

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.¹ 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 2007², 2010–2011³ ja 2012–2013⁴ päästölaskelmia, jotka 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. Luku 10 päättää raportin. Raportin liitteinä on 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. Tekijä kiittää kommentoijia sekä kaikkia laskentaan liittyneessä tiedonhaussa auttaneita henkilöitä ja organisaatioita.

¹ Pirkanmaan maakuntahallitus hyväksyi toukokuussa 2014 Pirkanmaan ilmasto- ja energiastrategian. Siinä määritellään maakunnan ilmasto- ja energiatavoitteet sekä toimenpiteet, joilla tavoitteisiin pyritään. Se ohjaa maakunnallista kehitystä ja kaavoitusta tarjoamalla taustatietoja ja kehityksen suuntaviivoja. Strategia 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.

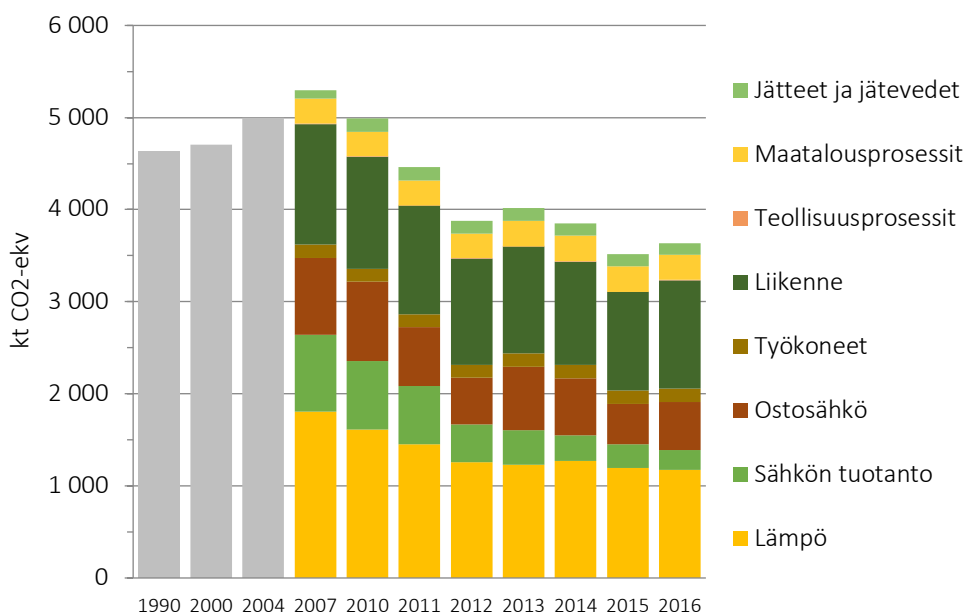
² Ekokumppanit Oy selvitti Kasvener-mallilla Pirkanmaan vuoden 2007 kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2009 julkaistua Teuvo Aron, Arto Laaksosen ja Mia Lundin *Maakunnallinen näkökulma palveluiden energiankäyttöön ja hiilidioksidipäästöihin* -selvitystä varten (Pirkanmaan liiton Julkaisuja D 93). Laskelmat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

³ Ramboll Finland Oy laati 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 maakunnalliselle ilmastostrategiatyölle. Kasvener-mallilla tehdyt laskelmat teki Marko Nurminen. Tässä esitettävät vuoden 2010 ja 2011 päästö- ja energiatiedot perustuvat tämän raportin laadintatyössä tarkennettuihin laskentatietoihin ja laskennallisiin yhdenmukaistuksiin.

⁴ Marko Nurminen Avoin yhtiö Tietotakomosta 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 CO₂-ekv) hiilidioksidista, metaanista ja dityppioksidista muodostuvia kulutus pohjaisia kasvihuonekaasupäästöjä. Ne aiheutuivat energian käytön lisäksi suorina prosessiperäisinä 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 alue pohjaisen päästötarkastelun ulkopuolelle. Kyse ei ole siis hiilijalanjäljen laskennasta.

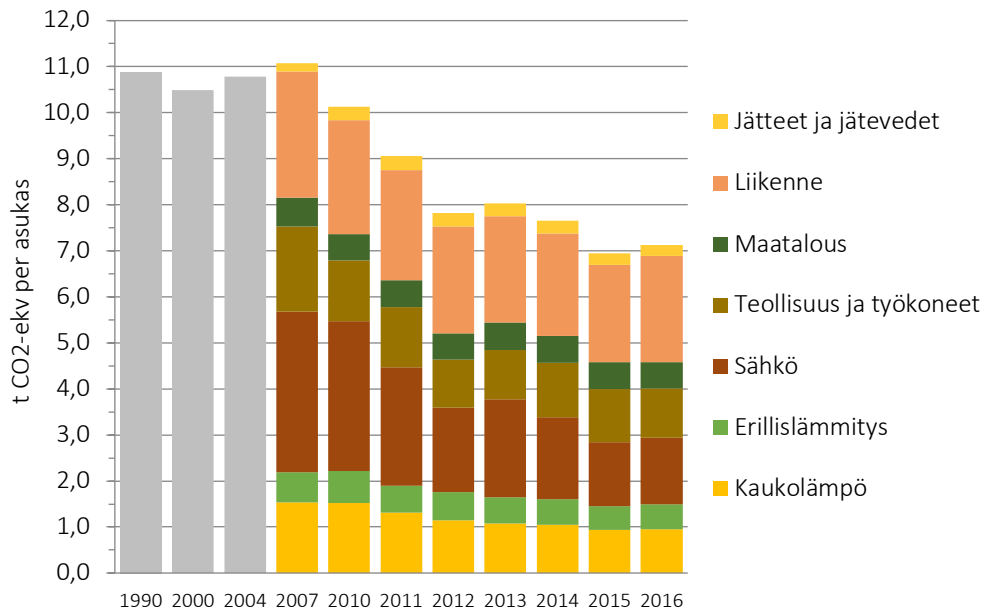


Kuvio 1 Pirkanmaan alueen kulutusperusteiset kasvihuonekaasujen kokonaispäästöt päästölähteittäin vuosina 1990, 2000, 2004, 2007 ja 2010–2016

Vuonna 2016 Pirkanmaan kulutus pohjaiset 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 säädetty kolmannes. Kokonaispäästöt olivat pienentyneet yllä olevan kuvion 1 mukaisesti noin viidenneksen lähtövuodesta 1990.⁵ Päästöt on eritelty tarkemmin liitteen 1 taulukossa 2.

⁵ Prizztech Oy laski Kasvener-mallilla Pirkanmaan vuoden 2004 kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2007 julkistettua Pirkanmaan energiaohjelmaa (Pirkanmaan liiton julkaisu D 87) varten. Prizztechin raportissa esitellään myös päästölaskentavuosien 1990 ja 2000 tuloksia. Näiden vanhempien laskentavuosien tuloksia ei voi suoraan verrata vuosien 2007 ja 2010–2016 tuloksiin, koska niiden laadinnassa on käytetty vanhempia Kasvener-versioita. Laskelmissa käytetyistä taustaoletuksista ole tarkempaa tietoa eikä vuosien 1990, 2000 ja 2004 tuloksia ei ole voitu tarkistaa ja päivittää puuttuvan laskenta-aineiston vuoksi.

Pirkanmaan kasvihuonekaasupäästöt: Tilanne vuosina 2014–2016



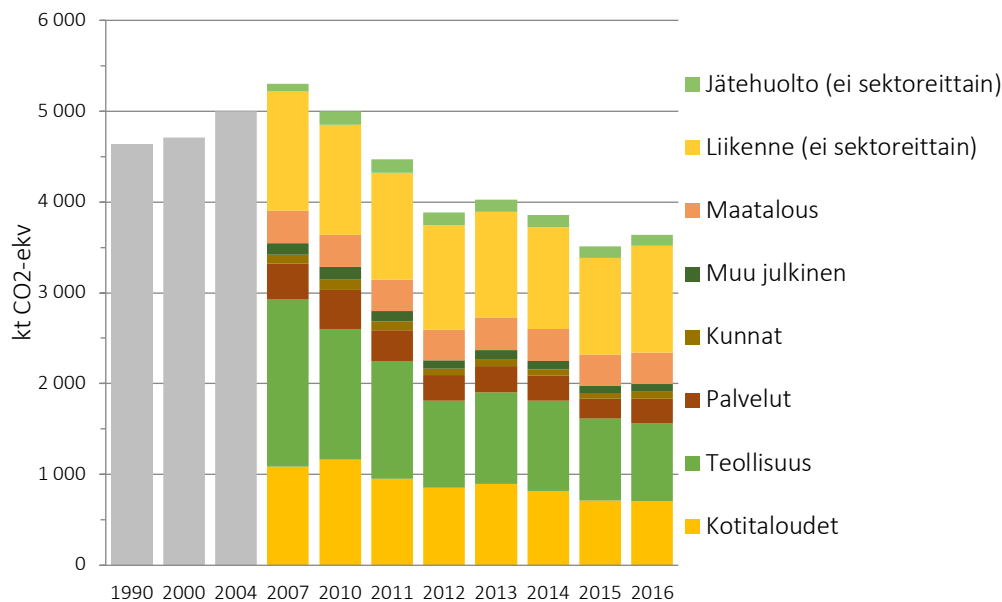
Kuvio 2 Pirkanmaan alueen kulutusperusteiset asukaskohtaiset kasvihuonekaasupäästöt päästölähteittäin vuosina 1990, 2000, 2004, 2007 ja 2010–2016

Asukaslukuun suhteutetut kasvihuonekaasupäästöt vähenivät Pirkanmaalla kokonaispäästöjä nopeammin. Vuonna 2016 yhtä pirkanmaalaista kohti lasketut päästöt oli 7,1 hiilidioksidiekvivalenttitonnia (jatkossa t CO₂-ekv/asukas). Ne olivat 36 % pienemmät kuin vuonna 2007 (11,1 t CO₂-ekv/asukas) ja 34 % pienemmät kuin vuonna 1990 (10,9 t CO₂-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 suurimmalta osin maataloustuotannon suorista prosessiperäisistä päästöistä. Yksityisten palvelujen rakennusten ja sähkön energian käytön päästöjen osuus oli 7 %, kun puolestaan julkisen sektorin toiminnan päästöosuus oli 4 %. Tietojen puuttumisen vuoksi kulutussektoreittain erittelemättömät liikenne ja jätehuolto aiheuttivat 32 % ja 3 % kuvion 3 vuoden 2016 pirkanmaalaisista kokonaispäästöistä. Sektorien päästöt on esitelty myös liitteen 1 tulostaulukossa 3.

