen varalta riittävän energiansaannin, ml. tuotantolaitoksille sijoitettavat polttoainevarastot" (Valtioneuvoston päätös huoltovarmuuden tavoitteista (1048/2018).

Turpeen osalta tuotannon luotettavuutta voidaan osaltaan arvioida vertaamalla vuosittaisia polttoturpeen tuotanto- ja kulutusmääriä. Lisätarkasteluna voidaan verrata toteutuneita varastointimääriä laissa tavoiteltuun varastointitasoon (puolen vuoden käyttöä vastaava määrä tuotantokauden alkaessa).

Kuvassa 19 on esitetty polttoturpeen tuotanto- ja kulutusmäärä sekä näiden vuotuinen erotus lähes 40 vuoden aikasarjana. Tuotannolle on tyypillistä suuret vaihtelut vuodesta toiseen, muun muassa korjuukauden sääoloista johtuen. Peräkkäisiä selvästi kulutusta matalampia tuotantovuosia ovat olleet 2007 ja 2008 (n. 47 % kyseisten vuosien kulutuksesta) sekä 2015-2017 (n. 57 % kyseisten vuosien kulutuksesta). Näiden kolmen peräkkäisen hyvin heikon tuotantovuoden aikana kulutus ei historiallisesti tarkasteltuna ollut kovin suurta vaan vastasi 90-luvun alkupuolen tilannetta (vuosina 2013-2018). (Suomen virallinen tilasto 2018b) Silti lämmityskauden 2017-2018 aikana turvevarastot pienenivät oleellisesti (Kuva 20). Keväällä 2018 varastointimäärien tilastointi lopetettiin (Suomen virallinen tilasto 2020c).



Kuva 19. Turpeen tuotanto ja kulutus Suomessa, GWh (Lähteet: Suomen virallinen tilasto 2018b, Suomen virallinen tilasto 2020c).



Kuva 20. Suomen turvevarastojen koko, TWh (Lähde: Suomen virallinen tilasto 2020c).

Turvetuotannon luotettavuuden turvaaminen (tai turvetuotannosta luopuminen) vaatii huoltovarmuusnäkökulmasta pidempiaikaista suunnittelua. Nykyisen turvetuotannon tason ylläpito vaatii lukuisia uusien turpeennostoalueiden avaamisia - vuosikymmenessä reilusti yli puolet olemassa olevasta tuotantoalasta (MMM 2011, Flyktman 2012, Leinonen 2010). Käytännössä tilanne on kuitenkin se,

että tuotantoalaa poistuu käytöstä enemmän kuin sitä luvitetaan (Wahlström ym. 2019, Pöyry 2019). Toisaalta turpeella on keskeinen rooli useissa kaukolämpöverkoissa. Osa polttokattiloista on teknisesti sellaisia, että niiden operoinnissa ei turpeesta voida täysin luopua ilman lisäinvestointeja. Lisäksi on huomioitava turpeen käytön voimakas alueellisuus kaukolämmön tuotannossa (ks. kuva 14).

Energiatehokkuus on yksi huoltovarmuuden lähtökohdista. Mitä vähemmän energiaa tarvitaan, sen helpompaa on myös selviytyä häiriötilanteista. Keinona energiatehokkuustoimien aikaansaamiseksi yritykset näkevät useimmin investointituet (Motiva 2016).

Turpeen korvaaminen biomassalla voisi olla heikennys huoltovarmuuteen, sillä biomassalla ei nykyisellään ole erillistä varmuusvarastointivelvoitetta. Biomassan varastointi vaatisi tilavuutena laajemmat varastot kuin turve, ja biomassan kuljetuksessa on omat haasteensa. Silti biomassan varastointivelvoite voisi olla olemassa ja sen kustannukset olisivat edullisemmat kuin öljyn varastoinnin kasvattamisen (Wahlström ym. 2019). Varastointiaika hakkeena tulisi kuitenkin minimoida ja varastoida biomassa rankana. Näin biomassan energiasisältö heikkenee huomattavasti vähemmän (Aalto 2015). Äärimmäisessä huoltovarmuuden kriisissä kuitupuun teollisuuskäyttö voisi tilapäisesti joustaa, jolloin puupolttoainetta riittäisi lämmöntuotantoon (Wahlström ym. 2019).

Pelastuslaitosten tilastoimia turvesuo tai -aumapaloja on vuodessa noin 100 kpl, kun vuotuisia nostopäiviä tyypillisellä tuotantoalueella on vain 40-50 kpl (Turveteollisuusliitto 2009). Sammutustehtävät ovat pelastuslaitoksille merkittävä kustannus, sillä suuremmissa sammutuksissa käytetään koptereita. Lisäksi pelastustoimi joutuu suunnitelmissaan ja harjoituksissaan varautumaan turvetuotanto-alueiden suurpaloihin (Oulu-Koillismaan pelastuslaitos 2016).

Turve on vaikea sammutettava, sillä se imee vettä hitaasti ja sammutukseen on käytettävä pehmenettyä vettä. Sammutettunakin pesäkkeitä jää helposti piiloon kytemään. Turvepalot syttyvät usein itsestään. Mikrobitoiminta kuumentaa aumoja jopa 75 asteiseksi. Yli 80 asteisena aumat ovat syttymisvaarassa. Syttymisherkyys riippuu vahvasti kosteudesta. Yli 60 %:n kosteudessa turve on palamatonta, mutta noin 30 %:n kosteudessa ja pölynä räjähdysaltista. Varastointikosteudessa syttymislämpötila on noin 150 astetta (Turveteollisuusliitto 2009).

Paloja sattuu, vaikka pelastuslain mukaan "Turvetuotannossa tulee palovaaran vuoksi kiinnittää erityistä huomiota tulipalon ehkäisemiseen" (Pelastuslaki 2011/379). Omaa tai paikan päällä päivystävää sammutuskalustoa laki ei turvetuottajilta edellytä.

Viime vuonna sammutustöihin tarvittiin jopa puolustusvoimien virka-apua (Kouvolan sanomat 2019). Suurempien sammutustehtävien aikana sammutusresursseja on erittäin heikosti irrotettavissa muun yhteiskunnan tarpeisiin.

Valtioneuvosto on tunnistanut huoltovarmuuden ja ilmastopolitiikan mahdollisen ristiriidan. ”Keskeiset ilmastopoliittiset tavoitteet tuottavat haasteita energiahuoltovarmuuden toteuttamiselle ja voivat olla jopa ristiriidassa huoltovarmuuden tavoitteiden kanssa. Siirtymä kohti vähähiilistä yhteiskuntaa edellyttää energian huoltovarmuuden turvaamiseksi tehtävien toimenpiteiden säännöllistä uudelleenarviointia” (Valtioneuvoston päätös huoltovarmuuden tavoitteista 1048/2018). Siirtymä ei kuitenkaan ole pelkästään haaste huoltovarmuudelle. Siirtymässä uudet energianlähteet kuten aurinko, tuuli ja geolämpö parantavat huoltovarmuutta edistämällä hajautettua energiantuotantoa ja monipuolistamalla energialähteitä. Siirto- ja jakelujärjestelmien sekä energiatehokkuuden, energia-varastojen ja puhtaiden synteettisten polttoaineiden kehittäminen osaltaan tukevat huoltovarmuutta. Puhtaasta sähköstä valmistetusta vedystä voidaan jalostaa neste- ja kaasupolttoaineita, joita voidaan kuljettaa ja varastoida samaan tapaan kuin fossiilisia polttoaineita (Jimena ym. 2019). Siten erilaiset energiaratkaisut tukevat (tai heikentävät) huoltovarmuutta eri tavoin. Turve ei välttämättä ole huoltovarmin energianlähde.

Yhteenveto huoltovarmuudesta

Sääalittius aiheuttaa turpeen vuotuisen tuotannon huomattavaa vaihtelua. Peräkkäisiä huonoja tuotantovuosia on sattunut 2007-2008 ja 2015-2017. Turpeella ei ole vastaavaa varastointivelvoitetta kuin tuontipolttoaineilla, mutta tavoitteena on puolen vuoden varastot turvetuotantokauden alkaessa. Turpeen varastoinnin tilastointi on lopetettu vuonna 2018, mutta jo kahdeksan vuoden tilastointijakso paljastaa useamman hyvin heikon keväisen varastotilanteen. Varastointitavoite ei ole silloin toteutunut. Jos turvetta ei ole saatavilla, välittömään lämmöntarpeeseen poltetaan enemmän muita polttoaineita. Kokonaan kaikki olemassa olevat kattilat eivät kuitenkaan voi turpeesta luopua ilman lisäinvestointeja. Turvetuotantoalaa poistuu käytöstä enemmän kuin sitä luvitetaan, mikä voi vähentää tuotantomäärää lähivuosien ja -vuosikymmenien kuluessa. Pelastuslaitoksen resursseja vaaditaan joka kesä useisiin, osin suuriinkin sammutustehtäviin turvetuotantoalueille. Energiajärjestelmän huoltovarmuutta on järkevää tarkastella kokonaisuutena laissa mainittuihin lähtökohtiin, perusteisiin ja tavoitteisiin pyrkien, eikä vain yhden tuotantomuodon näkökulmasta.

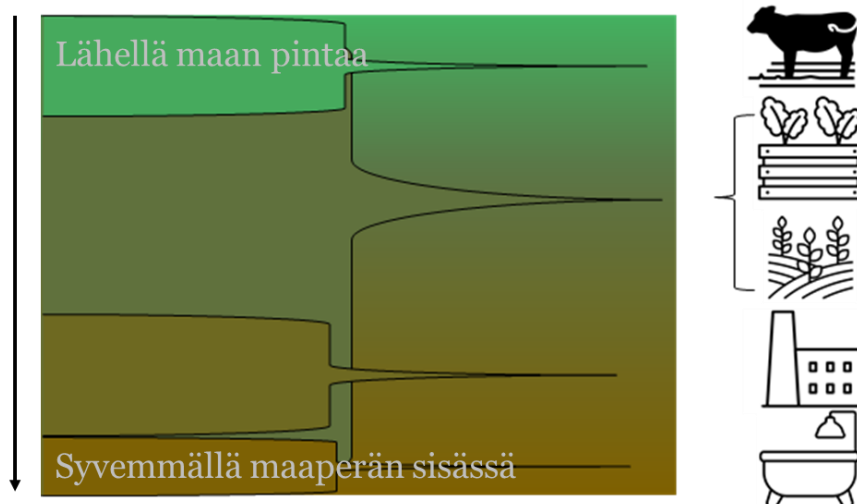
3.4 Turpeen muu käyttö

Energiaturpeen lisäksi turvetta käytetään ns. ympäristöturpeena kasvu-alustoissa, eläinten kuivikkeena, kompostoinnin tukiaineena, maanparannuksessa

sekä ympäristövahinkojen torjunnassa. Paloiksi puristettua palaturvetta voidaan käyttää routa- ja lämpöeristeenä tie- ja maarakennuksessa. Lisäksi pieniä määriä turvetta käytetään mm. tekstiileissä, eristelevyissä, lannoitteissa ja terveyskäyttöön esim. kylpyturpeena.

Nykyisessä hallitusohjelmassa suunniteltu turvealaa koskeva työryhmä aloitti toimintansa maaliskuussa 2020. Ryhmän tehtävänä on selvittää keinoja tuottaa turpeesta korkeamman jalostusasteen innovatiivisia tuotteita. Vapo Oy sai vuoden 2020 alussa kahden vuoden ja 5 M€:n rahoituksen Business Finlandilta uusien tuotteiden kehittämiseen suobiomassoista (turve, sammal ja suon bakteerit) ja muista luonnonmateriaaleista. Uusina tuotteina mainitaan aktiivihiili ja kasvattamiseen liittyvät tuotteet, kuten kasvistimulantit (Vapo 2020). Turpeen polton sijaan turpeen muut käyttökohteet tulevat mahdollisesti tulevaisuudessa lisääntymään, mikäli niiden kehittämistä ja käyttöä tuetaan.

Ympäristöturpeina käytetään usein suon pintakerroksen heikosti maatuneita vaaleita turpeita, jotka eivät sovellu energiantuotantoon. Tummemmat ja pidemmälle maatuneet turpeet soveltuvat maanparannukseen sekä kasvualustojen valmistukseen (ks. kuva 21). Heikosti maatuneet turpeet pidättävät hyvin nestettä sekä sitovat ravinteita, metalleja ja kaasuja. (Iivonen 2008, Bioenergia ry 2020).

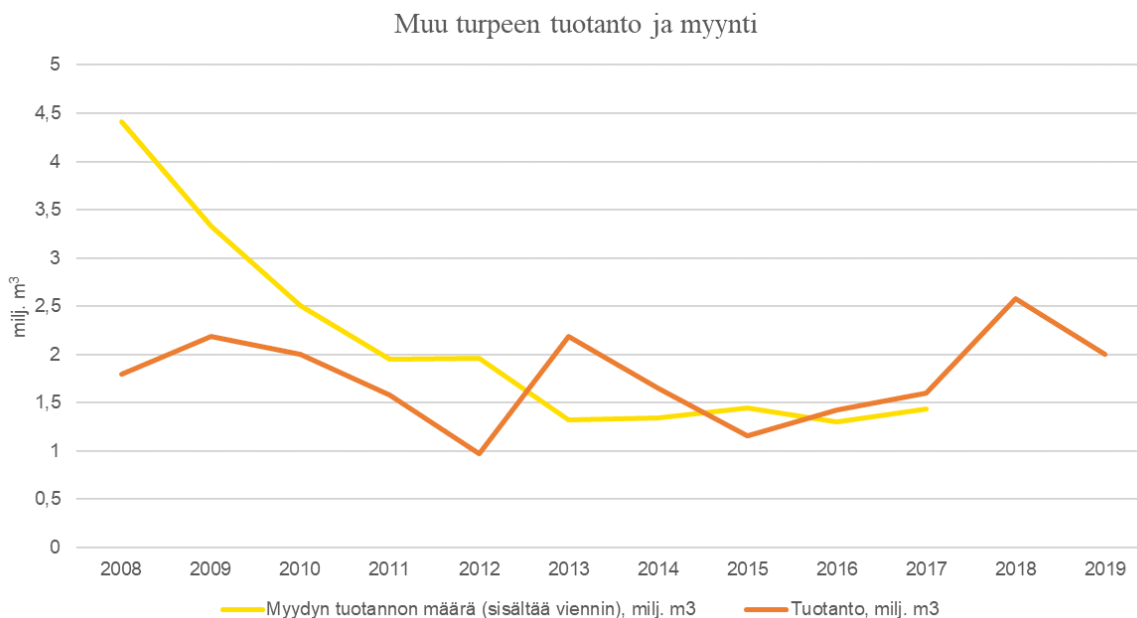


Kuva 21. Esimerkki turvekerrosten käyttökohteista (vähemmän maatuneista kerroksista enemmän maatuneisiin).

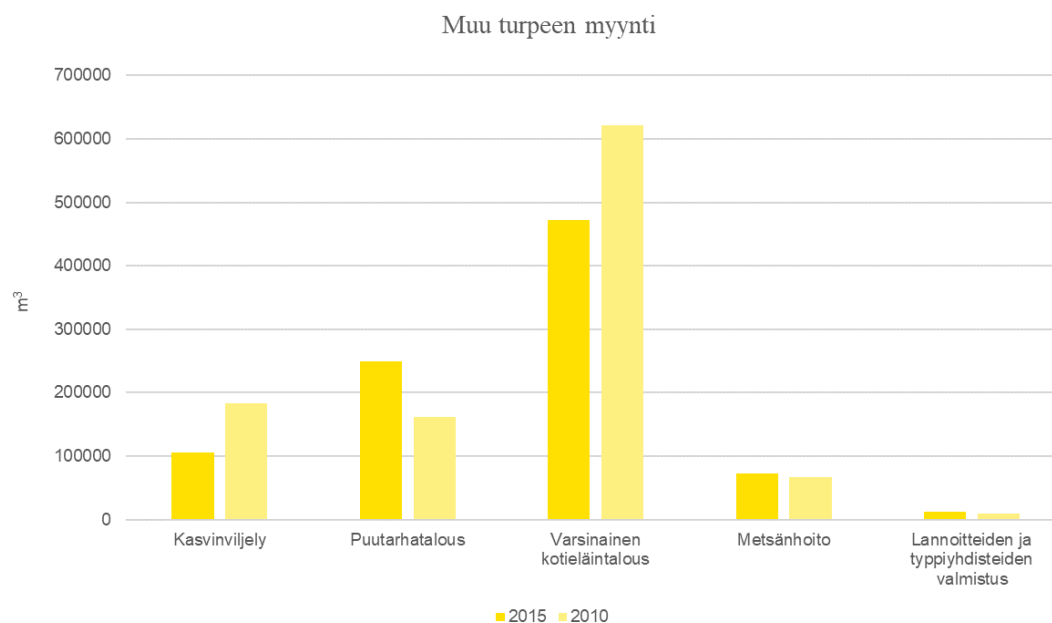
Suurimmat ympäristöturpeeksi soveltuvat turvevarat sijaitsevat Lounais-Suomessa ja Pohjanmaalla (Väyrynen ym. 2008). Yksin Pohjois-Pohjanmaan ympäristöturvevaraksi arvioidaan 100 Mm³ suota (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2015).

Ympäristöturpeiden myynti kasvoi 2000-luvun alkuvuosina noin 10 % vuodessa (Leinonen 2010), ollen noin 4,5 Mm³ vuonna 2008. Vuoden 2008 jälkeen ympäristöturpeen myynti on vähentynyt merkittävästi ja oli vuonna 2017 noin 1,5 Mm³. Vuonna 2015 viennin osuus ympäristöturpeen myynnistä oli noin 37 %, eli n. 0,5

Mm³. Turpeen tuotanto muuhun kuin energiakäyttöön on kaksi viimeistä vuotta 2018-2019 ollut noin 2-2,5 Mm³ (kuva 22). Vuodesta 2010 vuoteen 2015 turpeen myynti on lisääntynyt ainoastaan puutarhatalouden toimialalla. Kotieläintalouden turpeen myynti on vähentynyt samana ajanjaksona 25 % (kuva 23).



Kuva 22. Muu turpeen myynti vuosina 2008-2017 (sisältää viennin) (Lähde: Suomen virallinen tilasto 2020a) ja muun turpeen tuotanto vuosina 2008-2019 (Lähde: Bioenergia ry 2020).



Kuva 23. Muu turpeen myynti toimialoittain, m³ (Lähde: Savolainen ym. 2019).

3.4.1 Kasvualustaturve

Kasvualustakäyttö on kansainvälisesti tunnetuin ja laajimmalle levinnyt turpeen muu kuin energiakäyttömuoto. Euroopassa puutarhaviljelijöiden käyttämistä kasvualustoista 80 % on turvepohjaisia. Noin 45 % maailman vuotuisesti tuotetusta turpeesta käytetään kasvualustoissa, ja markkinoiden odotetaan kasvavan edelleen. Vapo ennustaa kasvualustatoimialan kasvavan Euroopassa 2–3 % vuosittain ja Euroopan ulkopuolella selvästi nopeammin. Vapo tuottaa kasvualustoja Suomessa, Ruotsissa ja Hollannissa (Vapo 2019). Suomi on yksi tärkeimpiä kasvuturpeen tuottaja- ja vientimaita maailmassa Ruotsin, Baltian maiden, Irlannin ja Kanadan ohella (Leinonen 2010). Suomen arvioidaan nykyisellään tuottavan noin kymmenesosan Euroopassa käytetystä kasvuturpeesta (Kyllönen 2020). Vuonna 2015 Suomesta ohjautui vientiin 0,5 Mm³ ympäristöturvetta (ympäristöturpeeksi luetaan kasvualustojen lisäksi eläinten kuivikkeet, kompostoinnin tukiaineet, maanparannuksessa sekä ympäristövahinkojen torjunnassa käytettävä turve).

Kasvualustaturpeena käytetään nykyisin pääasiassa keskimaatuneita ja pitkälle maatuneita turpeita, mutta myös pintaturpeita. Kasvualustaturpeet jaetaan kasvuturpeisiin, turveseoksiin ja erityiskasvualustatuotteisiin. Kasvuturpeiksi luokitellaan kalkitut ja lannoitetut turpeet ja turvelevyt, joiden orgaanisen aineksen määrä on vähintään 50 % kuiva-aineesta. Turveseokset ovat erilaisten turvelajien seoksia, joihin voi olla sekoitettuna lannoitteita, kalkitusainetta, kasvualustan rakennetta ja ominaisuuksia parantavia ainesosia ja kompostia. Erityiskasvualustoja ovat turpeesta valmistetut puristetut kasvualustatuotteet, joihin voi olla sekoitettuna vastaavia lisäaineita kuin turveseoksissa. Kasvualustat luokitellaan Suomen lainsäädännössä lannoitevalmisteiksi ja niiden valmistusta sekä laatua valvotaan viranomaistyönä (Lannoitevalmistelaki 2006/539). Pidemmälle maatuneita kasvuturpeita, joiden rakenne on kestävämpää kuin heikosti maatuneella turpeella, käytetään viherrakentamisessa noin 36 000 - 45 000 m³ vuodessa (Iivonen 2008).

Suomessa puutarhatalouden ja kasviviljelyn käyttöön ohjautui vuonna 2015 lähes 40 % kotimaisesta ympäristöturpeesta. Siitä 70 % hyödynnettiin puutarhataloudessa ja loput kasvinviljelyssä. Kasvihuoneessa tuotetuista tuotteista suurin osa tuotetaan turvepohjaisilla kasvualustoilla (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2015).

Kasvualustat vaihdetaan kasvitautitilanteen mukaan. Kasvualustojen vaihtotarpeeseen vaikuttaa kasvitautien lisäksi myös tuhohyönteisten ja punkkien määrä, jotka voivat siirtyä uuteen kasvustoon käytetyn alustan avulla. Osa puutarhoista vaihtaa alustat joka kasvuston välissä, osa kerran vuodessa tilanteesta riippumatta (Mikkola 2006). Käytetyt kasvualustat päätyvät joko kompostointiin ja sitä kautta maanparannusaineeksi tai suoraan sellaisenaan peltolevitykseen.

Turpeen vuotuinen kulutus Suomessa metsäpuiden paakkutaimituotannossa on noin 15 000 m³, josta noin 98 % käytetään havupuiden taimituotannossa. Turpeen alhainen pH on havupuiden kasvun kannalta optimaalinen.

3.4.2 Kuivikekäyttö

Turvetta voidaan käyttää kotieläintiloilla kuivikkeena ja katteena lannan varastoinnissa ammoniakkipäästöjen ja hajuhaittojen vähentämiseksi. Turve soveltuu kuivikkeeksi kaikille kotieläimille. Kuivikkeen käyttö pitää eläimet puhtaana, estää hiertymiä ja eristää kylmältä sekä pehmentää makuualustaa. Kuivike voi toimia myös virikkeenä. Turpeella on monia hyviä ominaisuuksia: se sitoo tehokkaasti sekä kosteutta että ammoniakkia ja vähentää hajun muodostumista, ja lisäksi sillä on hyvät jälkikäyttöominaisuudet peltolevityksessä. Kuivikekäytössä ollut turve päätyy lannan kanssa varastoinnin ja mahdollisen kompostoinnin kautta peltolevitykseen, jossa se hajoaa.

Turpeen käyttömäärä kuivikkeena vaihtelee ja on riippuvainen muun muassa tuotantotapojen kehittymisestä. Turvetta käytetään vuosittain kuivikkeena arviolta 0,6-1,3 Mm³ (taulukko 3). Turvetta käytetään eniten hevos- ja lihanautatiloilla. Broileritiloista noin 90 % käyttää kuivikkeena pelkästään turvetta, koska sen on todettu ylläpitävän lintujen jalkaterveyttä (Kaukonen 2017).

Taulukko 3. Turpeen osuus eläintiloilla käytetyistä kuivikkeista sekä turpeen eläinkohtainen ja eläinlajien vuosikulutus (Lähteet: Iivonen 2008, Luostarinen ym. 2017, Hellstedt ym. 2019).

	Turpeen osuus käytetyistä kuivikkeista (%)	Turpeen kulutus (m³/eläin/vuosi)	Turpeen kulutus, (1000 m³/eläinlaji/vuosi ⁵)
Lihanauta	29-44	5,9	180-280
Lypsylehmä	6-24	4	65-260
Hevonen	46	10-26	310-800
Lihaseika	14	0,5	35
Broileri	90	0,007	55

3.4.3 Kompostoinnin tukiaine

Turvetta käytetään kompostoinnin tukiaineena, jolloin sitä lisätään kompostoitavan massan sekaan. Turve on imeytysturvetta, maatumatonta tai keski-

⁵ Laskettu vuonna 2018 tilastoitujen eläinmäärien perusteella (Luonnonvarakeskus 2019), hevosten määränä käytetty 60 000 hevosta + 15 000 ponia.

maatunutta sara- ja rahkaturvetta (Enqvist 2014). Käyttö tukiaineena on määrältään huomattavasti vähäisempää verrattuna kasvualusta- tai kuivikekäyttöön. Turpeen avulla kompostoinnissa voidaan vähentää typen haihtumista ammoniakkinä, kun kompostoitavan massan hiilipitoisuus kasvaa. Lisäksi turve parantaa kompostoitavan massan ilmavuutta, imee kosteutta ja vähentää hajuhaittoja. Arviolta 25 % kompostointilaitoksista käyttää turvetta kompostoinnin tukiaineena (Myllymaa ym. 2006). Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY) käyttää lietteen kompostoinnissa noin 100 000 m³ turvetta vuodessa. Valmistaa kompostia hyödynnetään pääosin viherrakentamisessa ja maisemanhoidossa. (Nipuli 2020)

3.4.4 Maanparannus

Maanparannustarkoituksessa turvetta käytetään etenkin karkeiden moreenimaiden ja hienojen ja tiiviiden maalajien avomaaviljelyaloilla (mm. erilaisten vihannesten ja kasvien viljely avomaalla). Esimerkiksi kasvualustakäytöstä poistuneet turvealustat voidaan hyödyntää avomaaviljelyalueilla kompostoinnin jälkeen. Maanparannusturpeella voidaan heikentää kasvipatogeenien (kasvitautilien aiheuttajat) elinolosuhteita ja lisätä maan humuspitoisuutta, jolla on suuri vaikutus maan muruisuuteen ja kuohkeuteen, pieneliötoimintaan sekä ravinteiden ja veden sitomiskykyyn. Turvelisäystä voidaan myös käyttää viljelyaloilla, joissa maan kasvukunto on orgaanisen aineksen puutteen vuoksi heikentynyt (Iivonen 2008).

3.4.5 Rakentaminen

Turvetta voidaan käyttää routa- ja lämpöeristeenä tie- ja maarakennuksessa (mm. meluvallit, putkikaivannot). Turvetta käytetään myös jätetäyttöalueiden pohjarakenteissa sekä suljettavien kaatopaikkojen pintarakenteissa. Niin sanottu tiivisturpe pidättää hyvin haitta-aineita ja läpäisee heikosti vettä.

Turve on perinteinen rakennusmateriaali talojen rakentamisessa, jossa turvetta on käytetty eristeenä ylä- tai alapohjissa. Kiinnostusta perinteisiä rakennusmateriaaleja kohtaan on edelleen, ja turvetta voidaan haluta käyttää etenkin korjausrakentamiskohteissa, joissa se on ollut käytössä entisestään. Uudisrakentamisessa turvetta ei käytetä perinteisellä tavalla eristeenä, mutta eräänä turpeen käyttömahdollisuutena nähdään osaksi turvekuidusta valmistetut muovikomposiittilevyt (ks. luku 3.4.7). Lisäksi ainakin yksi yritys (Konto Oy) valmistaa pintaturpeesta huopa- ja levytuotteita pääosin akustiikkakäyttöön.

3.4.6 Kosmetiikka

Hyvin maatuneita turpeita käytetään kylpy- ja hoitoturpeena. Niistä valmistetaan myös kosmeettisia tuotteita, kuten shampoota ja saippuaa. Terveyskäyttöön nostettava turve on pitkälle maatunutta ja se nostetaan pohjaveden pinnan alapuolelta, nostosyvyyden ollessa suosta riippuen 2-4 metriä. Turpeen käyttö kosmetiikassa on volyymiltaan vähäistä.

3.4.7 Kehitteillä olevat ja suunnitellut turpeen käyttökohteet

Pohjois-Pohjanmaan liitto teetti vuonna 2015 selvityksen turpeen uusista jalostusmahdollisuuksista. Selvityksessä turpeen uusista käyttökohteista mielenkiintoisimpana nähtiin pyrolyysiöljyn tuotanto ja jalostaminen, biokaasun tuotanto sekä turvekuitujen käyttö muun muassa komposiittimateriaaleissa. Kun sähkön ja lämmön tuotanto turpeesta vähenee, turveala Suomessa on aktiivisesti kehittämässä turpeesta uusia tuotteita niin kotimaan kuin ulkomaan markkinoille (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2015).

Turpeen uusille käyttökohteille voi olla runsaastikin kysyntää, ja sikäli uusien tuotteiden kehittäminen voi loiventaa niitä taloudellisia ja työllisyyteen kohdistuvia vaikutuksia, joita turpeen energiakäytöstä luopuminen aiheuttaa. Toisaalta turpeen uusien käyttökohteiden ympäristövaikutusten kokonaisarviointi on tärkeää, jotta voidaan varmistua, ettei uusien turvetuotteiden laajamittaiseen tuotantoon investoiminen kokonaisuudessaan johda ympäristölle haitallisiin vaikutuksiin. Kokonaisuuden kannalta on siis tarpeellista punnita sitä, minkälaisia ympäristöhaittoja koituu turpeen nostosta uusiin käyttökohteisiin, ja toisaalta minkälaisia ilmasto-, vesistö- tai biodiversiteettivaikutuksia on suoalueiden jättämisellä turpeen noston ulkopuolelle. Näitä vaikutuksia käsitellään luvussa 4.

Pyrolyysiöljyn tuotanto ja liikennepolttoaineen jalostaminen

Turvetta voidaan prosessoida pyrolyysillä, joko sellaisenaan tai seoksena esimerkiksi puun kanssa. Tuotteina syntyy pyrolyysiöljyä, hiiltä ja kaasuja. Pyrolyysiöljyä voidaan käyttää lämmitysöljynä tai se voi toimia raaka-aineena kemian tuotteiden tai liikennepolttoaineen jalostukselle. Kaasu ja hiili voidaan polttaa energiaksi. Pyrolyysiöljyn erilaiset jalostuskohteet ovat kehitteillä. Turpeesta on myös suunniteltu tuotettavan niin sanotun Fischer-Tropsch-menetelmän avulla diesel-polttoainetta (Kirkinen ym. 2007). Suunnitelmista kahden tuotantolaitoksen perustamiseksi on kuitenkin luovuttu (OECD 2010).

Biokaasun tuotanto

Turvetta päätyy biokaasun tuotantoon lähinnä kuivikelannan mukana. Turvelanta soveltuu hyvin biokaasun tuotantoon. Biokaasua tuotetaan lähinnä jätevirroista ja merkittävä osa laitosten tuloista muodostuu jätteiden porttimaksuista. Biokaasun tuotanto yksinomaan turpeesta ei kuitenkaan ole nykyisellään kannattavaa ja sitä ei luettaisi uusiutuvan energian säädösten mukaiseksi biopolttoaineeksi (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2015).

Turvekuitu

Turpeesta valmistettavaa turvekuitua kehitetään parhaillaan erilaisin käyttökohteisiin. Turvekuidusta voidaan valmistaa nanoselluun verrattavia ainesosia (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2015). Turvekuitua voidaan käyttää muun muassa erilaisissa levytuotteissa ja irtokuidun sovelluksissa sekä esimerkiksi sisustuslaattojen raaka-aineena. Irtokuitua voidaan hyödyntää esimerkiksi kuituvaloksissa, perinnerakentamisen eristeenä ja komposiittituotteissa. Suomessa turpeesta tuotetaan muun muassa akustiikka- ja eristelevyjä. Turvetta sisältävän muovikomposiittimateriaalin ongelmaksi voi muodostua huono kierrätettävyyys rakennustuotteen elinkaaren loppuvaiheessa, mikäli komposiittimateriaalin ainesosia ei saada eroteltua toisistaan.

Yhtenä käyttökohteena turvekuidulle voisi olla pakkausteollisuudessa hyödynnettävät kuituvalostuotteet, joita ovat esimerkiksi muovia korvaavat elektroniikan sisäpakkaukset. Kuituvalostuotteiden raaka-aineen kysyntä kasvaa tulevaisuudessa entisestään, sillä kuituvalostuotteissa käytetään nykyisin pääasiassa kierrätyspaperia, jonka saatavuus heikkenee digitalisaation edetessä ja esimerkiksi printtimedian painosmäärien kutistuessa.

Aktiivihiili

Turpeesta voidaan valmistaa aktiivihiiltä, jota käytetään erilaisissa ilman ja veden puhdistamisen sovelluksissa, muun muassa teollisuuden prosesseissa ja elintarviketuotannossa. Vapo Carbons, joka on osittain valtion omistaman Vapon liiketoimintayksikkö, avaa uuden aktiivihiilitehtaan Ilomantsiin vuoden 2020 lopussa, missä aktiivihiilen raaka-aineena käytetään pääosin jyrshinturpeesta valmistettuja turvepellettejä. Tulevaisuudessa raaka-aineena voidaan käyttää myös esimerkiksi puuta. Alkuvaiheessa tuotantokapasiteetti on suunniteltu olevan 5000 tonnia

vuodessa, mutta tuotantoa voidaan tarvittaessa laajentaa. Tuotannosta valtaosa menee vientiin. (Vapo 2018)

Yhteenveto – Turpeen muu käyttö

Turvetta käytetään niin sanottuna ympäristöturpeena muun muassa kasvualustoissa, eläinten kuivikkeena, kompostoinnin tukiaineena, maanparannuksessa sekä ympäristövahinkojen torjunnassa. Paloiksi puristettua palaturvetta voidaan käyttää routa- ja lämpöeristeenä tie- ja maarakennuksessa. Lisäksi pieniä määriä turvetta käytetään muun muassa tekstiileissä, eristelevyissä, lannoitteissa ja terveyskäyttöön esimerkiksi kylpyturpeena. Kasvualustakäyttö on kansainvälisesti tunnetuin ja laajimmalle levinnyt turpeen muu käyttömuoto. Puutarhatalouden ja kasviviljelyn käyttöön ohjautui vuonna 2015 lähes 40 % kotimaisesta ympäristöturpeesta. Kasvualustakäytön lisäksi kuivikekäyttö on toinen merkittävä ympäristöturpeen käyttömuoto. Turvetta käytetään kotieläintiloilla kuivikkeena ja katteena lannan varastoinnissa ammoniakkipäästöjen ja hajuhaittojen vähentämiseksi. Kun energiaturpeen käyttö vähenee, on turveala Suomessa aktiivisesti kehittämässä turpeesta uusia tuotteita niin kotimaan kuin ulkomaan markkinoille. Kehitteillä on turpeen hyödyntämistä muun muassa turvekuituna sekä aktiivihilenä.

4 Turpeen tuotannon ja käytön ympäristövaikutukset

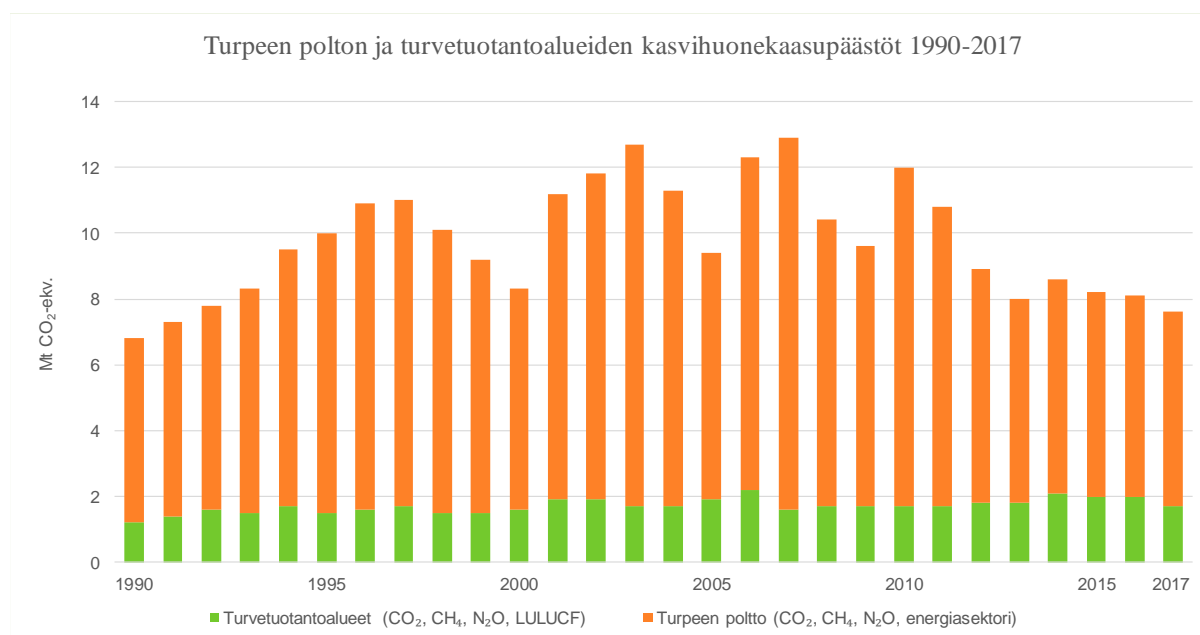
Suomessa turpeen tuotantoon tarvitaan ympäristölupa tuotantoalueen pinta-alasta riippumatta (ympäristönsuojelulaki 527/2014). Enintään 10 hehtaarin tuotantoalueille tulee hakea ympäristölupa ympäristölainsäädännön muutoksen mukaan (327/2016) 1.9.2020 mennessä. Turvetuotannon päätyttyä alueelle tehdään ympäristöluvan edellyttämä jälkihoito, jonka tarkoituksena on turvetuotanto-toiminnan hallittu lopettaminen (ympäristönsuojelulaki 527/2014). Jälkihoitovaiheen myötä tuotantoalue siirtyy jälkikäyttöön, jota ei määritellä ympäristöluvassa, vaikka se voi käyttömuodosta riippuen vaatia luvan tai ilmoituksen (Ympäristöministeriö 2015).

Entisiä turpeen tuotantoalueita on Suomessa noin 50 000 hehtaaria ja arvioitu uusien jälkikäyttöön siirtyvien alueiden määrä on noin 2500-3000 hehtaaria vuodessa. Noin neljännekselle alueista, joilla turvetuotanto on päättynyt, ei ole tehty jälkikäyttöllisiä toimenpiteitä. Yleisimpänä jälkikäyttömuotona on ollut turpeenotto-alueen siirtäminen maa- ja metsätalouden piiriin tai ruokohelven viljely. (Mäkäräinen

2019) Noin neljännes turpeen tuotantoalueista on siirretty tuotannon päättymisen jälkeen maanomistajille, eikä näiden alueiden jälkikäyttömuodosta ole virallista tietoa (MMM 2011).

4.1 Ilmastovaikutukset

Kansallisen kasvihuonekaasuinventaarion mukaan turpeen tuotanto ja käyttö aiheuttivat Suomessa vuonna 2017 noin 7,5 Mt CO₂-ekv. suuruisen päästön (kuva 24). Näistä energiasektorilla raportoitavien turpeen polton päästöt olivat 5,8 Mt CO₂-ekv. ja LULUCF-sektorilla raportoitavien turpeen tuotantoalueiden päästöt olivat 1,7 Mt CO₂-ekv. Turpeen tuotantoalueiden päästöistä noin 55 % aiheutui turvekentistä, 44 % varastoista ja alle 1 % ojista. Korkeimmillaan turpeen tuotannon ja käytön päästöt ovat Suomessa olleet yli 12 Mt CO₂-ekv. vuosina 2003 ja 2007. Turvetuotantoalueiden (turvekenttien) päästöt sisältävät myös energiakäyttöön kuulumattomat kasvu-, kuivike- ja ympäristöturpeen hajoamisen päästöt, jotka olivat vuosina 1990-2017 noin 0,3 Mt CO₂-ekv. vuodessa. Hajoamisen oletetaan tapahtuvan välittömästi, ja nämä päästöt raportoidaan Suomen taseessa riippumatta siitä, viedäänkö energiakäyttöön kuulumaton turve Suomen rajojen ulkopuolelle vai ei. (Tilastokeskus 2019a, b)



Kuva 24. Turpeen polton ja turvetuotantoalueiden kasvihuonekaasupäästöt 1990–2017 (Lähde: Tilastokeskus 2019a).

Turpeen energiakäytön elinkaarisia ilmastovaikutuksia on tarkasteltu 1990- ja 2000-luvuilla useissa eri tutkimuksissa (ks. Leinonen 2010). Vuonna 2011 Suomen ympäristökeskus teki arvioinnin silloisista keskeisistä suomalaisista ja ruotsalaisista turpeen energiakäytön ilmastovaikutuksista selvittäneistä tutkimuksista (Seppälä ym.

2010). Silvan ym. (2012) ja Väisänen ym. (2013) selvittivät turpeen tuotannon elinkaarisia ilmastovaikutuksia runsaspäästöisillä soilla uutta turpeen tuotantomenetelmää (*excavation-drier method*) hyödyntäen. Energiaturpeen elinkaari voidaan jakaa eri vaiheisiin, joita ovat tuotantoalueen alkutila, tuotantovaihe, turpeen polttaminen ja tuotantoalueen jälleenkäsittely turpeen tuotannon päättyessä (Seppälä ym. 2010).

Turpeen tuotannon ja käytön elinkaariset ilmastovaikutukset riippuvat useista eri tekijöistä ja oletuksista (Seppälä ym. 2010). Tällaisia ovat erityisesti oletukset siitä, minkälaiselta maalta turvetta nostetaan, mihin turvetta käytetään ja miten se jalostetaan, mitä turvetuotantoalueelle tehdään turpeen käytön päättyessä sekä siitä, minkälaista aikajännettä ja metriikkaa turpeen ilmastovaikutusten arvioinnissa käytetään (Kirkinen 2007, 2008, 2010, Seppälä ym. 2010, Väisänen 2014). Erilaisista epävarmuuksista ja herkkyyksistä huolimatta turpeen tuotannon ja käytön ilmastovaikutuksista voidaan tehdä jäsenneltyjä johtopäätöksiä. Seuraavassa keskeisiä tekijöitä ja niistä tehtyjä johtopäätöksiä käsitellään ryhmiteltyinä keskeisten tekijöiden suhteen.

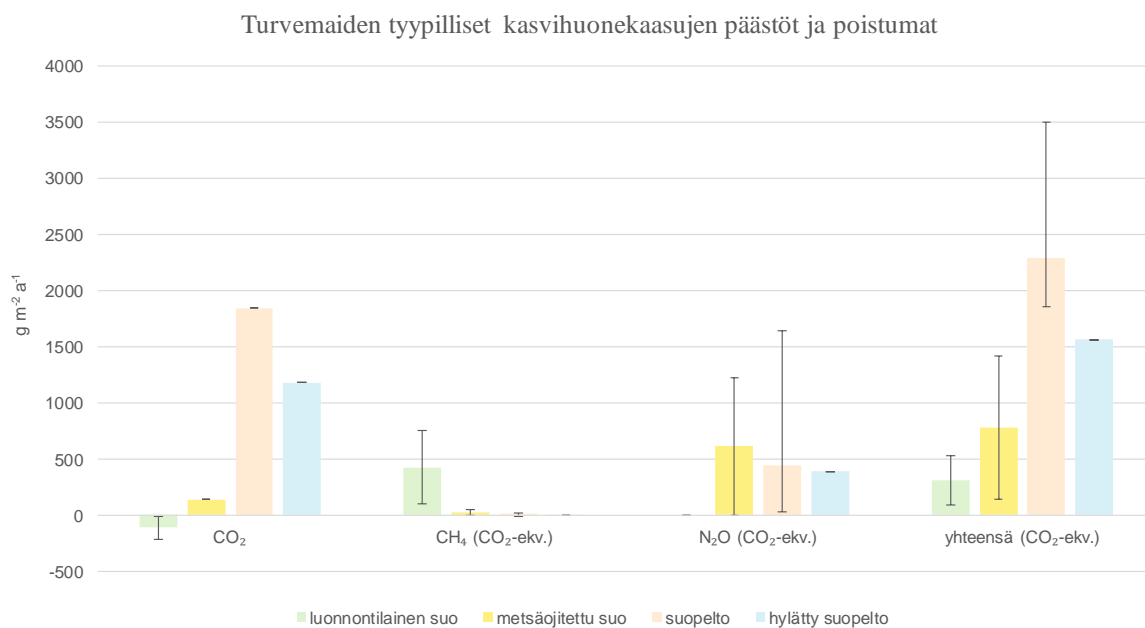
4.1.1 Turpeen tuotanto

Turpeen tuotannosta suurin osa, noin 75 % on tapahtunut aiemmin metsätaloukskäyttöön kuivatulla turvemaalla ja noin 25 % turvetuotantoon otetuista alueista on ollut luonnontilaisia soita (Leinonen 2010). Suopeltojen hyödyntäminen turvetuotannossa on vähäistä. Turpeen tuotannon ja polttamisen jälkeen tuotantoalueen pohjan jatkokäsittelyvaihtoehtoina ovat alueen soistaminen, metsitys tai viljely (esimerkiksi ruokohelven).

Metsätaloukskäyttöön aiemmin kuivatut suot vapauttavat hiilidioksidia, mutta joissakin tapauksissa merkittävästi myös metaania ja typpioksiduulia. Luonnontilainen suo on hiilen nielu ja metaanin lähde. Suopelto on merkittävä hiilidioksidin päästölähde, metaanin vähäinen nielu ja typpioksiduulin päästölähde (Seppälä ym. 2010, Väisänen ym. 2013) (ks. kuva 25).

Soiden hiilidioksidi- ja metaanivuot (päästöt tai poistumat) vaihtelevat paljon sääoloista ja kasvillisuustyypeistä johtuen. Lisäksi metaanin ja typpioksiduulin merkitys hiilidioksidiin verrattuna riippuu tarkastelun aikajännteestä ja siitä, minkälaista indikaattoria kasvihuonekaasujen yhteismitallistamiseen käytetään (Myhre ym. 2013). Toistaiseksi kansainvälisessä kasvihuonekaasujen laskennassa ja raportoinnissa on käytetty 100 vuoden laskenta-aikajännettä ja kumulatiiviseen säteilypakotteeseen perustuvia lämmityspotentiaali-indikaattoreita (*Global Warming Potential, GWP*). 100 vuoden laskenta-aikajännteellä ja hiilidioksidiekvivalenteiksi

muutettuna maaperä on luonnontilaisilla soilla, metsäojitetuilla soilla ja suopelloilla kasvihuonekaasujen nettolähde (Seppälä ym. 2010). Tyypillisesti kasvihuonekaasujen päästöt ovat kokonaisuudessaan suurimpia viljelyksessä olevilla suopelloilla, sitten hylätyillä suopelloilla, metsäojitetuilla soilla ja alhaisimpia luonnontilaisilla soilla (kuva 25). Jotkut luonnontilaiset suot voivat olla kasvihuonekaasujen nettonieluja, jos metaanipäästöt ovat hiilidioksidiekvivalentteina alhaisempia kuin hiilen sitoutuminen suohon (Seppälä ym. 2010).



Kuva 25. Tyypilliset kasvihuonekaasujen päästöt (positiivinen luku) ja poistumat (negatiivinen luku) ja niiden epävarmuudet luonnontilaisella suolla, metsäojitetulla suolla, suopelloilla ja hylätyillä suopelloilla (Lähde: Seppälä ym. 2010). Metaani ja typpioksiduuli muutettu hiilidioksidiekvivalenteiksi käyttämällä 100 vuoden laskenta-aikajännettä ja kasvihuonekaasuinventaarin (Lähde: Tilastokeskus2019b) GWP-kertoimia 25 (CH₄) ja 298 (N₂O). Positiivinen arvo tarkoittaa päästöä ja negatiivinen arvo poistumaa.

Turpeen tuotantoon käytettävät työkonet ja turpeen varastointi aiheuttavat turvetuotantokenttien lisäksi jonkin verran kasvihuonekaasupäästöjä (Kirkinen ym. 2007). Suomessa turpeen tuotanto (mukaan lukien turvetuotantokentän, turvevarastojen ja työkonien päästöt) aiheuttaa keskimäärin noin 10 % turpeen elinkaaren aikaisista kasvihuonekaasupäästöistä, ollen turpeen energiasisältöä kohden ilmaistuna ja GWP₁₀₀-indikaattoria käyttäen suuruusluokaltaan noin 10 g CO₂-ekv./MJ (Kirkinen ym. 2007). Turpeen tuotantovaiheen kasvihuonekaasupäästöjä voidaan vähentää, mikäli turpeen tuotanto onnistutaan kohdistamaan runsaspäästöisille soille, joilta aiheutuisi turpeen tuotantoon ja käyttöön nähden suhteellisen merkittäviä kasvihuonekaasupäästöjä ilman turpeen tuotantoa. Lisäksi kasvihuonekaasupäästöjä voidaan jossain määrin vähentää uuden turpeen tuotantomenetelmän (*excavation dryer method*) avulla, mutta sen vaikutus on

selvästi vähäisempi kuin suon (Silvan ym. 2012). Runsaspäästöisillä soilla tapahtuvalla turpeen tuotannolla ja uuden turvetuotantomenetelmän käyttämisellä voi olla mahdollista välttää turvemailla muuten syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä suuruusluokaltaan 50 g CO₂-ekv./MJ (GWP₁₀₀-indikaattorilla laskettuna). Tällaisilla soilla tapahtuvan turpeen tuotannon päästöt olisivat vältettyjen päästöjen ansiosta negatiiviset (suuruusluokaltaan -40 g CO₂-ekv./MJ).

4.1.2 Turpeen poltto

Turpeen poltto aiheuttaa CO₂, CH₄- ja N₂O-päästöjä. Polton CO₂-päästöt energiayksikköä kohden riippuvat lähinnä turpeen kosteudesta (Vesterinen 2003), CH₄ ja N₂O-päästöt lähinnä polttotekniikasta (Tsupari ym. 2006). Suomen kasvihuonekaasuinventaariossa (Tilastokeskus 2019b) käytettävät päästökertoimet turpeen polton CO₂-päästöille ovat: 97 g CO₂/MJ (turvepelletit ja -brikitit), 102-104 g CO₂/MJ (palaturve) ja 106-108 g CO₂/MJ (jyrsinturve). Polton CH₄- ja N₂O-päästöt ovat tyypillisesti korkeintaan muutaman g CO₂-ekv./MJ (GWP₁₀₀-indikaattorilla laskettuna) (Tsupari ym. 2006). Suomen kasvihuonekaasuinventaariossa pienen kokoluokan turvekattiloille (< 1 MW) käytettävät päästökertoimet ovat sekä metaanille että typpioksiduulille n. 1 g CO₂-ekv./MJ (Tilastokeskus 2019b).

4.1.3 Turpeen muu käyttö

Manninen ym. (2016) arvioivat kuivikkeena käytettävän turpeen elinkaarisia ilmastovaikutuksia. Mannisen ym. (2016) raportissa on tarkasteltu hevosilla käytettävän kuiviketurpeen ilmastovaikutusten arviointia vain turpeen hajoamisesta aiheutuvan hiilidioksidipäästön näkökulmasta, koska muiden kasvihuonekaasupäästöjen merkitys on tässä yhteydessä tyypillisesti vähäinen, ja niiden arviointiin sisältyy monia epävarmuuksia. Hiilidioksidipäästöjen arviointi perustettiin oletukseen, että turve nostetaan metsäojitetulta suoalueelta, joka lähtötilanteessa on hiilidioksidin nettolähde (141 g CO₂/m²/v; Seppälä ym. 2010). Tämä päästö tapahtuu joka tapauksessa, ja se otetaan huomioon arvioitaessa turpeen nostosta ja hyödyntämisestä aiheutuvaa nettovaikutusta hiilidioksidipäästöihin. Kuivikkeeksi nostettu turve päättyy lopulta viherrakentamiskäyttöön, missä se hajoaa.

Arvioinnissa lähtökohdaksi otettiin turpeen hajoamisnopeus maatalousmaassa Karhun ym. (2012) tutkimuksen mukaan. Siinä turpeesta on sadan vuoden jälkeen hajonnut 86 %. Kun turpeen kuiva-aineesta on noin 55 % hiiltä ja kun jyrsinturpeen kosteusprosentti on noin 48, on turvetonnissa hiiltä noin 290 kilogrammaa. Kokonaan

hiilidioksidina vapautuessaan tämä tuottaa runsaan tuhannen kilogramman hiilidioksidipäästön. Koska sadassa vuodessa turpeesta hajoaa noin 86 %, ja jäljelle jäänyt aines häviää todennäköisesti hyvin hitaasti, muodostuva hiilidioksidipäästö on noin 900 kg turvetonnia kohden. Tästä tulee vähentää turpeennostoalueen referenssitilanteen mukainen CO₂-päästö (141 g CO₂/m²/v; Seppälä ym. 2010), joka turvetonnia kohden on sadassa vuodessa noin 40 kg (turvetonnin tuottamiseen tarvitaan suopinta-alaa vajaat kolme neliometriä). Näin nettopäästökseen muodostuu noin 860 kg CO₂/tonni kuiviketurvetta.

Kasvualustakäytössä turpeen hajoamisen päästöt eivät juuri eroa kuivikekäytön päästöistä. Kun kasvualustaturve poistetaan käytöstä, kasvualustat kompostoidaan ja käytetään maanparannusaineena vastaavasti kuten kuiviketurve.

