

Pirkanmaan päästövähennyspolku

Beata Heikkonen
Pirkanmaan ELY-keskus

17. elokuuta 2022

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Käytettyjä termejä ja lyhenteitä	2
2	Muulla sovitut toimenpiteet	2
2.1	KAISU-perusura	2
2.2	HINKU-perusura	4
3	Liikenne	6
3.1	Vain sähköautoja ja -pyöriä virka- ja työsuhdekäyttöön	6
3.2	Joukkoliikenteen palvelutason kehittäminen	6
3.3	Liityntäpysäköintien kehittäminen	8
3.4	Pyöräilyn edistäminen	8
4	Energiajärjestelmä	8
4.1	”Polttoainemurros” – eroon fossiilisista polttoaineista	9
4.2	”Voimakas sähköistyminen ja lämpöpumppujen valta-asema”	9
4.3	”Vedyn tiikerinloikka”	10
4.4	Tuulivoima	11
5	Hiilinielut	12
5.1	Lähimenneisyys ja nykytila	12
5.2	Kasvun lisääminen metsänhoidollisin toimenpitein	12
5.3	Metsäkadon vähentäminen	13
6	Yhteenveto	13

Tiivistelmä

1 Johdanto

Pirkanmaan hiilineutraaliustavoite. Sovittu missä ja milloin?

Suomen kokonaispäästöt ... Suurimmat päästölähteet ... valtakunnallisesti ja ... Pirkanmaalla Pirkanmaan kasvihuonekaasupäästöt olivat vuonna 2007 3 952,3 kt CO₂e ja vuonna 2017 3 081,5 kt CO₂e. Hiilineutraaliksi päästötasoksi arvioitiin tuolloin 790 kt CO₂e vuodessa. Päästövähennystarve vuoden 2017 päästötasosta oli siis 2291,5 kt CO₂e. Pirkanmaalla jo suunniteltujen toimien päästövaikutukseksi arvioitiin 849 kt CO₂e ja silloisen Keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelman (KAISU) (Ympäristöministeriö, 2017) päästövähennysoletus oli Pirkanmaalla 668 kt CO₂e. Sitten KAIStua on päivitetty (Ympäristöministeriö, 2021), mikä on tuonut mukanaan toisaalta uusia päästövähennystavoitteita, mutta myös siirtänyt päästövähennystoimia polun muista osista KAISUn alle (ks. 2.1).

1.1 Käytettyjä termejä ja lyhenteitä

CO₂e, *hiilidioksidiekvivalentti* on luku, jonka avulla kokonaiskasvihuonevaikutusta voidaan verrata ja suhteuttaa. Luku suhteuttaa eri kaasujen kasvihuonevaikutuksen siihen, kuinka suurta hiilidioksimäärää päästö vastaa. Päästövähennyspolussa tarkastelluista päästöistä muitten kasvihuonekaasujen kuin hiilidioksidin osuus on vähäinen. Valittuna yksikkönä käytetään kuitenkin hiilidioksidiekvivalenttia, koska se on vakiintunut käyttöön. Taulukossa 1 on kuvattu kertoimet tärkeimpien kasvihuonekaasujen hiilidioksidiekvivalentin laskemiseksi. Esimerkiksi 1 kg metaania vastaa ilmastovaikutukseltaan 25 kg hiilidioksidia, eli yhden metaanikilogramman vaikutus on 1 kg CO₂e.

Metsien hiilinielua ja -varastoa laskettaessa 1 kg hiiltä puun biomassassa vastaa 3,67 kg hiilidioksidia.

Kaasu	Hiilidioksidiekvivalenttikerroin
Hiilidioksidi (CO ₂)	1
Metaani (CH ₄)	25
Typpioksiduuli (ilokaasu) (N ₂ O)	298

Taulukko 1: Muutamien tärkeimpien kasvihuonekaasujen kertoimet, millaista määrää hiilidioksidia kaasu vastaa kasvihuonevaikutukseltaan.

kt, kilotonni tarkoittaa tuhatta tonnia eli miljoonaa kilogrammaa.

Mt, megatonni tarkoittaa miljoonaa tonnia eli miljardia kilogrammaa.