Vajaa neljännes Pirkanmaan vuoden 2016 kulutusperusteisista kasvihuonekaasupäästöistä liittyi 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 kiinteistökohtainen erillislämmitys

öljyllä, maakaasulla ja puulla⁶ aiheutti 7 % päästöistä. Sähkölämmityksen ja lämpöpumppujen käytämän sähkön tuotantoon liittyvät päästöt muodostivat 3 % vuoden 2016 kokonaispäästöistä. Rakenusten lämmityksen päästöjä käsitellään raportin luvussa 4.



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

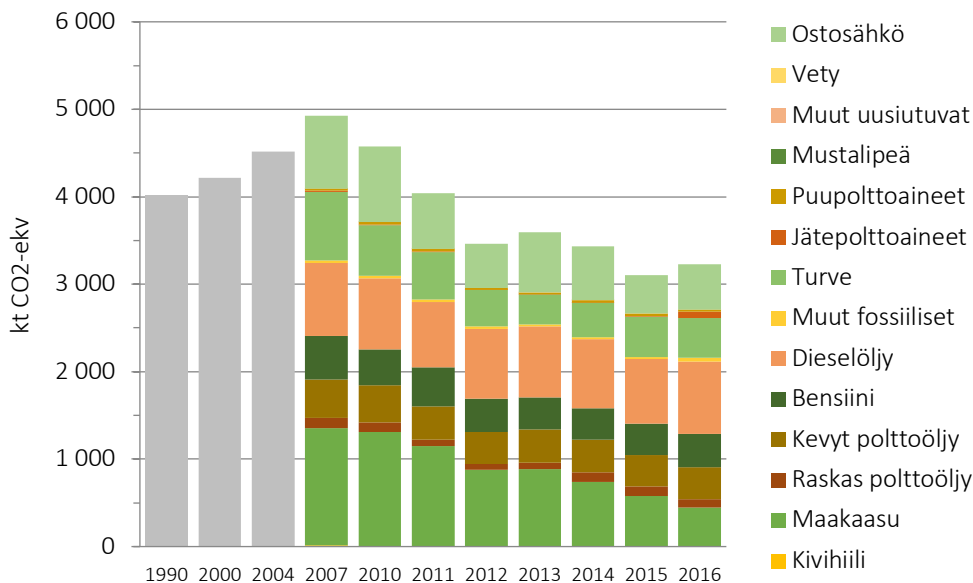
Liikenne vastasi 32 % Pirkanmaan vuoden 2016 kokonaispäästöistä. Päästöt syntyivät pääosin tie-liikenteessä. Liikenteen suhteellinen osuus kasvoi vertailuvuodesta 2007 yli 7 %-yksiköllä. Samanaikaisesti sähkön osuus pieneni 32 %:sta 20 %:iin. Vuonna 2016 muuhun kuin lämmitykseen käytetyn sähkön kasvihuonepäästöjen osuus oli 17 %. Sähkön päästömääriin ja -osuuksiin vaikuttaa sen tuotannossa käytettyjen energialähteiden muutos sekä paikallisesti että kansallisesti (lisää luvussa 5). Teollisuuden tarvitseman lämmön tuotannosta johtui 11 % Pirkanmaan päästöistä. Maanviljelyn ja kotieläintalouden suorilla ei-energiaperäisillä päästöillä oli 8 % päästöosuus. Maatilojen lämmön-tuotanto muodosti ainoastaan 0,5 % päästöistä. Eri sektorien käyttämien työkoneiden polttoaine-

⁶ Puu ja muut biopolttoaineet oletetaan päästölaskennassa nykykäytännön mukaisesti hiilidioksidipäästöiltään nollapäästöisiksi energialähteiksi. Kuvioista 6 ilmenevä biopolttoaineiden pieni hiilidioksidiekvivalenttimääräinen päästövaikutus aiheutuu poltossa syntyvistä pienistä metaanimääristä.

Metsäbiomassa tulkitaan yleensä hiilineutraaliksi, jos metsien hiilinielu pysyy puun käytöstä huolimatta saman suuruisena tai kasvaa. Puun käytön päästöt tulevat hakkuissa 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.

käytön päästöt olivat 4 % maakunnan kokonaispäästöistä. Pirkanmaan alueella syntyneiden jätteiden ja jätevesien käsittelyn aiheuttamien päästöjen osuus oli 3 %.



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

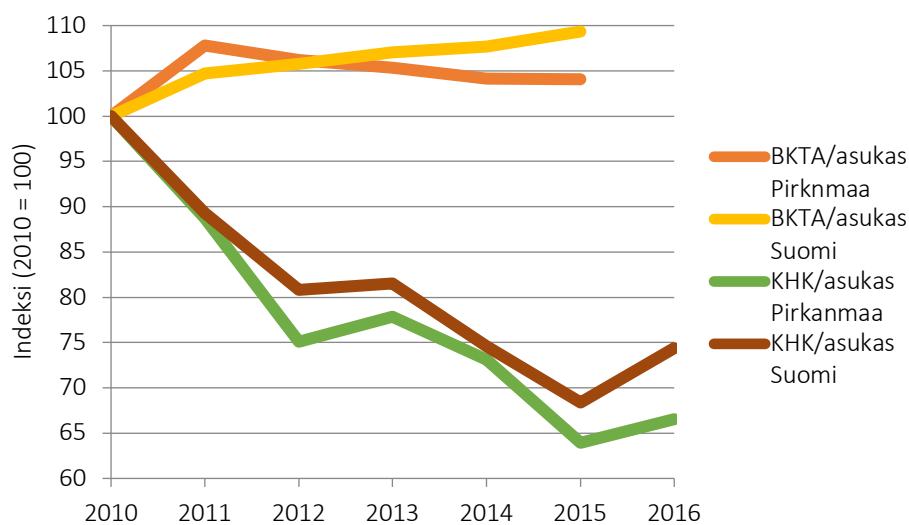
Kulutusperusteiset 3 630 kt CO₂-ekv:n kasvihuonekaasupäästöt sisältävät Pirkanmaan maantieteellisten rajojen sisällä syntyvien päästöjen lisäksi maakunnan ulkopuolelta hankitun sähkön tuotannosta aiheutuvat päästöt. Kuviosta 1 ilmeni, miten keskimääräisen kansallisen sähkön hankinnan ominaispäästöjen mukaan vaihteleva ns. ostosähkö vaikuttaa maakunnan vuosittaisiin päästöihin. Kasvener-mallin ostosähkötarkastelua ja sähkön päästölaskentaa käsitellään raportin luvussa 5. Tuotantoperusteiset päästöt rajautuvat ainoastaan alueen energian tuotannon, liikenteen, työkoneiden, jätehuollon ja tuotantoprosessien päästöihin. Vuonna 2016 Pirkanmaan tuotantoperusteiset päästöt olivat 3 110 kt CO₂-ekv.⁷

Seuraavan sivun kuvio 5 esittelee, kuinka Pirkanmaan ja koko Suomen asukasta kohti lasketut kulutusperusteiset kasvihuonekaasupäästöt ja bruttokansantuotteet ovat muuttuneet vuosien 2010–2016 suhteessa perusvuoden 2010 tilanteeseen.⁸ Näyttäisi siltä, että pirkanmaalaista kohti lasketut asukas-kohtaiset päästöt ovat pienentyneet suomalaista keskiarvoa nopeammin. Eron vaikuttanee jonkin

⁷ Kasvihuonekaasuina tarkasteltuna tuotantoperusteisista päästöistä oli 83 % pääosin fossiilisten polttoaineiden käytöstä syntyneitä hiilidioksidia. Lämmitysvaihtokautensa hiilidioksidia 25-kertaa voimakkaammalla metaanilla oli hiilidioksidiekvivalentteina mitattuna 8 %:n päästöosuus. Metaania syntyy energian tuotannon lisäksi prosessi-peräisinä päästöinä maataloustuotannosta ja jätteiden kaatopaikka- ja kompostointikäsitteystä. Voimakkaimman luonnollisen kasvihuonekaasun dityppioksidin päästöjen vuoden 2016 kokonaisosuus 9 %. Sen päästöjä aiheutui jätevesien käsittelystä ja maataloustuotannon väkilannoituksesta, lannan ja lietteiden käytöstä, niittojäännöksistä ja tyypeä sitovista viljelykasveista.

⁸ Kuvion 5 kansallisten päästöjen indeksikehityksessä on mukana Tilastokeskuksen ylläpitämästä kasvihuonekaasupäästöinventaarista energiateollisuus, teollisuuden ja rakentamisen polttoaineperäiset päästöt, kotimaan liikenne, muut sektorit, muu erittelemätön polttoainekäyttö sekä maatalous, jätteiden käsittely. Vuoden 2016 indeksi perustuu ennakkotietoon. Tilastokeskuksen bruttokansantuote asukasta kohti maakunnittain on laskettu käypiin hintoihin.

verran laskennalliset erot mm. kulutetun sähkön päästöjen määrittelyn suhteen. Asukaskohtaisen bruttokansantuotteen ja päästöjen välillä vaikuttaisi kuvion 5 perusteella tapahtuneen talouskasvun ja haitallisten ympäristövälisten riippuvuuden välistä irtikytkeytymistä, kansallisella tasolla jopa absoluuttisessa mielessä.⁹ Talouskasvu ei välttämättä enää merkitse samanaikaista päästöjen kasvua. Alueellisesti tarkasteltujen päästöjen väheneminen ei kuitenkaan merkitse automaattisesti pirkanmaalaisten ja suomalaisten kulutuksen ilmastovaikutusten pienentymistä. Paikalliset päästöjä vähentävät ja energiatehokkuutta lisäävät toimenpiteet näkyvät positiivisesti energian käyttöön, tuotannon ja jätteiden käsittelyn päästöihin keskittyvissä aluepohjaisissa päästölaskelmissa ja -vertailuissa. Pirkanmaalla ja Suomella on vastuu myös oman kulutuksensa haitallisista ympäristövaikutuksista, vaikka tuotanto ja sen päästöt olisi ulkoistettu niiden rajojen ulkopuolelle.



