

LAPPEENRANNAN–LAHDEN TEKNILLINEN YLIOPISTO LUT
LUT School of Energy Systems
Ympäristötekniikan koulutusohjelma
Sustainability Science and Solutions
Diplomityö 2022

Tiina Kainulainen

**HIILINEUTRAALIUDEN EDISTÄMINEN KUNNAN
TOIMINNOISSA – CASE-ESIMERKKI: JUVAN KUNTA**

Työn tarkastajat: Professori Risto Soukka
DI Mika Laihanen

Työn ohjaaja: DI Antti Karhunen

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT
School of Energy Systems
Ympäristötekniikan koulutusohjelma
Sustainability Science and Solutions

Tiina Kainulainen

Hiilineutraaliuden edistäminen kunnan toiminnoissa – case-esimerkki: Juvan kunta

Diplomityö

2022

93 sivua, 12 kuvaa, 5 taulukkoa

Työn tarkastajat: Professori Risto Soukka

DI Mika Laihanen

Työn ohjaaja: DI Antti Karhunen

Hakusanat: hiilineutraalius, hiilineutraali kunta, kasvihuonekaasupäästöt

Tämän työn tavoitteena on selvittää keinoja ja toimenpiteitä, joilla kuntien on mahdollista vähentää päästöjään ja edistää hiilineutraaliuden saavuttamista. Työn case-osuudessa määritetään Juvan kunnan omien toimintojen kasvihuonekaasupäästöt ja tarkastellaan kyseiselle kunnalle kohdistettuja keinoja ja toimenpiteitä. Lisäksi arvioidaan toimenpiteiden toteuttamisen haasteita. Tämän työn tarkastelulla halutaan tuoda esille toimintoja, joihin kunta voi itse vaikuttaa. Työssä myös selvitetään kuntien ja kaupunkien kasvihuonekaasulaskennan periaatteita, sillä eri laskentamenetelmien eroavaisuuksista johtuen vaikuttaa ne päästölaskennan tuloksiin.

Monet Suomen kunnista ovat asettaneet itselleen kunnianhimoisen päästövähennystavoitteen ja moni kunnista tavoittelee hiilineutraaliutta vuoteen 2030 tai 2035 mennessä. Kunnan omien toimintojen kasvihuonekaasupäästöt ovat usein vain noin kymmenen prosentin luokkaa koko kunnan alueen päästöistä, mutta kunnilla on paljon päätäntävaltaa alueensa toimintaa koskien ja näin ollen merkittävä rooli ilmastotoimenpiteiden mahdollistajana ja edistäjänä alueensa asukkaille, muille toimijoille ja sidosryhmille. Juvan kunnan omien toimintojen hiilineutraaliuden saavuttamiseksi vaadittaisiin tulevana vuosina toteutettavan tehokkaasti päästöjä vähentäviä toimenpiteitä etenkin energia- ja liikennesektorilla. Haasteita ilmastotoimenpiteiden toteuttamiselle ja hiilineutraaliuden edistämiseksi kuitenkin usein aiheuttaa kuntien rajalliset resurssit.

ABSTRACT

Lappeenranta–Lahti University of Technology LUT
LUT School of Energy Systems
Degree Programme in Environmental Technology
Sustainability Science and Solutions

Tiina Kainulainen

Advancing carbon neutrality in operations of a municipality - case example: Juva municipality

Master's thesis

2022

93 pages, 12 figures, 5 tables

Examiners: Professor Risto Soukka
M.Sc. Mika Laihanen
Supervisor: M.Sc. Antti Karhunen

Keywords: carbon neutrality, carbon neutral municipality, greenhouse gases

The aim of this study is to examine means and measures in municipalities' operation range in order to reduce greenhouse gas emissions and advancing carbon neutrality. In this thesis, greenhouse gas emissions of Finnish municipality of Juva's own operations are calculated, and ways to reduce these emissions and the possible challenges in implementation are examined. The aim was to find procedures in which the municipality can affect on its own. In addition, general guidelines of cities and municipalities greenhouse gas emission calculation principles are examined.

Many of Finland's municipalities have set an ambitious emission reduction target and many of the municipalities strive for carbon neutrality by 2030 or 2035. The share of municipality's own operations emissions is only around ten percent of the total emissions in the municipality's region in general, but municipalities are decision-making powers and therefore have a significant role in enabling climate actions for the residents and other stakeholders. In order to the case municipality to achieve carbon neutrality, actions for efficient emission reductions, especially in energy and transportation sectors, are to be executed, but limited resources might cause challenges in achieving carbon neutrality.

SISÄLLYSLUETTELO

LYHENNELUETTELO	6
1 JOHDANTO	8
1.1 Työn tavoite	10
1.2 Työn rajaus	10
2 HIILINEUTRAALIUS JA ILMASTOTAVOITTEET	12
2.1 Hiilineutraaliuden määritelmä	12
2.2 Valtion ja kuntien päästövähennystavoitteet	14
2.3 Ilmastohankkeet ja -verkostot	16
2.4 Kuntien merkitys hiilineutraaliuden tavoittelussa	18
3 PÄÄSTÖJEN MÄÄRITTÄMINEN	21
3.1 Suomen kansallinen kasvihuonekaasuinventaario	22
3.2 Kuntien päästöjen määrittäminen	23
3.3 Rajaus ja yleiset laskentaperusteet	24
3.4 Laskentamallit	27
3.4.1 GPC Protocol laskentamalli	27
3.4.2 Alas ja Hinku laskentamallit	28
3.5 Laskentaperiaatteet sektoreittain	30
3.5.1 Energiasektori	30
3.5.2 Liikennesektori	32
3.5.3 Teollisuussektori	33
3.5.4 Jätesektori	33
3.5.5 Maa- ja metsätalous ja maankäyttö -sektori	34
4 HIILINEUTRAALIUDEN EDISTÄMINEN	36
4.1 Kunnan hiilineutraaliuden edistäminen	36
4.2 Kuntien keinot päästöjen vähentämiseksi	38
4.2.1 Päästövähennyskeinot energiasektorilla	42
4.2.2 Päästövähennyskeinot liikenteessä	43
4.2.3 Päästövähennyskeinot jätehuollossa	44
4.2.4 Päästövähennyskeinot maa- ja metsätaloudessa ja maankäytössä	45
4.3 Hiilineutraaliuden vaikutukset kunnalle	46
5 CASE KUNTA	49
5.1 Tarkastelussa olevat Juvan kunnan toiminnot	51
5.1.1 Rakennusten energiankulutus	52
5.1.2 Liikenne	56
5.1.3 Jätehuolto	57
5.1.4 Metsätalous	58
5.2 Kunnan kokonaispäästöt	60
6 HIILINEUTRAALI JUVA	62
6.1 Toimenpiteet ja keinot energiasektorilla	63
6.2 Toimenpiteet ja keinot liikennesektorilla	65
6.3 Toimenpiteet ja keinot jätehuollossa	67

6.4	Toimenpiteet ja keinot maa- ja metsätaloudessa ja maankäytössä	68
6.5	Muut toimenpiteet ja keinot	69
7	HAASTEET HIILINEUTRAALIUDEN SAAVUTTAMISESSA	71
8	POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	73
9	YHTEENVETO.....	77
	LÄHTEET	79

LYHENNELUETTELO

Alkuaineet ja yhdisteet

C	hiili
CH ₄	metaani
CO	hiilimonoksidi, häkä
CO ₂	hiilidioksidi
HFC	fluorihiiivety
NF ₃	typpitrifluoridi
NMVOG	haihtuvat orgaaniset yhdisteet
N ₂ O	dityppioksidi
NO _x	typen oksidi
PFC	perfluorihiiivety
PM	pienhiukkaset
SF ₆	rikkiheksafluoridi
SO ₂	rikkidioksidi

Lyhenteet

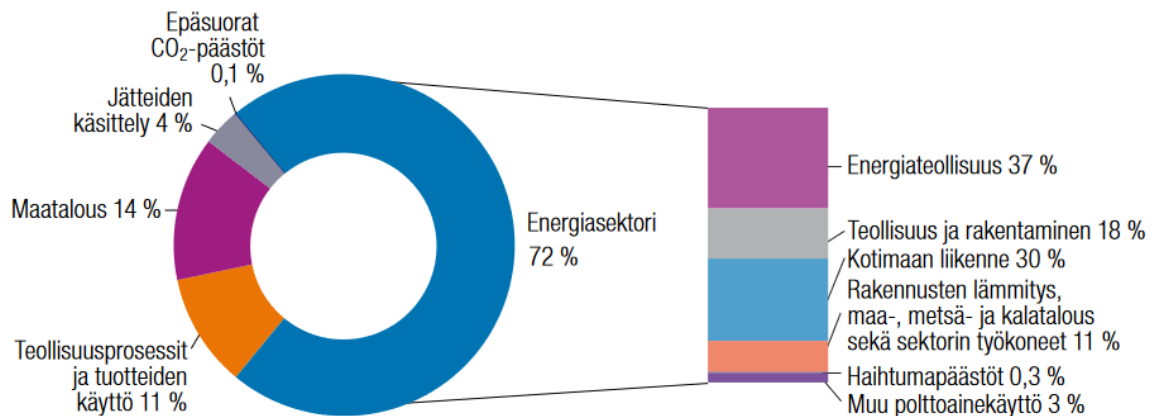
AFOLU	Agriculture, forestry and other land use, Maatalous, metsätalous ja muu maankäyttö
BCEF	Biomass conversion and expansion factor, biomassan muunto- ja laajennuskerroin
BECCS	Bio-Energy Carbon Capture and Storage, Bioenergian käytöstä aiheutuvan hiilidioksidin talteenotto ja varastointi
C40	Cities Climate Leadership Group
DACCS	Direct Air Carbon Capture and Storage, Hiilidioksidin suora talteenotto ja varastointi
EU	Euroopan Unioni
e, ekv	ekvivalentti
FOD	First Order Decay
ICLEI	Local Governments for Sustainability

IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change, Hallitustenvälinen ilmastonmuutospaneeli
IPPU	Industrial Processes and Product Use, Teollisuusprosessit ja tuotteiden käyttö
KETS	Kunta-alan energiatehokkuussopimus
khk	kasvihuonekaasu
LULUCF	Land use, land use change, forestry maankäyttösektori
SYKE	Suomen Ympäristökeskus
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change, Yhdistyneiden kansakuntien ilmastopöytäkirjan sihteeristö
VTT	Teknologian tutkimuskeskus
WRI	World Research Institute, Maailman luonnonvarainstituutti
YK	Yhdistyneet kansakunnat

1 JOHDANTO

Ihmisen toiminta on aiheuttanut maapallon ilmaston lämpenemistä ennennäkemättömällä vauhdilla, mikä on johtanut muun muassa sään ääri-ilmiöiden yleistymiseen, kuten helleaaltoihin ja rankkasateisiin. (IPCC 2021, 11; Ympäristöministeriö 2021a.) Pariisin Ilmastopöytäkirjan tavoitteena on pitää ilmastonmuutoksen aiheuttama lämpeneminen selvästi alle 2 asteen tai sen rajoittaminen 1,5 asteeseen. (UNFCCC 2021, 6). Hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin IPCC:n elokuussa 2021 julkaiseman raportin mukaan maapallon 1,5 asteen lämpeneminen saavutetaan todennäköisesti viimeistään 2030-luvun alkupuolella (IPCC 2021, TS9). Jotta lämpötilan nousu pysäytettyä ja ilmastonmuutosta hillittyä, on ihmistoiminnasta aiheutuvien päästöjen aikailematon vähentäminen ja hiilen sidonta ilmakehästä välttämättömiä toimenpiteitä. Kasvihuonekaasupäästöjen merkittävällä vähentämisellä olisi mahdollista, että maapallon keskilämpötila palautuu alle 1,5 asteeseen tämän vuosisadan loppupuolella. (Ympäristöministeriö 2021a.)