4.1.4 Turpeen tuotantoalueen jälkitila

Turpeen tuotannon päättyessä turvetuotantoalueen jälkikäsitteilyllä voidaan vaikuttaa alueen kasvihuonekaasutaseisiin. Tyypillisiä vaihtoehtoja alueen jättämiselle siihen tilaan kuin se on turpeen tuotannon päättyessä ovat metsitys, uudelleensoistaminen (ennallistaminen), esimerkiksi ruokohelven viljely tai tuulivoiman tuotanto. Kasvittuva alue sitoo hiilidioksidia mutta saattaa myös lisätä metaanipäästöjä (Seppälä ym. 2010). Metsitetyillä tai viljelyksessä olevilla alueilla turpeen hajoamisessa vapautuva hiili saattaa ajan myötä muodostua suuremmaksi kuin metsityksessä puustoon sidottu hiilimäärä. Toisaalta ennallistamisessa lisääntyvät metaanipäästöt saattavat aiheuttaa useiden vuosikymmenten tai jopa vuosisatojen ajan lämmittävän ilmastovaikutuksen (Ojanen 2019). Turpeen tuotantoalueen jälkikäsitteilyn vaikutus turpeen elinkaarisiin kasvihuonekaasupäästöihin on arvioitu olevan vähäisempi (GWP₁₀₀-indikaattorilla laskettuna) kuin turpeen tuotannossa olevan alueen (runsas- vai vähäpäästöinen suo) valinnan vaikutuksen (Kirkinen ym. 2007, Väisänen ym. 2013). Pitkällä aikavälillä turpeen käytön kasvihuonekaasupäästöt voivat kuitenkin riippua voimakkaasti siitä, mikä jälkikäyttövaihtoehto valitaan ja miten tuotantoalueen jälkikäsitteilyn kasvihuonekaasutaseita kohdennetaan turpeen käytölle.

Mikäli suo on runsaspäästöinen turpeen tuotannon päättyessä, oijen tukkiminen ja suon ennallistaminen tai kosteikkoviljely ovat todennäköisesti metsitystä suotuisampia vaihtoehtoja. Metsitettäessä puustoon kertyy hiiltä ja hiilisyöte maaperään tulee hienoitu- ja lehtikarikkeen muodossa, mutta turvetta jää hapellisiin olosuhteisiin enemmän kuin ennallistettaessa tai kosteikkoviljelyssä. Hapellisissa olosuhteissa turve hajoaa nopeammin, ja pitkällä aikavälillä maaperän kasvihuonekaasupäästöt voivat ylittää metsityksen hiilen sidonnassa saadun hyödyn.

Metsittämisvaihtoehdon maaperän kasvihuonekaasutaseisiin vaikuttaa myös tuleva metsän käsittely (Nieminen ym. 2018). Ennallistamisessa hiiltä alkaa kertyä maaperään suokasvillisuuden tulon myötä jo muutamassa vuodessa. Ennallistaminen kuitenkin lisää metaanipäästöjä, eivätkä maaperän kasvihuonekaasupäästöt ole välttämättä vielä 100 vuoden aikajänteelläkään pienemmät kuin ojitetuilla soilla (Ojanen 2019). Erityisesti karuilla soilla ennallistaminen saattaa kasvattaa kasvihuonekaasujen lämmittävää vaikutusta pitkäksi aikaa. Ennallistettujen soiden metaanipäästöissä on kuitenkin suurta vaihtelua.

Mikäli suo on vähäpäästöinen turpeen tuotannon päättyessä, metsitys saattaa olla kasvihuonekaasutaseen kannalta suotuisampi vaihtoehto kuin veden pinnan nosto ennallistamiseksi tai kosteikkoviljelyyn, erityisesti, mikäli puusto kasvaa hyvin. Joissain tapauksissa voi olla mahdollista yhdistää metsittäminen ja vedenpinnan nosto hyödyntämällä esimerkiksi tervaleppää puulajina, ja saada näin aikaan sekä jäljellä olevan turpeen hajoamisen estyminen, ja mahdollisesti kertyminen, että puuston hiilen sidonta.

Turvetuotannosta poistuvia alueita voidaan käyttää myös esimerkiksi tuulivoiman tuotannossa, jos alueen tuuliolosuhteet sen mahdollistavat. Myös olemassa olevat tuulivoimapuistot turpeentuotantoalueiden liepeillä voivat laajentua, kun puistojen suojavyyhyke poistuu turvetuotannon päätyttyä. Turvetuotantoalueilla tapahtuvan tuulivoiman tuotannon vaikutus kasvihuonekaasupäästöihin riippuu muun muassa siitä, olisiko tuulivoima muussa tapauksessa jätetty rakentamatta tai rakennettu johonkin toiselle maapohjalle ja mitä tuotantoa tuulivoima korvaa.

4.1.5 Turpeen käytön elinkaariset kasvihuonekaasupäästöt

Turpeen käytön elinkaariset kokonaispäästöt koostuvat turpeen tuotannosta, turpeen käytöstä (poltto tai muu käyttö) ja turvealueen jälkikäytöstä. Näistä aiheutuvia päästöjä ja poistumia suhteutetaan vertailutilanteeseen, jossa turpeen tuotantoaluetta ei olisi otettu turpeen tuotantoon. Eri tekijöiden vaikutus elinkaarisiin kokonaispäästöihin riippuu erityisesti suosta ja aikajänteestä, jolla ilmastovaikutuksia tarkastellaan. Myös turpeen käyttötavalla ja tuotantoalueen jälkikäytöllä voi olla merkitystä kokonaispäästöihin.

Sadan vuoden aikajänteellä turpeen käytön elinkaareissa merkittävin päästö aiheutuu turpeen poltosta tai hajoamisesta muussa käytössä. Tuotantoalueen valinnalla on tyypillisesti enemmän merkitystä kuin jälkikäyttövaihtoehdon valinnalla. Alhaisimpiin elinkaarisiin kasvihuonekaasupäästöihin päästään, jos turpeen tuotanto voidaan ohjata runsaspäästöisille soille ja tuotantoalueen jälkikäytössä onnistutaan vähentämään päästöjä.

Sadan vuoden aikana turpeen energiakäyttö luonnontilaisilla ja metsäojitetuilla soilla tuotettuna aiheuttaa energiayksikköä kohden keskimäärin kivihiilen energiakäyttöön verrannollisen ilmastovaikutuksen (Seppälä ym. 2010). Runsaspäästöisillä metsäojitetuilla soilla ja turvepelloilla tuotetun energiaturpeen osalta voidaan päästä muutaman kymmenen prosenttia kivihiilen energiakäyttöä alhaisempaan ilmastovaikutukseen sadan vuoden aikana (Väisänen ym. 2013). Turvetuotantoalueen jälkikäyttövaihtoehtojen vaikutus energiaturpeen elinkaaren päästöihin riippuu muun muassa siitä, minkä verran turvetta alueella on jäljellä turpeen tuotannon päättyessä, miten metsitys onnistuu metsitysvaihtoehdossa ja kuinka kauan ja miten mahdollista biomassaa oletetaan hyödynnettävän turpeen tuotannon päättyessä. Turpeen tuotannon jälkeinen maankäytöskenaario on herkkä monenlaisille oletuksille, joten ilmastovaikutuksiin liittyvät epävarmuudet kasvavat tarkasteluajan kasvaessa (Seppälä ym. 2010).

Turpeen muun kuin energiakäytön osalta elinkaariset kasvihuonekaasupäästöt poikkeavat energiaturpeesta vain, mikäli merkittävä osa turpeen sisältämästä hiilestä pysyy riittävän pitkään vapautumattomana ilmakehään. Käytännössä tällaisia tuotteita voivat olla erilaiset rakennusmateriaalit talojen rakentamisessa ja muussa pitkäkestoisessa rakentamisessa (ks. luku 3.4.5). Esimerkiksi kuiviketurpeen elinkaariset päästöt eivät merkittävästi poikkea energiaturpeesta, sillä lähes kaikki kuiviketurpeen hiili vapautuu 100 vuoden aikana. Tilanne on vastaava myös esimerkiksi kasvualustojen ja muiden turpeesta tehtävien lyhytikäisten tuotteiden kohdalla.

Yhteenveto – Turpeen käytön elinkaariset ilmastovaikutukset

Turpeen käytön elinkaariset kokonaispäästöt koostuvat turpeen tuotannosta, turpeen käytöstä (poltto energiaksi tai muu käyttö) ja turvealueen jälkikäytöstä. Näistä aiheutuvia päästöjä ja poistumia suhteutetaan vertailutilanteeseen, jossa tuotantoaluetta ei olisi otettu turpeen tuotantoon. Elinkaaren aikana merkittävin päästö aiheutuu käyttövaiheesta, jossa turve poltetaan tai se hajoaa muussa käytössä. Laskentaan merkittävästi vaikuttavia tekijöitä ovat myös suotyyppi ja aikajänne, jolla ilmastovaikutuksia tarkastellaan. Sadan vuoden aikajänteellä turpeen tuotanto luonnontilaisilla ja metsäojitetuilla soilla aiheuttaa tyypillisesti noin kivihiilen energiakäyttöä vastaavan ilmastovaikutuksen. Mikäli turpeen tuotanto tapahtuu runsaspäästöisillä soilla, on mahdollista päästä noin 40–60 % pienempiin päästöihin kivihiileen verrattuna. Turpeen muun kuin energiakäytön osalta elinkaariset kasvihuonekaasupäästöt poikkeavat energiaturpeesta vain, mikäli merkittävä osa turpeen sisältämästä hiilestä pysyy riittävän pitkään

vapautumattomana ilmakehään. Käytännössä tällaisia tuotteita voivat olla erilaiset pitkäikäiset rakennusmateriaalit.

4.2 Biodiversiteettivaikutukset

4.2.1. Biodiversiteetti, suon ekosysteemipalvelut ja turvetuotanto

Biodiversiteetti tarkoittaa luonnon (elämän) monimuotoisuutta. Sitä voidaan tarkastella kolmella eri tasolla: geenitasolla, lajitasolla ja elinympäristö- tai ekosysteemitasolla. Geneettisen eli perimän monimuotoisuuden pieneneminen vähentää lajin mahdollisuutta sopeutua muuttuvaan ympäristöön. Lajien monimuotoisuus viittaa tietyn alueen tai elinympäristön lajirunsauteen. Ekosysteemien monimuotoisuudella tarkoitetaan erilaisten elinympäristöjen määrää tietyllä maantieteellisellä alueella.

Luonnon monimuotoisuus määrää pitkälti ekosysteemipalveluiden saatavuuden. Mitä monimuotoisempi luonto kaikkine elinympäristöineen ja lajeineen on, sitä monipuolisemmin ja enemmän luonto voi tuottaa ihmiselle ekosysteemipalveluita (suoluonnon tapauksessa esim. yhteyttäminen, hiilen kierto, pölytys, ilmaston, tulvien ja tautien säätely, marjat, polttoaine, metsästettävät eläimet ja virkistys).

Turvetuotanto hävittää toiminta-alueensa suoluonnon peruuttamattomasti ja vähentää siten suoluonnon monimuotoisuutta elinympäristötasolla. Turvetuotanto voi vaikuttaa myös ympäröivien, ojittamattomien soiden vesitalouteen ja sitä kautta muuttaa niitäkin. Muihin turvemaiden maankäyttötapoihin (esim. metsä- ja maatalous) verrattuna turvetuotannon osuus maankäytöstä on koko maata tarkasteltaessa pieni.

Ympäristönsuojelulain 13 §:n mukaan turvetuotannon sijoittamisesta ei saa aiheutua valtakunnallisesti tai alueellisesti merkittävän luonnonarvon turmeltumista, esimerkiksi uhanalaisiksi arvioitujen suolajien tai suoluontotyyppien tilan heikentymistä. Tuotanto voidaan kuitenkin luvittaa, jos vastaavasta luontoarvosta on huolehdittu samassa osassa maata esimerkiksi kaavoituksella, tai jos yleinen etu sitä vaatii. Pykälä ei sovellu, jos kyseisen suon luonnontila on jo merkittävästi muuttunut ojituksen vuoksi. [Ympäristönsuojelulaki (527/2014), Ympäristöministeriö 2015]] Turmelemiskiellon soveltaminen ei ole yksiselitteistä ja vaatinee tapauskohtaisia ratkaisuja (Schnider 2017).

4.2.2 Suoluontotyyppien ja suolajien uhanalaisuus

Luontotyyppien uhanalaisuusarvioinnissa suoluontotyyppien tila kokonaisuutena arvioiden heikkenee. Eniten uhanalaistuneita suotyyppisiä ovat letot, korvet sekä neva- ja lettokorvet. Koko maan tasolla arvioituista 50 suoluontotyypistä uhanalaisiksi (CR–VU) arvioitiin 27 ja silmälläpidettäväksi (NT) 10. Tilanne on vieläkin vakavampi hemi-, etelä- ja keskiborealisilla metsäkasvillisuusvyöhykkeillä⁶, joilla suoluontotyypeistä peräti 83 % on uhanalaisia. Turvetuotantoalueet sijaitsevat muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta näillä vyöhykkeillä, erityisesti keskiborealisella vyöhykkeellä. Suoluontotyypit esiintyvät usein vierekkäisinä yhdistyminä tai suosysteeminä. (Kontula ja Raunio 2018) Siksi voikin olla haastavaa löytää tuotantokäyttöön uusia soita niin, ettei suoluontotyyppien monimuotoisuus entisestään heikentyisi.

Ojitus ja turpeenotto ovat selvästi merkittävien suoluontotyyppien ja suolajiston uhanalaisuuden syy. Ne ovat ensisijainen syy 57,5 %:lle soilla elävistä uhanalaisista lajeista ja yhtenä syynä peräti 81,7 %:lle soiden uhanalaisista lajeista. Uhanalaisia suolajeja on 120, mikä on 4,5 % kaikista maamme uhanalaisista lajeista. (Hyvärinen ym. 2019) Luokittelussa ei erotella metsätalouden ja turvetuotannon vuoksi tehtyjä ojituksia.

Monien etelässä uhanalaistuneiden suolajien esiintymisistä valtaosa tai kaikki sijaitsevat turvetuotantoon soveltuvilla Etelä- ja Keski-Suomen luonnontilaisilla soilla. Siten turvetuotannon avaaminen vielä avaamattomille soille olisi uhka monimuotoisuudelle. (Hyvärinen ym. 2019)

Turvetuotannon päätyttyä ennallistaminen esimerkiksi kosteikoksi tai lintujärveksi muuttamalla tai uudelleensoistamalla kasvattaa monimuotoisuutta. Alueen palauttaminen ennalleen on mahdotonta, koska siemenpankkia ei enää ole ja alkuperäisten vesiolosuhteiden jäljittelyminen on vaikeaa ja hidasta.

4.3 Vesistövaikutukset

Turvetuotanto muuttaa perusteellisesti veden kiertokulkua. Ojituksen seurauksena alue ei enää toimi luontaisena vesivarastona tai valunnan tasaajana. Valuma-alueella tästä voi seurata voimakkaita tulvahuippuja tai kertaluonteisia valunnan lisääntymisiä esimerkiksi rankkasateen seurauksena.

⁶ Nämä vyöhykkeet käsittävät maantieteellisesti maan eteläisen osan ml. Meri-Lappi ja Pohjois-Pohjanmaa, mutta ei Kainuuta ja Pohjoisempaa Lappia, jotka lukeutuvat pohjoisborealiseen vyöhykkeeseen.

Vesistövaikutukset ovat seurausta veden nopeammasta virtaamisesta pois turvetuotantoalueelta. Mukanaan vesi huuhtoo ja kuljettaa erilaisia ainesosia: kiintoainetta, rautaa, ravinteita ja humusta. Luonnontilaisella suolla vesi virtaisi elävässä kasvustossa, joka pidättäisi ravinteita alueella. Turvetuotantoalueella kasveja ei ole, joten typpeä ja fosforia pääsee alapuolisiin vesistöihin. (Klöve ym. 2012) Turvetuotantoalueiden vesienkäsittelyrakenteilla kuormitusta on kuitenkin pystytty vähentämään merkittävästi (Hadzic ym. 2014)

Kansallinen suostrategia ohjaa turvetuotantoa jo aiemmin ojitetuille alueille (MMM 2011). Näillä alueilla muutokset tuotantoalueen veden kiertoon eivät ole niin merkittäviä kuin luonnontilaiselle suolle perustettavan uuden turvetuotantoalueen vaikutukset. Kunnostusojituksen aiheuttamat muutokset ovat yleensä pieniä (Klöve ym. 2012).

Kuormituksen suuruudessa on aina paikallisia ja alueellisia eroja. Kuormitukseen vaikuttavat ilmasto, lumiolosuhteet, sademäärät, haihdunta, turpeen ominaisuudet, kuivatusojien syvyydet ja kaltevuudet. (Klöve ym. 2012) Seuraavissa alaluvuissa on verrattu turvetuotannon eri vesistövaikutusten määrää muihin kuormittaviin tekijöihin valtakunnan tasolla (esim. maatalous ja metsätalous). On kuitenkin huomattava, että paikallisesti turvetuotannon osuus kuormittajana voi olla paljon suurempi, ja että vertailuja ei ole suhteutettu eri maankäyttömuotojen hehtaarimääriin.

4.3.1 Kiintoaines

Kiintoaine on vedessä hiukkasmaisessa muodossa (yli 0,45 µm). Se koostuu sekä orgaanisesta että epäorgaanisesta aineksesta. Orgaaninen kuormitus johtuu turpeen eroosiosta ja kulkeutumisesta vesien mukana. Epäorganista kiintoainetta huuhtoutuu, mikäli kuivatusojat ulottuvat mineraalimaan. (Klöve ym. 2012)

Suomen turvetuotannon kiintoainekuormaksi on arvioitu 4580 t/a. Vastaavasti turvemaiden metsätalouden kiintoainekuormaksi on arvioitu 71 000 t/a ja turvepeltojen viljelyn kuormaksi 37 500 t/a. (MMM 2011)

Liettymisongelma on suurin jokivesistöissä. Liettynyt purouoma mataloituu ja uoma alkaa kasvaa umpeen. Liettyminen tukahduttaa kalojen mätimunat kutusoraikoista. Kalanpoikaset eivät selviydy sameassa vedessä. Lisäksi liettyminen muuttaa pohjaeläimien ravinnonsaantia ja siten pohjaeläinlajistoa. Tämä muuttaa kalastoa, sillä monet kalat käyttävät pohjaeläimiä ravintonaan. Erityisen herkkiä veden laadulle ovat lohikalat. (Laine ym. 1996)

Geologian tutkimuskeskus (GTK) on verrannut turvetuotannossa olevien valuma-alueen järvien ja verrokkijärvien pohjia. Tuloksena oli, että turvetuotanto ei

lisää sedimentin kertymistä järvien pohjiin (Vähäkuopus ym. 2018). Ilmeisesti turvetuotantoalueiden kiintoainekuorma jää purojen ja jokien pohjalle eikä kulkeudu järviin saakka.

4.3.2 Rauta

Turvetuotantoalueen kuivatus johtaa usein raudan huuhtoutumisen lisääntymiseen, sillä rautapitoisuus on usein suurempi suon syvemmissä kerroksissa. Sieltä se suon avaamisen myötä pääsee liukenemaan, usein kiintoaineksen mukana. (Klöve ym. 2012) Laskeutusaltaiden ja pintavalutuskentän läpi johdetut vedet pienentävät ongelmaa ja voivat jopa sisältää vähemmän kiintoainetta ja rautaa kuin luonnontilaiselta suolta tulevat valumavedet (Hadzic ym. 2014).

Raudan tiedetään aiheuttavan kaloille kidusvaurioita (Sutela ym. 2007) ja vaikeuttavan selkärangattomien ravinnon saantia. Lisäksi rauta vaurioittaa soluja ja DNA:ta. Korkean rautapitoisuuden vesistöissä eliöiden määrä on vähentynyt. (Linton ym. 2007)

4.3.3 Ravinnekuormitus ja rehevöityminen

Turvetuotannon lisäämää ravinnekuormitusta (typpi ja fosfori) aiheuttavat kiihtyvä turpeen hajoaminen ja lisääntynyt valunta syvempien turvekerrosten läpi. Kuormitus on suurinta jo ennen tuotantoa peruskuivatuksen aikana, kun suon vesivarasto tyhjenee. (Klöve ym. 2012) Turvetuotannon vuosittainen fosforikuormitus on 10 t (maatalous 1 800 t/a, metsätalous 231 t/a, luonnon huuhtouma 1 600 t/a), ja typpikuormitus 289 t/a (maatalous 30 200 t/a, metsätalous 3 253 t/a, luonnon huuhtouma 41 500 t/a). (Suomen ympäristökeskus 2019) Typpi- ja fosforikuormitus aiheuttavat vesistöjen rehevöitymistä, sillä kasvillisuus saa liiallisesti ravinteita. Vesi samentuu, levät ja niiden kukinnot lisääntyvät ja eliöstö muuttuu.

4.3.4 Humus

Humus on liukoista orgaanista hiiltä. Luonnostaankin sitä huuhtoutuu vesiin, erityisesti suoalueilta. Sen huuhtoutuminen lisääntyy, kun suo otetaan turvetuotantoon, eniten ojitusvaiheessa (Klöve ym. 2012). Humus on vaikuttanut haitallisesti vesistöjen virkistyskäyttöarvoon. Joillakin koti- ja mökkirannoilla vesi on samentunut. (Pihlaja 2012).

Humus vaikuttaa veden väriin ja valon kulkuun, ravinnepitoisuuksiin ja ravinteiden liikkumiseen, ravintoketjuihin, happamuuteen sekä haitallisten aineiden

pitoisuuksiin. Ruskea vesi sitoo tehokkaasti auringon valoa ja vesi lämpenee, mutta vain pintakerroksista, kun valo ei pääse syvimpiin vesikerrokseen. Kerrostuminen vaikuttaa happi- ja ravinnepitoisuuksiin. (Pihlaja 2012)

Humuksen heikot hapot laskevat veden pH-arvoa. Veden happamoituminen lisää orgaanisen hiilen määrää vesissä, mikä lisää eläinplanktonin kasvua. Humusjärvien ekosysteemin on todettu olevan erilaista kirkkaisiin järviin verrattuna. (Pihlaja 2012)

Humuksen mukana vesistöihin tulee myös elohopeaa. Metyylielohopea kertyy ravintoketjussa. Suomessa korkeimmat elohopeapitoisuudet on mitattu pienten humusjärvien petokaloista. (Pihlaja 2012)

4.3.5 Happamuus

Luonnontilaisille soille on tyypillistä happamuus. Karuilla soilla happamuus valumaveden pH vaihtelee välillä 3,5 - 4,5, kun taas rehevien minerotrofisten soiden turpeen pH voi olla lähes neutraali (6,5 - 7,0). (Klöve ym. 2012)

Happamalla sulfaattimailla sijaitsevilla turvetuotantoalueilla turpeen alapuolisen mineraalimaan sulfidiyhdisteet pääsevät kosketuksiin ilman hapen kanssa ja hapettuvat, jolloin maaperässä muodostuu rikkihappoa. Valumavedet huuhtovat sulfidien hapettumistuotteet yhdessä maaperästä liuenneiden metallien kanssa vesistöihin. (Hadzic ym. 2014)

Happamalla sulfaattimaiden ja mustaliuskealueiden turvetuotantoalueiden valumaveden pH-arvo voi olla hyvin alhainen, jolloin metallipitoisuus voi olla jopa myrkyllisen korkea (Sutela ym. 2012), tietyille kaloille ja simpukoille tappava (Laine ym. 1996). Kuitenkin ohutkin turvekerros suojaa maaperää turvetuotannon aikana happamoitumiselta (Hadzic ym. 2014). Tuotannon päätyttyä alueen muuttaminen kosteikoksi estää maaperän happamoitumista.

4.3.6 Vesistövaikutukset tuotannon päättymisen jälkeen

Eri jälkikäyttötapojen vesistövaikutukset riippuvat erityisesti jäljelle jäävän turvekerroksen paksuudesta ja pohjamaan ominaisuuksista. (Ympäristöministeriö 2015).

Maatalous tai metsänkasvatus edellyttävät, että olemassa olevien ojitusten avulla vedenpinta pidetään edelleen alueen luontaista tilaa alempana. Turvekerroksen paksuuden tulee olla optimaalinen. Riittävästi turvetta tarvitaan typensaannin turvaamiseksi. Toisaalta liian paksu kerros hidastaa kasvua fosforin ja kaliumin puutteen vuoksi, jota voidaan lannoituksella parantaa. Lisähaasteena on se, että

vesitalous tulisi pystyä pitämään riittävän stabiilina niin kuivina kuin sateisinakin kausina. Happamalla sulfaattimailla metsänkasvatus tai maatalous voi hapettaa sulfidikerroksia ja siten aiheuttaa hapanta ja metallipitoista kuormitusta. Jos kuivatussyvyyttä joudutaan syventämään, saattaa tämä lisätä kuormitusta verrattuna turvetuotannon aikaiseen vaiheeseen. Happamat sulfaattimaat tulisikin pitää kosteina eikä lisähapettumisen riskin vuoksi maanmuokkausta tai metsitystä suositella. (Hadzic 2014)

Vesittämisellä voidaan tavoitella esimerkiksi lintujärven, tulvasuojelu-altaan, riistakosteikon tai kalankasvatusaltaan perustamista. Tämä voi olla toimiva ratkaisu, etenkin jos alueen kuivatus turvetuotantokäyttöön oli hankalaa. Kuitenkin Ph-arvon palautuminen voimakkaan happamasta lähelle neutraalia vie vuosia. Riskit korkeista rikkipitoisuuksista, hapettumisesta ja metallien liukenemisestä ovat silti olemassa. Vedenpinnan alle jäänyt turve vapauttaa varsinkin ensimmäisten vuosien kuluessa ravinteita ja altaan aiheuttama kuormitus on suurempaa verrattuna muihin vesi-alueisiin. (Hadzic 2014)

Kasvittuminen tarkoittaa suo- tai muun vastaavissa olosuhteissa viihtyvän kasvillisuuden luontaista tai siirtoistutuksin, kalkituksella, fosforilla tai kaliumilla nopeutettua kasvillisuuden palauttamista alueelle. Luontaisessa kasvittumisessa on havaittu suuria aluekohtaisia eroja siten, että vielä vuosikymmenessäkään ei kasvittumista välttämättä ole tapahtunut, mikäli alue on rikkipitoinen, hapana ja paksuturpeinen. (Hadzic 2014)

Happamalla sulfaattimailla, joilla happamoitumisriski on olemassa, suositellaan kasvittamista, uudelleensoistamista tai kosteikon perustamista. Paljon maanmuokkausta vaativaa maataloutta tai metsitystä ei suositella. (Ympäristöministeriö 2015)

Yhteenveto – Turpeen biodiversiteetti- ja vesistövaikutukset

Luontotyyppien uhanalaisuusarvioinnissa 83 % suoluontotyypeistä on uhanalaisia niillä kasvillisuusvyöhykkeillä, joilla turvetuotanto pääosin sijaitsee (koko maan tasolla 54 %). Kehityssuunta on heikkenevä. Ojitus ja turpeenotto ovat selvästi merkittävien suoluontotyyppien ja suolajiston uhanalaisuuden syy. Ne ovat ensisijainen syy 57,5 %:lle soilla elävistä uhanalaisista lajeista. Uudistuneessa ympäristönsuojelulaissa on merkittävien luontoarvojen turmelemiskielto, josta tosin voidaan esimerkiksi yleiseen etuun vedoten tapauskohtaisesti poiketa. Turvetuotanto hävittää toiminta-alueensa suoluonnon peruuttamattomasti. Eri jälkikäyttötavoilla voidaan lisätä monimuotoisuutta verrattuna tuotantokäyttöön.

Vesistöjä turvetuotanto kuormittaa kiintoaineella, raudalla, ravinteilla, humuksella ja happamoittamalla. Valtakunnallisessa tarkastelussa esimerkiksi

maatalouteen verrattuna turvetuotannon osuus ei ole kovin suuri, mutta alueellisesti ja paikallisesti merkittäviä vaikutuksia vesistöjen tilaan on, etenkin jos turvetuotannon osuus valuma-alueen pinta-alasta on suuri. Vesistöjen kautta turvetuotannon monimuotoisuutta ja ekosysteemipalveluja heikentävät vaikutukset ulottuvat varsinaista tuotantoaluetta laajemmalle alueelle. Vesistöjen kuormituksia on onnistuttu vähentämään tuotantoalueiden vesienkäsittelyrakenteilla. Tuotantoalueen jälkikäytössä tulisi pidättäytyä paljon maanmuokkausta vaativista maankäyttömuodoista, erityisesti happamilla sulfaattimailla, ettei hapan kuormitus alapuolisiin vesistöihin lisääntyisi.

5 Turpeen korvaavat vaihtoehdot

5.1 Turpeen korvaaminen energiantuotannossa

Turpeen energiakäyttöä voidaan korvata useilla erilaisilla energiantuotantomuodoilla. Niihin liittyy erilaisia haasteita muun muassa ympäristövaikutusten, kustannusten, hyödyntämispotentiaalien ja teknologisen kypsyyden suhteen. Alla on listattu seitsemän vaihtoehtoa tuottaa tai korvata kaukolämpöä ilman fossiilisia polttoaineita. Samat teknologiat soveltuvat turpeen energiakäytön korvaamiseen.

- 1) **Ympäristö- ja hukkalämmön hyödyntäminen lämpöpumpuilla:** Lämpöpumput hyödyntävät energian lähteinä maa-, vesi-, ilma- ja hukkalämpöä sekä sähköä. Taloudellisesti hyödynnettävien lämmönlähteiden (jätevedet, merivesi, rakennusten poistoilma jne.) saatavuus sekä sähkön hinta ovat merkittävimmät lämpöpumppujen käyttöönottoa rajoittavat tekijät. Mahdollisia lämmönlähteitä on paljon, mutta systemaattista kartoitusta niiden todellisen potentiaalin selvittämiseksi ei ole tehty. Teollisuudessa ja palveluissa syntyy merkittävästi hukkalämpöä, josta osa on mahdollista ottaa talteen ja hyödyntää kaukolämpönä. Hyödyntämiskelpoisia lämmönlähteitä ovat esimerkiksi poistohöyryt, prosessi- ja savukaasut, jäte- ja jäähdytysvedet, kuivureiden poistokaasut sekä koneellisen jäähdytyksen lauhdelämpö. Suurten hukkalämpölähteiden etäisyys suurista kaukolämpöverkoista on potentiaalin hyödyntämisen kannalta ongelmallista (Koljonen ym. 2019b). Tulevaisuudessa datakeskukset voivat tarjota merkittävän hukkalämpöpotentiaalin lämpöpumppujen lämmönlähteenä. Datakeskusten sijainti suhteessa kaukolämpöverkkoihin on oleellinen tekijä niiden tarjoaman hukkalämmön hyödyntämisessä kaukolämmön tuotantoon. Lämpöpumppujen merkittävä etu on, että niiden avulla voidaan hyödyntää hukka- ja ympäristölämpöä

energiatehokkaasti (korkeat COP-arvot), mutta samalla lämpöpumput lisäävät sähkönkulutusta, joka tulee tuottaa vähäpäästöisesti. Lämpöpumppujen käytöstä kaukolämmön tuotantoon maksetaan sähkövero korkeamman 1 veroluokan mukaan, mikä voi hidastaa suuren kokoluokan lämpöpumppujen kilpailukykyä ja käyttöönottoa (Koljonen ym. 2019b). Sanna Marinin hallitus on kestävän verotuksen tiekartassaan kuitenkin esittänyt, että kaukolämpöverkkoon lämpöä tuottavat lämpöpumput ja konesalit siirretään alempaan sähköveroluokkaan 2 ja muutos pyritään aikaansaamaan vuoden 2021 alusta alkaen (Valtioneuvosto 2020a).

- 2) **Geoterminen lämpö:** Geoterminen energia on maan sisältä kumpuavaa lämpöä, joka on varastoitunut syvälle maankuoreen. Maaperän lämmön hyödyntäminen ilman lämpöpumppua vaatii Suomen olosuhteissa syvän porareian. Porausteknologia on tällä hetkellä pilotointivaiheessa. Geotermisen energian etu maalämpöön verrattuna on lämmönlähteen korkea lämpötila.
- 3) **Pienydinvoimareaktorit:** Pienet ydinvoimareaktorit voivat tuottaa suurella kapasiteetilla lämpöä, prosessilämpöä tai vetyä tasaisesti ympäri vuoden esimerkiksi kaukolämmön tuotantoon tai teollisuuden tarpeisiin. Teknologiana pienreaktorit ovat vielä pilottiasteella ja nykyinen ydinenergialaki on laadittu suurten laitosten näkökulmasta. Kaupallinen hyödyntäminen on täten vasta vuosien päässä (Koljonen ym. 2019b).
- 4) **Biopolttoaine CHP-laitoksissa ja lämpökattiloissa:** Kiinteän biomassan käyttöä voidaan lisätä ja turpeen käyttöä vähentää nykyisissä kattiloissa tiettyyn rajaan saakka huomioiden tekniset rajoitteet, kuten korroosion. Uudet kattilat voidaan suunnitella 100 %:sesti biomassan poltolle. Biomassan hyödyntämistä rajoittavia tekijöitä ovat myös raaka-aineiden saatavuus, varastoitavuus ja hinta. Erityisesti tähde- ja jätejakeita on saatavilla rajallisesti ja resurssit ovat hajallaan. Metsäbiomassan käytön lisääminen pienentää metsien hiilinielua, saattaa heikentää luonnon monimuotoisuutta ja aiheuttaa haitallisia vesistövaikutuksia. (Koljonen ym. 2019b)
- 5) **Aurinkolämpö:** Aurinkokeräimillä voidaan tuottaa kaukolämpöä kaukolämpöverkkoon. Energialähde on käytännössä ilmaista, mutta aurinkokeräinten investointikustannus on toistaiseksi suhteellisen korkea siitä huolimatta, että niiden hinnat ovat alentuneet viime vuosina. Aurinkolämmön

hyödyntäminen pohjoisissa olosuhteissa edellyttää lämpövarastojen hyödyntämistä ja aurinkolämmön yhdistämistä muihin tuotantomuotoihin.

- 6) **Tuuli-, aurinko-, vesi- ja ydinvoima:** Turpeella tuotettua sähköä ja lämpöä voidaan korvata vähäpäästöisillä sähköntuotantomuodoilla. Tuulivoima on nykyisin edullisin sähköntuotantomuoto Suomessa ja sen lisäyspotentiaali on hyvin suuri. Sähköä voidaan muuttaa lämmöksi muun muassa lämpöpumpuilla ja sähkökattiloilla. (Rinne ym. 2019)
- 7) **Energiankäytön tehostuminen:** Energiatehokkuus rakennuksissa, teollisuuden prosesseissa ynnä muissa kohteissa vähentää primäärienergian tarvetta. Olemassa olevan rakennuskannan lämmitysenergian tarpeen pientymistä on arvioitu Suomen pitkän aikavälin peruskorjausstrategian tueksi laaditussa FineBuild-mallissa (Kangas ym. 2020). Korjausrakentamisen strategian mukaan vuonna 2020 olemassa olevan rakennuskannan lämpöenergiatarve pienenee 29 % aikavälillä 2020–2025, ja lämpöenergian kulutus ostoenergiana pienenee tätäkin enemmän (n. 40 %). Ero selittyy sillä, että osa lämpöenergiatarpeesta katetaan paikan päällä tuotetulla energialla, kuten lämpöpumpuilla. Lämpöenergian tarpeen pienenemiseen vaikuttavat ennen kaikkea vanhan rakennuskannan poistuma, tilatehokkuuden paraneminen ja ilmaston lämpeneminen, mutta myös energiatehokkuuden parantumisella on vaikutusta: olemassa olevan rakennuskannan energiatehokkuuden parantuminen vastaa vuonna 2035 jo noin 4,5 TWh:n lämmitysenergian säästöä vuosittain. (Kangas ym. 2020.)

Wahlströmin ym. (2019) arvio suurten lämpöpumppujen potentiaalista perustui vuonna 2015 laadittuun arvioon ja oli vain 4 TWh vuonna 2030. Myös jäte- ja kierrätyspolttoaineiden tuotantomäärä olisi 4 TWh vuonna 2030. Tätä raporttia varten tehtyjen asiantuntijahaastattelujen (2020) mukaan hukkalämmön teknistaloudellinen potentiaali on noin 10 TWh siinä tapauksessa, että kaukolämpöä tuottavat lämpöpumput siirretään alempaan sähköveroluokkaan. Selvityksiä hukkalämpöjen potentiaalista on tekeillä useampia tämän selvityksen julkaisuhetkellä. Maa-, vesi- ja ilmalämmön tekninen potentiaali on Suomessa huomattava, mutta paikalliset olosuhteet määrittävät maa- ja vesilämmön hyödyntämismahdollisuudet. Ilmalämmön hyödyntämiselle ei ole vastaavalla tavalla alueellisia rajoitteita. Sähköveron muutoksen myötä monet ympäristölämpökohteet muuttuvat kannattaviksi, jolloin niiden teknistaloudellinen potentiaali ylittää hukkalämmön potentiaalin.

Turpeen taloudelliseen kilpailukykyyn ja siten sen markkinaehtoiseen poistumiseen vaikuttavat myös energian kuluttajien muuttuva rooli passiivisista toimijoista aktiivisiksi kuluttajiksi. Kuluttajien mahdollisuus mukauttaa energiankäyttöään vastaamaan energiantuotantoon liittyvää vaihtelua (ns. kysyntäjousto) voi auttaa alentamaan vaihtelevaan energiantuotantoon liittyviä integraatiokustannuksia. Nämä kustannukset aiheutuvat siitä, että esimerkiksi tuuli- ja aurinkovoima tuottavat energiaa jaksottaisesti. Tuotannon vaihtelut voivat olla nopeastikin muuttuvia ja tuotannon täydellinen ennustaminen on vaikeaa. Tästä syystä niinä ajanhetkinä, jolloin tuotantoa ei näistä lähteistä ole tarjolla riittävästi, täytyy olla muuta tuotantokapasiteettia, jota voidaan käyttää kysyntää tyydyttämään näinä ajanhetkinä. Tämä aiheuttaa kustannuksia energiantuotantojärjestelmälle. Mitä enemmän kysyntä noudattaa vaihtelevan tuotannon ajanhetkeen sidottua tuotantoprofiilia, sitä vähemmän vaihtelevaa tuotantoa täydentävää kapasiteettia tarvitaan, ja sitä pienemmät ovat vaihtelevan tuotannon integrointikustannukset. Tästä syystä kysyntäjouston hyödyntäminen vaikuttaa siihen, kuinka paljon esimerkiksi turvetta voidaan korvata vaihtelevaa tuotantoa hyödyntävällä teknologialla kustannus-
tehokkaasti.

Yhteenveto – Korvaavat vaihtoehdot turpeen energiankäytössä

Turpeen energiakäyttöä voidaan korvata useilla erilaisilla energialähteillä, kuten biomassalla, ympäristölämmöllä, geotermisellä lämmöllä, tuuli- ja ydinvoimalla, biokaasulla ja aurinkoenergialla. Turpeen energian käyttöä voidaan vähentää myös parantamalla energiatehokkuutta niin kulutuksessa kuin tuotannossakin. Eri teknologioiden hyödynnettävyyteen liittyy erilaisia teknis-
taloudellisia ja ekologisia rajoitteita, jotka tulisi selvittää nykyistä tarkemmin.

5.2 Korvaavat vaihtoehdot muussa turpeen käytössä

Ympäristöturvetta korvaavien materiaalien käytössä tulee ottaa huomioon materiaalien elinkaariset ympäristövaikutukset. Lisäksi korvaavien materiaalien tulee olla turvallisia käyttää, eivätkä ne saa sisältää haitallisia aineita ja siten heikentää tuotteiden jälkikäyttöominaisuuksia. Kuivikemateriaalien tulee olla eläinten terveyden kannalta haitattomia. Myöskään kasvualustakäytössä tuotettavien elintarvikkeiden turvallisuus ja hygienia eivät saa heikentyä. Turvetta korvaavat materiaalit saattavat käyttäytyä eri tavoin ja esimerkiksi kasvualustojen ravinteiden pidätyskyky saattaa heikentyä. Tämä voi johtaa lisääntyviin ravinnehuuhtoutumiin sekä mineraalilannoitteiden käytön lisääntymiseen. Turvetta korvaavat kuivike-materiaalit eivät saa heikentää lannan ja sen ravinteiden kierrättämistä tai lannan prosessointia esimerkiksi biokaasulaitoksessa.

Korvaavien materiaalien tuotanto viljelemällä voi vähentää ruuan tuotantoon käytettävissä olevaa peltopinta-alaa. Siksi olisi syytä suosia sivutuotteina muodostuvia materiaaleja tai materiaaleja, joiden tuotanto ei kilpaile ruuan tuotantoalan kanssa. Haasteeksi korvaavien materiaalien käytössä saattaa muodostua vaihtoehtoisten materiaalien saatavuus, hinta ja tasalaatuisuus.

Turpeen muun kuin energiakäytön korvaavien materiaalien potentiaaleista ei ole saatavilla riittävän kattavia arvioita, jotta voitaisiin luotettavasti arvioida, kuinka suuri osa muusta turpeen käytöstä voitaisiin lyhyellä aikavälillä korvata muilla materiaaleilla. On kuitenkin selvää, että tarvitaan useita erilaisia materiaaleja, jotta turpeen muusta käytöstä voidaan luopua. Lisäksi turpeesta luopuminen voi edellyttää esimerkiksi uudenlaisten viljelykäytäntöjen laajamittaisempaa käyttöönottoa, kuten vesiviljelyä kasvihuonetuotannossa. Lisäksi jo käytössä olevien kuivikemateriaalien osuutta tulee lisätä (olki, puupohjaiset kuivikkeet) sekä kehittää uusia korvaavia tuotteita. Esimerkiksi järviruokoa pidetään materiaalina, jota voisi olla saatavilla runsaastikin ja se voisi soveltua sekä kuivike- että kasvualustakäyttöön.

5.2.1 Korvaavat kuivikemateriaalit

Turpeen rinnalla käytetään nykyisin useita eri kuivikemateriaaleja, kuten olkea ja puupohjaisia materiaaleja kuten kutteria ja sahanpurua. Materiaaleja käytetään joko sellaisenaan tai turpeeseen sekoitettuna. Vaihtoehtoisilla materiaaleilla ei ole turvetta vastaavia kuivikeominaisuuksia muun muassa nesteen ja ammoniakkin pidätyskyvyssä, joten turve on säilyttänyt suosionsa kuivikemateriaalina. Turve on myös huomattavasti edullisempi kuivikemateriaali olkeen ja kutteriin verrattuna (Järvilehto 2012).

Turve on olkea helpompi levittää ja poistaa ja kuivikkeen menekki on vähäisempi. Olkea voidaan myös jalostaa esimerkiksi pelleteiksi, jolloin sen käsiteltävyys helpottuu. Vaikka materiaalina olki on usein lähes ilmaista, korkeat korjuukustannukset sekä korjuuajankohdan ajoittuminen kiireiseen aikaan heikentävät sen suosiota. Olkipohjainen kuivikelanta soveltuu hyvin esimerkiksi bio-kaasulaitoksen syötteeksi ja sen jälkeen peltolevitykseen. Oljen korjaaminen pellolta johtaa kuitenkin peltomaan hiilivaraston alenemiseen, ellei sitä palauteta kuivikelantana tai biokaasulaitoksen mädätteenä takaisin peltoon.

Jälkikäyttöominaisuuksiltaan puupohjaiset kuivikkeet kuten kutteri tai sahanpurupohjainen kuivikelanta ovat olkea haastavampia, sillä huonosti maatuvat puupohjaiset kuivikelannat eivät ole haluttua maanparannusainetta ja niiden loppukäyttö saattaa muodostua ongelmaksi. Kaupunkien läheisyydessä sijaitsevien hevostallien kutteripohjainen lanta päätyy pellon sijasta yhä useammin polttoon. Lannan poltossa menetetään lannan sisältämä orgaaninen aines ja ravinteista tuhkaan jää ainoastaan fosfori, joka sekin on niukkaliukoisessa muodossa (Manninen ym. 2016). Poltto ei tue ravinteiden ja orgaanisen aineksen kierrättämistä. Puupohjaista kuivikelantaa voitaisiin polton sijasta ohjata pyrolyysiin, jolloin puun sisältämä hiili voisi tuottaa parempilaatuisen biohiilen, kuin pelkän lannan pyrolyysissä (Lehtoranta ym. 2020, Sarvi ym. 2020). Pyrolyysissä menetetään kuitenkin typpi, ellei sen talteenottoa kehitetä biomassan kuivausvaiheessa. Biohiiltä voidaan käyttää esimerkiksi maanparannusaineena.

Korvaavan kuivikemateriaalin tulisi olla hyvien ominaisuuksien lisäksi hygieenistä ja turvallista käyttää, sen kustannus tulisi olla kohtuullinen ja saatavuus hyvä eri puolilla Suomea. Lisäksi korvaavia kuivikkeita tulee voida levittää ja poistaa kotieläintilojen käyttämällä tekniikoilla. Tällä hetkellä kuivikkeena käytetään vähäisissä määrin myös hampua ja ruokohelpipellettiä. Hampun käytön lisääntymistä ovat rajoittaneet muun muassa heikko saatavuus ja korkea hinta. Suurin osa kuivikekäyttöön päätyvästä hampusta tuodaan tällä hetkellä ulkomailta. Ruokohelven saatavuus kuivikekäyttöön on myös toistaiseksi ollut huono.

Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelman (2014–2020) rahoittamassa Turveke-hankkeessa (2019–2021) tavoitteena on etsiä uusia turvetta korvaavia kohtuuhintaisia ja tilojen nykykäytäntöihin soveltuvia kuivikevaihtoehtoja, todentaa niiden toimivuus käytännön olosuhteissa sekä selvittää potentiaalisimpien kuivikevaihtoehtojen elinkaariset ympäristövaikutukset (Hellstedt ym. 2019). Lisäksi selvitetään korvaavien kuivikkeiden mahdolliset vaikutukset lannan ravinteiden kierrätykseen ja jatkojalostukseen. Turvetta korvaavilla tuotteilla voidaan saada teollisuuden mahdollisesti alihyödynnetyille sivujakeille ja muille materiaaleille uusia käyttökohteita sekä edistää kiertotaloutta. Tämän seurauksena yritystoimintaa on

mahdollista synnyttää esimerkiksi lannan jatkojalostukseen ja kuivikemateriaalien jalostukseen. Tätä kirjoitettaessa Turveke-hankkeen tilakokeisiin valittiin laboratoriokokeiden perusteella ruokohelpelletti ja -silppu, järviruokosilppu, osmankäämisilppu, vehnän kuorijae, nollakuitu (selluloosan valmistuksessa syntyvä heikosti hajoava kuituliete) ja tekstiilibriketti. Lopullisia tuloksia hankkeesta on saatavissa keväällä 2021.

Järviruokopellettien elinkaarisia ympäristövaikutuksia kuiviketurpeen korvaajana on arvioitu muun muassa JÄREÄ-hankkeessa (Myllyviita ym. 2015). Tulosten perusteella järviruo'on niittämällä voidaan hillitä ilmastonmuutosta. Niittäminen vähentää ruovikon aiheuttamia metaanipäästöjä ja samanaikaisesti ruovikon mukana poistuu vesistöjen rehevöitymistä aiheuttavaa fosforia. Hiilijalanjäljen arviointi todettiin kuitenkin erityisen haastavaksi puutteellisten lähtötietojen vuoksi.

Kuivikepulasta ja kuivituskustannusten alentamisyrittämisestä johtuen kuivikelantoja on myös uudelleenkäytetty tai kierrätetty. Näistä löytyy esimerkkejä muun muassa Hollannista ja USA:sta. Myös Suomessa on tapauksia, joissa hevosten kuivikelantaa on käytetty kuivikkeena lihanaudoilla tai turkistarhoilla. Luonnonvarakeskuksen, A-tuottajien ja Eastman Chemical Companyn yhteishankkeessa selvitetään muun muassa hevosen kuivikelannan hyödyntämistä nautakasvattamoissa (NAUKU 2018–2021). Suomessa on myös toimijoita, jotka jatkojalostavat kuivalannoista maanparannusaineita, kasvualustoja tai vastaavia tuotteita, joiden ominaisuudet perustuvat ainakin osin käytettyyn kuivikkeeseen. Myös lietelannasta separoidun kuivajakeen kierrättämisestä eläinten kuivikkeeksi on joitakin tilakohtaisia kokemuksia.

Tällä hetkellä turpeen rinnalla käytetään jo useita erilaisia kuivikemateriaaleja, kuten kutteria, sahanpurua, olkea, ruokohelpeä ja hamppua. Niiden käytön lisäämistä hidastavat muun muassa turvetta korkeampi hinta, heikompi saatavuus ja huonommat kuivitusominaisuudet. On kuitenkin selvää, että nykyisin turpeen rinnalla käytössä olevien kuivikkeiden osuutta tulee kasvattaa ja monipuolistaa, jotta turpeen käyttöä kuivikkeena voidaan merkittävästi vähentää tai jopa luopua sen käytöstä kokonaan kuivikemateriaalina. Myös erilaisilla seoksilla voidaan tavoitella ominaisuuksiltaan parempia kuivikkeita.

5.2.2 Korvaavat kasvualustamateriaalit

Turpeen käyttömäärä kasvihuoneviljelyssä on vähentynyt viime vuosikymmenen aikana kasvualustojen tilavuuden pienentyessä ja se tulee kenties vähenemään entisestään turvemaiden suojelun lisääntyessä Euroopassa (esim. Iso-Britannia ja

Irlanti ovat asettaneet tavoitteen luopua turpeen käytöstä kasvualustoissa vuoteen 2030 mennessä). Laajoista irtoturpeesta muodostettujen turvepetien sijaan käytetään pienempiä kasvualustoja ruukuissa, taimikennostoissa ja kasvualustasäkeissä. Toisaalta ympärivuotisen viljelyn lisääntyminen on lisännyt kasvustojen määrää kasvihuoneissa ja siten myös kasvualustojen vuotuista kulutusta Suomessa. Kasvihuonekasvatuksessa käytettyjen kasvualustojen markkina-arvo Euroopassa on yli 2,5 miljardia euroa ja Suomessa noin 9 miljoonaa euroa (Latokartano 2016). Kasvualustojen kysynnän arvioidaan kasvavan maailmanlaajuisesti nelinkertaiseksi vuodesta 2018 (60 milj. m³) vuoteen 2050 mennessä, joka vastaisi 240 Mm³ (Blok ym. 2019).

Turpeen keskeisimpinä mahdollisina korvaajina kasvualustamateriaalina ovat nykyisin kivivilla, kookoskuitu ja perliitti. Tämän lisäksi kasvihuoneviljelyssä voidaan käyttää vesiviljelyä (Iivonen 2008), vermikuliittia (Yrjänäinen ym. 2013), sammalta, puun kuorta tai kierrätysmateriaalipohjaisia jätevirtoja, kuten mädätettyä ja kompostoitua jätevesilietettä tai kompostoitua biojätettä (Silvenius 2015). Suomessa yleisimmät kasvihuoneissa käytetyt alustamateriaalit ovat turve ja kivivilla (Yrjänäinen ym. 2013). Muilla kuin kookoskuidulla katsotaan olevan potentiaalia vastata tulevaisuuden kasvavaan kasvualustamateriaalien kysyntään (Blok ym. 2019), koska vaikka kookoskuitua onkin saatavilla, sen laatu ei aina vastaa tuottajien vaatimuksia.

Turvealustat kompostoidaan yleensä kasvijätteen mukana (Mikkola 2006). 2000-luvun alussa kivivilla-alustoista 62 % päätyi kaatopaikalle ja noin 21 % maanparannusaineeksi (Grönroos ja Nikander 2002). Tanskalainen kivivillaa valmistava yritys Grodan kierrättää käytettyjä kivivilla-alustoja tiilien, kompostin, substraattiseosten, uusien kivivillatuotteiden tai maanparannusaineiden tuotantoon (Grodan 2020). Yrjänäisen ym. (2013) mukaan turve- ja kivivillakasvualustojen elinkaarisissa ilmastovaikutuksissa ei havaittu merkittäviä eroja. Tomaatin ja salaatin kohdalla kivivillaa käytettäessä kasvualustasta aiheutuva ilmastovaikutus oli turvetta pienempi. Toisaalta kurkun tuotannossa turpeella saavutettiin hieman pienempi ilmastovaikutus kuin kivivillalla.

Turvesuon elävä pintakerros, joka maatuessaan muodostaa turvetta, on pääosin rahkasammalta, ja itse rahkasammal on eräs mahdollinen uusiutuva biomassa muun muassa kasvualustaksi. Luonnonvarakeskuksen tekemässä tutkimuksessa alta kastellut kasvihuonevihannesten taimet kasvoivat sammalalustoilla yhtä hyvin kuin turpeella (Latokartano 2016). Rahkasammalta korjataan enintään 30 cm:n kerroksena niin, että kasvusto kykenee uusiutumaan luontaisesti. Yhden cm:n korkeuskasvunopeudella vuodessa sammalpeite kasvaa entiselleen noin 30 vuodessa. Suomen vuotuinen kasvuturpeen tuotanto (2 Mm³) katettaisiin noin 2000 ha:n

korjuupinta-alalla, joka 30 vuoden kiertoajalla laskettuna tarkoittaisi noin 60 000 ha. Tällainen korjuu olisi mahdollista kitumaan metsäojitetuilta soilta, joilla ei ole mahdollisesti muuta taloudellista hyötykäyttömahdollisuutta tulevaisuudessa (Silvan ym. 2019). Pohjois-Pohjanmaan liiton teettämän arvion mukaan Pohjois-Pohjanmaan alueella voitaisiin tuottaa rahkasammalta vuosittain arviolta noin 3200 ha:n alueella noin 6,5 Mm³ (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2015). Suomessa on kehitetty korjuukalustoa rahkasammalbiomassan korjuuseen ja korjuuta on tehty yhdellä patentoidulla koneprototyypillä kolmen viime vuoden ajan enintään noin 20 000 m³ vuodessa (Silvan ym. 2019.) Toistaiseksi rahkasammal on turpeeseen nähden kallista ja sitä on vähemmän saatavilla.