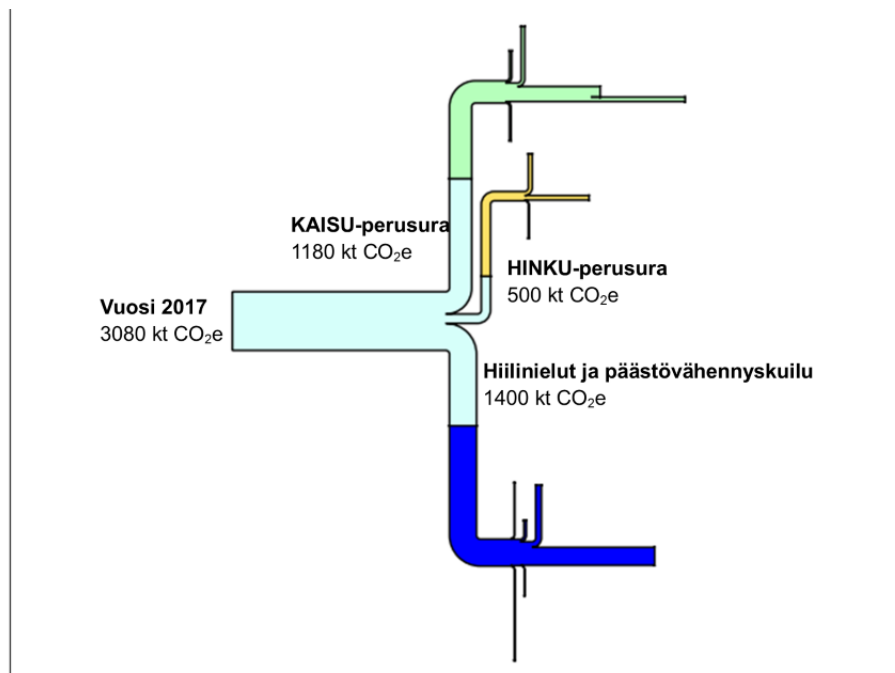
2 Muualla sovitut toimenpiteet

2.1 KAISU-perusura

Keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelma KAISU (Ympäristöministeriö, 2021) sisältää toimenpiteitä, jotka tähtäävät siihen, että Suomi on vuonna 2035 hiilineutraali. KAISUn perusuran toimenpiteet on huomioitu omana osanaan Pirkanmaan päästövähennyspolkua,



Kuva 1: Pirkanmaan vuoden 2017 päästötaso, sovitut päästövähennystoimenpiteet ja vaadittavien lisätoimenpiteiden määrä eli *päästövähennyskuilu*.



Kuva 2: Pirkanmaan päästövähennyspolun jakautuminen eri aikoina sovituiksi kokonaisuuksiksi.

Päästökokonaisuus	KAISU-päästövähennys [kt CO ₂ e]
Liikenne	460
Biokaasu	100
Rakennusten erillislämmitys	185
Jätehuolto	80
Maatalous	70
F-kaasut	115
Muut toimet	240
yhteensä	1250

Taulukko 2: KAISU-perusuran vaikuttavuus päästökokonaisuuksittain Pirkanmaalla.

mutta perusura yksinään on niin valtakunnallisella kuin maakunnallisella tasolla riittämättömän hiilineutraaliuden saavuttamiseen.

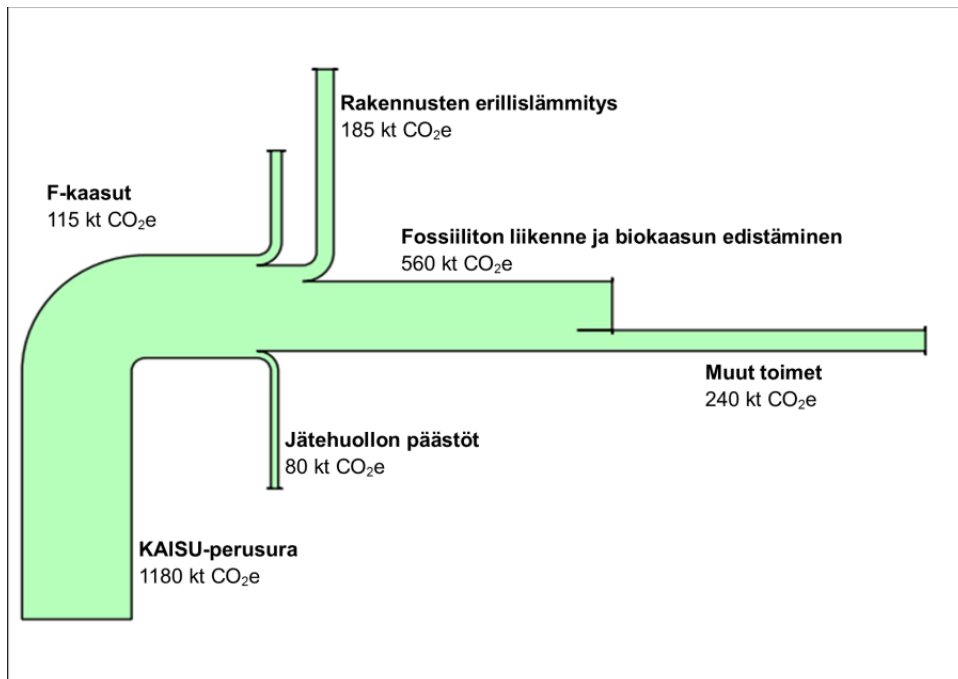
Aiemman KAISU-perusuran (Ympäristöministeriö, 2017) päästövähennyspotentiaaliksi Pirkanmaalla arvioitiin noin 660 kt CO₂e ja päivitetyn KAISUn (Ympäristöministeriö, 2021) potentiaaliksi noin 1250 kt CO₂e.

KAISUn vaikuttavuuden skaalaamisessa Pirkanmaalle on pääsääntöisesti suhteutettu valtakunnallinen päästövähennys Pirkanmaalle. Useimmiten tämä on tarkoittanut sitä, että on ensin laskettu KAISUn päästövähennyksen osuus valtakunnallisesta päästötasosta kullakin osa-alueella. Näin saatu prosenttiosuutta on käytetty sen laskemiseen, paljonko vastaava vähennys olisi Pirkanmaan lähtöpäästötasolla. Joissain tapauksissa tällainen ei ole ollut mahdollista rajallisen datan vuoksi. Tällöin on vain oletettu Pirkanmaan päästövähennykseksi 10% valtakunnallisesta vähennyksestä.

