

Avoin yhtiö Tietotakomo

# Pirkanmaan kasvihuonekaasupäästöt

Tilanne vuosina 2014–2016

Marko Nurminen  
20.3.2018

## Sisällysluettelo

1. Johdanto .....	2
2. Pirkanmaan kasvihuonekaasupäästöt.....	3
3. Energian käyttö .....	7
4. Lämmitys .....	10
5. Sähkön kulutus .....	12
6. Liikenne.....	16
7. Teollisuus .....	17
8. Maa- ja metsätalous.....	19
9. Jätteiden ja jätevesien käsittely.....	20
10. Lopuksi.....	22
LIITE 1 Tulostaulukoita .....	25
LIITE 2 Sanasto .....	26
LIITE 3 Kasvener-laskenta.....	30

## 1. Johdanto

Tämä raportti tarkastelee Pirkanmaan maakunnan alueen vuoden 2014–2016 energiankäytöstä ja muista toiminnoista suoraan ja epäsuorasti syntyneitä kasvihuonekaasupäästöjä. Tulokset liittyvät Pirkanmaan ilmasto- ja energiastrategian seurantaan ja tukevat uuden Ympäristöviisas Pirkanmaa -ympäristöohjelman toteutusta.<sup>1</sup> Raportissa keskitytään tuoreimman laskentavuoden 2016 tuloksiin.

Kasvihuonekaasupäästöt on selvitetty laskentahetkellä käytettävissä olleella Suomen Kuntaliiton Kasvener-mallilla. Se on Suomen ympäristökeskuksen kehittämä avoin laskentamalli, jonka avulla voidaan selvittää maakunnan tai muun rajatun alueen sisällä vuoden aikana tapahtuneen energian käytön, liikenteen, maatalous- ja teollisuusprosessien sekä jätteiden ja jätevesien käsittelyn aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt. Laskennan yhteydessä tarkistettiin ja yhtenäistettiin aiempia vuosien 2007<sup>2</sup>, 2010–2011<sup>3</sup> ja 2012–2013<sup>4</sup> päästölaskelmia. Ne on myös tehty Kasvenerilla.

Raportin luvussa 2 ja 3 esitellään Pirkanmaan kasvihuonekaasupäästöjen ja energian käyttöön liittyvien laskelmien keskeisimmät tulokset tarkasteluvuosilta 2014–2016. Luvuissa 4–9 käydään läpi tarkemmin toiminnoittain laskettuja kasvihuonekaasupäästöjä. Maakunnan tulevia päästötavoitteita peilaava johtopäätösluku 10 päättää raportin. Raportin liitteinä ovat tulostaulukot, sanasto ja taustatietoa Kasvener-laskennasta.

Työn tilasi Pirkanmaan ELY-keskus, Pirkanmaan liitto ja Suomen metsäkeskus. Laskentatyön ja raportin laati joulukuun 2017 ja talven 2018 aikana Marko Nurminen Avoin yhtiö Tietotakomosta. Raportti valmistui maaliskuussa 2018 ja sitä on tarkennettu syksyllä 2018 tehdyn maakunnallisten laskelmien havainnollistamisen ja analyysin yhteydessä. Tekijä kiittää kommentoijia sekä kaikkia laskentaan liittyneessä tiedonhaussa auttaneita henkilöitä ja organisaatioita.

---

<sup>1</sup> Pirkanmaan maakuntahallitus hyväksyi toukokuussa 2014 Pirkanmaan ilmasto- ja energiastrategian. Siinä määritellään maakunnan ilmasto- ja energiatavoitteet sekä toimenpiteet, joilla asetettuihin tavoitteisiin pyritään. Strategia ohjaa osaltaan maakunnallista kehitystä ja kaavoitusta. Se on tarkoitettu kaikille pirkanmaalaisille toimijoille asukkaista yrityksiin, kuntiin ja muihin organisaatioihin. Pirkanmaan liiton ja Pirkanmaan ELY-keskuksen yhdessä valmisteleva uusi ympäristöohjelma julkistettiin elokuussa 2017. Sen yhtenä pääperiaatteena on hiilettömyys.

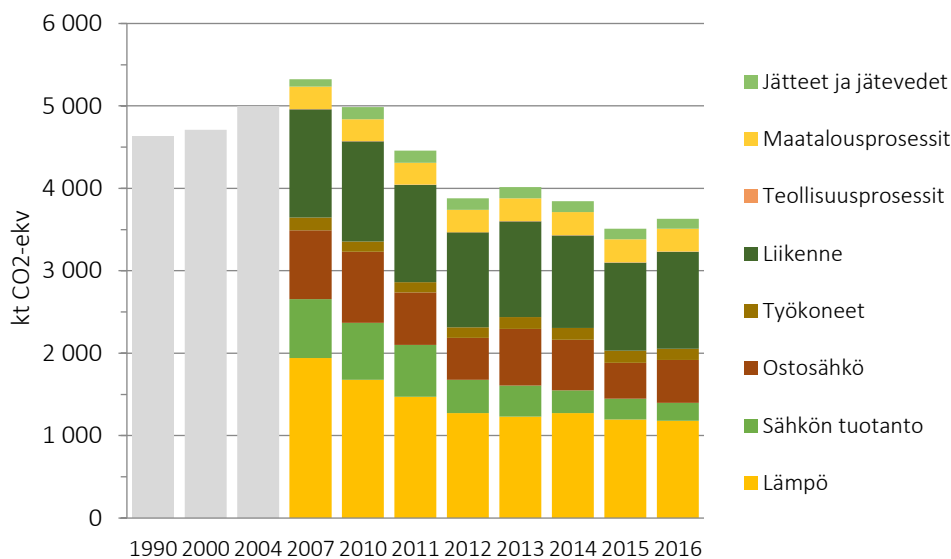
<sup>2</sup> Ekokumppanit Oy selvitti Kasvener-mallilla Pirkanmaan vuoden 2007 kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2009 julkaistua Teuvo Aron, Arto Laaksosen ja Mia Lundin *Maakunnallinen näkökulma palveluiden energiankäyttöön ja hiilidioksidipäästöihin* -selvitystä varten (Pirkanmaan liiton Julkaisuja D 93). Laskelmat teki Marko Nurminen. Tässä raportissa käytetyt vuoden 2007 päästö- ja energiatiedot perustuvat tämän raportin ja alaviitteessä 4 mainitun vuoden 2014 raportin laadinnan yhteydessä tehtyihin yhdenmukaistaviin ja täydentäviin tarkistuslaskelmiin.

<sup>3</sup> Ramboll Finland Oy teki vuonna 2012 Pirkanmaan ELY-keskuksen tilauksesta *Pirkanmaan kasvihuonekaasupäästöt, Tilanne vuonna 2010 ja 2011* -raportin. Se toimi taustatietona alkamassa olleelle Pirkanmaan ELY-keskuksen ja Pirkanmaan liiton maakuntatason ilmastostrategian valmistelutyölle. Kasvener-mallilla tehdyt laskelmat laati Marko Nurminen. Tässä esitettävät vuoden 2010 ja 2011 päästö- ja energiatiedot perustuvat raportin laadintatyössä tarkennettuihin laskentatietoihin ja laskennallisiin yhdenmukaistuksiin.

<sup>4</sup> Avoin yhtiö Tietotakomon Marko Nurminen teki vuonna 2014 Pirkanmaan ELY-keskuksen tilauksesta *Pirkanmaan kasvihuonekaasupäästöt, Tilanne vuonna 2013* -raportin. Tässä raportissa on tarkennettu vuosille 2012 ja 2013 Kasvener-mallilla tehtyjä päästö- ja energialaskelmia.

## 2. Pirkanmaan kasvihuonekaasupäästöt

Pirkanmaan maakunnan alueella syntyi vuonna 2016 yhteensä 3 630 tuhatta hiilidioksidiekvivalenttonnia (jatkossa lyhenne kt CO<sub>2</sub>-ekv) hiilidioksidista, metaanista ja dityppioksidista muodostuvia käyttöperusteisia kasvihuonekaasupäästöjä. Ne aiheutuivat energian käytön lisäksi suorina prosessi-eräisinä päästöinä teollisuuden ja maatalouden tuotantotoiminnasta sekä jätteiden ja jätevesien käsittelystä. Maakunnan rajojen sisällä syntyneiden suorien ja epäsuorien päästöjen tarkastelu ei ota kunnolla huomioon kaikkia toimintojen aiheuttamia ilmastovaikutuksia. Pirkanmaalla kulutettujen elintarvikkeiden, tavaroiden ja palvelujen tuotannosta maakunnan rajojen ulkopuolella aiheutuvat välilliset kasvihuonekaasupäästöt rajautuvat käytetyn aluepohjaisen päästötarkastelun ulkopuolelle. Kyse ei ole näin ollen hiilijalanjäljen laskennasta.

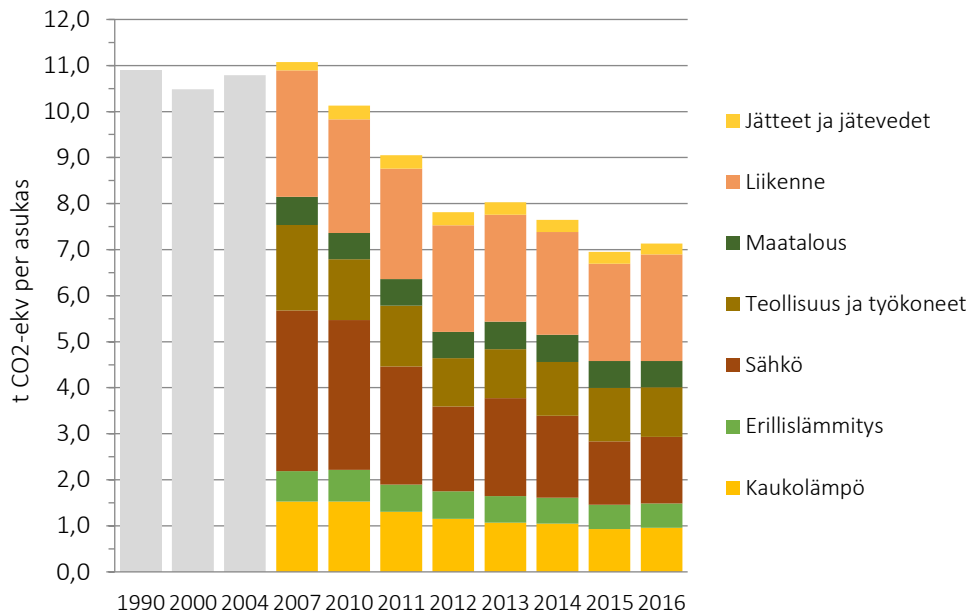


Kuvio 1 Pirkanmaan alueen käyttöperusteiset kasvihuonekaasujen kokonaispäästöt päästölähteittäin vuosina 1990, 2000, 2004, 2007 ja 2010–2016

Vuonna 2016 Pirkanmaan käyttöperusteiset kasvihuonekaasujen kokonaispäästöt olivat 32 % pienemmät kuin vuonna 2007. Päästöt olivat vähentyneet 10 % edellisestä laskentavuodesta 2013. Pirkanmaan ilmasto- ja energiastrategiassa on asetettu tavoitteeksi vähentää päästöjä maakunnassa 60 % vuodesta 1990 vuoteen 2040 mennessä. Vuonna 2016 päästövähennystavoitteesta oli säästetty kolmannes. Kokonaispäästöt olivat pienentyneet yllä olevan kuvion 1 mukaisesti noin viidenneksen lähtövuodesta 1990.<sup>5</sup> Päästöt on eritelty tarkemmin liitteen 1 taulukossa 2.

<sup>5</sup> Prizztech Oy laski Kasvener-mallilla Pirkanmaan vuoden 2004 kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2007 julkistettuun *Pirkanmaan energiaohjelmaan* (Pirkanmaan liiton julkaisu D 87). Laaditussa raportissa esitellään myös päästö-laskentavuosien 1990 ja 2000 tuloksia. Näiden laskentavuosien tuloksia ei voi suoraan verrata vuosien 2007 ja 2010–2016 tuloksiin, koska niiden laadinnassa on käytetty vanhempaa Kasvener-versioita. Laskelmissa käytetyistä tausta-oletuksista ei ole myöskään tarkempaa tietoa. Vuosien 1990, 2000 ja 2004 tuloksia ole voitu tarkistaa ja päivittää puutteellisen laskenta-aineiston vuoksi.

## Pirkanmaan kasvihuonekaasupäästöt: Tilanne vuosina 2014–2016



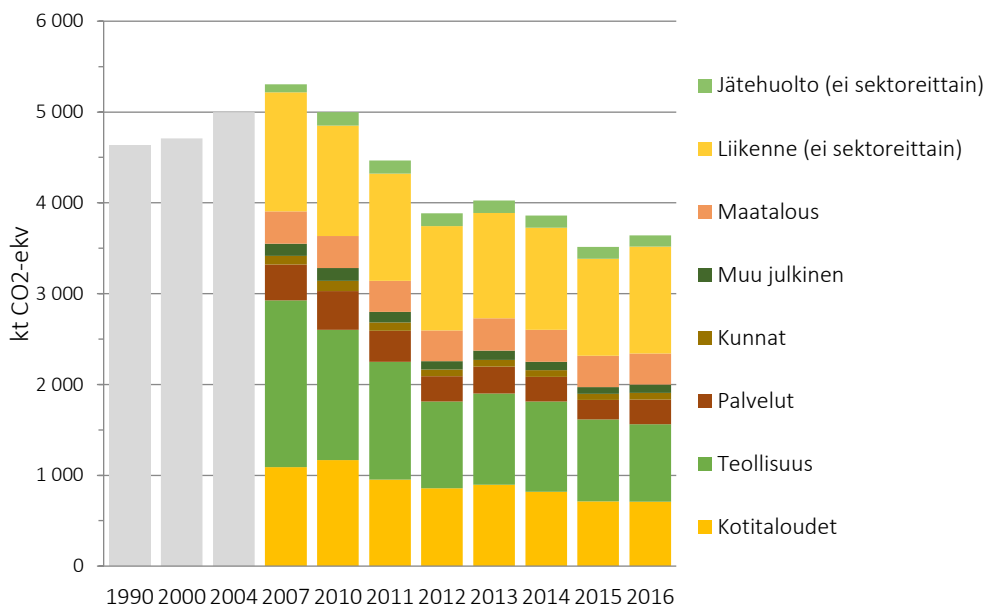
Kuvio 2 Pirkanmaan alueen käyttöperusteiset asukaskohtaiset kasvihuonekaasupäästöt päästölähteittäin vuosina 1990, 2000, 2004, 2007 ja 2010–2016

Asukaslukuun suhteutetut kasvihuonekaasupäästöt vähenivät Pirkanmaalla kokonaispäästöjä nopeammin. Vuonna 2016 yhtä pirkanmaalaista kohti lasketut päästöt oli 7,1 hiilidioksidiekvivalenttitonnia (jatkossa t CO<sub>2</sub>-ekv/asukas). Ne olivat 36 % pienemmät kuin vuonna 2007 (11,1 t CO<sub>2</sub>-ekv/asukas) ja 34 % pienemmät kuin vuonna 1990 (10,9 t CO<sub>2</sub>-ekv/asukas). Kuvioista 2 ilmenevä asukaslukuun suhteutettu päästövähennyskehitys on maakunnan väestön kasvua nopeampaa. Pirkanmaan väkiluku lisääntyi vuosien 2007–2016 aikana 7 % ja vuosien 1990–2016 aikana 20 %.

Teollisuus on pysynyt Pirkanmaan suurimpana päästösektorina. Sen lämmön- ja sähkön kulutus, työkoneet ja prosessit aiheuttivat 24 % vuoden 2016 kasvihuonekaasupäästöistä. Kotitalouksien päästöt syntyvät aluepohjaisessa tarkastelussa asuntojen lämmityksestä ja sähkön kulutuksesta. Kotitalouksien päästöosuus oli 20 %. Maa- ja metsätalouden toimintojen 9 %:n päästöosuus muodostui suurelta osin maataloustuotannon suorista prosessiperäisistä päästöistä. Yksityisten palvelujen rakennusten ja sähkön energian käytön päästöjen osuus oli 7 %, kun puolestaan kuntien ja muun julkisen sektorin toiminnan päästöosuus oli 4 %. Tietojen puuttumisen vuoksi liikenteen ja jätehuollon päästöjä ei ole kulutussektoreiden kesken. Liikenteen päästöosuus oli 32 %. Maakunnassa syntyneiden jätteiden ja jätevesien käsittelystä aiheutui 3 % kuvion 3 vuoden 2016 pirkanmaalaisten kokonaispäästöistä. Sektorien päästöt on esitelty myös liitteen 1 tulostaulukossa 3.