Rahkasammaleen korjuusta aiheutuu negatiivisia ympäristövaikutuksia, kuten korjuusta jäävät jäljet ja turpeen muodostumisen hidastuminen ja kasvihuonekaasupäästöjen lisääntyminen. Ekosysteemi palautuu kuitenkin hiiltä sitovaksi 5-10 vuodessa. (Ludwig 2019) Korjuun vaikutukset kasvihuonekaasujen taseisiin tunnetaan vielä puutteellisesti ja lisää tutkimusta tarvitaan (Silvan ym. 2019). Suon pintakerroksen korjuu estää suoalueen hiilivaraston kasvun. Kasvualustan käyttöiästä ja loppusijoituksesta taas riippuu, miten hiili pysyy siinä sidottuna. Rahkasammaleen korjuussa aluetta ei ojiteta ja siten tutkimuksissa ei ole havaittu korjuun aiheuttavan haitallista vesistökuormitusta. Toisaalta alueelta tuleva valunta arviolta lisääntyy, kun pintakerroksen vesivarastokapasiteetti pienenee.

Järviruoko on monivuotinen rannoilla kasvava ruohovartinen kasvi, jota voitaisiin korjata ja jalostaa kasvualustakäyttöön. Järviruokoa voidaan myös viljellä kasvualustakäyttöön esimerkiksi vetetyillä turvepelloilla ja siten vähentää turvepeltojen elinkaarisia kasvihuonekaasupäästöjä (Lahtinen 2020). Järviruokoa voidaan käyttää sellaisenaan kompostoinnin jälkeen kasvualustana tai sitä voidaan kompostoida esimerkiksi ruokohelven kanssa. Järviruokoa arvioidaan olevan noin 30 000 hehtaaria ja sen tuottavuus vaihtelee 4-20 tonnin välillä hehtaaria kohden (Varsinais-Suomen ELY-keskus 2015). Ruovikoiden niittäminen parantaa muun muassa ranta-alueiden virkistyskäyttöä ja veden virtausta. Mätänevä ruoko tuottaa ilmastoa lämmittäviä metaanipäästöjä. Samaan aikaan ruovikot kuitenkin tarjoavat elinympäristön monille lajeille ja sitovat ravinteita ja vähentävät muun muassa sedimentin ravinteiden uudelleen vapautumista. Ympäristön kannalta kestävä korjuumäärää ei ole toistaiseksi määritetty. Myös korjuutekniikan kehittäminen on keskeistä järviruoko' on käytön edistämiseksi.

Korvaavien materiaalien rehevöittäviin päästöihin voidaan vaikuttaa viljelyteknisillä keinoilla, kuten kasteluveden kierrätyksellä ja kasvualustan valinnalla. Asiantuntijoiden ja kirjallisuuden perusteella kasvualustalta huuhtoutuvien ravinteiden määrä voi olla turvealustoilla viljeltäessä pienempi kuin kiviviljoilla.

viljeltäessä. Grönroosin ja Nikanderin (2002) kyselytutkimuksen mukaan kivivillaalustat vaativat noin puolitoistakertaisen kastelun turvepohjaiseen kasvualustaan verrattuna, kivivillan huonon nesteensitomiskyvyn takia. Toisaalta veden kulutukseen voidaan vaikuttaa veden talteenotolla ja kierrätyksellä. Suuremmasta ylikasteluosuudesta johtuen myös huuhtoutuvien ravinteiden määrä olisi näin ollen suurempi kivivillassa kuin turpeessa viljeltäessä. (Mikkola 2006). Korvaavien kasvualustamateriaalien valinnassa tulee kiinnittää huomiota myös materiaalien hygieniaan, käytettävyyteen sekä esimerkiksi kasvitautien, tuhohyönteisten ja punkkien leviämiseen.

5.2.3 Korvaavat materiaalit kompostin seosaineeksi

Turpeen lisäksi kompostin seosaineiksi soveltuvat risu- ja oksahake, kuiva lehti- ja neulaskarikerke, kutterinlastu sekä kuorikerke. Puupohjaiset tukiaineet eivät painu kasaan kuten turve ja siten ilmastavat kompostia tehokkaasti. Puupohjaisia materiaaleja voidaan myös kierrättää kompostissa niiden hitaan maatumisen ansiosta. Niin sanotussa kierrätyskompostissa uudelleen käytettävien tukiaineiden mukana kompostiin siirtyy kompostointiprosessille edullisia bakteerikantoja (Enqvist 2014). Puupohjaisten materiaalien energia-arvon takia ne päätyvät energiantuotantoon ja ovat usein kalliita käyttää kompostoinnissa (Paatero ym. 1984).

HSY on tutkinut turpeen korvaamista sellutehtaan sivutuotteena syntyvällä humuskuidulla. Turve pyritään korvaamaan halvemmalla ja paremmin saatavilla olevalla tuotteella. Kasvanee lietemäärät ovat lisänneet tukiaineiden tarvetta. Humuskompostien kompostoituminen on hitaampaa kuin jos tukiaineena käytettäisiin turvetta. Kompostointiajan piteneminen lietteen suuresta määrästä ja tilanpuutteesta johtuen ei ole mahdollista. Humuskuitua voidaan kuitenkin käyttää yhdessä turpeen tai jonkin muun suuremman kuiva-ainepitoisuuden omaavan tukiaineen kanssa. Humuskuitua sisältävä komposti soveltuu muun muassa maanparannuskompostiksi. (Enqvist 2014, Nipuli 2020)

Yhteenveto – Korvaavat vaihtoehdot muussa turpeen käytössä

Ympäristöturvetta korvaavien materiaalien käytössä tulee ottaa huomioon materiaalien elinkaariset ympäristövaikutukset, niiden tulee olla turvallisia käyttää, eivätkä ne saa sisältää haitallisia aineita ja siten heikentää tuotteiden jälkikäyttöominaisuuksia. Haasteeksi korvaavien materiaalien käytössä saattaa muodostua vaihtoehtoisten materiaalien saatavuus, hinta ja tasalaatuisuus. Kasvualustoissa käytetään nykyisin turpeen rinnalla kivivillaa, kookoskuitua, ja perliittiä. Lisäksi voidaan käyttää vermikuliittia, sammalta, puun kuorta tai kierrätys-

materiaalipohjaisia jätevirtoja, kuten mädätettyä ja kompostoitua jätevesilietettä tai kompostoitua biojätettä. Turpeesta luopuminen voi edellyttää esimerkiksi uudenlaisten viljelykäytäntöjen laajamittaisempaa käyttöönottoa, kuten vesi-
viljelyä kasvihuonetuotannossa.

Tällä hetkellä kuiviketurpeen rinnalla käytetään jo useita erilaisia materiaaleja, kuten kutteria, sahanpurua, olkea, ruokohelpeä ja hamppua. Uusia turvetta korvaavia kuivikemateriaaleja tutkitaan parhaillaan. Esimerkiksi järviruokoa pidetään materiaalina, jota voisi olla saatavilla runsaastikin ja se voisi soveltua sekä kuivike- että kasvualustakäyttöön.

On selvää, että nykyisin turpeen rinnalla käytössä olevien materiaalien osuutta tulee kasvattaa ja monipuolistaa uusia korvaavia tuotteita kehittämällä, jotta ympäristöturpeen käyttöä voidaan merkittävästi vähentää tai jopa luopua sen käytöstä kokonaan. Ympäristöturvetta korvaavien materiaalien potentiaaleista ei ole tällä hetkellä saatavilla riittävän kattavia arvioita, jotta voitaisiin luotettavasti arvioida, kuinka suuri osa muusta turpeen käytöstä voitaisiin lyhyellä aikavälillä korvata muilla materiaaleilla.

6 Ohjauskeinot turpeen käytöstä luopumiseksi

6.1 Katsaus ohjauskeinoihin

Taloudelliset ohjauskeinot voivat olla luonteeltaan suorita tai epäsuoria. Negatiivisia ulkoisvaikutuksia pyritään vähentämään tai poistamaan hinnoittelemalla negatiivisen ulkoisvaikutuksen aiheuttaja (mm. hiilidioksidi) siten, että siitä aiheutuvat kustannukset tulevat sen tuottajan katettaviksi. Turpeen käyttöön liittyvät pääasialliset ohjauskeinot ovat Euroopan unionin päästökaupassa määräytyvä päästöoikeuden hinta sekä erilaiset verot. Kilpailevien tuotantoteknologioiden tai energialähteiden tuet vaikuttavat suhteelliseen kilpailukykyyn, joten myös ne voidaan nähdä ohjauskeinoina (epäsuorat). Seuraavaksi luodaan katsaus ohjauskeinoihin, joilla voidaan vähentää turpeen taloudellista kannattavuutta ja ohjata siten turpeesta luopumiseen.

Huomioitavaa on myös, että eri ohjauskeinot voivat vaikuttaa turpeen käyttöön tietyssä kohteessa, mutta niillä ei ole vaikutusta toisessa käyttökohteessa. Esimerkiksi päästöoikeuden hinta vaikuttaa turpeen energiankäyttöön, mutta ei sen käyttöön maisemoinnissa tai puutarhoilla.

6.1.1 Päästökauppa

Teoreettisesti tarkasteltuna päästöjen hillitseminen päästökauppamekanismin avulla on kustannustehokkain tapa saavuttaa määritelty päästökatto. Etuna on myös se, että päästöoikeuden hinnan kautta hinta siirtyy päästökauppaan kuuluvien toimijoiden (sähkö, lämpö ja teollisuus) hintoihin ja muuttaa siten markkinahintojen suhteita siten, että vähäpäästöiset tuotteet tulevat kilpailukykyisemmiksi. Pidemmällä aikajänteellä tällä on merkitystä myös investointien suuntautumiseen.

EU:n päästökauppajärjestelmä perustuu niin kutsuttuun "*cap and trade*" -periaatteeseen. Järjestelmä asettaa tiettyjen kasvihuonekaasujen kokonaismäärän, joka voidaan päästää järjestelmän kattamissa laitoksissa yhteensä. Päästöoikeuksien määrä vähenee ajan myötä siten, että kokonaispäästöt vähenevät. Ylärajan sisällä yritykset saavat tai ostavat päästöoikeuksia, joilla ne voivat käydä kauppaa keskenään tarpeen mukaan. Käytettävissä olevien päästöoikeuksien kokonaismäärän rajoitus varmistaa, että niillä on taloudellinen arvo. Jokaisen vuoden jälkeen yrityksen on luovutettava riittävästi päästöoikeuksia kattamaan vuoden aikana aiheuttamansa päästöt, muuten yritykselle määrätään sakkoja. Jos yritys vähentää päästöjään, se voi myydä ne toiselle yritykselle, jolla ei ole riittävästi päästöoikeuksia. Kaupankäynti tuo joustavuutta, joka varmistaa päästöjen vähentämisen siellä, missä se on kustannustehokkainta. Päästöistä maksettava hinta edistää myös investointeja puhtaisiin, vähähiilisiin tekniikoihin.

EU:n päästökauppajärjestelmä on ollut toiminnassa vuodesta 2005 ja parhaillaan on käynnissä kolmas päästöoikeuskausi (2013-2020). Se on toiminnassa kaikissa EU-maissa sekä Islannissa, Liechtensteinissa ja Norjassa. Päästökauppajärjestelmän alaisuuteen kuuluu yli 11 000 energiaintensiivistä laitosta (voimalaitokset ja teollisuuslaitokset) ja lisäksi päästökauppajärjestelmään kuuluvien maiden välillä liikennöivät lentoyhtiöt. Päästökauppajärjestelmä kattaa noin 45 % EU:n kasvihuonekaasupäästöistä (European Commission 2020).

Kolmannen päästökauppakauden tavoite on vähentää päästöjä 21 % verrattuna vuoden 2005 tasoon. Päästökatto kolmannen kauden alussa oli 2084 Mt/a, jota vähennetään 1,74 % vuosittain. Parhaillaan kuluvalle kolmannella kaudella on luovuttu kaikkien päästöoikeuksien ilmaisjakoista. Ilmaisjakoa toteutetaan suoraan ainoastaan niiden toimialojen osalta, joilla todetaan olevan suuri hiilivuodon riski. Muun teollisuuden osalta oikeuksia jaetaan niin sanotulla *benchmarking*-periaatteella. Tällöin osa laitoksista (benchmark-tason alapuolelle jäävät laitokset) saavat ilmaisia oikeuksia päästöjään vähemmän, jolloin ne joko joutuvat vähentämään päästöjään tai ostamaan lisäoikeudet markkinoilta. Huutokauppaan kuuluvien

toimijoiden osuutta nostetaan koko kolmannen periodin ajan siten, että huutokauppa kattaa 60 % oikeuksista kolmannen kauden päättyessä. Tiettyinä ajanhetkinä on havaittu selvä päästöoikeuksien kysynnän ja tarjonnan epäsuhta, mistä johtuen komission esityksestä niin kutsuttu markkinavakausero otettiin käyttöön tammikuussa 2019 (European Commission 2020).

Neljäs päästökauppa-kausi alkaa vuoden 2021 alusta ja kestää vuoteen 2030. Kenties suurin muutos kolmannen kauteen verrattuna on se, että päästökattoa tullaan leikkaamaan vuosittain 2,2 % aikaisemman 1,74 %:n sijaan. Myös markkinavakausero siirrettävien oikeuksien määrää tullaan lisäämään ja säilytettävien oikeuksien määrää tullaan rajoittamaan vuodesta 2024 eteenpäin. Huomioitavaa on, että vaikkakin ilmaisjaosta pyritään luopumaan kokonaan muun kuin hiilivuoteollisuuden osalta vuodesta 2026 alkaen, kaukolämpö säilyttää asemansa ilmaisjaon piirissä (European Commission 2020).

Markkinavakausero otettiin käyttöön, jotta voidaan vähentää päästöoikeuksien ylitarjontaa markkinoilla, joka puolestaan osaltaan vakauttaa hintatasoa. Huomioitavaa on, että päästöoikeuksien hinnan kehitykseen vaikuttavat monet tekijät. EU:n ilmastopolitiikan kunnianhimon tason nosto Pariisin sopimuksen mukaisesti tarkoittaisi myös päästökaupparjestelmän kiristämistä ja liikkeelle laskettavien oikeuksien pienentämistä. Muita päästöoikeuksien kysyntään ja siten myös päästöoikeuksien hintaan vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa hiilivapaan teknologian kehittyminen ja käyttöönotto sähkön- ja lämmöntuotannossa sekä uudet vähäpäästöiset teollisuuden prosesseihin liittyvät teknologiat (Koljonen ym. 2019b). Kaikkiin näihin edellä esitettyihin tekijöihin liittyy suurta epävarmuutta. Epävarmuus on eriluonteista politiikan ja teknologian osalta. Teknologian osalta kyse on ajallisesta epävarmuudesta liittyen teknologian maturiteettiin ja kustannuskilpailukykyyn. Poliittinen epävarmuus on taas sidoksissa koko EU:n politiikan kehittymisen lisäksi globaaliin ilmastopolitiikkaan.

Markkinavakauserolla on nähty olevan merkitystä myös kansallisten ohjauskeinojen päästövähennysvaikutuksiin. Perinteisesti on ajateltu, että kansalliset ohjauskeinot, jotka kohdistuvat päästökauppa-alueeseen aiheuttavat niin kutsutun **vesisänkyefektin**, eli että päästöjen rajoittaminen yhdessä maassa lisää päästöjen määrää toisessa maassa alentuneen päästöoikeuden hinnan kautta. Koska markkinavakausero muuttaa kiinteän päästökaton muuttuvaksi, heikentää markkinavakausero vesisänkyefektin ainakin lyhyellä aikajänteellä (Koljonen ym. 2019b).

Useat EU:n maat ovat ottaneet kansallisia mekanismeja ja ratkaisuja käyttöön tukeakseen päästökauppa. Eräs mekanismi on kansallisen **lattiahinnan** asettaminen päästöoikeudelle. Lattiahintaa voidaan määrittellä usealla eri tavalla: 1. maa voi asettaa kansallisen hinnan päästöoikeuden hinnan päälle; 2. useampi maa

muodostaa koalition, joka asettaa huutokaupattaville oikeuksille riittävän korkean ja kasvavan reservatiorahinnan, jonka alle jäävillä hinnoilla oikeuksia ei myydä; 3. maa vaatii päästökauppaan kuuluvia yrityksiä tilittämään ylimääräiset päästöoikeudet kansalliselle viranomaiselle [Koljonen ym. (2019b), Fisher ja Böhringer (2019) ja Wood ja Jotzo (2011)]. Päästöoikeuden lattiahintaa olisi mahdollista käyttää Suomessa vauhdittamaan turpeesta luopumista erityisesti CHP-laitoksissa (sähköntuotannossa markkinat ohjaavat jo nykyisellään tuotantoa pois poltettavista energialähteistä).

Niiden laitosten osuus Suomen kokonaispäästöistä, jotka olivat päästökaupan piirissä, oli vuonna 2018 noin 47 % (Suomen virallinen tilasto 2018d). Päästöoikeuksien huutokaupan piiriin kuuluvat sähköntuotantolaitokset kokonaisuudessaan. Kaukolämpöä tuottavissa laitoksissa osa oikeuksista saadaan ilmaisjakeluna ja osa huutokaupan kautta. Sähköntuotannon polttoaineista ei Suomessa makseta valmisteveroa, joten päästöoikeuden hinta on sen osalta pääasiallinen ohjauskeino. Lämmöntuotannon polttoaineista puolestaan maksetaan valmisteveroa ja CHP-laitosten osalta päällekkäistä ohjausta osittain kompensoidaan valmisteveroon kohdistuvalla alennuksella.

Päästöoikeuden hinnan lisäksi ohjausvaikutukseen vaikuttaa luonnollisesti se, kuinka suuri osa päästöistä on päästökaupan piirissä. Talousteorian mukaan täydellisten markkinoiden olosuhteissa kokonaispäästöihin ei vaikuta se, jaetaanko oikeudet ilmaiseksi vai huutokaupassa. Koska käytännössä kuitenkin markkinoiden toiminta on epätäydellistä (Stavins 1995), päästöoikeuksien ilmaisjaolla on heikentävä vaikutus päästökaupan ohjausvaikutuksen tehokkuuteen (Dechezleprêtre ym. 2018, Jaraite ja Di Maria 2012). Lisäksi ilmaisjako voi vaikuttaa päästöjen vähentämisestä aiheutuviin kokonaiskustannuksiin nostavasti (mm. Hahn 1984). Tässä yhteydessä on kuitenkin todettava, että EU:ssa ohjausvaikutuksen näkökulmasta päästöoikeuksien kokonaismäärä on ollut suurempi ongelma kuin ilmaiseksi jaetut päästöoikeudet. Tästä syystä on arvioitu, että kansallisilla hiilidioksidiperusteisilla veroilla on ollut ohjausvaikutusta myös päästökaupan ohessa, vaikka tyypillisesti näitä pidetään korvaavina vaihtoehtoina (Koljonen ym. 2019b).

6.1.2 Nykyiset energiaverot ja -tuet

Verot

Päästökaupan ohella erilaiset energiaverot ja -tuet ovat merkittävä keino vaikuttaa eri energialähteiden ja tuotantomuotojen kannattavuuteen. Luonteeltaan energiaverot ovat valmisteveroja, joilla on kaksi pääasiallista tarkoitusta: kartuttaa

valtion tuloja ja ohjata energian kulutusta vähäpäästöisempään suuntaan. Energiaverot kohdistuvat sekä sähkön että polttoaineiden käyttöön (taulukko 4). Sähköntuotantoon käytettävistä polttoaineista ei kuitenkaan makseta valmisteveroa, joten sähkön osalta EU:n päästökauppa on merkittävin ohjauskeino kasvihuonekaasujen vähentämiseksi ⁷.

Polttoaineisiin kohdistuvat valmisteverot muodostuvat hiilidioksidiverosta ja energiasisältöverosta (taulukko 4). Huomattavaa on, että yhdistetty sähkön- ja lämmöntuotanto (CHP) ja turpeen käyttö muodostavat poikkeuksen energia-verotukseen. Nämä molemmat maksavat ympäristöperusteista veromallia alhaisempaa polttoaineveroa. Vuoteen 2019 asti CHP-tuotannon osalta puolitettiin lämmityspolttoaineiden hiilidioksidivero, mutta 2019 alusta tästä tuesta luovuttiin. Samaan aikaan kuitenkin alennettiin yhdistetyssä tuotannossa käytettävien polttoaineiden energiasisältöveroa. Alennuksen tavoitteena oli maakaasun suhteellisen kilpailuedun kasvattaminen.

Turve poikkeaa muista polttoaineista, sillä sen käytöstä kannetaan niin sanottua energiaveroa energiasisältö- ja hiilidioksidiveron sijaan (taulukko 5). Vuoden 2019 aikana tätä energiaveroa nostettiin, mutta se on edelleen hyvin alhainen verrattuna muihin verotettavaan lämmityspolttoaineisiin. Alle 5000 MWh:n lämmityskäyttö vuodessa on turpeen osalta vapautettu verovelvollisuudesta. Tällaisen pienimuotoisen lämmityskäytön merkitys kokonaispäästöjen osalta on kuitenkin hyvin pieni.

Energiaverotuksen tehokkuuden näkökulmasta huomioitavaa on, että päästöjen kustannustehokas vähentäminen – päästöjä vähennetään siellä missä se on edullisinta – edellyttää, että päästöille asetetaan sijainnista tai päästökohteesta riippumaton yhteinen hinta. Tämä voidaan toteuttaa veron tai päästömaksun avulla. Mikäli päästöjen hinnoittelun perusteet eivät ole samat eri energialähteille (esim. verot määritellään toisistaan poikkeavalla tavalla eri polttoaineille), päästöjen vähentäminen ei tapahdu yhteiskunnassa kustannustehokkaasti. Tämä tulisi huomioida arvioitaessa perusteita jonkin energialähteen alhaisemmalle hinnoittelulle. Mikäli tarkastellaan energialähteiden veroa CO₂-tonnia kohden Suomessa vuosina 2011–2019, voidaan todeta, että turvetta lukuun ottamatta verot ovat nousseet merkittävästi (Koljonen ym. 2019b).

Sähkövero vaikuttaa turvetta mahdollisesti korvaavien lähteiden suhteelliseen kilpailukykyyn. Erityisesti lämmöntuotannossa esimerkiksi teollisen mittakaavan lämpöpumput hyödyntävät toiminnassaan sähköä. Vähäpäästöistä sähköä tullaan

⁷ Sähköntuotanto joutuu ostamaan kaikki päästöoikeutensa EU:n päästökaupan huutokaupasta, kun taas rajatut teollisuuden toimialat voivat saada päästökauppakompensaatiotukea. Tukea maksetaan sellaisille toimialoille, jotka ovat alttiita merkittävälle hiilivuodon riskille. Kompensointilaissa määritellään toimialat, jotka tukea voivat hakea.

tarvitsemaan paljon synteettisten polttoaineiden valmistamiseen fossiilisten polttoaineiden korvaamiseksi muun muassa teollisuudessa ja pitkän matkan liikenteessä (Rinne ym. 2019). Lisääntyvää sähköntarvetta voidaan kattaa erityisesti tuulivoimalla sekä rakenteilla olevalla ydinvoimalla.

Keskeisimmät sähkövero maksavat toimijat ovat sähköntuottajat ja verkonhaltijat, joiden on rekisteröidyttävä Verohallinnolle. Sähkön verotus on jaettu kahteen eri luokkaan, joista alempaa veroa (II-veroluokka) maksetaan teollisuudessa, konesaleissa tai ammattimaisessa kasvihuoneviljelyssä käytettävästä sähköstä. Muu sähkö kuuluu korkeampaan I-veroluokkaan. Lähtökohtaisesti sähkön ostajat, myyjät tai maahantuojat eivät ole verovelvollisia. He ovat kuitenkin verovelvollisia, jos he ovat myös sähköntuottajia tai verkonhaltijoita. Lisäksi sähkön ostaja on kuitenkin pääsääntöisesti verovelvollinen, jos alemmalla veroluokalla (II) hankittua sähköä on kulutettu korkeamman veroluokan (I) mukaisessa käytössä.

Sähkön II-veroluokan vero katsotaan valtion tueksi ja siksi tähän veroluokkaan kuuluvia toimijoita koskevat EU:n valtioneuvoston päätökset.

Taulukko 4. Sähkön ja eräiden polttoaineiden verotaulukko 1.1.2019 (Lähde: verohallinto 2020).

Tuote	Tuoteryhmä	Energiasisältövero	Hiilidioksidivero	Huoltovarmuusmaksu	Yhteensä
Kivihiili, kivihiilibriketit kivihiilestä valmistetut kiinteät polttoaineet euroa/t	1	52,77	147,81	1,18	201,76
Maakaasu, euroa/MWh	2	7,63	12,94	0,084	20,654

Taulukko 5. Sähkön ja eräiden polttoaineiden verotaulukko 1.1.2019 (Lähde: verohallinto 2020).

Tuote	Tuoteryhmä	Energiavero	Huoltovarmuusmaksu	Yhteensä
Sähkö snt/kWh - veroluokka I	1	2,24	0,013	2,253
Sähkö snt/kWh - veroluokka II	2	0,69	0,013	0,703
Mäntyöljy snt/kg	3	27,51	0	27,51
Polttoturve euroa/MWh	4	3,00	0	3,00

Tuet

Verojen ja päästökaupan ohella käytetyimpiä ohjauskeinoja ovat erilaiset tuet. Suuruusluokaltaan nämä tuet ovat noin puolet energiaverojen kokonaiskertymästä (Koljonen et al. 2019b). Tuet vaikuttavat suhteellisen kannattavuuden kautta myös sellaisiin teknologioihin ja polttoaineisiin, joita tuet itsessään eivät koske. Tuet voivat olla joko suoria tukia tai verotukia. Suomessa energiaan liittyviä suoria tukia ovat uusiutuvan energian tuotantotuki, energiaintensiivisten yritysten veronpalautukset, energiatuki (investointituki) ja päästökaupan epäsuorien kustannusten kompensatituki. Verotukia puolestaan ovat (suuruusjärjestyksessä) teollisuuden, kasvihuoneiden ja konesalien alempi sähköverokanta, dieselpolttoaineen alempi verokanta, työkoneissa käytetyn kevyen polttoöljyn dieseliä alhaisempi verokanta, turpeen normaalia alhaisempi verokanta, yhdistetyn sähkön- ja lämmöntuotannon alennettu energiasisältövero ja maatalouden energiaveron palautus (lähteestä riippuen tämä luetaan joko suoriin tukiin tai verotukiin) (taulukko 6).

Taulukko 6. Energiaan liittyvät suorat tuet ja verotuet (Lähde: Valtion talousarvio vuodelle 2020).

Suorat tuet	Milj. € (+/- indikoi, onko lisääntynyt edellisen vuoden esityksestä)
Energiaintensiivisten yritysten veronpalautus	235 (+)
Uusiutuvan energian tuotantotuki	233 (-)
Päästökaupan epäsuorien kustannusten kompensatituki	78 (+++)
Energiatuki (investointituki)	61 (++)
Verotuet	
Teollisuuden, kasvihuoneiden ja konesalien alempi sähköverokanta	633 (+)
Työkoneissa käytetyn kevyen polttoöljyn dieseliä alempi verokanta	451 (+)
Dieselpolttoaineen alempi verokanta (josta vähennetty henkilöautojen käyttövoimaverosanktio 342 Milj. €)	422 (-)
Turpeen normaalia alempi verokanta	196 (+)
Yhdistetyn sähkön- ja lämmöntuotannon alennettu energiasisältövero	113 (+)
Maatalouden energiaveron palautus	35 (+/-)

6.2 Arvioita taloudellisten ohjauskeinojen vaikutuksesta turpeen käyttöön

Suomen energiajärjestelmän muutosta vähähiiliseksi on tarkasteltu vuosien 2019-2020 aikana muutamissa erilaisissa skenaarioselvityksissä. Keväällä 2019 julkaistiin Suomen pitkän aikavälin ilmastostrategian taustatyönä tarkastellut neljä vähähiiliskenaariota (Koljonen ym. 2019a), joissa tavoitteena oli 80–95 %:n vähennys kasvihuonekaasujen päästöissä (pl. LULUCF-sektori) vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä. Syksyllä 2019 julkaistiin selvitys, jossa arvioitiin, miten eri ohjauskeinoja yhteen sovittamalla tuetaan hiilineutraalisuuteen siirtymistä 2045 mennessä siten, että energiantuotanto olisi 95-prosenttisesti päästötön vuonna 2040 (Koljonen ym. 2019b). Keväällä 2020 julkaistiin selvitys, jossa tarkasteltiin pääministeri Sanna Marinin hallituksen vuodelle 2035 asettaman hiilineutraaluisuustavoitteen saavuttamista kahdessa vähähiiliskenaariossa (Koljonen ym. 2020). Kaikissa näissä kolmessa skenaarioselvityksessä on myös niin sanottu perusuraskenaario, jonka lähtökohdat poikkeavat toisistaan. Seuraavassa tarkastellaan turpeen primäärienergian käytön kehittymistä näiden selvitysten eri skenaarioissa oletettuihin ohjauskeinoihin peilaten.

Keskeisiä skenaariotarkasteluissa turpeen käyttöön vaikuttavia oletuksia ovat päästöoikeuden hinnan kehitys ja turpeen verotus. Koljosen ym. 2019a ja 2020 perusuraskenaariossa (WEM-skenaario) päästöoikeuden hinnan on oletettu olevan 15 €/t CO₂ vuonna 2020, 30 €/t CO₂ vuonna 2030, 50 €/t CO₂ vuonna 2040 ja 90 €/t CO₂ vuonna 2050. Näillä oletuksilla turpeen energiakäytön on arvioitu alentuvan noin 50 PJ:een (vajaaseen 15 TWh:iin) vuoteen 2035 mennessä ja noin 20 PJ:een (noin 5 TWh:iin) vuoteen 2050 mennessä. Vähähiiliskenaarioissa, joissa päästöt pakotettiin vuonna 2050 80–95 % vuoden 1990 tasoa alhaisemmiksi (Koljonen ym. 2019a), turpeen energiakäyttö loppui kokonaan vuoteen 2050 mennessä. Vähähiiliskenaarioissa, joissa saavutettiin hiilineutraalius vuonna 2035 (Koljonen ym. 2020), turpeen energiakäyttö oli vuonna 2035 noin 0–5 PJ (noin 0–1 TWh) ja vuonna 2040 se loppui kokonaan.

Skenaariotarkasteluissa turpeen energiakäyttö loppui, kun päästövähennysten marginaalikustannus oli noin 100 €/t CO₂ (Koljonen ym. 2019a, 2020). Päästöoikeuden hinnan kehittymiseen liittyy kuitenkin merkittäviä epävarmuuksia. Energiantuotannon valmisteverouudistusta varten laadituissa skenaariotarkasteluissa (Koljonen ym. 2019b) oletettiin päästöoikeuden hinnan pysyvän tasolla 25 €/t CO₂. Tällä päästöoikeuden hinnalla ja turpeen nykyisen verotuen säilyttämällä turpeen käyttö aleni suurin piirtein puoleen vuoden 2010 tasosta 2030-luvulla.

Turpeen verotuen poistaminen alensi turpeen käyttöä selvästi, noin viidennekseen vuoden 2010 tasosta 2030-luvulla. Mikäli edelleen polttoaineiden hiilidioksidivero-komponenttia korotettiin reaalisesti 3 % vuodessa, turpeen energiakäyttö alentui edelleen, erityisesti vuoteen 2050 mennessä, jolloin turpeen käyttö oli noin 10 % vuoden 2010 käytön tasosta (Koljonen ym. 2019b).

Turpeen verotuen, kiinteän biomassan verotukien ja CHP-tuotannon verotuen poiston vaikutuksia energiamarkkinoihin ja energiantuotantoon on arvioitu myös vuonna 2019 Valtioneuvoston kanslian julkaisemassa selvityksessä: *Energiaverotuet ja kustannustehokas huoltovarmuus*. Kyseisen selvityksen mukaan turpeen verotuen poisto yksinään tai yhdessä biomassan verotukien poiston kanssa johtaisi turpeen käytön loppumiseen kokonaan 2020-luvun aikana. Tilalle tulisi pääosin biomassaa. Tämä tapahtuisi osittain uusien investoinnein, sillä investoinnit hakkeen- tai pellettien polttoon tai lämpöpumppuihin (31-42 €/MWh) olisivat edullisempia kuin turpeen käyttö (46 €/MWh). Uusien investointien tarve vaihtelee alueellisesti huomattavasti. (Wahlström ym. 2019).

6.3 Turpeen käytön kieltäminen

Mikäli päästökauppa ja käytössä oleva verotus näyttävät riittämättömiltä varmistamaan turpeen energiakäytöstä luopumisen, voitaisiin harkita myös turpeen käytön kieltämistä lailla tai aikatauluttaa uusien turvetuotantolupien myöntämisen lopettaminen. Jälkimmäinen vaihtoehto lopettaisi automaattisesti kaiken kotimaisen turpeen käytön, ei vain energiakäyttöä.

Käyttökielto tarjoaisi selkeyttä ja ennakoitavuutta sekä toimijoille että valtiolle. Toisaalta käyttökielto ei usein ole kustannustehokkain tapa vähentää ilmastopäästöjä koko yhteiskunnan tasolla.

Mikäli päädyttäisiin turpeen käytön kieltämiseen, olisi tärkeää tarkastella kiellon aikataulutuksen toteuttamista siten, että eri alueilla ja paikkakunnilla olisi riittävästi aikaa huolehtia korvaavista energialähteistä ja että kiellon taloudelliset vaikutukset eivät muodostuisi missään kohtuuttomiksi. Huomioon otettavia seikkoja ovat erityisesti kaukolämmön kysynnän alueellinen kehitys ja riittävän lämpötehon turvaaminen, turpeen käyttöä korvaavien energialähteiden alueellinen hyödynnettävyys sekä turvetta käyttävien laitosten tuleminen teknisen käyttöikänsä päähän (mahdolliset kariutuneet kustannukset). Näiden seikkojen tarkastelun jälkeen kiello voitaisiin toteuttaa täyskieltona tai osin asteittain, mikä voisi tarkoittaa käytännössä esimerkiksi tapauskohtaisesti myönnettävää pidennettyä siirtymäaikaa

joillakin alueilla tai laitoksissa. Kiellon yhteydessä voitaisiin tarkastella tarvetta investointituille.

Yhteenveto – Ohjauskeinot

Turpeen käyttöön liittyvät pääasialliset ohjauskeinot ovat Euroopan unionin päästökaupassa määräytyvä päästöoikeuden hinta ja erilaiset verot. Kilpailevien tuotantoteknologioiden tai energialähteiden tuet vaikuttavat suhteelliseen kilpailukykyyn, joten myös ne voidaan nähdä ohjauskeinoina (epäsuorat). Sähkön-tuotannon polttoaineista ei Suomessa makseta valmisteveroa, joten päästöoikeuden hinta on sen osalta pääasiallinen ohjauskeino. Useat EU:n maat ovat ottaneet kansallisia mekanismeja ja ratkaisuja käyttöön vahvistaakseen päästökaupan ohjausvaikutusta. Eräs mekanismi on kansallisen lattiahinnan asettaminen päästöoikeudelle. Päästöoikeuden lattiahintaa olisi mahdollista käyttää Suomessa vauhdittamaan turpeesta luopumista erityisesti CHP-laitoksissa.

Lämmöntuotannon osalta valmisteverot ovat merkittävä ohjauskeino. Turve poikkeaa kuitenkin muista polttoaineista, sillä sen käytöstä kannetaan energiaveroa energiasisältö- ja hiilidioksidiveron sijaan. Turpeen maksama energiaveron on hyvin alhainen verrattuna muihin verotettaviin lämmityspolttoaineisiin. Sähkövero vaikuttaa sellaisten turvetta korvaavien vaihtoehtoisten teknologioiden (esim. lämpöpumput) suhteelliseen kilpailukykyyn, jotka tarvitsevat toimiakseen huomattavasti sähköenergiaa. Sähköveron alentaminen vastaamaan Euroopan Unionin asettamaa minimitasoa parantaisi tällaisen teknologian kustannus-kilpailukykyä.

6.4 Kansainvälisiä esimerkkejä

Vuonna 2008 turvetta käytettiin energiantuotannossa Suomen jälkeen eniten seuraavissa maissa; Irlannissa, Valko-Venäjällä, Venäjällä, Ruotsissa, Ukrainassa, Virossa ja Liettuassa (kuva 2). Irlannissa turpeen energiakäytöstä ollaan luopumassa vuoteen 2025 mennessä ja toimenpiteitä on tehty oikeudenmukaisen siirtymän varmistamiseksi. Kasvuturpeen käytöstä luopumista on suunniteltu Iso-Britanniassa vuoteen 2030 mennessä. Valko-Venäjällä, Virossa ja Liettuassa turpeen noston arvioidaan lisääntyvän ja Venäjän ja Ukrainan tilanteesta on huonosti tietoa saatavilla (Gerasimov 2010, Belta 2018, EDF 2013, BPPF 2017).

Turpeesta luopuminen on vielä sen verran uusi ja ajankohtainen asia, että yksinomaan turpeen käytöstä luopumisen vaikutuksista ei vielä ole kovin paljon tietoa

saatavilla. Tämän johdosta seuraavissa kappaleissa esitellään myös muutama esimerkki, jotka koskevat hiilen käytöstä ja tuotannosta luopumista. Oikeudenmukainen siirtymä pois fossiilisista luonnonvaroista on samankaltainen asia, koskee se sitten turvetta tai esimerkiksi hiiltä, kotimaisuusasteen huomioiden. Työpaikat ovat paikkasidonnaisia ainakin tietyssä määrin ja siirtymä voi vaikuttaa alueisiin, työntekijöihin ja yhteiskuntaan epätasa-arvoisesti. Hiiliteollisuudesta luopuminen on aloitettu jo joissakin maissa kauan sitten, kuten esimerkiksi Iso-Britanniassa ja Saksassa 80-luvulta lähtien, ja siirtymän vaikutuksia ja toimenpiteiden onnistumisia voidaan jo arvioida.

Seuraavissa kappaleissa tuodaan esille, miten siirtymää pois turpeen energiakäytöstä on valmisteltu Irlannissa ja Ruotsissa ja miten hiiliteollisuudesta luopuminen on onnistunut Kanadassa, Saksassa ja Iso-Britanniassa. Iso-Britanniassa ollaan myös luopumassa turpeen käytöstä kasvualustoissa ja siihen liittyviä suunnitelmia kuvataan maata koskevassa osiossa. Viimeisenä esimerkkinä on Tanska, jossa on siirrytty voimakkaasti uusiutuvaan energiaan perustuvaan energiantuotantoon, jonka ympärille on luotu merkittävää vientiteollisuutta, mutta jossa vielä tavoitellaan täydellistä hiilestä luopumista. Kappaleen lopussa on esimerkkien pohjalta tehty yhteenveto ja suosituksia oikeudenmukaiseen siirtymään pois turpeen käytöstä ja tuotannosta Suomessa.

6.4.1 Oikeudenmukainen siirtymä

Joulukuussa 2019 Euroopan komissio esitti Euroopan unionin vihreän sopimuksen oikeudenmukaisen siirtymämekanismiin ja Kestävän Euroopan investointisuunnitelman. Siirtymämekanismiin avulla pyritään varmistamaan oikeudenmukainen siirtymä ilmastoneutraaliin talouteen. Suuruusluokaltaan 100 miljardin euron rahoituksen lisäksi mekanismilla tarjotaan teknistä tukea. Mekanismin avulla pyritään varmistamaan, että kaikki osapuolet, joita siirtymä hiilineutraaliin talouteen koskee, ovat myös siirtymässä mukana (Euroopan komissio 2020). Valtioneuvoston kirjelmässä Eduskunnalle helmikuussa 2020 (Valtioneuvosto 2020b) todetaan että "oikeudenmukaisen siirtymän mekanismeissa keskitytään alueisiin ja toimialoihin, jotka ovat riippuvaisia fossiilisista polttoaineista, muun muassa hiilestä, turpeesta ja öljyliuskeesta, tai kasvihuonekaasupäästövaltaisista teollisista prosesseista." Ehdotuksia jäsenvaltiokohtaisiksi määrärahoiksi täydennettäisiin muun muassa Euroopan aluekehitysrahastosta ja Euroopan sosiaalirahastosta. Suomelle on ehdotettu 165 miljoonan euron tukipakettia, jossa turpeen tuotannon osuus on 17 %. "Sen (tukipaketin) tarkoitus on antaa tukea niille alueille, joihin kohdistuu vakavia sosioekonomisia haasteita sen vuoksi, että unioni ja Suomi siirtyvät ilmastoneutraaliin talouteen. Oikeudenmukaisen siirtymän rahaston

kokonaismäärä ja jäsenvaltiokohtainen allokaatio ovat osa rahoituskehyskokonaisuudesta käytäviä neuvotteluja. Suomen saanto on sidoksissa neuvotteluissa sovittaviin mahdollisiin muutoksiin rahaston kokonaismäärässä tai varojenjako-menetelmässä. Siirtymäsuunnitelmissa olisi yksilöitävä tavoitteet, jotka on tarkoitus saavuttaa vuoteen 2030 mennessä ja jotka liittyvät kasvihuonekaasuvaltaisen toiminnan muuttamiseen tai lopettamiseen." (Valtioneuvosto 2020b)

OECD:n raportin mukaan oikeudenmukainen siirtyminen pois hiiliyhteiskunnasta vaatiikin suunnitelmia, jotka koskevat uusia työpaikkoja, teollisuutta, ammattitaitoa, investointeja ja mahdollisuuksia tasavertaisemman ja kestävämmän talouden luontiin (OECD 2017). OECD:n raportissa korostetaan erityisesti kuntien ja paikallisorganisaatioiden roolia. Kunnat ovat riippuvaisia verotuloista ja taloudellisesta toiminnasta kunnassa ja alueellisesti. Työntekijät elävät kunnissa ja rakentavat elämänsä sinne. Yritykset hyötyvät kunnan sijainnista ja sen palveluista, työvoiman saatavuudesta, infrastruktuurin käytöstä ja usein yhteiskunnan resurssien hyödyntämisestä.

Keskittyminen yhteisöjen rooliin oikeudenmukaisessa siirtymävaiheessa on tärkeää kahdesta syystä. Ensinnäkin, työntekijät ja heidän perheensä tarvitsevat uusia työpaikkoja asuinpaikassaan. Sosiaaliset siteet, kodinomistus, vanhenevat vanhemmat tai köyhyys voivat hankaloittaa työn perässä muuttamista paikallisen työnantajan poistuessa. Toiseksi, teollisuuden vähentyminen voi hajottaa yhteisöjen taloudellisen ja sosiaalisen rakenteen aloittamalla kierteen, jossa laskeva vero- ja tulopohja johtaa julkisten palvelujen rahoituksen vähenemiseen ja työnantajien ja työntekijöiden lisääntyvään poismuuttoon, jolloin paikkakunnalle jää yhä vähemmän työpaikkoja (OECD 2017).

OECD:n ”Just Transition” -raportissa on kuvattu kansainvälisiä esimerkkejä oikeudenmukaisesta siirtymästä pois fossiilisen energian käytöstä. Useimmat esimerkeistä ovat siirtymän varhaisesta vaiheesta. Alla on OECD:ltä päätöksentekijöille suunnattuja yleisiä huomiota ja suosituksia onnistuneeseen siirtymään:

1. Suositus: Sitoutuminen työmarkkinaosapuolten vuoropuheluun kaikilla tasoilla on olennainen osa suunnitelmia päästöjen vähentämiseksi ja ilmastonmuutoksen vaikutuksiin sopeutumiseksi.
2. Suositus: Laaditaan suuntaviivoja koskevia suunnitelmia, strategioita ja rahastoja, joita tuetaan oikeudenmukaisilla siirtymärahasilla. Osana siirtymäsuunnitelmaa hallitusten olisi perustettava kansalliset oikeudenmukaiset siirtymärahasot. Niiden olisi tuettava toimia, joilla pyritään ilmastonmuutoksen hillintään ja siitä aiheutuviin työllisyysriskeihin toteuttamalla oikeudenmukaiset siirtymäsuunnitelmat työpaikkansa menettäville työntekijöille ja haavoittuville yhteisöille, alueille ja teollisuudelle.

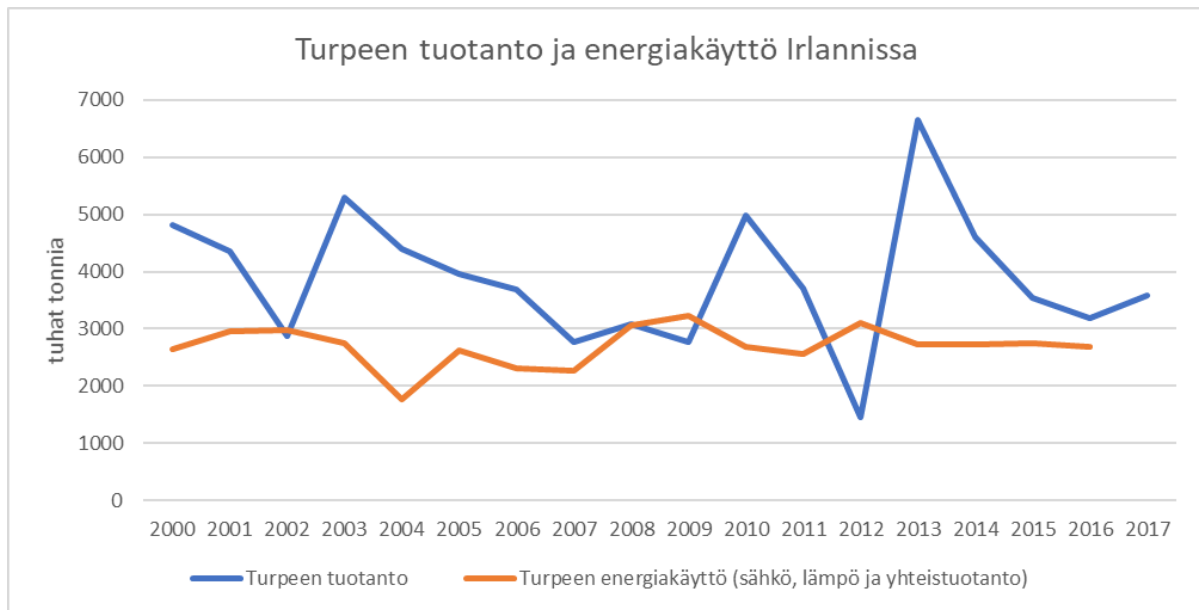
3. Suositus: Tarjotaan julkista ja työnantajien tukea heikossa asemassa olevien työntekijöiden uudelleen koulutukseen ja työn virallistamiseen.
4. Suositus: Sijoitetaan vähäpäästöisiin infrastruktuureihin, jotka luovat ihmisarvoisia työpaikkoja, etenkin haavoittuvissa yhteisöissä, alueilla ja aloilla.
5. Suositus: Varmistetaan, että yritysten ilmastoon liittyvät tiedot sisältävät myös työllisyysriskien julkistamisen ja oikeudenmukaiset siirtymäsuunnitelmat niiden käsittelemiseksi.

6.4.2 Irlanti

Taustaa lyhyesti

Vuonna 2017 Irlannin kasvihuonekaasupäästöt olivat 60,8 Mt CO₂-ekv. Vuonna 2018 energiasektorin kasvihuonekaasupäästöt olivat 38,6 Mt CO₂-ekv., joka vastasi 59 % kasvihuonekaasujen kokonaispäästöistä. Energiasektorin päästöistä 8,3 % eli noin 3,1 Mt CO₂-ekv. syntyi turpeen poltosta (Seai 2018). Vuosina 2000-2016 Irlannissa käytettiin turvetta energiantuotannossa 1,8-3,2 Mt, turpeen vuosittaisen tuotannon ollessa 1,5-6,7 Mt (kuva 26). Turvetta käytetään energiasektorilla pääasiassa sähköntuotannossa, mutta myös lämmitysenergiana esimerkiksi kotitalouksissa ja pienissä määrin teollisuudessa. Vuonna 2018 turpeesta tuotetun energian hiilidioksidipäästöistä 2,5 Mt syntyi sähköntuotannosta ja 0,8 Mt kotitalouksista. Sähköenergian tuotannosta 6,8 % tuotettiin turpeella, 7 % hiilellä, 28 % tuulivoimalla, 51,8 % maakaasulla, 2,2 % vesivoimalla, 3,8 % muulla uusiutuvalla energialla sekä jätteenpoltolla ja 0,5 % öljyllä (Seai 2020).

Vuonna 2011 kotitalouksien lämmitysenergian tarpeesta 5 % katettiin turpeella, 44 % öljyllä, 34 % maakaasulla, 10 % sähköllä, 5 % hiilellä, ja loput puulla tai muilla uusiutuvilla energialähteillä. Turvetta ja hiiltä käytetään lämmitykseen pääasiassa Keski-Irlannissa (Energy institute 2020). Maan kaukolämpöverkko on Euroopan pienimpiä ja kattaa ainoastaan alle 1 %:n lämmityksestä (DCCAE 2020a). 73 % Irlannin energiantarpeesta vuonna 2017 oli tuontien energian varassa (DCCAE 2018) ja turve on ainoa polttoaine, joka ei ole tuontitavaraa.



Kuva 26. Turpeen tuotanto ja energiakäyttö Irlannissa (Lähde: UN Statistics Division 2020).

Irlannissa on tällä hetkellä toiminnassa kolme turvekäyttöistä, yhteensä 350 MW:n sähköä tuottavaa voimalaa (DCCAIE 2018), jotka kuuluvat Euroopan päästökauppajärjestelmään. Turpeen tuottamista verotetaan hiiliverolla, joka on turvebriketeille noin 37 €/t, jauhetulle turpeelle noin 18 €/t ja muulle turpeelle noin 27 €/t (Revenue 2020). Turpeen käyttöä sähköntuotannossa tuetaan niin sanotun julkisen palvelun velvoitetuella (PSO, Public Service Obligation). Tuen avulla varmistetaan sähköntuotannosta saadut tulot, turvataan kotimaisen energian saatavuus ja turvealan työpaikat. Vuonna 2016 turvetta koskeva tuki oli 115 M€ (CSO 2018).

Vuonna 2018 kansallinen turpeen nostosta vastaava yritys, Bord na Mona, työllisti suoraan 2000 ja epäsuorasti 2000 työntekijää. 1200 henkilön työ liittyi suoraan turpeen nostoon. Työt ovat keskittyneet Keski-Irlantiin. Alueelle on keskittynyt myös kotitalouksien turpeen energiakäyttö. (Oireachtas 2019) Vuonna 2018 turvetta vietiin Irlannista 422672 t pääasiassa kasvualustoihin Iso-Britanniaan, 277587 t muualle EU:hun ja 120889 t EU:n ulkopuolelle.

Irlannin suunnitelmat ja päätökset turpeen tulevaisuuteen liittyen

Turpeen käytöstä ja nostosta luopumista ajavat maan ilmastotavoitteet ja suojelualueita koskevat tavoitteet. Kansallinen turvealan yritys, Bord na Mona, ilmoitti vuoden 2019 lopussa luopuvansa turpeen energiakäytöstä vuoteen 2025 mennessä (Delaney 2019). Yritys luopuu myös turpeen käytöstä kasvumateriaaleissa vuoteen 2030 mennessä vähentämällä tuotteidensa sisältämää turvemäärää asteittain ja korvaamalla sen esimerkiksi kompostilla (McDonagh 2020, Elonen 2020). Kolmesta turvetta polttavasta voimalasta kaksi on kansallisen sähköyhtiön ESB:n (Energy for Generations) omistamia ja ne lopettavat toimintansa vuoden 2020 loppuun mennessä. Laitokset eivät saaneet jatkolupaa turpeen tai biomassan polttamiselle. Kolmas laitos on Bord na Monan omistama ja sen lupa on voimassa vuoteen 2023 saakka. Bord na Mona joutuu mahdollisesti aikaistamaan turpeen energiakäytöstä luopumisen vuoteen 2023, koska laitokselle ei uskota myönnettävän jatkolupaa (McDonagh 2020, Elonen 2020, Delaney 2019).

EU direkttiivien, kuten direktiivi luontotyyppien sekä luonnonvaraisen eläimistön ja kasviston suojelusta (92/43/EC) ja EIA-direktiivin (85/337/EEC) noudattamiseksi Irlannissa aloitettiin rajoittamaan turpeen nostoa 56:lla merkityksellisiksi suojeltaviksi turvemaiksi merkityillä soilla (SAC) vuodesta 2010 lähtien. Vuonna 2011 Euroopan komissio pyysi Irlantia tehostamaan toimenpiteitään turvemaiden suojelemiseksi. 139 turvealuetta on suojeltuna SAC:n ja kansallisen perintökohteen (NHA) turvin (Renou-Wilson ym. 2011).