Suomi on asettanut tavoitteekseen olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä ja hiilinegatiivinen pian sen jälkeen. (Kuuva 2020, 4; Valtioneuvosto 2019, 34; Ympäristöministeriö 2021c, 1). Suomen hiilineutraaliuden tavoitteena on, että vuonna 2035 päästöt ja hiilinielut ovat yhtä suuret. Tavoitteen toteutumisen varmistamiseksi ilmastolakia uudistetaan. Ilmastolakiuudistuksen myötä Suomelle asetetaan myös päästövähennystavoite vuodelle 2030; tavoitteena on 60 % päästövähennys vuoden 1990 tasosta. (HE27/2022, 4, 9; Valtioneuvosto 2020; Ympäristöministeriö 2021b, 1; Valtioneuvoston kanslia 2022, 2; Ympäristöministeriö 2021b; Työ- ja elinkeinoministeriö 2016, 4.) Vuonna 2020 Suomen kokonaispäästöt olivat ennakkotiedon mukaan 48,3 miljoonaa tonnia CO₂-ekvivalenttia. Suomen kasvihuonekaasupäästöjen jakauma sektoreittain vuonna 2020 on esitetty alla kuvassa (1). Suomen kasvihuonekaasupäästöt olivat vertailuvuonna 1990 71,2 MtCO₂e. (Statistics Finland 2021, 9). Vuodesta 1990 vuoteen 2020 päästöt ovat laskeneet 32 %. (Tilastokeskus 2021c, 6).



Kuva 1. Suomen kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2020, ennakkotieto (Tilastokeskus 2021c, 9).

Suomen ilmastotavoitteiden lisäksi myös kunnat tekevät vapaaehtoisia ilmastotoimia ja monella kunnalla on jo kunnianhimoinen hiilineutraaliustavoite. Lähes puolet suomalaisista asuvatkin kunnissa, jotka tavoittelevat hiilineutraaliutta vuoteen 2030 mennessä (Valtioneuvosto 2020; Ympäristöministeriö.) Kuntien omilla ilmastotavoitteilla on merkittävä osuus koko Suomen päästövähennysten kannalta. (Mattinen-Yuryev et al. 2021, 14.) Mikäli kaikki ilmastotavoitteita asettaneet kunnat saavuttaisivat tavoitteensa, vähennys vastaisi 57 % koko Suomen hiilineutraaliustavoitteen edellyttämistä päästövähennyksistä. (Mattinen-Yuryev et al. 2021, 14.)

Kuntien rooli ilmastopäästöjen vähentämisessä on siis merkittävä ja kunnilla on monia mahdollisuuksia vaikuttaa alueellaan syntyviin kasvihuonekaasupäästöihin (Mattinen-Yuryev et al. 2021, 2; Suomen Ympäristökeskus, 2021c). Kunnat voivat vaikuttaa alueensa päästöihin esimerkiksi kotien lämmityksen, liikennetkaisuun ja yhdyskuntarakenteen kautta ja etenkin kuntien omalla toiminnalla energiantuotannossa, jätehuollon järjestämisessä ja alueiden käytön ja liikenteen suunnittelulla on paljon merkitystä ilmastomuutoksen hillinnässä (Mattinen-Yuryev et al. 2021, 2; Mattson 2012, 4). Vuosina 2005–2019 kuntien kasvihuonekaasupäästöt ovat vähentyneet 21 prosentilla (Suomen Ympäristökeskus, 2021c). Ilmastotyön vauhdittamiselle kunnissa on kuitenkin tarvetta, jotta kunnianhimoiset hiilineutraaliustavoitteet on mahdollista saavuttaa. (Ympäristöministeriö, a).

1.1 Työn tavoite

Tämän diplomityön tavoitteena on tarkastella hiilineutraaliuden edistämistä kunnan omissa toiminnoissa. Työssä tarkastellaan keinoja, joiden avulla kunta voi omilla päätöksillään vaikuttaa joko suoraan omien toimintojensa tai välillisesti toimivaltansa puitteissa alueensa kasvihuonekaasupäästöihin alentavasti. Työssä tarkastellaan yleisesti kuntien hiilineutraaliustavoitteita sekä selvitetään, minkälaisilla rajoituksilla ja periaatteilla alueiden kasvihuonekaasulaskentaa tehdään. Diplomityön case-osuudessa määritetään Juvan kunnan omien toimintojen kasvihuonekaasupäästöjä sekä tarjotaan case-kunnalle kohdistettuja toimenpiteitä päästöjen vähentämiseksi. Työn case-osuuden tavoitteena on määrittää kunnan omien toimintojen kasvihuonekaasupäästöt ja tarjota Juvan kunnalle keinoja, joilla kunnan olisi mahdollista toteuttaa päästövähennyksiä. Case-osuuden laskenta nojaa tässä työssä tarkastelussa oleviin kasvihuonekaasulaskentamalleihin mahdollisimman vertailukelpoisten tulosten saamiseksi. Kunnan omien toimintojen kasvihuonekaasulaskenta ja rajausta ei kuitenkaan suoraan noudata alueille tarkoitettuja laskentamalleja, vaan työn tavoitteena on tarkastella toimintoja ja toteuttaa laskenta kunnan päästövähennyksien kannalta oleellisimmaksi nähdyllä tavalla.

1.2 Työn rajaus

Työn case-osuudessa tarkastellaan sellaisia Juvan kunnan toimintoja, joihin kunnan on mahdollista itse vaikuttaa joko suoraan omilla päätöksillään tai välillisesti toimivaltansa kautta. Tarkastelun ulkopuolelle jätetään sellaiset toiminnot, jotka eivät suoraan ole kunnan hallinnassa. Case-osuudessa lasketaan tarkasteltavan olevien kunnan toimintojen kasvihuonekaasupäästöt sekä arvioidaan keinoja näiden toimintojen päästöjen vähentämiseksi. Lisäksi arvioidaan case-kunnassa toteutettavissa olevia päästövähennyskeinoja ja ilmastotoimenpiteitä myös muidenkin kuin edellä mainittujen toimintojen osalta alueen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi ja kunnan

hiilineutraaliuden edistämiseksi. Työssä tarkastellaan myös hiilineutraaliutta edistävien toimenpiteiden ja keinojen toteutettavuuden haasteita.

Laskennassa on määritetty päästöt käyttöperusteisesti kunnan rakennusten energiankulutuksen ja kunnan liikenteen osalta sekä lisäksi on tarkasteltu kunnan seka- ja biojätteiden käsittelystä sekä jätekuljetuksista aiheutuneita päästöjä ja kunnan metsien hiilivarastojen muutosta. Laskentamenetelmät on tarkemmin selitetty tämän työn kappaleessa 5. Tarkastelun ulkopuolelle on jätetty sellaisia osa-alueita, joiden toimintaan kunnan on suoraan vaikea vaikuttaa päästöjä vähentävästi. Näin ollen esimerkiksi kunnan alueen teollisuuden päästöjä ei ole tarkasteltu lainkaan, vaan työssä keskitytään kunnan oman vaikutuksen alaisena oleviin toimintoihin. Case-osuuden päästötarkastelu ei siis suoraan noudata kansainvälisiä kasvihuonekaasulaskentaohjeistuksia tai Suomen kunnille tarkoitettua Hinku-mallia, sillä tarkastelussa keskitytään vain muutamiin tiettyihin kunnan toimintoihin eikä tarkoituksena ole määrittää koko kunnan alueen päästöjä. Rajauksessa ja laskennassa kuitenkin pääpiirteittäin noudatetaan edellä mainittuja kasvihuonekaasumalleja, jotta case-osuudessa laskettujen toimintojen päästötulokset olisivat mahdollisimman vertailukelpoisia.

2 HIILINEUTRAALIUS JA ILMASTOTAVOITTEET

Suomen kielessä hiilineutraaliuden synonyymina voidaan käyttää myös sanaa hiilineutraalisuus, mutta tässä työssä käytetään vain termiä hiilineutraalius. Suomen valtion lisäksi useat Suomen kunnista ovat määrittäneet itselleen hiilineutraalius- tai päästövähennystavoitteen. Tavoitteet kuitenkin vaihtelevat vertailuvuoden, tavoitevuoden sekä päästövähennys- ja päästökompensaatio -osuuksien osalta. (Sitra 2018a). Hiilineutraaliuden määritelmä siis vaihtelee niin kunnittain, mutta myös kansainvälisissä määritelmissä on eroja, jolloin myöskään tulokset eivät välttämättä ole vertailukelpoisia. Tässä luvussa käydään läpi hiilineutraaliuden määritelmää ja tarkastellaan Suomen valtion ilmastotavoitetta sekä Suomen kuntien yleisimpiä päästövähennys- ja hiilineutraaliustavoitteita sekä arvioidaan Suomen kuntien merkitystä valtioneuvoston päästövähennystavoitteiden saavuttamisessa. Luvussa käsitellään myös erilaisia vapaaehtoisia ilmastoverkostoja ja -hankkeita.

2.1 Hiilineutraaliuden määritelmä

Hiilineutraalius termi on mahdollista määritellä monella eri tavalla. Hiilineutraaliuden lisäksi ja sen synonyymeina tilanteesta riippuen käytetään myös termejä ilmastoneutraalius ja kasvihuonekaasuneutraalius. Termien yksiselitteinen määrittely onkin äärimmäisen tärkeää väärinymmärrysten välttämiseksi ja erojen selventämiseksi, ja jotta tuloksia voidaan verrata toisiinsa. Hiilineutraalilla tarkoitetaan sellaista tasapainotilaa, jossa jonkin toiminnon aiheuttamat hiilidioksidi- tai hiilidioksidiekvivalenteiksi muutetut kasvihuonekaasupäästöt ovat yhtä suuret, kuin ilmakehästä sidotut päästöt eli poistumat tietyllä ajanjaksolla. (Euroopan parlamentti 2019; Seppälä et al. 2019a, 7–8; Seppälä et al. 2014, 5; Soimakallio, Lipsanen 2021.)

Valtion, kuntien ja alueiden hiilineutraaliustavoitteissa useimmiten päämääränä on saavuttaa niin kutsuttu nettonollapäästötila. Nettonollapäästötilalla tarkoitetaan tilaa, jossa rajauksen sisällä tapahtuvista toiminnoista aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt ovat yhtä suuret kuin poistumat. Poistumilla tarkoitetaan nieluilla ilmakehästä poistettuja kaasuja. Nieluksi

voidaan määritellä mikä tahansa toiminto, prosessi tai mekanismi, joka sitoo aerosolia, kasvihuonekaasua tai sen esiastetta ilmakehästä. Nettonollapäästötilassa huomioidaan aiheutettujen kasvihuonekaasupäästöjen lisäksi LULUCF-sektorin päästöt ja nielut sekä ilmakehästä teknologiaa hyödyntäen poistetut kasvihuonekaasut. LULUCF-sektori tarkoittaa maankäytön, maankäytön muutoksen ja metsätalouden sektoria (land use, land use change and forestry). Teknologisia poistokeinoja voivat esimerkiksi olla hiilidioksidin suora talteenotto ja varastointi (DACCS, Direct Air Carbon Capture and Storage) sekä bioenergian hiilidioksidin talteenotto ja varastointi (BECCS, Bio-Energy Carbon Capture and Storage). (Seppälä et al. 2019a, 8.)