Vajaa neljäsosa Pirkanmaan vuoden 2016 käyttöperusteisista kasvihuonekaasupäästöistä liittyi maakunnassa sijaitsevien asuin-, palvelu- ja vapaa-ajan rakennusten lämmitykseen. Kaukolämmön tuotannosta syntyi 13 % kokonaispäästöistä. Kaukolämmön päästökemitykseen ja -osuuteen vaikuttaa rakennusten lämmitystarpeen vuosittaisen vaihtelun lisäksi puupolttoaineiden osuuden lisääntyminen erityisesti lämmön ja yhteistuotannossa. Asuin-, palvelu- ja vapaa-ajan rakennusten kiinteistö-

kohtainen erillislämmitys öljyllä, maakaasulla ja puulla<sup>6</sup> aiheutti 7 % päästöistä. Sähkölämmityksen ja lämpöpumppujen käyttämän sähkön tuotantoon liittyvät päästöt muodostivat 3 % vuoden 2016 kokonaispäästöistä. Rakennusten lämmityksen päästöjä käsitellään raportin luvussa 4.



Kuvio 3 Pirkanmaan alueen käyttöperusteiset kasvihuonekaasujen kokonaispäästöt päästösektoreittain vuosina 1990, 2000, 2004, 2007 ja 2010–2016

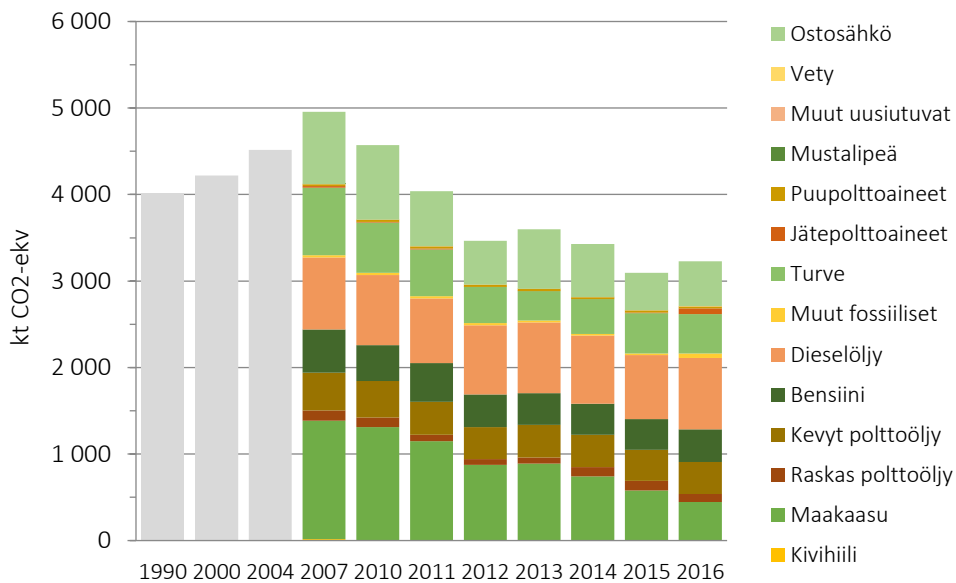
Liikenne vastasi 32 % Pirkanmaan vuoden 2016 kokonaispäästöistä. Päästöt syntyivät suurimmalta osin tieliikenteessä. Liikenteen suhteellinen osuus kasvoi vertailuvuodesta 2007 yli 7%-yksiköllä. Samanaikaisesti sähkön kokonaispäästöosuus pieneni 32 %:sta 20 %:iin. Muuhun kuin lämmitykseen käytetyn sähkön kasvihuonepäästöjen osuus oli 17 %. Sähkön päästömääriin ja -osuuksiin vaikuttaa sen tuotannossa käytettyjen energialähteiden muutokset sekä paikallisesti että kansallisesti (lisää luvussa 5). Teollisuuden tarvitseman lämmön tuotannosta johtui 11 % Pirkanmaan vuoden 2016 päästöistä. Maanviljelyn ja kotieläintalouden suorilla ei-energiaperäisillä päästöillä oli 8 % päästöosuus. Maatilojen lämmöntuotanto muodosti ainoastaan 0,5 % päästöistä. Eri sektorien käyttämien työkonien polttoainekäytön päästöt olivat 4 % maakunnan kokonaispäästöistä. Pirkanmaan alueella syntyneiden jätteen ja jätevesien käsittelyn aiheuttamien kokonaispäästöosuus oli 3 %.

<sup>6</sup> Puu ja muut biopolttoaineet oletetaan päästölaskennassa nykykäytännön mukaisesti hiilidioksidipäästöiltään nolla-päästöisiksi energialähteiksi. Kuvioista 6 ilmenevä biopolttoaineiden pieni hiilidioksidiekvivalenttimääräinen päästövaikutus aiheutuu puun poltossa syntyvistä pienistä metaanimääristä.

Metsäbiomassa tulkitaan yleensä hiilineutraaliksi, jos metsien hiilinielu pysyy puun käytöstä huolimatta saman suuruisena tai kasvaa. Puun käytön päästöt tulevat hakkuisia kirjatuiksi metsien hiilivarastojen muutoksiin. Suomen metsät sitovat ilmakehästä enemmän hiilidioksidia kuin vapauttavat sitä ilmaan. Metsänhoidon ja metsien tarkoituksenmukaisen käytön nähdään johtavan suurempaan hiilensidontaan kuin metsien käyttämättä jättäminen.

Yksinkertaisen puun hiilineutraalisuustulkinta on kuitenkin kyseenalaistettu, koska se ei huomioi puun hyödyntämisen vaikutusten ja metsien hiilensidontan ajallista eroa. Puun energiakäytön merkittävä lisääminen vapauttaa lyhyessä ajassa puun hiilen hiilidioksidina ilmakehään. Hiilen sidontaan tarvittavan uuden puun kasvuun kuluu kuitenkin vuosikymmeniä ja usein hiilineutraalisuusargumenttina käytettyyn puuaineksen lahoamiseen yli sata vuotta. Tämä päästöjen ja sidontan välinen ero on ristiriidassa ilmastonmuutoksen hillinnän kiireellisyyden kanssa.

Käyttöperusteiset 3 630 kt CO<sub>2</sub>-ekv:n kasvihuonekaasupäästöt sisältävät Pirkanmaan maantieteellisten rajojen sisällä syntyvien päästöjen lisäksi maakunnan ulkopuolelta hankitun sähkön tuotannosta aiheutuvat päästöt. Kuvio 1 ilmenee, miten keskimääräisen kansallisen sähkön hankinnan ominaispäästöjen mukaan vaihteleva ns. ostosähkö vaikuttaa maakunnan vuosittaisiin päästöihin. Kasvener-mallin ostosähkötarkastelua ja sähkön päästölaskentaa käsitellään raportin luvussa 5. Alueperusteiset päästöt rajautuvat ainoastaan alueen energian tuotannon, liikenteen, työkalu- ja jätteenhuollon ja tuotantoprosessien päästöihin. Pirkanmaan vuoden 2016 alueperusteisesti lasketut päästöt ovat 3 110 kt CO<sub>2</sub>-ekv.<sup>7</sup>



*Kuvio 4 Energialähteiden käyttöperusteiset kasvihuonekaasujen kokonaispäästöt Pirkanmaalla vuosina 1990, 2000, 2004 ja 2010–2016*

Seuraavan sivun kuvio 5 esittelee, kuinka Pirkanmaan ja koko Suomen asukasta kohti lasketut käyttöperusteiset kasvihuonekaasupäästöt ja bruttokansantuotteet ovat muuttuneet vuosien 2010–2016 suhteessa perusvuoden 2010 tilanteeseen.<sup>8</sup> Näyttäisi siltä, että pirkanmaalaisista kohti lasketut asukaskohtaiset päästöt ovat pienentyneet suomalaista keskiarvoa nopeammin. Eroon vaikuttanee jonkin verran laskennalliset erot mm. kulutetun sähkön päästöjen määrittelyn suhteen. Kuvion perusteella asukaskohtaisen bruttokansantuotteen ja päästöjen välillä vaikuttaisi tapahtuneen talouskasvun ja

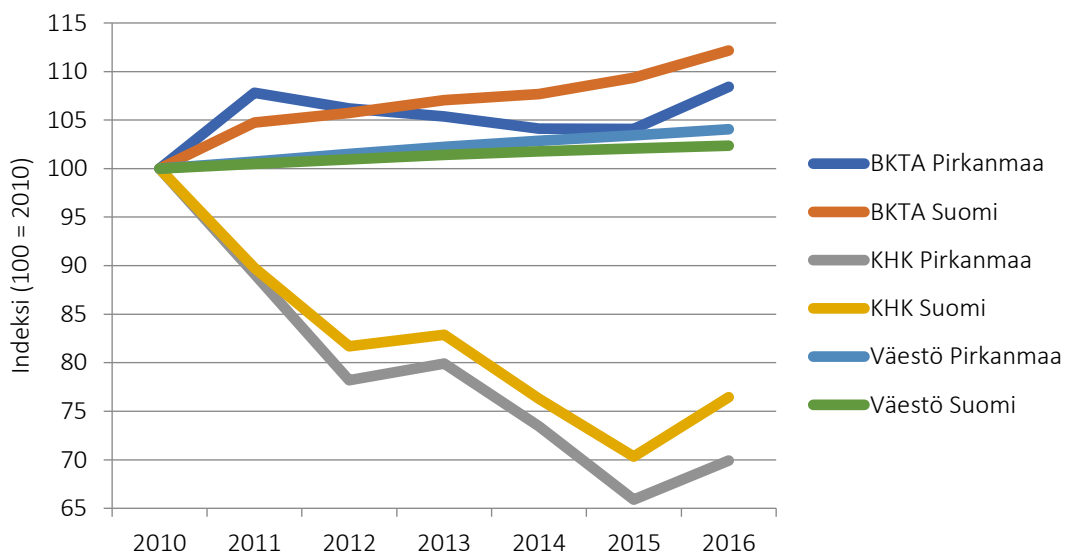
<sup>7</sup> Kasvihuonekaasuina tarkasteltuna alueperusteisista päästöistä oli 83 % pääosin fossiilisten polttoaineiden käytöstä syntyneitä hiilidioksidia. Lämmitysvaikutukseltaan hiilidioksidia 25-kertaa voimakkaammalla metaanilla oli hiilidioksidiekvivalentteina mitattuna 8 %:n päästöosuus. Metaania syntyy energian tuotannon lisäksi prosessiperäisinä päästöinä maataloustuotannosta ja jätteiden kaatopaikka- ja kompostointikäsitteystä. Voimakkaimman luonnollisen kasvihuonekaasun dityppioksidin päästöjen vuoden 2016 kokonaisosuus 9 %. Sen päästöjä aiheutui jätevesien käsitteystä ja maataloustuotannon väkilannoituksesta, lannan ja lietteiden käytöstä, niittojännöksistä ja tyypeä sitovista viljelykasveista.

<sup>8</sup> Kuvion 5 kansallisten päästöjen ketjuindeksinä lasketussa indeksikehityksessä ovat mukana Tilastokeskuksen ylläpitämästä kasvihuonekaasupäästöinventaarista energiateollisuus, teollisuuden ja rakentamisen polttoaineperäiset päästöt, kotimaan liikenne, muut sektorit, muu erittelemätön polttoainekäyttö sekä maatalous, jätteiden käsitteily. Tilastokeskuksen bruttokansantuote asukasta on laskettu käyppiin hintoihin.

haitallisten ympäristövaikutuksen välisen riippuvuuden välistä irtikytkeytymistä, kansallisella tasolla jopa absoluuttisessa mielessä.<sup>9</sup> Talouskasvu ei välttämättä enää merkitse samanaikaista päästöjen kasvua. Alueen käyttöperusteisesti tarkasteltujen päästöjen väheneminen ei kuitenkaan merkitse automaattisesti pirkanmaalaisten ja suomalaisten kulutuksen ilmastovaikutusten pienentymistä. Paikalliset päästöt vähentävät ja energiatehokkuutta lisäävät toimenpiteet näkyvät positiivisesti energian käyttöön, tuotannon ja jätteiden käsittelyn päästöihin keskittyvissä päästölaskelmissa ja -vertailuissa. Pirkanmaalla ja Suomella on kuitenkin vastuu myös oman kulutuksensa haitallisista ympäristövaikutuksista, vaikka tuotanto ja sen päästöt olisi ulkoistettu niiden rajojen ulkopuolelle. Näitä välillisiä vaikutuksia ei raportin päästötarkastelu pysty huomioimaan.

### 3. Energian käyttö

Kasvihuonekaasupäästölaskelmien perusteella Pirkanmaalla käytettiin vuonna 2016 alueperusteisesti 15,1 terawattituntia (jatkossa TWh) primäärimääräisiä energialähteitä. Alueperusteinen energiatarkeistus sisältää maakunnan oman kaukolämmön ja sähkön tuotannon, kiinteistöjen lämmityksen, teollisuuden ja maatalouden tuotantotoiminnan, liikenteen ja työkoneet.<sup>10</sup> Primäärimääräinen tarkoittaa tässä raportissa energialähteestä saatavissa olevaa energiamäärää.



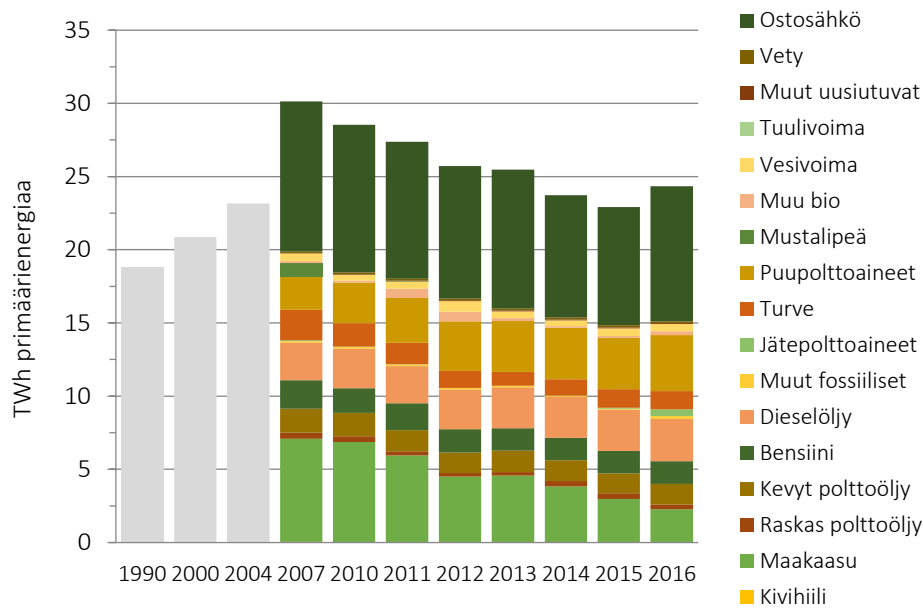
Kuvio 5 Pirkanmaan ja Suomen kasvihuonekaasupäästöjen ja asukaskohtaisen bruttokansantuotteen (BKTA) indeksimuutokset vuosina 2010–2016, kun ketjuindeksinä lasketun indeksin perusvuotena on 2010 (2010 = 100)

<sup>9</sup> Absoluuttisessa irtikytkennässä kasvihuonekaasupäästöt tai muu resurssien käyttö pienenee, vaikka tuotanto ja talous kasvavat. Kuvion 5 perusteella Pirkanmaan asukaskohtaisesti laskettujen bruttokansantuotteen ja päästöjen välillä näyttäisi tapahtuneen paremminkin suhteellista irtikytkentää, jossa päästöt kasvavat tuotantoa ja taloutta hitaammin.

<sup>10</sup> Pirkanmaan kasvihuonekaasupäästölaskennan yhteydessä ei laadittu varsinaista maakunnan energiatasetta. Tässä raportissa esitellyt energiamäärät pohjautuvat päästölaskenta-aineiston perusteella tehtyihin energiankäyttö-tarkasteluihin. Laskelmissa sisältävät erityisesti öljyn käyttöön, teollisuuden energian käyttöön, työkoneisiin ja uusiutuvien energialähteiden hyödyntämiseen liittyvää aineistollista epävarmuutta.