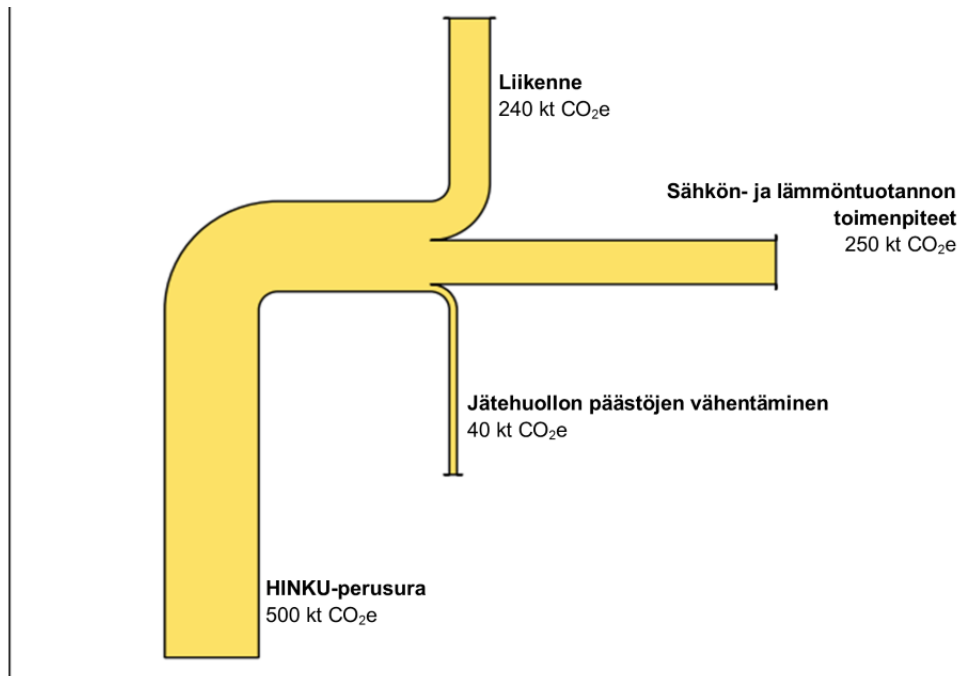
Pirkanmaalle arvioidut KAISU-päästövaikutukset jaoteltuna päästökokonaisuuksiin on esitetty taulukossa 2.

2.2 HINKU-perusura

Riekkonen et al. (2020) määrittää HINKU-perusuran. HINKU-kunnat ja -maakunnat ovat sitoutuneet vähentämään päästöjään 80% vuoden 2007 tasosta vuoteen 2030 mennessä. Suurelta osin kunnat ja maakunnat päättävät itse toimenpiteistä päästöjen vähentämiseksi, mutta HINKU-perusura sisältää muutamia oletuksia. Oletukset ja niiden vaikuttavuudet Pirkanmaalla on esitetty taulukossa 3. On huomattava, että HINKU-oletusten vaikuttavuuteen on tullut muutoksia uuden KAISUn julkaisun jälkeen, sillä näiden päällekkäisyydet on karsittu.



Kuva 3: KAISU-perusuran osakokonaisuus jaoteltuna päästökokonaisuuksiksi



Kuva 4: HINKU-perusuran osakokonaisuus jaoteltuna päästökokonaisuuksiksi

HINKU-perusuran oletus	päästövähennys Pirkanmaalla [kt CO ₂ e]
Jätehuollon CO ₂ e-päästöt pienenevät 20%	40
Kiinteistöjen lämmityksen CO ₂ e-päästöt pienenevät 10%	100
Valtakunnallisen sähkön päästökerroin pienenee 40%	110
Ajoneuvojen energiatehokkuus paranee 25%	210
Teollisuuden energiankulutus vähenee 10%	8
Palvelusektorin sähkönkulutus vähenee 20%	20
Yhteensä	490 kt

Taulukko 3: HINKU-perusuran oletukset ja niiden vaikuttavuus Pirkanmaalla

Toimenpide	päästövähennys [kt CO ₂ e]
Sähköautot ja -pyörät virkakäyttöön	6
Joukkoliikenteen kehittäminen	100
Liityntäpysäköinnin kehittäminen	22
Pyöräilyn edistäminen	14–44
Yhteensä	142–172

Taulukko 4: Liikenteen toimenpiteitten todennäköisiä päästövaikutuksia

3 Liikenne

3.1 Vain sähköautoja ja -pyöriä virka- ja työsuuhdekäyttöön

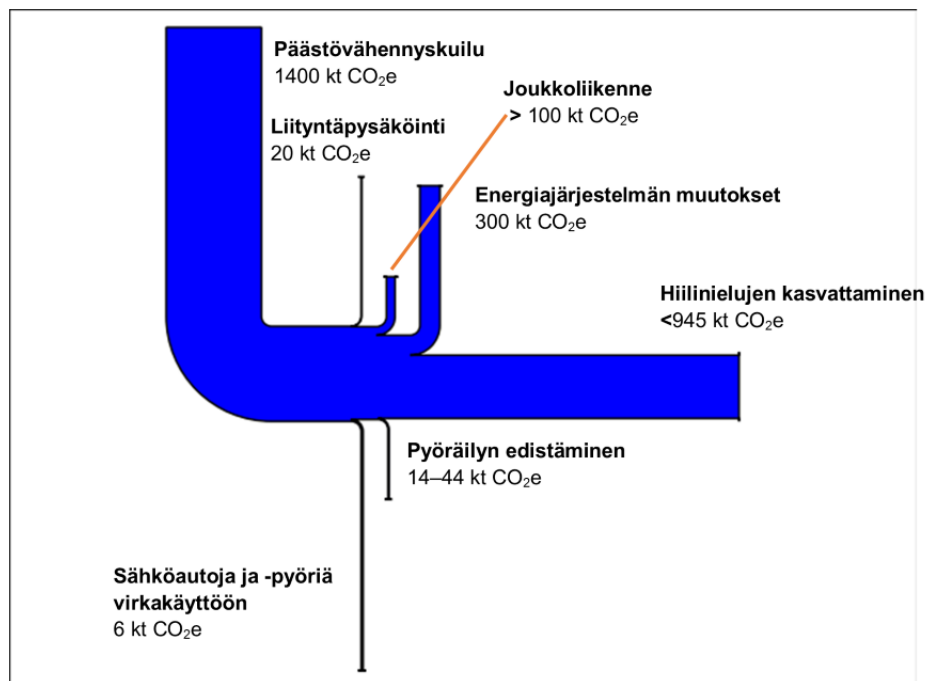
Ottamalla käyttöön yksinomaan sähköautoja ja -pyöriä virka- ja työsuuhdekäytössä voidaan saavuttaa noin 6 kt CO₂e päästövähennys. Verrattain pieni luku johtuu työasia-ajojen suhteellisen pienestä kokonaismäärästä.