Hiilineutraaliuden synonyymina usein käytetään myös termiä ilmastoneutraali. Sananmukaisesti ilmastoneutraalilla kuitenkin tarkoitetaan toimintoa, joka on ilmastovaikutuksiltaan neutraali eli ei vaikuta ilmastoon millään tavalla missään vaiheessa. Esimerkiksi Euroopan Unioni on asettanut tavoitteekseen olla ilmastoneutraali vuoteen 2050 mennessä. EU tarkoittaa ilmastoneutraaliudella ilmakehään aiheutettuja ihmisperäisten kasvihuonekaasupäästöjen ja poistumien tasapainotilaa, eli käytännössä samaa, kuin aiemmin määritelty hiilineutraalius. Myös Pariisin ilmastopimuksessa käytetään ilmastoneutraali-termiä samalla merkityksellä kuin Euroopan Unionin komissio. (European Council 2021, Seppälä et al. 2019a, 8; Soimakallio, Lipsanen 2021). Hallitusten välinen ilmastomuutospaneeli IPCC:n määrittelemä ilmastoneutraaliustavoite tarkoittaa tasapainotilaa, jossa globaali lämpötilanousu jää alle kahteen asteeseen. Tasapainotila nähdään saavutetuksi silloin, kun ihmisperäiset kasvihuonekaasupäästöt ilmakehään ovat tasapainossa ihmisperäisten poistumien kanssa tietyllä ajanjaksolla. (IPCC 2018, 555; Seppälä et al. 2019a, 8, 10). IPCC:n tasapainotila ei siis ole sama määritelmä kuin aikaisemmin mainittu Euroopan Unionin ilmastoneutraalius, hiilineutraalius tai nettonollapäästötila. IPCC:n määritelmä eroaa näistä määritelmistä esimerkiksi niin, että se huomioi vain ihmisperäiset päästöt ja ihmisperäiset nielut, eikä esimerkiksi maaekosysteemien ja merten luonnonnieluja. (Seppälä et al. 2019a, 9–10).

Pariisin Ilmastopimukseen kirjattu IPCC:n määritelmä ihmisperäisten päästöjen ja ihmisperäisten nielujen tasapainotilasta ei kuitenkaan ole riittävä taatakseen alle kahden asteen tavoitetta. (Seppälä et al. 2019, 3). Ilmakehässä olevien kasvihuonekaasujen ylittäessä

tietyn kriittisen pitoisuuden tulee päästöpoistumien olla suuremmat, kuin itse ilmakehään aiheutetut päästöt. Näin ollen myöskään aiemmin määritelty hiilineutraalius ei ole riittävä tavoitetilä. Lämpötilanousun rajoittaminen 1,5 asteeseen vaatii hiilineutraaliuden sijaan negatiivisten päästöjen kasvattamista, sillä tähän asti globaalit päästövähennystoimet eivät ole olleet riittäviä tavoitteen saavuttamiseksi. Hiilineutraaliuden tuleekin siis olla etenkin vauraammille valtioille eräänlainen välitavoite, jonka jälkeen tulisi päästöjen olla nettonegatiivisia eli hiilinieluja tulee kasvattaa ja ilmakehästä sitoa päästöjä teknologisin keinoin enemmän, kuin itse päästöjä aiheutetaan. (Seppälä et al. 2019a, 10; Seppälä et al. 2019b, 3).

Useimmissa hiilineutraaliuden määritelmässä otetaan huomioon kaikki ihmisen toiminnasta aiheutuvat kasvihuonekaasut. Näitä kasvihuonekaasuja ovat hiilidioksidi (CO_2), metaani (CH_4), dityppioksidi (N_2O) sekä fluoratut kasvihuonekaasut. Fluoratut kasvihuonekaasut on yhteisnimitys HFC-yhdisteille (fluorihilivedyille), PFC-yhdisteille (perfluorihilivedyille), rikkiheksafluoridille (SF_6) ja typpitrifluoridille (NF_3). (Seppälä et al. 2019a, 7; Tilastokeskus b.) Fluorattuja kasvihuonekaasuja kutsutaan lyhyemmin F-kaasuiksi, ja tätä nimitystä käytetään myös tässä työssä jatkossa. Kasvihuonekaasupäästöt merkitään usein hiilidioksidiekvivalentteina (CO_2 -ekv, CO_2e). Tällöin eri kasvihuonekaasujen ilmastoalämmittävä vaikutus on IPCC:n määrittelemillä kertoimilla muunnettu vastaamaan hiilidioksidin lämmitysvaikutusta, eli eri kasvihuonekaasujen lämmitysvaikutukset on suhteutettu toisiinsa. (Seppälä et al. 2019a, 8; Lounasheimo et al. 2020, 81).

2.2 Valtion ja kuntien päästövähennystavoitteet

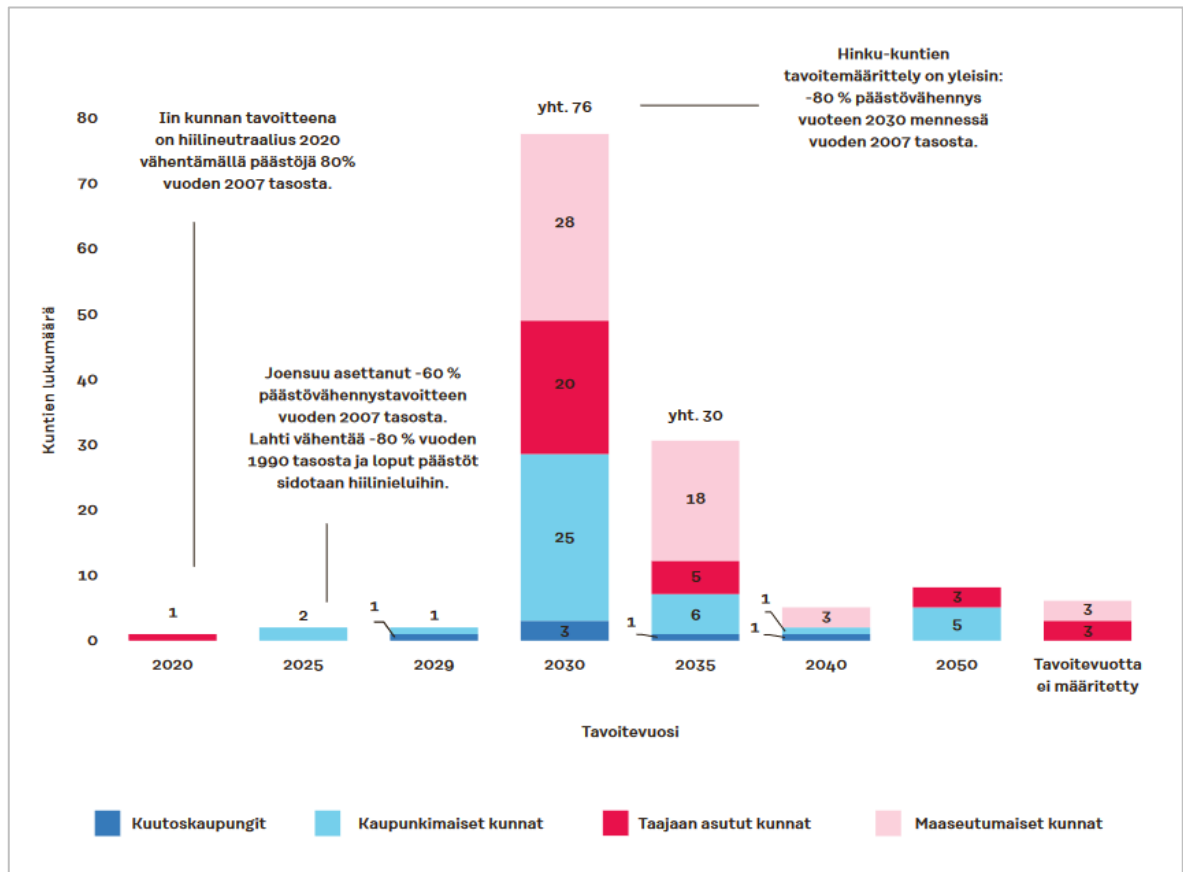
Suomen tavoitteena olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä Sanna Marinin hallituksen hallitusohjelman kirjauksen mukaisesti. Suomen hiilineutraaliuden määritelmänä on sama kuin YK:n, eli hiilineutraaliutena pidetään tilannetta, jossa kasvihuonekaasuinventaariossa raportoidut päästöt ja nielut ovat yhtä suuret. Suomen nykyinen ilmastolaki (609/2015) on astunut voimaan vuonna 2015, mutta Suomen ilmastolakia uudistetaan parhaillaan ilmastomuutoksen hillitsemiseksi ja edellä mainitun Suomen valtion hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi. Ilmastolakiuudistuksen myötä Suomelle

asetetaan myös päästövähennystavoitteet vuosille 2030, 2040 ja 2050. Vuoden 2030 tavoitteena on vähintään 60 % päästövähennys vuoden 1990 tasosta, ja vuoteen 2050 mennessä tavoitteena on 90–95 % päästövähennys vuoden 1990 tasosta. Uuden ilmastolain on tarkoitus astua voimaan 1. heinäkuuta 2022. (HE 27/2022; Ympäristöministeriö 2021b; Työ- ja elinkeinoministeriö 2016, 4.)

Suomen 309 kunnasta 206 kunnalla oli vuonna 2021 asetettu hiilineutraaliustavoite tai päästövähennystavoite, eli jonkinlainen ilmastotavoite. Kunnat ovat joko kirjanneet tavoitteen kunnan strategiaan tai ilmastotavoite on osa maakunnallista tavoitetta tai kuntaverkostoa, kuten Hinku-verkoston tavoitetta. Yleisin päästövähennystavoite on hiilineutraalius. Hiilineutraaliutta tavoittelee 130 kuntaa. Kuntien välillä on kuitenkin eroja hiilineutraaliuden määrittelyssä. Eroja löytyy esimerkiksi tavoitevuodessa, vertailutasossa sekä hyväksytyissä päästökompensaatiokeinoissa. (Mattinen-Yuryev 2021, 12.)

Kuva (2) alla esittää Suomen kunnat, jotka ovat asettaneet itselleen hiilineutraaliustavoitteen lukumäärittäin ja eri kuntatyyppeihin jaoteltuna. Kuntatyyppeijaottelussa kuutoskaupungeilla viitataan Suomen kuuteen suurimpaan kaupunkiin; Helsinki, Espoo, Tampere, Vantaa, Oulu ja Turku. Kaupunkimaisilla kunnilla (52 kpl) tarkoitetaan kuntia, joiden asukkaista vähintään 90 % asuu taajamissa ja suurimman taajaman asukasluku on vähintään 15 000. Taajaan asutuilla kunnilla (65 kpl) tarkoitetaan kuntia, joiden asukkaista vähintään 60 % asuu taajamissa ja suurimman taajaman asukasluku on vähintään 4000. Maaseutumaisilla kunnilla (187 kpl) tarkoitetaan kuntia, joiden asukkaista enintään 60 % asuu taajamissa ja suurimman taajaman asukasluku on alle 15 000. Maaseutumaisiin kuntiin luetaan myös ne kunnat, joiden väestöstä vähintään 60 %, mutta enintään 90 % asuu taajamissa ja suurimman taajaman asukasluku on enintään 4000. Tämä jaottelu mukaillee Tilastokeskuksen tilastollista kuntaryhmitystä. (Mattinen-Yuryev 2021, 6). Kuten kuvasta (2) nähdään, suurimmalla osalla hiilineutraaliustavoitteen asettaneista kunnista tavoitevuonna on vuosi 2030, Hinku-verkoston mukaisesti. Hinku-verkostossa päästövähennyksien vertailuvuotena käytetään vuotta 2007. Seuraavaksi yleisin tavoitevuosi on vuosi 2035. Tavoitevuodet ovat kunnianhimoisia, ja kunnilta ja kaupungeilta vaaditaan konkreettisia ja tehokkaita ilmastotoimia, mikäli hiilineutraalius halutaan saavuttaa kyseisinä vuosina. Vaikka eri

kunnat ja kaupungit ovat jo tehneet paljon päästöjään vähentäviä ilmastotoimenpiteitä, tulee tavoitteiden saavuttamiseksi kasvihuonekaasupäästöjä edelleen merkittävästi vähentää.



Kuva 2. Hiilineutraaliustavoitteiden määrittämät kunnat tavoitevuosin ja lukumäärin, jaoteltuna eri kuntatyyppeihin (Mattinen-Yuryev 2021, 13).