Nopea luopuminen turpeen poltosta sähköntuotannossa tulee vähentämään Irlannin hiilidioksidipäästöjä vuoteen 2027 mennessä arviolta yhteensä noin 9 Mt, eli n. 1,25 Mt vuodessa (DCCAE 2020b). Turpeen noston ja käytön lopettaminen tulee vaikuttamaan työllisyyteen, valtion ja kotitalouksien energiantuotantoon ja energiaturvaan (Renou-Wilson ym. 2011).

Turpeen energiakäytöstä luopuminen pyritään tekemään oikeudenmukaisesti ja sitä varten on perustettu valtion alueellisen yrityssuunnitelman alainen siirtymäryhmä (Midlands Transition Team), oikeudenmukaisen siirtymävaiheen komissaari ja rahasto. Jäseninä ryhmässä ovat paikalliset sidosryhmät. ESB:n voimaloiden sulkeminen vuoden 2020 lopussa on saanut hallituksen rahoittamaan oikeudenmukaista siirtymän rahastoa 6 miljoonalla eurolla ja ESB 5 miljoonalla eurolla (ESB 2019). Rahoituksella on tarkoitus tukea työntekijöiden uudelleen koulutusta ja paikallisten yhteisöjen ja yritysten sopeutumista. Rahoituksen kohteiden valinnassa otetaan huomioon siirtymää koskevan työryhmän näkemykset (Midlands Transition Team) (DCCAE 2020b). Siirtymäryhmän toimesta Keski-Irlanti hyväksyttiin EU:n *Hiilialueet siirtymävaiheessa* -foorumiin, joka mahdollistaa teknisen- ja

asiantuntijatuen komissiolta (Oireachtas 2019). Bord na Mona tarjoaa työntekijöilleen vapaaehtoisen eropaketin tai mahdollisuuden uudelleen työllistyä uudelleen-kouluttautumisen avulla (Bord na Mona 2019). Vuoden 2019 loppuun mennessä noin 600 ihmistä on valinnut vapaaehtoisen eropaketin, jonka suuruus on työntekijän työsuhteen pituuteen verrannollinen. Uudelleen kouluttautumisen kautta on mahdollista työllistyä esimerkiksi rakennusosalalle rakennusten korjausrakentamiseen. Korjausrakentamiseen on myönnetty valtion vuoden 2020 budjetista 20 miljoonaa euroa ja soiden ennallistamiseen 5 miljoonaa euroa. Rakennusten korjausrakentaminen tulee luomaan noin 400 työpaikkaa ja soiden ennallistaminen noin 100 työpaikkaa. Bord na Mona tulee luomaan noin 250 uutta työpaikkaa liittyen uusiin energialähteisiin vuoteen 2023 mennessä ja 450 työpaikkaa uusiin vihreisiin yritysprojekteihin (Oireachtas 2019). Yrityksen uudet renkaiden ja muovin kierrätyslaitokset ovat molemmat luoneet jo 40 uutta työpaikkaa. Muovin kierrätyslaitos toimii entisessä brikettilaitoksessa (Bord na Mona 2019).

Turvemaiden suojelualueet ulottuvat myös yksityishenkilöiden omistamille maille ja turpeen noston kieltäminen omaan käyttöön on luonut tarpeen korvausjärjestelmälle. Kotitalouksille on tarjottu 500 euron kertakorvaus ja 1500 euroa vuodessa 15 vuoden ajan lämmitysenergiakustannusten kattamiseksi tai mahdollisuus nostaa turvetta suojelemattomasta kohteesta (NPWS 2015). Suojelluilla turvemailloilla on 20 000 yksityistä omistajaa, joista 2500 nostaa turvetta. Korvauspaketin on hyväksynyt näistä ainoastaan 5–10 %. Alhainen hyväksyntä johtuu osaksi siitä, että turpeen noston katsotaan olevan kulttuurinen oikeus, josta ei haluta luopua (Renou-Wilson ym. 2011).

Turpeen käyttö energiantuotannossa aiotaan korvata muun muassa tuuli-, aurinko- ja biokaasuenergialla sekä paikallisella ja muualta tuodulla biomassalla. Vuodesta 2016 alkaen lämmityksen energiantuotannossa öljyä on korvattu esimerkiksi maakaasulla (Seai 2020).

Arviointia

Vuonna 2017 turpeen energiakäyttö oli 5,3 % alhaisempi kuin vuonna 2016. Turpeen päästöt energiantuotannosta ovat laskeneet 14,4 % vuodesta 2005 vuoteen 2018 mennessä (Seai 2020, DCCAE 2018). On vielä liian aikaista arvioida Irlannissa käyttöönotettujen politiikkatoimien onnistuneisuutta, koska toimenpiteet ovat vasta käynnistyneet. Nopean aikataulun johdosta tuloksia uudelleen-kouluttautumisesta, uudelleen työllistymisestä ja turpeen korvaamisesta energiantuotannossa voisi kenties olla saatavilla jo lähitulevaisuudessa.

Irlannissa energiasektorin päästöistä 3,1 Mt CO₂-ekv. syntyi turpeen poltosta vuonna 2018. Suomessa vastaava luku vuonna 2017 oli 5,8 Mt CO₂-ekv. Irlannissa päästöt syntyvät sähköntuotannosta turpeen polttolaitoksissa ja Suomessa taas lähinnä sähkön ja lämmön yhteistuotannossa ja lämmön erillistuotannossa. Suomessa turpeen osuus sähköntuotannosta vuonna 2018 oli 5 % ja Irlannissa taas noin 7 %.

Mitä Irlannin tapauksesta voitaisiin oppia

Irlannissa turpeen energiakäytöstä luovutaan mahdollisesti jo vuonna 2023 vuoden 2025 sijaan, koska turvetta polttaville energialaitoksille ei todennäköisesti myönnetä jatkolupia. Voimalaitosten nykyiset luvat ovat voimassa vuoteen 2020 tai 2023. Suomessa osa turvetta käyttävistä voimalaitoksista on tulossa käyttökänsä päähän, mutta pohdittavaksi jää voisiko myös Suomessa kieltää turpeen käytön energiantuotannossa laitosten jatkolupien epäamisellä. Turvealan työllisyysvaikutus on Irlannissa suurempi kuin Suomessa. Turveala työllisti Irlannissa vuonna 2018 noin 4000 ja Suomessa vuonna 2015 noin 2500 henkilöä.

Irlannissa on perustettu siirtymäryhmä, nimitetty oikeudenmukaisen siirtymävaiheen komissaari ja perustettu rahasto, joiden päämääränä on tukea työntekijöiden uudelleen koulutusta ja paikallisten yhteisöjen ja yritysten sopeutumista. Myös Suomessa voisi olla perusteltua perustaa yhteistyöelin oikeudenmukaisen siirtymän toteuttamiseksi.

Irlannin hallitus on myöntänyt rahoitusta aloille, joille turpeesta luopumisen vuoksi työpaikkansa menettävien työntekijöiden on mahdollisuus uudelleen työllistyä. Valtion energiayhtiöt tukevat rahallisesti siirtymää sekä pyrkivät aktiivisesti luomaan uusia työpaikkoja siirtymällä uusille markkinoille, kuten esimerkiksi kierrätykseen ja tuulivoimatuotantoon.

Yhteenveto – Irlanti

Irlanti on luopumassa turpeen energiakäytöstä vuoteen 2025 mennessä, mutta mahdollisesti jo vuonna 2023, koska turpeen polttolaitokselle ei uskota myönnettävän jatkolupaa. Vuonna 2018 energiasektorin päästöistä 8,3 % eli noin 3,1 Mt CO₂-ekv. syntyi turpeen poltosta. Turvetta käytetään pääasiassa sähköntuotannossa. Turpeen käyttö energiantuotannossa korvataan muun muassa tuuli-, aurinko- ja biokaasuenergialla sekä paikallisella ja muualta tuodulla biomassalla. Kansallinen turvealan yritys Bord na Mona luopuu myös kasvuturpeiden tuotannosta vuoteen 2030 mennessä. Turveala työllisti vuonna 2018 noin 4000 henkilöä.

Oikeudenmukaisen siirtymän tukemiseksi on perustettu siirtymäryhmä, rahasto ja nimitetty komissaari. Tavoitteena on tukea työntekijöiden uudelleen koulutusta ja uudelleen työllistymistä sekä paikallisten yhteisöjen ja yritysten sopeutumista. Irlannin hallitus on myöntänyt rahoitusta rakennusten korjausrakentamiseen ja soiden ennallistamiseen, joiden arvioidaan synnyttävän yhteensä noin 500 uutta työpaikkaa.

Valtion energialaitokset ovat tarjonneet työntekijöilleen vapaaehtoisen eropaketin tai mahdollisuuden uudelleen kouluttautumiseen yritysten uusiin työpaikkoihin, esimerkiksi kierrätykseen tai tuulivoimatuotantoon. Bord na Mona tulee luomaan noin 800 uutta työpaikkaa, joista noin 330 on tarkoitus syntyä vuoteen 2023 mennessä.

6.4.3 Ruotsi

Taustaa lyhyesti

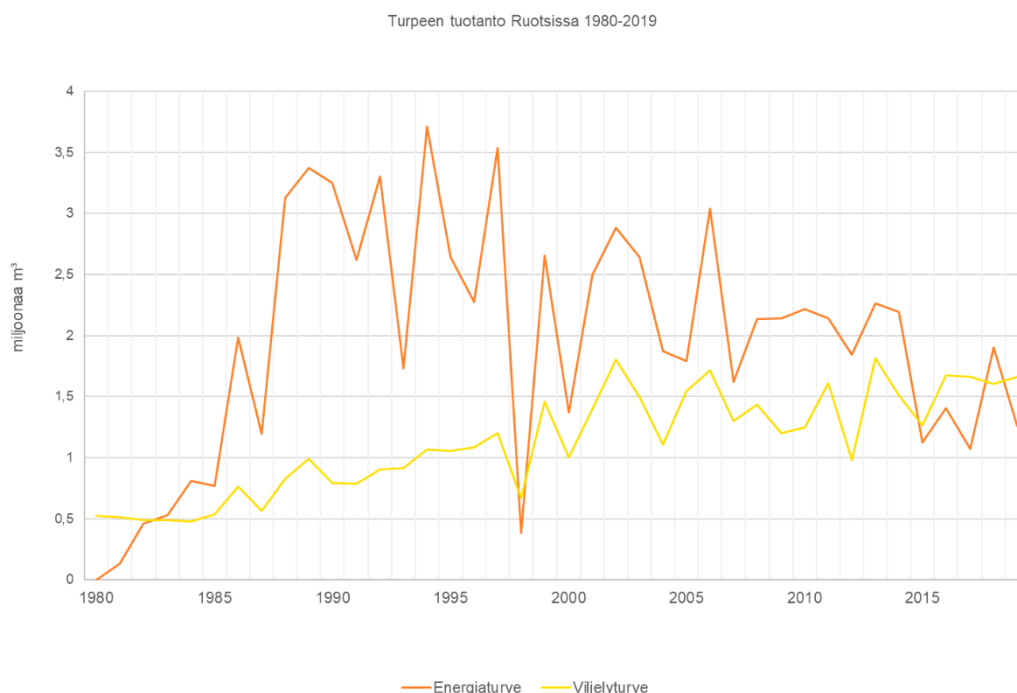
Ruotsin kasvihuonekaasupäästöt olivat 51,8 Mt CO₂-ekv. vuonna 2018. Vuonna 2017 energiaturpeen osuus päästöistä oli noin prosentti (SCB 2019) ja turpeella katettiin 0,2 prosenttia kokonaisenergiatuotannosta, mikä vastaa yhtä terawattituntia. Energiaturvetta käytetään pääosin teollisuuden sähkön ja lämmöntuotantoon. Turpeen osuus kaukolämmön tuotannosta on noin 2 prosenttia (Svensk Torv 2020). Vuodesta 1990 energiaturpeen tuotantomäärät ovat vähentyneet kolmannekseen, mutta samanaikaisesti kasvuturpeen tuotanto on lähes kaksinkertaistunut. Vuosittainen vaihtelu on kuitenkin melko suurta. Viime vuosina kasvuturpeen tuotanto on ylittänyt energiaturpeen tuotannon, kasvuturpeen tuotannon ollessa 1,66 Mm³ ja energiaturpeen tuotannon 1,3 Mm³ vuodessa (kuva 27).

Ruotsissa teollisuustuotannossa (EU ETS) poltettu turve on vapautettu hiilidioksidiverosta (SCB 2017), ja turve luokitellaan hitaasti uusiutuvaksi energiaksi. Turvetta kuitenkin verotetaan CHP-poltossa rikkiverolla. Rikkivero on vähentänyt turpeen käyttöä ja turpeen laitehuoltokäyttö rikkipitoisuutensa takia on korvattu rikkigranulaatilla, joka on lisäaineluokituksensa takia vapautettu rikkiverosta. Turvetta käyttää noin 30 suurempaa voimalaitosta yhteiskäytössä muiden polttoaineiden (yleensä puupolttoaineiden) kanssa. Kaikki maan biopolttolaitokset kuuluvat EU:n päästökauppajärjestelmään (Svensk Torv 2020).

Turvetta nostetaan noin 10 000 hehtaarilta, mikä vastaa noin 0,15 prosenttia maan turve maa-alasta (SGU 2019, SOU 2020). Turvetuotanto työllistää Ruotsissa suoraan noin 3000 henkilöä ja välillisesti, esimerkiksi kuljetukset ja kaukolämmön-

tuotanto mukaan luettuna, noin 1000 henkilöä (Svensk Torv 2020). Turvetuotanto on keskittynyt maan sisäosiin, etenkin Pohjois- ja Etelä-Ruotsiin.

Ruotsissa on otettu vuonna 2003 käyttöön sähkön sertifiointijärjestelmä. Se on markkinapohjainen tukijärjestelmä uusiutuvien energialähteiden edistämiseksi, ja nykyinen hallitus pitää tätä merkittävimpänä osatekijänä maan uusiutuvien energialähteiden kasvulle. Järjestelmä on sisältänyt vuodesta 2004 lähtien myös turpeen CHP-käytön (Energimyndigheten 2019).



Kuva 27. Energia- ja kasvuturpeen tuotanto Ruotsissa 1980-2019 (Lähde: SGU 2020).

Turpeen tuonti koostuu pääasiassa energiaturpeesta (briketteinä) ja vähäisemmässä määrin kasvuturpeesta. Vuonna 2017 turpeen tuonti ulkomailta oli 75 000 tonnia (SCB 2017). Pääasiallinen energiaturpeen tuontimaa oli Valko-Venäjä (46 000 tonnia). Suomesta tuotiin energiaturvetta 2 000 tonnia. Turvetta vietiin ulkomaille 215 000 tonnia, mistä suurin osa oli kasvuturvetta. Kasvuturpeen vienti on kasvanut voimakkaasti 1980-luvun alusta. Eniten turvetta vietiin Hollantiin (144 000 t), sen lisäksi Tanskaan (26 000 t), Norjaan (17 000 t), Suomeen (8 000 t), Saksaan (5 000 t) ja muihin maihin (yhteensä 14 000 t) (SCB 2018).

Ruotsin suunnitelmat ja päätökset turpeen tulevaisuuteen liittyen

Ruotsissa turpeen tuotannon lupia säännellään ympäristölailla, eikä uusia alueita turpeen tuotannolle enää avata (Svensk Torv 2020). Turvetta on ympäristölain mukaan enää mahdollista nostaa vain sellaisilta alueilta, jotka on jo aiemmin ojitettu tai muuten muokattu, ja joilla turpeen kasvu ylittää oton (SGU 2019). Tuotantoalueiden jälkikäsittelytoimenpiteet ovat pakollisia ja niille tulee varata varoja ottoluvan myöntämisen yhteydessä. Tavallisesti nämä toimenpiteet ovat metsitystä, uudelleen soistamista tai lintujärvien luomista. Vuodesta 2017 lähtien on sovellettu samoja säädöksiä energia- ja kasvuturpeen nostoon (SGU 2019). Nykyään yhdeksän tuotantolupahakemusta kymmenestä ei tule hyväksytyksi (Svensk Torv 2020).

EU:n vesistö- ja lintudirektiivejä tulkitaan aiempaa tiukemmin ja pohja- tai juomaveden ja lajien monimuotoisuuden suojelemiseksi maassa vallitsee koskemattomien turvealueiden ojituskielto (Naturvårdsverket 2020). Turpeesta luopumisen aikataulusta ei kuitenkaan toistaiseksi ole päätetty.

Arviot

Ruotsin hallitus on teettänyt arvioita ojitettujen turvemaiden kunnostamistoimenpiteistä ilmastopäästöjen vähentämiseksi ja arvioinut myös toimenpiteiden yhteiskunnallisia vaikutuksia. Arvioiden mukaan sekä metsitettyjen turvealueiden että suopeltojen palauttaminen soiksi voi olla kustannustehokasta ja kansallisella tasolla myös taloudellisesti kannattava toimenpide suhteessa muihin ilmastotoimenpiteisiin, etenkin jos arvioinnissa huomioidaan laajasti ympäristöetuja ja taloudellisia menetyksiä kuten ojitettujen alueiden ravinnevuotoja ja toimenpiteistä johtuvaa vähentyntä maataloustuotantoa. Arvioissa kosteikkojen kunnostamishankkeita pidetään tärkeinä biologisen monimuotoisuuden ja vesihuollon takia (SOU 2020).

Hallitus esitti vuonna 2019, että kuivattujen kosteikkojen kunnostaminen voi olla osa ilmastotyötä näiden toimiessa hiilinieluinä (Regeringens proposition till Riksdagen 2019). Esityksessä todetaan, että kuivattujen kosteikkojen kunnostaminen hiilinieluiksi voi olla osa ilmastotyötä, ja että toimenpiteiden avulla voitaisiin samanaikaisesti saavuttaa myös etuja vesiensuojelun ja biologisen monimuotoisuuden turvaamisen näkökulmasta. Lisäksi todetaan, että hallitus on jo tehostanut pyrkimyksiään kosteikkojen palauttamiseksi. Ilmastopoliittisessa

mietinnössä hallitukselle tammikuussa 2020 ehdotetaan strategiaa, jolla Ruotsin tulisi saavuttaa negatiiviset kasvuhuonekaasupäästöt vuoteen 2045 mennessä (SOU 2020). Mietinnössä ehdotetaan sellaisten ojitettujen turvemaiden ennallistamista kosteikoiksi tai kosteikonkaltaisiksi alueiksi, joissa turvekerrostuma on paksu. Maanomistajille ehdotetaan neuvonantoa ja taloudellista korvausta ennallistamistoimenpiteiden toteutuksesta ja heikentyneestä maan arvosta. Lisätoimenpiteeksi ehdotetaan, että maanomistaja luopuu ojien puhdistustoimenpiteistä ojitetuilla paksun turvekerrostuman alueilla, jotta nämä alueet palautuisivat kosteikoiksi luonnollisesti. Tämä pyritään ensisijaisesti mahdollistamaan myöntämällä maanomistajalle kertaluontoinen korvaus heikentyneen maan arvon vuoksi (SOU 2020).

Vuonna 2020 Ruotsissa otettiin käyttöön uusi kiinteistövero turvetuotannossa oleville maille. Verotuksella on taloudellista merkitystä ensisijaisesti turvetuotantoalueiden omistajille tai turvetuotannon oikeuksien haltijoille (Skatteverket 2020).

Lisääntynyt kasvuturpeen tuotanto on lisännyt keskustelua turpeen roolista ja kotimaisen ja tuontiturpeen eduista ja haitoista. Ympäristösuojeluviraston raportin mukaan kasvuturpeen korvaaminen nähdään mahdollisena. Raportin mukaan turpeen osuutta on mahdollista vähentää perinteisissä turvepohjaisissa kasvu- alustoissa ja turve voitaisiin korvata viljelyllä rahkasammaleella sekä muilla orgaanisilla materiaaleilla, kuten kompostilla ja kuorella (Naturvårdsverket 2016). Turveala on suhtautunut raporttiin kriittisesti eikä raportissa esitetyjä keinoja turpeen korvaamiseksi ole pidetty realistisina (Svensk Torv 2020).

Mitä Ruotsin esimerkistä voitaisiin oppia?

Ruotsissa turvetuotantomaiden jälkikäsittelytoimenpiteet ovat pakollisia ja soiden ennallistaminen nähdään tärkeänä ja myös taloudellisesti kannattavana ilmastotekona, joka toteutuisi taloudellisella korvauksella maanomistajille. Ruotsissa biopolttolaitoksissa käytettävä rikkigranulaatti luokitellaan verovapaaksi lisäaineeksi, mikä on johtanut turpeen käytön vähenemiseen yhteispolttolaitoksissa. Tänä vuonna otettiin käyttöön myös uusi verotus turvetuotannossa oleville maille.

Yhteenveto – Ruotsi

Ruotsissa energiaturpeen käyttö on vähentynyt viimeisen 25 vuoden aikana, ja turpeen osuus Ruotsin energiatuotannosta on nykyään noin 1 prosentti. Samalla kasvuturpeen osuus turvetuotannosta on kasvanut ja ylittää energiaturpeen tuotannon. Turvetuotanto työllistää Ruotsissa suoraan noin 3000 henkilöä, ja välillisesti 1000 henkilöä. Energiaturve on Ruotsissa luokiteltu hitaasti

uusiutuvaksi energiaksi, ja sen poltosta CHP-laitoksissa veloitetaan rikkiveroa. Turpeen käyttö polttolaitoksissa on vähentynyt, kun verovapaa rikkigranulaatti on mahdollistanut turpeen käytön vähentämisen. Ruotsissa ei ole päätetty turpeesta luopumisen aikataulusta, mutta uusia turpeen tuotantoalueita ei enää avata. Ympäristölaki kieltää turpeen noston muilta kuin jo ojitetuilta ja ympäristöarvoiltaan heikoilta alueilta. Noin 90 % nostohakemuksista ei tule hyväksytyksi ympäristöarvojen tiukan tulkinnan takia. Turpeen tuotantoalueiden ennallistamistoimet ovat pakollisia. Hallitus esitti vuonna 2019, että kuivattujen kosteikkojen kunnostaminen voi olla osa ilmastotyötä kosteikkojen toimiessa hiilinieluinä. Taustaselvityksissä on ehdotettu toimeenpantavaksi taloudellisia korvauksia maanomistajille alueilla, joihin ehdotetaan uudelleensoistamista ilmasto- ja muista ympäristösyistä. Vuonna 2020 Ruotsissa otettiin myös käyttöön turvetuotantoalueiden kiinteistövero.

6.4.4 Saksa

Taustaa lyhyesti

Saksassa ei käytetä turvetta energiantuotannossa, vaan energiaa tuotettiin vuonna 2019 ruskohiilellä (18,8 %), kivihiilellä (9,4 %), ydinvoimalla (12,4 %), maakaasulla (15,1 %), uusiutuvilla energialähteillä (40,1 %), mineraaliöljyllä (0,9 %) ja muulla tavoin (3,4 %) (AGEB 2019). Saksan kasvihuonekaasujen päästöt olivat 805 Mt CO₂-ekv. vuonna 2019, 54 Mt (6,3 %) vähemmän kuin edellisenä vuonna. Vuonna 2019 energiateollisuuden päästöt olivat 254 Mt CO₂-ekv., eli vajaa 32 % kokonaispäästöistä. Vuonna 2018 energiateollisuuden päästöt olivat 305 Mt CO₂-ekv., joka oli alle 36 % kyseisen vuoden kokonaispäästöistä (858 Mt CO₂-ekv.). Suurin osa vuoden 2019 kokonaispäästöjen vähenemästä vuoteen 2018 verrattuna oli energiateollisuuden päästöissä (-51 Mt CO₂-ekv.), mikä johtui erityisesti ruskohiilen ja kivihiilen polton vähenemisestä. Ruskohiilen ja kivihiilen polton osuus Saksan kokonaispäästöistä oli miltei 27 % vuonna 2019 (UBA 2020).

Saksan suunnitelmat ja päätökset hiilen tulevaisuuteen liittyen

Vuonna 2007 Saksa päätti luopua kivihiilen tuotannosta kokonaan vuoteen 2018 mennessä. Siitä huolimatta tuotantoa on kuitenkin tuettu vuoteen 2018 saakka (Oei ym. 2020). Tukien poisto vuoden 2018 jälkeen ei ole kuitenkaan vaikuttanut kivihiilen käyttöön Saksassa, koska kivihiilen kotimainen tuotanto on korvattu kokonaan tuonnilla. Hiiltä tuotiin Saksaan vuonna 2018 pääasiassa Venäjältä (40 %), Yhdysvalloista (20,9 %), Australiasta (12,3 %) ja Kolumbiasta (7,5 %).

Vuonna 2020 Saksassa sovittiin suunnitelma luopua hiilivoimalaitosten käytöstä vuoteen 2038 mennessä. Ruskohiilen polttamisen päättymisajankohtaa voidaan aikaistaa vuoteen 2035, edistymisestä riippuen (Oei ym. 2020). Hiilen energia-käytöstä luopumisella voidaan vähentää hiilidioksidipäästöjä arviolta 1,7 miljardia tonnia (Gt) vuosien 2015 ja 2050 välisenä aikana (Heinrichs ja Markewitz 2017). Hallitus on päättänyt 40 miljardin euron jaettavasta tuesta hiiliteollisuudesta luopuville neljälle osavaltiolle (Saksi-Anhaltille, Saksille, Nordrhein-Westfalenille ja Brandenburgille). Oei ym. (2020) mallinnusten mukaan, energijärjestelmän siirtymän onnistumiseksi tarvitaan uusiutuvien energialähteiden tukemista ja kannustimia vähentämään fossiilisten polttoaineiden käyttöä.

Hiilen käytöstä luopumista energiantuotannossa ohjaa hiilikomissio (die Kommission für Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung, tai Kohlekommission), joka koostuu ympäristöjärjestöjen, ammatti-, talous- ja energialiittojen, paikallishallintojen sekä tiedeyhteisön edustajista. Hiilikomission jäsenet ovat moittineet hallitusta siitä, että heidän suunnitelmiaan ei ole tarpeeksi huomioitu ja asetettuja päästövähennystavoitteita ei tulla saavuttamaan vuoteen 2030 mennessä (Euractive 2020). Oei ym. (2020) mukaan nykyisen aikataulun nopeuttaminen johtaisi alueiden nopeampaan toipumiseen ja todennäköisesti oikeudenmukaisempaan siirtymiseen. Prosessi on vasta alkamassa.

Nykyään jo suljetut hiilikaivokset ja yhä käytössä olevat hiilivoimalaitokset sijaitsevat neljässä Saksan osavaltiossa (Saksi-Anhaltissa, Saksissa, Nordrhein-Westfalenissa ja Brandenburgissa). Ruhrin alue, joka sijaitsee Nordrhein-Westfalenissa, on yksi Euroopan entisistä tärkeimmistä kivihiilen tuotantoalueista. Se on havainnollinen esimerkki hiilen louhinnan lopettamisesta ja alueen menestyksekkäästä muuttamisesta. Vielä 1950-luvun puolivälissä hiili- ja terästeollisuus olivat suurimmat työnantajat Ruhrin alueella (n. 70 %, joka vastaa yli 500 000 työpaikkaa). Nykyään tilanne on toinen ja alle 8 000 työpaikkaa Ruhrin alueella on hiili- ja kaivosteollisuudessa. Siirtymässä on käytetty yhteensä 17 miljardia euroa varhaiseläkkeisiin, nuorempien työntekijöiden uranvaihtomahdollisuuksiin ja myös alueelliseen huolenpitoon (noin 220 miljoonaa euroa vuodessa). Se koski 37 000 kaivostyöläistä ja kesti 11 vuotta (Mavrogenis 2020).

Mitä Saksan esimerkistä voitaisiin oppia?

Vaikka viimeinen hiilikaivos lopetti toimintansa vasta vuonna 2018, on Ruhrin alueen esimerkillisestä onnistumisesta muutoksen toteuttamisessa otettu oppia jo vuodesta 2004 lähtien (Hospers 2004). Ensimmäiseksi huomioitava asia on, että strukturaalinen muutos ei vie vuosia, vaan pikemminkin vuosikymmeniä. Toiseksi, muutoksen suunnitteluvaiheessa on tärkeää keskittyä alueen kilpailuvaltteihin ja

monipuolistamiseen. Kolmas, ja ehkä tärkein oppi on, että alhaalta ylös suuntautuvat toimenpiteet, joissa huomioidaan paikallinen tietotaito ja osaaminen ja osallistetaan paikalliset ihmiset, ovat toimivampia kuin ylhäältä alas suuntautuvat toimenpiteet. Ruhrin esimerkki osoittaa myös eri alueellisten sidosryhmien mukanaolon tärkeyden. Nykyään Ruhrin alueella merkittäviä työllistäjiä ovat ympäristöteknologia- ja energiantuotantosektorit sekä esimerkiksi teollisuusmatkailu. Zollverein hiilikaivoksen teollisuuskompleksi Essenissä on vuodesta 2001 alkaen ollut yksi UNESCO:n kohteista ja vetänyt puoleensa puolitoista miljoonaa kävijää vuodessa.

Yhteenveto – Saksa

Saksassa ei käytetä turvetta energiantuotannossa, mutta ruskohiiltä ja kivihiiltä käytetään. Saksan ilmastopäästöt vähenivät vuonna 2019 6,3 % edellisestä vuodesta. Suurin osa päästövähennyksestä johtui erityisesti ruskohiilen ja kivihiilen polton vähenemisestä. Vuonna 2007 Saksa päätti luopua kivihiilen tuotantoon liittyvästä kaivostoiminnasta kokonaan vuoteen 2018 mennessä. Tuotantoa on kuitenkin tuettu vuoteen 2018 saakka. Vuonna 2020 Saksassa sovittiin suunnitelma luopua hiilivoimalaitosten käytöstä vuoteen 2038 mennessä. Hiilen käytöstä luopumista energiantuotannossa ohjaa hiilikomissio, joka koostuu ympäristöjärjestöjen, ammatti-, talous- ja energialiittojen, paikallishallintojen sekä tiedeyhteisön edustajista. Saksan hallitus on päättänyt 40 miljardin euron jaettavasta tuesta hiiliteollisuudesta luopuville neljälle osavaltiolle (Saksi-Anhaltille, Saksille, Nordrhein-Westfalenille ja Brandenburgille).

Ruhrin alue, joka sijaitsee Saksan Nordrhein-Westfalenissa, on yksi Euroopan entisistä tärkeimmistä kivihiilen tuotantoalueista. Se on hyvä esimerkki hiilen louhinnan lopettamisesta ja alueen menestyksekkästä muuttamisesta. Siirtymässä on käytetty yhteensä 17 miljardia € erilaisiin tukitoimenpiteisiin. Ruhrin alueen siirtymäprosessi koski 37 000 kaivostyöläistä ja kesti 11 vuotta. Ruhrin tapauksesta on opittu, että muutoksen suunnitteluvaiheessa on tärkeää keskittyä alueen kilpailuvaltteihin ja monipuolistumiseen ja ottaa mukaan eri alueellisia sidosryhmiä.

6.4.5 Kanada

Taustaa lyhyesti

Kanadassa on suuret turvevarat, mutta turvetta ei käytetä energian tuotannossa. Tässä osiossa esiteltävä Kanadan esimerkki koskeekin hiilestä luopumista. Kanadan kokonaispäästöistä 8 % ja energiasektorin päästöistä noin kolme neljäsosaa aiheutuu

hiilestä (OECD 2017). Kanadan kymmenestä provinssista neljässä – Albertassa, Saskatchewan:ssa, New Brunswick:ssa ja Nova Scotiassa – on hiiliteollisuutta ja hiilellä tuotetaan suuri osa alueiden sähköenergiasta. Hiiliteollisuus työllistää noin 3900 henkilöä.

Kanadan suunnitelmat ja päätökset hiilen tulevaisuuteen liittyen

Vuonna 2016 Kanadan hallitus ilmoitti luopuvansa hiilen käytöstä sähkön tuotannossa vuoteen 2030 mennessä. Siirtymää tukemaan asetettiin vuonna 2018 kaksi säännöstä, joista toinen koskee hiilestä luopumista ja toinen maakaasun kasvihuonekaasupäästöjä sähköenergian tuotannossa. Tavoitteena on, että 2030 mennessä 90 % sähkön tuotannosta on päästötöntä (Government of Canada 2019).

Siirtymään liittyviä haasteita ovat erityisesti vaihtoehtoiset työllistymismahdollisuudet, uudelleenkoulutus ja sosiaalisten etujen luominen (Euroopan komissio 2019). Siirtymäkauden tukemiseksi hallitus on varannut noin 14 miljardia euroa käytettäväksi seuraavan 11 vuoden aikana vihreään infrastruktuuriin ja puhtaaseen energiaan. Vuonna 2019 hallitus myönsi noin 23 miljoonaa euroa seuraavalle viidelle vuodelle, jonka avulla perustetaan keskuksia tukemaan työntekijöitä, joihin siirtymä vaikuttaa ja etsitään uusia tapoja turvata työntekijöiden palkat ja eläkkeet. Näiden lisäksi ollaan perustamassa noin 98 miljoonan euron rahastoa tukemaan ensisijaisesti vaikutusalueiden hankkeita ja elinkeinorakenteen monipuolistamista (Euroopan komissio 2019).

Hallitus perusti vuonna 2018 oikeudenmukaisen siirtymävaiheen työryhmän *Task Force on Just Transition for Canadian Coal Power Workers and Communities* (Government of Canada 2019). Työryhmä tekee yhteistyötä paikallisten ihmisten ja sidosryhmien kanssa. Työryhmään kuuluu 11 jäsentä, jotka edustavat hiiliteollisuutta, vaikutusalaan kuuluvia yhteisöjä sekä ympäristön ja kestävän kehityksen asiantuntijoita. Työryhmä on tavannut 15 yhteisöä, 80 sidosryhmää, järjestänyt 8 yleisötilaisuutta, vierailut viidessä voimalaitoksessa, kahdessa hiilikaivoksessa ja yhdessä vaikutusalueella sijaitsevassa satamassa. Lisäksi työryhmä on ollut suoraan yhteydessä muun muassa asianomaisiin työntekijöihin ja heidän perheisiinsä, työnantajiin, ammattiliittoihin, yhteisön jäseniin ja kansalaisjärjestöihin. Tavoitteena on ollut määritellä haasteet ja laatia suositus strategiasta oikeudenmukaiselle siirtymälle. Työryhmä ehdotti seuraavat suositukset (Government of Canada 2018):

1. Suositus: Kehitetään, kommunikoidaan, pannaan täytäntöön, valvotaan, arvioidaan ja julkisesti raportoidaan hiilen käytöstä luopumisen oikeudenmukaisesta siirtymäsuunnitelmasta, jota johtaa pääministeri.

2. Suositus: Sisällytetään säännökset oikeudenmukaisesta siirtymästä liittovaltion ympäristö- ja työlaainsäädäntöön ja -määräyksiin sekä asiaankuuluviin hallitustenvälisiin sopimuksiin.
3. Suositus: Perustetaan kohdennettu, pitkäaikainen tutkimusrahasto kivihiilen käytöstä luopumisen ja vähähiiliseen talouteen siirtymisen vaikutusten arvioimiseksi.
4. Suositus: Rahoitetaan paikallisesti ohjattujen siirtymäkeskusten perustamista ja toimintaa yhteisöissä, joihin vaikutukset kohdistuvat.

Arviointia

Oikeudenmukaisen siirtymävaiheen työryhmän tekemä työ koetaan yleisesti onnistuneeksi useasta eri syystä. Työryhmällä on ensinnäkin poliittinen valtuutus hiiliteollisuuden lopettamiseksi ja se on sitoutunut avoimeen ja oikeudenmukaiseen siirtymään. Ryhmä on pieni ja prosessissa on osallisina ihmisiä, joita muutos koskee. Ryhmän korkea legitimitetti on saavutettu suoralla vuorovaikutuksella paikallisten sidosryhmien ja yhteisöjen kanssa. (Euroopan komissio 2019)

Mitä Kanadan esimerkistä voitaisiin oppia?

Aika näyttää, kuinka hyvin oikeudenmukaisen siirtymävaiheen työryhmän suositukset pannaan Kanadassa täytäntöön. Suomen kannattaa seurata Kanadan esimerkkiä siinä, että oikeudenmukaisen siirtymän toteuttamiseksi tulee toimia yhteistyössä niiden paikallisyhteisöjen kanssa, joita siirtymä suorimmin koskee. Kanadan esimerkki hiilestä luopumisessa osoittaa, että asianosaiset on tärkeää huomioida alusta saakka, jotta hyviä tuloksia saadaan aikaiseksi.

Yhteenveto – Kanada

Kanadassa on suuret turvevarat, mutta turvetta ei käytetä energiantuotannossa. Kanadan esimerkki koskeekin hiilestä luopumista. Kanadan kokonaispäästöistä 8 % ja energiasektorin päästöistä noin 75 % syntyy hiilestä (OECD 2017). Kanadan kymmenestä provinssista neljässä on hiiliteollisuutta ja hiilellä tuotetaan suuri osa alueiden sähköenergiasta. Hiiliteollisuus työllistää noin 3900 henkilöä. Vuonna 2016 Kanadan hallitus ilmoitti luopuvansa hiilen käytöstä sähköntuotannossa vuoteen 2030 mennessä ja vuonna 2018 se perusti oikeudenmukaisen siirtymävaiheen työryhmän. Työryhmä on pieni ja se toimii yhteistyössä asianosaisten ihmisten, järjestöjen ja yhteisöjen kanssa. Ryhmän tehtävänä on

määrittellä haasteet ja laatia suositus strategiasta oikeudenmukaiselle siirtymälle. Ryhmällä on poliittinen valtuutus hiiliteollisuuden lopettamiseksi.

6.4.6 Iso-Britannia

Taustaa lyhyesti

Iso-Britannian kasvihuonekaasupäästöt olivat noin 364 Mt vuonna 2018. Turvetta ei käytetä energiantuotannossa, vaan energiaa tuotetaan hiilellä, maakaasulla, ydinvoimalla ja uusiutuvalla energialla. Energiantuotannon päästöt ovat vähentyneet merkittävästi, kun hiilen käytön sijaan energiaa on tuotettu lisääntyvästi uusiutuvista energialähteistä ja ydinvoimalla. Nykyään hiilellä katetaan 3 % sähköntuotannosta, kun vastaava luku vuonna 1990 oli 67 %. Ydinvoiman ja uusiutuvan energian osuus sähköntuotannossa on vastaavasti kasvanut (22 %:sta 47 %:iin). (BEIS 2019, BEIS 2020) Viimeaikaiseen hiilen energiakäytön vähenemiseen on vaikuttanut vuonna 2013 käyttöön otettu hiilivero, jota korotettiin tuntuvasti vuonna 2015, noin 5 punnasta 18 puntaan hiilidioksidiekvivalenttitonnia kohden.

Vuonna 2019 hiilikaivokset ja hiilivoimalat työllistivät yhteensä noin 500 ihmistä, ja yli 230 000 ihmistä on irtisanottu 1980-luvulta lähtien (Beatty ym. 2019, EESC 2019). Hiiliteollisuus koskee Walesia, Skotlantia ja Pohjois-Englantia ja sen vaikutusalueella asuu yli 5 miljoonaa ihmistä (UK Parliament 2004).

Iso-Britannian suunnitelmat ja päätökset hiilen tulevaisuuteen liittyen

Hiiliteollisuus on hiipunut oleellisesti vuodesta 1984 lähtien ja hiilen käyttö energiantuotannossa on päätetty lopettaa vuoteen 2024 mennessä. Jo ennen 1980-lukua hiiliteollisuusalueille suunnattiin resursseja ihmisten uudelleen työllistymisen tukemiseksi tarjoamalla neuvontaa ja mahdollisuuksia uudelleenkouluttautumiselle. Hallitus perusti vuonna 1997 hiilialueita koskevan työryhmän (Coalfields Task Force) tutkimaan hiilikaivosten sulkemisen seurauksia, arvioimaan hallituksen tekemiä toimenpiteitä ja laatimaan strategioita alueiden kehittämiseksi. Työryhmän vuonna 1998 laatiman raportin pohjalta hallitus aloitti 10 vuotta kestävä ohjelman entisten hiiliteollisuusalueiden elvyttämiseksi. 1999-2002 aikana valtio lisäsi hiiliteollisuusalueiden tukea 350 miljoonalla punnalla. Rahoituksen avulla perustettiin kaksi eri virastoa, joiden tehtävänä oli esimerkiksi toimivien toimenpiteiden tunnistaminen ja ohjelman toteutuksen seuranta sekä rahaston perustaminen tukemaan muun muassa paikallisia yrityksiä. Työnsä menettäneiden on ollut mahdollisuus saada eropaketti,

joka vastaa noin kahden vuoden palkkaa, eläkettä tai sosiaalitukea. Iso-Britannian lisäksi myös EU on rahoittanut lukuisia elvyttämishankkeita, joilla on tuettu alueita sosiaalisissa ja taloudellisissa kysymyksissä. Ohjelmissa on ollut osallisina paikallisia ihmisiä, paikallisten yhteisöjen kanssa työskenteleviä organisaatioita ja virastoja. (Bennett ym. 2000)

Arviointia

Entisillä hiiliteollisuusalueilla työllisyys on kasvanut matalapalkkaisissa ja epäsäännöllisissä töissä varastotiloissa ja puhelinkeskuksissa. Alueiden työllisyysaste vuonna 2018 oli 0,5 prosenttiyksikköä alempi kuin muualla Iso-Britanniassa (hiiliteollisuusalueiden työttömyys 4,8 %). Työllisyystilannetta on parantanut se, että ihmiset matkustavat aiempaa pidemmälle töihin (Beatty ym. 2019). Työttömyyttä koskevan tilastoinnin ei katsota kuvaavan alueiden todellista tilannetta, koska työmarkkinoiden sopeutuminen kaivostyöpaikkojen menettämiseen kasvatti työkyvyttömyysetuuksien määrää työttömyysetuuksien sijaan (Foden ym. 2014).

Vuonna 2004 hallituksen julkaiseman raportin mukaan entiset hiiliteollisuusalueiden yhteisöt kärsivät heikosta terveydestä, matalasta työllisyysasteesta, alhaisesta koulutustasosta ja huonoista asunnoista. Tehtyjen toimenpiteiden epäkohtina nähdään niiden puutteellinen arviointi, eri toimenpiteiden välinen heikko koordinaatio ja toimenpiteiden lyhytaikaisuus, jolloin syvälle juurtuneita ongelmia ei ole saatu ratkaistua (UK Parliament 2004).

Turpeen käyttö Iso-Britanniassa

Iso-Britanniassa turvemaita on hyödynnetty maa- ja metsätaloudessa ja laiduntamisessa. Lisäksi turvetta on nostettu puutarhaviljelyyn, kuivikkeeksi, viskin tuotantoon ja kotitalouksien energialähteeksi (IUCN 2018). Irlannista poiketen Iso-Britanniassa turvetta käytetään hyvin vähän kotitalouksien energianlähteenä, mutta kuitenkin kotitalouksien turpeen nosto vaikuttaa 145 000 ha:n alueella (Evans ym. 2017). Turvetta käytetään pääasiassa ja kasvavassa määrin puutarhaviljelyssä ja maanparannusaineena. Puutarhaviljelyssä turvetta käytetään noin 3 Mm³ vuodessa (UK Government 2010). Vuonna 2014 turvetta nostettiin puutarhaviljelyyn Englannissa 294 000 m³ ja Skotlannissa 469 000 m³. Tämän lisäksi Skotlannissa nostettiin turvetta muuhun käyttöön 32 000 m³ (DCLG 2014). Vuonna 2014 turvetta tuotiin puutarhaviljelyyn Irlannista 999 022 m³ ja Pohjois-Euroopasta 165 684 m³ (UK Government 2014). Skotlannissa turvetuotanto työllistää suoraan 142 henkilöä, epäsuorasti ja Englannissa yhteensä 93 henkilöä (UK Government 2014).

Iso-Britannian suunnitelmat ja päätökset turpeen tulevaisuuteen liittyen

Hallituksen tavoitteena on ennallistaa herkkiä suoalueita ja luopua turpeen käytöstä puutarhatuotteissa vuoteen 2030 mennessä lisäämällä vaihtoehtoisten kasvualustojen käyttöönottoa (CCC 2019). Skotlannissa maankäyttöpoliittika estää turpeen kaupallisen noston muilla kuin jo muokatuilla soilla, joiden suojelevarvo on alhainen ja kunnostaminen mahdotonta. Vuonna 2019 Skotlannissa käytettiin 14 miljoonaa puntaa turvepeltojen kunnostamiseen (Scottish Government 2019). Vuoden 2020 valtion budjetista 20 miljoonaa puntaa on varattu ja yhteensä 250 miljoonaa puntaa tullaan käyttämään turvemaiden kunnostamiseen seuraavan kymmenen vuoden aikana (Scottish Government 2020). Kansainvälisen luonnonsuojeluliiton (IUCN) Iso-Britannian turvemaita koskevan strategian tavoitteena on ennallistaa 1 Mha turvemaita 2030 mennessä ja 2 Mha vuoteen 2040 mennessä.

Turpeen käytöstä luopuminen puutarhaviljelyssä on vuodesta 2010 vuoteen 2030 arvioitu maksavan yhteensä 476 miljoonaa puntaa. Kustannusten laskennassa on huomioitu esimerkiksi investointitarpeet uusiin teknologioihin ammattiviljelijöiden korkeammat tuotantokustannukset, kalliimpien kasvumateriaalien kustannukset kuluttajille ja julkiset hankinnat (DEFRA 2011). Turpeesta luopumisen tavoitteeseen arvioidaan päästävän vapaaehtoisuuteen perustuvien kuluttajavaihtoehtojen avulla, joihin vaikutetaan turpeen käytön ympäristövaikutuksista tiedottamisen, vähittäiskauppioiden turpeesta luopumiseen sitouttamisen ja uusien vaihtoehtoisten materiaalien kilpailukyvyyn paranemisen kautta. Skotlannissa oikeudenmukaista siirtymää tukemaan on perustettu komissio (Just Transition Commission). Menetettyjä työpaikkoja voidaan korvata esimerkiksi turvemaiden kunnostamisessa, turvemaille suuntautuvalla matkailualalla ja turpeelle vaihtoehtojen kasvualustojen kehittämisen ja tuotannon parissa (IUCN 2018).

Arviointia

Siirtyminen pois turpeen käytöstä kasvumateriaaleissa ei ole sujunut suunnitelmien mukaan. Vaikka turvetta korvaavia materiaaleja on saatavilla, on turve usein halvempi vaihtoehto, eikä kuluttajilla ja valmistajilla ole riittäviä kannustimia siirtyä pois turpeen käytöstä. Esimerkiksi vuonna 2016 kookoskuitu Sri Lankasta maksoi noin 30 % enemmän kuin turve (Bain ja Goodyer 2016). Skotlannin maankäyttöpoliittikan sääntely toimii myös huonosti, sillä vaikka soiden kunnostaminen on yleensä mahdollista, saa turpeen nosto jatkolupia ja nosto jatkua jopa 13 vuotta luvatta (Scottish Government 2019).

Mitä Iso-Britannian esimerkistä voitaisiin oppia?

Iso-Britannia on asettanut tavoitteen luopua turpeen käytöstä puutarhaviljelyssä vuoteen 2030 mennessä ja siirtymää tukemaan on Skotlannissa perustettu komissio. Vapaaehtoisuuteen perustuva siirtyminen ei ole tuottanut toivottuja tuloksia, koska turpeelle vaihtoehtoiset materiaalit eivät vielä tällä hetkellä ole hintansa suhteen kilpailukykyisiä.

Iso-Britanniaa ja kivihiiltä koskevasta esimerkistä huomioitavia asioita ovat tehtyjen toimenpiteiden arvioinnin, toimenpiteiden välisen koordinaation ja erilaisten toimenpiteiden jatkumon tärkeys oikeudenmukaisen siirtymän varmistamiseksi.

Yhteenveto – Iso-Britannia

Iso-Britanniassa ollaan luopumassa kivihiilen käytöstä energiantuotannossa vuoteen 2024 mennessä. Kivihiiltä on korvattu ydinvoimalla ja uusiutuvalla energialla. Hiiliteollisuus työllisti vuonna 2019 vielä noin 500 henkilöä. Hiiliteollisuudesta luopumisen tueksi on perustettu virastoja, ohjelmia, siirtymäryhmä ja rahasto. Ohjelmissa on ollut osallisina paikallisia ihmisiä, organisaatioita ja virastoja. Tavoitteena on ollut tukea ihmisten työllistymistä, uudelleen-kouluttautumista ja paikallisia yrityksiä. Työntekijöille on tarjottu myös vapaaehtoista eropakettia, eläkettä tai sosiaalitukea. Toimenpiteet ovat osittain epäonnistuneet puutteellisen arvioinnin, heikon koordinoinnin ja toimenpiteiden lyhytaikaisuuden vuoksi. Alueilla on alempi työllisyysaste kuin muualla maassa, kärsitään heikosta terveydestä, alhaisesta koulutustasosta ja huonoista asumisoloista.

Iso-Britannia on luopumassa turpeen käytöstä puutarhatuotteissa vuoteen 2030 mennessä. Kuluttajavalinnat ohjataan vaihtoehtoisiin kasvumateriaaleihin valistuksen, sitouttamisen ja vaihtoehtoisten materiaalien kilpailukykyyn paranemisen kautta. Tällä hetkellä vaihtoehtoiset materiaalit eivät vielä ole kilpailukykyisiä turpeelle. Turveala työllistää noin 230 henkilöä. Uusia työllistymismahdollisuuksia löytyy valtion rahoittamasta turvemaiden kunnostuksesta sekä matkailualalta ja vaihtoehtoisten kasvualustojen suunnittelusta ja tuotannosta. Skotlannissa oikeudenmukaista siirtymää tukemaan on perustettu komissio.

6.4.7 Tanska

Taustaa lyhyesti

Vuonna 2019 energiatuotannon CO₂-päästöt olivat 33 Mt. Tanskassa on vain vähän turvemaata, eikä turvetta pitkään aikaan ole käytetty energiantuotantoon. Energiapolttolaitoksissa poltetaan hiiltä, maakaasua, biokaasua, biomassaa ja jätettä. Vuonna 2018 energiankulutuksen hiilidioksidipäästöt olivat 34,5 miljoonaa tonnia (Denmarks National Inventory Report 2019). Ydinvoimatuotanto on kielletty Tanskassa vuodesta 1985 lähtien. Vuonna 2019 sähköenergiasta 54 % tuotettiin tuulivoimalla, noin 18 % bioenergialla, 3,5 % aurinkoenergialla ja noin 25 % edelleen fossiilisilla polttoaineilla (Klimatsans 2020). Kivihiilen kulutus maassa väheni yli puoleen vuosien 2004–2014 välillä. Vielä vuonna 2017 hiiltä poltettiin 19 hiilivoimalaitoksessa, jotka vastasivat 97 % Tanskan hiilen kulutuksesta (Denmarks National Inventory Report 2019). Vuonna 2019 hiilen kulutus laski 43 % vuoteen 2018 verrattuna, ollen enää 5 % kokonaisenergiatuotannosta. Viime vuosina jätteiden, biomassan ja tuulivoiman kulutus energianlähteenä on lisääntynyt (Klimatsans 2020). Tuulivoimaenergia on kasvanut vuosien 2017-2019 aikana yli kymmenen prosenttiyksikköä (2017: 43 %, 2019: 54 % sähköenergiasta).

Tanskassa turve oli tärkeä energialähde 1900-luvun puoleen väliin saakka, mutta turpeen käyttö energiaksi loppui 1950-luvulla (Den store danske 2016). Kasvuturvetta käytetään edelleen. Maan turpeen tuotannon kokonaispinta-ala on vain noin 300 hehtaaria. Turvetuotantomäärä oli vuonna 2017 noin 107 000 m³, mikä on 70 %:ia vähemmän kuin vuonna 1990. Myös turvealueiden maankäyttösektorilla raportoitavat kasvihuonekaasupäästöt ovat vähentyneet huomattavasti vuodesta 1990. Vuonna 2019 Tanskasta vietiin turvetta Eurooppaan, Kiinaan, Kanadaan ja Japaniin. Turvetta tuodaan Euroopasta, enimmäkseen Ruotsista, Latviasta, Saksasta ja Irlannista (Denmarks National Inventory Report 2019).

Tanskan vähähiilisen siirtymän suunnitelmat ja päätökset tulevaisuuteen liittyen

Tanska on asettanut tavoitteeksi luopua hiilestä kokonaan vuoteen 2030 mennessä ja lopettaa fossiilisen energian käytön vuoteen 2050 mennessä. Valtio on määrätietoisesti tehnyt investointipäätöksiä kotimaisen puhtaan energiateknologian kehittämiseen. Vuonna 2019 Tanskan hallitus perusti 25 miljardin (noin 3,3 mrd €) vihreän siirtymän tulevaisuus -rahaston.

Tanskan Energiavirasto arvioi, että vuoteen 2030 mennessä sähköistäminen ja lämpöpumput syrjäyttävät yhä enemmän muita lämmitystekniikoita. Kehitykseen

vaikuttavat erityisesti sähkölämmityksen verotuksen lieventämisestä vuoden 2017 yritys- ja yrittäjäysoitteita koskevassa sopimuksessa ja vuoden 2018 energiasopimuksessa (Danish Energy Agency 2018). Olemassa olevilla politiikka-toimilla öljyn, kaasun ja puupellettien kulutus lämmitykseen odotetaan laskevan vuoteen 2030 mennessä (Danish Energy Agency 2019).