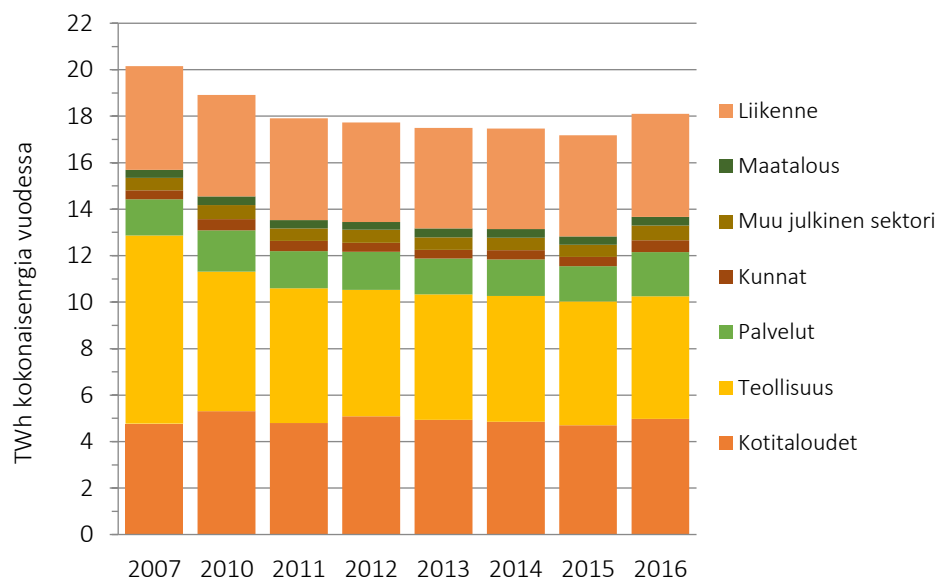


## Pirkanmaan kasvihuoneekaasupäästöt: Tilanne vuosina 2014–2016



Kuvio 6 Energialähteiden käyttö primäärienergiana Pirkanmaalla vuosina 1990, 2000, 2004, 2007 ja 2010–2016

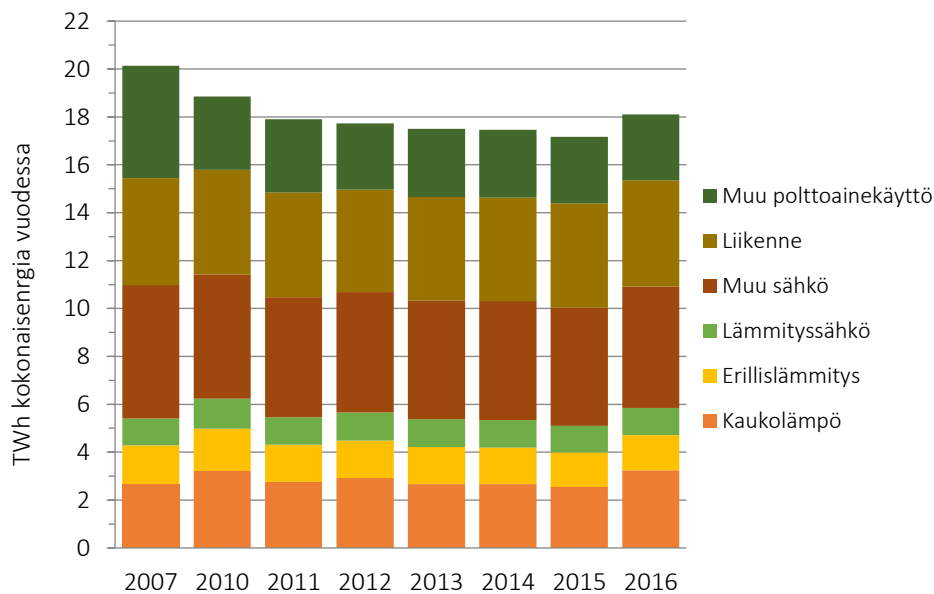
Käyttöperusteiseen tarkasteluun sisältyvät oman energian tuotannon ja polttoaineiden käytön lisäksi maakuntaan hankitun sähkön tuottamiseen tarvittavat energialähteet. Laskennassa käytetty Kasvenermalli olettaa, että kansallisen sähkön hankinnan mukaisesti tuotettu ns. ostosähkö kattaa maakunnan sähkön kulutuksen ja tuotannon välisen alijäämän. Ostosähkö huomioiden Pirkanmaalla kului vuoden 2016 aikana yhteensä 24,3 TWh primäärienergiaa. Jakamalla käyttöperusteinen kokonaisenergiämäärä asukasluvulla saadaan yhtä pirkanmaalaista kohti lasketuksi energiankäytöksi 47,8 megawattituntia (jatkossa MWh). Asukasmääräisessä energian käytössä Pirkanmaa on maakuntien joukossa 13. sijalla.



Kuvio 7 Pirkanmaalaisten kulutussektorien energiankäyttö vuosina 2007 ja 2010–2016

## Pirkanmaan kasvihuonekaasupäästöt: Tilanne vuosina 2014–2016

Edellisen sivun kuviosta 6 näkyy, kuinka maakaasun rooli on pienentynyt tämän vuosikymmenen aikana Pirkanmaan energiahuollossa. Vuonna 2016 maakaasulla tuotettiin 28 % kaukolämmöstä ja 35 % teollisuuden tarvitsemasta lämmöstä, kun vastaavat osuudet olivat vielä 2007 kaukolämmölle 65 % ja teollisuuslämmölle 40 %. Kokonaisuudessaan fossiilisten polttoaineiden 8,8 TWh sisältämä primäärienergiämäärä muodosti 57 % lämmön- ja sähkön tuotannossa ja suoraan polttoaineina käytetyistä energialähteistä. Uusiutuvien energialähteiden 4,6 TWh:n määrällä katettiin 31 % maakunnan alueen energian tuotannosta. Turpeen 1,2 TWh oli 8 % maakunnassa käytetystä primäärienergiasta. Jätepohjaisten polttoaineiden osuus nousi vuoden 2016 alussa käyttöön otetun Tammervoima Oy:n yhteistuotantolaitoksen myötä 3 %:iin.



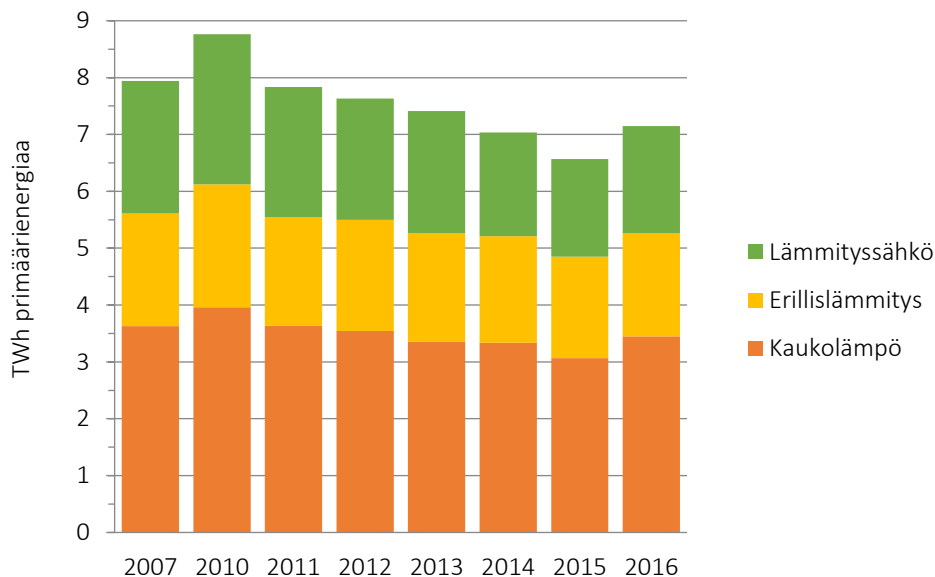
Kuvio 6 Energiankäyttö Pirkanmaalla vuosina 2007 ja 2010–2016

Vuonna 2016 pirkanmaalaisten kotitalouksien, teollisuuden, palvelujen ja maatalouden lämmön kulutus oli yhteensä 7,2 TWh. Lämmön tuotantoon kului 29 % maakunnassa käytetystä primäärienergian kokonaismäärästä. Pirkanmaalla tuotetusta lämmöstä oli 42 % teollisuuslämpöä ja kaukolämpöä 35 %. Kiinteistökohtainen erillislämmitys muodosti 22 % vuoden 2016 lämmön tuotannosta. Loppu vajaan yhden prosentin osuus liittyi maatalouden tuotantorakennusten lämmitykseen.

Pirkanmaan alueella tapahtuneeseen sähkön tuotantoon meni 14 % vuoden 2016 primäärienergian kokonaismäärästä. Kasvener-mallin ns. ostosähkön laskentaperiaatteella tarkasteltuna maakunnan oma sähkön tuotanto pystyi kattamaan 22 % alueen sähkön kulutuksesta. Liikenne käytti 19 % tarkasteluvuoden kokonaisenergiasta. Eri sektorien työkonoiden polttoaineiden primäärienergiaosuus jäi 2 %:iin.

## 4. Lämmitys

Asuin-, palvelu- ja vapaa-ajan rakennusten lämmittämiseen tarvittiin 29 % Pirkanmaalla vuonna 2016 käytetyistä energialähteistä. Huomioimalla teollisuuden kuluttaman kaukolämmön polttoaineet saadaan lämmityksessä tarvituksi primäärienergiämääräksi 7,5 TWh. Kaukolämmön ja lämmityssähkön tuotannosta sekä kiinteistökohtaisesta erillislämmityksestä syntyi vuoden 2016 aikana 880 kt CO<sub>2</sub>-ekv kasvihuonekaasupäästöjä. Määrä oli 24 % maakunnan kokonaispäästöistä.



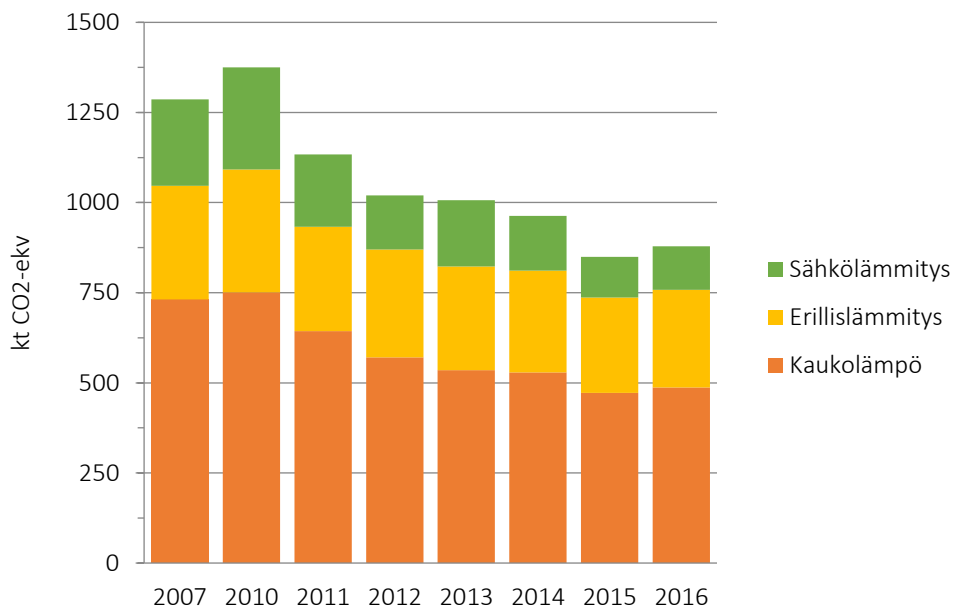
Kuvio 7 Asuin-, palvelu- ja vapaa-ajan rakennusten lämmitystapojen osuudet lämmityksen energialähteistä Pirkanmaalla vuosina 2007 ja 2010–2016

Kaukolämmöllä katettiin 55 % vuoden 2016 lämmitystarpeesta. Sen tuottamiseen tarvittiin Pirkanmaalla 2,9 TWh energialähteitä. Suurin osa polttoaineista käytettiin Tampereella, jossa kulutettiin 75 % maakunnassa tuotetusta kaukolämmöstä. Kaukolämmön polttoainejakauman kehityksessä näkyy Tampereen Sähkölaitoksen puupolttoainepanostuksen lisäksi vuonna 2012 käyttöön otetun Hämeenkyrön biovoimalaitoksen vaikutus. Puupolttoaineiden osuus nousi kaukolämmön tuotannossa vuosien 2007 ja 2016 välillä 14 %:sta 47 %:iin.

Maakaasulla tuotettiin vuonna 2016 enää 28 % kaukolämmöstä, kun sen osuus oli yhdeksän vuotta aiemmin ollut vielä 63 %. Myös turpeen käyttö on vähentynyt. Sen energialähdeosuus oli vuonna 2016 enää 19 %. Fossiilisilla polttoöljyillä oli 6 %:n osuus kaukolämmön tuotannosta. Vuoteen 2007 verrattuna Pirkanmaalla kulutettuun kaukolämpöön liittyneet kasvihuonekaasupäästöt supistuivat yli 250 kt CO<sub>2</sub>-ekv:lla 490 kt CO<sub>2</sub>-ekv:iin. Päästökemitykseen vaikuttaa tarkasteluvuosien aikana vallinneen säätilan vaikutus rakennusten lämmitystarpeeseen.<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Kaukolämmön tuotannon päästöjen määriin vaikuttaa polttoainejakauman ja lämmitystarpeen lisäksi lämmön ja sähkön yhteistuotannon energialähteiden ja päästöjen jyvitys tuotettujen lämpö- ja sähkömäärien kesken. Raportissa on käytetty Kasvener-mallin mukaista sovellettua energiamenetelmää, joka jakaa yhteistuotannon kokonaisenergiälähteet ja -päästöt periaatteessa tuotetun lämmön ja sähkön suhteessa. Kasvener-mallin energiamenetelmän käyttö yhtenäistää vertailua vanhimpien, vuosien 1990, 2000 ja 2004 päästölaskelmien tulosten kanssa.

Kiinteistöjen kattiloissa ja uuneissa poltetulla 1,8 TWh:n öljy-, kaasu- ja puumäärällä katettiin 25 % pirkanmaalaisten asuntojen, palvelurakennusten ja loma-asuntojen lämmöntarpeesta vuonna 2016. Määrästä oli 52 % öljyä ja maakaasua. Loppuosa kiinteistötason lämmön tuotannosta hoidettiin puupolttoaineilla. Arviolta 10 % puusta käytettiin päälämmitysjärjestelmän tukena kiinteistöjen takoiissa, uuneissa ja muissa tulisijoissa. Erillislämmityksestä aiheutui vuoden 2016 aikana 270 kt CO<sub>2</sub>-ekv kasvihuonekaasupäästöjä. Suoralla sähkölämmityksellä ja lämpöpumpuilla katettiin 19 % pirkanmaalaisten asuin-, palvelu- ja vapaa-ajan rakennusten vuoden 2016 tilojen ja käyttöveden lämmityksen ja tarpeesta. Lämmityksen ja lämpöpumppujen käyttämän sähkön tuotannosta aiheutui 120 kt CO<sub>2</sub>-ekv kasvihuonekaasupäästöjä.



*Kuvio 8 Asuin-, palvelu- ja vapaa-ajan rakennusten lämmityksen käyttöperusteiset kasvihuonekaasupäästöt Pirkanmaalla vuosina 2007 ja 2010–2016*

Kylmien ja lämpimien vuosien vaihtelu näkyy rakennusten lämmitykseen käytetyn energiamäärän vaihteluna. Tämä hankaloittaa eri vuosien lämmityksen energiankulutuksen ja siihen liittyvien kasvihuonekaasupäästöjä keskinäistä vertailua. Tässä päästölaskennassa on jätetty Kasvener-mallin linjausten mukaisesti tekemättä eri vuosien lämmitysenergiämäärille säänormeeraukset Ilmatieteen laitoksen julkaisemilla lämmitystarveluvuilla. Normeerauksella olisi tasaava vaikutus laskentavuosien välillä, kuten seuraavan sivun kuvioista 11 ilmenee. Se nostaisi paremmin esiin pirkanmaalaisen rakennuskannan kasvun myötä lisääntyvän lämmitysenergian tarpeen. Samalla normeeraamisella voitaisiin tuoda myös ehkä paremmin näkyviin rakennusten energiatehokkuuden parantumisen vaikutuksia.