2.3 Ilmastohankkeet ja -verkostot

Kunnille ja kaupungeille on tarjolla mahdollisuuksia liittyä useisiin erilaisiin ilmastohankkeisiin ja -verkostoihin. Verkostojen tavoitteena on edistää ilmastotyötä tarjoamalla tukea ja informaatiota parhaista käytännöistä ja toimenpiteistä, joita kunnat ja kaupungit voivat hyödyntää suunnitellessaan ja tehdessään toimintaansa koskevia päätöksiä ja tehostaa omaa ilmastotyötään. Taulukossa (1) alla on kuvattu muutamia ilmastohankkeita, joihin kuntien tai kaupunkien on mahdollista liittyä. Suomessa on omia ilmastohankkeita ja

-verkostoja, kuten Hinku- ja FISU-verkostot, mutta kaupunkien ja kuntien on myös mahdollista liittyä globaaleihin ilmastoverkostoihin, esimerkiksi C40 Cities-verkostoon.

Taulukko 1. Kunnille ja kaupungeille tarkoitettuja ilmastoverkostoja. (Muokattu lähteistä Suomen Ympäristökeskus; Suomen Ympäristökeskus, Motiva 2015; Energiatehokkuussopimukset; C40 Cities Climate Leadership Group 2022; Kaupunginjohtajien energia- ja ilmastopimus; Lounasheimo et al. 2020, 10.)

Hanke	Kuvaus
Hinku	Hinku on vuonna 2008 perustettu verkosto, jonka tarkoituksena on edistää ilmastonmuutoksen hillintää. Hinku-verkosto on alun perin syntynyt Suomen Ympäristökeskuksen hankkeesta 'Kohti hiilineutraalia kuntaa', ja nykyinen Hinku-verkosto jatkaa hankkeessa aloitettua työtä. Verkosto koostuu yrityksistä, energia- ja ilmastoalan asiantuntijoista sekä päästövähennyksiin sitoutuneista kunnista. Verkostossa on mukana myös maakuntia. Hinku-verkostoon liittyessä kunta sitoutuu tavoitteeseen vähentää päästöjään 80 % vuoteen 2030 mennessä vuoden 2007 tasosta. Verkosto tarjoaa jäsenilleen verkostoitumismahdollisuuksia, tietoa ja tukea, päästölaskentapalveluita- ja työkaluja, viestintä yhteistyötä sekä näkyvyyttä yritysten tuotteille ja palveluille.
FISU	Fisu (Finnish Sustainable Communities) on kunnille tarkoitettu verkosto, jonka tavoitteena on päästöttömyys, jätteettömyys ja kestävä kulutus vuoteen 2050 mennessä. FISU-verkoston tarkoituksena on alueen talouden vahvistaminen, uusien työpaikkojen luominen sekä kestävän hyvinvoinnin edistäminen. Verkoston kunnat työskentelevät yhdessä paikallisten toimijojen ja yritysten kanssa saavuttaakseen tavoitellut ilmastotavoitteet. Maaliskuussa 2022 FISU-verkostoon on kuulunut 11 kuntaa.
KETS	Kunta-alan energiatehokkuussopimus (KETS) on sopimus kunta-alan energian tehokkaammasta käytöstä vuosina 2017–2025. Sopimus on työ- ja elinkeinoministeriön, Energiaviraston ja Kuntaliiton välinen. Sopimuksen allekirjoittaneet kunnat sitoutuvat sopimuksen energiatehokkuustoimenpiteisiin ja -tavoitteisiin.
C40	C40 on vuonna 2005 perustettu kaupunginjohtajien muodostama ilmastoverkosto. Verkosto tukee jäsenkaupunkejaan kunnianhimoisten ilmastotoimintasuunnitelmien laatimisessa, jotta Pariisin ilmastopimuksen 1,5 asteen raja ei ylittyisi. C40:n

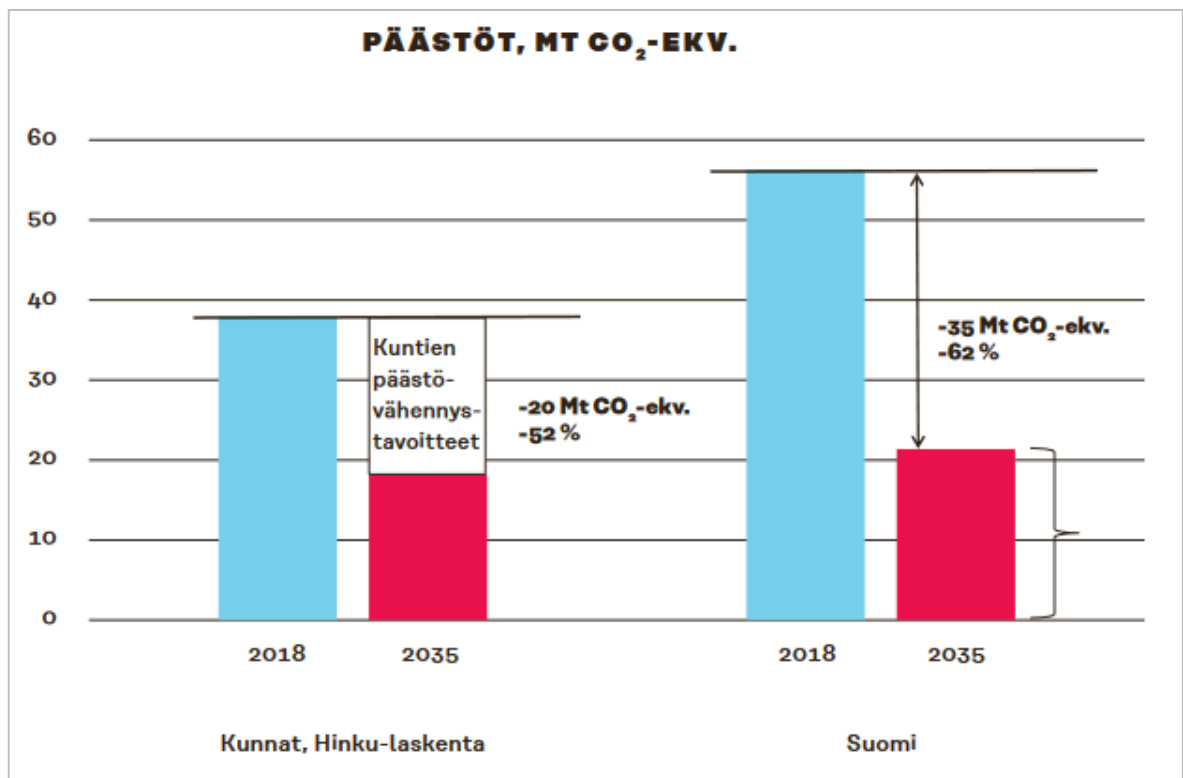
	ilmastotoimintasuunnitelman tavoitteena on päästöneutraali kaupunki viimeistään vuonna 2050. Verkostoon kuuluu 96 kaupunkia ympäri maailmaa, jotka kattavat yhdessä 25 % maailman taloudesta ja joissa asuu yli 700 miljoonaa ihmistä.
Covenant of Mayors	Covenant of Mayors (2008) eli kaupunginjohtajien energia- ja ilmastopimuksen tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä 40 % vuoteen 2030 mennessä. Yleisimmin käytetty vertailuvuosi on 2005. Covenant of Mayors käyttää virallisena raportointivälineenään Global Protocol for Community-scale Greenhouse Gas Emissions Inventories -mallia.

Ilmastoverkostot eivät vain tarjoa kunnille tietoa parhaista käytännöistä ja toimenpiteistä, vaan vapaaehtoisein ilmastoverkostoihin ja -sopimukseen liittymisellä on usein kunnalle konkreettisia positiivisia vaikutuksia. Ilmastoverkostoihin liittyminen voi esimerkiksi todellakin edistää kuntien ja kaupunkien päästövähennyksiä. Suomen Ympäristökeskuksen selvityksen (2020a) mukaan Hinku-verkostoon liittymisellä ja kunnan kasvihuonekaasujen pienenemisellä on tilastollinen yhteys. Selvityksen mukaan Hinku-verkostoon liittymisen myötä keskimäärin kunnan kasvihuonekaasupäästöt ovat alempana 3,1 prosentin verran kuin verrattuna tilanteeseen, jossa kunta ei olisi liittynyt verkostoon. (Sitra 2018b; Suomen Ympäristökeskus 2020a, 3, 35).

2.4 Kuntien merkitys hiilineutraaliuden tavoittelussa

Kunnat ovat merkittävä tekijä hiilineutraaliuden tavoittelussa, sillä niillä on paljon päätäntävaltaa alueellaan ja mahdollisuus vaikuttaa merkittävästi alueensa kehittymiskulkuun. Suomen kaikkien kuntien (309 kpl) päästöistä suuri osa syntyy suurimmissa kunnissa; asukasluvultaan 36 suurinta kuntaa vastaa puolesta päästöistä ja loput jakautuvat pienempien kuntien kesken. Suomen kaupungit (107 kpl) vastaavat 56 % Suomen kuntien (202 kpl) päästöistä Hinku laskennalla laskettuna. (Mattinen-Yuryev 2021, 11; Kuntaliitto 2021.) Kaikkien Suomen kuntien yhteenlasketut päästöt ovat vähentyneet 15 % vuosina 2005–2018. (Mattinen-Yuryev 2021, 11.) Vuosina 2005–2019 kuntien kasvihuonekaasupäästöt ovat vähentyneet 21 prosentilla (Suomen Ympäristökeskus 2021c).

Kuvassa (3) alla on esitetty Suomen kuntien päästöt Hinku-laskennalla vuonna 2018 ja päästövähennys vuonna 2035, mikäli kunnat saavuttaisivat hiilineutraaliustavoitteensa vuoteen 2030 mennessä. Kuvassa (3) on esitetty myös Suomen valtion päästöt vuonna 2018 sekä Ilmastopaneelin tavoitellun enimmäispäästötason (21 MtCO₂e) toteutuminen vuonna 2035. Suomen valtion tulisi suorittaa päästövähennyksiä yhteensä 35 MtCO₂e, mikäli kyseinen tavoite haluttaisiin saavuttaa. Mikäli kunnat saavuttaisivat tavoitteensa, vastaisi vähennys yli 57 % Suomen valtion asettamasta päästövähennystavoitteesta. Suomen kunnilla on siis merkittävä rooli koko Suomen päästövähennystavoitteen edistämässä ja saavuttamisessa.



Kuva 3. Suomen ja Suomen kuntien päästöt vuonna 2018 sekä päästövähennykset tavoitteiden saavutettua 2035. (Mattinen-Yuryev et al. 2021, 14).

Verrattuna koko kunnan alueen päästöihin, nimenomaan kunnan omista toiminnoista aiheutuvien päästöjen vähentämisen vaikutus on kuitenkin usein varsin pieni. (Lounasheimo et al. 2020, 7.) Vaikka kunnilla on käytössään monia keinoja vähentää päästöjä alueellaan, on esimerkiksi Helsingin kaupungin osalta arvioitu, että kuntaorganisaatiolla on mahdollisuus vaikuttaa suoraan vain noin 10 prosenttiin alueellaan syntyviin päästöihin.

(Riekkinen 2021). Yleisesti ottaen yhden kaupungin tai kunnan kasvihuonekaasupäästöt ovat pienet myös verrattuna valtion tason päästöihin, mutta kaupunkien ilmastostrategiat tukevat ja täydentävät kansallisia päästövähennystavoitteita ja täyttävät paikallisesti ilmastonmuutoksen hillinnän ja ilmastonmuutokseen sopeutumisen vastuuta. (Dahal, Niemelä 2017, 1).