Tanskassa korostetaan vihreän siirtymän myötä toteutuvaa talouskasvua ilmastotavoitteiden ja niiden yhteiskunnallisen hyväksynnän saavuttamiseksi (Danish Energy Agency 2019). Vuonna 2016 energiasektorin työvoimasta 42 % työskenteli tuulivoimasektorilla ja 43 % Tanskan kaikista työpaikoista oli vihreän energian alalla. Ajanjaksolla 2010–2017 energiateknologian vienti kasvoi melkein 30 % ja oli vuonna 2017 noin 12 % kokonaisviennistä, mikä on suurin osuus EU-15 maissa. Vuonna 2016 energiateknologian ja -palvelujen vienti ylitti 83,8 miljardia Tanskan kruunua (11,2 mrd euroa), vihreän teknologian osuuden ollessa reilusti yli puolet (noin 57 %) kaikesta energiateknologian viennistä. (Danish Ministry of Environment, Utilities and Climate 2018)

Tanskan ammattiliitot ovat vaikuttaneet merkittävästi vihreään siirtymään tukemalla tuulivoimaa ja ilmastopolitiikkaa. Ammattiliitot ovat perustaneet vihreän ajatushautomon. Liitot vaativat säännöllisesti suurempaa kunnianhimoa ilmasto- ja energiatavoitteisiin ja ehdottavat, edistävät sekä kommentoivat uusia ilmasto-politiikan aloitteita ja niiden vaikutuksia työpaikkojen luomiseen. Tanskan eläkerahastot ovat tehneet kannattavia investointeja uusiutuviin energialähteisiin, pääasiassa merituulivoimaan. Nämä investoinnit ovat olleet enimmäkseen suoria pääomasijoituksia tuulivoimahankkeisiin (OECD 2017). Tuulivoimalla tuotettiin alkuvuonna 2020 jo 60 % sähköstä (State of Green 2020).

Ojitettujen turvemaiden kosteikkoja palautetaan vesittämistoimenpiteillä. Vesittämissuunnitelmilla on poliittisesti laaja tuki, mutta ne jakavat näkemyksiä maanomistajien välillä (The Guardian 2019, Jordbrug 2019). Suoluontotyyppien palauttamiseksi ja ympäristövaikutusten vähentämiseksi Tanskassa on vuodesta 1990 uudelleenvesitetty 15 227 hehtaaria, joista yli kolmasosa on nykyään järvimaisemia (Denmarks National Inventory Report 2019).

Arviointia

Keskustelu fossiilisen energian käytön luopumisesta keskittyy usein sen asteittaiseen lopettamiseen ja tehtaiden sulkemiseen. Tanska on kansainvälisesti tunnustettu malliesimerkki siitä, miten määrätietoisilla päätöksillä ja poliittisella yhteisymmärryksellä on onnistuttu luomaan energiajärjestelmään jatkuvaa vihreää muutosprosessia ja tämän myötä uusiutuvan energiateknologian läpimurtoa ja

merkittävää talouskasvua (OECD 2017). Maassa on tapana sopia keskipitkän aikavälin energiapolitiikasta, joilla on luotu energiapoliittista vakautta ja suunnitelmallisuutta. Lisäksi valtion määrätietoiset investointipäätökset kotimaisen puhtaan energiateknologian kehitykseen ja talouskasvuun ovat johtaneet työllisyyden ja ulkomaan viennin kasvuun. Nämä tekijät selittävät vihreän siirtymän yhteiskunnallista hyväksyttävyyttä.

Kaukolämmössä käytettyjen fossiilisten polttoaineiden korvaaminen on Tanskalle keskeinen haaste. Turvetuotantoalueiden kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen suhteen uudelleen vesittämishankkeet ovat Tanskassa Ruotsin tavoin keskeisessä roolissa.

Mitä Tanskan esimerkistä voitaisiin oppia?

Tanskan esimerkissä on huomioitavaa useita vuosikymmeniä jatkunut poliittinen tahtotila ja ennakoiva suunnitelmallisuus vihreälle siirtymiselle sekä kunnianhimoiset tavoitteet. Keskeistä on myös hallituksen kunnianhimoinen vihreän teknologian vientistrategia. Tanskan esimerkki osoittaa, että energiapolitiikalla voidaan myös myötävaikuttaa oikeudenmukaista siirtymää luomalla uusia aloja ja työpaikkoja ja näiden myötä saavuttaa talouskasvua.

Yhteenveto – Tanska

Tanskassa on vain vähän turvemaata eikä turvetta pitkään aikaan ole käytetty energiantuotantoon. Tanskan tavoitteena on luopua hiilestä energiatuotannossa vuoteen 2030 mennessä. Poliittinen tahtotila on vahva ja valtio on määrätietoisesti investoinut kotimaisen puhtaan energiateknologian kehittämiseen, minkä myötä työllisyys ja ulkomaan vienti on kasvanut. Kaukolämmössä käytettyjen fossiilisten polttoaineiden korvaaminen on keskeinen haaste. Hiili suunnitellaan korvattavan sähköistämisen, lämpöpumppujen, tuulivoiman ja aurinkoenergian hyödyntämisen sekä sähköjärjestelmien integroinnin avulla. Ojitettuja turvemaita palautetaan kosteikoiksi vesittämistoimenpiteillä ja taloudellisilla korvauksilla maanomistajille ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi.

Yhteenveto – Kansainvälisiä esimerkkejä

Kansainvälisissä esimerkeissä tarkasteltiin turpeen tai kivihiilen merkitystä ja tavoitteita sekä päätöksiä niiden käytöstä luopumisesta Irlannissa, Iso-Britanniassa, Ruotsissa, Tanskassa, Saksassa ja Kanadassa. Turvetta ei käytetä energiantuotannossa Iso-Britanniassa, Saksassa, Tanskassa tai Kanadassa. Irlanti on luopumassa turpeen energiakäytöstä vuoteen 2025 mennessä, mutta

mahdollisesti jo vuonna 2023. Ruotsissa turpeen osuutta energiantuotannossa on pitkään vähennetty ja tällä hetkellä sillä katetaan noin prosentin verran energiasta. Ruotsissa ei ole päätetty turpeesta luopumisesta, mutta turpeen noston ja polton vähentämistä ohjataan muun muassa veroilla. Iso-Britannia on luopumassa kasvuturpeen käytöstä vuoteen 2030 mennessä. Kivihiilestä energiantuotannossa ollaan luopumassa Iso-Britanniassa vuoteen 2024 mennessä, Tanskassa ja Kanadassa vuonna 2030 ja Saksassa viimeistään vuonna 2038.

Esimerkeistä nousi esiin samansuuntaisia kehitystrendejä turpeen tai kivihiilen käytöstä luopumisen suhteen. Useimmissa maissa on perustettu siirtymäryhmä tai komissio. Työllisyyttä on onnistuttu ohjaamaan uusille aloille muun muassa Saksassa ja Irlannissa. Tanskassa vihreä siirtymä pohjautuu uusiutuvan energiateknologian yrittäjyyteen ja vientiin. Ojitettujen turvetuotantomaiden ennallistaminen kosteikoiksi nousi tarkastelussa esiin useimmissa maissa. Ruotsissa ja Tanskassa hallitus on esittänyt, että uudelleenvesittämissankkeet voivat toimia merkittävinä ympäristö- ja ilmastotekoina. Kansainvälisistä esimerkeistä nousi esille, että vihreä siirtymä pois fossiilisesta energiasta on yhteiskuntaan laajasti ulottuva ja usein myös pitkäkestoinen operaatio. Energiamurpeen tai hiilen korvaaminen vaatii määrätietoisuutta ja tavoitteiden asettamista, konkreettisia toimenpiteitä sekä myös taloudellista ohjausta ja sääntelyä sekä yrittäjyyttä onnistuakseen. Parhaissa tapauksissa nämä kaikki toimenpiteet tukevat toisiaan eivätkä muodosta ristiriitaisuuksia.

7 Turpeen käytöstä luopumisen skenaariot ja vaikutukset

7.1 Turpeen käytöstä luopumisen skenaariot

Tässä raportissa turpeesta luopumista vuoteen 2035 mennessä tarkastellaan kahdessa skenaariossa. Bio-skenaariossa turpeen käytön oletettiin korvautuvan lämmön ja höyryn tuotannon osalta biomassalla ja LP-Bio-skenaariossa biomassalla ja lämpöpumpuilla. Skenaarioissa turvesähkön tuotanto oletettiin korvattavan tuuli-voimalla ja CHP-tuotannon osalta biomassalla. Lämpöpumppujen lisääntymisestä aiheutunut sähkönkulutuksen kasvu oletettiin skenaarioissa tuotettavan tuuli-voimalla integraatiokustannukset huomioiden. Bio- ja LP-Bio-skenaariossa tapahtuvan turpeen käytön luopumisen taloudellisia ja energiantuotantovaikutuksia tarkasteltiin perusskenaarioon verraten. Perusskenaariossa on arvioitu, miten turpeen käyttö

kehittyä vuoden 2018 loppuun mennessä päätettyjen politiikkatoimien jatkuessa sekä rakenteilla (Olkiluoto 3) ja suunnitteilla (Hanhikivi 1) olevien ydinvoimaloiden käynnistyessä. Raportin skenaarioissa oletettiin, että vuoteen 2035 mennessä noin 40 % turvetta käyttävistä CHP-laitoksista tulee taloudellisen käyttökänsä loppuun. Skenaariot eivät sisällä arvioita ulkoisen toimintaympäristön muutoksista (esim. lämmitystarve), vaan keskittyvät kuvaamaan turpeen korvaamista Suomen energiajärjestelmässä. Keskeiset skenaarioiden oletukset on kuvattu luvuissa 7.1.1-7.1.3, taulukoissa 7 ja 8, sekä liitteessä 2 (taulukko L3).

Taulukko 7. Turpeen käyttö vuonna 2015 ja perusskenaariossa 2035 sekä eri skenaarioiden energialähteet turpeen käytön vähentämiseksi ja korvaamiseksi vuonna 2035.

TWh	2015	Perusskenaario					Bio-skenaario				LP-Bio-skenaario			
	Turve	Turve	Biomassa	Lämpöpumppuenergia	Lämpöpumppujen sähkö	Tuulivoima	Biomassa	Lämpöpumppuenergia	Lämpöpumppujen sähkö	Tuulivoima	Biomassa	Lämpöpumppuenergia	Lämpöpumppujen sähkö	Tuulivoima
Sähkön, lämmön ja teollisuushöyryn tuotanto	12,66	9,41	1,52			0,47	9,80			1,03	7,18	1,21	0,60	2,35
<i>Sähkön tuotanto</i>	<i>5,51</i>	<i>4,05</i>	<i>0,66</i>			<i>0,47</i>	<i>3,38</i>			<i>1,03</i>	<i>2,77</i>			<i>2,35</i>
<i>Kaukolämmön tuotanto</i>	<i>3,97</i>	<i>2,55</i>	<i>0,48</i>				<i>3,23</i>				<i>1,22</i>	<i>1,21</i>	<i>0,60</i>	
<i>Teollisuushöyryn tuotanto</i>	<i>3,18</i>	<i>2,80</i>	<i>0,38</i>				<i>3,18</i>				<i>3,18</i>			
Maatalous (rakennusten lämmitys)	0,37	0,32	0,04				0,37				0,07	0,18	0,07	
Teollisuus (rakennusten lämmitys ja prosessit)	2,71	2,38	0,32				2,71				2,40	0,19	0,08	
Palvelut (rakennusten lämmitys)	0,07		0,01	0,03	0,01			0,04	0,02			0,04	0,02	
Yhteensä	15,80	12,11	1,90	0,03	0,01	0,47	12,88	0,04	0,02	1,03	9,65	1,61	0,77	2,35

Huom. Lämpöpumppuenergia tarkoittaa lämpöpumpuilla ympäristöstä siirrettyä energiaa. Lämpöpumppujen sähkön kulutus on esitetty sarakkeessa Lämpöpumppujen sähkö. Yhteistuotannon polttoainekäyttö on jaettu sähkön, kaukolämmön ja teollisuushöyryn tuotannoille hyödynjakomenetelmällä. Luvut eivät välttämättä summaudu pyöristysten vuoksi.

Taulukko 8. Turpeella tuotettu sähkö- ja lämpöenergia vuonna 2015 ja turpeen käytön vähentämiseksi ja korvaamiseksi biomassalla, lämpöpumpuilla ja tuulivoimalla tuotettu sähkö- ja lämpöenergia eri skenaarioissa vuonna 2035.

TWh	2015	Perusskenaario			Bio-skenaario			LP-Bio-skenaario			
	Turve	Turve	Bio-massa	Lämpöpumput	Tuuli-voima	Bio-massa	Lämpöpumput	Tuuli-voima	Bio-massa	Lämpöpumput	Tuuli-voima
Sähkön, lämmön ja teollisuushöyryn tuotanto	9,96	6,43	1,04	0,00	0,47	6,97	0,00	1,03	5,02	1,81	2,35
<i>Sähkön tuotanto</i>	<i>2,54</i>	<i>1,19</i>	<i>0,20</i>		<i>0,47</i>	<i>0,90</i>		<i>1,03</i>	<i>0,81</i>		<i>2,35</i>
<i>Kaukolämmön tuotanto</i>	<i>4,39</i>	<i>2,58</i>	<i>0,48</i>			<i>3,04</i>			<i>1,19</i>	<i>1,81</i>	
<i>Teollisuushöyryn tuotanto</i>	<i>3,02</i>	<i>2,66</i>	<i>0,36</i>			<i>3,02</i>			<i>3,02</i>		
Maatalous (rakennusten lämmitys)	0,31	0,28	0,04			0,31			0,06	0,25	
Teollisuus (rakennusten lämmitys ja prosessit)	2,18	1,92	0,26			2,18			1,92	0,26	
Palvelut (rakennusten lämmitys)				0,05			0,06			0,06	
Yhteensä	12,46	8,62	1,34	0,05	0,47	9,46	0,06	1,03	7,00	2,38	2,35

Huom. Lämpöpumppujen tuottama lämpöenergia kattaa lämpöpumppujen ympäristöstä ottaman energian lisäksi myös niiden käyttämän sähkön. Tuulivoimalla tuotetusta sähköstä osa käytetään lämmöntuotannossa lämpöpumpuilla. Lämpöpumppujen kuluttaman sähkön määrä on esitetty taulukossa 7. Luvut eivät kaikilta osin summaudu pyöristysten vuoksi.

7.1.1 Perusskenaario

Turpeen käytön perusskenaariossa kuvataan oletettu turpeen käyttö vuonna 2035 ilman erillisiä turpeen käyttöä vähentäviä toimia. Vuonna 2015 turpeen kokonaiskulutus energiantuotannossa ja rakennusten erillislämmityksessä oli yhteensä noin 16 TWh. Tämän raportin perusskenaariossa turpeen käyttö vuonna 2035 on alla kuvattujen oletusten perusteella noin 12 TWh ([Taulukko 7 7](#)).

Turpeen energiakäytön alkutilanteena käytetään vuoden 2015 tilastoja, sillä turpeen käytön ja siitä luopumisen kansantaloudellisia vaikutuksia arvioidaan ENVIMAT-mallilla, joka on parametrisoitu vuoden 2015 tilastoista. Vuonna 2018 turpeen kokonaisenergiankäyttö oli noin 17 TWh, kun se vuonna 2015 oli noin 16 TWh.

Perusskenaariossa on hyödynnetty *Pitkän aikavälin kokonaispäästökehitys* -hankkeen jatkotarkastelujen (Koljonen ym. 2020) WEM (*with existing measures*) -skenaariota, jonka mukaista turpeen kokonaisenergiankäyttöä muutettiin huomioimalla Suomen pitkän aikavälin peruskorjausstrategia ja osittainen turpeen käytöstä luopuminen rakennusten erillislämmityksessä. Koljosen ym. 2020 WEM-skenaariossa on oletettu vuoden 2018 loppuun mennessä päätettyjen politiikkatoimien lisäksi kahden uuden ydinvoimalan käynnistyminen (Olkiluoto 3 ja Hanhikivi 1).

Koljosen ym. (2020) WEM-skenaariossa turpeen kokonaisenergiankäyttö vähenee 14 TWh:iin vuonna 2035 (Koljonen ym. 2020). Samaa suuruusluokkaa on turpeen käytön vähenemä myös selvityksen *”Energiantuotannon valmisteverotuksen kehittäminen Suomessa”* perusskenaariossa (Koljonen ym. 2019b). Tämän selvityksen Perusskenaariossa turpeen energiakäytön oletettiin vähenevän teollisuuden lämmön ja sähkön tuotannossa sekä yhdyskuntien erillisessä sähkön tuotannossa noin 12 %, eli samassa suhteessa kuin turpeen kokonaisenergiankäyttö vähenee Koljosen ym. (2020) WEM-skenaariossa vuoteen 2035 mennessä (14 TWh) vuoden 2015 tasosta (16 TWh).

Perusskenaariossa oletettiin uutena politiikkatoimena Suomen pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategian 2020–2050 toteuttaminen. Suomen ilmoitus strategiasta on annettu EU:lle 10.3.2020 (Pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia 2020–2050). Strategian mukaisesti vuonna 2020 olemassa olevan rakennuskannan kaukolämmön kulutus pienenee 36 % aikavälillä 2020–2035 (Kangas ym. 2020). Kaukolämmön kulutusta pienentävät vanhojen rakennusten purkaminen, tilatehokkuuden parantuminen, ilmaston lämpeneminen sekä rakennusten lämmitystapamuutokset ja muut energiaremontit. Korjausrakentamisen strategiassa huomioidaan valtioneuvoston asetus asuinrakennusten energia-avustuksista vuosina 2020–2022 (1341/2019), jonka katsotaan vauhdittavan energiaremontteja asetuksen perustelumuiistiossa esitettyjen arvioiden mukaisesti. Korjausrakentamisen strategia koskee vuonna 2020 olemassa olevia asuin- ja palvelurakennuksia, ja rakennuskanta uudistuu noin 1 %:n vuositahtia. Korjausrakentamisen strategian nojalla ei voida arvioida, että kaukolämmön kysyntä koko rakennuskannassa vähenee 36 % vuoteen 2035 mennessä, sillä myös uusia rakennuksia liitetään kaukolämpöön. Tässä raportissa kuitenkin tarkastellaan nimenomaan turpeella

tuotetun kaukolämmön kysynnän muutosta vuoteen 2035 mennessä. Tällöin on paikallaan huomioida, että uudisrakentaminen painottuu pääkaupunkiseudulle ja Etelä-Suomen kasvukeskuksiin, joissa turpeen käyttö kaukolämmön polttoaineena on suhteellisen vähäistä. Tämän selvityksen skenaarioissa käytetään arviona, että peruskorjausstrategian noudattaminen pienentää turpeella tuotetun kaukolämmön kysyntää asuin- ja palvelurakennuksissa 30 % vuoteen 2035 mennessä.

Perusskenaariossa oletettiin, että vuoteen 2035 mennessä noin 40 % turvetta käyttävistä CHP-laitoksista tulee taloudellisen käyttöikänsä loppuun. Näiden tilalle ei rakenneta uusia CHP-laitoksia. Tämä on linjassa Koljosen ym. (2020) WEM-skenaarion ja tässä raportissa oletetun sitä alhaisemman kaukolämmön kysynnän kanssa. Turvekaukolämmön kysynnän pienenemisen vuoksi myöskään uusia erillislämpölaitoksia ei tarvita korvaamaan poistunutta kapasiteettiä.

Perusskenaariossa oletettiin myös osittainen turpeen käytöstä luopuminen rakennusten erillislämmityksessä. Tämä perustui oletukseen, että osa asuinrakennusten energia-avustusten saamasta tuesta suuntautuu asuinrakennuksiin, jotka eivät ole kaukolämmön piirissä ja joissa turve on nykyisin päälämmönlähde. Suomen pitkän aikavälin peruskorjausstrategiassa ei ole tarkasteltu erikseen turvetta polttoaineena rakennusten lämmityksessä, mutta fossiilisten polttoaineiden käyttö vähenee strategian mukaan asuin- ja palvelurakennuksissa vuosina 2020–2035 seuraavasti (Kangas ym. 2020):

- omakotitalot -72 %
- rivitalot -100 %
- asuinkerrostalot -100 %
- palvelurakennukset -71 %

Koska fossiilisten polttoaineiden käytön väheneminen näissä rakennustyypeissä on merkittävää jo peruskorjausrakentamisen strategian mukaisesti, ja koska rakennusten erillislämmitykseen on tarjolla merkittävästi turvetta kustannustehokkaampia teknologioita, Perusskenaariossa oletettiin luovuttavan turpeen käytöstä asuin- ja palvelurakennuksissa vuoteen 2035 mennessä. Teollisuuden ja maatalouden rakennusten erillislämmityksessä turpeen käytön oletettiin Perusskenaariossa jatkuvan vuoteen 2035 saakka.

7.1.2 Turpeen käytöstä luopuminen Bio-skenaariossa

Bio-skenaariossa turpeen käyttö oletettiin lopetettavan vuoteen 2035 mennessä ja turve korvattavan energiantuotannossa pääosin biomassalla. Eräs julkisessa keskustelussa esitetty argumentti turpeen täyskieltoa vastaan on se, että turve korvautuisi pääosin puubiomassalla ja tämä johtaisi kestävyysongelmiin biomassan saatavuuden suhteen (esim. Energiateollisuus ry 2019b). Biomassan käyttöön merkittävässä määrin nojautuvalla

skenaariolla halutaan tarkastella niitä vaikutuksia, joita tällaisella kehityksellä voisi olla. Alaluvussa 7.4 tarkastellaan lähemmin sitä, millä ehdoilla ja mahdollisilla ohjaukskeinolla lähes yksinomaan biomassaan nojaava skenaario voisi toteutua.

Turpeen korvaaminen toteutettiin Bio-skenaariossa seuraavien oletusten mukaisesti:

Kaukolämpö: Kuten perusskenaariossa, kaukolämmön yhteistuotantovoimaloista (CHP) noin 40 % tulee käyttöikänsä päähän, eikä niiden tilalle rakenneta uusia CHP-laitoksia. Jäljelle jäävästä kapasiteetista puolesta vaihdetaan polttoaine turpeesta biomassaksi. Puolet korvataan erillisellä lämmöntuotannolla, jossa polttoaineena on biomassaa. Kaukolämmön erillistuotannossa turve korvataan suoraan biomassalla.

Teollisuuslämpö: Teollisuuden CHP-laitokset säilyvät, mutta turve polttoaineena vaihtuu biomassaksi. Kuten kaukolämmön tapauksessa, myös teollisuuden CHP-laitoksista osa tulee taloudellisen käyttöikänsä päähän vuoteen 2035 mennessä ja laitoksia joudutaan remontoimaan tai uusimaan. Tyypillisesti teollisuuslaitos voi hyödyntää tuottamansa lämmön tai prosessihöyryn lisäksi runsaastikin omaa sähköntuotantoa, joten yhteistuotannon jatkaminen ja uusiin CHP-laitoksiin investoiminen on teollisuudessa todennäköisempää kuin kaukolämmön tuotannossa. Teollisuuden erillislämmöntuotannossa turve korvautuu biomassalla.

Sähkö: Koska CHP-laitoksia poistuu kaukolämmön tuotannosta, myös turpeella yhteistuotannossa tuotetun sähkön määrä vähenee. Nykyinen sähkön erillistuotanto turpeella tehdään sekin CHP-laitoksissa lauhdetuotantona, eli poistuvan CHP:n myötä poistuu myös osa sähkön erillistuotantoa turpeella. Skenaariossa jää jäljelle lauhdeperällä CHP-laitoksissa tuotettua erillistuotantoa, jolloin polttoaine on korvattu biomassalla edellisen kohdan mukaisesti. Kokonaan poistuvien CHP-voimaloiden myötä poistuva sähköntuotanto korvautuu tuulisähköllä.

Rakennukset: Asuin- ja palvelurakennusten erillislämmityksestä turve oletettiin poistuvaksi jo perusskenaariossa. Bio-skenaariossa teollisuuden ja maatalouden rakennusten erillislämmityksessä käytetty turve korvautuu biomassalla.

Nykyisissä biomassaa ja turvetta käyttävissä CHP-laitoksissa ei pääasiassa voida siirtyä polttamaan pelkkää biomassaa ilman uusia investointeja. Alaluvuissa 3.3.3 ja 6.4.3 on mainittu mahdollisuus korvata turve apupolttoaineena lisäämällä polttoaineseokseen rikkiä. Tässä tarkastelussa on kuitenkin tehty oletus, että turpeen korvaaminen biomassalla vaatii kattilaremontteja. Skenaarion edellyttämät investoinnit on kuvattu taulukossa 9. Investointitarpeet on arvioitu turpeella tuotetun sähkön ja lämmön korvaamisen tai turpeen polttoainekäytön perusteella pohjautuen taulukon 7 energiamääriin ja liitteessä 2 (taulukko

L3) esitettyihin oletuksiin eri laitostyyppien käyttöasteista. Investointikustannukset perustuvat Rinteen ym. (2019) esittämiin arvioihin. Investointien on oletettu tapahtuvan 15 vuoden kuluessa.

Taulukko 9. Bio-skenaarion edellyttämät investoinnit sähkön, lämmön ja teollisuushöyryn tuotannossa.

	Rakennettava/muutettava kapasiteetti MW	Investointi-kustannus €/MW	Kokonais-kustannus milj. €
CHP-kattilavaihdot	512	400 000	205
Teollisuus-CHP:n kattilavaihdot	1 111	400 000	445
Tuulivoiman rakentaminen	294	1 300 000	383
Yhteensä			1 032

Huom! Luvut eivät välttämättä summaudu pyöristysten vuoksi.

7.1.3 Turpeen käytöstä luopuminen LP-Bio-skenaariossa

Tässä skenaariossa turpeen käytöstä luopumisen oletettiin perustuvan pitkälti ympäristö- ja hukkalämpöä hyödyntävien lämpöpumppujen käyttöönottoon biomassan lisäksi. Ympäristölämpö sisältää geotermisen, maa-, vesistö- ja ilmalämmön, kun taas hukkalämmöllä tarkoitetaan yhteiskunnan ja teollisuuden jätelämpöä, joka kierrätetään hyötykäyttöön. Pilotti- ja kehitysvaiheessa olevia energiaratkaisuja, kuten korkean lämpötilan lämpöpumppuja, synteettisiä polttoaineita tai kulutusjoustoautomaatiolla toimivia sähkökattiloita ja lämpövarastoja, ei ole huomioitu skenaariossa, koska niistä ei ollut käyttökohde- ja hintatietoja saatavilla ENVIMAT-mallinnusta varten.

LP-Bio-skenaariossa turve korvattiin vuonna 2035 seuraavien oletusten mukaisesti:

Kaukolämpö: Kaukolämmön yhteistuotantovoimaloista (CHP) noin 40 % tulee taloudellisen käyttöikänsä päähän perusskenaarion tavoin. LP-Bio-skenaarioissa jäljelle jäävästä CHP-kapasiteetista puolessa vaihdetaan polttoaineeksi turpeen tilalle biomassaa. Puolet CHP-kapasiteetista ajetaan alas ennen käyttöään päättymistä ja korvataan biolämpökeskuksilla, teollisilla lämpöpumpuilla ja tuulivoimalla. Lämpöpumppujen ja tuulivoiman tehon hallitsemiseksi myös kulutusjousto ja lämmön varastointi kasvavat, mikä on huomioitu tuulivoiman integraatiokustannuksissa. Alas ajettujen CHP-voimaloiden lämmöntuotannosta kolmannes korvataan biolämpökeskuksilla ja loput teollisilla lämpöpumpuilla. Kaukolämmön erillistuotannossa 80 % turpeesta korvataan lämpöpumpuilla ja 20 % biomassan poltolla. Teollisten lämpöpumppujen lämmönlähteet jakautuvat seuraavasti: hukkalämpö 30 %, ilma- ja vesilämpö (ILP ja VILP) 30 %, keskisyvä maalämpö (MLP) 10 % sekä kiinteistö- tai aluekohtainen maalämpö (MLP) 30 %. Datakeskusten, jäteveden tai isojen kiinteistöjen hukkalämmöstä tuotetaan kaukolämpöä esimerkiksi Mäntsälässä, Helsingissä, Vantaalla, Espoossa ja Kuopiossa. Teollisilla ilma- ja

ilmavesilämpöpumpuilla tarkoitetaan laitoksia, kuten Suur-Savon Sähkön erikoislämpöpumppua Puumalassa (Calefa Oy 2020) ja Fortumin rakenteilla olevaa ilmavesilämpöpumppua Espoon Vermossa (Rakennuslehti 2019). Kiinteistö- tai aluekohtainen maalämpö tarkoittaa muutaman sadan metrin syviä lämpökaivokenttiä ja keskisyvä maalämpö yli kilometrin syviä lämpökaivoja hyödyntäviä lämpölaitoksia, jollainen on esimerkiksi NREP:n logistiikkakeskuksessa Espoossa (Yle 2020). Teollisten lämpöpumppujen vuosihyötysuhteeksi oletettiin 3, eli vuoden aikajaksolla tarkasteltuna ne tuottavat lämpöä keskimäärin kolminkertaisesti niiden sähkönkulutukseen verrattuna.

Teollisuuden sähkö ja lämpö: Teollisuudessa sähkön ja lämmön yhteistuotanto säilyy, mutta turve vaihtuu biomassaksi. Myös teollisuuslämmön erillistuotannossa turve vaihtuu biomassaksi. Toisin sanoen teollisuuden osalta LP-Bio-skenaariion oletukset ovat samat kuin Bio-skenaariossa. Teollisuudessa fossiilisia polttoaineita ja turvetta voidaan korvata suoralla sähkökäytöllä sähkökattiloissa tai lähitulevaisuudessa esimerkiksi korkean lämpötilan lämpöpumpuilla, puhtailla synteettisillä sähköpolttoaineilla tai sovelluksesta riippuen sähköistämällä itse lämmitysprosessi esimerkiksi induktiolla, infrapuna- tai mikroaaltoteknologialla. Näitä ei ole huomioitu LP-Bio-skenaariossa ja sen taloudellisissa laskelmissa, koska teknologiat eivät ole vielä kaupallistuneet ja niiden hinta-arviot sisältävät huomattavia epävarmuuksia.

Sähkö: Kuten Bio-skenaariossa, alas ajettavan kaukolämmön yhteistuotannon myötä poistuu osa polttamiseen perustuvaa sähköntuotantoa. Sekä kaukolämmössä että teollisuudessa säilyy CHP-tuotannossa syntyvää sähköä, mutta polttoaine vaihtuu biomassaksi. Muu sähköntuotanto korvataan tuulivoimalla integraatiokustannukset huomioiden. Uusien lämpöpumppujen lisäämä sähkönkulutus tuotetaan tuulivoimalla vastaavasti.

Rakennukset: Asuin- ja palvelurakennusten erillislämmityksestä turve oletetaan poistuvaksi jo perusskenaariossa. LP-Bio-skenaariossa teollisuuden ja maatalouden rakennusten erillislämmityksessä käytetty turve korvautuu ilma-, ilmavesi- ja maalämpöpumpuilla 1:1. Näille rakennuskohtaisten lämpöpumppujen vuosihyötysuhteeksi oletettiin 3,5.

LP-Bio-skenaariion edellyttämät investoinnit on kuvattu taulukossa 10. Investointitarpeet on arvioitu turpeella tuotetun sähkön ja lämmön korvaamisen tai turpeen polttoainekäytön perusteella pohjautuen taulukon 7 energiamääriin ja liitteessä 2 (taulukko L3) esitettyihin oletuksiin eri laitostyyppien käyttöasteista. Investointikustannukset on

koottu eri lähteistä ja asiantuntijoita haastatteleamalla (Rinne ym. 2019, Rautkivi ja Kujala 2019). Investointien on oletettu tapahtuvan 15 vuoden kuluessa.

Taulukko 10. LP-Bio-skenaarion edellyttämät investoinnit sähkön, lämmön ja teollisuushöyryn tuotannossa.

	Rakennettava/muutettava kapasiteetti MW	Investointi-kustannus €/MW	Kokonaiskustannus milj. euroa
CHP-kattilavaihdot	247	400 000	99
Teollisuus-CHP:n kattilavaihdot	1 111	400 000	445
Teollisuuden erillislämmitys	35		26
ILP ja VILP 50 %	18	500 000	9
MLP 50 %	18	1 000 000	18
Maatalouden erillislämmitys	33		25
ILP ja VILP 50 %	17	500 000	8
MLP 50 %	17	1 000 000	17
CHP:n korvaavat lämpölaitokset	30	400 000	12
CHP:n korvaavat lämpöpumput	56		44
Hukkalämpö 30 %	17	700 000	12
ILP ja VILP 30 %	17	500 000	8
Keskisyvä MLP 10 %	6	1 300 000	7
Kiinteistö- tai aluekohtainen MLP 30 %	17	1 000 000	17
Lämpölaitoksia korvaavat lämpöpumput	72		57
Hukkalämpö 30 %	22	700 000	15
ILP ja VILP 30 %	22	500 000	11
Keskisyvä MLP 10 %	7	1 300 000	9
Kiinteistö- tai aluekohtainen MLP 30 %	22	1 000 000	22
Tuulivoiman rakentaminen	671	1 300 000	873
Yhteensä			1 581

Huom! Luvut eivät välttämättä summaudu pyöristysten vuoksi.

7.2 Skenaarioiden valtakunnallisten vaikutusten arviointi

7.2.1 Ilmasto-, biodiversiteetti- ja vesistövaikutukset

Turpeen käytön loppumiseen voi liittyä myönteisiä ja kielteisiä ympäristövaikutuksia. Vaikutuksia muodostuu sekä suoraan turpeen käytön loppumisen seurauksena että välillisesti korvaavien materiaalien tuottamisesta ja käytöstä. Lisäksi vaikutuksia muodostuu jäljelle jäävien turpeen tuotantoalueiden loppukäytöstä.

Turpeen polttaminen ja muu käyttö aiheuttivat vuonna 2017 noin 6 Mt CO₂-päästöjä. Kun turpeen käyttö loppuu, loppuvat myös turpeen hajoamisessa tai palamisessa syntyvät päästöt. Myös turpeen nostosta aiheutuvat konetyön ja kuljettamisen päästöt loppuvat. Kun turpeen tuotanto loppuu, tulee turpeen tuotantoalueet joko ennallistaa tai hyödyntää muilla tavoin. Turpeen tuotantoalueen ympäristövaikutukset riippuvat siitä, mitä turpeen tuotantoalueille tehdään turpeen käytön loppuessa (ks. luvut 4.1 ja 4.2). Tällä on merkitystä erityisesti vuosikymmenten ja satojen aikajänteellä niin ilmastoon kuin myös vesistöihin ja biodiversiteettiin.

Kielteisiä ympäristövaikutuksia voi aiheutua turvetta korvaavan metsähakkeen käytön lisäyksestä, koska se aiheuttaa metsien hiilinielun pienentymistä. Pelkästään metsien hiilinielun pienentyminen metsähakkeen käytön lisäyksen vuoksi voi lyhyellä aikavälillä

(vuoden 2035 tasossa) pienentää oleellisesti tai lähes kokonaan turpeen käytön lopettamisesta saatavat päästövähennyshyödyt. Useiden vuosikymmenten aikajänteellä tämä vaikutus vähenee kun hakkuutähteet ja kannot lahoaisivat korjaamattomina metsässä (vertailuskenaariossa) ja puuston kasvuerot metsähakkeen korjuuskenaarion ja vertailuskenaarion välillä vähenevät.

Tuulivoiman ja ympäristölämmön hyödyntämisestä aiheutuvat elinkaaren aikaiset ilmastovaikutukset ovat suuruusluokaltaan erittäin vähäisiä verrattuna turpeen ja fossiilisten polttoaineiden käytön ilmastovaikutuksiin (Schlömer ym. 2014, Koffi ym. 2017). Tuulivoiman lisäys saattaa aiheuttaa haittaa linnuille ja muille eläimille, mutta näitä haittoja pyritään huomioimaan ja vähentämään luvitusmenettelyssä, samoin kuin tehdään turvetuotannon kohdalla.

Ympäristöturpeen korvaavien vaihtoehtojen tuottamiseen liittyy ympäristövaikutuksia, jotka tulisi selvittää nykyistä tarkemmin. Turvetta korvaavien materiaalien tuottaminen voi osin vähentää esimerkiksi turvepeltojen päästöjä tai ne voivat tarjota uusia käyttökohteita teollisuuden biohajoaville sivujakeille. Korvaavien materiaalien kuivikekäytössä esimerkiksi metaani- tai ammoniakkipäästöt voivat kuitenkin kasvaa verrattuna turpeen kuivikekäyttöön, jos kuivitusominaisuudet heikkenevät. Muun kuin energiakäyttöä korvaavien vaihtoehtojen ympäristövaikutusten arviointi edellyttää lisäselvityksiä, jotta voitaisiin kattavasti arvioida turvetta korvaavan biomassan käytön lisäämisen vaikutuksia ilmastoon, biodiversiteettiin ja vesistöihin. Mikäli kasvualustoihin käytettävää turvetta aletaan laajassa mittakaavassa korvata suosta nostetulla rahkasammalella, on erityisesti tärkeää arvioida, mitkä ovat rahkasammalen keräämisen ympäristövaikutukset suo- luontoon ja vesistöihin.

Vaikutukset metsähakkeen käyttöön

Turpeen energiakäyttöä korvautuu biomassalla tarkastelluissa skenaarioissa erilaisia määriä. Vuoden 2015 tilanteeseen verrattuna, jolloin turpeen käyttö oli noin 16 TWh, korvautuu turpeen käytöstä vuoteen 2035 mennessä biomassalla noin 2 TWh (1 Mm³) Perusskenaariossa, noin 13 TWh (6 Mm³) Bio-skenaariossa ja noin 10 TWh (5 Mm³) LP-Bio-skenaariossa.

Turpeen korvaamiseksi käytettävä biomassa voi periaatteessa olla peräisin erilaisista raaka-aineista, kuten metsähakkeesta, metsäteollisuuden sivuvirroista, peltobiomassoista tai yhdyskuntien ja teollisuuden jätevirroista. Lisäksi raaka-aine voi tulla osin kotimaasta, osin tuontibiomassaa. Tähän vaikuttaa muun muassa biomassan hinta ja saatavuus, joihin edelleen vaikuttaa se, miten biomassan kysyntä yleisesti kehittyy ja miten ohjaukset siihen vaikuttavat.

Koljosen ym. (2020) WEM-skenaariossa puun energiakäytön on arvioitu nousevan vuoteen 2035 mennessä noin 117 TWh:iin. Tästä noin 40 % on arvioitu olevan mustalipeän

polttua ja loput 60 % erilaisia metsäteollisuuden sivuvirtoja, kotitalouksien polttopuuta ja metsähaketta, jonka osuutta ei ole eroteltu. (Koljonen ym. 2020) Juha Sipilän hallituksen energia- ja ilmastostrategiaa varten laaditussa WEM-skenaariossa metsähakkeen käyttö oli noin 27 TWh (13,4 Mm³) ja puun energiakäyttö noin 117 TWh vuonna 2030 (Koljonen ym. 2017).

Tämän raportin skenaarioissa turpeella tuotetun kaukolämmön kysynnän oletettiin peruskorjausstrategian noudattamisen perusteella olevan 30 % pienempi kuin Koljosen ym. (2020) WEM-skenaariossa. Koko rakennuskannan osalta ei voida yhtä perustellusti arvioida, että kaukolämmön kysyntä pienenesi 30 % vuoteen 2035 mennessä, sillä arvio koski nimenomaan turpeella tuotettua kaukolämpöä. Mikäli kuitenkin tässä tehdyn skenaariotarkastelun lisäksi oletetaan, että samaa suuruusluokkaa oleva kaukolämmön kysynnän pieneminen toteutuisi koko rakennuskannan osalta, ja mikäli kysynnän pieneminen kohdistuisi tasaisesti kaikkeen kaukolämmön tuotantoon, biomassan kysyntä pienenesi tämän seurauksena noin 5 TWh. Uudisrakennusten osalta kaukolämmön kulutuksen pienemiseen voisivat vaikuttaa mahdolliset uusien rakennusten energiatehokkuusvaatimusten kiristykset tai rakennusten hiilijalanjäljen sääntely, minkä on tarkoitus tulla voimaan 2020-luvun puoliväliin mennessä. Toisaalta paineita biomassan käytön lisäämiselle aiheuttavat muun muassa kivihiilen energiakäytön kieltäminen (2,0-2,8 TWh) (Pöyry 2018) sekä suunnitellut sekoitevelvoitteet biopolttoaineille tieliikenteessä ja bioöljylle rakennusten lämmityksessä (n. 3,0 TWh) (Koljonen ym. 2017).

Edellä kuvattuja oletuksia noudattaen metsähakkeen käyttö saattaisi Perus-skenaariossa nousta samalle tasolle kuin Koljosen ym. (2020) WEM-skenaariossa, eli noin 27 TWh:iin (13 Mm³). Bio-skenaariossa metsähakkeen käyttö saattaisi nousta noin 38 TWh:iin (19 Mm³). LP-Bio-skenaariossa biomassan käyttö voisi jäädä noin 29 TWh:iin (14 Mm³), mikäli lämpöpumput korvaisivat turpeen lisäksi 60 % myös kaikesta muusta polttamalla tehdystä kaukolämmöstä. Ilman tätä korvautumista LP-Bio-skenaarion biomassan käyttö nousisi tasolle 17 Mm³. (taulukko 11)

Metsähakkeen käyttöä ja saatavuutta arvioitiin muun muassa Juha Sipilän hallituksen energia- ja ilmastostrategian vaikutusten arvioinnissa (Koljonen ym. 2017). Luonnonvara-keskuksen siihen laatiman arvion mukaan metsähaketta olisi vuonna 2030 valtakunnallisesti saatavissa WEM-skenaariossa arvioidun metsähakkeen käytön (27 TWh) lisäksi noin 13 Mm³, joka jakautuu latvusmassaan (6 Mm³), kantoihin (9 Mm³) ja pienpuuhun (-2 Mm³). Pienpuusta olisi siis jo WEM-skenaariossa pulaa. Mikäli kannot rajataan pois potentiaalista⁸, alenee metsähakkeen käytön lisäysmahdollisuus merkittävästi, noin 3 Mm³:iin. Tämä määrä ei riittäisi läheskään Bio-skenaariossa tarvittavaan metsähakkeen määrään, mutta voisi riittää LP-Bio-skenaariossa tarvittavaan

⁸ Kantojen korjuulla on haitallisia vaikutuksia metsäluonnon monimuotoisuuteen, minkä vuoksi niiden käyttö oli Juha Sipilän hallituksen Energia- ja ilmastostrategian vaikutusten arvioinnissa rajattu 1 Mm³:iin vuodessa (Koljonen ym. 2017).

määrään, mikäli lämpöpumppujen käyttö vapauttaisi biomassaa sen nykyisistä käyttökohteista edellä kuvatun mukaisesti. Alueellisesti suurin tarve olisi Etelä-Pohjanmaalla, Keski-Pohjanmaalla, Pohjanmaalla ja Pohjois-Pohjanmaalla, joissa latvusmassan ja pienpuun yhteenlaskettu lisäyspotentiaali on selvästi tarvetta alhaisempi. Näin ollen merkittävä osa lisääntyneestä metsähakkeen tarpeesta pitäisi ainakin Bio-skenaariossa todennäköisesti tyydyttää ulkomaan tuonnilla tai sen tulisi kohdistua kantoihin tai kuitupuuhun.

Taulukko 11. Arvioitu metsähakkeen käyttö Perus-, Bio- ja LP-Bioskenaariossa vuonna 2035 turpeen korvaamiseksi sekä kokonaisuudessaan huomioiden metsähakkeen käyttöä lisääviä ja vähentäviä tekijöitä sekä skenaariotarkastelussa että joissakin sen ulkopuolisissa oletuksissa.

Metsähakkeen käyttö (TWh)	Perus	Bio	LP-Bio
Turvetta korvaava biomassan käytön lisäys verrattuna vuoteen 2015	2	13	10
<i>Hahmotelma metsähakkeen kokonaiskäytöstä</i>			
Metsähakkeen kokonaiskäyttö Koljonen ym. 2017 WEM-skenaariossa	27	27	27
Jos kaukolämmön kysynnän väheneminen 30 % koko rakennuskannassa (skenaariotarkastelujen ulkopuolinen oletus)	-5	-5	-5
Jos lämpöpumput korvaavat 60 % kaikesta polttamalla tehdystä kaukolämmöstä LP-Bio-skenaariossa			-6
Turvetta korvaava biomassaperusskenaarion lisäksi	0	11	8
<i>yhteensä</i>	<i>22</i>	<i>33</i>	<i>24</i>
lisäys kivihiilikiellon ja polttoaineiden sekoitevelvoitteiden myötä	5	5	5
<i>yhteensä</i>	<i>27</i>	<i>38</i>	<i>29</i>

Vaikutukset metsien hiilinieluun

Metsähakkeen käytön lisäys pienentää metsien hiilinielua. Vaikutus hiilinieluun riippuu erityisesti siitä, mihin jakeisiin käytön lisäys kohdistuu ja millä aikavälillä vaikutusta tarkastellaan. Metsähakkeen korjuun lisäyksen vaikutus on muutaman vuosikymmenen aikajänteellä tyypillisesti selvästi suurempi kuin useiden vuosikymmenten aikavälillä. Lisäksi vaikutus on korjattua puumäärää kohden laskettuna suurempi elävää puuta korjattaessa kuin lahoavia kuolleita ositteita korjattaessa. Kuolleista ositteista kannot

lahoavat hitaammin kuin latvusmassa, ja siksi kantojen korjuu pienentää metsän hiilinielua enemmän kuin latvusmassan korjuu. (Koljonen ym. 2017)

Juha Sipilän hallituksen energia- ja ilmastostrategian vaikutusten arvioinnissa metsähakkeen käytön lisäyksen tasolta 13,5 Mm³ tasolle 17 Mm³ arvioitiin pienentävän metsien hiilinielua vuoden 2030 tasolla noin 3,5 Mt CO₂, eli noin yhden hiilidioksiditonin puukuutiota kohden. Laskelmassa suurin osa metsähakkeen käytön lisäyksestä kohdistui kuitupuukokoiseen puustoon. (Koljonen ym. 2017) Mikäli turpeen korvaamiseksi käytetty metsähake koostuisi vastaavista puujakeista, pienenesi metsien hiilinielu perusskenaarioon verrattuna Bio-skenaariossa vuoden 2035 tasolla noin 5,5 Mt CO₂. Vastaavasti LP-Bio-skenaariossa hiilinielun pieneminen olisi perusskenaarioon verrattuna noin 1-4 Mt CO₂. Mikäli kaikki metsähake olisi latvusmassaa, olisi hiilinielun pieneminen vuoden 2035 tasolla Bio-skenaariossa noin 2 Mt CO₂ ja LP-Bio-skenaariossa noin 0-1 Mt CO₂ (Pingoud ym. 2016). Vastaavasti jos kaikki metsähake olisi kantoja, olisi hiilinielun pieneminen vuoden 2035 tasolla Bio-skenaariossa noin 4 Mt CO₂ ja LP-Bio-skenaariossa noin 1-2 Mt CO₂ (Pingoud ym. 2016). Vertailuksi turpeen energiakäytön CO₂-päästöt olivat vuonna 2015 noin 6 Mt CO₂ (Tilastokeskus 2019a).

Usean vuosikymmenen aikajänteellä metsähakkeen käytön lisäyksen vaikutus hiilinieluun pienenee. Näin on erityisesti kuolleiden ositteiden korjuun osalta, koska ne lahoaisivat korjaamattomina metsässä ja vapauttaisivat niiden sisältämästä hiilestä merkittävän osan ilmakehään. Elävän puun korjuun lisäyksen nielua pienentävä vaikutus voi kuitenkin pysyä vuosikymmenten ajan merkittävänä puustossa tapahtuvien kasvutappioiden seurauksena. Näin on erityisesti, mikäli hakkuut kohdistuvat hyvässä kasvuvaiheessa oleviin metsiin. Kokonaisuudessaan metsähakkeen lisääntyvä korjuu pienentää metsien hiilinielua sitä enemmän mitä enemmän korjuu kohdistuu elävään puustoon. (Koljonen ym. 2017, Soimakallio 2017)

Metsien hiilinielujen pieneminen vaikeuttaa osaltaan hiilineutraaliustavoitteen saavuttamista. Mitä pienemmiksi metsien hiilinielut kehittyvät, sitä enemmän päästövähennyksiä tarvitaan muilla sektoreilla, jotta hiilineutraalius saavutetaan. Tämä voi nostaa päästövähennysten marginaalikustannuksia selvästi (Koljonen ym. 2020). Sitovat ilmasto-velvoitteet on EU:ssa sovittu toistaiseksi vuoteen 2030 saakka. Hoidetun metsämaan nieluille tullaan vuoden 2020 aikana määrittämään niin sanotut jäsenmaakohtaiset vertailutasot, joihin metsien hiilinielujen toteutumista verrataan vuosina 2021-2030. Mikäli maankäyttösektori kokonaisuudessaan muodostaa laskennallisen päästön, joutuu jäsenmaa osoittamaan vastaavan määrän lisäpäästövähennystoimia päästökaupan ulkopuolisella niin sanotulla taakanjakosektorilla tai hankkimaan vastaavan määrän päästövähennysyksiköitä muilta jäsenmailta. (Mutanen ym. 2019) Puun korjuun vaikutus EU:n asettamiin vuoteen 2030 saakka ulottuviin ilmastovelvoitteisiin riippuu vertailutasosta, puuston kasvun ja poistuman kehityksestä ja maankäyttösektorin laskennallisesta kokonaispäästötaseesta.

Vaikutukset biodiversiteettiin ja vesistöihin

Turvetuotannon päättymisen jälkeinen käyttö voi parantaa alueen monimuotoisuutta. Ennalleen alue ei palaudu, mutta esimerkiksi uudelleensoistaminen, kasvittaminen tai kosteikon perustaminen tarjoavat elinympäristöjä useille tällaisissa ympäristöissä viihtyville lajeille. Sukkessioprosessi eli paikallinen lajiston muuttuminen saattaa kuitenkin olla hidasta. Vesistövaikutukset voivatkin jatkua vielä vuosia turvetuotannon päättymisen jälkeenkin, ennen kuin veden kiertokulku alueen läpi hidastuu ja veden mukanaan huuhtomien aineiden kuormitus alapuolisiin vesistöihin vähenee (Hadzic, 2014). Happamille sulfaattimaille suositellaan edellä mainittuja uudelleenkäyttömuotoja, mutta ei metsätaloutta tai maataloutta, koska ne vaativat runsaampaa maanmuokkausta ja saattavat siten lisätä hapanta tai metallipitoista kuormitusta (Ympäristöministeriö 2015).

Metsähakkeen käytön lisääntyminen aiheuttaa haasteita luonnon monimuotoisuudelle ja vesistöille. Vaikutukset riippuvat metsähakkeen korjuun kohdistumisesta kivennäis- ja turvemaille (vesistövaikutukset), hakkuiden toteutustavasta, metsään jäävän lahopuun määrästä ja monimuotoisuuden kannalta keskeisten rakennepiirteiden säilymisestä. Lisääntyvä energiapuun korjuu vähentää metsien lahopuumäärää ja voi aiheuttaa merkittäviä muutoksia metsälajistossa erityisesti, jos korjuu kohdistuu järeään lahopuuhun. Metsänhoidon suositukset energiapuun korjuuseen korostavat, että järeä kuollut puu tulee jättää korjaamatta. Ongelmallisimpia vesistöjen kannalta ovat voimaperäiset hakkuut ja maaperän muokkaus suometsissä. (Koljonen ym. 2017)

Yhteenveto – turpeen käytön korvaamisen ilmasto-, biodiversiteetti- ja vesistövaikutukset

Mikäli kaikki turpeen korvaamiseksi käytetty biomassa olisi metsähaketta, tarvittaisiin sitä perusskenaariossa noin 1 Mm³, Bio-skenaariossa noin 6 Mm³ ja LP-Bio-skenaariossa noin 1-4 Mm³. Metsähakkeen käyttö voisi nousta Bio-skenaariossa noin tasolle 19 Mm³ ja LP-Bio-skenaariossa noin tasolle 14-17 Mm³. Alueellisesti suurin tarve metsähakkeelle olisi Etelä-Pohjanmaalla, Keski-Pohjanmaalla, Pohjanmaalla ja Pohjois-Pohjanmaalla, joissa latvusmassan ja pienpuun yhteenlaskettu lisäyspotentiaali on selvästi Bio-skenaarion tarvetta alhaisempi. Näin ollen merkittävä osa lisääntyneestä metsähakkeen tarpeesta pitäisi todennäköisesti tyydyttää Bio-skenaariossa ulkomaan tuonnilla tai sen tulisi kohdistua kantoihin tai kuitupuuhun. Metsien hiilinielu pienenesi vuoden 2035 tasolla arviolta noin 1–6 Mt CO₂ Bio-skenaariossa ja noin 0–4 Mt CO₂ LP-Bio-skenaariossa, metsähakkeen raaka-ainepohjasta riippuen. Mitä enemmän metsähakkeen käytön lisäys kohdistuisi elävään puustoon, sitä enemmän hiilinielu pienenesi. Metsähakkeen käytön lisäyksestä johtuva hiilinielun pieneneminen voisi vähentää turpeen käytön korvautumisesta saatavaa ilmastohyötyä merkittävästi useiksi vuosikymmeniksi, jopa sadaksi vuodeksi.

Metsähakkeen käytön lisääntyminen aiheuttaa biomassaan pohjautuvissa skenaarioissa haasteita luonnon monimuotoisuudelle ja vesistöille. Vaikutukset riippuvat metsähakkeen korjuun kohdistumisesta kivennäis- ja turvemaille, hakkuiden toteutustavasta, metsään jäävän lahopuun määrästä ja monimuotoisuuden kannalta keskeisten rakennepiirteiden säilymisestä.