Kuvio 9 Pirkanmaalaisten asuin-, palvelu- ja vapaa-ajan rakennusten lämmityksen rakennusten loppuenergiankulutus vuosina 2007 ja 2010–2016 ilman lämmitystarvekorjausta ja lämmitystarvekorjattuna (N)

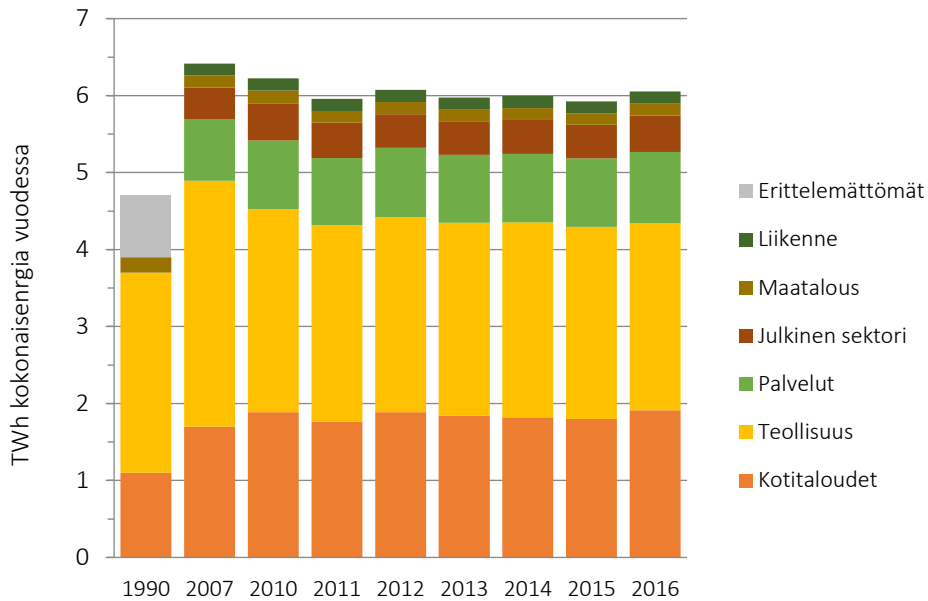
## 5. Sähkön kulutus

Pirkanmaalla kulutettiin vuonna 2016 neljänneksi eniten sähköä Suomen maakunnista. Kulutettu 6,0 TWh:n sähkön määrä oli 28 % suurempi kuin maakunnallisen ilmasto- ja energiastrategian vertailuvuonna 1990.<sup>12</sup> Nopein sähkön kulutuksen kasvuvauhti alkoi taittua jo tämän vuosituhannen alussa. Taloudellista taantumavaihetta edeltäneenä tarkasteluvuonna 2007 kulutettiin Pirkanmaalla sähköä vielä yli kolmanneksen vuotta 1990 enemmän. Viime vuosikymmen lopulla alkanut ja pitkään jatkunut taloudellinen taantuma vaikutti 2010-luvulla sähkön kulutukseen. Kulutus pieneni vuosien 2007 ja 2011 välisenä aikana 10 %, mutta vuosina 2011–2016 kasvua oli 1 %. Pidemmällä aikajänteellä positiivisen sähkön kulutuksen kehityksen taustalla ovat suurelta osin pirkanmaalaisen teollisuuden ja erityisesti massa- ja paperiteollisuuden tuotannon rakenteelliset muutokset. Vuoden 2016 asukaskohtaisesti laskettu sähkön kulutus oli 11,7 MWh.

Teollisuussektorin käyttämään sähköön liittyi vuoden 2016 aikana 40 % Pirkanmaan sähkön kasvihuonekaasupäästöistä. Toiseksi suurin sähkön käyttäjäryhmä ovat kotitaloudet. Niiden kulutuksesta aiheutui 32 % sähköön liittyvistä päästöistä. Seuraavan sivun kuviosta 12 näkyvä kotitalouksien sähkön kulutuksen pieni vuosittainen vaihtelu johtuu pääosin lämmitykseen tarvittun sähkön määrän vuosivaihtelusta. Palvelujen sähköön liittyvien kasvihuonekaasupäästöjen osuus oli 15 %, julkisen sektorin 8 % ja maatalouden 3 %. Tällä hetkellä vielä lähinnä junaliikenteestä johtuva liikenteen sähkön kulutuksen päästöosuus jäi reiluun 2 %:iin.

<sup>12</sup> Sähkön kulutusmäärä ei sisällä siirto- ja jakeluhäviöitä.

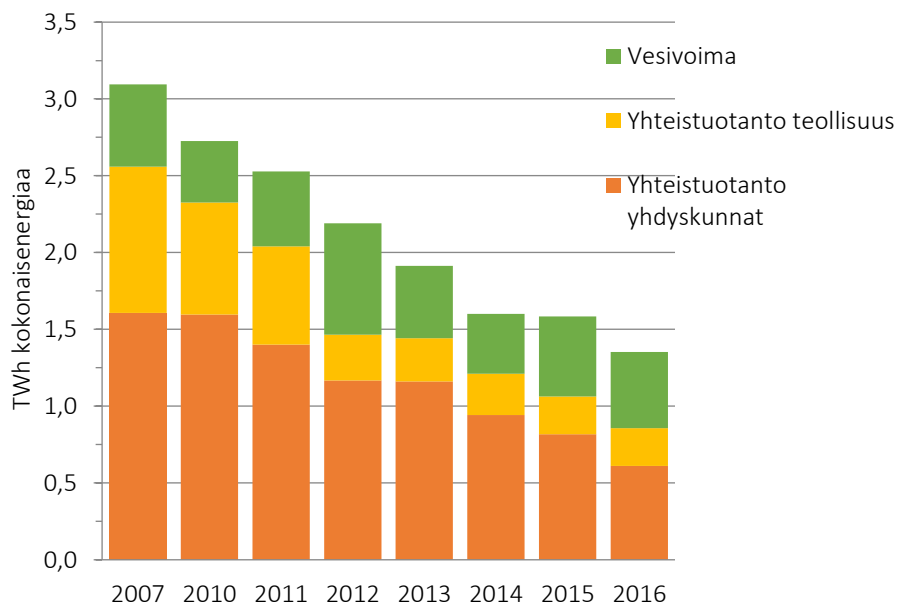
Pirkanmaan kasvihuoneekaasupäästöt: Tilanne vuosina 2014–2016



Kuvio 12 Eri sektorien sähkön kokonaiskulutus vuosina 1990, 2007 ja 2010–2016

Sähkölämmitys ja lämpöpumppujen sähkön käyttö muodosti 17 % pirkanmaalaisesta sähkön kulutuksesta vuonna 2016. Todellisuudessa tilojen lämmitykseen käytetyn sähkön määrä on suurempi, koska laskennallisessa arviossa mukana ei ole muuhun sähkön kulutukseen sisältyvien irtopattereiden, kosteissa tiloissa käytettävien mukavuuslämmityksen ja muiden vastaavien sähkökäyttöisten lämmityslaitteiden kuluttamaa sähköä. Lisäksi maa- ja ilmalämpöpumppujen tarvitsemat sähkömäärät perustuvat karkeisiin laskelmiin ja kirjallisuuden pohjalta tehtyihin oletuksiin.

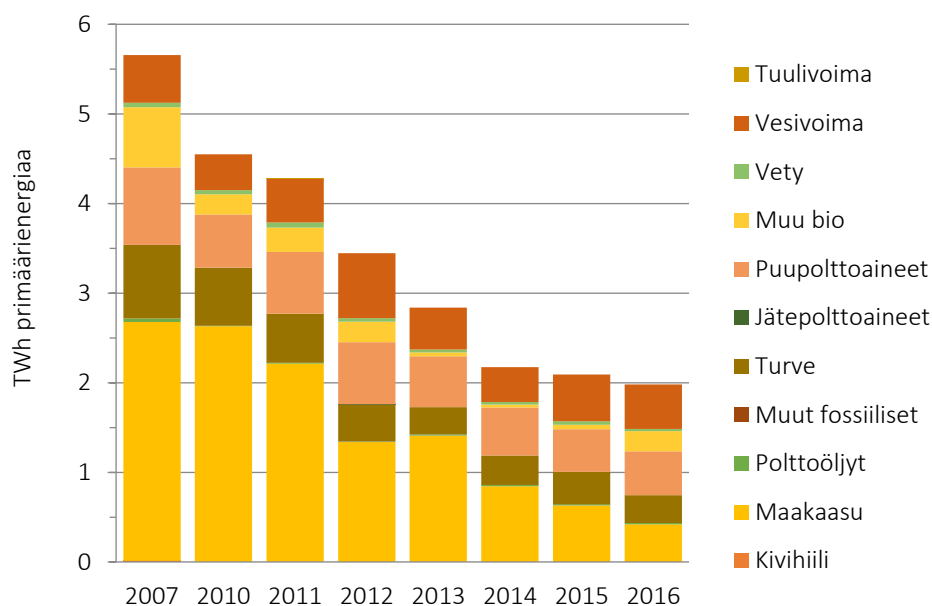
Teollisuuden sähkön kulutus on supistunut vuoteen 2016 tultaessa viime vuosikymmenen puolivälin huipputasolta lähelle vuoden 1990 tasoa. Taustalla on maakunnan teollisen rakenteen murroksen



Kuvio 13 Pirkanmaan alueen sähkön tuotanto tuotantolaitoksittain vuosina 2007 ja 2010–2016

lisäksi ainakin joiltain osin myös teollisuussektorin energiatehokkuuden parantuminen. Kotitalouksien sähkön käyttö on kasvanut samanaikaisesti vuosien 1990 ja 2016 aikana 66 %. Kotien sähkölaitekanta on lisääntynyt 1990-luvun tilanteesta ja sähköä käytetään enemmän asuntojen lämmitykseen. Vastaavan suuruinen, jopa nopeampi prosentuaalinen kasvu on tapahtunut palvelujen sähkön kulutuksessa.

Pirkanmaalaiset voimalaitokset tuottivat vuonna 2016 yhteensä 1,4 TWh sähköä. Määrä kattoi 21 % maakunnan alueen sähkön kulutuksesta. Edellisen sivun kuvion 13 mukaisesti 60 % paikallisesta sähkön tuotannosta tapahtui sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksissa Tampereella, Hämeenkyrössä, Valkeakoskella, Nokialla ja Mänttä-Vilppulassa. Tampereen Sähkölaitoksen Naistenlahden, Lielahden ja Tammervoiman voimalaitokset kattoivat puolet Pirkanmaan sähkön tuotannosta. Melo, Tammerkoski ja muut alueen vesivoimalaitokset kattoivat 40 % Pirkanmaan sähkön tuotannosta. Yhteistuotetun sähkön määrä on pienentynyt kolmanneksen vuosien 2007 ja 2016 aikana. Tuotannon kannattavuus on heikentynyt ja teollisuuden yhteistuotanto vähentynyt.

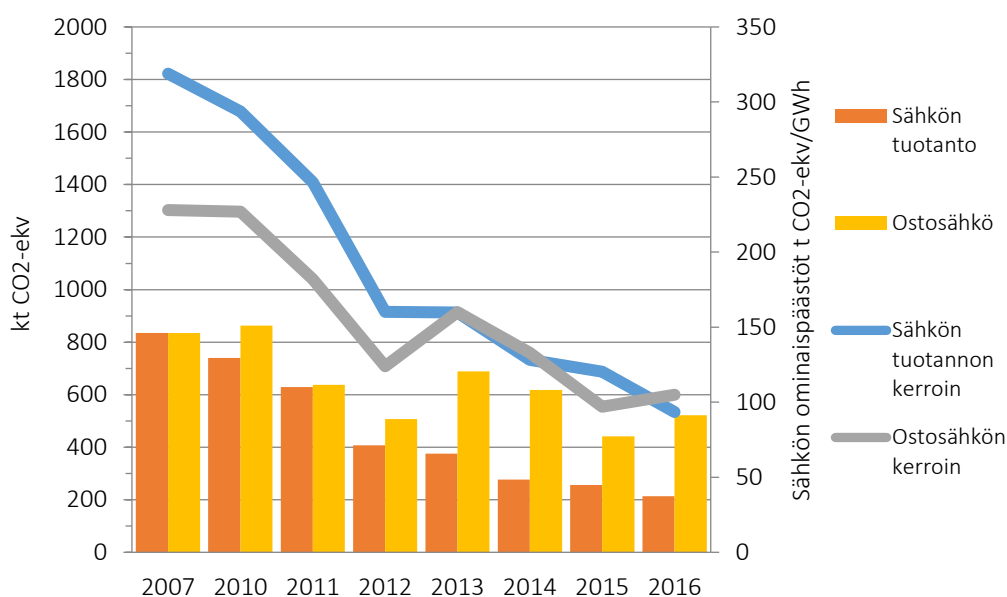


Kuvio 14 Pirkanmaan alueen sähkön tuotannon energialähdejakauma vuosina 2007 ja 2010–2016

Pirkanmaalaisesta sähköstä tuotettiin vuoden 2016 aikana 21 % maakaasulla. Kuviosta 14 näkyy, kuinka maakaasun käyttö on pudonnut paikallisessa sähkön tuotannossa viidennekseen vuoden 2007 määrästä. Turpeen osuus on pysynyt sähkön tuotannossa tarkasteltavalla aikavälillä noin 15 %:n tasolla. Samalla puuperäisten polttoaineiden osuus on kasvanut 13 %:sta 25 %:iin. Taustalla on erityisesti Tampereen Sähkölaitoksen energian tuotannon polttoainejakauman muutoksen vuoksi. Vesivoimalaitosten osuus riippuu pääosin vuosittaisesta vesitilanteesta ja pohjoismaisista sähkömarkkinoista. Vuonna 2007 paikallisen vesivoiman osuus oli 13 %. Yhdeksän vuotta myöhemmin se oli kasvanut 25 %:iin suurelta osin muun tuotannon osuuden pienentymisen vuoksi. Vesivoima ja

puun käytön lisääminen sähkön ja lämmön yhteistuotannossa nosti maakunnan sähkön tuotannon uusiutuvien energialähteiden osuuden vuosien 2007 ja 2016 aikana 27 %:sta 61 %:iin

Sähkön tuotannon kasvihuonekaasupäästöt on määritelty Kasvener-mallin laskentaperiaatteella, jossa pirkanmaalainen sähkön kulutuksen ja sähkön tuotannon välinen vaje katetaan ulkopuolelta hankitulla ostosähköllä. Se on rakenteeltaan keskimääräisen kansallisen sähkönhankinnan mukaista sähköä, jossa on huomioitu Pirkanmaan alueen sähkön tuotannon vaikutus. Kotimaisen jakauman<sup>13</sup> perusteella laskettuna 4,9 TWh:n ostosähkömäärän tuottamiseen käytettiin vuonna 2016 yhteensä 9,2 TWh energialähteitä. Kokonaisuudessaan Pirkanmaalla kulutetun sähkön tuottamiseen tarvittu 10,9 TWh:n primärenergiamäärä vastasi 45 % maakunnan käyttöperusteisesta energian käytöstä vuonna 2016.



Kuvio 10 Pirkanmaan alueen sähkön tuotannon ja ostosähkön kasvihuonekaasupäästöt

Käytetyt laskentaoletukset vaikuttavat sähkön kasvihuonekaasupäästöjen määriin.<sup>14</sup> Pirkanmaalla, jossa alueen oma sähkön tuotanto pystyy kattamaan vain osan alueen sähkön kulutuksesta, näkyy sähkön päästöissä kansallisen sähkönhankinnan energialähteiden jakauman vuosittainen vaihtelu.

<sup>13</sup> Raportin taustalaskelmien perusteella vuoden 2016 kansallinen ostosähkön tuotannosta oli 38 % uusiutuvia energialähteitä, 25 % ydinvoimaa, 9 % fossiilisia polttoaineita ja 3 % turvetta. Nettomääräisen sähkön tuonnin osuus oli 25 %. Laskelmat perustuvat Energiateollisuus ry:n ja Tilastokeskuksen energiatilastojen tietoihin.

<sup>14</sup> Sähkön kasvihuonekaasupäästöt voidaan laskea tässä sovelletun Kasvener-mallin ostosähköön perustuvan lähestymistavan lisäksi olettamalla, että alueen sähkön tuotanto menee sähkömarkkinoille. Kansallinen keskiarvosähkö kuvaa paremmin sähkön loppukäyttäjän valintatilannetta. Esimerkiksi kuuden suurimman kaupungin ja Hinku-kuntien päästöseurannassa käytetään hyödynjakomenetelmällä laskettua keskimääräisen kansallisen kertoimen viiden vuoden liukuvaa keskiarvoa. Kunnissa laajalti käytetty CO2-raportti hyödyntää kuukausitasolla laskettavaa kansallista päästökerrointa, jolloin sähkölämmitykselle tulee vuositasolla korkeampi päästökerroin kuin muulle sähkön kulutukselle.