Kunnan tulisi kaikessa toiminnassaan ja päätöksissään huomioida aiheutuvat ilmastovaikutukset, sillä kaikilla kunnan toimialoilla säädetään ja päätetään asioista, joilla on niin suoria kuin epäsuoria ilmastovaikutuksia. (Mattson 2012, 4). Tämän takia on tärkeää, että kunnan kaikessa päätöksenteossa olisi myös ilmastonäkökulma mukana. Kuntien ilmastotyössä kunnan johdon ja viranomaisten sitoutuminen asiaan korostuu. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2014, 63). Sen lisäksi, että kuntien omasta toiminnasta ja omista toiminnoista aiheutuu kasvihuonekaasupäästöjä, on kunnilla myös mahdollisuus vaikuttaa alueellaan tapahtuvaan toimintaan. Kunnat voivat toimia esimerkinnäyttäjinä ja mahdollistaa kustannustehokkaat päästövähennykset muille tahoille. (Lounasheimo et al. 2020, 7). Kunnat voivat näyttää esimerkkiä esimerkiksi omistamiensa kiinteistöjen lämmitysratkaisuja uudistamalla tai kannustamalla työntekijöitään ympäristöystävällisempiin toimintatapoihin (Riekkinen 2021). Alueiden käytön ja liikenteen suunnittelulla taasen voidaan mahdollistaa kuntalaisille paremmat mahdollisuudet kestävämpiin liikkumismuotoihin. Kestävällä energiantuotannolla on mahdollista saavuttaa päästövähennyksiä niin kunnan omille toiminnoille kuin sen alueen muillekin toimijoille.

3 PÄÄSTÖJEN MÄÄRITTÄMINEN

Kaupungin, alueen tai valtion kasvihuonekaasupäästöt aiheutuvat muun muassa fossiilisten polttoaineiden, kuten öljyn, maakaasun ja hiilen, polttamisesta, jätteenkäsittelystä, teollisuuden prosesseista ja maankäytön muutoksista. Käytännössä kaikki modernin yhteiskunnan eri osa-alueet, kuten teollisuus, palvelut, liikenne, maatalous ja rakentaminen tuottavat kasvihuonekaasuja, joista yleisimpinä hiilidioksidi, metaani ja dityppioksidi. (Carloni, Green 2017, 130). Suomessa suurin kasvihuonekaasupäästöjen aiheuttaja on energiasektori (Statistics Finland 2021, 10). Energiasektori aiheuttaa päästöjä polttoaineiden käytön myötä. Teollisuudessa päästöjä aiheutuu energiankulutuksen lisäksi esimerkiksi raaka-aineiden ja F-kaasujen käytöstä. (Tilastokeskus 2022a). Liikenne aiheuttaa polttoaineiden palamisen myötä suoria kasvihuonekaasupäästöjä kuten hiilidioksidia, metaania ja dityppioksidia, mutta myös muita saasteita kuten häkää, haihtuvia orgaanisia yhdisteitä, rikkioksidia, pienhiukkasia (PM) ja NO_x-yhdisteitä. (IPCC 2006, 3.8). Jätteenkäsittely aiheuttaa kasvihuonekaasupäästöjä aerobisen tai anaerobisen hajoamisen sekä jätteenpolton myötä. (GPC Protocol 2014a, 89; Tilastokeskus c). Maa- ja metsätalous ja maankäyttö -sektori tuottaa kasvihuonekaasupäästöjä esimerkiksi metsänhoidon, kasvillisuutta ja maaperää muuttavien maankäytön muutosten, karjan ruoansulatuksesta aiheutuvien metaanipäästöjen sekä maatalouden ravinteidenkäytön myötä. (GPC Protocol 2014, 121).

Vuonna 2005 voimaan astunut YK:n ilmastosopimusta tarkentava Kioton pöytäkirja velvoittaa osapuoltensa ylläpitämään kansallista kasvihuonekaasuinventariota. Kasvihuonekaasuinventariossa määritellään tietyn alueen absoluuttiset kasvihuonekaasupäästöt yhden vuoden ajalta ja verrataan tuloksia jonkin aiemman vuoden kasvihuonekaasupäästöihin. Inventaarion avulla on mahdollista seurata päästöjen kehitystä vuosien mittaan tai verrata jonkin tietyn vuoden kasvihuonekaasupäästöjä vertailuvuoden päästöihin. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2016, 6; Carloni, Green 2017, 131). Vuosittainen kasvihuonekaasuinventario mahdollistaa myös tietopohjan ilmastopolitiikkaa varten. Kasvihuonekaasuinventario ja kasvihuonekaasujen määrä koostetaan kansallisiin raportteihin. Raportti tulee koota vuosittain ja Suomi ja muut jäsenvaltiot toimittavat raportin

YK:n ilmastopimuksen sihteeristölle UNFCCC:lle arvioitavaksi. (Statistics Finland 2021, 16; UNFCCC 2008, 20; Tilastokeskus a.)

3.1 Suomen kansallinen kasvihuonekaasuinventaario

Suomessa kansallisen kasvihuonekaasuinventaarion toteutuksesta ja raportoinnista vastaa Tilastokeskus. Suomen kansalliset kasvihuonekaasupäästöt raportoidaan seuraavilta sektoreilta: energia, teollisuusprosessit, maatalous, LULUCF ja jäte. Tilastokeskus vastaa inventaarion energiasektorin ja teollisuusprosessien päästötiedoista. Teknologian tutkimuskeskus VTT vastaa Suomen virallisista tieliikenteen päästöistä. Tieliikenteen päästöt lasketaan VTT:n ylläpitämällä LIISA-päästölaskentamallilla, joka on osa LIPASTO-laskentajärjestelmää, joka kattaa pakokaasupäästöt ja energiankulutuksen kaikkien liikennemuotojen osalta. Liikennemuodoista laskentajärjestelmässä on mukana tie-, raide-, vesi- ja ilmaliikenne sekä työkoneet. (Lounasheimo et al. 2020; VTT 2020a.) SYKE vastaa jätesektorin ja F-kaasujen päästötietojen tuottamisesta. Jätesektorin päästöt kattavat kaatopaikkojen päästöt sekä jätteiden kompostoinnista ja jätevedenkäsittelystä aiheutuneet päästöt. Luonnonvarakeskus laskee maankäyttösektorin päästöt. Maatalouden osalta lasketaan kotieläinten ruoansulatuksesta, lannankäsittelystä, kalkituksen- ja urealannoituksen, maaperän sekä pelloilla poltettujen kasvintähteiden aiheuttamat päästöt. Maankäytön päästöistä raportoidaan hiilidioksidipäästöt ja -poistumat eri maankäyttöluokille, kuten metsämaille ja viljelysmaille. Lisäksi määritetään esimerkiksi puutuotteiden ja turvetuotantoalueiden käytöstä aiheutuneet päästöt. (Tilastokeskus 2022a; Tilastokeskus a.)

Tilastokeskus laatii myös vuosittain suomenkielisen yhteenvetoraportin kasvihuonekaasupäästöjen kehityksestä Suomessa. Raportointi kattaa hiilidioksidin (CO₂), metaanin (CH₄), dityppioksidin (N₂O), rikkiheksafluoridin (SF₆) ja typpitrifluoridin (NF₃) sekä lisäksi vetyfluorihili (HFC) - ja perfluorihili (PFC) -yhdisteryhmien kaasut. Lisäksi inventaariossa raportoidaan joitain esiasteita, jotka eivät ole varsinaisia kasvihuonekaasuja, mutta vaikuttavat muutoin ilmaston lämpenemiseen. Näitä esiasteita ovat esimerkiksi hiilimonoksidi (CO), typen oksidit (NO_x), rikkidioksidi (SO₂) ja haihtuvat orgaaniset

yhdisteet (NMVOC). Kioton pöytäkirja ei kuitenkaan vaadi näiden raportointia. (Statistics Finland 2021, 16; Tilastokeskus 2022a.) Maankäyttö, maankäytön muutokset ja metsätalous (LULUCF) -sektorin päästöt ovat Suomessa nettonieluisia. Sektorista aiheutuvat päästöt eivät siis ylitä sitoutuvan hiilidioksidin määrää. (Tilastokeskus 2021c, 11.)

3.2 Kuntien päästöjen määrittäminen

Kansallinen kasvihuonekaasuinventaarior ja sen raportointi on tarkoin säädelty kansainvälisten sopimusten myötä. Vastaavaa kansainvälisesti sovittua mallia kuntien ja kaupunkien kasvihuonekaasujen määrittämiseksi ei kuitenkaan ole. (Seppälä et al. 2019a, 7). Myöskään kaupunkien tai alueiden kasvihuonekaasupäästöjen laskentaan ei ole vain yhtä vakiintunutta kansainvälistä mallia (Lounasheimo et al. 2020, 10). Hiilineutraaliuden tavoite, laskentasäännöt sekä päästöjen kompensatiomenetelmät korostuvatkin kuntien ja kaupunkien hiilineutraaliudesta puhuttaessa, sillä näille ei ole ennalta määrättyä ja yhteisesti sovittua suoritustapaa. Kuntien ja alueiden kohdalla päästötarkastelu on usein rajattu alueen maantieteellisten rajojen sisäpuolella aiheutuvien päästöjen osalle tietyn ajanjakson aikana. Ajanjaksona käytetään usein yhtä kalenterivuotta, koska tavallisesti päästötiedot raportoidaan vuosittain. (Seppälä et al. 2019a, 7–8; Seppälä et al. 2014, 5.)

Suomen Ympäristökeskus on kuitenkin laatinut kaikille Suomen kunnille yhteneväisen alueellisen päästölaskentajärjestelmän (ALas) ja sen dokumentoinnin. Kansainvälisesti tunnetuin laskentaohjeistus on GHG Protocol -organisaation luoma GPC-standardi. (Lounasheimo et al. 2020, 7). Seuraavissa kappaleissa käydään tarkemmin läpi alueiden kasvihuonekaasupäästöjen määrittämistä, systemirajausta ja laskentamenetelmiä, joista tarkastellaan edellä mainittuja suomalaista ALas-mallia (Hinku-malli) sekä kansainvälistä GPC-standardia.

3.3 Rajaus ja yleiset laskentaperusteet

Alueiden kasvihuonekaasupäästölaskennan tuloksiin vaikuttaa merkittävästi, mitkä päästölähteistä otetaan systeemirajauksessa huomioon ja mitkä jätetään tarkastelun ulkopuolelle, sekä kuinka laskennassa käytettävä aktiviteettidata on määritetty. Tarkasteltavien toimintojen lähtötietojen ja päästökertoimien hankkiminen aiheuttaa epävarmuuksia päästöjen määrittämiseen. Etenkin kaupunkien päästöjen määrittämistä vaikeuttaa tarkasteltavien toimintojen monimutkaisuus, mikä aiheuttaa haasteita rajauksen tekemiseen. (Carloni, Green 2017, 130).

Periaatteessa kaikki kasvihuonekaasupäästölaskenta noudattaa kuitenkin yksinkertaista kaavaa, jossa tarkasteltava aktiviteettidata kerrotaan siihen liittyvän päästön päästökertoimella.

$$khk - \text{päästöt} = \text{aktiviteettidata} \times \text{päästökerroin}$$

(GHG Protocol 2014, 48.)

Aktiviteettidata on määrällinen suure sellaiselle toiminnalle, joka johtaa kasvihuonekaasupäästöihin tietynä ajanjaksona. Esimerkiksi käytetyn kaasun tilavuus, ajetut kilometrit tai kaatopaikalle viedyn sekajätteen massa. Päästökerroin on kasvihuonekaasun massan määrä suhteessa toiminnan yksikköön. Esimerkiksi, määritettäessä sähkönkulutuksen CO₂-päästöjä, tulee kulutetun sähkön määrä (kWh) kertoa toimintaan sidotulla päästökertoimella (kgCO₂/kWh). Päästökerroin vaihtelee riippuen toiminnasta, esimerkiksi sähkönkulutuksen tapauksessa teknologiasta ja käytetystä polttoaineesta. (GHG Protocol 2014, 48.)