Tampereen kaupungin henkilöstö on noin 14 000 henkeä ja julkisen sektorin henkilö Pirkanmaalla on arviolta 30 000 henkeä. Työasia-ajoa tulee keskimäärin 0,12 matkaa vuorokaudessa ja yksittäisen työasia-ajon keskimääräinen matka on noin 32 km (Tampereen seutu, 2018). Tällöin työasia-ajojen kokonaissuorite julkisella sektorilla on hieman yli 42 miljoonaa kilometriä. Mikäli tämä ajosuorite ajetaan pääasiassa henkilöautoilla, siirtyminen sähköautoihin ja -pyöriin vähentää päästöjä noin 6 kt CO₂e.

3.2 Joukkoliikenteen palvelutason kehittäminen

Tampereen seudun liikennejärjestelmäsuunnittelun kehittämissuunnitelmassa (Tampereen kaupunkiseutu, 2010) on asetettu tavoitteeksi, että joukkoliikenteen kulkumuoto-osuus Tampereen seudulla olisi 25%. Vuonna 2010 joukkoliikenteen osuus on ollut noin 13% Tampereen kaupunkiseutu (2010) ja vuonna 2016 noin 9% (Tampereen seutu, 2018).

Pirkanmaan asukasluku oli heinäkuussa 2020 lähes 519 000 asukasta ja vuoden 2021 loppussa yli 527 000. Väestö on siis kasvanut yli 8 000 asukkaalla puolessatoista vuodessa.



Kuva 5: Päästövähennyskuilun kattaminen liikenne- ja energiatoimenpitein sekä hiilinielujen lisäämällä.

Tampereen seudun pitkän aikavälin väestönkasvuennuste on keskimäärin 4 200 asukasta vuodessa.

Oletuksella, että Tampereen seudun asukasluku on vuonna 2030 noin 391 000 yli 6-vuotiasta ja liikkumisen määrä henkeä kohti pysyy suurin piirtein samana kuin 2016, kokonaismatkamäärä olisi noin 442 miljoonaa matkaa. Mikäli autoilun osuus pysyy samana, henkilöautoilun ajosuorite olisi noin 2,9 miljardia km vuodessa. Mikäli joukkoliikenteen osuus kasvaisi tavoiteltuun 25% matkoista, joukkoliikenteessä matkustettaisiin lähes 75 miljoonaa kilometriä nykyistä enemmän. *Mikäli lähes kaikki uudet matkat olisivat henkilöautoilun korvaamista joukkoliikenteellä ja joukkoliikenne käyttäisi pääosin uusiutuvia voimnlähteitä, päästövähennys vuodesta 2017 olisi jopa 180 kt CO₂e.* On kuitenkin selvää, että nämä oletukset ovat varsin optimistisia: joukkoliikenteen palvelutason parantaminen lisää matkoja, mutta näistä matkoista varmasti osa on siirtymää kevyestä liikenteestä ja osa kokonaan uutta liikkumista. Joukkoliikennettä kehittämällä voidaan kuitenkin realistisesti saavuttaa noin 100 kt CO₂e-päästövähennys, joka on 56% optimistesta päästövähennyksestä.

3.3 Liityntäpysäköintien kehittäminen

Työmatkan keskimääräinen pituus Pirkanmaalla oli vuonna 2014 noin 16 km (Ymparisto.fi, 2017). Kun työmatka-autoilijoita on noin 150 000, vuosittaiset työmatka-ajon KHK-päästöt ovat lähes 174 kt CO₂e.

Mikäli liityntäpysäköintejä kehittämällä 25% työmatka-autoilijoista kulkee työmatkan loppuosuuden julkisella kulkuneuvolla sen sijaan, että ajaisi perille asti, ja keskimäärin henkilöautolla ajettu matka puollittuu – toisin sanoen ajosuorite vähenee 12.5% – päästövähennys olisi noin 22 kt CO₂e.

Liityntäpysäköinnin kehittäminen edellyttää tietenkin myös joukkoliikenteen palvelutason kehittämistä. Henkilöauton jättäminen liityntäpysäköintiin ja loppumatkan kulkeminen julkisella liikenteessä ei ole houkutteleva vaihtoehto, jos joukkoliikenteen palvelutaso on huono.

3.4 Pyöräilyn edistäminen

Pyöräilyn edistämisen ja kevyenliikenteenväylien parantamisen vaikutuksista ei löydy tutkimuksia, joista kävisi selvästi ilmi pyöräilyolosuhteitten parantamisen vaikutus liikennemääriin. Voidaan kuitenkin esittää erilaisia arvioita sen mukaan, kuinka paljon ajosuoritetta odotetaan siirtyväksi henkilöautoilusta pyöräilyyn.