Turvetuotannon päättymisen jälkeinen käyttö parantaa tuotantoalueen monimuotoisuutta ja voi vähentää kasvihuonekaasupäästöjä erityisesti pidemmällä aikavälillä. Ennalleen alue ei palaudu, mutta esimerkiksi uudelleensoistaminen, kasvittaminen tai kosteikon perustaminen tarjoavat elinympäristöjä useille tällaisissa ympäristöissä viihtyville lajeille. Sukkessioprosessi eli paikallinen lajiston muuttuminen saattaa kuitenkin olla hidasta.

7.2.2 Vaikutukset työllisyyteen ja talouteen

Skenaarioissa energiajärjestelmän muutosten vaikutuksia työllisyyteen ja arvonlisäykseen arvioitiin sekä jatkuvan toiminnan että investointien näkökulmasta. Skenaarioiden sisältämät toimenpiteet ja tarvittavat investoinnit on kuvattu luvussa 7.1.

Investointien osalta tarkastelun lähtökohtana ovat taulukoissa 9 ja 10 esitetyt Bio- ja LP-Bio-skenaarioiden investointitarpeet suhteessa Perusskenaarioon. Investointien oletettiin toteutuvan seuraavan 15 vuoden aikana vuoteen 2035 mennessä. Investoinnit lisäävät kysyntää eri toimialojen tarjoamille tuotteille, mikä edelleen lisää taloudellista toimeliaisuutta muille toimialoilla (investointien kerrannaisvaikutukset). Investointikysynnän vaikutuksia tarkasteltiin kotimaisen tuotannon, arvonlisäyksen ja työllisyyden näkökulmista. Investointien mallinnuksessa jaettiin ensin teknologiakohtainen investointisumma ENVIMATin tuotteille hyödyntäen joko dataa toimialojen pääomakannan rakenteesta ja eri investointivaroihin käytettävistä tuotteista ja palveluista tai hankekohtaista tietoa [tuulivoiman osalta Karhinen (2020), lämpöpumppujen osalta Rautkivi ja Kujala (2019) sekä Hirvonen (2020)]. Koska mallinnuksessa mielenkiinnon kohteena oli investointien vaikutus erityisesti kotimaiseen tuotantoon, investointeihin käytettyjen tuontihyödykkeiden vaikutus poistettiin hyödyntämällä erillistä hankekohtaista tietoa tai käyttäen vuoden 2015 tuotteiden tuontiosuuksia. Toisin sanoen vain osa koko investointisummasta kohdistui kotimaiseen tuotantoon ja vain tämä osa luo positiivisia talous- ja työllisyysvaikutuksia Suomessa. Etenkin tuulivoima- ja lämpöpumppu-investoinneissa tuontituotteiden osuus on suuri. Kustakin investointitoimenpiteestä muodostettiin investointivektori, jonka avulla ENVIMAT-mallissa laskettiin investoinnin kokonaisvaikutukset kotimaassa (tuotanto, arvonlisäys, työllisyys).

Jatkuvan toiminnan osalta vertailtiin, miten energiahuoltojärjestelmän ja energiankulutuksen muuttunut rakenne heijastuu kotimaiseen tuotantoon, arvonlisäykseen ja

työllisyyteen suhteessa perusskenaarioon. Muuttunut energiajärjestelmä tarkoittaa muuttunutta polttoaineiden, sähkön ja erilaisten ylläpito- ja huoltopalvelujen kysyntää ja näiden epäsuorasti aiheuttamia talousvaikutuksia. Kyseessä on vuotta 2035 kuvaava staattinen, *ceteris paribus* -tyylinen mallinnus, jossa tarkasteltiin ainoastaan turpeen korvaamista mallin kalibroitavuoden 2015 pohjalta. Talouden rakenteessa tai toimialojen volyymissä ei oletettu tapahtuvan mitään muita muutoksia. Mallinnuksen tulokset siis heijastavat tilannetta, jossa taloudessa ei tapahtunut mitään sopeutumista energiajärjestelmän muutoksen seurauksiin. Näin ollen tulokset kuvaavat esimerkiksi työllisyyden muutosten kannalta ääritilannetta, jossa sopeutumista ei käytännössä tapahdu.

Ensin mallinnuksessa syötettiin skenaarioissa kuvatut toimenpiteet toimialakohtaiseen energiankulutusmatriisiin, jossa on 148 toimialaa ja 61 energialajia. Energiankulutuksen ja -tuotannon muutokset muunnettiin euromääräisiksi käyttäen liitteessä 2 (taulukko L3) esitettyjä hintatietoja. Tämän jälkeen euromuutokset syötettiin ENVIMAT-mallin toimialoittaisiin käyttö- ja tarjontatauluihin. Lopuksi mallilla laskettiin tuotanto-, arvonlisäys- ja työllisyysvaikutukset Perus-, Bio- ja LP-Bio-skenaariolle.

Bio-skenaariossa investointien kokonaismäärä oli noin 1 032 miljoonaa euroa, joista kotimaiseen tuotantoon kohdistui noin 691 miljoonaa euroa. Investointikokonaisuudesta 67 % kohdistui kotimaiseen tuotantoon. Mallinnustulosten mukaan investoinnit johtivat 1 334 miljoonan euron tuotannon lisäykseen, 507 miljoonan euron arvonlisäykseen ja 5 935 henkilötyövuoteen (taulukko 12). Kotimaahan kohdistunutta miljoonaa investoitua euroa kohden syntyi noin 8,6 henkilötyövuotta. Suurimmat työllisyysvaikutukset kohdistuivat rakentamiseen (3 016 htv), kauppaan (620 htv), liike-elämän palveluihin (596 htv), konepaja- ja metallituoteteollisuuteen (546 htv) ja kuljetukseen ja varastointiin (374 htv). Arvonlisäys oli myös suurinta näillä toimialoilla. Investointien vuosittainen työllisyysvaikutus 15 vuoden ajalta oli 396 henkilötyövuotta.

LP-Bio-skenaariossa investointien kokonaismäärä on noin 1 581 miljoonaa euroa, joista kotimaiseen tuotantoon kohdistuu noin 873 miljoonaa euroa. Investointikokonaisuudesta 55 % kohdistui kotimaahan, mikä on vähemmän kuin Bio-skenaariossa. Keskeisenä selityksenä on paljon tuontituotteita sisältävien tuulivoima- ja lämpöpumppuinvestointien määrä LP-Bio-skenaariossa. Mallinnustulosten mukaan investoinnit aikaansaiivat 1 626 miljoonan euron tuotannon lisäyksen, 626 miljoonan euron arvonlisäyksen ja 7 391 henkilötyövuotta (taulukko 12). Kotimaahan kohdistunutta miljoonaa investoitua euroa kohden syntyi noin 8,5 henkilötyövuotta, mikä oli 0,1 henkilötyövuotta vähemmän kuin Bio-skenaariossa. Suurimmat työllisyysvaikutukset kohdistuivat rakentamiseen (3 554 htv), liike-elämän palveluihin (783 htv), konepaja- ja metallituoteteollisuuteen (773 htv), kauppaan (740 htv) ja kuljetukseen ja varastointiin (585 htv). Arvonlisäys oli suurinta näillä toimialoilla. Investointien vuosittainen työllisyysvaikutus 15 vuoden ajalta oli 493 henkilötyövuotta.

Taulukko 12. Bio- ja LP-Bio-skenaarioiden investointien talous- ja työllisyysvaikutukset toimialoittain.

Toimiala	Bio-skenaario			LP-Bio-skenaario		
	tuotos M€	arvonlisäys M€	HTV	tuotos M€	arvonlisäys M€	HTV
1 Maatalous ja kalatalous	1,22	0,33	11,47	1,60	0,44	14,96
2 Metsätalous	8,14	5,45	25,06	10,44	6,98	32,56
3 Kaivostoiminta ja louhinta	19,55	6,94	49,91	21,84	7,76	56,17
4 Elintarviketeollisuus	4,44	1,00	13,13	5,83	1,32	17,24
5 Tekstiili- ja vaatetusteollisuus	1,09	0,41	6,49	1,25	0,47	7,47
6 Puuteollisuus	18,95	4,30	60,88	25,62	5,97	85,12
7 Massa- ja paperiteollisuus	7,13	2,00	18,59	9,50	2,64	24,15
8 Öljynjalostus	13,94	1,36	5,70	17,84	1,74	7,29
9 Kemianteollisuus	24,26	6,46	59,16	28,76	7,70	70,44
10 Rakennusaineteollisuus	37,99	11,57	157,54	44,24	13,52	183,93
11 Metallien jalostus	16,83	2,41	27,79	20,79	3,00	34,82
12 Konepaja- & metallituoteteollisuus	137,39	44,40	545,81	182,78	62,50	772,99
13 Elektroniikka- ja sähköteollisuus	24,46	9,08	60,20	26,69	9,88	67,32
14 Muu valmistus	3,54	1,16	21,57	3,90	1,29	23,81
15 Energiahuolto	17,37	8,83	22,48	23,04	11,70	29,78
16 Vesi- ja jätehuolto	12,10	6,70	29,13	13,66	7,51	33,41
17 Rakentaminen	720,91	258,47	3 016,47	833,35	301,30	3 553,77
18 Kauppa	78,93	43,32	619,51	94,24	51,72	739,63
19 Kuljetus ja varastointi	67,06	27,65	373,73	103,90	43,36	584,58
20 Majoitus- ja ravitsemistoiminta	2,44	0,94	18,88	3,25	1,25	25,10
21 Informaatio ja viestintä	15,89	8,07	63,39	19,16	9,71	76,04
22 Asuntojen hallinta ja vuokraus	0,50	0,32	0,06	0,62	0,40	0,07
23 Liike-elämän palvelut	82,70	46,52	596,41	111,35	62,08	782,52
24 Julkinen hallinto	12,59	6,34	94,72	16,22	8,17	122,21
25 Koulutus, terveys- ja sos.palvelut	1,93	1,32	23,59	2,35	1,61	28,82
26 Muut palvelut	3,18	1,53	13,09	4,25	2,05	16,89
Yhteensä	1 334,53	506,89	5 934,73	1 626,46	626,06	7 391,08

Jatkuvan toiminnan tarkastelussa skenaarioiden keskeiset erot liittyvät polttoaineen hankintaan ja sähkön- ja lämmön tuotannon erilaisiin ylläpito- ja huoltotoimenpiteisiin (taulukko 13). Bio- ja LP-Bio-skenaarioiden talousvaikutuksia vertailtiin Perusskenaarion tilanteeseen, jossa turpeen käyttö vähentyi jonkin verran, ja sitä korvattiin biomassan käytöllä ja tuulivoimatuotannolla. Jatkuvan toiminnan tulokset ovat nettotuloksia eli talous- ja työllisyysvaikutuksissa on huomioitu muutoksista aiheutuvat mahdolliset positiiviset ja negatiiviset vaikutukset.

Taulukko 13. Bio-skenaarion jatkuvan toiminnan talous- ja työllisyysmuutokset suhteessa perusskenaarioon.

Toimialat	Tuotos milj.€	Arvonlisäys brutto milj. €	Työllisyys HTV	Tuotos muutos- %	Arvonlisäys muutos-%	Työllisyys muutos- %
1 Maatalous ja kalatalous	-0,33	-0,09	-3,17	0,0 %	0,0 %	0,0 %
2 Metsätalous	172,63	122,28	280,94	3,7 %	3,7 %	2,5 %
3 Kaivostoiminta ja louhinta	-157,54	-61,55	-978,83	-8,7 %	-9,0 %	-18,4 %
4 Elintarviketeollisuus	-1,22	-0,27	-3,52	0,0 %	0,0 %	0,0 %
5 Tekstiili- ja vaateusteollisuus	-0,07	-0,03	-0,39	0,0 %	0,0 %	0,0 %
6 Puuteollisuus	-18,70	-5,62	-84,33	-0,3 %	-0,4 %	-0,5 %
7 Massa- ja paperiteollisuus	-1,07	-0,32	-3,20	0,0 %	0,0 %	0,0 %
8 Öljynjalostus	-2,71	-0,26	-1,11	0,0 %	0,0 %	0,0 %
9 Kemianteollisuus	-20,65	-4,77	-28,58	-0,2 %	-0,1 %	-0,1 %
10 Rakennusaineteollisuus	-1,84	-0,59	-5,64	-0,1 %	-0,1 %	0,0 %
11 Metallien jalostus Konepaja- &	-0,69	-0,10	-1,18	0,0 %	0,0 %	0,0 %
12 metallituoteollisuus	-4,11	-1,34	-16,27	0,0 %	0,0 %	0,0 %
13 Elektroniikka- ja sähköteollisuus	-0,74	-0,32	-2,18	0,0 %	0,0 %	0,0 %
14 Muu valmistus	-0,16	-0,05	-1,00	0,0 %	0,0 %	0,0 %
15 Energiahuolto	-2,69	-1,35	-3,44	0,0 %	0,0 %	0,0 %
16 Vesi- ja jätehuolto	-0,89	-0,45	-2,63	0,0 %	0,0 %	0,0 %
17 Rakentaminen	-8,07	-3,90	-51,66	0,0 %	0,0 %	0,0 %
18 Kauppa	-2,18	-1,19	-17,08	0,0 %	0,0 %	0,0 %
19 Kuljetus ja varastointi	-66,32	-25,58	-336,06	-0,3 %	-0,3 %	-0,3 %
20 Majoitus- ja ravitsemistoiminta	-0,54	-0,20	-3,85	0,0 %	0,0 %	0,0 %
21 Informaatio ja viestintä	-2,58	-1,25	-9,84	0,0 %	0,0 %	0,0 %
22 Asuntojen hallinta ja vuokraus	-0,14	-0,09	-0,02	0,0 %	0,0 %	0,0 %
23 Liike-elämän palvelut	-13,50	-7,68	-101,04	0,0 %	0,0 %	0,0 %
24 Julkinen hallinto	-2,67	-1,41	-15,76	0,0 %	0,0 %	0,0 %
25 Koulutus, terveys- ja sos.palvelut	-0,27	-0,18	-3,36	0,0 %	0,0 %	0,0 %
26 Muut palvelut	-0,64	-0,31	-1,33	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Yhteensä	-137,68	3,36	-1394,52	0,0 %	0,0 %	-0,1 %

Bio-skenaariossa jatkuva toiminta edellytti noin 138 miljoonaa euroa vähemmän tuotosta koko kansantalouden tasolla verrattuna Perusskenaarioon (taulukko 13). Kuitenkin talouden arvonlisäys kasvoi yhteensä noin 3,4 miljoonaa euroa. Talouden painopiste siirtyi kohti korkeamman arvonlisäyksen tuotantoa, sillä turpeen noston arvonlisäys suhteessa tuotokseen ei ole erityisen korkeaa. Kokonaistyöllisyys pieneni noin 1 395 henkilötyövuotta. Tämä oli noin 0,1 prosentin vähennys kokonaistyöllisyydessä verrattuna Perusskenaarioon.

Bio-skenaariossa turpeen nosto Suomessa loppui kokonaan. Tämän seurauksena turpeen noston sisältävän kaivostoiminnan tuotos, arvonlisäys ja työllisyys pienenevät (tuotos ja arvonlisäys noin 10 prosenttia, työllisyys noin 20 prosenttia). Turpeen tuotantoa on myös puuteollisuuden toimialalla, joka supistui hieman. Turpeen noston loppumisen seurauksena kuljetuksen ja varastoinnin työllisyys supistui, mutta samaan aikaan lisääntyvä biomassan tuotanto korvasi osan toimialan pienenemisestä. Nettovaikutus oli noin 336 henkilötyövuoden vähennys. Myös liike-elämän palveluissa työllisyys pieneni (101 htv). Vastaavasti metsätaloudessa syntyi uutta arvonlisäystä (noin 122 miljoonaa euroa) ja uusia työpaikkoja (noin 281 htv), kun taloudessa tyydytettiin kasvavaa biomassan tarvetta. Tällä oli puolestaan positiivisia kerrannaisvaikutuksia eri toimialoille.

LP-Bio-skenaariossa jatkuvan toiminnan kokonaistuotos oli noin 102 miljoonaa euroa pienempi kuin Perusskenaariossa (taulukko 14). Talouden arvonlisäys kuitenkin kasvoi 11 miljoonaa euroa eli siirtymä kohti korkeamman arvonlisäyksen tuotantoa oli voimakkaampaa kuin Bio-skenaariossa. Kokonaistyöllisyys pieneni noin 1 220 henkilötyövuotta, mikä vastaa noin 0,1 prosentin vähennystä kokonaistyöllisyydessä verrattuna Perusskenaarioon.

Taulukko 14. LP-Bio-skenaarion jatkuvan toiminnan talous- ja työllisyysmuutokset suhteessa perusskenaarioon.

Toimialat	Tuotos milj.€	Arvonlisäys brutto milj. €	Työllisyys HTV	Tuotos muutos- %	Arvonlisäys muutos- %	Työllisyys muutos- %
1 Maatalous ja kalatalous	-0,23	-0,06	-2,19	0,0 %	0,0 %	0,0 %
2 Metsätalous	121,31	85,98	195,59	2,6 %	2,6 %	1,7 %
3 Kaivostoiminta ja louhinta	-157,32	-61,48	-978,27	-8,6 %	-9,0 %	-18,3 %
4 Elintarviketeollisuus	-0,86	-0,19	-2,40	0,0 %	0,0 %	0,0 %
5 Tekstiili- ja vaateusteollisuus	-0,01	-0,01	-0,08	0,0 %	0,0 %	0,0 %
6 Puuteollisuus	-18,15	-5,51	-82,80	-0,3 %	-0,4 %	-0,5 %
7 Massa- ja paperiteollisuus	-0,53	-0,18	-2,02	0,0 %	0,0 %	0,0 %
8 Öljynjalostus	-2,67	-0,26	-1,09	0,0 %	0,0 %	0,0 %
9 Kemianteollisuus	-20,36	-4,68	-27,65	-0,2 %	-0,1 %	-0,1 %
10 Rakennusaineteollisuus	-1,48	-0,47	-4,17	-0,1 %	0,0 %	0,0 %
11 Metallien jalostus Konepaja- & 12 metallituoteteollisuus	0,28	0,03	0,37	0,0 %	0,0 %	0,0 %
13 Elektroniikka- ja sähköteollisuus	11,44	5,29	63,89	0,0 %	0,1 %	0,1 %
14 Muu valmistus	-0,16	-0,09	-0,46	0,0 %	0,0 %	0,0 %
15 Energiahuolto	-0,10	-0,03	-0,62	0,0 %	0,0 %	0,0 %
16 Vesi- ja jätehuolto	49,21	27,63	70,33	0,6 %	0,6 %	0,6 %
17 Rakentaminen	-0,60	-0,31	-1,87	0,0 %	0,0 %	0,0 %
18 Kauppa	-4,03	-2,48	-35,51	0,0 %	0,0 %	0,0 %
19 Kuljetus ja varastointi	-1,55	-0,85	-12,12	0,0 %	0,0 %	0,0 %
20 Majoitus- ja ravitsemistoiminta	-64,95	-24,99	-327,39	-0,3 %	-0,3 %	-0,3 %
21 Informaatio ja viestintä	-0,46	-0,17	-3,23	0,0 %	0,0 %	0,0 %
22 Asuntojen hallinta ja vuokraus	-1,52	-0,74	-5,47	0,0 %	0,0 %	0,0 %
23 Liike-elämän palvelut	-0,11	-0,07	-0,01	0,0 %	0,0 %	0,0 %
24 Julkinen hallinto	-6,89	-3,95	-49,68	0,0 %	0,0 %	0,0 %
25 Julkinen hallinto	-1,96	-1,06	-10,34	0,0 %	0,0 %	0,0 %
25 Koulutus, terveys- ja sos.palvelut	-0,19	-0,13	-2,37	0,0 %	0,0 %	0,0 %
26 Muut palvelut	-0,53	-0,25	-0,80	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Yhteensä	102,40	11,00	-1220,38	0,0 %	0,0 %	-0,1 %

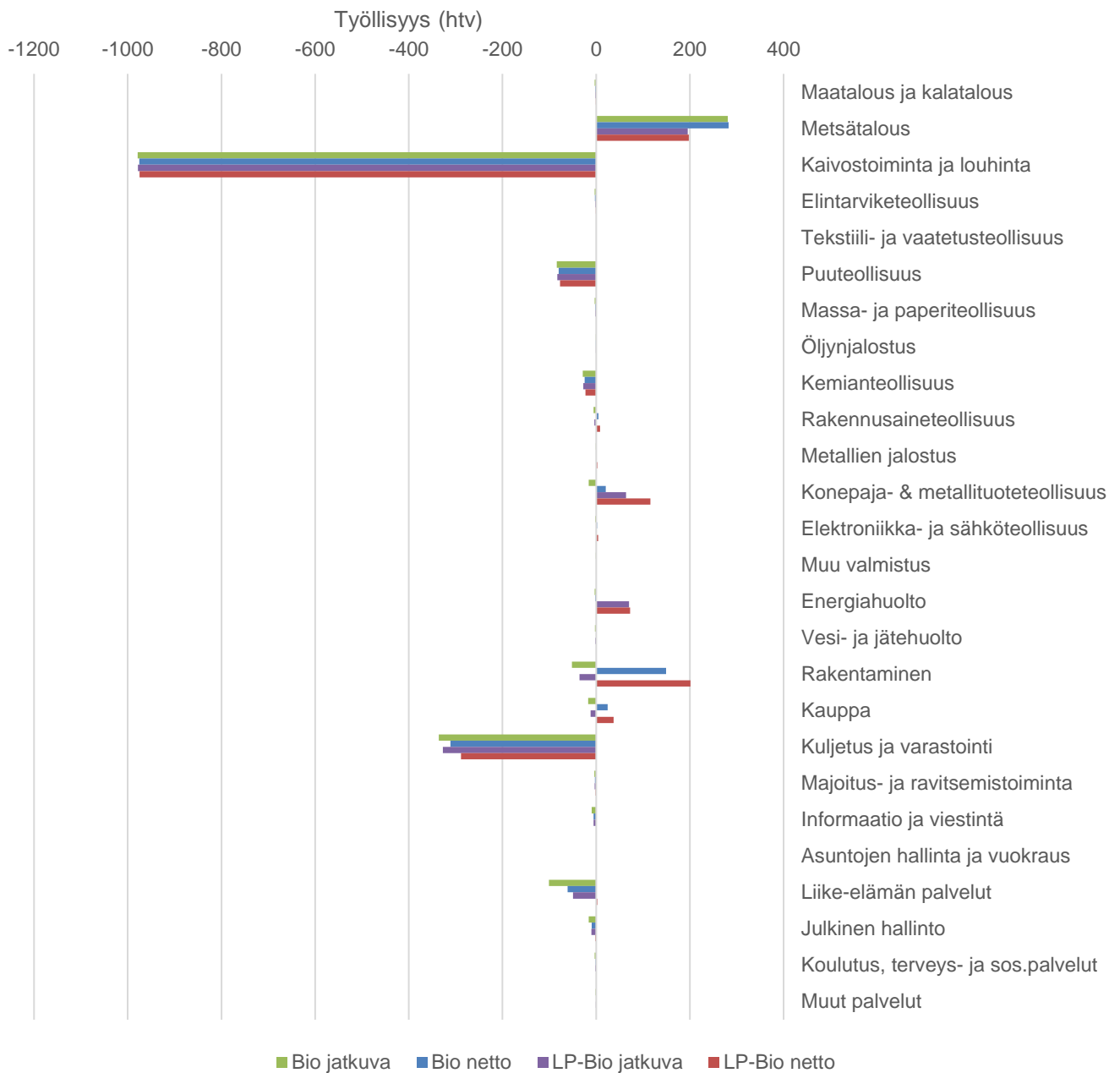
Myös LP-Bio-skenaariossa turpeen nosto loppui kokonaan, mutta biomassan käytön rinnalla energijärjestelmässä oli enemmän tuulivoimaa ja lämpöpumppuja kuin Bio-skenaariossa. Kaivostoiminnan toimiala pieneni turpeen noston loppumisen seurauksena saman verran kuin Bio-skenaariossa. Myös puuteollisuudessa nähtiin supistumista.

Turpeen noston loppumisen negatiiviset talousvaikutukset muille toimialoille olivat kuitenkin Bio-skenaariota pienempiä, koska sähkön lisääntynyt kulutus ja tuotanto sekä biomassan käyttö loivat kysyntää eri puolella taloutta. Kuljetus ja varastointi (-327 htv) ja liike-elämän palvelut (-50 htv) supistuivat vähemmän kuin Bio-Skenaariossa. Suurimmat positiiviset vaikutukset nähtiin metsätaloudessa (arvonlisäys 86 miljoonaa euroa, työllisyyskasvu 196 htv), energiahuollossa (arvonlisäys 28 miljoonaa euroa, työllisyyskasvu 70 htv) sekä ylläpito- ja huoltopalveluja tarjoavassa konepaja- ja metalliteollisuudessa (arvonlisäys 5 miljoonaa euroa, työllisyyskasvu 64 htv).

Kuvassa 28 on esitetty Bio- ja LP-Bio-skenaarioiden jatkuvan toiminnan vaikutukset henkilötyövuosiin toimialoittain. Lisäksi kuvassa on esitetty skenaariokohtaiset henkilötyövuosien nettovaikutukset (Bio netto ja LP-Bio netto), joissa jatkuvan toiminnan henkilötyövuosiin lisättiin investointien työllisyysvaikutukset. Laskennassa oletettiin, että investoinnit jakautuvat tasaisesti 15 vuoden ajalle.

Lopuksi tarkastelemme työllisyysvaikutuksia sekä investointien että jatkuvan toiminnan vaikutukset huomioiden. Investointien synnyttämä taloudellinen toiminta kohdistuu erityisesti muutamalle toimialalle. Konepaja- ja metallituoteteollisuudessa investoinnit lisäsivät kysyntää ja sitä kautta työllisyyttä niin, että turpeen noston loppumisen aiheuttamat negatiiviset työllisyysvaikutukset pystyttiin kattamaan molemmissa skenaarioissa. Rakentamisen osalta sekä Bio- että LP-Bio-skenaarioiden netto-työllisyysvaikutukset kääntyivät positiivisiksi investointikysynnän seurauksena. Näin tapahtui myös kaupan toimialalla sekä LP-Bio-skenaariossa liike-elämän palvelujen osalta. Kokonaisuutena arvioiden turpeen noston lopettamisen työllisyysvaikutukset jäivät joillakin toimialoilla (kaivostoiminta, puuteollisuus, kemianteollisuus, kuljetus ja varastointi) negatiivisiksi, vaikka investointien aikaansaama vuosittainen työllisyyslisäys otettiin huomioon tarkastelussa. Suhteutettuna toimialojen kokonaistyöllisyyteen vaikutukset olivat melko pieniä, esimerkiksi kuljetuksen ja varastoinnin toimialalla työllisyys aleni 0,3 %.

Vuotuiset työllisyysvaikutukset sisältäen investoinnit (htv)



Kuva 28. Bio- ja LP-Bio-skenaarioiden vuotuiset työllisyysvaikutukset (htv) verrattuna Perusskenaarioon. Tarkastelussa on jatkuvan toiminnan työllisyysvaikutukset ja vuotuiset työllisyysvaikutukset investoinnit huomioiden.

Yhteenveto – Vaikutukset talouteen ja työllisyyteen

Bio- ja LP-Bio-skenaarioiden talous- ja työllisyysvaikutuksia tarkasteltiin sekä investointien että jatkuvan toiminnan osalta suhteessa Perusskenaarioon. Bio-skenaariossa investointien kokonaismäärä oli noin 1 032 miljoonaa euroa, joista seurasi 1 334 miljoonan euron tuotannon lisäys, 507 miljoonan euron arvonlisäys ja 5 935 henkilötyövuotta. Kotimaahan kohdistunutta miljoonaa investoitua euroa kohden syntyi noin 8,6 henkilötyövuotta. LP-Bio-skenaariossa investointien kokonaismäärä on noin 1 581

miljoonaa euroa, joista seurasi 1 626 miljoonan euron tuotannon lisäys, 626 miljoonan euron arvonlisäys ja 7 391 henkilötyövuotta. Skenaarioiden suurimmat työllisyysvaikutukset kohdistuivat rakentamiseen, liike-elämän palveluihin, konepaja- ja metallituoteteollisuuteen, kauppaan ja kuljetukseen ja varastointiin.

Bio-skenaariossa jatkuva toiminta edellytti noin 138 miljoonaa euroa vähemmän tuotosta koko kansantalouden tasolla verrattuna Perusskenaarioon. Kuitenkin talouden arvonlisäys kasvoi yhteensä noin 3,4 miljoonaa euroa. Kokonaistyöllisyys pieneni noin 1 395 henkilötyövuotta. Tämä oli noin 0,1 prosentin vähennys kokonaistyöllisyydessä verrattuna Perusskenaarioon. LP-Bio-skenaariossa jatkuvan toiminnan kokonaistuotos oli noin 102 miljoonaa euroa pienempi kuin Perusskenaariossa. Talouden arvonlisäys kuitenkin kasvoi 11 miljoonaa euroa. Kokonaistyöllisyys pieneni noin 1 220 henkilötyövuotta, mikä vastaa noin 0,1 prosentin vähennystä kokonaistyöllisyydessä verrattuna Perusskenaarioon.

Mallinuksissa ei huomioida skenaarioiden mahdollisesti aiheuttamia dynaamisia muutoksia. Tästä syystä tulokset edustavat negatiivisten työllisyysvaikutusten ylärajaa.

7.3 Skenaarioiden aluetaloudellisten vaikutusten arviointi

Valtakunnallisten skenaariomallinnusten tuloksia tarkastellaan seuraavaksi maakuntatasolla. Alueellisesti käytössä ei ole yhtä tarkkaa panos-tuotosaineistoa kuin koko maan tasolla, joten jatkuvan toiminnan turvetuotannon lopettamisen vaikutukset laskettiin seuraavien tietojen perusteella:

- Turvetuotanto: maakuntien turvetuotantopinta-alat (YLVA 2020),
- Hake: maakuntien biomassapotentiaalit (Anttila ym. 2017), ja
- Tuulivoima: suunnitellut tuulivoimahankkeet Suomen tuulivoimayhdistyksen hankelistauksessa (Suomen tuulivoimayhdistys 2020).

Investointien osalta allokointisäännöt ovat seuraavat:

- CHP-laitosten kattilaremonttien maakunnittaiset vaikutukset perustuvat arvioon olemassa olevien laitosten sijainnista, käyttöönottoajankohdista ja odotetusta laitosten elinkaaren pituudesta (30 vuotta).
- CHP- ja lämpölaitoksissa tuotettu poistuva energiamäärä sijoitettiin maakunnittain laitosten sijaintitietoihin, käyttöönottoajankohtiin ja odotettuun laitosten elinkaaren pituuteen perustuen.
- Poistuvien CHP- ja lämpölaitosten aiemmin tuottama energia korvataan hyödyntämällä hukkalämpöjä (koko maan tarkastelussa 30 %), ilmalämpöä (30 %) ja maalämpöä (40 %). Alueellisessa tarkastelussa näiden osuuksien vaihtelu mallinnettiin seuraavasti:
 - Hukkalämmöt: rakennus- ja huoneistorekisteristä (Digi- ja väestötietovirasto 2020) poimittiin kaikkien teollisuusrakennusten kerrosalat, jotka summattiin

maakunnittain. Näiden tietojen pohjalta laskettiin kunkin maakunnan teollisuusrakennusten osuus koko maan teollisuusrakennuksista, minkä pohjalta koko maan tarkastelussa käytetty oletus hukkalämpöjen osuudesta kaikista lämpöpumppuratkaisuista (30 %) allokoitiin maakuntiin.

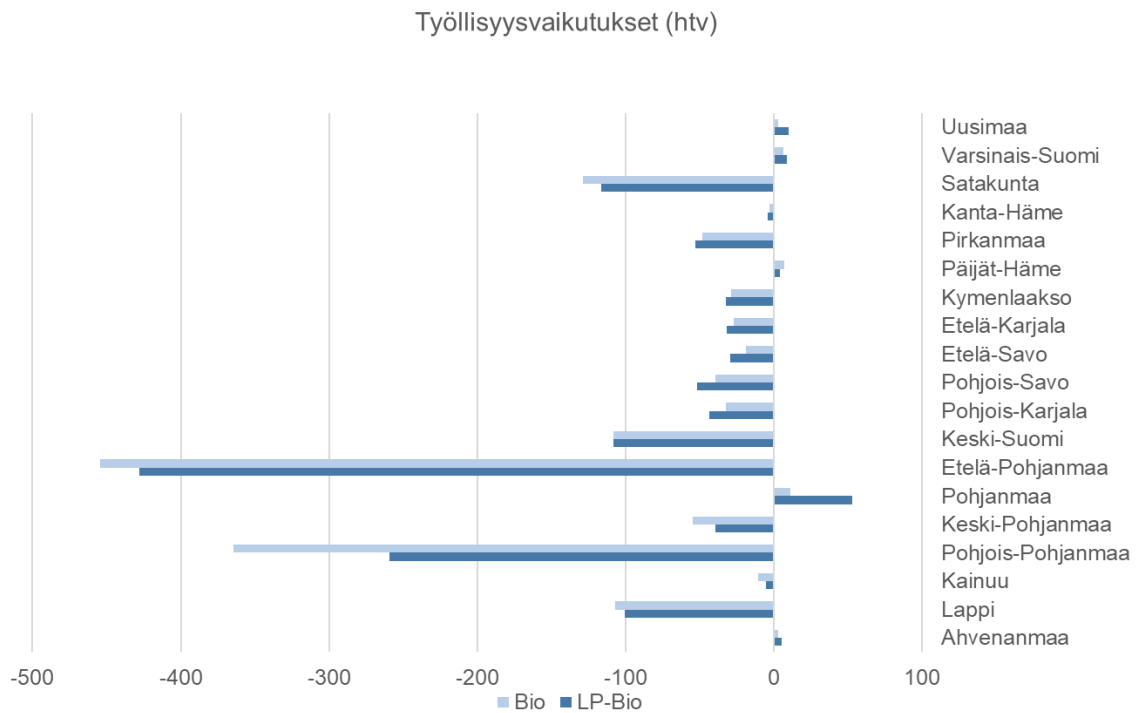
- Maalämpö: maakuntien alueella sijaitseva geoenergiapotentiaali arvioitiin Geologian tutkimuskeskuksen maankamara-aineistoihin (Geologian tutkimuskeskus 2020) perustuen, joista määriteltiin maakunnan alueen geoenergiapotentiaalini minimi- ja maksimiarvot. Maakuntien geoenergiapotentiaalit laskettiin minimi- ja maksimiarvojen keskiarvoina. Koko maan laskennassa käytettyä maalämmön osuutta lämpöpumpuista (40 %) skaalattiin maakunnittaisilla kertoimilla $geoenergia_i = 40 \% \times (geoenergia_i / (\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n geoenergia_i))$.
- Ilmalämpö: arvioidusta maakunnassa lämpöpumpuin tuotetusta energiasta vähennettiin ensin hukkalämpö- ja maalämpöenergiat, joiden jälkeen jäljelle jäävä energiamäärä oletettiin tuotettavan ilmalämpöpumpuilla.
- Tuulivoima: tuulivoiman maakunnittaiset investoinnit laskettiin perustuen suunniteltuihin tuulivoimahankkeisiin, jotka on esitetty Suomen tuulivoimayhdistyksen hankelistauksessa.
- Maatalousrakennusten erillislämmitys: rakennus- ja huoneistorekisteristä (Digi- ja väestötietovirasto 2020) poimittiin maatalousrakennukset, joiden lämmityspolttoaineena on turve. Rakennusten kerrosalat summattiin ensin kunnittain, minkä jälkeen kerrosaloja painotettiin kuntakohtaisilla lämmitystarveluvuilla ($kerrosala_i^{LT} = kerrosala_i \times (LT_i / (\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n LT_i))$), missä i on kunta ja LT on lämmitystarveluku). Lopuksi kuntakohtaiset lämmitystarvekorjatut kerrosalat summattiin maakunnittain, joiden perusteella koko maan tulokset allokoitiin maakuntiin. Lämmitysratkaisut jaettiin maa- ja ilmalämpöpumppujärjestelmiin. Maalämmön osuus kussakin maakunnassa laskettiin edellä kuvatulla tavalla, ja loppuosa katettiin ilmalämpöpumpuilla.

Teollisuusrakennusten erillislämmitys: rakennus- ja huoneistorekisteristä (Digi- ja väestötietovirasto 2020) poimittiin teollisuusrakennukset, joiden lämmityspolttoaineena on turve. Rakennusten kerrosalat summattiin ensin kunnittain, minkä jälkeen kerrosaloja painotettiin kuntakohtaisilla lämmitystarveluvuilla ($kerrosala_i^{LT} = kerrosala_i \times (LT_i / (\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n LT_i))$), missä i on kunta ja LT on lämmitystarveluku). Lopuksi kuntakohtaiset lämmitystarvekorjatut kerrosalat summattiin maakunnittain, joiden perusteella koko maan tulokset allokoitiin maakuntiin. Lämmitysratkaisut jaettiin maa- ja ilmalämpöihin. Maalämmön osuus kussakin maakunnassa laskettiin edellä kuvatulla tavalla, ja loppuosa katettiin ilmalämpöpumpuilla.

Kuvassa 29 on esitetty Bio- ja LP-Bio-skenaarioiden jatkuvan toiminnan työllisyysvaikutukset maakunnittain ilman investointeja. Skenaarioiden työllisyysvaikutukset koskevat pääosin niitä maakuntia, joissa turvetuotantoa on paljon, ja mukailevat siten pääosin luvun 3.2.2 tuloksia. Toisaalta, jatkuvan toiminnan kokonaisvaikutukset sisältävät turpeen korvaamisesta syntyvät positiiviset työllisyysvaikutukset haketuotantoon ja tuulivoiman huoltoihin liittyen. Sekä Bio- että LP-Bio-skenaariossa turvetuotannon lopettamisesta suurimmat negatiiviset työllisyysvaikutukset kohdentuvat Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaan maakuntiin. Seuraavaksi eniten henkilötyövuosia häviää Satakunnassa, Keski-Suomessa ja Lapissa.

Bio-skenaariossa haketuotantoon syntyy uusia työpaikkoja metsäisiin maakuntiin, kuten Lappiin, Pohjois-Pohjanmaalle, Kainuuseen, Keski-Suomeen, Pohjois- ja Etelä-Savoon sekä Pohjois-Karjalaan. Suurin osa tuulivoimaloiden huoltoihin liittyvistä työpaikoista sijaitsee Pohjois-Pohjanmaalla (40 %), Pohjanmaalla (14 %) sekä Etelä-Pohjanmaalla (10 %). Huomioiden myös positiivinen turvetta korvaava tuotantotoiminta, kokonaistyöllisyys laskee eniten Etelä-Pohjanmaalla (0,59 % kaikista työllisistä vuonna 2035)⁹, jossa haketuotanto ja tuulivoimaloiden huoltotoiminta eivät kompensoi menetettyjä henkilötyövuosia samassa määrin kuin esimerkiksi Pohjois-Pohjanmaalla. Joidenkin turvetuotannoltaan pienten maakuntien osalta kokonaistyöllisyysvaikutukset ovat jopa positiivisia.

⁹ Vuoden 2035 maakunnittaisten kokonaistyöllisyyksien laskennassa hyödynnettiin Tilastokeskuksen väestöennusteita (Suomen virallinen tilasto, 2020f). Laskennassa oletettiin, että 15–74-vuotiaiden työllisten osuus saman ikäisestä väestöstä pysyy muuttumattomana vuosien 2019 ja 2035 välillä. Tällöin arvioitu Etelä-Pohjanmaan työllisten määrä on 77 500 henkilöä vuonna 2035.



Kuva 29. Skenaarioiden jatkuvan toiminnan työllisyysvaikutukset maakunnittain.

LP-Bio-skenaarion työllisyysvaikutuksissa uuden tuulivoimatuotannon sijoittuminen korostuu, kun taas hakepotentiaalin merkitys hieman pienenee. Verrattuna Bio-skenaarioon, Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaan sekä Satakunnan osalta tämä kompensoi enemmän turvetuotannon osalta poistuneita henkilötyövuosia. Keskimääräiset maakuntien työllisyysvaikutukset muuttuvat Bio-skenaarion -73 henkilötyövuodesta LP-Bio-skenaarion -64 henkilötyövuoteen, ja myös vaikutusten keskijajonta laskee. Toisin sanoen LP-Bio-skenaariossa työllisyysvaikutusten alueellinen jakauma on tasaisempi kuin Bio-skenaariossa.

Taulukossa 15 on esitetty investointien työllisyysvaikutukset maakunnittain. Investoinnit on esitetty erikseen Bio- ja LP-Bio-skenaarioille siten, että eri osa-alueisiin kuuluvien investointien työllisyysvaikutukset on eritelty. Oranssilla pohjalla esitetyt luvut sisältävät kaikki skenaarioon liittyvien investointien työllisyysvaikutukset. Vihreällä pohjalla olevat toimenpidekohtaiset investoinnit summautuvat oranssin pohjan lukuihin. Sinisellä pohjalla on esitetty edelleen tarkennuksia vihreällä pohjalla esitettyihin lukuihin.

Bio-skenaariossa investointien suurimmat työllisyysvaikutukset muodostuvat Lapissa ja Pohjois-Pohjanmaalla, joissa CHP-laitosten kattilavaihdot tuovat alueelle eniten työtä. Kaukolämpöä tuottavien CHP-laitosten osalta toimenpiteitä ei tehdä Uusimaalla eikä Päijät-Hämeessä. Teollisuuden kattilavaihdot työllistävät eniten Lapissa, Satakunnassa ja Etelä-Karjalassa. Samoin kuin aiemmin tuulivoiman jatkuvan huoltotoiminnan tulosten osalta, suurin osa uusien tuulivoimainvestointien työllisyysvaikutuksista kohdistuu Pohjanmaalle sekä Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaalle. Mallissa investointien maakunnittainen

kohdistuminen on epätasaista, vaihdellen Lapin suurimmasta työllistävyydestä (956 htv) Ahvenanmaan pienimpään työllistävyyteen (8 htv). Turvetuotannon lopettamisen vuoksi henkilötyövuosia eniten menettävälle Etelä-Pohjanmaan alueelle investointeja kohdistuu maakunnista vasta kymmenenneksi eniten (177 htv).

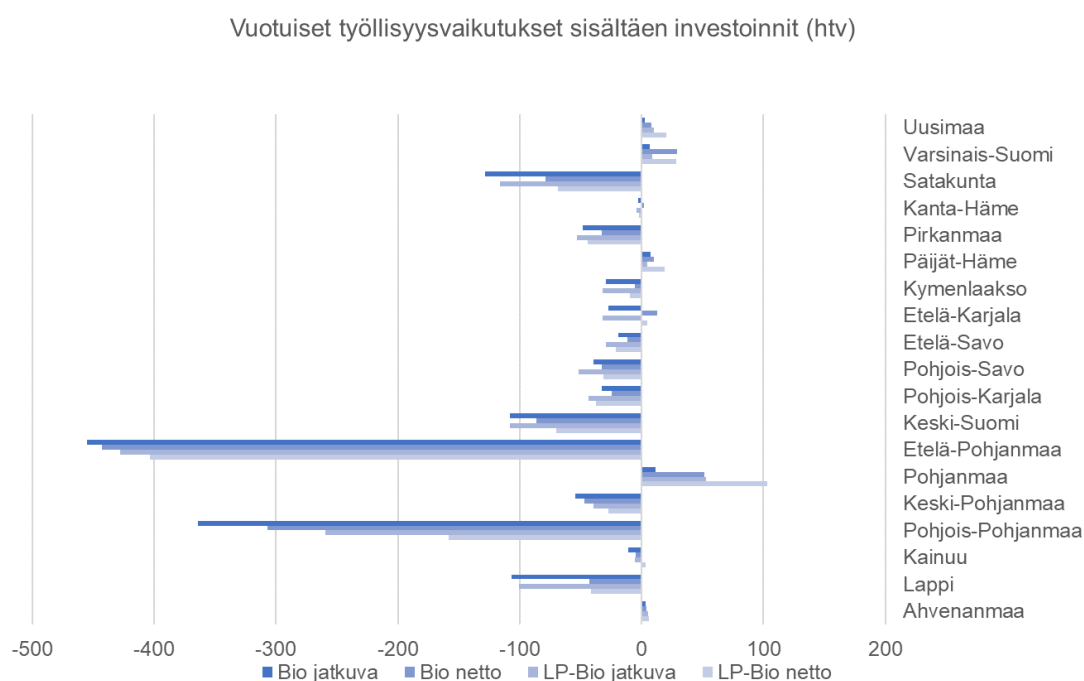
LP-Bio-skenaariossa erilaisiin toimenpiteisiin liittyviä työllisyysvaikutuksia on kautta linjan huomattavasti enemmän kuin Bio-skenaariossa, koska se sisältää erityyppisiä lämpöpumppuja. LP-Bio-skenaariossa suurimmat investointien työllisyysvaikutukset kohdistuvat Pohjois-Pohjanmaalle (1513 htv) ja pienimmät Ahvenanmaalle (18 htv). LP-Bio-skenaariossa Etelä-Pohjanmaalle kohdistuu investointien myötä 375 henkilötyövuotta (7. eniten). Suurin osa turvetta erillislämmitysratkaisuissa polttoaineena käyttävistä teollisuus- ja maatalousrakennuksista sijaitsee Pohjanmaalla ja Etelä-Pohjanmaalla, joten suurin osa ilma- ja maalämpöjärjestelmien työllisyysvaikutuksista kohdistuu näihin maakuntiin. CHP-laitoksia korvataan lämpölaite- ja lämpöpumppuinvestoinnein Uusimaalla, Etelä-Savossa, Keski-Suomessa, Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaalla sekä Lapissa. Tuulivoimainvestointien maakuntajakauma on sama kuin Bio-skenaariossa, mutta tuulivoimainvestointien työllistävyyden on noin 2,3-kertainen Bio-skenaarioon verrattuna.

Taulukko 15. Investointien työllisyysvaikutukset maakunnittain ja toimenpiteittäin.

	Bio yhteensä	CHP-kattilavaihdot	Tuulivoiman rakentaminen	Teollisuuden CHP-kattilavaihdot		LP-Bio yhteensä	Teollisuuden CHP-kattilavaihdot	Teollisuuden erillislämmitys	Ilmalämpö	Maalämpö	Maatalouden erillislämmitys	Ilmalämpö	Maalämpö	CHP:n korvaavat lämpöläitokset	CHP:n korvaavat lämpöpumput	Hukkalämpö	Ilmalämpö	Maalämpö	Tuulivoiman rakentaminen	Lämpöläit. korvaavat lämpöpumput	Hukkalämpö	Ilmalämpö	Maalämpö	CHP-kattilavaihdot
	Bio	Bio 1	Bio 2	Bio 3		LP-Bio	LP-Bio 1	LP-Bio 2	LP-Bio 2.1	LP-Bio 2.2	LP-Bio 3	LP-Bio 3.1	LP-Bio 3.2	LP-Bio 4	LP-Bio 5	LP-Bio 5.1	LP-Bio 5.2	LP-Bio 5.3	LP-Bio 6	LP-Bio 7	LP-Bio7.1	LP-Bio 7.2	LP-Bio 7.3	LP-Bio 8
Uusimaa	78	0	27	51		162	51	0	0	0	0	0	0	12	37	10	6	21	62	0	0	0	0	0
Vars.-Suomi	337	79	16	241		303	241	1	0	1	5	1	4	0	0	0	0	0	37	18	5	3	11	0
Satakunta	750	159	49	542		713	542	6	2	4	17	5	12	0	0	0	0	0	111	36	9	6	21	0
Kanta-Häme	72	59	5	8		34	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	13	3	2	8	0
Pirkanmaa	235	140	3	92		135	92	1	0	1	3	1	2	0	0	0	0	0	7	32	8	5	19	0
Päijät-Häme	42	0	2	40		220	40	12	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	164
Kymenlaakso	355	37	5	314		334	314	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	8	2	1	5	0
Etelä-Karjala	597	76	1	520		545	520	0	0	0	5	2	4	0	0	0	0	0	3	17	5	3	10	0
Etelä-Savo	112	52	6	53		123	53	2	0	1	0	0	0	10	31	8	5	18	15	12	3	2	7	0
Pohjois-Savo	103	27	6	70		309	70	8	2	6	2	1	1	0	0	0	0	0	13	6	2	1	4	210
Pohjois-Karjala	116	77	2	37		91	37	30	9	22	1	0	1	0	0	0	0	0	5	18	5	3	10	0
Keski-Suomi	329	87	34	208		568	208	30	9	22	3	1	2	57	173	45	27	101	77	20	5	3	12	0
Etelä-Pohj.	177	75	102	0		375	0	42	12	30	65	18	47	4	14	3	2	8	233	17	4	3	10	0
Pohjanmaa	600	101	138	361		755	361	9	3	7	47	13	34	0	0	0	0	0	315	23	6	4	14	0
Keski-Pohj.	111	14	54	43		179	43	6	2	4	2	1	1	0	0	0	0	0	124	3	1	1	2	1
Pohjois-Pohj.	864	310	381	173		1513	173	7	2	5	2	0	1	3	8	2	1	5	869	71	18	11	41	381
Kainuu	92	40	52	0		128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119	9	2	1	5	0
Lappi	956	237	63	656		885	656	8	2	6	1	0	1	5	17	4	3	10	144	54	14	9	32	0
Ahvenanmaa	8	0	8	0		18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0
YHTEENSÄ	5935	1571	955	3409		7391	3409	162	46	116	154	44	110	92	279	72	44	163	2178	359	93	57	210	757

Kuvassa 30 on esitetty kuvan 29 mukaiset maakunnittaiset jatkuvan toiminnan työllisyysvaikutukset Bio- ja LP-Bio-skenaariossa. Lisäksi kuvaan 30 laskettiin skenaariokohtaiset henkilötyövuosien nettovaikutukset (Bio netto ja LP-Bio netto), joissa jatkuvan toiminnan henkilötyövuosiin lisättiin investointien maakunnittaiset työllisyysvaikutukset taulukosta 15. Laskennassa oletettiin, että investoinnit jakautuvat tasaisesti 15 vuoden ajalle. Kuvasta 30 nähdään, että investoinnit pienentävät osaltaan jatkuvan toiminnan muutoksista seuraavia negatiivisia työllisyysvaikutuksia. Toisaalta, koska investoinnit jakautuvat useiden vuosien ajalle, eivät ne riitä kokonaisuudessaan kattamaan turvetuotannon lopettamisen seurauksena menetettyjä henkilötyövuosia.

Esimerkiksi Pohjois-Pohjanmaan LP-Bio-skenaarion työllisyyden menetykset ovat yli 50 % pienemmät kuin Bio-skenaarion pelkän jatkuvan toiminnan työllisyysvaikutukset. Merkittävimmät vaikutukset kaikilla tavoilla tarkasteltuna kohdistuvat Etelä-Pohjanmaalle, jossa työllisyys laskee 400 henkilötyövuodella (0,52 % kaikista työllisistä) myös LP-Bio-skenaarion nettovaikutuksilla mitattuna. Muutoksessa työllisyyttä kasvattavien maakuntien joukko on pieni. Suurimmat työllisyyden lisäykset saavutetaan Pohjanmaalla, jossa LP-Bio-skenaarion netto-työllisyysvaikutukset ovat positiiviset lisäten työllisyyttä 100 henkilötyövuodella.



Kuva 30. Vuotuiset jatkuvan toiminnan työllisyysvaikutukset lisättyinä investointien työllisyysvaikutuksilla.

Yhteenveto – Skenaarioiden alueelliset työllisyysvaikutukset

Bio- ja LP-Bio-skenaarioiden maakunnittaisia työllisyysvaikutuksia tarkasteltiin sekä investointien että jatkuvan toiminnan osalta. Molemmissa skenaarioissa negatiivisimmat työllisyysvaikutukset kohdistuvat Etelä-Pohjanmaalle (0,52–0,59 % kaikista työllisistä) ja Pohjois-Pohjanmaalle (0,09–0,21 % kaikista työllisistä). Mallinuksissa ei huomioida skenaarioiden mahdollisesti aiheuttamia dynaamisia muutoksia. Tästä syystä tulokset edustavat negatiivisten työllisyysvaikutusten ylärajaa.

7.4 Skenaarioiden oletusten ja tulosten tarkastelua

7.4.1 Skenaarioiden toteutumiseen liittyviä kysymyksiä

Perusskenaariossa turpeen käytön arvioitiin olevan vuonna 2035 noin 25 % alhaisempaa kuin vuonna 2015. Bio- ja LP-Bio-skenaariossa turpeen käytön arvioitiin loppuvan kokonaan vuoteen 2035 mennessä. Kaikkiin skenaarioiden oletuksiin liittyy epävarmuuksia, jotka voivat vaikuttaa mallin tuloksiin. Seuraavassa käydään läpi keskeisiä oletuksia, jotka voivat vahvistaa tai heikentää turpeen korvautumista skenaarioissa.