Kasvihuonekaasupäästöjen laskennassa käytettyjä erilaisia rajoja ovat muun muassa alueperusteinen, kulutusperusteinen sekä käyttöperusteinen laskenta. Alueperusteisella päästölaskennalla tarkoitetaan alueen rajojen sisäpuolella aiheutuvien kasvihuonekaasupäästöjen määrittämistä. Suomen kielessä käytetään myös termiä tuotantoperusteinen laskentatapa, joka on synonyymi alueperusteiselle laskentatavalle. (Seppälä et al. 2019a, 5–6; Lounasheimo 2019.) Kulutusperusteinen päästölaskenta ei

huomioi päästöjen fyysistä syntyipaikkaa, vaan laskenta perustuu alueella tapahtuvaan kulutukseen. Laskentaan sisällytetään kotitalouksien energian, tavaroiden ja palveluiden kulutus sekä investointien ja julkishallinnon kulutus. Kulutusperusteinen päästölaskenta huomioi tuotteiden ja palvelujen koko tuotantoketjun, eli laskennassa otetaan huomioon myös tuontituotteista ja paikallisesta tuotannosta aiheutuneet päästöt. Kulutusperusteinen päästölaskenta kuvaa tarkemmin alueen taloudellisen kulutuksen kokonaiskuvaa. (Lounasheimo 2019; Dahal, Niemelä 2017, 11.) Suomessa varsin usein päästöjen määrittelyyn käytetty tapa on käyttöperusteinen päästölaskenta, joka on yhdistelmä alueperusteista ja kulutusperusteista laskentaa. Käyttöperusteisessa laskennassa siis osa päästöistä lasketaan alueperusteisesti ja osa kulutusperusteisesti. (Lounasheimo 2019.) Käyttöperusteista laskentatapaa on käyttänyt esimerkiksi Suomen Ympäristökeskus kuntien Hinku-päästölaskennoissa. Käyttöperusteisessa laskennassa huomioidaan kunnan kuluttaman energian tuotannosta aiheutuneet päästöt, vaikka ne syntyisivät kunnan alueen ulkopuolella. (Seppälä et al. 2019a, 5.)

Alueet, kuten valtiot ja kunnat, käyttävät yleensä päästöjen määrittämiseksi alue- tai tuotantoperusteista laskentatapaa kulutusperusteisen laskennan sijaan. Kulutusperusteinen laskenta kattaa kaikkien kuluttajien tuotteiden ja palveluiden tuotantoketjut, jolloin se antaa alueen päästöistä kattavamman kuvan. (Dahal, Niemelä 2017, 1–2). Käyttämällä kulutusperusteista laskentaa voidaan saada hyvin erilaisia tuloksia, kuin hyödyntämällä alueperusteista laskentaa. Suomen vuoden 2015 kulutusperusteisesti lasketut kasvihuonekaasupäästöt olivat 73,4 miljoonaa tonnia CO₂e. Luku on 33 % suurempi kuin Suomen virallisissa tilastoissa esitettävä alueperusteisen laskennan tulos. (Nissinen, Savolainen 2019, 3). Suomen virallisen kasvihuonekaasuinventaarion mukaan vuonna 2015 Suomen päästöt olivat 55,1 miljoonaa tonnia CO₂e (Tilastokeskus 2021c, 12).

Erilaisten laskentatapojen takia alueiden päästövähennysten ja ilmastotoimien vertailu on siis edelleen haastavaa. Tämän vuoksi on tärkeää ymmärtää, kuinka päästölaskenta vaikuttaa kaupunkien ja kuntien ilmastonmuutoksen hillitsemisen toteuttamiseen. Merkittäviä laskennassa vaikuttavia tekijöitä ovat käytetty päästölaskentamenetelmä, menetelmän yhteys kansainvälisiin päästöstandardeihin sekä kuntien ja kaupunkien käyttämien menetelmien johdonmukaisuus. (Dahal, Niemelä 2017, 1). Alueiden

kasvihuonekaasuinventarioiden vertailukelpoisuuden takaamiseksi on inventaariota luodessa määritettävä tarkasti rajaus, mitattavat asiat ja se, kuinka asioita mitataan. (Carloni, Green 2017, 129.)

Esimerkiksi nimenomaan Suomen kuntien päästötavoitteiden seurantaan kehitelty SYKE:n Hinku-laskentamalli ei sisällä päästökauppaan kuuluvien teollisuuslaitosten polttoaineiden kulutusta, teollisuuden sähkönkulutusta tai teollisuuden jätteiden käsittelystä aiheutuneita päästöjä eikä kuorma-, paketti- ja linja-autojen läpiajoliikennettä. (Lounasheimo et al. 2020, 13). Teollisuus on merkittävä päästösektori, joten Hinku-menetelmällä lasketut kasvihuonekaasupäästöt eivät anna todenmukaista kuvaa koko Suomen päästöistä. Vuonna 2015 Hinku-laskennalla lasketut kaikkien Suomen kuntien yhteenlasketut päästöt olivat 37,2 miljoona tonnia CO₂e (Suomen Ympäristökeskus 2021 c). Luku on 32 % pienempi, kuin Suomen virallisen kasvihuonekaasuinventaarion vastaavan vuoden päästölukema. Kuitenkin kuntien voi olla vaikea vaikuttaa aiemmin mainittujen päästösektoreiden päästöihin, joten Hinku-laskentaa käyttämällä kuntien on mahdollista keskittyä seuraamaan sellaisten osaluokkien päästökäytystä, joihin kunta voi itse merkittävästi vaikuttaa.

Kunnilla ja kaupungeilla usein on toimintoja, jotka siirtävät päästöjä aluerajojen ulkopuolelle. Päästöt lasketaan kuuluvaksi alueelle rajauksesta ja päästösektorista vaihdellen. Esimerkiksi Tukholmassa sähköntuotannon päästöt syntyvät pääasiassa kaupungin rajojen ulkopuolella, kun päästölaskenta perustuu kaupungissa kulutetun sähkön määrään. (Dahal, Niemelä 2017, 6). Alueperusteinen laskentatapa taas aiheuttaa liikennesektorin päästöissä vääristymää kunnissa, joissa ajaa paljon ajoneuvoja, jotka eivät ole rekisteröity kyseiseen kuntaan. (Lounasheimo et al. 2020, 33.) Myös esimerkiksi jätteenpolttolaitoksille päätyy usein jätettä useamman kunnan alueelta, mutta esimerkiksi Hinku-laskennassa poltosta aiheutuneita päästöjä ei allokoita kuntakohtaisesti, vaan päästöt kuuluvat sille kunnalle, jossa poltosta hyödynnetty energia käytetään. Edellä mainittu tapa ei kuvaa todenmukaisesti kunnan tuottamien jätteiden aiheuttamia päästöjä, mutta se mukaillee kansallista ja kansainvälistä päästölaskentaa (Lounasheimo et al. 2020, 18).

3.4 Laskentamallit

Seuraavissa kappaleissa käsitellään globaalisti tunnetuinta kaupunkien ja kuntien kasvihuonekaasupäästömallia GPC-standardia sekä Suomessa kuntien kasvihuonekaasupäästöjen määrittämiseksi käytettyä ALas- (Alueellinen laskenta) ja Hinkumallia sekä tarkastellaan näiden vertautuvuutta toisiinsa.

3.4.1 GPC Protocol laskentamalli

Greenhouse Gas Protocol, lyhyemmin GHG Protocol, on organisaatio, joka tarjoaa yrityksille, kunnille ja kaupungeille kasvihuonekaasulaskentaan ja raportointiin standardeja, ohjeistuksia ja malleja. GPC Protocol on Maailman luonnonvarainstituutti WRI:n, C40-verkoston sekä ICLEI:n perustama. GHG Protocol on luonut erityisesti kaupungeille ja kunnille tarkoitettua kansainvälisen aluetason päästölaskentastandardin nimeltä Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emissions Inventories. Suomen kielellä mallista käytetään usein nimitystä GPC-standardi (Lounasheimo et al. 2020, 10), ja tällä nimellä kyseiseen laskentastandardiin viitataan tässäkin työssä.

GPC-standardi pitää sisällään kolme eri systeemirajaus, Scope 1, 2 ja 3. (Lounasheimo et al. 2020, 10.) Scope 1 rajaus tarkoittaa alueen rajojen sisäpuolella syntyneitä päästöjä eli Scope 1 on käytännössä alueperusteinen systeemirajaus. Scope 2 systeemirajauksessa huomioidaan energiankulutuksesta aiheutuvat päästöt, eli päästöt, jotka aiheutuvat verkon sähkön-, lämmön, höyryn ja/tai viilennyksen kulutuksesta alueen rajojen sisäpuolella. Scope 3 rajaus ottaa huomioon kaikki kasvihuonekaasupäästöt, jotka ovat tulosta alueen rajojen sisäpuolella tapahtuneesta toiminnasta, vaikka päästöt syntyvät rajojen ulkopuolella. (GPC Protocol 2014a, 35; Lounasheimo et al. 2020, 10.) GPC-standardi sisältää myös kaksi eri päästöraportointivaihtoehtoa, BASIC ja BASIC+. Nämä raportointivaihtoehdot edelleen sisältävät erilaisia yhdistelmiä eri päästösektoreista sekä aiemmin mainituista scope-rajauksista. (Lounasheimo 2019.)

3.4.2 Alas ja Hinku laskentamallit

Suomen ympäristökeskuksen Alueellinen Laskenta (ALas) -mallin laskenta vastaa pääpiirteissään GPC-standardin laskentaperiaatteita sekä mukailee Suomessa yleisesti käytettyä CO₂-raportointia. (Lounasheimo et al. 2020, 12.) Päästösektoreista Alas-malli ottaa huomioon seuraavat:

- rakennusten lämmitys
 - kaukolämpö, öljylämmitys, sähkölämmitys, maalämpö, puu- ja muu lämmitys
- sähkönkulutus
 - kulutussähkö ja teollisuuden sähkö
- liikenne
 - tieliikenne, vesiliikenne, raideliikenne
- teollisuuden polttoainekäyttö
- työkoneet
- jätteiden käsittely
- F-kaasut
- maatalous
- kompensatio tuulivoiman tuottamisesta. (Lounasheimo et al. 2020, 13.)

Alas-malli ei sisällä lentoliikenteestä, ulkomaan laivaliikenteestä, jäänmurtaajista, teollisuusprosessien ei-polttoperäisistä toiminnoista aiheutuneita päästöjä eikä maankäyttö, maankäytön muutokset ja metsätalous -sektorin (LULUCF) päästöjä ja nieluja. GPC-standardiin eroten Alas-mallissa on huomioitu maatalous, henkilöautojen aluerajojen ulkopuolelle ulottuva liikenne, F-kaasut sekä energian siirtohävikki. GPC-standardin BASIC-raportointitasoa vastaavat tulokset saadaan jättämällä ALas-mallista pois maatalous sekä F-kaasut. (Lounasheimo et al. 2020, 11–14, 77.)

Hinku-laskenta on oletuslaskentamalli kuntien ilmastotavoitteiden seuraamiseksi. Hinku-laskenta jättää ulkopuolelle sellaisia tekijöitä, joihin kunnan on vaikea vaikuttaa. Laskennasta on jätetty pois päästökauppaan kuuluvan teollisuuden polttoaineiden käyttö, teollisuuden sähkönkulutus, teollisuuden jätteiden käsittely sekä läpiajoliikenteen päästöt, jotka ovat peräisin paketti-, linja- ja kuorma-autoista. Hinku-laskenta ottaa kuitenkin huomioon taakanjakosektoriin kuuluvan teollisuuden polttoaineiden käytön. (Lounasheimo

et al. 2020, 13, 17.) Taakanjakosektorilla tarkoitetaan EU:n kasvihuonekaasupäästöjen jaottelun sektoria, joka pitää sisällään päästökauppaan kuulumattomat kasvihuonekaasupäästöt energiankäytöstä, teollisuusprosesseista, liuottimista, maataloudesta sekä jätteistä (Lindroos, Ekholm 2016, 5).