Mikäli Tampereen seudulla 30% väestöstä korvaisi yhden 3 km:n ajomatkan pyöräilyllä 200 päivänä vuodessa, saavutettaisiin noin 18 kt CO₂e-päästövähennys. Mikäli vastaava siirtymä kulkumuodossa saataisiin aikaan koko Pirkanmaan laajuisesti, päästövähennys olisi 26 ktCO₂e.

Tampereen seudulla pyöräilyn määrä oli vuonna 2016 101,7 miljoonaa kilometriä (Tampereen seutu, 2018). Tampereen seudulla on tavoitteena pyöräilyn määrän kaksinkertaistaminen. Mikäli kaikki lisääntyvä pyöräily vähentäisi suoraan henkilöautoilua, autoilu vähenisi 101,7 miljoonalla kilometrillä, mikä tarkoittaisi noin 14 kt CO₂e-päästövähennystä. On kuitenkin oletettavaa, että kaikki lisäpyöräily ei tule henkilöautoilun vähenemisestä vaan siirtymää olisi varmasti myös joukkoliikenteen käytöstä, kävelystä sekä kokonaan uutta liikkumista.

Erilaisin oletuksin, kuinka paljon autolua korvattaisiin pyöräilyllä parantuneissa olosuhteissa, saadaan erilaisia lukuja 14–44 kt.

4 Energiajärjestelmä

Tämän luvun pohjana on *Pirkanmaan energiajärjestelmä -selvitys* (Rauhala et al., 2021). Luvussa tarkastellaan selvityksessä esitettyjä skenaarioita, niitten toteutettavuutta sekä todennäköisiä päästövaikutuksia.

4.1 ”Polttoainemurros” – eroon fossiilisista polttoaineista

Pirkanmaalla tuotetaan energiaa tällä hetkellä (luku vuodelta 2021) vuosittain noin 800 GWh turpeella, noin 1000 GWh maakaasulla ja noin 44 GWh polttoöljyllä voimalaitoksissa. Lisäksi öljyllä lämmitetään rakennuksia noin 720 GWh vuodessa. Rakennusten öljylämmityksestä luopuminen kuuluu päivitettyyn KAISUun, ja sen päästövähennys on käsitelty sen yhteydessä (ks. 2.1).

Turpeen polton vuosittaiset päästöt ovat olleet noin 305 kt CO₂e ja maakaasun 200 kt CO₂e. Turpeen käyttöä on vähennetty, ja sen on tarkoitus loppua kokonaan vuoden 2022 loppuun mennessä. Mikäli tämän lisäksi maakaasun käyttö vähenee puoleen nykyisestä ja korvaava polttoaine on hiilineutraalia biomassaa, saavutettaisiin hieman alle 400 kt CO₂e päästövähennys, kun huomioidaan kuorma-autokuljetusten lisääntyminen.

Ei ole täysin mahdotonta, että turvetta ja maakaasua korvaava biomassa olisi pääosin tai kokonaan peräisin Pirkanmaalta (ks. tarkemmin luvusta 5 Hiilinielut). Tämänhetkinen (kesä 2022) tilanne Venäjällä voi vaikuttaa tämän skenaarion toteutumiseen tai yksityiskohtiin, mikäli maakaasun saatavuuden epävarmuudet jatkuvat ja lisääntyvät.

4.2 ”Voimakas sähköistyminen ja lämpöpumppujen valta-asema”

Energiajärjestelmäselvityksessä (Rauhala et al., 2021, luvut 8.1 ja 8.2) kuvataan kaksi skenaariota, jotka liittyvät toisiinsa: ”lämpöpumppujen valta-asema” ja ”voimakas sähköistyminen”. Lämpöpumppujen valta-asema -skenaariossa korvataan kiinteistökohtainen öljylämmitys sekä osa tai kaikki kaukolämmöstä lämpöpumpuin. Öljylämmityksen korvaaminen sisältyy KAISUun ja sillä on saavutettavissa 120–160 kt CO₂e päästövähennys. Sen sijaan kaukolämmön korvaaminen lämpöpumpuin ei tuota merkittävästi lisää suoria päästövähennyksiä, mikäli luvussa 4.1 kuvattu fossiilisten polttoaineitten korvaaminen sähkön ja lämmön tuotannossa toteutuu. Sen sijaan skenaario laajasti toteutettuna lisää sähkön kulutusta ja nostaa kysymyksiä sähkön ja lämmön tuotannon turvaamisesta etenkin talven kylmimpänä aikana.

”Voimakas sähköistyminen” sisältää lämpöpumppujen yleistymisen sekä muutenkin sähkön käytön kaukolämmössä nykyisen polttoon perustuvan sähkön- ja lämmöntuotannon sijaan. Tähänkin skenaarioon sisältyy edellä mainitut haasteet sähkön käytön lisääntymistä sekä kysyntäjoudesta etenkin kylmänä aikana. Toteutuakseen tämä skenaario vaatisi huomattavaa lisäystä uusiutuvan energian tuotantoon sekä varastointimenetelmien kuten power-to-X- sekä akkuteknologian huomattavaa kehitystä nykytilanteesta.