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

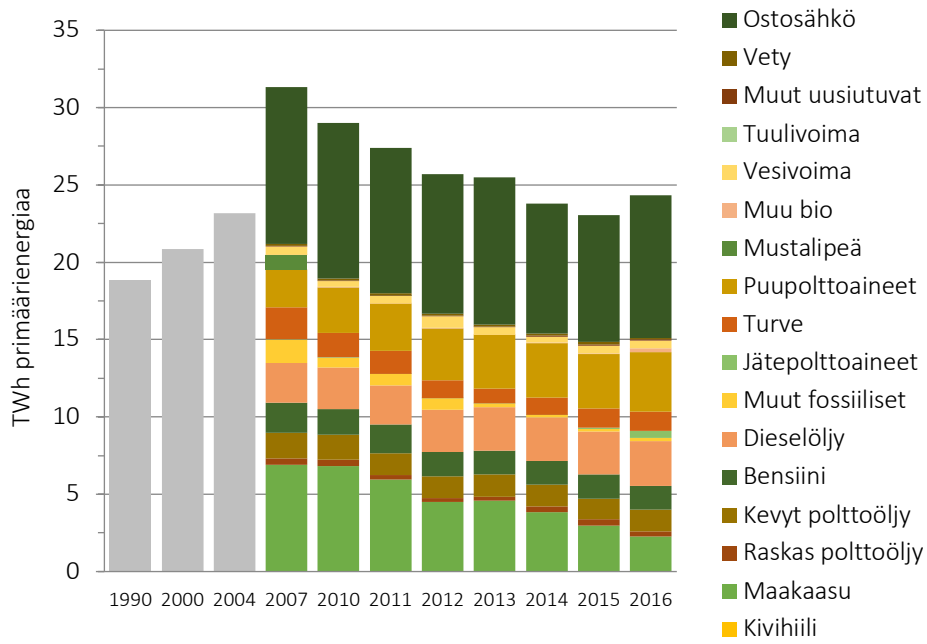
3. Energian käyttö

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

⁹ Absoluuttisessa irtikytkennässä kasvihuonekaasupäästöt tai muu resurssien käyttö pienenee, vaikka tuotanto ja talous kasvavat. Kuviossa 5 näkyvä Pirkanmaan asukaskohtaisen bruttokansantuotteen ja päästöjen välillä näyttäisi tapahtuneen enemmänkin suhteellista irtikytkentää, jossa päästöt kasvavat tuotantoa ja taloutta hitaammin.

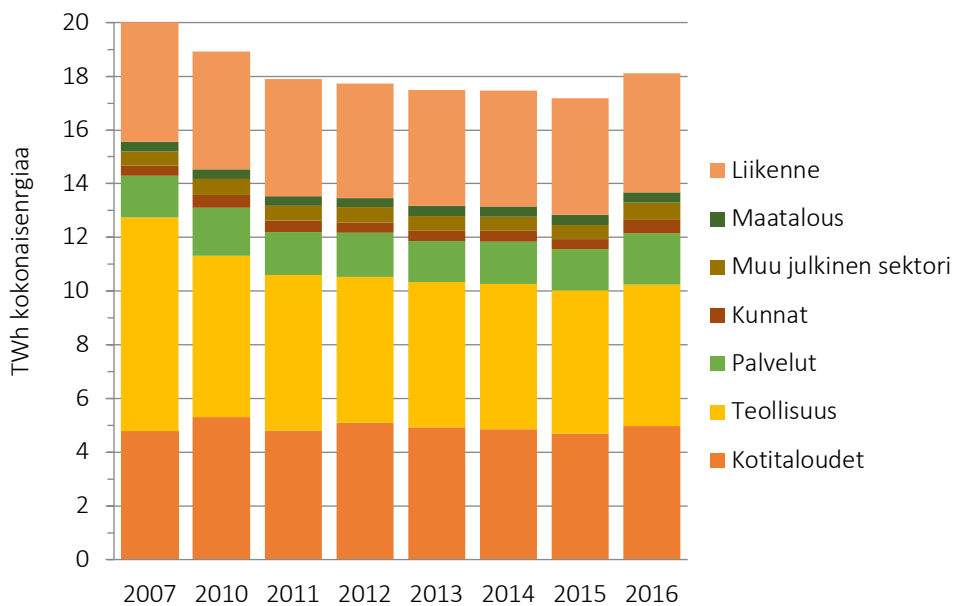
¹⁰ Pirkanmaan kasvihuonekaasupäästölaskennan yhteydessä ei laadittu varsinaista maakunnan energiatasetta. Tässä raportissa esitellyt energiamäärät pohjautuvat päästölaskenta-aineiston perusteella tehtyihin energiankäyttö-tarkasteluihin. Laskelmissa sisältävät erityisesti öljyn käyttöön, teollisuuden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

Pirkanmaan kasvihuoneekaasupäästöt: Tilanne vuosina 2014–2016



Kuvio 7 Energialähteiden käyttö primäärienergiana Pirkanmaalla vuosina 1990, 2000, 2004, 2007 ja 2010–2016

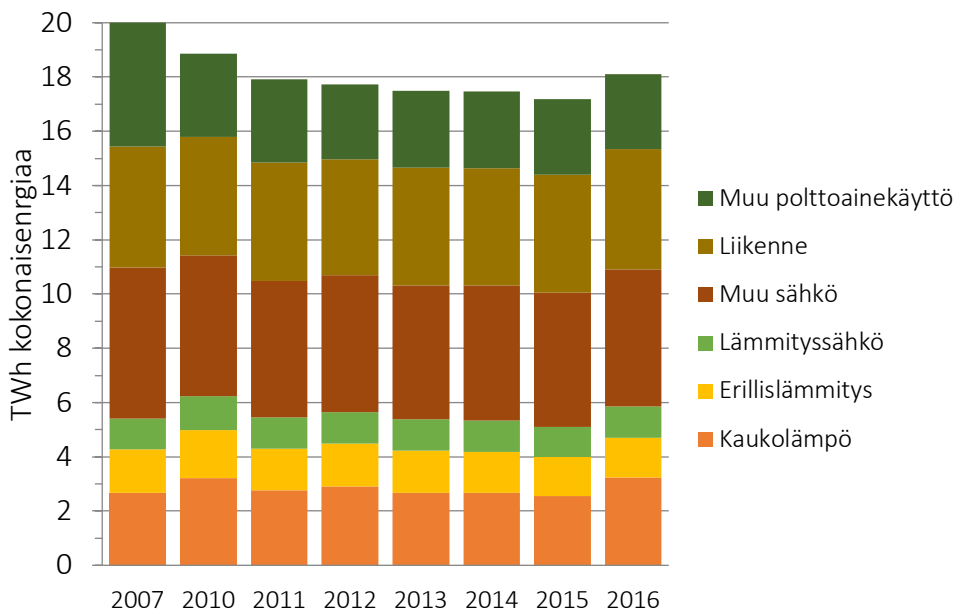
Kulutusperusteiseen tarkasteluun sisältyvät oman energian tuotannon ja polttoaineiden käytön lisäksi maakuntaan hankitun sähkön tuottamiseen tarvittavat energialähteet. Laskennassa käytetty Kasvener-malli olettaa, että kansallisen sähkön hankinnan mukaisesti tuotettu ns. ostosähkö kattaa maakunnan sähkön kulutuksen ja tuotannon välisen alijäämän. Ostosähkö huomioiden Pirkanmaalla kului vuoden 2016 aikana yhteensä 24,3 TWh primäärienergiaa. Jakamalla kulutusperusteinen kokonaisenergiämäärä asukasluvulla saadaan yhtä pirkanmaalaista kohti lasketuksi energiankäytöksi



Kuvio 6 Pirkanmaalaisten kulutussektorien energiankäyttö vuosina 2007 ja 2010–2016

47,8 megawattituntia (jatkossa MWh). Asukasmääräisessä energian käytössä Pirkanmaa on maakuntien joukossa 13. sijalla.

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. Turpeella oli 8 %:n primäärimääräosuus ja jätepohjaisten polttoaineiden osuus nousi vuoden 2016 alussa käyttöön otetun Tammervoima Oy:n yhteistuotantolaitoksen myötä 3 %:iin.



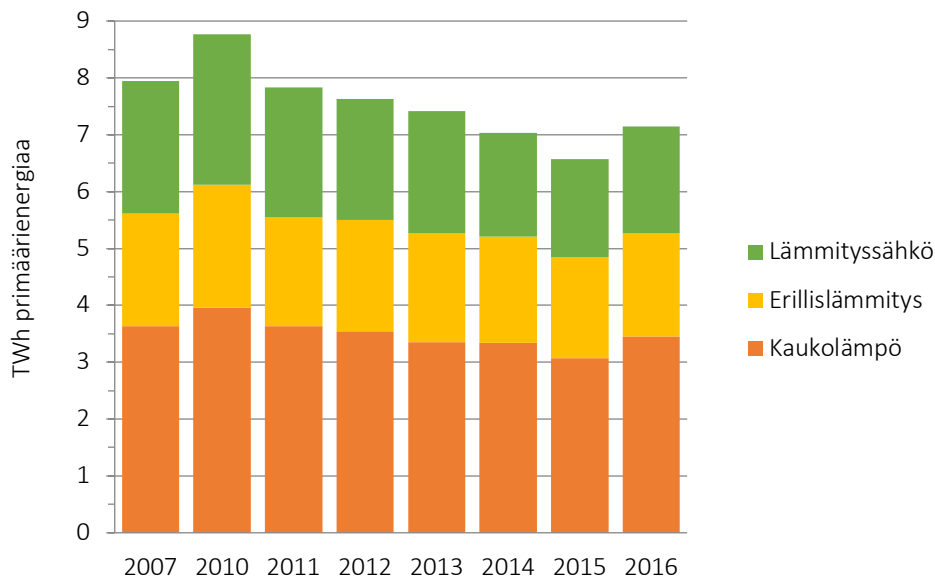
Kuvio 8 Energiankäyttö Pirkanmaalla vuosina 2007 ja 2010–2016

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 kului 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 työkonien polttoaineiden primäärienergi-osuus jäi 2 %:iin.

4. Lämmitys

Asuin-, palvelu- ja vapaa-ajan rakennusten lämmittämiseen tarvittiin 28 % 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 CO₂-ekv kasvihuonekaasupäästöjä. Määrä oli 24 % maakunnan kokonaispäästöistä.