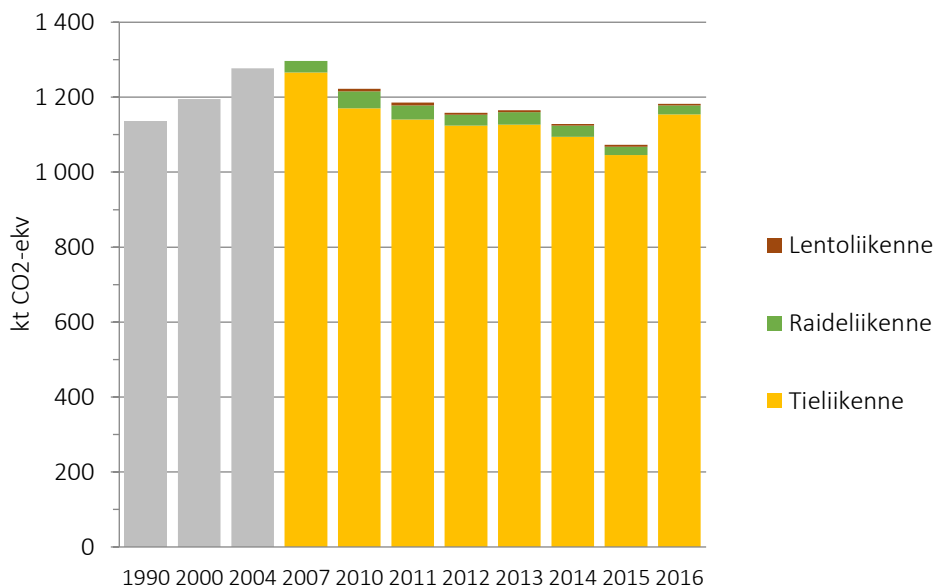


Maakunnan sähkön kulutus pieneni vuosien 2007 ja 2016 välisenä aikana 6 %. Samanaikaisesti kulutetun sähkön laskennallisten kasvihuonekaasupäästöjen määrä supistui peräti 56 %.

Uusiutuvien energialähteiden suhteellisen osuuden kasvu Pirkanmaan alueen sähkön tuotannossa ja samanaikainen sähkön tuotannon supistuminen pienensi maakunnan oman tuotannon päästöjä vuosien 2007 ja 2016 aikana 840 kt CO<sub>2</sub>-ekv:sta 210 kt CO<sub>2</sub>-ekv:sta:iin.<sup>15</sup> Kun huomioidaan pirkanmaalaisen kulutuksen kattamista varten hankitun ja alueen ulkopuolella tuotetun ns. ostosähkön päästöt, sähkön kulutuksen kokonaispäästöt olivat vuonna 2007 yhteensä 1 670 kt CO<sub>2</sub>-ekv ja yhdeksän vuotta vuonna 2016 yhteensä 740 kt CO<sub>2</sub>-ekv. Eroa selittää kansallisen sähkön päästökertoimen pieneneminen kolmannekseen tarkasteluvälin aikana. Vuonna 2007 sähkön päästöt muodostivat 32 % maakunnan kokonaispäästöistä. Vuonna 2016 vastaava osuus oli enää 20 %.

## 6. Liikenne

Pirkanmaan maantieteellisten rajojen sisällä vuonna 2016 tapahtuneessa tie-, raide- ja lentoliikenteessä kului 4,6 TWh polttoaineita ja sähkön tuotannon primäärienergiälähteitä. Määrä muodosti 19 % maakunnan primäärienergian tarpeesta. Liikenteen käyttämistä energialähteistä kului 91 % tieliikenteessä, 8 % raideliikenteessä ja 1 % lentoliikenteessä. Tässä raportissa ei ole tarkasteltu alueen laivaliikenteen ja veneilyn energiankäyttöä ja niistä syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä.



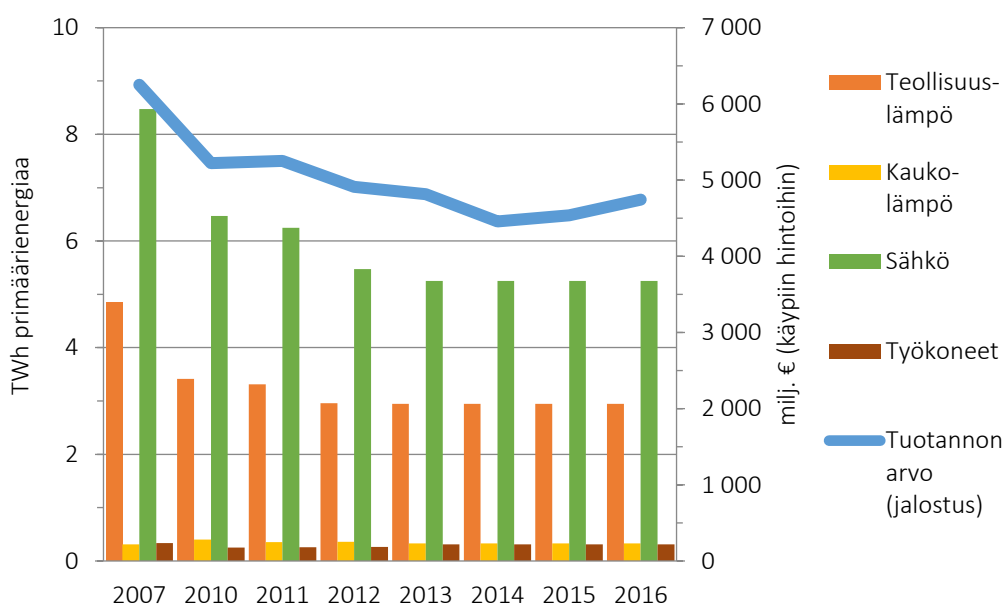
Kuvio 16 Pirkanmaan alueen liikenteen kasvihuonekaasupäästöt vuosina 1990, 2000, 2004, 2007 ja 2010–2016

Liikenteen 1 180 kt CO<sub>2</sub>-ekv:n kasvihuonekaasupäästöt olivat 32 % Pirkanmaan vuoden 2016 päästöistä. Päästöt vähenivät 10 % laskentavuodesta 2007. Tieliikenteessä syntyi 98 % liikenteen koko-

<sup>15</sup> Sähkön tuotannon energialähteiden ja kasvihuonekaasupäästöjen määriin vaikuttaa myös lämmön ja sähkön yhteistuotannon polttoaine- ja päästöjyvitystapa. Tässä raportissa on käytetty Kasvener-mallin sovellettua energiamenetelmää, joka jakaa yhdistetyssä lämmön ja sähkön tuotannon energialähteet ja päästöt periaatteessa tuotettujen lämpö- ja sähkömäärien suhteessa (lisää raportin liitteessä 3). Energiamenetelmän käyttö takaa paremman vertailtavuuden Pirkanmaan vuosien 1990, 2000 ja 2004 päästölaskelmiin.

naispäästöistä. Raideliikenteen osuus oli 2 % ja lentoliikenteen reilusti alle 1 %. Aluepohjainen päästötarkastelu huomioi aluepohjaisesti Pirkanmaalla tapahtuvan liikenteen, joten laskennassa on mukana maakuntaa halkovien maanteiden ja rautateiden läpikulkuliikenne. Edellisen sivun kuviossa 16 laskentavuoden 2016 kohdalla näkyvä tieliikenteen päästöjen kääntyminen kasvuun johtuu osin laskennassa käytetystä VTT:n LIISA-mallista ja liikenteen polttoaineiden edellisvuosia pienemmästä bio-osuudesta.<sup>16</sup>

Tie- ja raideliikenteen energia- ja kasvihuonekaasupäästötiedot perustuvat VTT:n Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmän LIPASTO:n tieliikennettä ja raide- liikennettä koskeviin LIISA- ja RAILI-alamallin laskentatietoihin. LIPASTO on Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmä, jota hyödynnetään mm. kansallisissa kasvihuonekaasupäästöinventaariorissa. LIPASTO ja sen alamallien uudistus valmistui syksyllä 2015. Aiempien LIISA-, RAILI-, MEERI- ja TYKO-malliversioiden tuloksia ei voi enää verrata uusittujen laskentamallien tuloksiin, sillä uudistus muutti myös menneisyyden laskelmia. Vuotta 2012 aikaisemmat vuodet on laskettu VTT:n indeksien avulla.



Kuvio 11 Pirkanmaan teollisuuden käyttöperusteinen energiankäyttö ja tuotannon (jalostuksen) arvo vuosina 2007 ja 2010–2016

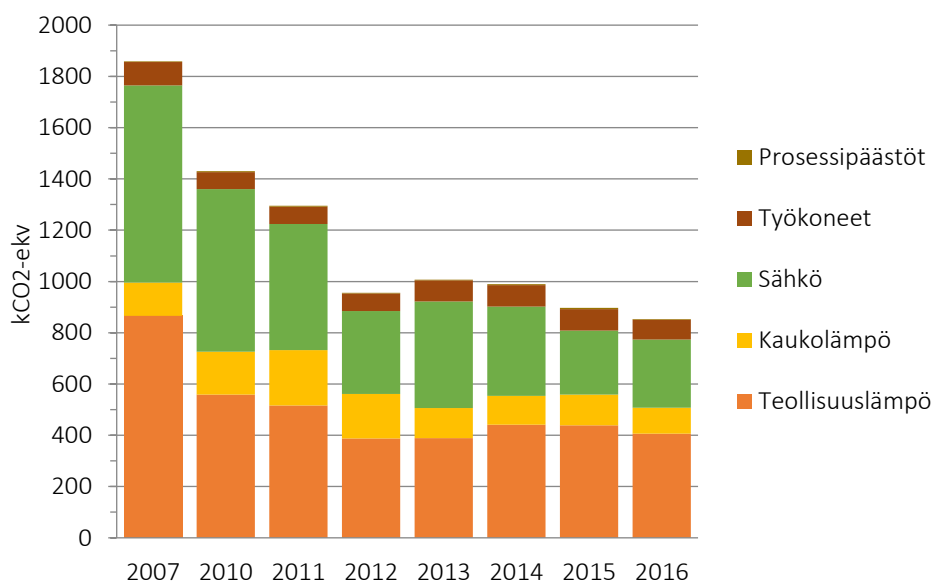
## 7. Teollisuus

Teollisuuden toiminnoista syntyi Pirkanmaalla vuonna 2016 yhteensä 850 kt CO<sub>2</sub>-ekv kasvihuonekaasupäästöjä. Tehtyjen laskelmien mukaan sektorin päästöt olivat supistuneet 54 % taantuman

<sup>16</sup> Bio-osuutta koskevaa jakeluvaihtoehtoa toteutettiin vuosina 2014–2015 etupainotteisesti lainsäädännön antaman mahdollisuuden mukaisesti. Vuonna 2016 liikenteen biopolttoaineiden kulutus laski kansallisesti 64 % kahden edellisen laskentavuoden ennätystasosta. Osa syynä päästöjen kasvuun on todennäköisesti myös talouden taantuman väistyminen ja siitä seurannut yleinen liikkumisen ja kuljetusten määrän kasvu.

alkua edeltäneestä vuodesta 2007. Yhtenä tärkeänä selittävänä tekijänä on luvussa 5 käsitelty sähkön ominaispäästöjen positiivinen kehitys. Edellisen sivun kuviosta 17 ilmenevän vuosien 2007 ja 2010 välistä teollisuuden sähkön käytön päästöjen supistamista selittää erityisesti UPM Kymmene Oy:n sellun tuotannon ja Säterin toiminnan päättyminen Valkeakoskella.

Pirkanmaalaisen teollisuuden käyttämän lämmön ja sähkön tuotanto sekä sektorin työkoneet tarvitsivat vuonna 2016 yhteensä 8,0 TWh polttoaineita ja muita energialähteitä. Niistä 35 % käytettiin tuotantoprosessien lämmön tuottamiseen ja teollisuusrakennusten lämmittämiseen. Teollisuuden ja rakentamisen työkoneet kuluttivat 6 % sektorin primäärienergiasta. Loppuosa laskennallisista energialähteistä käytettiin teollisuuden tarvitseman sähkön ja kaukolämmön tuottamiseen.



*Kuvio 18 Pirkanmaan teollisuuden käyttöperusteiset kasvihuonekaasupäästöt vuosina 2007 ja 2010–2016*

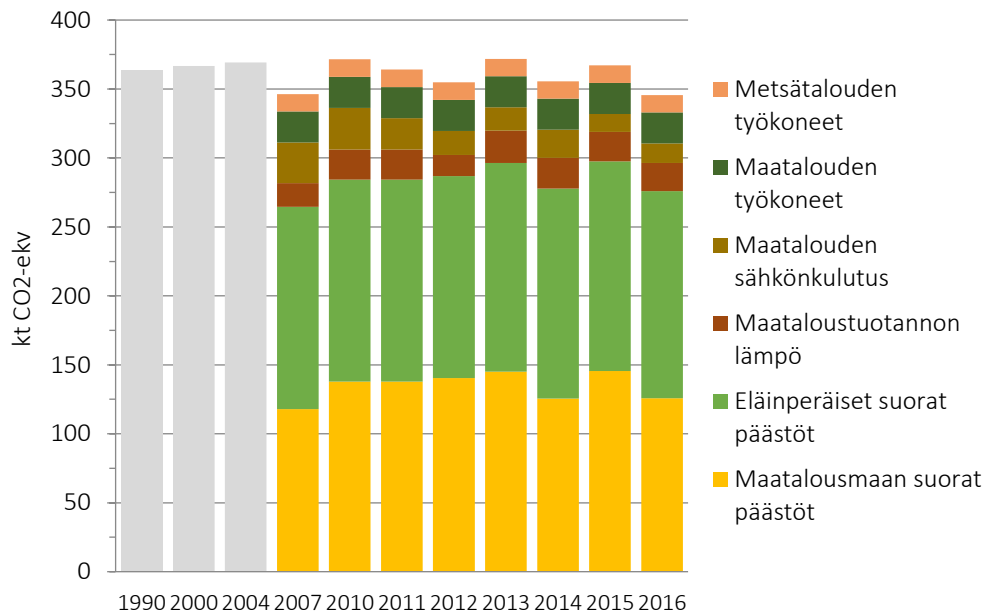
Teollisuuden energiankäyttöön ja prosesseihin liittyi 25 % Pirkanmaan vuoden 2016 kokonaispäästöistä. Teollisuuden tarvitseman lämmön- ja sähkön tuotannon päästöt muodostivat 85 % sektorin kasvihuonekaasupäästöistä. Teollisuuden kuluttaman kaukolämmön päästöosuus oli 5 %. Sektorin työkoneiden 9 % päästöosuus perustuu VTT:n LIPASTO-järjestelmän työkoneiden päästöjä ja energiankulutuksia laskevan TYKO-alamallin tulosten pohjalta tehtyihin laskelmiin. Kuviosta 18 näkyvä vuosien 2007 ja 2010 välinen suuri päästöjen vähennys johtuu erityisesti Valkeakosken Tervasaaren tehtaiden sellun tuotannon päätymisen lisäksi vuoden 2008 lopulla alkaneen taloudellisen taantuman vaikutuksesta teollisuustuotannon määrään (ks. myös edellisen sivun kuvio 17). Vuosien 2011 ja 2012 välinen vähennys johtuu puolestaan teollisuuteen liittyvän maakaasun ja turpeen käytön merkittävästä vähenemisestä mm. Nokialla, Hämeenkyrössä ja Valkeakoskella.<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Maakaasun hintakilpailukyky on heikentynyt muihin polttoaineisiin nähden koko 2010-luvun ajan. Maakaasulla yhteistuotettu sähkö menetti kilpailukykyään kesällä 2011, jolloin ajojärjestys maakaasun ja kiinteiden polttoaineiden välillä muuttui. Ajojärjestys kuvaa sähkön tuotannon tarjontakäyrää sähkön tukkumarkkinoilla.

Energiaperäisten kasvihuonekaasupäästöjen lisäksi teollisuustuotannossa aiheutuu suoria prosessi-peräisiä päästöjä kemian-, metalli- ja kaivosteollisuudessa. Pirkanmaalla syntyi vuonna 2016 näitä teollisuusprosessien ei-energiaperäisiä kasvihuonekaasupäästöjä mm. vedyn tuotannosta sekä kalkkikiven ja soodan käytöstä. Ne ovat kuitenkin vain alle 1 % teollisuussektorin päästöistä ja promille maakunnan käyttöperusteisesti lasketuista kokonaispäästöistä.

## 8. Maa- ja metsätalous

Maa- ja metsätaloussektori vastasi 2 % Pirkanmaan vuoden 2016 energianlähteiden käytöstä. Noin 0,4 TWh:n suuruisesta primäärienergiamäärästä kului 53 % maataloustuotannon tarvitseman sähkön tuottamiseen. Suurimmalta osin puupolttoaineilla tapahtuneeseen maatalousrakennusten lämmön tuotantoon käytettiin 30 % sektorin energialähteistä. Noin 7 % energiankäytöstä muodostui traktoreiden, pumpureiden ja muiden työkoneiden tarvitsemista polttonesteistä. Metsätaloustalouden koneiden polttoainekäyttö oli arviolta 10 % Pirkanmaan maa- ja metsäsektorin energiankäytöstä.