Voimakas sähköistyminen liikenteessä voi tuottaa huomattaviakin päästövähennyksiä. ALasmallin (Suomen ympäristökeskus SYKE, 2021a) mukaan lasketut liikenteen päästöt olivat vuonna 2020 lähes 2,7 Mt CO₂e. Tästä ”helposti sähköistettävien” linja-autojen katuajon osuus on 16,3 kt ja linja-autoliikenteen kokonaispäästöt 31,9 kt. Näitten lisäksi jakeluli-

kenne on melko luonteva sähköistettävä tieliikenteen muoto, jossa olisi realistisesti saavutettavissa jopa 10 kt päästövähennys. Sähköautojen osuus henkilöautoista on kasvanut viime vuosina ja on odotettavissa, että se kasvaa edelleen. Henkilöautojen osalta on vaikea arvioida toteutuvia päästövähennyksiä – niihin vaikuttaa täyssähköautojen ja hybridien osuudet, minkä lisäksi biokomponentin osuus dieselissä ja kaasussa tulee kasvamaan.

4.3 ”Vedyn tiikerinloikka”

Kansallisessa ilmasto- ja energiastrategiassa (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2022) on asetettu tavoitteeksi vihreän vedyn tuotantoteholle vuonna 2030 1000 MW. Euroopan komissio (2020) on arvioinut, että vuonna 2030 koko EU:ssa vihreän vedyn tuotantoteho olisi 40 GW, jolloin tuotetun vedyn energia olisi 333 TWh. Tämä tarkoittaa, että yksittäinen vetylaitos olisi käynnissä keskimäärin 8325 tuntia, eli noin 11 kuukautta, vuodessa. Käyttämällä samaa lukua, Suomen vetytuotanto olisi vuonna 2030 8,3 TWh, mikäli 1000 MW tuotantoteho todella saavutetaan.

Suomen teollisuuden ei-vihreän vedyn tuotanto on tällä hetkellä noin 3,3 TWh (Rauhala et al., 2021). Mikäli lisääntyvä vihreän vedyn tuotanto käytettäisiin ensisijaisesti nykyisen ei-vihreän vedyn korvaamiseen, noin 5 TWh vetyä jäisi hyödynnettäväksi muuhun käyttöön. Vedyn potentiaali on suurimmillaan vesiliikenteen polttoaineena sekä teollisuudessa. Pirkanmaalla ei ole juurikaan vesiliikennettä tai sellaista teollisuutta, joka voisi saada huomattavaa hyötyä vedystä.

Mikäli oletetaan, että noin kymmenesosa Suomessa tuotetusta ”uudesta” vedystä, käytettäisiin Pirkanmaalla, tämä tarkoittaisi 330 GWh energiamäärää, joka vastaa 4,3%:a Pirkanmaan kaikesta energiankulutuksesta vuonna 2019. Tälle on kuitenkin vaikea määrittää päästövähennysvaikutusta, kun otetaan huomioon muut varmasti toteutuvat toimet sekä todennäköisemmät skenaariot. Vedyllä olisi kuitenkin mahdollista esimerkiksi korvata polttoöljyä pienemmissä kauko- ja aluelämpöä tuottavissa laitoksissa, jolloin saavutettaisiin 12 kt CO₂e päästövähennys.

Toisaalta maakaasun saatavuutta ei tule pitää itsestäänselvyytenä; Venäjä on rajoittanut maakaasun vientiä Eurooppaan vuonna 2022. Onkin syytä etsiä vaihtoehtoja maakaasulle. Osiossa 4.1 esitetyssä skenaariossa puolet maakaasusta korvattaisiin metsäpolttoaineilla. Maakaasua jäisi siinä skenaariossa käyttöön vielä noin 500 GWh vuodessa. Edellä arvioitu ilmasto- ja energiastrategian (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2022) mukainen tuotanto ei riitä korvaamaan yksinään maakaasua, mikäli oletetaan, että vedystä 10% käytettäisiin Pirkanmaalla. Lisäämällä vihreän vedyn tuotantoa ja käyttöä, maakaasu olisi kuitenkin korvattavissa, jolloin saavutettaisiin noin 100 kt CO₂e lisävähennys ”Polttoainemurros”-skenaariota lisäksi. Tämä kuitenkin edellyttäisi esimerkiksi tuulivoiman tuotannon huomattavaa lisäystä (ks. 4.4). 500 GWh vetyä vuodessa vaatisi noin 830 GWh sähköä vuodessa. Tuulivoimana tämä tarkoittaisi noin 270 MW tehollisyyttä tuulivoiman tuotantoon. Lisäksi

on huomioitava, että nykyinen maakaasuverkosto ei sellaisenaan sovellu puhtaan vedyn tai runsasvetyisen seoskaasun siirtämiseen, vaan vety vaatii oman logistiikkajärjestelmänsä.

4.4 Tuulivoima

Pirkanmaalla oli tuulivoimatuotantoa vuonna 2021 3,2 MW, joka vastaa reilua promillea Suomen koko tuulivoimakapasiteetista. Tällä hetkellä on rakenteilla 2 voimalahanketta, jotka valmistuessaan moninkertaistavat Pirkanmaan tuulivoimantuotannon. Siltikin osuus valtakunnallisesta tuulivoimatuotannosta jää vähäiseksi, alle 1 prosentin.