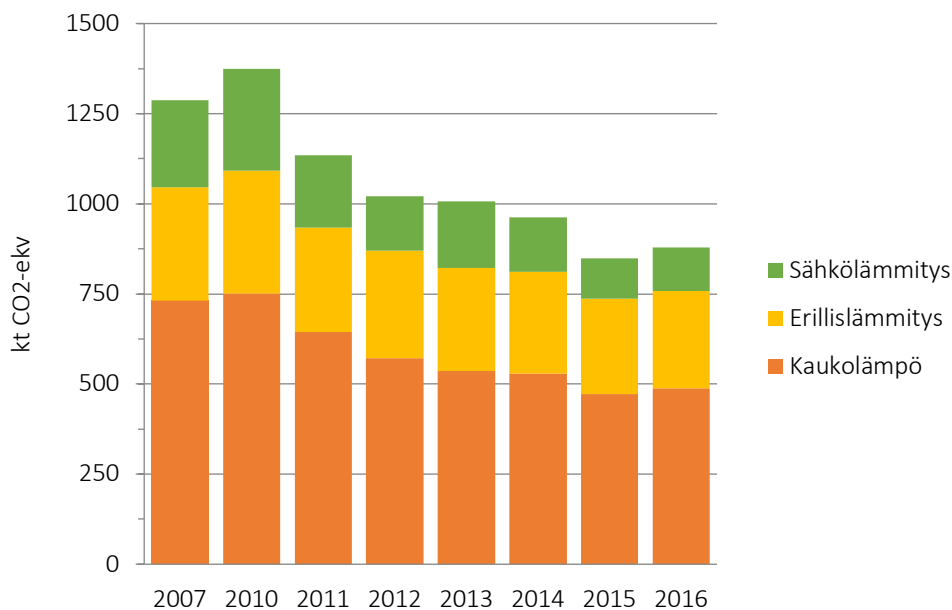
Kuvio 9 Asuin-, palvelu- ja vapaa-ajan rakennusten lämmitystapojen osuudet lämmityksen energialähteistä Pirkanmaalla vuosina 2007 ja 2010–2016

Kaukolämmöllä katettiin 55 % vuoden 2016 lämmitystarpeesta. Sen tuottamiseen tarvittiin Pirkanmaalla 3,0 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 oli vuonna 2016 enää 28 %:n osuus kaukolämmön energialähteistä, kun se vielä yhdeksän vuotta aiemmin oli ollut vielä 63 %. Myös turpeen käyttö on vähentynyt ja sen primäärienergiaosuus oli vuonna 2016 enää 19 %. Fossiilisilla polttoöljyillä oli 6 %:n osuus kaukolämmön tuotannosta. Vuoteen 2007 verrattuna kaukolämmön kasvihuonekaasupäästöt supistuivat yli 240 kt CO₂-ekv:lla 490 kt CO₂-ekv:iin. Päästokehitykseen vaikuttaa uusiutuvien polttoaineiden osuuden kasvun lisäksi tarkasteluvuosien aikana vallinneen säätilan vaikutus rakennusten lämmitystarpeeseen.¹¹

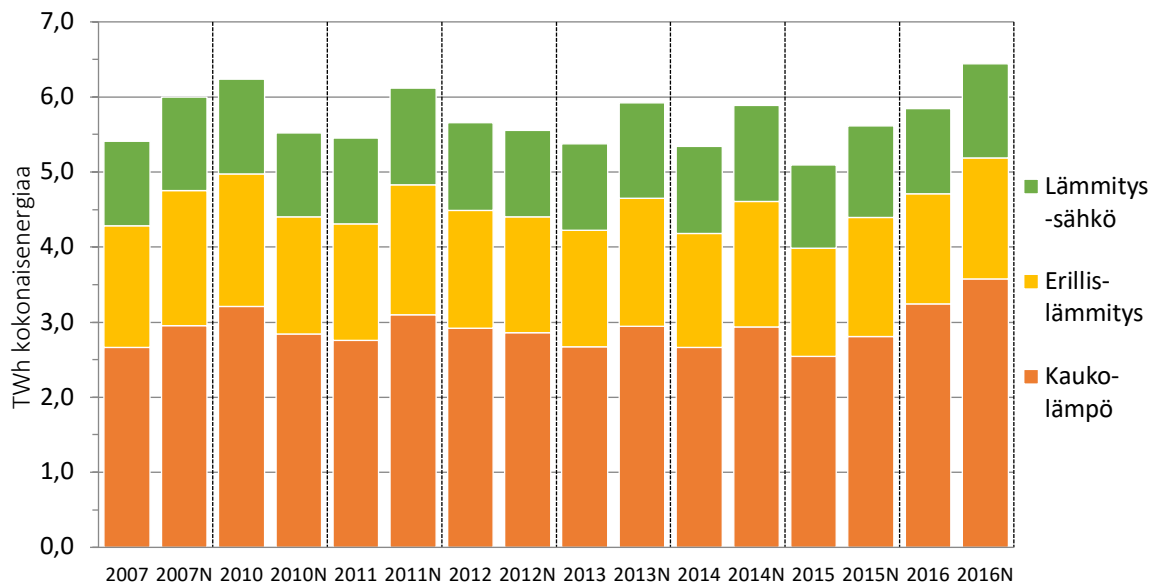
¹¹ Kaukolämmön tuotannon päästöjen määriin vaikuttaa polttoainejakauman ja lämmitystarpeen lisäksi lämmön ja sähkön yhteistuotannon energialähteiden ja päästöjen jyvitys tuotettujen lämpö- ja sähkömäärien kesken. Raportissa on käytetty Kasvener-mallin mukaista sovellettua energiamenetelmää, joka jakaa yhteistuotannon kokonaisenergiälähteet ja -päästöt periaatteessa tuotetun lämmön ja sähkön suhteessa. Kasvener-mallin energiamenetelmän käyttö yhtenäistää vertailua vanhimpien, vuosien 1990, 2000 ja 2004 päästölaskelmatulosten 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 rakennuksista lämmitettiin puupolttoaineilla. Arviolta 10 % puusta käytettiin päälämmitysjärjestelmän tukena kiinteistöjen takoissa, uuneissa ja muissa tulisijoissa. Kiinteistöjen erillislämmityksestä aiheutui vuoden 2016 aikana 270 kt CO₂-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 CO₂-ekv kasvihuonekaasupäästöjä.



Kuvio 10 Asuin-, palvelu- ja vapaa-ajan rakennusten lämmityksen kulutusperusteiset 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 normeeramisella voitaisiin tuoda myös ehkä paremmin näkyviin rakennusten energiatehokkuuden parantumisen vaikutuksia.



Kuvio 11 Pirkanmaalaisten asuin-, palvelu- ja vapaa-ajan rakennusten lämmityksen rakennusten loppuenergiankulutus vuosina 2007 ja 2010–2063 ilman lämmitystarvekorjausta ja lämmitystarvekorjattuna (N)

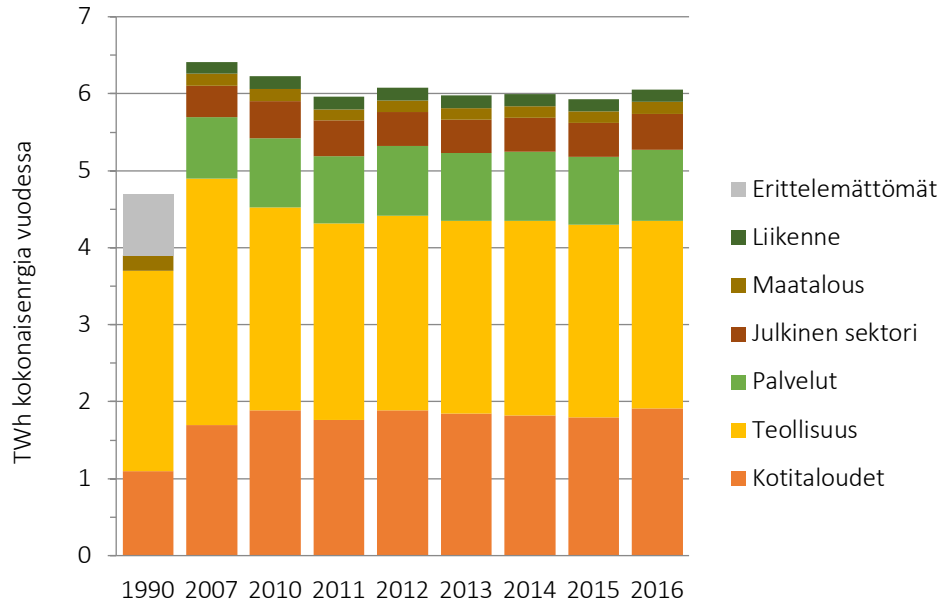
5. Sähkön kulutus

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 1990.¹² Nopein sähkön kulutuksen kasvuvauhti alkoi taittua jo 2000-luvun alussa. Taloudellista taantumavaihetta edeltäneenä tarkasteluvuonna 2007 kulutettiin Pirkanmaalla sähköä vielä yli kolmanneksen vuotta 1990 enemmän. Viime vuosikymmen lopulla alkanut ja pitkään jatkunut taloudellinen taantuma on vaikuttanut 2010-luvulla sähkön kulutukseen ja pitänyt sen Pirkanmaalla melko muuttumattomana. Kulutus pieneni vuosien 2007 ja 2011 välisenä aikana 10 %, mutta vuodesta 2011 vuoteen 2016 mentäessä kasvua oli 1 %. Pidemmällä aikajänteellä positiivisen 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 sähkseen liittyi vuoden 2016 aikana 40 % Pirkanmaan sähkön kasvihuonekaasupäästöistä. Toiseksi suurin sähkön käyttäjäryhmä ovat kotitaloudet. Niiden kulutuksesta aiheutui 32 % sähkseen liittyvistä päästöistä. Seuraavan sivun kuviosta 12 näkyvä kotitalouksien sähkön kulutuksen pieni vuosittainen vaihtelu johtui suurelta osin lämmitykseen tarvittuun sähkön määrän vuosivaihtelusta. Palvelujen sähkseen liittyvien kasvihuonekaasupäästöjen osuus oli 15 %, julkisen sektorin 8 % ja maatalouden 3 %. Tällä hetkellä vielä pääosin junaliikenteestä johtuva liikenteen sähkön kulutuksen päästöosuus jäi reiluun 2 %:iin.