ALas-mallissa ei jokaista päästösektoria lasketa alueellisesti, vaan osa sektoreista lasketaan kulutusperusteisesti. Hinku-mallin laskenta noudattaa ALas-mallin laskentaperiaatteita lukuun ottamatta muutamaa päästösektoria. Taulukko (2) esittää ALas 1.1. päästösektorit sekä laskentaperiaatteet. Taulukosta nähdään, millä laskentaperiaatteella (alue- vai kulutusperusteinen) sektori on laskettu ja sisältyykö sektori Hinku-laskentaan. Taulukko esittää myös kyseisten päästösektoreiden vastaavan GPC-scope rajauksen sekä GPC raportointitason (BASIC vai BASIC+). Taulukosta nähdään, että Hinku-laskenta noudattaa pääasiassa ALas-mallin laskentaa muutamaa päästösektoria lukuun ottamatta. Taulukossa tähdellä merkitty Scope 3 maininta tarkoittaa, että vesi- ja raideliikenteen osalta päästöjä syntyy myös aluerajojen ulkopuolella (Lounasheimo et al. 2020, 16). Läpiajoliikenne on selitetty tarkemmin tämän työn kappaleessa 3.5.2. *Liikenne*.

Taulukko 2. ALas 1.1. kasvihuonekaasupäästömallin mukaiset päästösektorit ja laskentaperiaatteet sekä vertautuvuus GPC-standardiin. (Lounasheimo et al. 2020, 16–17).

Päästösektori	Laskentaperiaate	Hinku-laskenta	GPC-scope	GPC-raportointitaso
Kaukolämpö – päästökauppa	Kulutus	Sisältyy	1, 2, 3	BASIC+
Kaukolämpö – taakanjako	Kulutus	Sisältyy	1, 2, 3	BASIC+
Öljylämmitys	Alue	Sisältyy	1	BASIC
Sähkölämmitys	Kulutus	Sisältyy	1, 2, 3	BASIC+
Maalämpö	Kulutus	Sisältyy	1, 2, 3	BASIC+
Puulämmitys	Alue	Sisältyy	1	BASIC
Muut erillislämmitys	Alue	Sisältyy	1	BASIC
Kulutussähkö	Kulutus	Sisältyy	1, 2, 3	BASIC+
Teollisuuden sähkö	Kulutus	Ei sisälly	1, 2, 3	BASIC+
Henkilöautot	Kulutus	Sisältyy	1, 3	BASIC+
Moottoripyörät ja mopot	Kulutus	Sisältyy	1, 3	BASIC+
Linja-autot – läpiajo	Alue	Ei sisälly	1	BASIC
Pakettiautot – läpiajo	Alue	Ei sisälly	1	BASIC

Kuorma-autot – läpiajo	Alue	Ei sisälly	1	BASIC
Linja-autot – ei läpiajoa	Alue	Sisältyy	1	BASIC
Pakettiautot – ei läpiajoa	Alue	Sisältyy	1	BASIC
Kuorma-autot – ei läpiajoa	Alue	Sisältyy	1	BASIC
Raideliikenne	Alue	Sisältyy	1, 2, 3*	BASIC
Vesiliikenne	Alue	Sisältyy	1, 3*	BASIC
Teollisuus – päästökauppa	Alue	Ei sisälly	1	BASIC
Teollisuus – taakanjako	Alue	Sisältyy	1	BASIC
Työkoneet	Alue	Sisältyy	1	BASIC
F-kaasut	Alue	Sisältyy	1	BASIC+
Maatalous	Alue	Sisältyy	1	BASIC+
Jätteiden käsittely	Kulutus	Sisältyy	1, 3	BASIC
Teollisuuden jätteet	Kulutus	Ei sisälly	1, 3	BASIC
Kompensaatiot	Alue	Sisältyy	-	-

3.5 Laskentaperiaatteet sektoreittain

Usein moni alueille tarkoitettu laskentamalli noudattaa pääpiirteittäin IPCC:n kansallisen kasvihuonekaasuinventaario-ohjeistuksen laskentaperiaatteita. On kuitenkin arvosteltu, että IPCC:n laskentajärjestelmä soveltuu heikosti kaupunkitason laskentaan, sen soveltuen paremmin kansalliseen päästölaskentaan ja kasvihuonekaasuinventaarioiden luomiseen UNFCCC:lle (Dahal, Niemelä 2017, 2). Näin ollen tässä luvussa on pääasiassa keskitytty kaupunkien ja kuntien päästölaskentaan tarkoitettuihin laskentamalleihin, GPC-standardiin ja Hinku-malliin. Seuraavissa kappaleissa käsitellään kyseisten mallien laskennan rajoituksia ja vaadittavia lähtötietoja eri kasvihuonekaasupäästösektoreiden osalta.

3.5.1 Energiasektori

Energiasektorin kasvihuonekaasupäästöt lasketaan kertomalla käytetyn polttoaineen kulutus (aktiviteettidata) polttoainetta vastaavalla päästökertoimella. GPC standardi ohjeistaa, että aktiviteettidataa varten tulisi tietää mahdollisimman tarkka kulutus sekä energiatehokkuus,

esimerkiksi rakennuksille energiankulutus neliometriä kohden (MWh/m²). Polttoaineenkulutus tulisi määritellä erikseen jokaiselle polttoainetyypille. (GPC Protocol 2014a, 61.)

GPC standardin energiasektorin scope 1 rajausta pitää sisällään kaupungin rajojen sisäpuolella energiankäytöstä aiheutuneet päästöt. Scope 1 kattaa päästöt, jotka aiheutuvat teollisuuden ja rakennusten energian- ja polttoaineenkulutuksesta sekä jalostamoiden ja energialaitosten primäärienergianlähteiden muuntamisesta. Energiasektorin scope 2 rajausta pitää sisällään sähkönkulutuksesta aiheutuneet päästöt. Sähkönkulutuksen osalta scope 2 kattaa kaiken rajauksen sisällä tapahtuneen sähkönkulutuksen aiheuttamat päästöt huolimatta siitä, missä sähköverkkoon syötetty sähkö on tuotettu. Scope 3 huomioi energiaverkoston jakelu- ja siirtohäviöt. Scope 3 kattaa verkkoon syötetyn sähkön, höyryn, lämmön ja jäähtymisen jakelu- ja siirtohäviöt. Energiankäyttöä, joka tapahtuu kaupungin rajojen ulkopuolella, mutta liittyy kaupungin omaan toimintaan, esimerkiksi naapurikaupungin käyttämä sähkö jätevedenpuhdistukseen, kun jätevesi on tuotettu raportoivassa kaupungissa, ei vaadita raportoimaan BASIC tai BASIC+ -raportoinneissa, mutta voidaan raportoida scope 3 'muut' (Other) otsikon alle. (GPC Protocol 2014a, 60.)

Hinku-laskennassa energiasektorin päästöt on jaettu useammalle eri sektorille pääasiassa rakennusten eri lämmitysmuotojen mukaisesti. Kaukolämmönkulutuksesta aiheutuvat päästöt lasketaan kaukolämmön kulutuksen perusteella. Kaukolämmön päästöjen laskennassa tarkastelussa huomioidaan kaukolämmön tuotanto, teollisuudelta ja naapurikunnilta ostettu lämpö ja lämmönmyynti. Sähkön- ja lämmön yhteistuotannosta aiheutuvat päästöt lasketaan hyödynjakomenetelmällä. Hyödynjakomenetelmällä tarkoitetaan yhdistetyn sähkön ja lämmöntuotannossa käytettyjen polttoaineiden ja aiheutuneiden päästöjen jakamista vaihtoehtoisten hankintamuotojen polttoaineiden kulutuksen suhteessa. Yhdyskuntajätteen hyödyntäminen kaukolämmöntuotannossa aiheuttaa päästöt sille kunnalle, jossa jätteenpoltolla tuotettu kaukolämpö hyödynnetään, huolimatta siitä, minkä alueen tai kunnan jätteitä poltossa käytetään. Muuta lämmitysmuotoa kuin kaukolämpöä käyttävien rakennusten energiankulutus lasketaan kyseisen lämmitysmuodon polttoaineen kulutuksen ja IPCC:n päästökertoimien perusteella. Sähkönkulutus lasketaan Hinku-laskennassa erikseen lämmityssähkölle ja kulutussähkölle.

Kulutussähkö kattaa kaiken sähkönkulutuksen lukuun ottamatta raideliikenteen ja maalämmön sähkönkulutusta. (Motiva; Lounasheimo et al. 2020, 18, 21, 25).

3.5.2 Liikennesektori

IPCC:n kansallisen kasvihuonekaasuinventaarion laskentaohjeet ohjeistavat laskemaan tieliikenteen päästöt joko polttoaineenkulutuksen tai ajettujen kilometrien perusteella. Yleisesti ottaen polttoaineenkulutukseen perustuva lähestymistapa on sopivampi määrittelemään tieliikenteestä aiheutuvat CO₂-päästöt, kun taas ajettuihin kilometreihin perustava tapa on soveltuvampi CH₄ ja N₂O-päästöjen määrittämiseksi. (IPCC 2006, 3.10).

GPC-standardi ei määrittele yhtä tiettyä tapaa laskea tieliikenteen päästöjä johtuen lähtötietojen vaihtelevuudesta. Standardi kuitenkin kehottaa laskemaan tieliikenteen päästöt perustuen yhteen neljästä metodista: polttoaineenmyyntiin, kaupungin toimintoihin, alueelliseen, tai asukkaiden toimintaan. Standardi suosittelee käyttämään kaupungin toimintoihin perustuvaa metodia, sillä se tarjoaa parhaiten paikalliseen päätöksentekoon soveltuvat tulokset. (GPC Protocol 2014a, 73, 77.) Polttoaineenmyyntiin perustuvassa tavassa päästöt lasketaan myydyn polttoaineen perusteella. Myydyn polttoaineen määrät määritetään esimerkiksi polttoaineenmyyjien, polttoaineverotuksen tai kaupungin polttoainetilastojen perusteella. Kaupungin toimintojen ja niiden aiheuttamat päästöt lasketaan määrittäen kaikki kaupungin rajojen sisäpuolella tapahtunut liikenne sekä puolet niistä matkoista, jotka joko alkavat kaupungista tai päättyvät kaupunkiin. Alueellisessa tavassa päästöt määritetään kaiken alueen rajojen tapahtuneen liikenteen perusteella. Liikennettä tarkastellaan kuljettujen henkilökilometrien perusteella perustuen liikkumistutkimuksiin ja -malleihin. Asukkaiden toimintaan perustuvassa tavassa päästöt määritetään kotitalouksien kyselyiden, ajoneuvojen rekisteröintidatan tai ajoneuvojen matkamittarilukemien perusteella. (GPC Protocol 2014a, 81.)

Hinku-laskennassa kunnan liikenteen päästöiksi lasketaan kuntaan rekisteröityjen ajoneuvojen aiheuttamat päästöt. Päästöt lasketaan pääasiassa käyttöperusteisesti kuntaan rekisteröityjen ajoneuvojen vuoden aikana ajettujen kilometrien perusteella. Päästökertoimena käytetään tarkasteltavan ajoneuvoluokan keskimääräistä päästökerrointa.

Käyttöperusteisesti päästöt lasketaan henkilöautoille, moottoripyörille, mopoille ja mopoautoille. Alueperusteisesti päästöt lasketaan paketti-, linja- ja kuorma-autoille, mutta ilman läpiajoliikennettä. Paketti-, linja- ja kuorma-autojen osalta huomioidaan siis vain oma tieliikenne. Omalla tieliikenteellä tässä tapauksessa tarkoitetaan kunnan alueella tapahtuvaa ajoa, huolimatta siitä, mihin kuntaan ajoneuvo on rekisteröity. (Lounasheimo et al. 2020, 33, 35.) Näin ollen esimerkiksi kunnan alueella läpikulkevan valtatie liikenne ei vaikuta kunnan päästöihin.