Tuulivoimahankkeita on kuitenkin suunnitteilla. Mikäli kaikki nyt suunnitellut hankkeet toteutuvat, tuulivoiman kapasiteetti nousee 580 MW:iin. Mikäli tuulivoiman lisääminen etenee suunnitellusti koko maassa, Pirkanmaan osuus Suomen tuulivoiman tuotannosta olisi 8–13%. Tuulivoiman kehitykseen liittyy kuitenkin epävarmuuksia, ja esimerkiksi Pirkanmaan liitto ja Suomen ympäristökeskus ovat antaneet hyvin erilaisia arvioita, paljonko tuulivoiman tuotanto voisi olla. Mikäli halutaan määrittää saavutettava päästövähennys, tulee lisätä epävarmuutta, sillä tuulivoimavytitys riippuu valtakunnallisesta tuulivoimantuotannosta sekä valtakunnallisesta sähkön päästökertoimesta.

Suomen ympäristökeskus SYKE (2021b) arvioi Pirkanmaan tuulivoimatuotannon potentiaaliksi 190 GWh/v. Toisaalta, mikäli kaikki suunnitellut hankkeet toteutuvat, tuotanto olisi potentiaalisesti yli 1 500 GWh/v. Suomen ympäristökeskus SYKE (2021b) arvioi tuulivoiman päästövähennyspotentiaaliksi noin 60 kt CO₂e. Tämä tarkoittanee suoraa päästövähennystä, kun fossiilisia polttoaineita korvataan tuulivoimalla ja tuulivoiman tuotanto on SYKEN arvioima 190 GWh/v. Mikäli kaikki suunnitellut hankkeet toteutuvat ja tuotanto todella olisi yli 1,5 TWh/v, suora päästövähennys voisi olla jopa yli 400 kt CO₂e. Tuulivoiman päästövaikutukseenkin vaikuttaa kuitenkin, kuinka paljon tuulivoimalla tosiasiaassa korvataan fossiilisia polttoaineita. Tähän puolestaan voidaan vaikuttaa käytettävien soveluksin. Mikäli tuulivoimalla tuotetaan vetyä korvaamaan esimerkiksi maakaasua, Pirkanmaalla olisi mahdollista luopua maakaasusta, mikä toisi noin 100 kt CO₂e lisävähennyksen kohdassa 4.1 esitettyjen vähennysten lisäksi.

ALas-laskennassa (Suomen ympäristökeskus SYKE, 2021a) lasketaan tuulivoimavytitystä kunnille, joissa tuotetaan tuulivoimaa. Tuulivoimavytityksen suuruuteen vaikuttaa valtakunnallinen tuulivoiman kokonaistuotanto sekä sähkön valtakunnallinen päästökerroin, joka määritetään valtakunnallisen kokonaissähköntuotannon perusteella. Tuulivoimavytityksen arvioiminen etukäteen sisältää siis useita epävarmuustekijöitä. Kun otetaan huomioon erilaiset arviot tuulivoiman tuotantopotentiaalista ja epävarmuudet, jotka liittyvät tuulivoimavytityksen laskentaan, tuulivoimavytityksen määrä voi Pirkanmaalla olla esimerkiksi 15, 50, 90 tai 130 kt CO₂e.

5 Hiilinielut

5.1 Lähimenneisyys ja nykytila

Hiilineutraaliksi päästötasoksi on arvioitu 790 kt CO₂e, mikä tarkoittaa, että Pirkanmaan hiilinielujen on oltava vähintään 790 kt CO₂e. Vuosina 2019–2020 hiilinielu on kasvanut, ja vuonna 2020 se oli *lähes 1000 kt CO₂e*. Hiilinielun kasvuun on kuitenkin vaikuttanut covid-pandemia, ja on odotettavissa, että lähivuosina hakkuitten määrä kasvaa. Kuluneen vuoden aikana metsänkätöilmoituksia on tehty ennätysellinen määrä (Metsäkeskus, suullinen tiedonanto).

Hiilinielujen arvioimiseksi mallinnettiin todennäköisiä hiilinieluja tulevan 30 vuoden aikana. Mallinnuksen oletuksina oli, että Pirkanmaan puuston kokonaiskasvu säilyy suurin piirtein nykyisellä tasolla ja vuosittaiset hakkuumäärät ovat enintään LUKEn suurin kestävä hakkuukertymä (TARKISTA LÄHDE). Mallinnuksen tulos on, että 74% todennäköisyydellä hiilinielu on vuonna 2030 vähintään 910 kt CO₂e. Todennäköisyyteen vaikuttavat epävarmuudet hakkuitten määrässä ja puuston kasvun vuotuisessa vaihtelussa sekä metsätuhot, joitten ennakointi on käytännössä mahdotonta. Tärkeimmäksi keinoksi hiilinielujen ylläpitämiseksi todettiin metsäkadon vähentäminen. Metsän kasvua on mahdollista tehostaa lannoittamalla, mutta kasvun tehostumisen verukkeella ei pidä antaa metsätalousmaata muuhun käyttöön.

- Vuosittainen vaihtelu
- Tällä hetkellä tilanne oikein hyvä, mitä tapahtuu suhdanteitten muuttuessa?
- Kuhmoisten maakunnanvaihto kasvatti Pirkanmaan nieluja enemmän kuin päästöjä.

5.2 Kasvun lisääminen metsänhoidollisin toimenpitein

Metsäkeskus (Mari Lilja, henkilökohtainen tiedonanto) on selvittänyt Pirkanmaan metsien lannoituspotentiaalia. Pirkanmaalla vuosina 2016–2019 tehdyt lannoitukset ovat kasvattaneet nielua keskimäärin 16 m³/ha 10 vuoden aikana. Lannoituksen vaikutus kasvuun kestää noin kymmenen vuotta, joten lannoittamalla saadaan kumulatiivisia vaikutuksia hiilinieluihin.