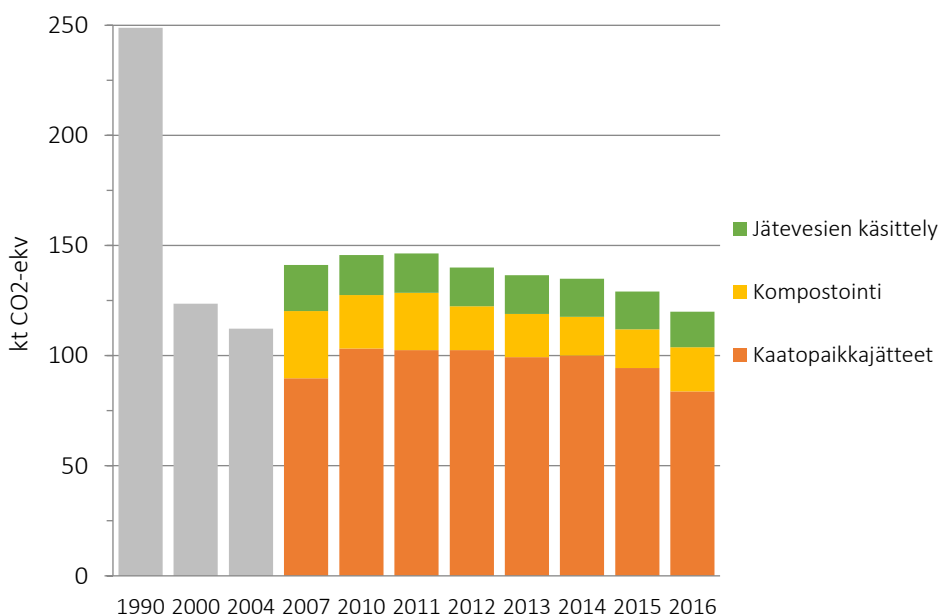
Kuvio 12 Pirkanmaan maa- ja metsätalouden käyttöperusteiset kasvihuonekaasupäästöt vuosina 1990, 2000, 2004, 2007 ja 2010–2016

Maa- ja metsätaloussektorin energiankäytöstä syntyneet kasvihuonekaasupäästöt olivat vuonna 2016 yhteensä 65 kt CO<sub>2</sub>-ekv. Maatalouden tuotantoprosessien suorat päästöt ovat sen energian käyttöä suurempia päästölähteitä. Viljelysmaiden väkilannoituksen, lannan ja lietteiden käytön seurauksena aiheutuu dityppioksidipäästöjä. Samaa kasvihuonekaasukaasua vapautuu myös niittojäänöksistä ja tyypeä sitovien kasvien viljelystä. Märehtijöiden ruoansulatuksesta ja tuotantoeläinten lannan käsittelystä aiheutuu metaanipäästöjä. Vuonna 2016 näitä maataloussektorin suoria päästöjä syntyi Pirkanmaalla 280 kt CO<sub>2</sub>-ekv. Maatalouden suorien ja energiaperäisten päästöjen yhteenlaskettu 342 kt CO<sub>2</sub>-ekv:n määrä muodosti 9 % osuuden maakunnan kokonaispäästöistä vuonna 2016.

Edellisen sivun kuvion 19 vuosien 1990, 2000 ja 2004 päästöt sisältävät vain maatalouden tuotannon suorat päästölähteet, joten pidemmän aikavälin tarkastelu on hankalaa. Lisäksi aiempien tarkastelu- vuosien kasvihuonepäästöjen laskennassa on todennäköisesti käytetty parametreiltaan hieman eri- laista laskentatapaa kuin tässä raportissa. Käytännössä maatalouden päästöt ovat pysyneet samalla tasolla viimeisen kymmenen vuoden aikana. Ne olivat vuonna 2016 vajaan prosentin pienemmät kuin vuonna 2007. Samanaikaisesti maataloussektorin tuotannon arvo oli kasvanut Pirkanmaalla puolisen prosenttia.

## 9. Jätteiden ja jätevesien käsittely

Tehtyjen Kasvener-laskelmien mukaan pirkanmaalaisten jätteiden ja jätevesien käsittelystä aiheutui 120 kt CO<sub>2</sub>-ekv kasvihuonekaasupäästöjä vuonna 2016. Päästölaskennassa huomioidaan jätteen syntypaikan perusteella maakunnan alueella syntyvän ja kaatopaikoille päätyvän jätteen bio- hajoavasta osuudesta ajan myötä ilmaan vapautuva metaani. Laskelmat sisältävät biojätteiden kom- postoinnin metaani- ja dityppioksidipäästöt. Lisäksi otetaan huomioon pirkanmaalaisten ja alueen teollisuuden jätevesien käsittelyn ravinnepäästöistä syntyvä dityppioksidi ja puhdistusvaiheessa vapautuva metaani. Kaatopaikoille sijoitettujen jätteiden metaanipäästöistä aiheutui 70 % kasvi- huonekaasupäästöistä. Loppuosa jakautui puoliksi kompostoinnin ja jätevesien käsittelyn päästöjen kesken.



Kuvio 13 Pirkanmaalaisten jätteiden ja jätevesien käsittelyn kasvihuonekaasupäästöt vuosina 1990, 2000, 2004, 2007 ja 2010–2016

Kaatopaikkakaasun talteenoton, biojätteen erilliskeräyksen ja yleisen jätteiden käsittelyn tehostu- misen ja hyödyntämisasteen kasvu ovat pienentäneet metaanipäästöjä. Vuoden 2016 alussa tuli voimaan määräys, joka käytännössä lopetti eloperäisen jätteen loppusijoituksen kaatopaikoille. Samaan aikaan otettiin Tampereen Tarastenjärvellä käyttöön yhdyskuntajätteestä lämpöä ja sähköä

tuottava Tammervoiman voimalaitos.<sup>18</sup> Pirkanmaan Jätehuolto Oy:n toimialueella kerättyä biohajoavaa jäteainesta ei enää juurikaan päädy kaatopaikoille. Sama pätee myös Akaan, Punkalaitumen, Urjalan sekä osin Sastamalan jätteistä huolehtivan Loimi-Hämeen Jätehuollon Oy:n ja Valkeakosken jätehuoltoa hoitavan Kiertokapula Oy:n keräämille jätteille. Jätteiden ja jätevesien käsittelyn kokonaispäästöt olivat supistuneet Pirkanmaalla reilussa 25 vuodessa puoleen vuoden 1990 lähtötasosta, vaikka samanaikaisesti maakunnan väkiluvun kasvu ja taloudellisen toimeliaisuuden kasvu on lisännyt syntyvän jätteen määrää.

Raportissa esitettyihin jätteiden käsittelyn kasvihuonekaasupäästöjen määriin ja kehitykseen kannattaa suhtautua varauksella. Vuosien 2007 ja 2010–2016 tulokset on laskettu käytettävissä olleella laskentaparametreiltaan päivitetyllä vuoden 2007 Kasvener-versiolla. Jätteiden kaatopaikkasijoituksen aiheuttamat päästöt ovat todennäköisesti laskettua suurempia ja päästöjen vähentyminen on edellisen sivun kuviossa 20 esitettyä pienempää.<sup>19</sup> Hinku-työn yhteydessä tehtyjen vertailulaskelmien<sup>20</sup> perusteella tässä raportissa käytetty Kasvener-malli voi laskea kiinteän jätteen käsittelyn päästöt kohdealueesta riippuen jopa 50–100 % alakanttiin. Jakamalla kansallisesta päästöinventaarion jätteiden kaatopaikkasijoituksen tulokset asukasluvun suhteessa saataisiin Pirkanmaan päästöiksi 150 kt CO<sub>2</sub>-ekv, joka neljänneksen suurempi kuin Kasvenerilla lasketut päästöt. Kokonais-tarkastelun kannalta syntyvien virheiden vaikutus on kuitenkin suhteellisen pieni, koska jätteiden ja jätevesien aiheuttamat päästöt ovat olleet viimeisten vuosien aikana 3 % Pirkanmaan vuosittaisista kokonaispäästöistä.

---

<sup>18</sup> Yhdyskuntajätteiden energiakäytön päästövaikutukset on laskettu osaksi sen alueen energian tuotantoa, jossa jätteen poltto tapahtuu. Puolet poltettavasta jättemateriaalista aiheutuvista kasvihuonekaasupäästöistä lasketaan bioperäisiksi. Jätepolttoaine korvaa maakaasua ja pienentää fossiilisten polttoaineiden käytöstä vuosittain aiheutuvia päästöjä Pirkanmaalla noin 50 kt CO<sub>2</sub>-ekv. Energiahyödyntämisellä vältetään myös päästöt, jotka syntyisivät kerätyn jätteen päätyessä kaatopaikalle.

<sup>19</sup> Vuosien 1990, 2000 ja 2004 laskelmat on tehty nykyisen tässä käytetyn Kasvener-mallin dynaamisen laskentamenetelmän sijaan aiemman linjauksen mukaisesti massatasemenetelmällä. Dynaaminen malli ottaa huomioon pidemmän aikavälin kuluessa tapahtuvan orgaanisen jäteaineksen hajoamisen, joten sillä lasketut päästöt ovat aiemmin käytetyllä massataseperiaatteella laskettuja päästöjä pienemmät. Vuosien 1990, 2000 ja 2004 jätelaskelmia ei ole päivitetty tässä yhteydessä puuttuvien lähtötietojen vuoksi.

<sup>20</sup> Suomen ympäristökeskuksen Juhani Huuhtanen on vertaillut kuntatason kasvihuonekaasupäästölaskentamalleja diplomityössään (Aalto yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu 2017). Hänellä oli käytössään uuden Kasvener-mallin testiversiolla lasketut jätteiden käsittelyn sektorin päästöt. Tulokset erosivat merkittävästi esim. laajasti kunnissa käytetyn CO<sub>2</sub>-raportin vastaavista tuloksista.

## 10. Lopuksi

Pirkanmaan kasvihuonekaasupäästöt ovat laskusuunnassa. Vuonna 2016 maakunnan alueella syntyneet 3 630 kt CO<sub>2</sub>-ekv kokonaispäästöt olivat 22 % pienemmät kuin Pirkanmaan ilmasto- ja energiastrategian mukaisena vertailuvuotena 1990. Positiivista kehitykseen on vaikuttanut ennen kaikkea uusiutuvan energian käytön lisääntyminen, mutta myös energiatehokkuuden parantuminen kaikilla päästösektoreilla. Lisäksi taustalla on teollinen rakennemuutos ja 2010-luvun taitteen taantuman aiheuttama päästöjä synnyttävän taloudellisen toimeliaisuuden pieneneminen. Pelkästään keväällä 2014 valmistuneen maakunnallisen ilmasto- ja energiastrategian päästötavoitteeseen on kuitenkin vielä pitkä ja runsaasti paikallista ilmastotyötä vaativa taival. Strategian tavoitteena on vähentää Pirkanmaan kasvihuonekaasupäästöjä 60 % vuoteen 2040 mennessä vuoden 1990 tasosta.

Pirkanmaan ilmasto- ja energiastrategiassa haetaan energiaa säästämällä ja resurssitehokkuutta parantamalla 1 %:n vuosittaista energiansäästöä vuosien 2014 ja 2040 aikana. Sähkön- ja kaukolämmön tuotannon rakennetta ja päästökehitystä ohjaavat päästöoikeuksien, energiaverotuksen, energialähteiden hintojen ja markkinoiden kysynnän muutospaineiden kaltaiset ulkopuoliset mekanismit. Maakunnan ilmasto- ja energiastrategia keskittyykin EU:n päästökauppajärjestelmän ulkopuolella olevan taakanjakosektorin energian käyttöön, joka liittyy erityisesti liikenteeseen, asumiseen ja rakentamiseen. Pirkanmaan vuoden 2016 käyttöperusteisista päästöistä syntyi 60 % muista kuin päästökauppajärjestelmän piirissä olevista toiminnoista.

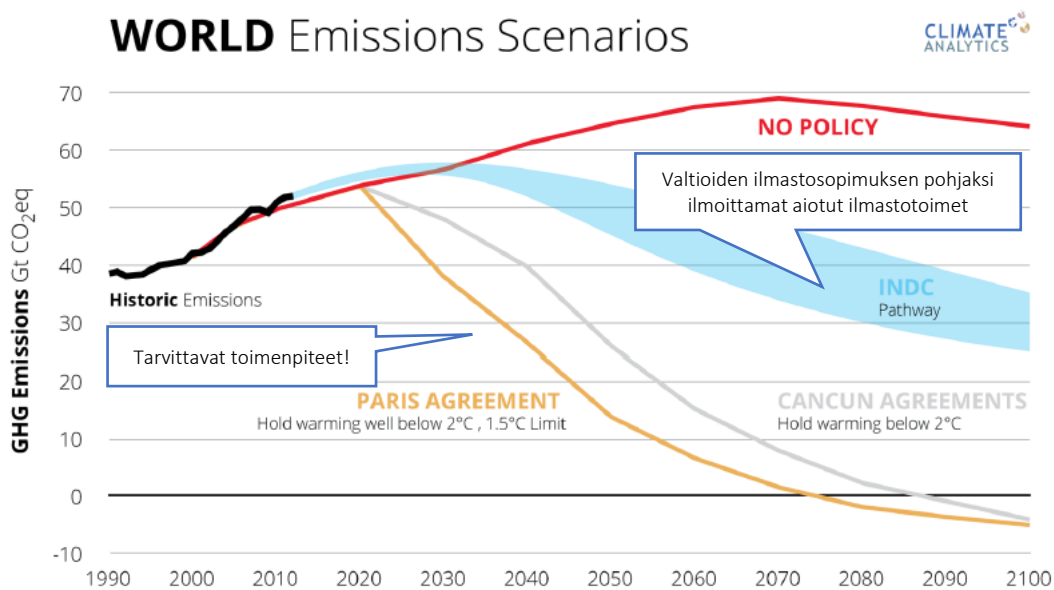
EU:n päästökaupassa mukana olevien energiantuottajien ilmastomyötäiset ratkaisut lämmön ja sähkön tuotannossa vievät eteenpäin vähäpäästöisemmällä kehitysuralla. Toimenpiteet tukevat Pirkanmaan ilmasto- ja energiastrategian tavoitetta nostaa uusiutuvan energian osuus puoleen maakunnassa kulutetun energian tuotannossa. Raportin laskelmien perusteella maakunnan alueen paikallisessa energian tuotannossa, kiinteistöjen erillislämmityksessä ja liikenteessä vuonna 2016 käytetyistä energialähteistä oli 32 % puupolttoaineita ja vesivoimaa sekä muita uusiutuvia energiamuotoja. Huomioimalla maakunnan ulkopuolelta hankitun ostosähkön tuotannossa käytetyt energialähteet ylettiin vuonna 2016 yhteensä 31 %:n uusiutuvien osuuteen.<sup>21</sup>

Ilmastonmuutos ei ole tulevaisuudessa siintävä hypoteettinen uhka, vaan nykyhetkeä kosketteleva todellinen ilmiö. Pariisissa joulukuussa 2015 järjestetyssä YK:n ilmastokokouksessa sovittiin uudesta ilmastosopimuksesta. Ensimmäistä kertaa lähes kaikki maailman valtiot sanoivat olevansa valmiita toimiin ilmastonmuutoksen torjumiseksi. Pariisin ilmastosopimuksen tavoitteena on pitää maapallon keskilämpötilan nousu selvästi kriittisenä pidetyn 2 asteen alapuolella. Vertailukohtana on ennen teollistumisen alkua vallinnut tilanne. Lisäksi pyritään toimiin, joilla lämpeneminen saataisiin rajattua alle 1,5 asteen. Hallitustenvälinen ilmastonmuutospaneeli IPCC julkistaa lokakuussa 2018 erityisraportin 1,5 asteen päästövähennystavoitteesta ja asettamista lisähaasteista.

---

<sup>21</sup> Jos otetaan uusiutuvien energialähteiden lisäksi huomioon ostetun sähkön tuotannossa käytetty ydinvoima, niin Pirkanmaalla vuonna 2016 kulutetusta energiasta tuotettiin 48 % päästöttömästi. Osuus nousee yli 50%:iin, kun huomioidaan Suomeen tuodun sähkön päästöttömästi tuotettu osuus.