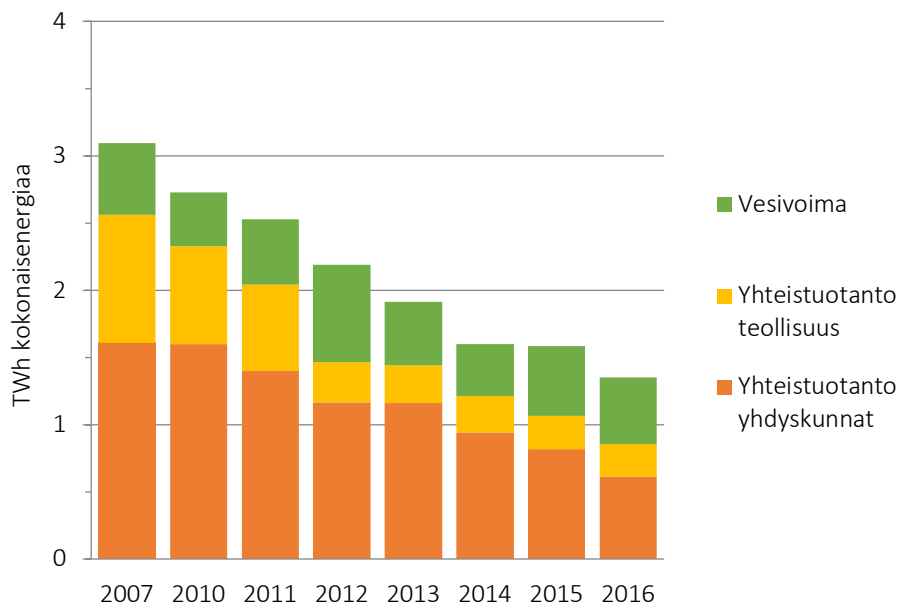
¹² Sähkön kulutusmäärä ei sisällä siirto- ja jakeluhäviöitä.

Pirkanmaan kasvihuoneekaasupäästöt: Tilanne vuosina 2014–2016



Kuvio 13 Eri sektorien sähkön kokonaiskulutus vuosina 1990, 2007 ja 2010–2016

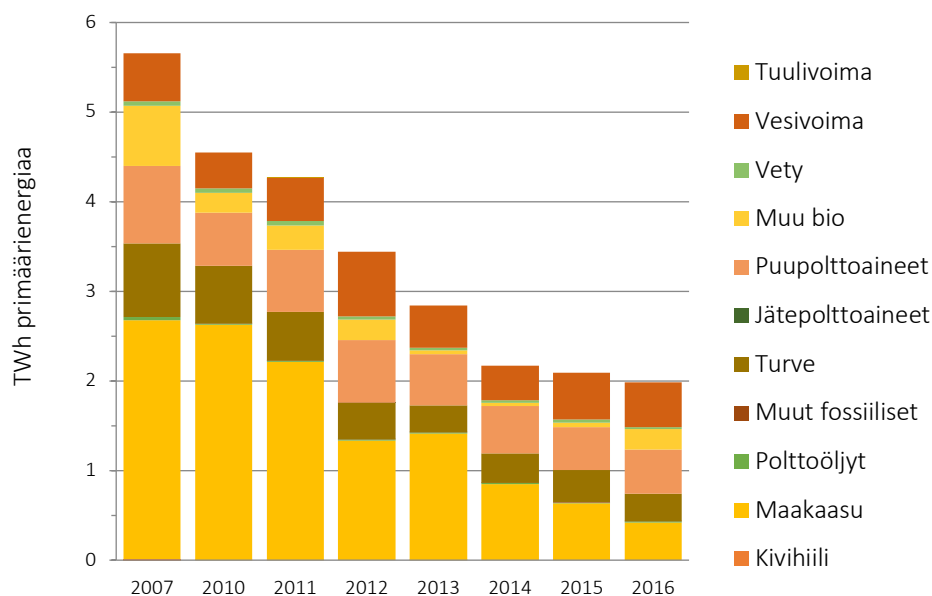
Sähkölämmitys ja lämpöpumppujen sähkön käyttö muodosti 17 % pirkanmaalaisesta sähkön kulutuksesta vuonna 2016. Todellisuudessa tilojen lämmitykseen käytetyn sähkön määrä on suurempi, koska laskennallisessa arviossa mukana ei ole muuhun sähkön kulutukseen sisältyvien irtopattereiden, kosteissa tiloissa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



Kuvio 12 Pirkanmaan alueen sähkön tuotanto tuotantolaitoksittain vuosina 2007 ja 2010–2016

Teollisuuden sähkön kulutus on supistunut vuoteen 2016 tultaessa viime vuosikymmenen puolivälin huipputasolta lähelle vuoden 1990 tasoa. Taustalla on maakunnan teollisuuden rakenteellisten murroksen lisäksi ainakin joiltain osin myös teollisuussektorin energiatehokkuuden parantuminen. Kotitalouksien sähkön käyttö on kasvanut samanaikaisesti pidemmällä aikajänteellä 66 %:lla. Kotien sähkölaitetekanta 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 kolmasosaan vuosien 2007 ja 2016 aikana. Tuotanto kannattavuus on heikentynyt ja teollisuuden yhteistuotanto vähentynyt.

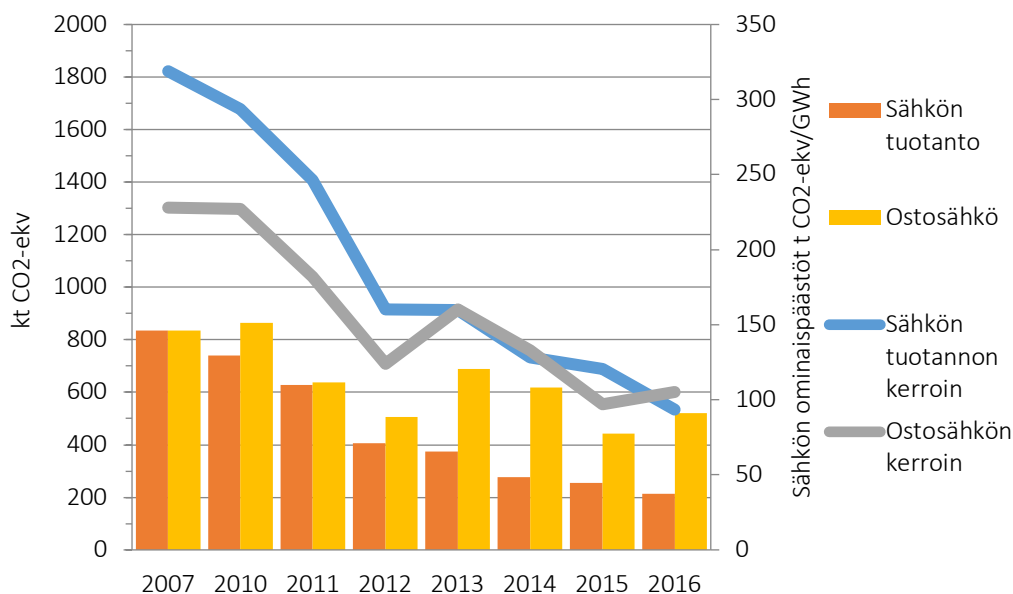


Kuvio 14 Pirkanmaan alueen sähkön tuotannon energialähdejakauma vuosina 2007 ja 2010–2016

Pirkanmaalaisesta sähköstä tuotettiin vuoden 2016 aikana 21 % maakaasulla. Kuviosta 14 näkyy, kuinka kaasun käyttö oli pudonnut viidennekseen vuodesta 2007. Turpeen osuus pysyi sähkön tuotannossa tarkasteltavalla aikavälillä 15 %:ssa. Samalla puuperäisten polttoaineiden osuus kasvoi 15 %:sta 25 %:iin erityisesti Tampereen Sähkölaitoksen energian tuotannon polttoainejakauman muutoksen vuoksi. Vesivoimalaitosten osuus riippuu pääosin vuosittaisesta vesitilanteesta ja pohjoismaisista sähkömarkkinoista. Vuonna 2007 vesivoiman osuus oli 9 %. 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 37 %:sta 61 %:iin

Sähkön tuotannon kasvihuonekaasupäästöt on määritelty Kasvener-periaatteella, 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 jakauman¹³ 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 primäärienergiämäärä vastasi 45 % maakunnan kulutusperusteisesta energian käytöstä vuonna 2016.



Kuvio 15 Pirkanmaan alueen sähkön tuotannon ja ostosähkön kasvihuonekaasupäästöt

Laskentaoletukset vaikuttavat sähkön kasvihuonekaasupäästöjen määriin.¹⁴ Pirkanmaalla, jossa alueen oma sähkön tuotanto pystyy kattamaan vain osan alueen sähkön kulutuksesta, näkyy sähkön päästöissä kansallisen sähkönhankinnan energialähteiden jakauman vuosittainen vaihtelu. Maa-

¹³ 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 Energiategollisuus ry:n ja Tilastokeskuksen energiatilastojen tietoihin.