Perusskenaarion taustalla on oletukset siitä, että kaksi uutta ydinvoimalaa (Olkiluoto 3 ja Hanhikivi 1) ovat käytössä ja lisäksi Suomen pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia toteutuu. Ydinvoimalat lisäävät sähkömarkkinoilla sähkön tuotantoa, joka voi vähentää CHP-voimaloissa fossiilisilla ja turvepoltoaineilla tuotetun sähkön kannattavuutta ja tuotantoa etenkin niissä voimaloissa, joissa polttoaineiden käyttö edellyttää päästöoikeuksien hankintaa. Ydinvoimatuotanto voi myös jäädä alhaisemmaksi perusskenaarion tarkasteluajalla, jos Hanhikivi 1 ei toteudu tai viivästyy, eikä pitkän aikavälin korjausstrategia välttämättä toteudu oletetussa muodossa. Näiden tekijöiden seurauksena turpeen käyttö voi olla arvioitua suurempaa. Turvetuotannon säilyttäminen nykyisellä tasolla tai kasvattaminen edellyttäisi merkittävää uusien turvetuotantoalojen avaamista. On epävarmaa, myönnetäänkö niille ympäristölupia tarvittavassa mittakaavassa.

Turpeen käytön kehittyminen riippuu voimakkaasti siitä, millaista sääntelyä otetaan käyttöön, miten uusien energiateknologioiden hinnat alenevat ja kaukolämmön kysyntä kehittyä. Korjausrakentamisen strategia koskee vuonna 2020 olemassa olevaa rakennuskantaa, mutta myös uusien rakennusten energiatehokkuudessa voi parhaimmillaan tapahtua merkittäviä parannuksia esimerkiksi energiatehokkuusmääräyksien kiristymisen kautta tai rakennusten hiilijalanjäljen sääntelyn tullessa voimaan 2020-luvun puolivälissä. Turpeen suhteellista kilpailu-

kykyä heikentävät erityisesti päästöoikeuksien hintojen nousu ja turpeen verotuksen kiristäminen. Pitkän aikavälin vähähiiliskenaarioissa (Koljonen ym. 2020) turpeen energiakäyttö loppui kokonaan, kun päästövähennysten marginaalikustannus oli noin 100 €/tCO₂. Bio-skenaario voisi toteutua todennäköisimmin tilanteessa, jossa edellä mainitun hintatason lisäksi kaukolämpöä tuottavien lämpöpumppujen sähköveroa ei alennettaisi ja biomassan käytön tukea jatkettaisiin.

Sähköveron alentaminen parantaisi lämpöpumppujen suhteellista kilpailukykyä polttamiseen perustuviin lämmöntuotantomuotoihin verrattuna, samoin kuin biomassan käytön tukien vähentäminen tai bioenergian verottaminen. LP-Bio-skenaario voisi toteutua todennäköisesti siten, että lämpöpumppujen sähköveroa alennettaisiin, turpeen verotusta korotettaisiin ja bioenergian tukia jatkettaisiin.

Jotta turpeen käytöstä voitaisiin luopua alhaisemmalla biomassan käyttömäärällä kuin LP-Bio-skenaariossa on esitetty, bioenergian tuista ja verottomuudesta tulisi luopua. Samalla tulisi korottaa päästöjen hinnoittelua esimerkiksi CO₂-verojen korotuksilla, EU-päästökaupan tiukennuksilla tai vaihtoehtoisesti kansallisella lattiahinnalla sekä toteuttaa Sanna Marinin hallitusohjelmassa kaavailtu sähköveron alennus yhtä aikaa. Näillä keinoin tuulivoiman, aurinkoenergian, ydinvoiman, erilaisia lämmönlähteitä hyödyntävien teollisten lämpöpumppujen, sähkökattiloiden, energiavarastojen ja kulutusjouston kilpailukyky paranisi kaukolämmön tuotannossa, teollisuusprosesseissa, maataloudessa ja rakennuksissa. Lisäksi tulisi vauhdittaa uusien energiaratkaisujen kehitystä, pilotointia ja kaupallistumista. Tällaisia ratkaisuja ovat esimerkiksi keskisyvä maalämpö, geoterminen energia, pienet modulaariset ydinvoimalat sekä synteettiset vähäpäästöisen sähkön avulla tehtävät polttoaineet ja teollisuuden prosessilämmön sähköistämistä mahdollistavat teknologiat. Näiden teknologioiden käyttöönottoon vaikuttavat muun muassa sääntely sekä energiateknologioiden ja osaamisen kehitys. Uudisrakennusten osalta energiatehokkuusmääräysten kiristäminen ja rakennusten hiilijalanjälkeä koskevan lainsäädännön toteuttaminen voimakkaasti vähähiiliseen rakentamiseen ohjaavana vauhdittaisivat osaltaan turpeesta ja muista fossiilisista polttoaineista luopumista. Uusien energiateknologioiden käyttö edellyttää sähkö-, lämpö-, liikenne- ja teollisuussektorien keskinäistä kytkentää sekä energia-markkinoiden ja liiketoimintamallien systeemistä kehitystä.

Ympäristöturpeen (kasvualustat, kuivike yms.) korvautumisessa erityisesti muilla biomassapohjaisilla vaihtoehdoilla haasteeksi saattaa muodostua vaihtoehtoisten materiaalien heikommat ominaisuudet, huonompi saatavuus, korkeampi hinta ja tasalaatuisuuden puute turpeeseen verrattuna. Joiltakin osin haitalliset ympäristövaikutukset voivat myös rajoittaa korvaavien materiaalien hyödyntämistä. Ympäristöturvetta korvaavien materiaalien potentiaaleista ei ole tällä hetkellä

saatavilla riittävän kattavia tietoja, jotta voitaisiin luotettavasti arvioida, kuinka suuri osa muusta turpeen käytöstä voitaisiin kestävästi korvata muilla materiaaleilla. Mikäli kotimaisen ympäristöturpeen tuotannosta kokonaan luovuttaisiin, käyttö saattaisi korvautua osin tuonnilla.

7.4.2 Skenaarioiden talousvaikutuksista

Skenaarioissa esitetyt investointihyödykkeet tuotetaan osittain Suomessa. Nettotalousvaikutusten tarkastelussa investointien oletettiin jakautuvan tasaisesti seuraavien 15 vuoden ajalle, vaikka todellisuudessa investoinnit toteutuvat todennäköisesti painottuen aikajakson jälkimmäiselle puoliskolle. Vaikka mallinnus koskee 15 vuoden aikajaksoa, tämä ei kuitenkaan tarkoita, että kyseisten hyödykkeiden tuotanto loppuisi sen jälkeen. Kotimainen investointitoiminta voi synnyttää uutta yritystoimintaa, joka on olemassa 15 vuoden jälkeen tuottaen samalla hyödykkeitä suomalaisen kysynnän lisäksi myös vientimarkkinoille. Kotimaisen tuotanto-toiminnan kehittyessä ja kysynnän kasvaessa kotimaisuusaste voi nousta, mikä osaltaan lisää positiivisia talousvaikutuksia Suomessa.

Mallinnuksen tulokset osoittavat kerrannaiset talousvaikutukset, jotka muodostuvat korvattaessa turvetta biomassalla ja erilaisilla lämpöpumppuratkaisuilla. Mallinnuksessa ei huomioida teknologioiden kehitystä eikä sitä, kuinka muu talouden rakenne sopeutuu muutokseen. Turpeen noston tuotantoketjusta työttömäksi jääneiden uudelleen työllistäminen muihin tehtäviin on mahdollisuus, jota ei ole mallinnuksessa huomioitu.

Palkkojen joutaessa työntekijät voivat työllistyä muille toimialoille. Työttömäksi jäänyttä työvoimaa voidaan ohjata muille toimialoille esimerkiksi uudelleenkoulutuksilla. Työntekijöiden yrittäjäyyttä voidaan kehittää erilaisin tukitoimin, kuten tarjoamalla taloudellista tukea uuden liiketoiminnan kehitystyöhön. Kaikissa tukitoimenpiteissä tulisi huolehtia siitä, että työntekijät suuntautuvat mahdollisimman korkean arvonlisän tuotantotoimintaan. Työvoiman uudelleen-työllistämistä tulee tukea siten, että kansantalouden arvonlisä nousee verrattuna turpeen käytön sisältävään lähtötilanteeseen. Jatkuvan toiminnan mallinnus-tuloksissa havaittiin jo tällaista muutosta arvonlisäyksen kasvaessa, vaikka tuotos pienenikin.

Turpeen käytöstä luopuminen saattaa nostaa lämmön ja sähkön hintaa. Toisaalta lämmön käyttäjillä on lähtökohtaisesti vapaus valita käyttämänsä lämmitysmuoto, kuten kaukolämpö tai kiinteistökohtainen energiajärjestelmä. Kilpailu lämmitysmarkkinoilla huolehtii hinnoittelun kohtuullisuudesta (Energiateollisuus ry 2019c). Kiinteistökohtaiset maalämpöjärjestelmät ovat jo kiinteistön-

omistajille hyvin kustannustehokas vaihtoehto luoden lämmitysmarkkinoilla kaukolämpöyhtiöiden hintojen korotuksille vastapainetta. Lisäksi lämmön ja sähkön loppukuluttajien hintaan vähittäismarkkinoilla vaikuttavat hyvin monet tekijät, kuten energian tuotantokustannukset, lämmön ja sähkön siirron hinnoittelu sekä verotus. Verojen osuus loppukäyttäjien hinnoissa on hyvin merkittävä. Lämmön ja sähkön tuotantohintavertailut osoittavat, että sähköveron alennuksen myötä kaukolämpöyhtiöt voivat tuottaa asiakkailleen kaukolämpöä teollisilla lämpöpumpuilla kilpailukykyiseen hintaan. Energiayhtiöiden hinnoitteluun voidaan myös vaikuttaa omistajaohjauksella pitämällä investointien tuottovaatimukset maltillisina ja rahoituskulut alhaisina, esimerkiksi valtion takausten tai sähkön tuotannossa Mankala-yhtiömuotojen¹⁰ avulla.

Turpeen käytöstä luopuminen tulisi pyrkiä näkemään luovan tuhon prosessina, johon kuitenkin liittyy huomattavia yksilökohtaisia riskejä ja epätasa-arvokysymyksiä. Yksittäisiä turvetuotannon yrityksiä tai niiden tuotantoketjuun nojaavia alihankkijoita ei siten tule jättää huomiotta, vaan tukea näitä muutoksessa. Turpeen käytöstä luopumiseen tähtäävän ilmastopolitiikan tulee olla ennakoitavaa ja läpinäkyvää, mikä auttaa yksittäisiä turvetuottajia sopeuttamaan toimintaansa suunnitelmallisesti. Ilmastopolitiikan tasa-arvoisuuteen liittyvää selvitystyötä ja suunnitelmallisuutta tarvitaan myös turpeen käytöstä luopumisen yhteydessä.

Monipuolisemman taloudellisen mallinnuksen avulla koko kansantaloudessa tapahtuvia dynaamisia muutoksia voidaan tarkastella tarkemmin. Tämän työn avulla saadaan lähinnä tietoa siitä, mille alueille ja toimialoille merkittävimmät negatiiviset työllisyysvaikutukset kohdistuvat. Tulosten perusteella on selvää, että turvetuotannon lopettamisella ja turpeen käytön lopettamisella on suuria alueellisia eroja. Selvästi eniten muutoksesta tulisivat kärsimään turvetuotannon harjoittajat Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaan maakuntien alueella. Turpeen käytöstä luovuttaessa tulisikin selvittää, millaisilla työmarkkinatoimenpiteillä turvetuotannosta työttömäksi jääneet voidaan työllistää muihin tehtäviin mahdollisimman tehokkaasti.

Tämän selvityksen tulokset heijastelevat tuotantotoiminnan rakennetta ja suhteellisia hintoja vuonna 2015, mitkä voivat olla huomattavan erilaisia vuoteen 2035 saavuttaessa. Tulosten tarkastelussa tulee huomioida, että tarkasteluun on valittu vain kaksi skenaariota, jotka eivät olennaisesti poikkea toisistaan. Näiden lisäksi on lukemattomia muita polkuja, jotka tuottaisivat erilaisia tuloksia. Vaikutusten suuruusluokka turpeen tuottajiin pysynee kuitenkin samana riippumatta valitusta polusta, jos tavoitteena on turpeen käytöstä luopuminen. Toimenpiteiden

¹⁰ Mankala-yhtiö on voittoa tuottamaton osakeyhtiö, joka on perustettu yhden tai useamman energiantuotantolaitoksen rakentamista ja operoimista varten. Osakeyhtiön osakkaat vastaavat laitoksen rakentamis- ja ylläpitokustannuksista ja ne saavat ostaa tuotetun energian omakustannehintaan.

valinnassa tulee huomioida, että markkinat ovat dynaamiset ja reagoivat kysynnän ja tarjonnan muutoksiin. Kotimaisen työllisyyden näkökulmasta optimaalisin polku on sellainen, jossa hyödynnettävien energiatekniologioiden kotimaisuusaste on mahdollisimman suuri ja työvoimaa koulutetaan yleisesti kasvaville ja kehittyville toimialoille. LP-Bio-skenaarion työllisyysvaikutuksia parantaisi esimerkiksi kehityskulku, jossa kotimainen lämpöpumpputuotanto kasvaisi kuljettaessa kohti tarkastelun päätevuotta 2035.

Investointien mallinnuksessa suoritettiin herkkyystarkastelua investointien kotimaisuusasteen suhteen. Investoinneissa käytettävien sähkölaitteiden ja muiden koneiden ja laitteiden osalta tarkasteltiin tilanteita, joissa mainittujen tuotteiden kotimaisuusaste oli vähintään 50 % ja 80 %. Ensimmäisessä vaihtoehdossa Bioskenaarion investointien kokonaistyöllisyys kasvoi noin 14 htv:ta ja LP-Bioskenaariossa noin 132 htv:ta. Toisessa vaihtoehdossa lisäykset olivat noin 168 htv:ta ja noin 354 htv:ta verrattuna investointien perusmallinnukseen. Investointien lisääntyvä kotimaisuusaste siis lisää positiivisia työllisyysvaikutuksia. Lisäksi mainittujen tuotteiden kasvava kotimainen tuotanto merkitsisi todennäköisesti myös kotimaisen panoskäytön lisääntymistä näiden tuotteiden valmistuksessa. Tuotantorakenteen muutoksessa ja markkinamurroksessa valtion ohjauksella on oma roolinsa muun muassa koulutus- ja kehitystyöpanostusten muodossa. Rakenteellisessa ohjauksessa tulee kuitenkin huomioida kansainvälisten markkinoiden suhteelliset kilpailuedut. Toisin sanoen, ei ole syytä panostaa uusien energiatekniologioiden kehitystyöhön, mikäli vaaditut panokset ovat suuria verrattuna tuottavuuteen, jota voidaan saavuttaa lisäpanostuksilla muilla tuotantosektoreilla ja toimialoilla. Turpeesta luopumista on tärkeää tarkastella osana meneillään olevaa energiamurrosta sekä laajempaa talouden kehitystä, jossa teknologia- ja työmarkkinat ovat laajemmassa muutoksessa.

8 Yhteenveto, johtopäätökset ja suositukset

8.1 Yhteenveto ja johtopäätökset

Turvetta käytetään energiaksi sekä ympäristöturpeena muun muassa kasvualueissa, eläinten kuivikkeena, kompostoinnin tukiaineena, maanparannuksessa ja ympäristövahinkojen torjunnassa. Turpeen globaalista käytöstä noin puolet on energiakäyttöä ja puolet muuta käyttöä. Noin puolet globaalista turpeen energiakäytöstä tapahtuu

Suomessa. Maailmanlaajuisesti energiaturpeen käyttö on laskussa, mutta turpeen muun kysynnän on arvioitu kasvavan, erityisesti Kiinassa.

Suomessa turpeella tuotetaan sähköä ja lämpöä yhdyskuntien ja teollisuuden yhdistetyssä ja erillisessä sähkön ja lämmön tuotannossa. Erityisesti kaukolämmön tuotannossa turpeella on merkittävä rooli tietyissä maakunnissa, kuten Etelä-, Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalla ja Lapissa. Turpeen energiakäyttö on Suomessa ollut huipussaan 2000-luvulla, jolloin turvetta poltettiin enimmillään vuosittain lähes 30 TWh (lähes 30 Mm³), mikä vastasi noin 7 % Suomen kokonaisenergiankulutuksesta. 2010-luvulla turpeen vuosittainen energiakäyttö on Suomessa vähentynyt alle 20 TWh:iin ja vajaan 5 %:iin kokonaisenergiankulutuksesta. Suomessa turpeen muu kuin energiakäyttö on ollut vuosina 2013-2017 noin 1,5 miljoonaa kuutiometriä (Mm³), mikä on noin 10 % vastaavan jakson energiaturpeen käyttömäärästä.

Turvetuotannolle on tavanomaista korjuukesän vallitsevista sääolosuhteista johtuva voimakas vuosittainen vaihtelu. 2010-luvulla useampana keväänä turpeen varastointitilanne on ollut heikompi kuin lakisääteinen varastointitavoite.

Turpeen noston suorat ja välilliset työllisyysvaikutukset vuonna 2015 olivat Suomessa yhteensä noin 2500 henkilötyövuotta. Merkittävimmin turvetuotantoa on Pohjois- ja Etelä-Pohjanmaan maakunnissa, joissa kummassakin turvetuotannon työllistävä vaikutus oli vuonna 2015 yli 450 henkilötyövuotta. Etelä-Pohjanmaalla turvetuotannon työllistävä vaikutus on 0,56 % ja Pohjois-Pohjanmaalla 0,33 % kaikista työllisistä.

Kasvihuonekaasuinventaarion mukaan turpeen poltto aiheutti vuonna 2017 noin 10 % (5,8 Mt CO₂-ekv.) Suomen kasvihuonekaasupäästöistä. Lisäksi turpeen tuotanto aiheutti päästöjä noin 1,4 Mt CO₂-ekv. ja kasvu-, kuivike- ja ympäristöturpeen hajoaminen noin 0,3 Mt CO₂-ekv.

Energiayksikköä kohden laskettuna turpeen polttaminen aiheuttaa 100 vuoden aikajänteellä laskettuna suuruusluokaltaan kivihiilen polttamiseen verrannollisen ilmastovaikutuksen. Kasvu-, kuivike- ja ympäristöturpeen elinkaariset päästöt ovat samaa suuruusluokkaa energiaturpeen kanssa.

Suoluontotyypeistä 83 % on uhanalaisia kasvillisuusvyöhykkeillä, joilla turvetuotantoalueet muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta sijaitsevat. Suoluontotyypit esiintyvät usein vierekkäisinä yhdistyminä tai suosysteemeinä. **Turvetuotanto vaikuttaa haitallisesti rajattua aluettaan laajemmalle, useisiin suoluontotyyppisiin ja vesistöihin alueellisesti ja paikallisesti. Toiminta-alueen suoluonto häviää peruuttamattomasti.** Jos nykyiset tuotantomäärät säilyvät

lähivuosina ja -vuosikymmeninä, tarvitaan runsaasti uusia tuotantoalueita. Uusien alueiden ottaminen turvetuotantoon heikentää suoluontotyyppien ja suolajiston monimuotoisuutta entisestään.

Turpeen energiakäyttöä voidaan korvata useilla erilaisilla energialähteillä, kuten tuuli-, aurinko-, ydin- ja vesivoimalla, biomassalla, geotermisellä energialla sekä maa-, ilma- ja vesilämmöllä. Energian tuotannon tarvetta voidaan myös vähentää energiankäyttöä tehostamalla sekä teollisuuden ja yhteiskunnan hukkalämpöä hyödyntämällä. Monet turpeen korvaamiseen soveltuvat energiateknologiat ovat vasta viime aikoina kaupallistuneet, kuten esimerkiksi teolliset lämpöpumput ja kulutusjoustoautomaatio. Ne ovat parhaillaan leviämässä varhaisten omaksujien käyttöön. Pilotointi- ja kokeiluvaiheessa olevia teknologioita ovat pienet ydinvoimalat, geotermistä energiaa hyödyntävät lämpölaitokset, puhtaiden synteettisten polttoaineiden jalostusprosessit sekä erilaiset lämpö- ja sähkövarastot.

Nykyisin turpeen rinnalla ympäristöturpeena käytetään erilaisia korvaavia vaihtoehtoja, kuten kivivillaa, kookoskuitua ja perliittiä kasvualustakäytössä tai olkea ja kutteria kuivikekäytössä. Käytössä olevien materiaalien osuutta tulee kasvattaa ja monipuolistaa uusia korvaavia tuotteita kehittämällä, jotta ympäristöturpeen käyttöä voidaan vähentää. Yksi mahdollinen kasvualustamateriaali voisi olla rahkasammal, jota on viime vuosina Suomessa kerätty ja käytetty pieniä määriä, mutta senkin korjuun vaikutuksista kasvihuonekaasupäästötaseisiin ja muista ympäristövaikutuksista tarvitaan lisää tutkimusta. Haasteeksi korvaavien materiaalien käytössä saattaa muodostua vaihtoehtoisten materiaalien heikommat ominaisuudet, saatavuus, hinta ja tasalaatuisuus. Joiltakin osin haitalliset ympäristövaikutukset voivat myös rajoittaa korvaavien materiaalien hyödyntämistä. **Ympäristöturvetta korvaavista materiaaleista ei ole tällä hetkellä saatavilla riittävästi tietoa, jotta voitaisiin luotettavasti arvioida, kuinka suuri osa muusta turpeen käytöstä voitaisiin kestävästi korvata muilla materiaaleilla.**

Tässä selvityksessä turpeen korvaamismahdollisuuksia energiakäytössä tarkasteltiin kahdessa yksinkertaisessa skenaariossa vuoden 2035 tilannetta kuvaten. Niitä verrattiin perusskenaarioon, jossa arvioitiin miten turpeen käyttö kehittyisi ilman uusia turpeen käytön vähentämiseen pyrkiviä ohjauskeinoja. Bio-skenaariossa oletettiin, että turpeen käyttö korvattaisiin energiantuotannossa täysin biomassalla ja tuulivoimalla. LP-Bio-skenaariossa oletettiin, että turpeen käyttö korvattaisiin hukka-, ilma-, maa- ja vesilämmöllä (lämpöpumput), biomassalla ja tuulivoimalla. Skenaarioissa huomioitiin vain vuoteen 2020 mennessä kaupallistuneet energiateknologiat. Pilottivaiheessa olevia energiaratkaisuja ei tarkasteltu, koska aluetaloudellista mallinnusta varten niiden hintatietoja ei ollut saatavilla. Turpeen muun

käytön arvioitiin Bio- ja LP-Bio-skenaariossa korvautuvan turpeelle vaihtoehtoisilla materiaaleilla ja ympäristöturpeen tuonnilla. Perusskenaariossa turvetta käytetään energiaksi noin 12 TWh vuonna 2035. Vuoden 2015 turpeen käytöstä (n. 16 TWh) on perusskenaariossa korvautunut noin 2 TWh kaukolämmön kysynnän vähentymisellä ja noin 2 TWh biomassalla. Bio-skenaariossa turvetta korvataan biomassalla noin 13 TWh ja LP-Bio-skenaariossa noin 10 TWh. LP-Bio-skenaariossa turpeen käyttöä korvaavat lämpöpumput lisäävät sähkön kulutusta hieman alle yhden TWh:n. Uutta tuulivoiman tuotantoa tarvitaan turvetta korvaamaan ja lämpöpumppujen sähköenergiaksi perusskenaariossa noin 0,5 TWh, Bio-skenaariossa noin 1 TWh ja LP-Bio-skenaariossa noin 2 TWh.

Mikäli kaikki turpeen korvaamiseksi käytetty biomassa olisi metsähaketta, tarvittaisiin sitä perusskenaariossa noin 1 Mm³, Bio-skenaariossa noin 6 Mm³ ja LP-Bio-skenaariossa noin 1-4 Mm³. Turpeen korvaamisen lisäksi metsähakkeen käyttöä lisääviä tekijöitä ovat mahdollisesti kivihiilen korvaaminen ja bionesteiden valmistus. Metsähakkeen käyttöä puolestaan alentaisivat lämpöpumppujen laajamittainen käyttöönotto kaukolämmön tuotannossa ja kaukolämmön kysynnän alentuminen. Metsähakkeen käyttö voisi nousta Bio-skenaariossa noin tasolle 19 Mm³ ja LP-Bio-skenaariossa noin tasolle 14-17 Mm³. Alueellisesti suurin tarve metsähakkeelle olisi Etelä-Pohjanmaalla, Keski-Pohjanmaalla, Pohjanmaalla ja Pohjois-Pohjanmaalla, joissa latvusmassan ja pienpuun yhteenlaskettu lisäyspotentiaali on Bio-skenaariossa selvästi tarvetta alhaisempi. Näin ollen merkittävä osa lisääntyneestä metsähakkeen tarpeesta pitäisi todennäköisesti Bio-skenaariossa tyydyttää ulkomaan tuonnilla tai sen tulisi kohdistua kantoihin tai kuitupuuhun. Metsien hiilinielu pienenisi vuoden 2035 tasolla arviolta noin 1–6 Mt CO₂ Bio-skenaariossa ja noin 0–4 Mt CO₂ LP-Bio-skenaariossa, metsähakkeen raaka-ainepohjasta riippuen. Mitä enemmän metsähakkeen käytön lisäys kohdistuisi elävään puustoon, sitä enemmän hiilinielu pienenisi. **Metsähakkeen käytön lisäyksestä johtuva hiilinielun pieneneminen voisi vähentää turpeen käytön korvautumisesta saatavaa ilmastohyötyä merkittävästi useiksi vuosikymmeniksi, jopa sadaksi vuodeksi.**

Metsähakkeen käytön lisääntyminen aiheuttaa biomassaan pohjautuvissa skenaarioissa haasteita luonnon monimuotoisuudelle ja vesistöille. Vaikutukset riippuvat metsähakkeen korjuun kohdistumisesta kivennäis- ja turvemaille, hakkuiden toteutustavasta, metsään jäävän lahoppuun määrästä ja monimuotoisuuden kannalta keskeisten rakennepiirteiden säilymisestä.

Turvetuotannon päättymisen jälkeinen käyttö parantaa tuotantoalueen monimuotoisuutta ja voi vähentää kasvihuonekaasupäästöjä erityisesti pidemmällä aikavälillä. Ennalleen alue ei palaudu, mutta

esimerkiksi uudelleensoistaminen, kasvittaminen tai kosteikon perustaminen tarjoavat elinympäristöjä useille tällaisissa ympäristöissä viihtyville lajeille. Sukkessioprosessi eli paikallinen lajiston muuttuminen saattaa kuitenkin olla hidasta.

Turpeen käytöstä luopuminen aiheuttaa talous- ja työllisyysvaikutuksia sekä tarvittavien investointien että muuttuneen energijärjestelmän seurauksena. Tässä selvityksessä vaikutuksia mallinnettiin panos-tuotosmallilla. **Investoinnit synnyttivät työpaikkoja etenkin rakentamisessa, konepaja- ja metallituoteteollisuudessa, kaupassa, liike-elämän palveluissa ja kuljetuksessa ja varastoinnissa.** Skenaarioissa muuttuneen energijärjestelmän negatiiviset työllisyysvaikutukset kohdistuivat kaivostoimintaan turpeen noston loputtua, kuljetukseen ja varastointiin, puuteollisuuteen ja liike-elämän palveluihin. Täten työllisyys heikkeni suhteessa Perusskenaarioon. Skenaarioissa taloustuotantoa siirtyi korkeamman arvonlisäyksen toimialoille, mistä seurasi arvonlisäyksen kasvua suhteessa Perusskenaarioon. **Arvonlisäyksen ja työllisyyden kokonaisuutokset (jatkuva toiminta) Bio- ja LP-Bio-skenaarioissa verrattuna Perusskenaarioon olivat hyvin pieniä, 0–0,1 %:n luokkaa.** Talousvaikutusten mallinnuksessa ei kuitenkaan huomioitu kansantaloudessa tapahtuvia dynaamisia muutoksia, eikä siten talouden sopeutumista turpeen käytön korvaamisesta aiheutuvaan muutokseen. **Todennäköisesti osa turvetuotannon arvoketjuissa työskentelevistä henkilöistä työllistyisi muille aloille.**

Turpeen käytöstä luopumisen taloudellisia vaikutuksia tarkasteltiin myös maakunnittain. Vuonna 2015 turvetuotannon osuus koko<<<naistyöllisyydestä oli suurin Etelä-Pohjanmaalla (0,56 %) ja Pohjois-Pohjanmaalla (0,33 %). **Myös skenaariotarkasteluissa turpeen korvaamisesta seuraavat vuotuiset työllisyysmuutokset olivat pääosin pieniä ja merkittävimmät negatiiviset työllisyysvaikutukset kohdistuivat Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaalle.** Skenaariotarkasteluissa työllisyys laski Etelä-Pohjanmaalla 0,52–0,59 % ja Pohjois-Pohjanmaalla 0,09–0,21 % kaikista työllisistä.

Turpeen käytön kehittyminen riippuu voimakkaasti siitä, millaista sääntelyä otetaan käyttöön, miten uusien energiateknologioiden hinnat alenevat ja miten kaukolämmön kysyntä kehittyy. Turpeen suhteellista kilpailukykyä heikentäisivät erityisesti päästöoikeuksien hintojen nousu ja turpeen verotuksen kiristäminen. Pitkän aikavälin vähähiiliskenaarioissa (Koljonen ym. 2020) turpeen energiakäyttö loppui kokonaan, kun päästövähennysten marginaalikustannus oli noin 100 €/tCO₂. **Bio-skenaario voisi toteutua todennäköisimmin tilanteessa, jossa riittävän suuren päästöoikeuden**

hinnan lisäksi kaukolämpöä tuottavien lämpöpumppujen sähköveroa ei alennettaisi ja biomassan käytön tukemista jatkettaisiin suoraan tai epäsuorasti. Sähköveron alentaminen parantaisi lämpöpumppujen suhteellista kilpailukykyä polttamiseen perustuviin lämmöntuotantomuotoihin verrattuna, samoin kuin biomassan käytön tukien vähentäminen tai bioenergian verottaminen. **LP-Bio-skenaario voisi toteutua todennäköisesti siten, että riittävän suuren päästöoikeuden hinnan lisäksi lämpöpumppujen sähköveroa alennettaisiin, turpeen verotusta korotettaisiin ja bioenergian verottomuutta ja tukia jatkettaisiin.** Jos bioenergiaa ryhdyttäisiin verottamaan ja sähkövero laskettaisiin EU:n minimiin, teollisuuden sähköistyminen vähentäisi erittäin suurella todennäköisyydellä biomassan energiakäyttöä.

Kansainvälisiä esimerkkejä turpeen käytöstä luopumisesta ja sen oikeudenmukaisesta toteuttamisesta on vähänlaisesti olemassa. Konkreettisin esimerkki on Irlannista, jossa on perustettu siirtymäryhmä, nimitetty oikeudenmukaisen siirtymävaiheen komissaari ja perustettu rahasto. Toimien päämääränä on tukea turvetuotannossa työskennelleiden työntekijöiden uudelleen- koulutusta ja paikallisten yhteisöjen ja yritysten sopeutumista. Siirtymää pois hiilen käytöstä ollaan toteuttamassa muun muassa Saksassa, Kanadassa ja Isossa-Britanniassa, joissa siirtymän toteuttamiseksi on perustettu työryhmät, käytetty tai varattu rahoitusta tukitoimenpiteisiin ja uusien työpaikkojen synnyttämiseen.

Turpeesta luopumisen mahdollisuuksiin ja aikatauluun vaikuttavat kehitteillä olevien energiaratkaisujen kaupallistuminen, olemassa olevan polttolaitoskapasiteetin poistuminen sekä ohjauskeinot ja sääntely. Euroopan komissio on esittänyt oikeudenmukaisen siirtymän rahastoa, josta Suomi voi saada rahoitusta turpeen käytöstä luopumiseen.

8.2 Suositukset

- Ilmastonmuutoksen haittoja vastaava päästöjen hinnoittelu, turpeen veron merkittävä korotus, bioenergian verotus, sähköveron alennus ja T&K-, pilotointi- ja investointituet sekä uusien energiaratkaisujen käyttöönottoa tukevat kaupallistamisohjelmat yhdessä edistäisivät energiantuotannon rakennemuutosta suuntaan, jossa polttoaineiden polttaminen vähenisi ja turvetta korvautuisi enenevässä määrin muilla ratkaisuilla kuin polttoaineen vaihdolla biomassaan.

- Turpeen käyttö ei ole ekologisesti kestävä, joten on pyrittävä löytämään sille kestävämpiä korvaavia vaihtoehtoja niin energia- kuin materiaali-käytöissäkin.
- Ruotsin käytäntöjä seuraillessa tulisi vakavasti harkita, voidaanko uusia turvetuotantoalueita enää avata. Harkinnassa voitaisiin ottaa monimuotoisuuden ja vesistövaikutusten lisäksi huomioon ilmastovaikutukset. Etenkin silloin, jos yleiseen etuun nojaten haluttaisiin sallia poikkeus turmella ympäristönsuojelulain ”merkittävä luonnonarvo”. Jos uusia turpeenostoaalueita kuitenkin vielä avataan, tulisi ne suunnata runsaspäästöisille suopelloille tai metsäojitetuille soille haitallisten ilmastovaikutusten vähentämiseksi.
- Uusien potentiaalisten turvetuotteiden ympäristövaikutukset tulee selvittää ja verrata niitä tilanteeseen, jossa turpeenosto lakkaa ja suoluonnon monimuotoisuutta suojellaan ja turpeen sijasta käytetään vaihtoehtoisia tuotteita.
- Yksittäisten turvetuotannon yritysten tai turvetuotantoon kytkeytyvien alihankkijoiden sosioekonomiset olosuhteet tulee ymmärtää ja huomioida kehitettäessä ratkaisu- ja korvausmalleja turpeesta luopumiseksi oikeudenmukaisella tavalla.
- Reilun siirtymän mahdollistamiseksi erityishuomiota ja toimenpiteitä olisi kohdennettava alueille, joilla on eniten turvetuotantoa.
- Turpeen käytöstä luopumiseen pyrkivän ilmastopolitiikan tulee olla ennakoitavaa, suunnitelmallista ja läpinäkyvää, mikä auttaa yksittäisiä turvetuottajia sopeuttamaan toimintaansa ajan saatossa. Yleisesti ilmastopolitiikka hyödyttää suurta enemmistöä, mutta voi aiheuttaa haittoja tietyille rajatuille ryhmille. Haittojen korvaamiseen sekä uusien työ- ja elinkeinomahdollisuuksien luomiseen liittyviä ratkaisumalleja tarvitaan turpeen käytöstä luopumisen yhteydessä.
- Kansainvälisten esimerkkien perusteella turpeen tai hiilen käytön luopumisen toimien objektiivista arviointia ja avointa tiedottamista, alueellisten tekijöiden riittävää huomiointia, asianosaisten ihmisten

osallistamista ja toimien riittävää pitkäjänteisyyttä voidaan pitää reilun siirtymän edellytyksinä.

Lähteet

Aalto, M. 2015. Rankapuun ja -hakkeen laadun vaihtelu terminaalivarastoinnissa. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Energiatekniikka.
<https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/104784/Rankapuun%20ja%20hakkeen%20laadun%20vaihtelu%20terminaalivarastoinnissa.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

AGEB (2019). Deutlicher Rückgang des Energieverbrauchs in Deutschland im Jahr 2018 (suomeksi: Energiankulutuksen merkittävä lasku Saksassa vuonna 2018).
<https://ag-energiebilanzen.de/28-0-Zusatzinformationen.html> [Viitattu 16.3.2019]

Alakangas E., Hurskainen M., Laatikainen-Luntama J., Korhonen J. (2016). Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. VTT Technology 258. ISSN 2242-122X (Verkkójulkaisu). <https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2016/T258.pdf>

ALTA (2019). Alueellisen taloustilastojen tietokanta: maakunnittaiset panos-tuotosaineistot. <https://www.ptt.fi/julkaisut-ja-hankkeet/kaikki-hankkeet/alueellisen-taloustilastojen-tietokanta-alta.html> [Viitattu 27.4.2020]

Anttila, P., Nivala, V., Salminen, O., Laitila, J., Kärki, J., Hurskainen, M., Asikainen, A. (2017). Riittääkö metsähake kaikille? Biotalous ja energiamurros vuoteen 2030. <https://www.slideshare.net/LukeFinland/riittk-metshaketta-kaikille-perttu-anttila-2612017> [Viitattu 11.5.2020]

Bain, C., Goodyer, E. (2016). IUCN UK Peatland Programme. <https://www.iucn-uk-peatlandprogramme.org/sites/default/files/Peat%20and%20horticulture%20NPG%20draft.pdf>

Barthelmes, A., Couwenberg, J., Risager, M., Tegetmeyer, C. (2015). Peatlands and Climate in a Ramsar context: A Nordic-Baltic Perspective, Nordic Council of Ministers, 2015 <http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:814147/FULLTEXT02.pdf>

BPPF (2017). Lithuanian Peat Producers Association 'Lietuviskos Durpes'. Baltic Peat Producers Forum. Riga 2017.

http://www.latvijaskudra.lv/upload/prezentacijasbppf2017/14.g.giparas_lithuania_2017.pdf

Beatty, C., Fothergill, S. & Gore, T. (2019). The State of the Coalfields 2019. Economic and social conditions in the former coalfields of England, Scotland and Wales. A report commissioned by the Coalfields Regeneration Trust.

<https://www4.shu.ac.uk/research/cresr/sites/shu.ac.uk/files/state-of-the-coalfields-2019.pdf>

BEIS (2019). 2018 UK GREENHOUSE GAS EMISSIONS, PROVISIONAL FIGURES Statistical Release: National Statistic. Department for Business, Energy & Industrial Strategy.

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/790626/2018-provisional-emissions-statistics-report.pdf

BEIS (2020). End of coal power to be brought forward in drive towards net zero. Press release 4.2.2020. Department for Business, Energy & Industrial Strategy.

<https://www.gov.uk/government/news/end-of-coal-power-to-be-brought-forward-in-drive-towards-net-zero> [Viitattu 16.3.2019]

Belta (2018). Peat extraction in Belarus up by 19 % in 2018 to nearly 2.6m tonnes. Belarusian Telegraph Agency 19/9/2018.

<https://eng.belta.by/economics/view/peat-extraction-in-belarus-up-by-19-in-2018-to-nearly-26m-tonnes-114918-2018/> [Viitattu 21.3.2019]

Bennett, K., Beynon, H., Hydson, R. (2000). Coalfields regeneration. Dealing with the consequences of industrial decline. Published for the Joseph Rowntree Foundation by The Policy Press.

Bioenergia ry (2018). Kotimaisten polttoaineiden toimintaympäristö ja käyttöarviot 2030 saakka – Omaa energiaa. Raportti 21.11.2018.

Bioenergia ry (2019). Turvetuotanto työllistää tuhansia. Tiedote 26.3.2019. <https://www.epressi.com/tiedotteet/energia/turvetuotanto-tyollistaa-tuhansia-ihmisia.html> [Viitattu 16.3.2019]

Bioenergia ry (2020). Tutkittua tietoa turpeesta.
<http://turveinfo.fi/kayttotavat/turpeen-muu-kaytto/turve-on-parasta-kuiviketta/>
[Viitattu 6.4.2019]

Blok, C., Eveleens, B., van Winkel, A. (2019). Growing media volumetric potentials for meeting developments in the period 2020-2050. IPS Convention Economy meets Environment & Society: Future Use of Peat and Substitutes in Horticulture. https://8ea82877-24bc-48a7-bd3ffa1f70d7d9f2.filesusr.com/ugd/213a5e_eebc918aa8964568823852f5b7afe34b.pdf

Bord na Mona (2018). Bord na Móna accelerates Decarbonisation. 25.10.2018.
<https://www.bordnamona.ie/company/news/articles/bord-na-mona-accelerates-decarbonisation/> [Viitattu 22.4.2019]

Bord na Mona (2019). From Brown to Green. Our Future is Clear. Annual Report 2019. https://www.bordnamona.ie/wp-content/uploads/2019/07/Bord-na-Móna-Annual-Report-2019_FINAL.pdf

Calefa Oy (2020). Verkkouutinen: KAUKOLÄMPÖÄ ILMASTOA JÄÄHDYTTÄEN. Viitattu 11.5.2020. Saatavissa:
<http://www.calefa.fi/fi/ajankohtaista/kaukolampoa-ilmastoa-jaahdyttaen/>

CCC (2019). Peatland case study. The Committee on Climate Change.
<https://www.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2019/07/Outcomes-Peatland-case-study.pdf>

Crump, J. (Ed.) (2017). Smoke on Water – Countering Global Threats From Peatland Loss and Degradation. A UNEP Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme and GRID-Arendal, Nairobi and Arendal.

CSO (2018). Environmental Subsidies and Similar Transfers 2016. Central Statistics Office.
<https://www.cso.ie/en/releasesandpublications/er/esst/environmentalsubsidiesandsimilartransfers2016/> [Viitattu 16.3.2019]

Danish Energy Agency (2018). Denmark's Energy and Climate Outlook 2018. <https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/deco18.pdf> [Viitattu 27.4.2020]

Danish Energy Agency (2019). Denmark's energy and climate outlook. Baseline scenario projection towards 2030 with existing measures. Copenhagen, Denmark. 87s. <https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/deco19.pdf>

Danish Ministry of Environment, Utilities and Climate (2018). Denmark, Energy and Climate Pioneer, status of the green transition. https://en.efkm.dk/media/12032/denmark_energy_and_climate_pioneer_pdfa.pdf [Viitattu 27.4.2020]

DCCAIE (2018). Draft National Energy & Climate Plan (NECP) 2021-2030. Government of Ireland. <https://www.dccae.gov.ie/en-ie/energy/consultations/Documents/42/consultations/Draft%20NECP%20Ireland.pdf>

DCCAIE (2020a). Public Consultation to Inform a Policy Framework for the Development of District Heating in Ireland. <https://www.dccae.gov.ie/en-ie/energy/consultations/Pages/District-Heating-Consultation-to-Inform-a-Policy-Framework-.aspx> [Viitattu 16.3.2019]

DCCAIE (2020b). Accelerated Exit from Peat will be accompanied by Just Transition for Workers and the Midlands – Minister Bruton. <https://www.dccae.gov.ie/en-ie/news-and-media/press-releases/Pages/-Accelerated-Exit-from-Peat-will-be-accompanied-by-Just-Transition-for-Workers-and-the-Midlands---Minister-Bruton-Accelerat.aspx> [Viitattu 18.3.2019]

DCLG (2014). Mineral extraction in Great Britain 2014. Business Monitor PA 1007. Department for Communities and Local Government. ISBN: 978-4098-4786-1. [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/505631/Mineral Extraction in Great Britain 2014 final.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/505631/Mineral_Extraction_in_Great_Britain_2014_final.pdf)

Dechezleprêtre, A., Nachtigall, D. and Venmans, F. (2018). "The joint impact of the European Union emissions trading system on carbon emissions and economic performance," OECD Economics Department Working Papers 1515, OECD Publishing. <https://ideas.repec.org/p/oec/ecoaaa/1515-en.html>

Delaney, A.M. (2019). Midlands Regional Transition Team presentation to the Joint Oireachtas Committee on Climate Action November 13th 2019. Regional Enterprise Plan Midlands.

https://data.oireachtas.ie/ie/oireachtas/committee/dail/32/joint_committee_on_climate_action/submissions/2019/2019-11-13_opening-statement-anna-marie-delaney-chief-executive-offaly-county-council_en.pdf

Denmarks National Inventory Report (2019). Aarhus Universitet.

Den store danske (2016). Gyldendal.

http://denstoredanske.dk/It,_teknik_og_naturvidenskab/Geologi_og_kartografi/Mosegeologi/t%C3%B8rv [Viitattu 27.4.2020]

DEFRA (2011). Reducing and phasing out the horticultural use of peat in England. Impact Assessment.

https://www.legislation.gov.uk/ukia/2011/574/pdfs/ukia_20110574_en.pdf

Digi- ja väestötietovirasto (2020). Rakennus- ja huoneistorekisteri.

<https://dvv.fi/kiinteisto-rakennus-ja-paikkatiedot> [Viitattu 27.4.2020]

EDF (2013). Energy sources of Estonia. Final report. Estonian Development Fund.

https://energiatalgud.ee/img_auth.php/3/3f/Energy_resources_ENG_ENMAK_uusmets_140213.pdf

EESC (2019). UK Coal Regions in energy transition. Lessons learnt in the UK. Round table 6.3.2019. Short memo. <https://www.eesc.europa.eu/en/agenda/our-events/events/uk-coal-regions-energy-transition#downloads>

Elonen, P. (2020). Ruskean kullann maa. Helsingin Sanomat 22.3.2020.

Energimyndigheten (2019).

<http://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2019/2020-malet-i-elcertifikatsystemet-ar-uppnatt/> [Viitattu 27.4.2020]

Energiateollisuus ry (2010–2018). Energiateollisuus ry:n julkaisemia kaukolämpötilastoja vuosilta 2010–2018. Tilastot vuosilta 2010 ja 2014–2018

saatavilla osoitteessa

<https://energia.fi/julkaisut/materiaalipankki/kaukolampotilasto.html>. Vastaavat tilastot vuosilta 2011–2013 luovuttanut pyynnöstä Energiateollisuus ry.

Energiateollisuus ry (2019a). Kaukolämpötilasto 2018. ISSN 0786-4809.
<https://energia.fi/files/3935/Kaukolampotilasto2018.pdf>

Energiateollisuus ry (2019b). Asiakas nousussa – päästöt laskussa. Saatavilla:
[https://energia.fi/files/3311/E I politiikka paastot laskussa asiakas nousussa 20190114.pdf](https://energia.fi/files/3311/E_I_politiikka_paastot_laskussa_asiakas_nousussa_20190114.pdf)

Energiateollisuus ry (2019c). Lämmitysmarkkinoilla vapaus valita. Viitattu 23.3.2020. <https://energia.fi/energiasta/energiamarkkinat/lammitysmarkkinat>

ESB (2019). ESB Midlands Stations Closure. 8.11.2019. Energy for Generations.
<https://esb.ie/tns/press-centre/2019/2019/11/08/esb-midlands-stations-closure>
[Viitattu 23.3.2019]

Evans, C., Artz, R., Moxley, J., Smyth, M.-A., Taylor, E., Archer, N., Burden, A., Williamson, J., Donnelly, D., Thomson, A., Buys, G., Malcolm, H., Wilson, D., Renou-Wilson, F., Potts, J. (2017). Implementation of an Emissions Inventory for UK Peatlands. A report to the Department for Business, Energy & Industrial Strategy. https://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/reports/cat07/190411135_UK_peatland_GHG_emissions.pdf

Energimyndigheten (2019). Kontrollstation för elcertifikatsystemet 2019. Redovisning av Regeringsuppdraget.
http://www.energimyndigheten.se/globalassets/fornybart/elcertifikat/er-2018_25webb.pdf

Energiavirasto (2020). Energiavirasto, voimalaitosrekisteri, versio 16.1.2020.
<https://energiavirasto.fi/documents/11120570/12722768/Energiaviraston+voimalaitosrekisteri/467811b9-c41a-5118-15bc-d4a93713474e>

Energy institute (2020). The story of heating in Ireland.
<http://ireland2050.ie/past/heat/> [Viitattu 16.3.2019]

Enqvist, J. (2014). Humuskuidun hyödyntäminen jätevesilietteen aumakompostoinnissa. Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö. Hämeen ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma.
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/76132/Enqvist_Joonas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Euractive (2020). Germany's new coal phase-out plan upsets country's Coal Commission. Verkkolehden-artikkeli julkaistu 22.1.2020.
<https://www.euractiv.com/section/energy/news/germanys-new-coal-phase-out-plan-upsets-countrys-coal-commission/> [Viitattu 8.4.2020]

Euroopan komissio (2019). Task force on Just Transition for Canadian Coal Power Workers and Communities. Platform for Coal Regions in Transition
https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/task_force_on_just_transition_for_canadian_coal_power_workers_and_communities_-_platform_for_coal_regions_in_transition.pdf

Euroopan komissio (2020). Financing the green transition: The European Green Deal Investment Plan and Just Transition Mechanism
https://ec.europa.eu/info/publications/200114-european-green-deal-investment-plan_fi

European Commission (2020). EU Emission Trading System (EU ETS).
https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_en

FAO and Wetlands International (2012). Peatlands – Guidance for climate change mitigation through conservation, rehabilitation and sustainable use.
<http://www.fao.org/3/a-an762e.pdf>FAO

Fisher, C. and Böhringer, C. (2019). Emission floor price options for EU member states. Paper presented at the American Economic Association conference.
<https://www.aeaweb.org/conference/2019/preliminary/paper/ik4aFDtB>

Flyktman, M. (2012). Energia- ja ympäristöturpeen kysyntä ja tarjonta vuoteen 2020 mennessä. Päivitys 3/2012. VTT:n raportti nro VTT-R-08372-11. VTT, Espoo.
https://www.bioenergia.fi/wp-content/uploads/2020/02/Turpeen-kysynta-ja-tarjonta-2020-pn%CC%83ivitys-2012_2-1.pdf

Foden, M., Fothergill, S., Gore, T. (2014). The state of the Coalfields. Economic and social conditions in the former mining communities of England, Scotland and Wales. Report commissioned by the Coalfields Regeneration Trust.

<https://www4.shu.ac.uk/research/cresr/sites/shu.ac.uk/files/state-of-the-coalfields.pdf>

Gerasimov, Y. (2010). Energy sector in Belarus: Focus on wood and peat fuels. Finnish Forest Research Institute, Joensuu.

<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2010/mwp171.pdf>

Grodan (2020). Preparation of used substrate for the recycling process.

<https://www.grodan.com/about/grodan-recycling-service/> [Viitattu 24.4.2020]

Government of Canada (2018). Final Report by the Task Force on Just Transition for Canadian Coal Power Workers and Communities: complete text. Canada's Task Force on Just Transition for Canadian Coal Power Workers and Communities. December 2018 <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/climate-change/task-force-just-transition/final-report-complete.html#toc6> [Viitattu 27.4.2020]December 2018

Government of Canada (2019). Canada's international action on climate change. Phasing out coal.

<https://www.canada.ca/en/services/environment/weather/climatechange/canada-international-action/coal-phase-out.html#toc7> [Viitattu 10.2.2020]

Geologian tutkimuskeskus (2020). Maankamara karttapalvelu.

<https://gtkdata.gtk.fi/maankamara/> [Viitattu 27.4.2020]

The Guardian (2019).

<https://www.theguardian.com/world/2019/dec/28/danish-farmers-plan-to-flood-land-peat-bog-carbon-emissions> [Viitattu 23.4.2020]

Hadzic M., Postila H., Österholm P., Nystrand M., Pahkakangas S., Karppinen A., Arola M., Nilivaara-Koskela R., Häkikä K., Saukkoriipi J., Kunnas S. & Ihme R. (2014). Sulfaattimailla syntyvän happaman kuormituksen ennakointi- ja hallintamenetelmät. SuHE-hankkeen loppuraportti. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 17/2014. 88 s.

Hahn, R. W. (1984). Market power and transferable property rights. *The Quarterly Journal of Economics*, 99(4), 753-765.

Heinikainen, A. (2019). Turpeesta luopuminen Pursiala 1 -voimalaitoksessa. Diplomityö, LUT University, School of Energy Systems.
https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/159308/Diplomity%C3%B6_Antti_Heinikainen%20070419.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Heinrichs, H. U. and Markewitz, P. (2017). 'Long-term impacts of a coal phase-out in Germany as part of a greenhouse gas mitigation strategy', *Applied Energy*. Elsevier Ltd, 192(2017), pp. 234–246. doi: 10.1016/j.apenergy.2017.01.065.

Hellstedt M., Lehtoranta, S., Hamina, H., Puotunen, M., Mattila, E., Heikkinen, S. (2019). Turvetta korvaavat uusiutuvat kuivikemateriaalit (Turveke). Hankesuunnitelma. Julkaisematon.

Hospers, G. J. (2004). 'Restructuring Europe's Rustbelt - The case of the German Ruhrgebiet', *Intereconomics*, 39(3), pp. 147–156. doi: 10.1007/BF02933582.

Hortidaily (2017). Peat and Growing medium markets: supply and demand.
<https://www.hortidaily.com/article/6038783/peat-and-growing-medium-markets-supply-and-demand/> [Viitattu: 23.1.2020]

Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. (toim.) (2019). Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 704 s.

IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Chapter 7: Wetlands.

IPCC (2019). Special Report on Climate Change and Land. An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystem.
<https://www.ipcc.ch/srccl/>

IUCN (2018). UK Peatland Strategy 2018-2040. Peatland Programme.
<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2018-015-En.pdf>

Iivonen, S. (2008). Ympäristöturpeet ja niiden käyttö. Helsingin yliopisto, Ruralia instituutti. Raportteja 32. ISBN 978-952-10-4156-3.

Jaraite, J. and Di Maria, C. (2012). Efficiency, productivity and environmental policy: A case study of power generation in the EU. *Energy Economics* 34. 1557-1568.

Jimena, Marcela & Luna, Lozano & Lozano Luna, Mars. (2019). Hydrogen as a Potential Renewable and Secure Source for Energy Supply. 10.13140/RG.2.2.26607.38563.

Jordbrug (2019). <http://jordbrug.dk/to-milliarder-sikrer-udtagning-af-lavbundsjord/> [Viitattu 3.12.2019]

Järvelä, M., Kortetmäki, T., Huttunen, S., Turunen A. & Tossavainen, S. (2020). Ilmastotoimien sosiaalinen hyväksyttävyyys. Suomen ilmastopaneeli. Raportti 1/2020. https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2020/01/Ilmastopaneeli_sosiaalinen_hyvaksyttavyys_FINAL.pdf

Kangas, H.-L., Vainio, T., Sankelo, P., Vesanen, S. & Karhinen, S. (2020). Suomen korjausrakentamisen strategia 2020–2050: tavoitteiden laskenta ja aineisto. 27.3.2020. <https://www.ym.fi/download/noname/%7BB9249D63-2E21-463D-AAC1-07FAEE3680C3%7D/157750>

Karhinen, S. (2020). Tuulivoiman talousvaikutusten taustaselvitys – Ylitornion kunta. Vähähiilinen Lappi -hanke, Suomen ympäristökeskus.