Pariisin ilmastopimuksen tavoitteena on saavuttaa maailmanlaajuisten kasvihuonekaasujen päästöjen huippu mahdollisimman pian sekä vähentää päästöjä nopeasti sen jälkeen siten, että ihmisen aiheuttamat kasvihuonekaasujen päästöt ja nielut ovat tasapainossa tämän vuosisadan jälkipuoliskolla. EU on kiristänyt tavoitteitaan ja sitoutunut vähentämään päästöjään vähintään 40 % vuoteen 2030 mennessä vuoden 2005 tasosta. Päästökauppadirektiivillä säädetään päästöoikeuksien ylitarjontaa ja nopeutetaan päästöoikeuksien määrän vähenemistä siten, että päästökauppasektorin päästöt vähenevät 43 %. Päästökaupan ulkopuolisella taakanjakosektorilla päästövähennystavoite on 30 %. EU:n ilmastotavoitteissa otetaan nyt huomioon myös maankäyttöä, maankäytön muutosta ja metsätaloutta koskevat hiilinielut eli ns. LULUCF-sektori. Keskustelu EU:n vuoteen 2050 ulottuvasta tiekartasta on käynnistymässä.



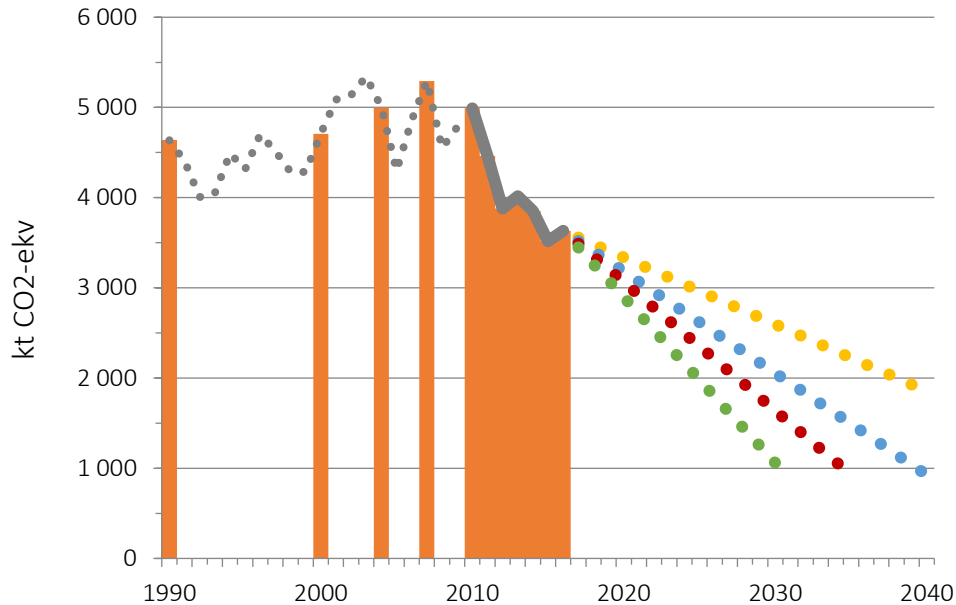
Kuvio 14 Pirkanmaa on pakko kiristää kasvihuonekaasupäästöjen vähennystavoitteitaan (kuvapohja: SYKE:n Jyri Seppälän esitys Tampereen kaupunkiseudun infratyöryhmässä 23.11.2017)

Uuden jäsenvaltioiden välisen taakanjaon mukaan Suomen on vähennettävä päästöjään päästökaupan ulkopuolisilta aloilta vähintään 39 % vuodesta 2005 vuoteen 2030. Maamme päästövähennysvelvoite on EU-jäsenmaiden tiukimpia. Tavoitteen saavuttamiseksi on mahdollista käyttää erilaisia joustokeinoja. Syksyllä 2017 julkistettu valtion keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelma *Kohti ilmastoviisasta arkea* hahmottelee ne toimet, joilla maamme pääsee taakanjakosektorille asetettuun tavoitteeseensa. Suomessa pitkän aikavälin strategian valmistelu on käynnistymässä kevään 2018 aikana.

Maakuntatason toiminta ei ole merkityksetöntä, vaikka puhutaankin globaalin mittakaavan ongelmasta. Samalla tavalla kuin ihmisen aiheuttama ilmaston lämpeneminen on syntynyt lopulta aluetasolla, sitä vastaan voidaan ponnistella paikallisella tasolla myös Pirkanmaalla. Hämeenkyrö liittyi ensimmäisen pirkanmaalaiskunta HINKU-foorumiin, jossa kunta sitoutuu tavoittelemaan 80 %:n päästövähennystä vuoteen 2030 mennessä vuoden 2007 tasosta. Tampereen kaupunki ja Lempäälän



kunta ovat myös sitoutuneet uusissa kuntastrategioissaan hiilineutraalisuustavoitteisiin.<sup>22</sup> Tampereen kaupunkiseudun kunnat ovat omalta osaltaan matkalla kohti yhteistä uutta ja nykyistä merkittävästi tiukempaa päästövähennystavoitetta. Maakunnan asukkaat, yritykset, kunnat ja muut yhteisöt voivat kaikki tehdä oman osansa päästövähennyskehityksen vauhdittamiseksi.<sup>23</sup>



*Kuvio 15 Pirkanmaan käyttöperusteisten päästöjen kehitys ja ura kohti maakunnallisen ilmasto- ja energiastrategian 60 % päästövähennystavoitetta vuonna 2040 sekä kolme hiilineutraalisuusuraa (2035 ja 2040 vuoden 1990 tasosta sekä 2030 vuoden 2007 tasosta)*

<sup>22</sup> Hiilineutraalisuudella tarkoitetaan tässä yhteydessä käyttöperusteisesti laskettujen kokonaispäästöjen vähintään 80 %:n vähennystä vertailuvuoden tasosta. Vertailuvuotena on käytetty Kioton ilmasopimuksen vuotta 1990 (esim. Tampere), kansallisen ilmasto- ja energiastrategian vuotta 2005 (esim. Pirkanmaan ilmasto- ja energiastrategia) tai HINKU-foorumin vuotta 2007 (esim. Hämeenkyrö ja päivittymässä olevat Tampereen kaupunkiseudun ilmasto- ja energiatavoitteet). Loppu 20 % sidotaan hiilinieluihin ja tarvittaessa kompensoidaan.

<sup>23</sup> Kuvion 22 harmaan viivan laskemattomien tarkasteluvuosien 1991–1999, 2001–2003, 2005–2006 ja 2008–2009 kehitys noudattelee Tampereen kaupungille tehtyjä kyseisten vuosien laskentatuloksia. Tarkasteluvuodet on hahmoteltu kuvioon pelkästään visuaalisuuden vuoksi. Vuodesta 2017 eteenpäin päästökehitys on lineaarista kohti haluttua tavoitetasoa.

## LIITE 1 Tulostaulukoita

Taulukko 1 Pirkanmaan energialähteiden kasvihuonekaasupäästöt vuosina 2007 ja 2010–2016

Energiälähteet	1000 hiilidioksidiekvivalentttonnia (kt CO <sub>2</sub> -ekv)							
	2007	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Maakaasu	1 369	1 311	1 148	875	888	741	580	446
Polttoöljyt	557	534	455	436	450	481	468	463
Bensiini ja diesel	1 330	1 224	1 195	1 179	1 182	1 148	1 097	1 203
Muut fossiiliset	61	35	36	27	23	21	29	116
Jäteperäiset polttoaineet	18	9	11	1	0	0	10	67
Turve	781	580	543	417	341	400	463	455
Puupolttoaineet	21	24	23	24	24	24	24	25
Muut uusiutuvat	1	0	0	0	0	0	0	0
Ostosähkö	834	863	638	507	689	613	435	521
<b>Yhteensä</b>	<b>4 954</b>	<b>4 571</b>	<b>4 038</b>	<b>3 464</b>	<b>3 597</b>	<b>3 428</b>	<b>3 096</b>	<b>3 230</b>

Taulukko 2 Pirkanmaan kasvihuonekaasupäästöjen päästölähteet vuosina 2007 ja 2010–2016

Päästölähde	1000 hiilidioksidiekvivalentttonnia (kt CO <sub>2</sub> -ekv)							
	2007	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Kaukolämpö	742	761	643	571	535	529	472	488
Erillislämmitys	315	341	290	299	287	282	265	271
Sähkölämmitys	238	281	201	151	184	152	112	121
Muu sähkö	1 310	1 272	1 066	764	880	738	579	615
Teollisuuslämpö	867	559	517	388	389	442	439	406
Maatalouslämpö	18	18	21	15	21	19	18	17
Työkoneet	157	123	125	128	143	144	144	135
Liikenne	1 311	1 216	1 179	1 152	1 160	1 123	1 068	1 179
Jätteet ja jätevedet	88	146	146	140	137	135	129	120
Teollisuuden suorat	3	3	4	3	3	4	5	3
Maatalouden suorat	273	265	266	268	277	278	278	276
<b>Yhteensä</b>	<b>5 322</b>	<b>4 984</b>	<b>4 458</b>	<b>3 878</b>	<b>4 016</b>	<b>3 846</b>	<b>3 509</b>	<b>3 630</b>

Taulukko 3 Pirkanmaan kasvihuonekaasupäästöjen päästösektorit vuosina 2007 ja 2010–2016

Kulutussektorit	1000 hiilidioksidiekvivalentttonnia							
	2007	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Kotitaloudet	1 091	1 169	952	857	895	820	712	709
Teollisuus	1 859	1 430	1 296	956	1 008	990	897	854
Palvelut	396	428	343	279	293	270	215	270
Kunnat	96	113	93	72	76	74	65	76
Muu julkinen sektori	133	141	114	94	101	92	77	90
Maatalous	356	353	344	337	356	351	345	342
Erittelemättömät	1 388	1 350	1 314	1 282	1 286	1 248	1 198	1 288
<b>Yhteensä</b>	<b>5 319</b>	<b>4 984</b>	<b>4 455</b>	<b>3 876</b>	<b>4 014</b>	<b>3 845</b>	<b>3 508</b>	<b>3 629</b>

Erittelemättömät-ryhmä sisältää kulutussektoreittain erittelemättömien liikenteen ja jätehuollon päästöt. Mallin epätarkkuuden vuoksi sektorittaiset kokonaispäästöt eroavat keskimäärin 0,1 % päästölähteiden kokonaispäästöistä.

## LIITE 2 Sanasto

**Alueperusteinen tarkastelu** rajautuu energian osalta tarkastelualueen maantieteellisten rajojen sisällä tapahtuvaan energian tuotantoon ja sen aiheuttamiin suoriin kasvihuonekaasupäästöihin riippumatta siitä, missä tuotettu energia kulutetaan. Se ei ota huomioon sähkön tai lämmön ostoa tarkastelualueelle eikä sähkön tai lämmön myyntiä sen ulkopuolelle. Jätehuolto on poikkeus rajaukseen. Jätteiden ja jätevesien päästöt lasketaan niiden syntypaikan perusteella eikä käsittelypaikkojen sijainnin perusteella. Alueperusteinen tarkastelu tarkoittaa samaa kuin aiemmin käytetty tuotantoperusteinen tarkastelu.

**Energiamenetelmässä** yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotannon päästöt jaetaan tuotettujen energiamäärien suhteessa. Menetelmässä sähkö ja lämpö arvioidaan yhtä arvokkaiksi energia- tuotteiksi. Yhteistuotannon etu kohdistuu pääosin sähkölle, koska yhden sähköenergia- kilowattitunnin tuottamiseen tarvitaan vaihtoehtoisessa erillisessä tuotannossa yli kaksi kertaa enemmän polttoainetta kuin yhden lämpöenergiakilowattitunnin tuottamiseen. Kasvenermallin käyttämä jyvitysmenetelmä on sovellus edellä esitetyssä perusenergiamenetelmästä. Yksi energiamenetelmän vaihtoehtoista on hyödynjakomenetelmä.

**F-kaasut** ovat keinotekoisia ihmisen valmistamia fluoria, klooria ja bromia sisältäviä orgaanisia yhdisteitä. Näiden halogenoitujen hiilivetyjen päästömäärät ovat suhteellisen pieniä, mutta samalla ne ovat voimakkaita ja ilmakehässä pitkään vaikuttavia kasvihuonekaasuja. Suomen kasvihuonekaasupäästöinventaario laskee hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin IPCC:n ohjeiden mukaisesti fluorihiilivetyjen (HFC), perfluorihiilivetyjen (PFC) ja rikkiheksafluoridin (SF<sub>6</sub>) käytön ilmastovaikutukset. Kaasujen päästöosuus on kansallisella tasolla vajan 3 %. Pirkanmaan päästöjen laskennassa käytetty Kasvener-malli ei huomioi näitä kylmätekniikassa, liuotimissa, vaahtomuoveissa, palo- ja torjunta-aineissa sekä sähkö- ja elektroniikkateollisuudessa käytettäviä F-kaasuja.

**GWP-kerroin** (Global Warming Potential) helpottaa eri kasvihuonekaasujen keskinäistä vertailua. Kasvihuonekaasuilla on erilainen kyky pidättää lämpösäteilyä. Lisäksi niiden vaikutusaika ilmakehässä vaihtelee. Eri kaasujen lämmitysvaikutukset suhteutetaan hiilidioksidin tiettyinä tarkastelujaksona kertomalla kasvihuonekaasun päästömäärä sen lämmitysvaikutusta kuvaavalla GWP-kertoimella. Tuloksena saadaan päästöjen määrä hiilidioksidiekvivalentteina. Tämä raportti käyttää YK:n ilmastosopimuksen Kioton pöytäkirjan uuden kauden mukaisesti hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin IPCC:n vuoden 2007 arviointiraportin metaanin GWP-kerrointa 25 ja dityppioksidin GWP-kerrointa 298.

**Hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>)** on eniten ilmastonmuutosta voimistava ihmisen aiheuttama kasvihuonekaasu. Suurin osa hiilidioksidipäästöistä syntyy, kun maaperään vuosimiljoonien aikana varastoitunut hiiltä palautetaan takaisin ilmakehään polttamalla fossiilisia polttoaineita. Päästöjä kasvattavat myös hiilidioksidia sitovien metsien hävittäminen ja sementinvalmistuksen kaltaiset teollisuusprosessit.

**Hiilidioksidiekvivalentti** (CO<sub>2</sub>-ekv) mittaa kasvihuonekaasujen määrää. Eri kasvihuonekaasujen erilaiset ilmastovaikutukset muunnetaan vastaamaan hiilidioksidin ilmastovaikutusta käyttämällä globaalia lämmitysvaikutusta kuvaavaa GWP-kerrointa. Hiilidioksidiekvivalentti on laskennallinen kasvihuonekaasu, jossa eri kaasuja on painotettu niiden voimakkuuden ja pysyvyyden mukaan.

**Hiilinielu** on prosessi, jossa hiilidioksidia sitoutuu maaperään, metsiin ja meriin. Se on hiilivarasto, joka voi kasvaa ja pienentyä luontaisesti ja ihmisen toiminnan seurauksena. Metsiä istuttamalla ja hoitamalla voidaan sitoa hiilidioksidia, kun taas metsien hävittäminen tai luonnollinen tuhoutuminen muuttavat ne nielusta päästölähteiksi. Nielut kuuluvat YK:n ilmastopoliittisen mukaisessa kasvihuonekaasuraportoinnissa maankäytön, maankäytön muutoksen ja metsätalouden ns. LULUCF-sektoriin (Land-Use, Land-Use Change and Forestry). Alueiden kasvihuonekaasupäästölaskenta ei ole tähän saakka yleensä ottanut huomioon LULUCF-sektoria.

**Hyödynjakomenetelmä** jakaa yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotannon polttoaineet ja päästöt näiden energiamuotojen erillistuotannon kuluttamien polttoainemäärien suhteessa. Yhteistuotannon etu jakaantuu tasaisemmin sähkölle ja lämmölle toisin kuin energiamenetelmässä.

**Hyötyenergia** on tarkoittaa tässä raportissa energian loppukäyttöä. Se on energiamäärä, joka hyödynnetään lämpönä, sähkönä tai suoraan polttoaineena.

**Ilmastonmuutos** on merkittävä pitkän aikavälin muutos ilmastossa. Ihmiskunta voimistaa ilmastonmuutosta lisäämällä ilmakehää lämmittävien kasvihuonekaasujen määrää. Eniten ilmastoon vaikuttaa energian tuotannossa vapautuva hiilidioksidi. Maankäytön muutokset ja metsien hävittäminen vähentävät luonnon kykyä sitoa ilman hiilidioksidia. Ilmastosysteemissä on palautemekanismeja, jotka vahvistavat ja heikentävät ilmastonmuutosta ja sen vaikutuksia. Luonnon ja ihmisten sopeutumiskyvyn kannalta liian nopeasti ja voimakkaasti etenevä ilmaston lämpeneminen vaikuttaa elinolosuhteisiin.