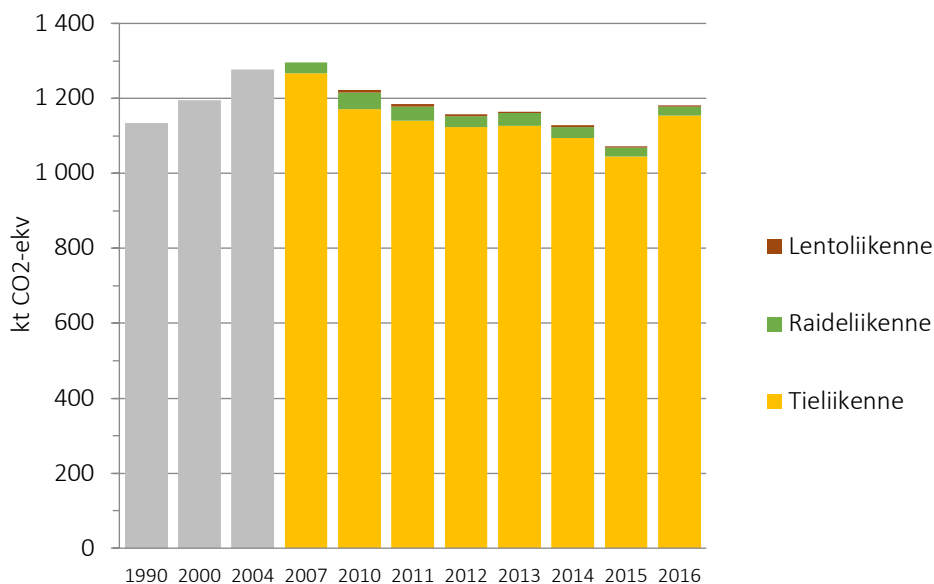
¹⁴ Sähkön kasvihuonekaasupäästöt voidaan laskea tässä sovelletun Kasvener-mallin ostosähköön perustuvan lähestymistavan lisäksi olettamalla, että alueen sähkön tuotanto menee sähkömarkkinoille. Kansallinen keskiarvosähkö kuvaa paremmin sähkön loppukäyttäjän valintatilannetta. HSY:n tekemissä pääkaupunkiseudun kasvihuonekaasupäästötarkastelussa käytetään linjausta, jossa sähkön ominaispäästöjen vuosivaihtelua tasoitetaan viiden vuoden liukuvalla keskiarvolla ja käytetään lämmityssähkölle muuta kulutusta suurempaa päästökerrointa. Myös Hinkukuntien päästöseurannassa käytetään hyödynjakomenetelmällä 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.

kunnan sähkön kulutus pieni 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 CO₂-ekv:sta 210 kt CO₂-ekv:sta:iin.¹⁵ Kun huomioidaan pirkanmaalaisen kulutuksen kattamista varten hankitun ja alueen ulkopuolella tuotetun ns. ostosähkön päästöt, sähkön kulutuksen kokonaispäästöt olivat vuonna 2007 yhteensä 1 670 kt CO₂-ekv ja yhdeksän vuotta vuonna 2016 yhteensä 740 kt CO₂-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.



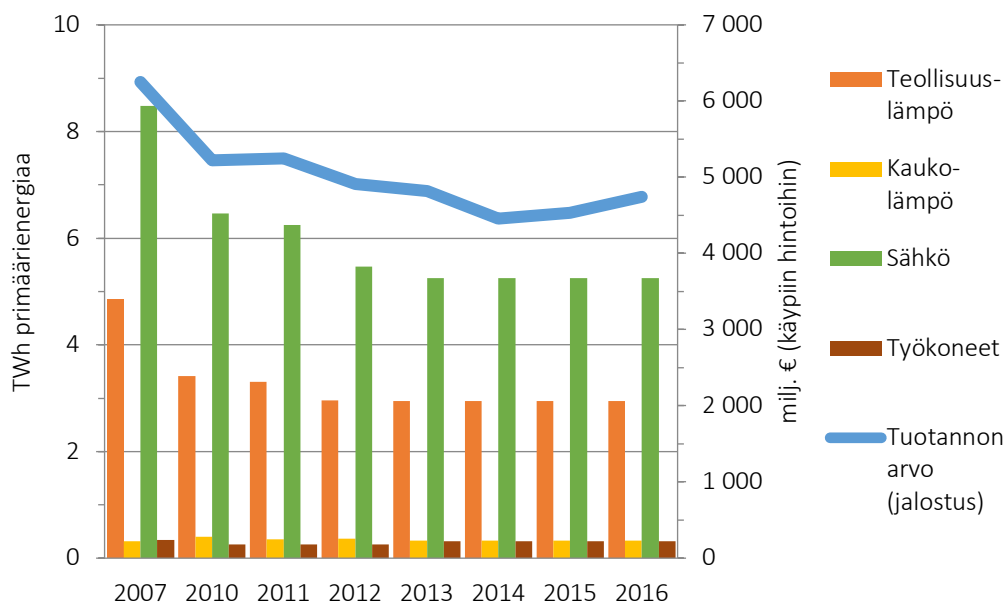
Kuvio 16 Pirkanmaan alueen liikenteen kasvihuonekaasupäästöt vuosina 1990, 2000, 2004, 2007 ja 2010–2016

Liikenteen 1 180 kt CO₂-ekv:n kasvihuonekaasupäästöt olivat 32 % Pirkanmaan vuoden 2016 päästöistä. Päästöt vähenivät 10 % laskentavuodesta 2007. Tieliikenteessä syntyi 98 % liikenteen koko-

¹⁵ 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 (ks. liite 3). Energiamenetelmän käyttö takaa paremman vertailtavuuden Pirkanmaan vuosien 1990, 2000 ja 2004 päästölaskelmiin.

naispäästöistä; raideliikenteen osuus oli 2 % ja lentoliikenteen alle 1 %. Aluepohjainen päästötarkastelu huomioi tuotantopohjaisesti 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.¹⁶

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 17 Pirkanmaan teollisuuden kulutus pohjainen energiankäyttö ja tuotannon (jalostuksen) arvo vuosina 2007 ja 2010–2016

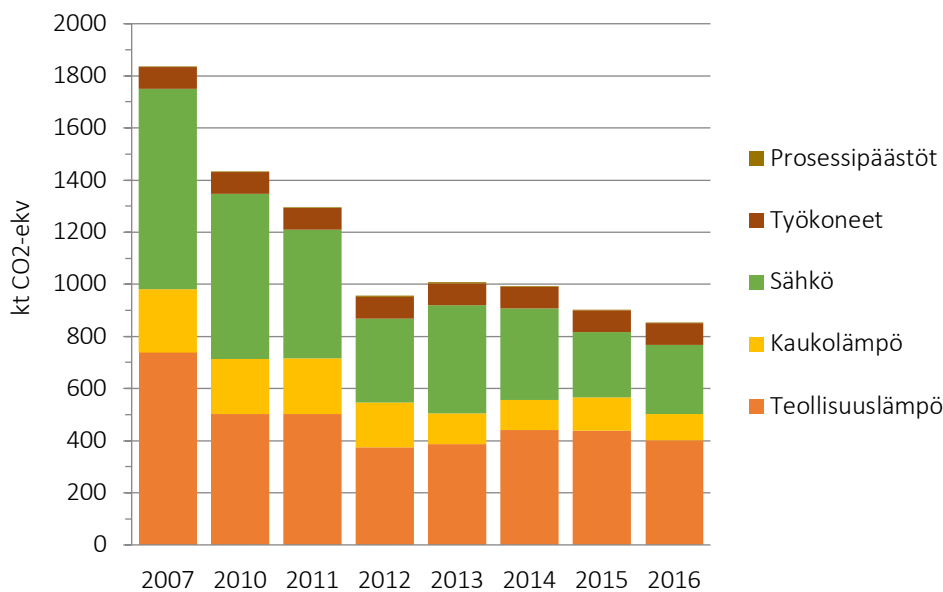
7. Teollisuus

Teollisuuden toiminnoista syntyi Pirkanmaalla vuonna 2016 yhteensä 850 kt CO₂-ekv kasvihuonekaasupäästöjä. Tehtyjen laskelmien mukaan sektorin päästöt olivat supistuneet 54 % taantuman

¹⁶ Bio-osuutta koskevaa jakeluvuorotetta 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 liikenteen ja kuljetusten määrän kasvu.

alkua edeltäneestä vuodesta 2007. Tärkeä selittävä tekijä on luvussa 5 käsitelty sähkön ominaispäästöjen vuosittainen vaihtelu. Edellisen sivun kuviosta 17 ilmenevän vuosien 2007 ja 2010 välistä teollisuuden sähkön käytön päästöjen supistamista selittää erityisesti UPM Kymmene Oy:n sellun tuotannon päättyminen Valkeakoskella.

Teollisuuden käyttämän lämmön ja sähkön tuotanto sekä sektorin työkoneet tarvitsivat vuonna 2016 yhteensä 2,9 TWh polttoaineita ja muita energialähteitä. Niistä 35 % käytettiin tuotantoprosessien lämmön tuottamiseen ja teollisuusrakennusten lämmittämiseen. Teollisuuden ja rakentamisen työkoneet kuluttivat 6 % sektorin primäärienergiasta. Loppuosa energialähteistä kuluivat teollisuuden tarvitseman sähkön ja kaukolämmön tuottamiseen.



Kuvio 18 Pirkanmaan teollisuuden kulutusperhaisat kasviuonekaasupäästöt vuosina 2007 ja 2010–2016

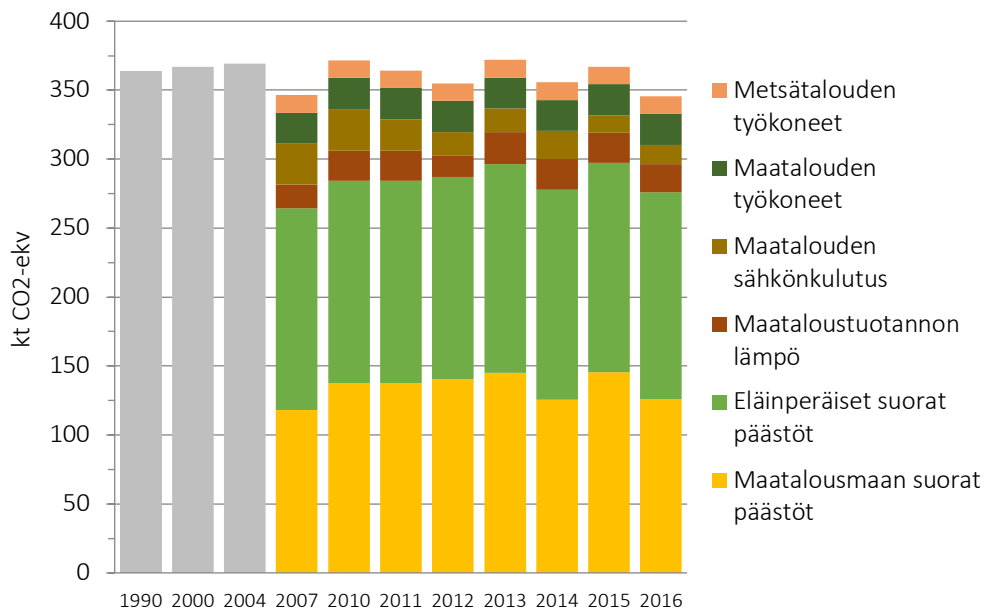
Teollisuuden energiankäyttöön ja prosesseihin liittyy 24 % Pirkanmaan vuoden 2016 kokonaispäästöistä. Teollisuuden tarvitseman lämmön- ja sähkön tuotannon päästöt muodostivat 85 % sektorin kasviuonekaasupäästöistä. Teollisuuden kuluttaman kaukolämmön päästöosuus oli 5 %. Teollisuuden työkoneiden 9 % päästöosuus perustuu VTT:n LIPASTO-järjestelmän työkoneiden päästöjä ja energiankulutusta laskevan TYKO-alamallin tulosten pohjalta tehtyihin laskelmiin. Kuviosta 18 näkyvä vuosien 2007 ja 2010 välinen suhteellisen iso päästövähennys johtuu Valkeakosken Tervasaaren sellun tuotannon päättymisen lisäksi vuoden 2008 lopulla alkaneen taloudellisen taantumun vaikutuksesta teollisuustuotannon määrään (vrt. myös edellisen sivun kuvio 17). Vuosien 2011 ja 2012 välinen vähennys johtuu puolestaan maakaasun ja turpeen käytön merkittävästä vähenemisestä mm. Nokialla, Hämeenkyrössä ja Valkeakoskella.¹⁷