Vuosina 2016–2021 lannoitusten määrä on ollut ollut voimakkaassa kasvussa. Pirkanmaan metsät ovat pääosin kivennäimailla, joille soveltuva lannoitusmuoto on runsastyyppinen ns. kasvatuslannoitus. Onkin odotettavissa, että vuonna 2022 lannoitusten määrä romahtaa, koska Venäjän hyökkäys Ukrainaan on johtanut pulaan lannoitustypestä. Ihanteellisissa olosuhteissa, kun tyyppiä on jälleen saatavilla, lannoituksella voidaan saada jopa 10 kt CO₂e lisänielua vuodessa. Kymmenen vuoden aikana kokonaislisäys vuotuisen hiilinieluun olisi noin 100 kt CO₂e, mikäli metsiä lannoitetaan vuosittain, vaihtelevilla alueilla.

5.3 Metsäkadon vähentäminen

Metsätalousmaan pinta-ala on Pirkanmaalla pienentynyt 19 000 ha vuodesta 2015 vuoteen 2019. Metsäkeskus on arvioinut, että mikäli nykyisenkaltainen metsämaan hävittäminen muuhun käyttöön johtaa jopa 1,9 Mt CO₂e lisäpäästöön vuoteen 2030 mennessä. Tämän lisäksi hiilinielujen kestävä ylläpito vaikeutuu, mikäli metsämaata on liian vähän riittävän nielun kasvamiseksi.

6 Yhteenveto

Edellä kuvatuilla toimenpiteillä on mahdollista saavuttaa hiilineutraalius. Toimien vaikutavuuteen liittyy kuitenkin epävarmuuksia: Toteutuksen laajuus on vaikeasti määriteltävä. Lisäksi todellista vaikutusta ei pystytä arvioimaan kovinkaan tarkasti silloin kun ihmisten käyttäytyminen ja sen muutokset ovat kriittisenä tekijänä päästövähennyksen kannalta. Epävarmuudet huomioiden on mahdollista, että hiilineutraaliustavoitteesta jäädyään jopa 200 kt CO₂e. Siksi on syytä varautua lisätoimenpiteisiin sekä valmistautua toteuttamaan erityisesti liikennesektorin toimia edellä kuvattua laajemmin.

Tärkeintä on kuitenkin toteuttaa suunnitellut ja sovitut toimet!

Hiilinielujen tila Pirkanmaalla on tällä hetkellä hyvä hiilineutraaliustavoitteiden kannalta. Hiilinielujen riittävän tason ylläpitäminen voi aiheuttaa haasteita, ja kestävä metsäkäyttö sekä erityisesti metsäkadon pysäyttäminen ovat kriittisiä komponentteja hiilineutraaliuden kannalta. On suotavaa, että hiilinielun keskikoko olisi jatkossakin selvästi yli päästövähennyspolussa määritellyn hiilineutraalin tason. Hiilinieluja ei kuitenkaan tule käyttää sen kompensoimiseen, että tosiasiallisia päästövähennyksiä ei ole saatu riittävästi.

Viitteet

Euroopan komissio, 2020. *Vetystrategia ilmastoneutraalille Euroopalle*. KOMISSION TIEDONANTO EUROOPAN PARLAMENTILLE, NEUVOSTOLLE, EUROOPAN TALOUS- JA SOSIAALIKOMITEALLE JA ALUEIDEN KOMITEALLE. Euroopan komissio.

Rauhala, A.-M., Korri, J., Jalovaara, J., Mutikainen, M., & Korpa, J., 2021. Pirkanmaan energiajärjestelmä -selvitys.

Riekkonen, V., Saikku, L., Karhinen, S., Aro, R., Helonheimo, T., Peltomaa, J., Pitkänen, K., Lounasheimo, J., Kokkonen, V., & Seppälä, J., 2020. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 20/2020. Suomen ympäristökeskus.

Suomen ympäristökeskus SYKE, 2021a. Suomen kuntien kasvihuonekaasupäästöjen laskenta.

- Suomen ympäristökeskus SYKE, 2021b. Uusiutuvan energian potentiaali maakunnissa. https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Paastot_ ja_ indikaattorit/ Uusiutuvan_ energian_ potentiaali/ Uusiutuvan_ energian_ potentiaali_ maakunni.
- Tampereen kaupunkiseutu, 2010. Tase 2025 – kehittämissuunnitelma. <https://tampereenseutu.fi/wp-content/uploads/2020/12/ Liikennejarjestelmasuunnitelman-kehittamisohjelma.pdf>.
- Tampereen seutu, 2018. Henkilöliikennetutkimus 2016: Tampereen seutu.
- Työ- ja elinkeinoministeriö, 2022. *Hiilineutraali Suomi 2035 – kansallinen ilmasto- ja energiastrategia (Luonnos)*. Valtioneuvosto.
- Ymparisto.fi, 2017. Työmatkan keskimääräinen pituus – pirkanmaa. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ ja_ tilastot/ Ympariston_ tilan_ indikaattorit/ Yhdyskuntarakenne/ Tyomatkan_ keskimaarainen_ pituus_ _Pirkanm\(30239\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ ja_ tilastot/ Ympariston_ tilan_ indikaattorit/ Yhdyskuntarakenne/ Tyomatkan_ keskimaarainen_ pituus_ _Pirkanm(30239)).
- Ympäristöministeriö, 2017. *Ympäristöministeriön raportteja 21/2017*. Ympäristöministeriö.
- Ympäristöministeriö, 2021. *Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma*. Ympäristöministeriön raportteja. Ympäristöministeriö.