**Kasvener-malli** on Suomen ympäristökeskuksen Suomen Kuntaliitolle kehittämä laskentasovellus, jonka avulla voidaan selvittää alueen energiankäytön, teollisuuden, liikenteen, maatalouden sekä jätteiden ja jätevesien käsittelyn vuoden aikana aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt. Mallin periaatteita esitellään tarkemmin raportin liitteessä 3.

**Kasvihuoneilmiö** on maapalloa lämmittävä mekanismi, joka mahdollistaa elämän planeetallamme. Auringonvalo pääsee säteilemään kasvihuonekaasuiksi kutsuttujen ilmakehän yhdisteiden läpi. Samalla kaasut sitovat osan maanpinnalta heijastuvasta lämpösäteilystä ja estävät lämpöä karkaamasta avaruuteen. Maapallo lämpenee periaatteessa kasvihuoneen tavoin, kun auringonvalon synnyttämä lämpö jää lämmittämään maata. Ihmiskunta voimistaa ilmiötä lisäämällä ilmakehää lämmittävien kasvihuonekaasujen määrää. Tällä hetkellä ilmasto lämpenee luonnollista muutosta nopeammin.

**Käyttöperusteinen tarkastelu** sisältää maantieteellisesti rajatun alueen sisällä eri kulutussektoreilla käytetyn energian aiheuttamat suorat kasvihuonekaasupäästöt riippumatta siitä, missä sähkönä, lämpönä tai polttoaineina käytetty energia on tuotettu. Tarkasteluun sisältyy lisäksi alueen rajojen sisällä syntyneiden jätteiden ja jätevesien käsittelystä sekä maatalous- ja teollisuustuotannosta suoraan syntyneet prosessiperäiset päästöt. Mikäli alueen sähkön kulutus on sen sähkön tuotantoa suurempi, raportissa käytetty Kasvener-laskentamalli kattaa syntyvän erotuksen alueen ulkopuolella tuotetulla ns. ostosähköllä. Käyttöperusteisesta tarkastelua on kutsuttu aiemmissa Pirkanmaan päästöraporteissa kulutusperusteiseksi tarkasteluksi. Sen synonyymina myös käytetty alueperusteista tarkastelua.

**Lämmitystarveluvulla** korjataan kulutettuja lämmitysenergian määriä siten, että saman rakennuksen eri ajanjaksojen kulutusta tai eri kunnissa olevien rakennusten energian kulutusta voidaan vertailla keskenään. Ilmatieteen laitoksen julkistaman lämmitystarveluvun käyttö perustuu siihen, että rakennuksen energiankulutus on verrannollinen sisä- ja ulkolämpötilojen erotukseen.

**Lämmön ja sähkön yhteistuotanto** perustuu sähkö- ja lämpöenergian samanaikaiseen tuottamiseen samassa prosessissa. Sähkön tuotannon yhteydessä syntyvä ylimääräinen energia käytetään lämmön tuotantoon, eikä sitä johdeta hukkalämpönä ilmaan tai veteen. Myös CHP-tuotannoksi kutsuttu yhteistuotanto hyödyntää polttoaineita sähkön ja lämmön erillistuotantoa tehokkaammin.

**Metaani** (CH<sub>4</sub>) on hiilidioksidia lyhytikäisempi, mutta yli 25 kertaa voimakkaampi kasvihuonekaasu. Metaanilla on maailmanlaajuisesti toiseksi suurin lämmitysvaikutus ihmisen aiheuttamista kasvihuonekaasupäästöistä. Sitä pääsee ilmaan märehittijöiden, lannan ja jätehuollon lisäksi mm. fossiilisten polttoaineiden tuotannossa, kuljetuksessa ja käytössä. Merkittäviä luonnollisia metaanin lähteitä ovat erilaiset suot ja kosteikot.

**Ostosähkö** tarkoittaa Kasvener-mallissa tarkasteltavalla alueella kulutettua, mutta sen ulkopuolella tuotettua sähkömäärää. Tämä laskennallinen sähkömäärä tarvitaan kattamaan alijäämä, joka syntyy, jos kohdealueen sähkön kulutus on alueen omaa sähkön tuotantoa suurempi. Ostosähkön aiheuttamat päästöt lasketaan tässä raportissa kansallisen verkon sähkön tuottamiseen tarkasteluvuoden aikana käytettyjen energialähteiden avulla huomioimalla laskelmissa alueen sähkön tuotannon osuus.

**Primäärienergia** kuvaa energialähteestä saatavissa olevaa energiamäärää. Tällaista jalostamatonta luonnonenergiaa ovat mm. vesivoima, tuuli, auringon säteily, puu, turve, hiili, öljy, maakaasu ja uraani. Primäärienergian kulutus on suurempi kuin energian loppukäyttöä vastaava energiamäärä, koska energiaa hukataan sähkön ja lämmön tuotannossa ja siirrossa. Tässä raportissa primäärienergian ja hyötyenergian erotus kuvaa loppukäytettävän energiamäärän tuotantoprosessiin ja siirtoon liittyviä häviöitä. Raportin tekstissä käytetään primäärienergiaa ja energialähteiden määrää toistensa synonyymeina.

**Terawattitunti (TWh)** on energian määrä, joka kuluu käytettäessä terawatin tehoa (TW) yhden tunnin (h) ajan. Yhdellä terawattitunnilla eli miljardi kilowattitunnilla lämmitetään vuodessa 50 000 sähkölämmitteistä pientaloa. Yksi TWh on miljoona megawattituntia (MWh).

**Dityppioksidi (N<sub>2</sub>O)** on voimakkain luonnollinen kasvihuonekaasu. Se pidättää lähes 300 kertaa voimakkaammin lämpösäteilyä kuin hiilidioksidi. Myös typpioksiduulina ja ilokaasuna tunnetun dityppioksidin päästöjä syntyy keinolannoituksessa, polttoprosesseissa ja autojen katalysaattoreissa.

**Uusiutumaton energialähde** on energiana hyödynnettävä uusiutumaton luonnonvara, joka ehtyy, kun sitä käytetään. Uusiutumattomia energialähteitä ovat fossiiliset polttoaineet kuten öljy, kivihiili ja maakaasu, turve ja ydinvoima. Ne eivät uusiudu lainkaan tai niiden uusiutumismuutos on turpeen tavoin äärimmäisen hidasta.

**Uusiutuva energialähde** on energialähde, jonka varanto ei pitkällä aikavälillä vähene, jos sitä hyödynnetään kestäväällä tavalla. Suomessa käytettyjä uusiutuvia energialähteitä ovat vesivoima, tuuli- ja aurinkoenergia, maalämpö, puuperäiset polttoaineet, biokaasu sekä muut biopolttoaineet.

### LIITE 3 Kasvener-laskenta

Pirkanmaan kasvihuonekaasupäästöjen laadinnassa on käytetty laskentahetkellä käytettävissä ollutta Suomen Kuntaliiton Kasvener-mallia.<sup>24</sup> Tämän Suomen ympäristökeskuksessa kehitetyn avoimen Excel-pohjaisen laskentatyökalun avulla voidaan selvittää, kuinka paljon kunnan, seudun, maakunnan tai muun rajatun alueen energiankäytöstä, teollisuus- ja maataloustoiminnasta sekä jätehuollosta syntyy vuoden aikana kasvihuonekaasupäästöjä. Mallilla on laskettu tämän raportin tarkastelu- vuosien 2014–2016 lisäksi aiempien Pirkanmaan selvitysten vuosien 1990, 2000, 2004, 2007 ja 2010–2013 kasvihuonekaasupäästöt. Kasveneria ollaan uudistettu pitkään Suomen ympäristökeskuksessa ja uuden laskentamallin tulevaisuus on vielä auki. Tässä laskennassa käytetty Kasvener-malli pohjautuu parametreiltaan päivitettyyn vuoden 2007 versioon.<sup>25</sup>

Kasvener-laskenta perustuu YK:n ilmastopimuksen ja Kioton pöytäkirjan mukaisen kansalliseen kasvihuonekaasupäästöinventaarion<sup>26</sup> ja hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin IPCC:n laskenta-periaatteisiin.<sup>27</sup> Malli laskee varsinaisista kasvihuonekaasuista hiilidioksidi-, metaani- ja dityppioksidipäästöt. Tässä laskennassa on käytetty YK:n ilmastopimuksen Kioton pöytäkirjan uuden kauden mukaisesti IPCC:n vuoden 2007 arviointiraportin metaanin GWP-kerrointa 25 ja dityppioksidin GWP-kerrointa 298. Kasvener ei huomioi Kioton pöytäkirjassa mainittuja F-kaasuja.

YK:n ilmastopimukseen liittyvissä vuosittaisissa inventaarioissa ilmoitetaan kasvihuonekaasujen päästöjen lisäksi poistumat, joiden määrä voi kasvaa tai pienentyä luontaisesti ja ihmisen toiminnan seurauksena. Hiilinielut sisältyvät kasvihuonekaasuraportoinnissa maankäytön, maankäytön muutosten ja metsätalouden LULUCF-sektoriin. Maankäytön nettomääräiset päästövaikutukset eivät sisälly tämän hetkiseen Kasvener-laskentaan.

Pirkanmaan alueen kasvihuonekaasupäästöt on laskettu tuotannon ja kulutuksen mukaan. Molemmissa laskentatavoissa on tarkasteltu maakunnan maantieteellisten rajojen sisällä tapahtuneen toiminnan aiheuttamia päästöjä. Lämmön ja sähkön osalta alueperusteiseen tarkasteluun sisältyvät paikallisen tuotannon päästöt. Siinä ei oteta huomioon sähkön tai kaukolämmön ostoa tai myyntiä kohdealueen ulkopuolelle. Käyttöperusteisessa tarkastelussa ovat mukana tarkastelualueella kulutetun energian tuottamisesta aiheutuneet päästöt. Kulutetun energian tuotantopaikka ei vaikuta

---

<sup>24</sup> Yleistä tietoa Kasvener-mallista löytyy Suomen ympäristökeskuksen sivuilta osoitteesta [http://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus\\_kehittaminen/Tutkimus\\_ja\\_kehittamishankkeet/Hankkeet/Alueellinen\\_kasvihuonekaasupäästöjen\\_arviointimalli\\_KASVENER](http://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Tutkimus_ja_kehittamishankkeet/Hankkeet/Alueellinen_kasvihuonekaasupäästöjen_arviointimalli_KASVENER).

<sup>25</sup> Kasvener-malli eroaa joiltain osin esim. kunnissa laajalti käytössä olevasta Benviroc Oy:n CO<sub>2</sub>-raportista, suurten kuntien käyttämistä laskentaperiaatteista ja Hinku-kuntien päästölaskennasta. Eri laskentamenetelmien eroja käsitelty mm. Juhani Huuhtasen diplomityössä *Kuntatason kasvihuonekaasupäästölaskentamallien vertailu* (Aalto yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu 2017).

<sup>26</sup> Tilastokeskuksen kansallista kasvihuonekaasupäästöjen inventaariota ja sen toteutusta esittelevät osoitteessa <https://tilastokeskus.fi/tup/khkinv/index.html> olevat internetsivut.

<sup>27</sup> IPCC:n kansallisten päästöinventarioiden laskentadokumentit ovat luettavissa internetosoitteessa <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>.

käyttöperusteiseen tarkasteluun. Kasvener-laskennan peruslinjauksen mukaisesti lämmitysenergian kulutusmääriä ei ole korjattu Ilmatieteen laitoksen lämmitystarveluvuilla.

Käyttöperusteinen tarkastelu vaikuttaa Kasvener-tarkastelussa sähkön kulutukseen liittyvien kasvihuonekaasupäästöjen laskentaan. Jos sähkön kulutus on suurempi kuin alueen tuotanto, alijäämä katetaan Kasvenerin perusoletuksen mukaisesti maakunnan ulkopuolelta hankittavalla ns. osto-sähköllä. Sen tuotannon aiheuttamat päästöt on laskettu keskimääräisen kansallisen sähkön hankinnan energialähteiden käytön perusteella huomioimalla pirkanmaalaisten voimalaitosten sähkön tuotannon energialähteiden vaikutus kansalliseen päästökertoimeen. Sähkön laskennasta löytyy myös lisätietoa raportin luvusta 5.

Alue- ja käyttöperusteisessa laskennassa ovat mukana Pirkanmaalla sijaitsevien teollisuuslaitosten ja maatalojen tuotantotoiminnan aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt. Jätteiden ja jätevesien käsittelyn päästöjä ei ole määritelty käsittelylaitosten sijainnin mukaan, vaan jätteiden ja jätevesien syntypaikan perusteella. Kaatopaikkajätteiden osalta käytetään vuoden 2007 Kasvener-mallin mukaista dynaamista päästölaskentamenetelmää. Laskentaan liittyvää potentiaalista virheellisyyttä on käsitelty raportin luvun 9 lopussa.

Lämmön ja sähkön yhteistuotannon energialähteiden käyttö ja kasvihuonekaasupäästöjen on allokoitu Kasvener-mallin sovelletulla energiamenetelmällä. Malli jyvittää yhdistetyn sähkön- ja lämmön tuotannon menetelmällä, jossa 90 prosentin lämmön hyötysuhteen avulla lasketaan yhteistuotetun lämmön polttoainetarve tilanteessa, jossa lämpö tuotettaisiin kokonaan erillistuotantona. Sähkön tuotannon polttoaineet saadaan vähentämällä yhteistuotannossa käytetyistä polttoaineista lasketut lämmön tuotannon polttoaineet. Kasvener-mallin energiamenetelmän vaihtoehtona voidaan käyttää CHP-tuotannon energialähteiden ja päästöjen jyvityksessä mm. hyödynjakomenetelmää.

Lasketut liikenteen päästöt syntyvät kunnan alueen sisällä tapahtuneesta tie-, raide- ja lentoliikenteestä. Vesiliikenne on tarkastelun ulkopuolella. Tieliikenteen laskelmat perustuvat VTT:n LIPASTO-laskentajärjestelmän vuonna 2015 uudistuneeseen LIISA-alamalliin. Se huomioi ajoneuvojen ikäjakauman, tyypit, käytetyn polttoaineen, kulkuväylien tyypit, kylmäkäytön ja joutokäynnin. LIISA-tulokset eivät kerro pirkanmaalaisten liikkumisesta, vaan maakunnan rajojen sisäisestä matkanteosta mukaan lukien alueen läpimenoliikenne.

Raideliikenteen päästölaskennan perustiedot pohjautuvat VTT:ltä saatuihin LIPASTO-laskentajärjestelmän RAILI-alamallin tietoihin. Se sisältää rataosa- ja ratapihakohtaisen liikennöinnin vaikutukset ja huomioi mm. junalajit, veturityypit ja painoluokat. LIISA-mallin tavoin RAILI-mallikaan ei kerro asukkaiden junamatkojen ja alueella kulutettujen tuotteiden raidekuljetusten vaikutuksesta, vaan maakunnan alueella tapahtuvasta rautatieliikenteestä. Vuoden 2011–2016 tiedot perustuvat indeksikorjattuihin vuoden 2011 RAILI-tietoihin. Myös RAILI-mallia on uudistettu.

Lentoliikenteen kasvihuonekaasupäästöt perustuvat Finavian lentokenttäkohtaisiin tietoihin siviili- ja sotilasliikenteen ja maakaluston päästöistä. Laskenta huomioi vain Tampere-Pirkkalan lentokentältä



nousevat tai sille laskeutuvat lentokoneet ja niiden alle tuhannen metrin LTO-syklin polttoainekulutus sekä kenttäkaluston energiankäytön kasvihuonekaasupäästöt. Laskelmat eivät siis sisällä alueen yllentoja. Sotilaslentokoneiden päästöt on arvioitu hyödyntämällä Keski-Suomen ympäristökeskuksen tekemän ympäristöanalyysin laskentamenetelmää.

Laskentaa varten on kerätty tietoja useammasta lähteestä. Periaatteena on käyttää mahdollisimman kattavasti avoimesti saatavilla olevaa tilasto- ja selvitysaineistoa. Pääosa aineistosta on peräisin ympäristöhallinnon VAHTI valvonta- ja kuormitustietojärjestelmästä, Tilastokeskuksen tilastotietokannoista ja kasvihuonekaasupäästöinventaarioista, Oiva-tietokannasta, Energiateollisuus ry:ltä, Öljyalan palvelukeskus Oy:ltä, VTT:n LIPASTO-tietokannasta, Luonnonvarakeskukselta, pirkanmaalisten kuntien, yritysten ja yhteisöjen verkkosivuilta, Kuntaliitolta sekä aiemmista Pirkanmaan päästölaskelmista.