¹⁷ Maakaasun hintakilpailukyky on heikentynyt muihin polttoaineisiin nähden koko 2010-luvun ajan. Maakaasulla yhteistuotettu sähkö menetti kilpailukykyä 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 muodostivat kuitenkin vain reilusti alle 1 %:n teollisuussektorin päästöistä ja promillen verran maakunnan kokonaispäästöistä.

8. Maa- ja metsätalous

Maa- ja metsätaloussektori vastasi 2 % Pirkanmaan vuoden 2016 energianlähteiden käytöstä. Noin 0,4 terawattitunnin suuruisesta primäärienergiamäärästä kului 53 % maataloustuotannon sähkön tuottamiseen. Suurimmalta osin puupolttoaineilla tapahtuneeseen maatalous rakennusten lämmön tuotantoon käytettiin 30 % sektorin energialähteistä. Noin 7 % energiankäytöstä muodostui traktoreiden, puimureiden ja muiden työkoneiden tarvitsemista polttonesteistä. Metsätaloustyökoneiden polttoainekäyttö oli arviolta 10 % Pirkanmaan maa- ja metsäsektorin energiankäytöstä.



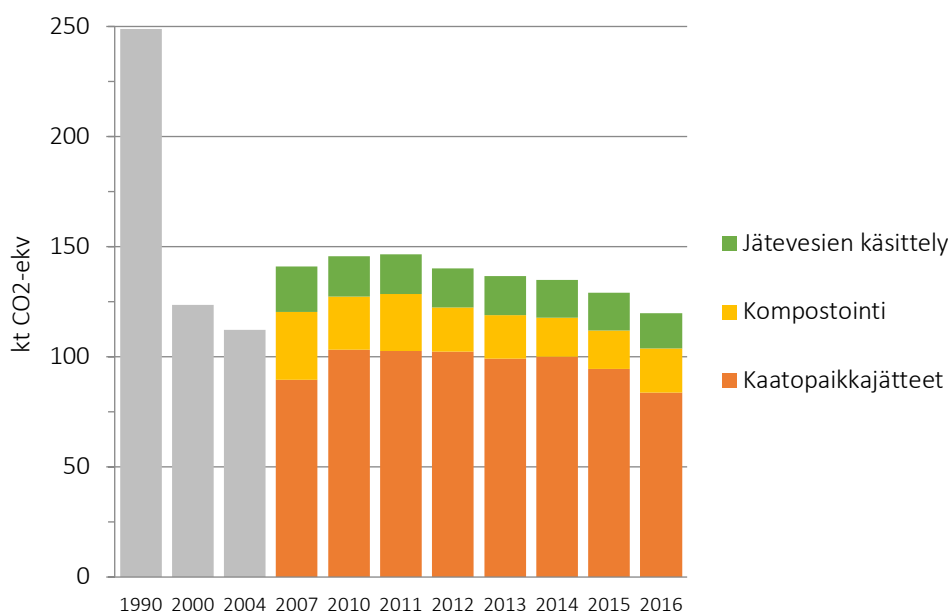
Kuvio 19 Pirkanmaan maa- ja metsätalouden kulutusperäiset kasvihuonekaasupäästöt vuosina 1990, 2000, 2004, 2007 ja 2010–2016

Maa- ja metsätaloussektorin energiankäytöstä syntyneet kasvihuonekaasupäästöt olivat vuonna 2016 yhteensä 55 kt CO₂-ekv. Maatalouden tuotantoprosessien suorat päästöt ovat sen energian käyttöä suurempia päästölähteitä. Viljelysmaiden väkilannoituksen, lannan ja lietteiden käytön seurauksena aiheutuu dityppioksidipäästöjä. Samaa kasvihuonekaasukaasua vapautuu myös niittojäännöksistä ja tyypeä sitovien kasvien viljelystä. Märehtijöiden ruoansulatuksesta ja tuotantoeläinten lannan käsittelystä aiheutuu metaanipäästöjä. Vuonna 2016 näitä maataloussektorin suoria päästöjä syntyi Pirkanmaalla 280 kt CO₂-ekv. Maatalouden suorien ja energiaperäisten päästöjen yhteenlaskettu 331 kt CO₂-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 CO₂-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 20 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 hyödyntämistä 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.¹⁸ 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.¹⁹ Hinku-työn yhteydessä tehtyjen vertailulaskelmien²⁰ 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 CO₂-ekv, joka neljänneksen suurempi kuin Kasvenerilla lasketut päästöt. Kokonais-tarkastelun kannalta syntyvien virheiden vaikutus on onneksi suhteellisen pieni, koska jätteiden ja jätevesien aiheuttamat päästöt ovat olleet viimeisten vuosien aikana 3 % Pirkanmaan vuosittaisista kokonaispäästöistä.

¹⁸ 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 CO₂-ekv. Energiahyödyntämisellä vältetään myös päästöt, jotka syntyisivät kerätyn jätteen päätyessä kaatopaikalle.

¹⁹ 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.

²⁰ 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 CO₂-raportin vastaavista tuloksista.

10. Lopuksi

Pirkanmaan kasvihuonekaasupäästöt ovat laskusuunnassa. Vuonna 2016 maakunnan alueella syntyneet 3 620 kt CO₂-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. Keväällä 2014 valmistuneen maakunnallisen ilmasto- ja energiastrategian päästötavoitteeseen on vielä pitkä ja runsaasti paikallista ilmastotyötä vaativa taival. Tavoitteena on vähentää Pirkanmaan kasvihuonekaasupäästöjä 60 % vuoteen 2040 mennessä vuoden 1990 tasosta.

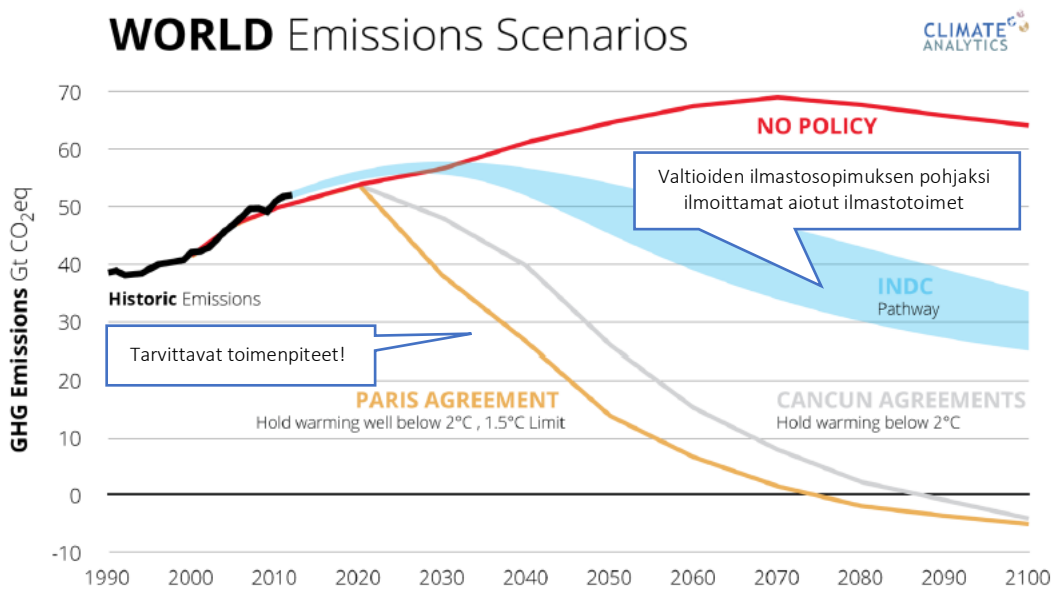
Pirkanmaan ilmasto- ja energiastrategiassa haetaan energiaa säästämällä ja resurssitehokkuutta parantamalla 1 %:n vuosittaista energiansäästöä vuosien 2014 ja 2040 aikana. Sähkön- ja kaukolämmön tuotannon rakennetta ja päästökehitystä ohjaavat päästöoikeuksien, energiaverotuksen, energialähteiden hintojen 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 kulutusperusteisista 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 päästiin vuonna 2016 uusiutuvien osuudessa 31 %:iin.²¹

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 syksyllä 2018 erityisraportin 1,5 asteen päästövähennystavoitteesta ja asettamista lisähaasteista.

²¹ 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 maailmanlaajusten 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 päästökaupparektorin 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.