Karhu, K., Gärdenäs, A.I., Heikkinen, J., Vanhala, P., Tuomi, M. & Liski, J. (2012). Impacts of organic amendments on carbon stocks of an agricultural soil — Comparison of model-simulations to measurements. *Geoderma* 189-190 (2012): 606-616.

Kaukonen, E. (2017). Housing conditions and broiler and broiler breeder welfare; the effect of litter condition on contact dermatitis in broilers and breeders, and the effect of elevated structures on broiler leg health. University of Helsinki, Faculty of Veterinary medicine. Academic dissertation. ISBN 978-951-51-3235-2

Kirkinen, J., Minkkinen, K., Penttilä, T., Kojola, S., Sievänen, R., Alm, J. & Savolainen, I. (2007). Greenhouse impact due to different peat fuel utilisation chains in Finland—a life-cycle approach.

Kirkinen, J., Palosuo, T., Holmgren, K., & Savolainen, I. (2008). Greenhouse impact due to the use of combustible fuels: Life cycle viewpoint and relative radiative forcing commitment. *Environmental management*, 42(3), 458.

Kirkinen, J., Soimakallio, S., Mäkinen, T., & Savolainen, I. (2010). Greenhouse impact assessment of peat-based Fischer–Tropsch diesel life-cycle. *Energy Policy*, 38(1), 301-311.

Klimatsans (2020). <https://klimatsans.com/2020/01/16/dansk-el-under-aret-2019/> [Viitattu 27.4.2020]

Klöve B., Tuukkanen T., Marttila H., Postila H. & Heikkinen K. (2012). Turvetuotannon kuormitus - Kirjallisuuskatsaus ja asiantuntija-arvio turvetuotannon vesistökuormitukseen vaikuttavista tekijöistä. TASO-hankkeen julkaisuja. Keski-Suomen ELY-keskus. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-257-505-0>

Koffi B, Cerutti A.K., Duerr M., Iancu A., Kona A., Janssens-Maenhout G. (2017). Covenant of Mayors for Climate and Energy: Default emission factors for local emission inventories– Version 2017, EUR 28718 EN. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017, ISBN 978-92-79-71479-5, doi:10.2760/290197, JRC107518.

Koljonen, T., Soimakallio, S., Asikainen, A., Lanki, T., Anttila, P., Hildén, M., Honkatukia, J., Karvosenoja, N., Lehtilä, A., Lehtonen, H., Lindroos, T.J., Regina, K., Salminen, O., Savolahti, M., Siljander, R., Tiittanen, P. (2017). Energia- ja ilmastostrategian vaikutusarviot: Yhteenvetoraportti. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 21/2017. 106 s.

Koljonen, T., Soimakallio, S., Lehtilä, A., Similä, L., Honkatukia, J., Hildén, M., Rehunen, A., Saikku, L., Salo, M., Savolahti, M., Tuominen, P., Vainio, T. (2019a). Pitkän aikavälin kokonaispäästökehitys. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 24/2019.

Koljonen, T, Laukkanen, M. Ollikainen, M., Lehtilä, A., Eerola, E., Koreneff, G., Kyritsis, E., Lindroos, T., Ollikka, K., Pursiheimo, E., Rämä, M. & Siikavirta, H. (2019b). ”Energiantuotannon valmisteverotuksen kehittäminen Suomessa.” VTT Technology 359. <https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2019/T359.pdf>

Koljonen, T. Aakkula, J., Honkatukia, J., Soimakallio, S., Haakana, M., Hirvelä, H., Kilpeläinen, H., Kärkkäinen, L., Laitila, J., Lehtilä, A., Lehtonen, H., Maanavilja, L., Ollila, P., Siikavirta, H. & Tuomainen, T. (2020). Hiilineutraali Suomi 2035 - Skenaariot ja vaikutusarviot. VTT Technology 366. <https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2020/T366.pdf>

Kontula, T. & Raunio, A. (toim.) (2018). Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 1: Tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristökeskus ja ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 5/2018. 388 s.

Korhonen, R., Korpela, L., Sarkkola, S. (Toim.) (2008). Suomi – Suomaa. Soiden ja turpeen tutkimus sekä kestävä käyttö. Suoseura – Finnish Peatland Society.

Kouvolan sanomat (2019). Kouvolassa keskeytettiin turpeennosto Taipalsaaren suurpalon vuoksi – ”Jos muualla syttyy tulipalo, meiltä ja pelastuslaitokselta loppuu väki” Julkaistu 13.6.2019. <https://kouvolansanomat.fi/uutiset/lahella/93b8644f-429b-4037-929e-4faf4fbe3030> [Viitattu 18.3.2020]

Kyllönen, M. (2020). Kirjallinen kysymys rahkasammaleen mahdollisuuksista kasvuturpeen korvaajana. Kirjallinen kysymys KK84 2020 vp. https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/Kysymys/Sivut/KK_84+2020.aspx

Lahtinen, L. (2020). Kosteikkoviljely ja siihen sopivien tuotteiden elinkaariarviointi. Pro gradu-työluonnos. Metsien ekologia ja käyttö, Helsingin yliopisto.

Laine A., Sutela T., Heikkinen K., Karvonen K., Huhta A., Muotka T. & Lappalainen A. (1996). Turvetuotannon vaikutukset koskikaloihin ja niiden elinympäristöön. Suomen ympäristö 34/1996. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, 135 s.

Laki polttoturpeen turvavarastoista (321/2007). Annettu Helsingissä 30 päivänä maaliskuuta 2007. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2007/20070321>

Lannoitevalmistelaki (2006/539). Annettu Naantalissa 29 päivänä kesäkuuta 2006 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20060539> [Viitattu 22.4.2019]

Latokartano, M. (2016). Saako rahkasammal mahdollisuuden? <https://www.luke.fi/saako-rahkasammal-mahdollisuuden/> [Viitattu 22.4.2019]

Lehtoranta, S., Johansson, A., Malila, R., Rankinen, K., Grönroos, J., Luostarinen, S. & Kaistila, K. (2020). Vaihtoehtoja kestävämpään turkiseläinten lannan hyödyntämiseen. Suomen ympäristökeskuksen raportteja XX/2020. Julkaisematon raporttiluonnos.

Leinonen, A. (toim.) (2010). Turpeen tuotanto ja käyttö. Yhteenveto selvityksistä. VTT Tiedotteita 2550. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/T2550.pdf>

Linton, T.K., Pacheco, M.A.W., McIntyre, D.O., Clement, W.H. and Goodrich-Mahoney, J. (2007). Development of bioassessment-based benchmarks for iron. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 26: 1291-1298

Luonnonvarakeskus (2019). Kotieläinten lukumäärät keväällä 2018. https://stat.luke.fi/kotiel%C3%A4intenlukum%C3%A4%C3%A4r%C3%A4tkev%C3%A4%C3%A4ll%C3%A4-2018_fi

Luostarinen, S., Grönroos, J., Hellstedt, M., Nousiainen, J. & Munther, J. (2017). SUOMEN NORMILANTA – laskentajärjestelmän kuvaus ja ensimmäiset tulokset. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 47/2017: 54 s.

Manninen, K., Grönroos, J., Luostarinen, S. & Saastamoinen, M. (2016). Hevosenlannan energiakäytön ympäristövaikutukset. *Luonnonvara -ja biotalouden tutkimus* 30/2016.

Mavrogenis, S. (2020). Just Transition is possible! The case of Ruhr (Germany). <http://www.just-transition.info/just-transition-is-possible-the-case-of-ruhr-germany>. [Viitattu 6.4.2020]

Mikkola, A. (2006). Kasvihuonekurkun tuotantoketjun ympäristövaikutukset ja niiden vähentämisvaikutukset. Opinnäytetyö. Lahden ammattikorkeakoulu.

MMM (2011). Valtioneuvoston soiden ja turvemaiden kestävä ja vastuullista käyttöä ja suojelua koskevan periaatepäätöksen (30.8.2012) taustaraportti: Ehdotus soiden ja turvemaiden kestävä ja vastuullisen käytön ja suojelun kansalliseksi strategiaksi. Työryhmämuistio, MMM 2011:1. Saatavissa pdf-tiedostona: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-453-625-7>

Motiva (2016). Huoltovarmuus ja energiatehokkuus. Motivan raportteja, 2016. https://www.motiva.fi/ajankohtaista/julkaisut/kaikki_julkaisut/huoltovarmuus_ja_energiatehokkuus_-_raportti.9236.shtml

Mutanen, A., Vauhkonen, J., Packalen, T., Asikainen, A. (2019). LULUCF-asetus ja metsien vertailutaso. Suomen Ilmastopaneeli Raportti 4/2019.

Myhre, G., Shindell, D., Bréon, F.-M., Collins, W., Fuglestedt, J., Huang, J., Koch, D., Lamarque, J.-F., Lee, D., Mendoza, B., Nakajima, T., Robock, A., Stephens, G., Takemura, T., Zhang, H. (2013). Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Myllymaa, T., Tohka, A., Dahlbo H., Tanhunen, J. (2006). Ympäristönäkökulmat jätteen hyödyntämisessä energiana ja materiaalina. Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2016. Taustaselvitys Osa III. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 12/2006. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/39707/SYKEra_12_2006.pdf?sequence=1

Mäkäräinen, H. (2019). Ympäristöpoliittisten ohjauskeinojen vaikutus turvetuotantoalueen jälkikäytössä – Tapaustutkimus jälkikäytön ohjautumisesta ja jälkikäytön ekosysteemipalveluista Valkeasuolla Pohjois-Karjalassa. Itä-Suomen yliopisto, pro gradu -tutkielma, toukokuu 2019.

Naturvårdsverket (2016). Torvutvinningens och torvanvändningens klimat- och miljöpåverkan. Redovisning av regeringsuppdrag M2015/03518/Nm

<https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2016/redovisade/ru-torv-skrivelse-slutversion-rattad>

Naturvårdsverket (2020). Krister Mild, haastattelu [Viitattu 27.3.2020]

Nieminen, M., Hökkä, H., Laiho, R., Juutinen, A., Ahtikoski, A., Pearson, M., Kojola, S., Sarkkola, S., Launiainen, S., Valkonen, S., Penttilä, T., Lohila, A., Saarinen, M., Hahti, K., Mäkipää, R., Miettinen, J. & Ollikainen, M. (2018). Could continuous cover forestry be an economically and environmentally feasible management option on drained boreal peatlands? *Forest Ecology and Management* 424, 78–84.

Nissinen, A. & Savolainen, H. (toim.) (2019). Julkisten hankintojen ja kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki ja luonnonvarojen käyttö – ENVIMAT-mallinnuksen tuloksia. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 15/2019.

NPWS (2015). National Parks & Wildlife Service 2014, National Peatlands Strategy.

<https://www.npws.ie/sites/default/files/publications/pdf/NationalPeatlandsStrategy2015EnglishVers.pdf>

OECD (2010). Finland: Inventory of estimated budgetary support and tax expenditures for fossil-fuels. <http://www.oecd.org/fossil-fuels/FIN.pdf>

OECD (2017). Just Transition. A Report for the OECD. <https://www.oecd.org/environment/cc/g20-climate/collapsecontents/Just-Transition-Centre-report-just-transition.pdf>

Oei, P.Y., Hermann, H., Herpich, P., Holtemöller, O., Lünenbürger, B. and Schult, C., (2020). Coal phase-out in Germany–Implications and policies for affected regions. *Energy*, p.117004.

Oireachtas (2019). Supporting a Just Transition: Discussion. Joint Committee on Climate Action debate- Wednesday, 13 Nov 2019. Houses of the Oireachtas. https://www.oireachtas.ie/en/debates/debate/joint_committee_on_climate_action/2019-11-

[13/3/?highlight%5B0%5D=just&highlight%5B1%5D=transition&highlight%5B2%5D=just&highlight%5B3%5D=transition&highlight%5B4%5D=just&highlight%5B5%5D=transition&highlight%5B6%5D=communications&highlight%5B7%5D=transition](https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110379)
[Viitattu 16.3.2019]

Ojanen, P. (2019). Suometsien käytön vaikutus ilmastoon - kolme tietä tulevaisuuteen. Ilmansuojelupäivät, 21.8.2019.

Oulu-Koillismaan pelastuslaitos (2016). Palvelutasopäätös 2017-2020, Osa 1. Hyväksytty pelastuslaitoksen johtokunnassa 23.11.2016, § 25.
<https://www.ouka.fi/documents/7801780/7922801/Palvelutasop%C3%A4%C3%A4t%C3%B6s+2017+-+2020%2C+Hyv%C3%A4ksytty+johtokunnassa+23.11.2016%2C+%C2%A7+25.pdf/4f6c9c32-3d14-49d0-8fcb-10d48723dc85>

Paatero, J., Lehtokari, M. & Kemppainen, E. (1984). Kompostointi. Juva: WSOY.

Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minayeva, T., Silviu, M. & Stringer, L. (Eds.) (2008). Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change: Main Report. Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen.
http://www.imcg.net/media/download_gallery/books/assessment_peatland.pdf

Pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia 2020-2050. Suomi. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (2010/31/EU), muutettuna direktiivillä 2018/844/EU, artiklan 2a mukainen ilmoitus. 10.3.2020.
https://www.motiva.fi/files/17067/Pitkan_aikavalin_korjausrakentamisen_strategia_2020-2050.pdf

Pelastuslaki (2011/379). Annettu Helsingissä 29. päivänä huhtikuuta vuonna 2011. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110379>

Petäjä, J. & Suoheimo, P. (2014). ”Suomen keskisuurten polttolaitosten (MCP) inventaario. Suomen ympäristökeskus SYKE 14.11.2014.”

Pihlaja, A. (2012). Perustietoa humuksesta. Esitelmä Huomioita Humusvesiin – hankkeen seminaari 14.4.2012. Parkano. <https://www.ysy.fi/huomiota-humusvesiin/huomiota-humusvesiin-materiaalip/> [Viitattu: 14.4.2020]

Pingoud, K., Ekholm, T., Soimakallio, S., Helin, T. (2016). Carbon balance indicator for forest bioenergy scenarios. *GCB Bioenergy* 8(1), 171–182.

Pohjois-Pohjanmaan liitto (2015). Turpeen uudet jalostusmahdollisuudet. 51 s. Oulu.

Pöyry (2018). Kivihiilen käytön kieltämisen vaikutusten arviointi. Raportti Työ- ja elinkeinoministeriölle. Pöyry management Consulting Oy. 35 s.

Pöyry (2019). Huoltovarmuus energiamurroksessa. Raportti Huoltovarmuuskeskukselle 29.5.2019. Pöyry management Consulting Oy. 56 s.

Rakennuslehti (11/2019). Verkkouutinen: Kiinteistöistä ”virtuaalisia akkuja” ja kaukolämpö virtaa kahteen suuntaan – energian käyttö muuttuu rajusti. Viitattu 11.5.2020. Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2019/11/kiinteistoista-virtuaalisia-akkuja-ja-kaukolampo-virtaa-kahteen-suuntaan-energian-kaytto-muuttuu-rajusti/>

Rautkivi, M. & Kujala, S. (2019). Ratkaisuehdotus Helsingin kaukolämmön tuotannoksi. Wärtsilä. <https://mb.cision.com/Public/15003/2765377/9231c1c11eff46bo.pdf>

Regeringens proposition till Riksdagen (2019/20:65). En samlad politik för klimatet – klimatpolitisk handlingsplan. 17.12.2019.

Renou-Wilson, F., Bolger, T., Bullock, C., Convery, F., Curry, J., Ward, S., Wilson, D., Muller, C. (2011). BOGLAND: Sustainable Management of Peatlands in Ireland. STRIVE Report. EPA STRIVE programme 2007-2013. Environmental Protection Agency. https://www.epa.ie/researchandeducation/research/researchpublications/strivereports/STRIVE_75_web_SC.pdf

Revenue (2020). Solid Fuel Carbon Tax (SFCT). Irish Tax and Customs.
<https://www.revenue.ie/en/companies-and-charities/excise-and-licences/energy-taxes/solid-fuel-carbon-tax/rate-of-tax.aspx> [Viitattu 16.3.2019]

Rinne, S., Auvinen, K., Reda, F., Ruggiero, S. & Temmes, A. (2019). Clean district heating - how can it work? Aalto University publication series BUSINESS + ECONOMY 3/2019. <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/40756>

SAK ry (2020). Työntekijöille reilu ilmastopoliittikka. Oikeudenmukaisen siirtymän toimeenpano eri Euroopan maissa ja Kanadassa. Suomen Ammattiliittojen Keskusjärjestö SAK ry. Julkaisusarja 1/2020.

Sarvi, M., Rasi, S., Salo, T., Rasa, K., Vainio, M., Ylivainio, K. & Luostarinen, S. (2020). Pyrolyysi turkiseläinten lannan käsittelymenetelmänä. TURKISTEHO-hankkeen osaraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus xx/2020. Luonnonvarakeskus. Helsinki xx s. Julkaisematon raporttiluonnos.

Savolainen, H., Nissinen, A. & Mäenpää, I. (2019). Kansantalouden kasvihuonekaasupäästöt ja luonnonvarojen käyttö vuonna 2015. Teoksessa Nissinen, A. & Savolainen, H. (toim.) (2019). Julkisten hankintojen ja kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki ja luonnonvarojen käyttö – ENVIMAT-mallinnuksen tuloksia. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 15/2019, Helsinki.
<http://hdl.handle.net/10138/300737>

SCB (2019). Statistikmyndigheten. Torv 2018; produktion, användning och miljöeffekter. <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/miljo/markanvandning/torv-produktion-anvandning-och-miljoeffekter-torv/>

SCB (2017). Statistikmyndigheten. Torv 2017; produktion, användning och miljöeffekter mm.
https://www.scb.se/contentassets/2725e9b7db7142948c5aa2222b7b7bff/mio809_2017a01_sm_mi25sm1801.pdf

Schlömer S., Bruckner, T., Fulton, L., Hertwich, E., McKinnon, A., Perczyk, D., Roy, J., Schaeffer, R., Sims, R., Smith, P., Wisser, R. (2014). Annex III: Technology-specific cost and performance parameters. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-

Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Schnider, V. (2017). Luonnonarvojen huomioon ottaminen turvetuotantoalueen sijoittamisessa ympäristösuojelulain 13 §:n mukaan. Pro gradu -tutkielma. Itä-Suomen yliopisto.

Scottish Government (2019). Protecting Scotland's future. The Government's Programme for Scotland 2019-20. ISBN 978-1-83960-127-9.

Scottish Government (2020). Scottish budget: 2020-21. ISBN: 978-1-83960-496-6.

Seai (2018). CO₂ emissions. Sustainable energy authority of Ireland. <https://www.seai.ie/data-and-insights/seai-statistics/key-statistics/co2/> [Viitattu 16.3.2019]

Seai (2020). Energy-related CO₂ emissions in Ireland 2005-2018. 2020 Report. Sustainable energy authority of Ireland. <https://www.seai.ie/publications/Energy-Emissions-Report-2020.pdf>

Seppälä, J. Grönroos, J., Koskela, S., Holma, A., Leskinen, P., Liski, J., Tuovinen, J-P., Laurila, T., Turunen, J., Lind, S., Maljanen, M., Matikainen, P. & Kilpeläinen, A. (2010). Climate impacts of peat fuel utilization chains – a critical review of the Finnish and Swedish life cycle assessments. The Finnish Environment 16/2010.

SGU (2019). Torvbruk. Sveriges Geologiska Undersökningar. <https://www.sgu.se/samhallsplanering/planering-och-markanvandning/markanvandning/torvbruk/> [Viitattu 18.3.2019]

SGU (2020). Sveriges Geologiska Undersökningar. Sähköpostiviesti. Elin Nordström [Viitattu 23.4.2020]

Silvan, N., Silvan, K., Väisänen, S., Soukka, R., & Laine, J. (2012). Excavation-drier method of energy-peat extraction reduces long-term climatic impact. Boreal Environment Research Vol 17 p. 263–276.

Silvan, N., Sarkkola, S. & Laiho, R. (2019). Rahkasammalbiomassa ja sen korjuuseen soveltuvat suot Suomessa. *Suo* 70 (2-3): 41-53.

<http://www.suo.fi/pdf/article10319.pdf>

Skatteverket (2020). Deklarera täktmark.

<https://www.skatteverket.se/taktmark> [Viitattu 27.4.2020]

Soimakallio, S. (2017). Biomassan energiakäyttö: vaikutukset hiilinieluihin ja ilmastopäästöihin. Teoksessa: Yrjö-Koskinen, E. Arktinen murros – Ilmastonmuutos ja luonnonvarojen käyttö pohjoisilla napa-alueilla. Into Kustannus 2017.

SOU (2020). Vägen till en klimatpositiv framtid. Betänkande av klimatpolitiska vägvalsutredningen, Stockholm. Statens Offentliga Utredningar 2020:4.

<https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/statens-offentliga-utredningar/2020/01/sou-20204/>

State of Green (2020). <https://stateofgreen.com/en/partners/state-of-green/news/co2-emissions-dropped-by-6-per-cent-in-2019-as-denmark-has-lowest-coal-consumption-in-50-years/> [Viitattu 3.4.2020]

Stavins, R. N. (1995). Transaction costs and tradeable permits. *Journal of Environmental Economics and Management*, 9(2), 133-148

Storhammar, E. ja Mukkala, K. (2014). Paikallisten polttoaineiden tuotannon ja käytön aluetaloudelliset vaikutukset ja tulevaisuuden näkymät Keski-Suomessa. Jyväskylän yliopiston kauppakorkeakoulu, N:o 200/2014.

Suoheimo, P. (2015). Energiantuotannon raportoinnit. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 36:2015.

Suomen ympäristökeskus (2019). Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnon huuhtouma. https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Vesistojen_kuormitus_ja_luonnon_huuhtouma [Viitattu 18.3.2019]

Sutela T., Olin M., Vehanen T. & Rask M. (2007). Hajakuormituksen vaikutukset järvien ja jokien kalastoon ja ekologiseen tilaan. Kala- ja riistaraportteja nro 411. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki.

Sutela T. Vuori V-M., Louhi P., Hovila K., Jokela S., Karjalainen S.M., Keinänen M., Rask M., Teppo A., Urho L., Vehanen T., Vuorinen P.J. & Österholm P. (2012). Happamien sulfaattimaiden aiheuttamat vesistövaikutukset ja kalakuolemat Suomessa. Suomen ympäristö 14/2012. 61 s.

Suomen Kuntaliitto (2018). Alueet ja yhdyskunnat: Tietoja pienistä lämpölaitoksista vuodelta 2017. Helsinki 2018.
<https://www.kuntaliitto.fi/sites/default/files/media/file/Tietoja%20pienist%C3%A4%20l%C3%A4mp%C3%B6laitoksista%202017.pdf>

Suomen tuulivoimayhdistys (2020). Tuulivoimahankkeet Suomessa.
<https://www.tuulivoimayhdistys.fi/hankelista> [Viitattu 27.4.2020]

Suomen virallinen tilasto (SVT) (2018a). Teollisuuden energiankäyttö [verkkojulkaisu].
ISSN=1798-775X. 2018, Liitetaulukko 1. Teollisuuden energiankäyttö energialähteittäin vuonna 2018. Helsinki: Tilastokeskus.
http://www.stat.fi/til/tene/2018/tene_2018_2019-11-01_tau_001.fi.html

Suomen virallinen tilasto (SVT) (2018b). Energia 2018 -taulukkopalvelu. Tilastokeskus.
https://pxhopea2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/energia2018/html/suom0000.htm

Suomen virallinen tilasto (SVT) (2018c). Asumisen energiankulutus [verkkojulkaisu]. ISSN=2323-3273. Asuinrakennusten päälämmönlähteiden kehitys 2010-luvulla. Helsinki: Tilastokeskus.
http://www.stat.fi/til/asen/2018/asen_2018_2019-11-21_kat_001.fi.html

Suomen virallinen tilasto (SVT) (2018d). Suomen kasvihuonekaasupäästöt 2018. https://www.stat.fi/til/khki/2018/khki_2018_2019-12-12_kat_001.fi.html
[Viitattu 7.4.2020]

Suomen virallinen tilasto (SVT) (2019). Kasvihuonekaasut [verkkojulkaisu]. ISSN=1797-6049. Helsinki:Tilastokeskus.

http://www.stat.fi/til/khki/2018/khki_2018_2019-12-12_tie_001_fi.html [Viitattu: 27.1.2020]

Suomen virallinen tilasto (SVT) (2020a). Teollisuustuotanto [verkkajulkaisu]. ISSN=1798-6389. Helsinki: Tilastokeskus. <http://www.stat.fi/til/tti/index.html> [Viitattu: 27.4.2020]

Suomen virallinen tilasto (SVT) (2020b). Alueellinen yritystoimintatilasto [verkkajulkaisu]. ISSN=2342-6241. Helsinki: Tilastokeskus. <http://www.stat.fi/til/alyr/index.html> [Viitattu: 27.4.2020]

Suomen virallinen tilasto (SVT) (2020c). Energian hankinta ja kulutus [verkkajulkaisu]. ISSN=1799-795X. Helsinki: Tilastokeskus. <http://www.stat.fi/til/ehk/index.html> [Viitattu: 23.1.2020]

Suomen virallinen tilasto (SVT) (2020d). Sähkön ja lämmön tuotanto [verkkajulkaisu]. ISSN=1798-5072. Helsinki: Tilastokeskus. <http://www.stat.fi/til/salatuo/index.html> [Viitattu: 23.1.2020]

Suomen virallinen tilasto (SVT) (2020e). Aluutilinpito [verkkajulkaisu]. ISSN=1799-3393. Helsinki: Tilastokeskus. <http://www.stat.fi/til/altp/index.html> [Viitattu: 27.4.2020]

Suomen virallinen tilasto (SVT) (2020f). Väestöennuste [verkkajulkaisu]. ISSN=1798-5137. Helsinki: Tilastokeskus. <http://www.stat.fi/til/vaenn/tau.html> [Viitattu: 11.5.2020]

State of Green (2020). CO₂ emissions dropped by 6 % <https://stateofgreen.com/en/partners/state-of-green/news/co2-emissions-dropped-by-6-per-cent-in-2019-as-denmark-has-lowest-coal-consumption-in-50-years/> [Viitattu 3.4.2020]

Svensk Torv (2020). Ingrid Kyllerstedt Norberg. Haastattelu 27.3 ja 27.4.

TEM (2020). Laaja-alainen työryhmä selvittää turpeen käytön näkymiä. Työ- ja elinkeinoministeriön tiedote, 9.4.2020.

Tilastokeskus (2019a). Suomen kasvihuonekaasupäästöt 1990-2018. 2., korjattu painos.

Tilastokeskus (2019b). Greenhouse gas emissions in Finland 1990 to 2017. National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol, 15 April 2019.

Tsupari, E., Tormonen, K., Monni, S., Vahlman, T., Kolsi, A. & Linna, V. (2006). Dityppioksidin (N₂O) ja metaanin (CH₄) päästökertoimia Suomen voimalaitoksille, lämpökeskuksille ja pienpoltolle. Espoo, VTT Working Papers 43. 94 s. + liitt. 7 s.
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2009/W122.pdf>

Turveteollisuusliitto (2009). Torjutaan turvepaloja.
http://www.bioenergia.fi/Tietoa_turve-energiasta [Viitattu 18.3.2019]

UBA (2020). 2019 greenhouse gas emissions in Germany declined by 6.3 percent. Joint press release by the German Environment Agency (Umweltbundesamt, UBA), the Federal Ministry for Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. No. 11/2020. 16.3.2020.

UK Government (2010). Government calls for peat to be phased out. Press release. <https://www.gov.uk/government/news/government-calls-for-peat-to-be-phased-out> [Viitattu 18.3.2019]

UK Government (2014). Growing media production 2014. Department for Environment, Food & Rural Affairs.
<https://www.gov.uk/government/publications/peat-usage-in-growing-media-production> [Viitattu 18.3.2019]

UK Parliament (2004).
Office of the Deputy Prime Minister: Housing, Planning,
Local Government and the Regions - Fourth Report.
<https://publications.parliament.uk/pa/cm200304/cmselect/cmmodpm/44/4402.htm>

UN Statistics Division (2020). Energy Statistics Database.
<http://data.un.org/Data.aspx?q=CHINA&d=EDATA&f=cmID%3APT%3BcrID%3A156> [Viitattu 3.3.2020]

Valtioneuvosto (2019). Osallistava ja osaava Suomi – sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta. Pääministeri Marinin hallitusohjelma 2019.

Valtioneuvosto (2020a). Kestävän verotuksen tiekartta. Hallituksen ilmastokokous 3.2.2020.

Valtioneuvosto (2020b). Valtioneuvoston kirjelmä eduskunnalle oikeudenmukaisen siirtymän rahastosta. Työ- ja elinkeinoministeriön muistio 27.02.2020. https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/Kirjelma/Sivut/U_2+2020.aspx

Valtioneuvoston päätös huoltovarmuuden tavoitteista (1048/2018). Annettu Helsingissä 5 päivänä joulukuuta 2018.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20181048>

Valtion talousarvio vuodelle 2020.
https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/HallituksenEsitys/Documents/HE_29+2019.pdf

Vapo (2018). Vapon ensimmäinen aktiivihiilitehdas Ilomantsiin. Vapon sijoittajatiedote 20.12.2018.
https://www.vapo.com/turvetuotantoavastuullisesti/ajankohtaista-2/2713/vapon_ensimmainen_aktiivihiilitehdas_ilomantsiin [Viitattu 29.3.2020]

Vapo (2019). Tilinpäätös ja toimintakertomus 1.5.-31.12.2019.
https://www.vapo.com/filebank/7127-Tilinpaaatos_5_12_2019_Final.pdf

Vapo (2020). New businesses. <https://www.vapo.com/liiketoiminnot/new-businesses> [Viitattu 29.3.2020]

Varsinais-Suomen ELY-keskus (2015). Järviruoko.
<https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ruoko/Jarviruoko> [Viitattu 6.4.2020]

Vesala, T., Haila, Y., Korppi-Tommola, J., Kulmala, L., Lohila, A., Raivonen, M., Ruuhijärvi, R., Savolainen, I. (2010). ”Turpeen energiakäytön hyödyt ja haitat.” Suomalaisen Tiedeakatemian kannanottoja 1, 2010.

Vesterinen, R. (2003). Estimation of CO₂ emission factors for peat combustion on the basis of analyses of peat delivered to power plants. Research report PRO2/P6020/03. Espoo: VTT Processes, Energy Production. 25 s. + liitt. 5 s.

Vähäkuopus T., Kauppila T., Mäkinen J.E., Ojala A.E.K. & Valpola S.E. (2018). Recent sedimentation of 62 lakes in Finland – assessing the possible environmental impacts of peat production. Book of Abstracts, Symposium International Peatlands Society 50 years.

Väisänen, S. E., Silvan, N. R., Ihalainen, A. V., & Soukka, R. M. (2013). Peat Production in High-Emission Level Peatlands—A Key to Reducing Climatic Impacts?. *Energy & environment*, 24(5), 757-778.

Väisänen, S. (2014). Greenhouse gas emissions from peat and biomass-derived fuels, electricity and heat — Estimation of various production chains by using LCA methodology. *Acta Universitatis Lappeenrantaensis* 567. Lappeenranta University of Technology. 161 p.

Väyrynen, T., Aaltonen, R., Haavikko, H., Juntunen, M., Kalliokoski, K., Niskala, A-L. ja Tukiainen, O. (2008). Turvetuotannon ympäristönsuojeluopas. Ympäristöopas. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, Ympäristönsuojeluosasto. ISBN 978-952-11-3072-4.

Wahlström J., Kaskela J., Riikonen J., Hankalin V. (2019). Energiaverotuet ja kustannustehokas huoltovarmuus. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2019:56.

Wood, P. & Jotzo, F. (2011). Price floors for emissions trading. *Energy Policy* 39, 1746-1753.

World Energy Council (2013). World Energy Resources: Peat. https://www.worldenergy.org/assets/images/imported/2013/10/WER_2013_6_Peat.pdf

Xianmin, M. (2016). China: The Next Huge Peat and Growing Media Market in the World. 15th International PEAT Congress (IPC 2016). Kuching, Malaysia 15-19 August 2016. <https://peatlands.org/assets/uploads/2019/06/ipc16p51-54a085meng.pdf>

Ympäristöministeriö (2015). Turvetuotannon ympäristönsuojeluohje. Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2015. Ympäristöministeriö. Helsinki.

Yle (2020). Uutinen 20.1.2020: Suomen ensimmäinen geolämpölaitos käynnistyi – se saattaa korvata kivihiihen ja mullistaa lämmöntuotannon. Viitattu 11.5.2020. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-11158359>

YLVA (2020). Ympäristönsuojelun valvonnan sähköinen asiointijärjestelmä: turvetuotantoalueiden pinta-alat alueittain. [Viitattu 28.1.2020]

Ympäristönsuojelulaki (527/2014). Annettu Helsingissä 27.6.2014. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527>

Yrjänäinen, H., Silvenius, F., Kaukoranta, T., Näkkilä, J., Särkkä, L. & Tuhkanen, E.-M. (2013). Kasvihuonetuotteiden ilmastovaikutuslaskenta. Loppuraportti. MTT. ISBN 978-952-487-433-5 (painettu), ISBN 978-952-487-434-2 (verkkoj.)

Asiantuntijahaastattelut:

Asiantuntija Mirja Tiitinen, Energiateollisuus ry, 2.3.2020.

Myyntipäällikkö Antti Porkka, Calefa Oy, 11.3.2020.

Liiketoimintajohtaja Martti Kukkola, Oilon Oy, 13.3.2020.

Toiminnanjohtaja Jussi Hirvonen, Sulpu ry, 15.4.2020.

Haastattelijat: Karoliina Auvinen tai Paula Sankelo, Suomen ympäristökeskus SYKE

Asiantuntija Krister Mild, Ympäristönsuojeluyksikkö, Naturvårdsverket, 27.3.2020

Politiikka ja kommunikointivastaava Ingrid Kyllerstedt Norberg, toimialajärjestö Svensk Torv, 27.3 ja 27.4.2020

Haastattelija: Camilla Sederholm, Suomen ympäristökeskus SYKE

Jätevedenpuhdistusosaston yksikönpäällikkö Janne Nipuli, HSY, 30.3.2020.

Ympäristöpäällikkö Enda McDonagh, Bord na Mona, 23.3.2020.

Haastattelija: Annika Johansson, Suomen ympäristökeskus SYKE

Liite 1: Vaikutusten arviointi panos-tuotomallilla – menetelmäkuvaus

Kansantaloudellisten vaikutusten arviointi

Vaikutusarviointi tehtiin Suomen kansantalouden ympäristölaajennetulla panos-tuotomallilla (ENVIMAT). Malli rakentuu tuote x toimiala -tarjonta- ja käyttötauluista, jotka sisältävät 148 toimialaa ja 299 tuotetta. Malli kuvaa Suomen kansantalouden huomattavasti tarkemmalla tasolla kuin Tilastokeskuksen avoimet panos-tuotosaineistot. Mallissa turpeen nosto on omana toimialanaan (05 energiamineraalien kaivu) erotettuna toimialasta 089 muu mineraalien kaivu. Näiltä osin ENVIMATin toimialajako noudattaa vanhaa TOL2002 toimialarakennetta. Näin ollen vaikutusarviointi ei pidä sisällään muiden 089 toimialan yritysten talousvaikutuksia.

Käytetty ENVIMAT-mallin versio perustuu vuoden 2015 tilastotietoihin. Keskeisimmät tilastolähteet ovat kansantalouden tilinpito, Tullin tilastot, energia tilinpito ja kasvihuonekaasuinventaario (tarkempi mallikuvaus: ks. Nissinen ja Savolainen 2019). Toimialoittaiset henkilötyövuodet perustuvat alueelliseen yritystoimintatilastoon sekä kansantalouden tilinpitoon.

Turpeen noston kansantaloudellisia vaikutuksia analysoitiin nk. HEM-menetelmällä (Hypothetical Extraction Method). Tällaisessa analyysissä tarkasteltavan toimialan kaikki yhteydet kotimaan talouteen poistetaan eli tarkasteltavan toimialan välituotepanoskäyttö asetetaan nolaksi (sarake välituotematriisista) ja tuotoksen käyttö välituotteena muilla toimialoilla poistetaan (rivi välituotematriisista). Samoin poistetaan tuotoksen käyttö lopputuotteena. Menetelmällä pyritään kuvaamaan tilannetta, jossa turpeen noston toimialan yrityksiä ei ole lainkaan kansantaloudessa. Menetelmällä laskettuja lukuja verrataan panos-

tuotosmallin lähtötilanteeseen, ja lopputuloksena saadaan arvio tarkasteltavan toimialan kansantaloudellisesta vaikutuksesta.

Suoriksi vaikutuksiksi on laskettu turpeen noston toimialan tuotos, arvonlisäys ja työlliset henkilötyövuosina. Välillisiin vaikutuksiin lasketaan muille kuin tarkasteltavalle toimialalle kohdistuvat talousvaikutukset. Arvonlisäys- ja työllisyysvaikutukset arvioidaan toimialoittain laskettujen arvonlisäys- ja työllisyyskertoimien avulla. Panos-tuotosmalli tuottaa tiedon ns. tuotantovaikutuksista (vaikutus toimialan tuotokseen), jotka muutetaan kertoimilla arvonlisäykseksi ja työllisyydeksi. Arvonlisäyskertoimet saadaan jakamalla kunkin toimialan arvonlisäys toimialan tuotoksella, työpanoskertoimet jakamalla kunkin toimialan työlliset (htv) toimialan tuotoksella.

Tulovaikutukset kuvaavat tarkasteltavan toimialan omille työntekijöilleen maksamien palkkojen vaikutusta kansantalouteen. Tarkastelussa laskettiin ensin turpeen noston htv-työllisille maksettu palkkasumma, josta vähennettiin verot ja työntekijät sivukulut. Nettopalkkasumma jaettiin kotimaisille tuotteille kotimaisen kulutuskysynnän tuoteosuuksien mukaisissa suhteissa. Panos-tuotosmallilla arvioitiin tämän jälkeen nettopalkkasumman aikaansaamaa taloudellista vaikutusta tuotoksen, arvonlisäyksen ja työllisyyden suhteen vastaavalla tavalla kuin yllä on kuvattu.

Tuotekohtaisesta tarjontataulusta on todettavissa, että turpeen noston toimiala tarjoaa myös muita tuotteita kuin poltto- ja kasvuturvetta. Tärkein näistä on tuoteluokka *sahanpuru, polttohake ja muu puujäte*, jota toimiala tarjosi 26,6 miljoonalla eurolla. Lisäksi toimiala tarjoaa myös joitakin muita tuotteita, mutta näiden yhteisarvo on alle 3 % toimialan tuotoksesta. Vastaavasti *puutuotteiden valmistuksen* toimiala tarjoaa polttoturvetta 24,1 miljoonaa euron arvosta (vuonna 2015 noin 15 % polttoturpeen kokonaistuotannosta). Koska edellä mainitut euromääräiset summat ovat erittäin lähellä toisiaan ja ikään kuin kuittaavat toisensa, ei HEM-menetelmässä koskettu puutuotteiden valmistuksen toimialan polttoturpeen tarjontaan. Turpeen noston vaikutus kansantalouteen tuli arvioiduksi riittävällä tasolla muuttamalla HEM-menetelmässä vain tarkasteltavan toimialan kytköksiä.

Turvetuotannon volyymin vuosittaiset vaihtelut ovat suuria muun muassa tuotanto-olosuhteiden (sää) vuoksi. Tästä syystä teimme HEM-tarkastelun myös vuoden 2010 osalta kyseiseen vuoteen kalibroidulla ENVIMAT-mallilla. Kyseisenä vuonna myydyin tuotannon arvo oli noin 60 miljoonaa euroa (30 %) suurempi kuin vuonna 2015

Taulukossa L1 on esitetty sekä vuosien 2015 että 2010 HEM-tarkastelun tulokset. Vuonna 2010 suorien vaikutusten osuus kokonaisvaikutuksista on ollut tuotoksen ja arvonlisäyksen osalta suurempi kuin vuonna 2015. Työllisyyden suhteen tilanne on

ollut päinvastainen. Yleisesti ottaen voi todeta, että toimialan suurempi koko vuonna 2010 heijastuu suurempana kokonaistyöllisyysvaikutuksena, vaikka suora työllisyys onkin ollut vuonna 2010 hieman pienempi kuin 2015.

Kun suhteutetaan toimialan suoraa kansantaloudellista vaikutusta kokonaisvaikutuksiin (sis. välilliset ja tulovaikutukset), pystytään vuosia 2010 ja 2015 vertailemaan keskenään paremmin. Vertailussa käytetään ns. tuotanto- ja työllisyyskertoimia (taulukko L2). Kertoimien arvot lasketaan jakamalla kokonaisvaikutukset (tuotos, työllisyys) suorilla vaikutuksilla. Kerrointa voidaan tulkita siten, että esimerkiksi euron lisäys toimialan tuotoksessa lisää koko kansantalouden tuotosta kertoimen osoittamalla määrällä euroja. Vastaavasti yhden htv-työllisen lisäys toimialalla lisää työllisyyttä koko kansantaloudessa kertoimen osoittaman määrän (panos-tuotosmallinnuksen rajoitteet ja oletukset huomioiden). Turpeen noston tuotantokerroin on kasvanut vuodesta 2010 vuoteen 2015. Vastaavasti taas työllisyyskerroin on pienentynyt. Erisuuntaiset muutokset kertovat sekä talouden rakenteen muutoksesta kokonaisuudessaan että turpeen noston toimialan kytkösten ja merkityksen muutoksesta. Työllisyyden näkökulmasta turpeen noston suhteellinen merkitys on pienentynyt, vaikka suora työllisyys onkin hieman lisääntynyt. Vastaavasti tuotantoa ja arvonlisäystä kasvattava merkitys on noussut.

Taulukko L1. Turpeen noston kansantaloudelliset vaikutukset vuonna 2010 ja 2015.

		Suora (turpeen noston toimiala)	Välilliset	Tulovaikutus	Yhteensä
tuotos (milj. euroa)	2015	204	193	47	444
	2010	424	276	49	749
arvonlisäys (milj. euroa)	2015	80	78	24	181
	2010	170	115	24	309
työllisyys (htv)	2015	1301	930	226	2457
	2010	1210	1519	259	2988

Taulukko L2. Turpeen noston tuotanto- ja työllisyyskerroimet vuosina 2010 ja 2015.

	2010	2015
tuotantokerroin	1,766	2,178
työllisyyskerroin	2,469	1,889

Turpeen kansantaloudellista merkitystä koko maan tasolla ovat arvioineet mm. VTT (Leinonen 2010) ja Bioenergia ry (2019). Vertailua tässä raportissa julkaistuihin tuloksiin vaikeuttaa kuitenkin muutama seikka: käytetyn datan lähtövuosi, käytetyn

mallin toimiala- ja tuoteluokituksen tarkkuus sekä tarkasteltavan toimialan (turpeen nosto) suorien vaikutusten määrittely.

VTT:n julkaisemat tiedot perustuvat vuotta 2009 edeltävään dataan. Vaikka raportissa on mainittu, kuinka suureen tuotantomäärään (TWh) arviot perustuvat, on talouden rakenne muuttunut yli kymmenessä vuodessa siinä määrin, ettei työllisyyslukuja ole mielekästä käyttää edes tuotantomäärää skaalaten. Raportissa ei mainita, mikä on toimialajaon tarkkuus tai mitä tarkalleen ottaen sisältyy turvetuotannon suoriin henkilötyövuosiin.

Bioenergia ry:n laskelmat perustuvat vuoden 2018 tasossa laskettuihin, turvetuotantoon liittyvien työvaiheiden edellyttämiin henkilötyövuosimääriin. Laskelmaa ei ole tarkemmin avattu, mutta kuvauksen perusteella se ei ilmeisesti noudata kansantalouden tilinpidon toimialajakoa. Kokonaistyöllisyysvaikutukset on laskettu kertomalla mainittu htv-määrää työllisyyskerroimella 1,84, joka on otettu Jyväskylän yliopiston kauppakorkeakoulussa tehdystä tutkimuksesta (Storhammar ja Mukkala 2014). Kerroin on suuruusluokaltaan sama kuin tähän raporttiin laskettu kerroin 1,89. Bioenergia ry:n käyttämä kerroin perustuu kuitenkin Keski-Suomen aluetalouden analyysiin ja ennen vuotta 2010 julkaistuun dataan. Näin ollen kertoimien vertailu on ongelmallista. Yleisesti ottaen voidaan todeta, että Bioenergia ry:n ja VTT:n julkaisemat kokonaistyöllisyysvaikutukset ovat yli 40 % suuremmat kuin tähän raporttiin lasketut. Ne perustuvat kuitenkin varsin vanhaan lähtödataan ja/tai hyödyntävät sellaisia keskeisiä parametrejä (esim. työllisyyskerroin), jotka soveltuvat huonosti koko maan tasolla tehtävään arviointiin.

Alueellisten vaikutusten arviointi

Maakuntien panos-tuotosmallit sisältävät lähtökohtaisesti 29 toimialaa, joista turpeen nosto (TOL08-luokituksessa toimiala 08920) sisältyy samaan toimialaan muun kaivostoiminnan ja louhinnan (TOL08-luokituksessa toimiala 05-09) kanssa. Maakuntien panos-tuotosmallit saatiin alueellisen taloustiedon tietokannasta (ALTA 2019). Viimeisimmät käytössä olevat maakuntien panos-tuotosaineistot kuvaavat maakuntien talousrakenteita vuonna 2014.

Turpeen nosto eroteltiin omaksi toimialakseen panos-tuotosaineistoihin perustuen maakunnittaisiin turvetuotantopinta-aloihin (YLVA 2020), joiden avulla teollisuustuotantotilaston (Suomen virallinen tilasto, 2020c) koko maassa myydyn turpeen arvo jaettiin maakuntien tuotannoksi. Erottelu tehtiin kaikkiin laskennassa tarvittaviin aineistoihin, eli tuotukseen, lopputuotekäyttöön, panoskäyttötauluun (sekä ostoihin että myyntiin), arvonlisiin sekä palkansaajakorvauksiin. Lisäksi erottelussa hyödynnettiin koko maan ENVIMAT-mallin tietoja toimialan 05-09

sisäisestä välituotepanoskäytöstä, yritysrekisterin tietoja yritysten liikevaihdoista ja henkilöstön määristä sekä Tilastokeskuksen aluetilinpitoa.

Aluetalousvaikutukset mallinnettiin 18 erillisellä aluemallilla, joista turpeen noston toiminta poistettiin aluetaloudesta. Toisin sanoen, turpeen noston välituotepanosten ostot ja myynnit sekä turpeen noston lopputuotekysyntä muutettiin nolnaan, minkä jälkeen laskettiin kunkin alueen uudet toimialoittaiset tuotokset. Alkuperäisten ja uusien tuotoksien väliset erotukset kertovat turpeen noston vaikutuksesta alueen kokonaistuotokseen. Turpeen noston välituotekäyttö jaetaan suoriin ja välillisiin. Suoriksi vaikutuksiksi on laskettu turpeen noston toimialan tuotos, arvonlisäys ja työlliset henkilötyövuosina. Välillisiin vaikutuksiin lasketaan muille kuin tarkasteltavalle toimialalle kohdistuvat talousvaikutukset.

Tulovaikutukset muodostuvat tarkasteltavan toimialan omille työntekijöilleen maksamien palkkojen aikaansaamasta yksityisen kulutuskysynnän lisäyksestä. Panos-tuotosaineiston palkansaajakorvauksista vähennettiin ensin työnantajan sivukulut. Jokaisen maakunnan htv-työllisille oletettiin maksettavan samansuuruinen palkka kuin koko maan tarkastelussa. Palkkasummasta vähennettiin verot ja työntekijän sivukulut. Maakunnassa tuotettujen hyödykkeiden kulutukseen kohdistuva osuus arvioitiin maakuntien panos-tuotosaineistojen perusteella. Nettopalkkasumma jaettiin toimialoille maakunnan kulutuskysynnän toimialaosuuksien mukaisissa suhteissa. Panos-tuotosmallilla arvioitiin tämän jälkeen nettopalkkasumman aikaansaama taloudellista vaikutusta tuotoksen, arvonlisäyksen ja työllisyyden suhteen vastaavalla tavalla kuin yllä on kuvattu.

Tuotokset muunnettiin arvonlisä- ja työllisyysvaikutuksiksi toimialakohtaisilla kertoimilla. Arvonlisäkertoimet osoittavat kuinka paljon tietynsuuruudesta tuotoksesta on arvonlisää. Työllisyyskertoimet kertovat kuinka paljon työvoimaa tarvitaan tietynsuuruisen tuotoksen tuottamiseksi.

Liite 2: Skenaariomallinnus

Taulukko L3. Skenaarioiden laskelmissa käytetyt keskeiset oletukset.

Sähköntuotannon jakauma (kaikki polttoaineet) 2015 (Tilastokeskus)		Käytetyt polttoaineiden ym. hinnat (ENVIMAT)	€/MWh	Sähkön tuotannon polttoainejakauma (ENVIMAT)	
Tavallinen lauhdevoima	16 %	Öljytuotteet, energia	43,18	Nestekaasu, teollisuus	0,0 %
Yhteistuotanto, teollisuus	33 %	Kivihiili, bituminen	8,58	Kevyt polttoöljy	0,1 %
Yhteistuotanto, kaukolämpö	50 %	Koksi	19,08	Raskas polttoöljy, rikkipitoisuus < 1%	0,7 %
Turpeen polttoainekäyttö kaukolämmön tuotannossa 2015 (Tilastokeskus)		Maakaasu	20,76	Kierrätys- ja jäteöljyt	0,1 %
Yhteistuotanto	74 %	Polttoturve	16,83	Kivihiili, bituminen	31,5 %
Erillistuotanto	26 %	Polttopuu	12,76	Koksi	0,9 %
Turpeen kaukolämmön tuotannon jakauma 2015 (Tilastokeskus)		Metsähake	12,82	Maakaasu	19,7 %
Yhteistuotanto	79 %	Sahanpuru, polttohake ja muu puujäte	12,34	Turve	17,5 %
Erillistuotanto	21 %	Energiakasvit	12,29	Metsähake	14,0 %
Turpeen sähkön tuotannon jakauma 2015 (Tilastokeskus)		Sähkö	68,27	Teollisuuden puutähteet	10,0 %
Yhteistuotanto	80 %	Kaukolämpö ja -kylmä	60,57	Muut puunjalostusteollisuuden sivu- ja jätetuotteet	1,4 %
Erillistuotanto (sisältää CHP-lauhteen)	20 %	Tuulivoiman ylläpito- ja huoltokustannukset	7,00	Kasviperaiset polttoaineet	0,2 %
		Tuulivoiman integraatiokustannus (per tuulivoimalla tuotettu MWh)	5,00	Sekajäte	3,8 %
		Teollisuuslämpöpumpun ylläpito- ja huoltokustannukset	1,00		
		Kaukolämmön polttoainejakauma 2015 (ENVIMAT)		Tuotannon käyttöasteet investointilaskelmissa	
Käytettyjä hyötysuhteita (Tilastokeskus ja ENVIMAT)		Nestekaasu, teollisuus	0,0 %	CHP-tuotanto	68 %
Kaukolämpö-CHP:n sähköntuotannon hyötysuhde (hyödynjakomenetelmä)	58 %	Kevyt polttoöljy	0,3 %	Lämpöpumput	86 %
Kaukolämpö-CHP:n rakennusaste	56 %	Raskas polttoöljy, rikkipitoisuus < 1%	1,6 %	Tuulivoima	40 %
Kaukolämpö-CHP:n lämmöntuotannon hyötysuhde (hyödynjakomenetelmä)	118 %	Kivihiili, bituminen	25,3 %		
Kaukolämmön erillistuotannon hyötysuhde	90 %	Koksi	0,1 %	Investointien kustannukset	M€/MW
Polttoaineiden pienkäytön hyötysuhde (rakennusten lämmitys)	85 %	Maakaasu	17,4 %	CHP-kattilavaihdot	0,4
Suuren mittakaavan lämpöpumppujen COP	3	Turve	17,4 %	Teollisuus-CHP:n kattilavaihdot	0,4
Pienen mittakaavan lämpöpumppujen COP	3,5	Metsähake	18,4 %	Tuulivoiman rakentaminen	1,3
Sähkön erillistuotannon hyötysuhde turpeella	40 %	Teollisuuden puutähteet	10,3 %	Teollisuuden erillislämmitys, ILP ja VILP	0,5
Teollisuushöyry-CHP:n lämmöntuotannon hyötysuhde (hyödynjakomenetelmä)	95 %	Muut puunjalostusteollisuuden sivu- ja jätetuotteet	2,6 %	Teollisuuden erillislämmitys, MLP	1
Teollisuushöyry-CHP:n rakennusaste	20 %	Kasviperaiset polttoaineet	0,4 %	CHP:n korvaavat lämpöpumput	
Kaukolämmön kulutus 2015 (ENVIMAT)		Sekajäte	6,3 %	hukkalämpö	0,7
Asuinrakennukset	62 %	Muita oletuksia:		ILP ja VILP	0,5
Palvelut	37 %	Laskelmat on tehty vuoden 2015 hintatasossa		Keskisyvä MLP	1,3
Muut	1 %	CHP-laitosten pitoaika 30 vuotta		Kiinteistö- ja aluekohtainen MLP	1