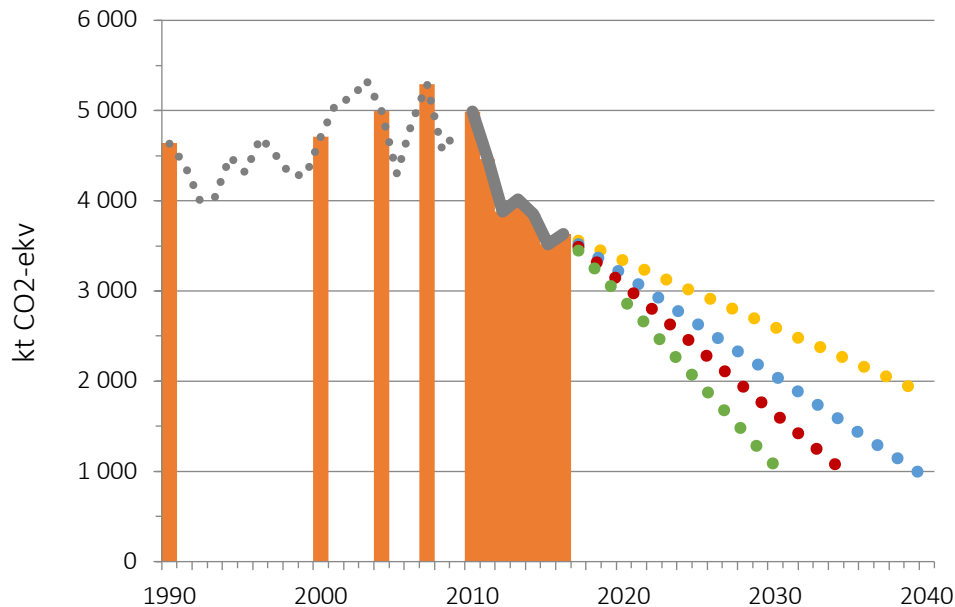


Kuvio 21 Pirkanmaa on pakko kiristää kasvihuonekaasupäästöjen vähennystavoitteitaan (kuvapohja: SYKE:n Jyri Seppälän esitys Tampereen kaupunkiseudun infratyöryhmässä 23.11.2017)

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

Maakunnan, kuntien ja yksilön toiminta ei ole merkityksetöntä, vaikka puhutaankin globaalina 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.²² 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.²³



Kuvio 22 Pirkanmaan kulutusperusteisten 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)

²² Hiilineutraalisuudella tarkoitetaan tässä yhteydessä aluepohjaisesti laskettujen kokonaispäästöjen vähintään 80 %:n vähennystä vertailuvuoden tasosta. Vertailuvuotena on käytetty Kioton ilmastopimuksen 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 energiavoitteet). Loppu 20 % sidotaan hiilinieluihin ja tarvittaessa kompensoidaan.

²³ Kuvion 19 sinisen viivan laskemattomien tarkasteluvuosien 1991–1999, 2001–2003, 2005–2006 ja 2008–2009 kehitys noudattelee Tampereen kaupungille tehtyjä kyseisten vuosien laskentatuloksia. Tarkasteluvuodet on laskettu kuvioon pelkän visuaalisuuden vuoksi. Vuodesta 2017 eteenpäin päästökehitys on lineaarista kohti vuoden 2040 tavoitetasoa, joka on määritelty 40 %:ksi vuoden 1990 kokonaispäästöistä.

LIITE 1 Tulostaulukoita

Taulukko 1 Pirkanmaan energialähteiden kasvihuonekaasupäästöt vuosina 2007 ja 2010–2016

Energiälähteet	1000 hiilidioksidiekvivalenttitonnia (kt CO ₂ -ekv)							
	2007	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Maakaasu	1 339	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	29	25	25	26	22	20	19	49
Jäteperäiset polttoaineet	18	9	11	1	0	0	10	67
Turve	781	580	543	417	341	400	463	455
Puupolttoaineet	22	24	23	24	24	24	24	25
Muut uusiutuvat	1	0	0	0	0	0	0	0
Ostosähkö	834	863	638	507	689	618	442	522
Yhteensä	4 928	4 572	4 038	3 464	3 597	3 433	3 103	3 230

Taulukko 2 Pirkanmaan kasvihuonekaasupäästöjen päästölähteet vuosina 2007 ja 2010–2016

Päästölähde	1000 hiilidioksidiekvivalenttitonnia (kt CO ₂ -ekv)							
	2007	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Kaukolämpö	731	751	643	571	535	529	472	488
Erillislämmitys	315	341	290	299	287	282	265	271
Sähkölämmitys	240	283	201	151	184	152	112	121
Muu sähkö	1 429	1 320	1 066	764	880	743	586	615
Teollisuuslämpö	738	502	501	373	387	442	439	401
Maatalouslämpö	20	18	20	16	22	19	18	16
Työkoneet	144	144	144	144	144	144	144	144
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
Yhteensä	5 294	4 989	4 461	3 880	4 016	3 851	3 517	3 632

Taulukko 3 Pirkanmaan kasvihuonekaasupäästöjen päästösektorit vuosina 2007 ja 2010–2016

Kulutussektorit	1000 hiilidioksidiekvivalenttitonnia							
	2007	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Kotitaloudet	1 089	1 167	952	857	895	820	712	709
Teollisuus	1 837	1 434	1 296	956	1 008	994	904	854
Palvelut	395	428	343	279	293	271	215	270
Kunnat	96	112	93	72	76	74	65	76
Muu julkinen sektori	132	141	114	94	101	92	77	90
Maatalous	357	353	344	337	356	351	345	342
Erittelemättömät	1 387	1 350	1 314	1 282	1 286	1 248	1 198	1 288
Yhteensä	5 293	4 986	4 455	3 876	4 014	3 850	3 515	3 629

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

LIITE 2 Sanasto

Energiamenetelmässä yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotannon päästöt jaetaan tuotettujen energiamäärien suhteessa. Menetelmässä sähkö ja lämpö arvioidaan yhtä arvokkaiksi energiatuotteiksi. Yhteistuotannon etu kohdistuu pääosin sähkölle, koska yhden sähköenergiakilowattitunnin 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 kasvihuonekaasupäästöinventaariorias laskee hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin IPCC:n ohjeiden mukaisesti fluorihiiilivetyjen (HFC), perfluorihiiilivetyjen (PFC) ja rikkiheksafluoridin (SF₆) 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. Keskinäisen vertailun helpottamiseksi eri kaasujen lämmitysvaikutukset suhteutetaan hiilidioksiidiin tietyinä 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 ilmastomuutospaneelin IPCC:n vuoden 2007 arviointiraportin metaanin GWP-kerrointa 25 ja dityppioksidin GWP-kerrointa 298.

Hiilidioksidi (CO₂) on eniten ilmastomuutosta voimistava ihmisen aiheuttama kasvihuonekaasu. Suurin osa hiilidioksidipäästöistä syntyy, kun maaperään vuosimiljoonien aikana varastoitunutta hiiltä palautetaan takaisin ilmakehään polttamalla fossiilisia polttoaineita. Päästöjä kasvattavat myös hiilidioksidia sitovien metsien hävittäminen ja sementinvalmistuksen kaltaiset teollisuusprosessit.

Hiilidioksidiekvivalentti (CO₂-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 ilmastopöytäkirjan 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 tarkoitettu 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.

Kulutusperusteinen tarkastelu huomioi tarkasteltavan alueen oman energian tuotannon ja sen päästöjen lisäksi alueelle ostetun ja alueelta myydyn sähkö- ja lämpöenergian ja niiden päästöt. Kasvener-mallin kulutusperusteisessa tarkastelussa huomioidaan kohdealueella kulutetun energian tuottamisesta aiheutuneet kulutetun energian tuotantopaikasta riippumatta. Mikäli alueen sähkön kulutus on sen sähkön tuotantoa suurempi, Kasvener-malli kattaa syntyvän erotuksen alueen ulkopuolella tuotetulla ns. ostosähköllä.

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 (CH₄) on hiilidioksidia lyhytikäisempi, mutta yli 25 kertaa voimakkaampi kasvihuonekaasu. Metaanilla on maailmanlaajuisesti toiseksi suurin lämmitysvaikutus ihmisen aiheuttamista kasvihuonekaasupäästöistä. Sitä pääsee ilmaan märehtijöiden, 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).

Tuotantoperusteinen tarkastelu rajautuu Kasvener-mallissa energian osalta tarkastelualueen rajojen sisällä tapahtuvaan energian tuotantoon ja sen aiheuttamiin päästöihin. Se ei ota huomioon sähkön ostoa alueelle eikä sähkön tai lämmön myyntiä alueen ulkopuolelle. Jätehuolto on poikkeus rajaukseen. Jätteiden ja jätevesien päästöt lasketaan niiden syntypaikan perusteella eikä käsittelypaikkojen sijainnin perusteella.

Dityppioksidi (N_2O) 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.²⁴ 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.²⁵

Kasvener-laskenta perustuu YK:n ilmastosopimuksen ja Kioton pöytäkirjan mukaisen kansalliseen kasvihuonekaasupäästöinventaarion²⁶ ja hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin IPCC:n laskenta-periaatteisiin.²⁷ Malli laskee varsinaisista kasvihuonekaasuista hiilidioksidi-, metaani- ja dityppioksidipäästöt. Tässä laskennassa on käytetty YK:n ilmastosopimuksen 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 ilmastosopimukseen 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 tuotantoperusteiseen tarkasteluun sisältyvät paikallisen tuotannon päästöt. Siinä ei oteta huomioon sähkön tai kaukolämmön ostoa tai myyntiä kohdealueen ulkopuolelle. Kulutusperusteisessa tarkastelussa ovat mukana tarkastelualueella kulutetun energian tuottamisesta aiheutuneet päästöt. Kulutetun energian tuotantopaikka

²⁴ 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.

²⁵ Kasvener-malli eroaa joiltain osin esim. kunnissa laajalti käytössä olevasta Benviroc Oy:n CO₂-raportista, suurten kuntien käyttämistä laskentaperiaatteista ja Hinku-kuntien päästölaskennasta. Eri laskentamenetelmien eroja käsitelty ainakin Juhani Huuhtasen diplomityössä *Kuntatason kasvihuonekaasupäästölaskentamallien vertailu* (Aalto yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu 2017).

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

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

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

Kulutusperusteinen tarkastelu vaikuttaa Kasvener-tarkastelussa erityisesti sähkön kulutukseen liittyvien päästöjen 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.

Tuotanto- ja kulutusperusteisessa laskennassa ovat mukana Pirkanmaalla sijaitsevien teollisuuslaitosten ja maatilojen 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 liittyviä virhemahdollisuuksia on käsitelty raportin luvussa 9.

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 hyötösuhteen avulla lasketaan yhteistuotetun lämmön polttoainetarve ikään kuin 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 kunnan rajojen sisäisestä matkanteosta mukaan lukien alueen läpimeno liikenteen.

Raideliikenteen päästölaskennan perustiedot pohjautuvat VTT:ltä saatuihin LIPASTO-laskentajärjestelmän RAILI-alamallin tietoihin. RAILI 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.