3.5.3 Teollisuussektori

GPC-standardin teollisuussektori on IPCC:n kasvihuonekaasuinventaarion sektorijaottelun mukainen, Industrial Processes and Product Use (IPPU) eli teollisuusprosessit ja tuotteiden käyttö. GPC-standardi ohjeistaa raportoimaan kaikki teollisista prosesseista, tuotteiden käytöstä ja fossiilisten polttoaineiden muusta kuin energiakäytöstä aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt IPPU-sektorin alle. Standardin teollisuusprosessit käsittävät esimerkiksi metallien tuotannon sekä kemikaalien ja mineraalien tuotannon ja käytön. Tuotteiden käyttö tarkoittaa esimerkiksi F-kaasujen käyttöä.

Hinku-laskennassa teollisuuden kasvihuonekaasupäästöistä otetaan huomioon taakanjakosektoriin kuuluvien teollisuuslaitosten polttoaineiden käytöstä aiheutuvat päästöt. Laskenta jättää ulkopuolelle päästökauppaan kuuluvan teollisuuden polttoaineiden käytön sekä koko teollisuuden sähkön- ja kaukolämmönkulutuksen ja teollisuuden kiinteistöjen lämmityksen. (Lounasheimo et al. 2020. 15, 26–27).

3.5.4 Jätesektori

GPC-standardissa jätesektorin scope 1 rajaus kattaa kaikki päästöt, jotka aiheutuvat jätteenkäsittelystä kaupungin rajojen sisäpuolella. Tämä kattaa kaikki kasvihuonekaasupäästöt, jotka aiheutuvat jätteen käsittelystä ja hävittämisestä kaupungin rajojen sisäpuolella, huolimatta siitä, onko jäte tuotettu kaupungin rajojen ulko- vai sisäpuolella. BASIC ja BASIC+ vaatii ainoastaan kaupungissa tuotetusta jätteestä

aiheutuneiden päästöjen raportoinnin. Alueelle tuoduista jätteistä aiheutuneita päästöjä ei tule lisätä BASIC tai BASIC+ raportointiin, mutta päästöt on sisällytettävä scope 1 rajaukseen. Scope 2 rajaus ei ole sovellettavissa jätesektoriin, vaan kaikki jätteenkäsittelystä aiheutuneen sähkönkulutuksen päästöt tulee raportoida energiasektorin alle. Scope 3 rajaus ottaa huomioon päästöt, jotka aiheutuvat kaupungissa syntyneistä jätteistä, jotka kuitenkin käsitellään kaupungin rajojen ulkopuolella. Rajaus kattaa kaikki kasvihuonekaasupäästöt, jotka aiheutuvat kaupungissa syntyneiden jätteiden käsittelemisestä jätteenkäsittelylaitoksissa kaupungin rajojen ulkopuolella. (GPC Standard 2014, 89–90.)

Hinku-laskennassa jätteiden osalta huomioidaan kaatopaikkojen metaanipäästöt sekä jätteiden kompostoinnista ja mädätyksestä aiheutuvat metaani- ja dityppioksidipäästöt. Jäteveden osalta huomioidaan jätevedenpuhdistuksen metaani- ja dityppioksidipäästöt. Hinku-laskenta ei huomioi lainkaan teollisuuden jätteiden käsittelyä, joten jätteiden käsittelystä aiheutuvat päästöt lasketaan vain yhdyskuntajätteille. (Lounasheimo et al. 2020, 15, 51.) Hinku-mallissa kaatopaikkojen metaanipäästöt lasketaan IPCC:n laskentaohjeiden mukaisesti First Order Decay -menetelmällä (FOD). FOD-menetelmässä huomioidaan metaanipäästöjen muodostumiseen kuluva aika, muodostuvan metaanin määrän riippuen jätteissä jäljellä olevan hiilen määrästä. (Tuhkanen 2002, 3; Lounasheimo et al. 2020, 51.) Myös GPC-standardi suosittelee käyttämään jätteiden kaatopaikkaamisesta aiheutuneiden metaanipäästöjen laskemiseksi IPCC:n laskentaohjeiden mukaista FOD-laskentatapaa. Hinku-mallissa jätteiden kompostoinnista, mädätyksestä ja jätevedenpuhdistuksesta aiheutuvat päästöt allokoidaan kunnille Suomen kansallisen kasvihuonekaasuinventaarion tulosten ja kuntien yhdyskuntajätteiden ja teollisuuden teollisuusjätteiden tuotantomäärien mukaisesti. (Lounasheimo et al. 2020, 52).

3.5.5 Maa- ja metsätalous ja maankäyttö -sektori

GPC-standardissa maa- ja metsätalous ja muu maankäyttö -sektorin scope 1 rajaus kattaa kaikki biogeeniset hiilidioksidipäästöt, jotka aiheutuvat maankäytön- ja maankäytönmuutoksesta. Scope 1 kuitenkin kata poistumia. Scope 2 rajaus ei ole sovellettavissa AFOLU-sektoriin, vaan kaikki maa- ja metsätalouden rakennusten ja ajoneuvojen käytöstä aiheutuneen sähkönkulutuksen päästöt tulee raportoida

energiasektorin alle. Päästöjä, jotka aiheutuvat maankäytön toiminnoista alueen ulkopuolella, esimerkiksi maataloustuotteiden tuonnista kaupungissa kulutettavaksi, ei vaadita raportoimaan BASIC tai BASIC+ -raportoinneissa, mutta voidaan raportoida scope 3 'muut' (Other) otsikon alle. Päästötarkastelu kattaa kotieläimistä ja lannasta aiheutuvat metaanipäästöt, biomassan polttamisesta aiheutuvat metaani-, dityppioksidi- ja hiilidioksidipäästöt ja kalkituksesta, urea- ja muusta lannoituksesta aiheutuvat hiilidioksidipäästöt. (GPC Protocol 2014a, 121, 123.)

Hinku-laskenta ei sisällä maankäyttö- tai metsätaloussektorin päästöjä eikä se huomioi hiilinieluja. Malli kuitenkin sisältää maatalouden päästöt. Hinku-laskennassa maatalouden päästöissä huomioidaan maatalousmaidien ja kotieläinten ja niiden lannan CH₄ ja N₂O -päästöt sekä CO₂-päästöt, jotka aiheutuvat kalkituksesta ja urealannoituksesta. Laskenta noudattaa Suomen kasvihuonekaasuinventaarion laskentamenetelmiä. (Lounasheimo et al. 2020, 42).

4 HIILINEUTRAALIUDEN EDISTÄMINEN

Hiilineutraaliuden tavoittelemisessa vaaditut toimenpiteet noudattavat samaa järjestystä, oli tarkastelussa sitten yksilön, tuotteen, organisaation, kunnan, alueen tai valtion hiilineutraalius. Ensin tulee arvioida aiheutetut kasvihuonekaasupäästöt, jonka jälkeen kasvihuonekaasuja tulee vähentää. Vasta päästövähennysten jälkeen jäljelle jääviä kasvihuonekaasuja kompensoidaan hiilineutraaliuden saavuttamiseksi. Vaikka hiilineutraaliuden tavoittelu käsittää päästövähennyksien lisäksi myös nielujen kasvattamisen sekä ylijäävien päästöjen kompensoinnin, tulisi ensisijaisena hiilineutraaliuden tavoittelun lähtökohtana olla päästövähennykset ja vasta tarpeeksi kunnianhimoisten päästövähennysten jälkeen hyödynnetään hiilineutraaliuden saavuttamiseksi päästökompensaatioita. (Seppälä et al. 2019a, 7, 9; Seppälä et al. 2019b, 15).

Tämän työn rajauksen myötä tämän luvun tarkastelussa keskitytään vain päästövähennyskeinoihin hiilineutraaliuden edistämiseksi, eikä kompensatiokeinoja tarkastella lainkaan. Seuraavissa kappaleissa käsitellään nimenomaan kaupunkien ja kuntien erilaisia keinoja ja toimenpiteitä, joilla päästövähennyksiä olisi alueella mahdollista saavuttaa. Näin ollen esimerkiksi teollisuussektorin päästövähennyskeinoja ei tarkastella lainkaan, sillä kunnilla on vähän käytössään keinoja, joilla suoraan vaikuttaa alueensa teollisuuden päästöihin.

4.1 Kunnan hiilineutraaliuden edistäminen

Kunnan vastuulla on järjestää kunnalle laissa määrätyt tehtävät taloudellisesti, sosiaalisesti ja ympäristöllisesti kestäväällä tavalla sekä edistää elinvoimaisuutta ja hyvinvointia alueellaan (410/2015 Kuntalaki §1, §7). Kunnalle määrätyjä tehtäviä voidaan kunnan oman toiminnan lisäksi hoitaa liikelaitosten, konserniyhtiöiden, kuntien yhteistoiminnan tai ostopalvelujen avulla (Valtiovarainministeriö 2013, 3). Kuntaorganisaatio voi vaikuttaa oman toimintansa lisäksi esimerkiksi liikelaitoksiensa toimintaan (Suomen Ympäristökeskus, Motiva). Kunnalla on kuntalain mukaan oltava kuntastrategia, jossa

kunnanvaltuusto määrittää kunnan toiminnan ja talouden tavoitteista (410/2015 Kuntalaki §37). Kuntastrategia ei velvoita ilmastostrategian laatimiseen, mutta monessa Suomen kunnassa on laadittu ilmasto-ohjelma ja suuremmissa kunnissa ilmastotyö on usein strategiatasolla huomioitu. (Parviainen 2015, 19).

Kunnilla on tärkeä tehtävä ilmastonmuutoksen hillintää edistävien ilmastotoimien toteuttajana ja alueensa päästöjen vähentämisessä, niin oman toimintansa kautta, kuin alueensa muiden toimijoiden ilmastotoimenpiteiden mahdollistajana. Kun huomioidaan kuntien omien toimintojen lisäksi kunnan yhteistyö kuntalaisten ja alueen yritysten kanssa, on kunnalla periaatteessa mahdollisuus vaikuttaa alueensa kaikkiin päästölähteisiin, mutta mahdollisuudet kuitenkin vaihtelevat suorien ja epäsuorien vaikutusmahdollisuuksien välillä. Kunnalla itsellään on rajalliset mahdollisuudet omilla ohjauskeinoillaan edistää hiilineutraaliuttaan. (Parviainen 2015, 9, 17, 59).

Kuntien on mahdollista vaikuttaa alueensa päästöihin esimerkiksi investointien ja hankintojen kautta. Perusteellisella suunnittelulla on mahdollista toteuttaa mahdollisimman vähäisiä ilmastovaikutuksia omaavia investointeja ja hankintoja. Kunnan oma toiminta ja omistajaohjaus on myös tärkeä työkalu kuntien ilmastotyössä ja päästövähennyksien toteuttamisessa. Kunta voi sisällyttää ilmastotavoitteensa strategiaansa tai toimintasuunnitelmaansa ja näin ollen osallistuttaa koko kuntakonsernia ympäristö- ja ilmastotoimenpiteisiin. Kuntien yhteistyöllä sidosryhmiensä kanssa on myös merkittävä rooli ilmastotyössä. Kunnat voivat sidosryhmäyhteistyöllä luoda uusia ilmastotoimenpiteitä ja aktivoimalla ja osallistuttamalla sidosryhmiä taata tasa-arvoisen ilmastotyön alueella. (Korhonen et al. 2022, 16.)

Kunnan kokoluokasta riippuen kuntien mahdollisuudet ilmastotoimiin ovat usein erilaiset. Suuremmilla kunnilla on lähtökohtaisesti enemmän resursseja toimenpiteitä varten, mutta pienemmissä kunnissa voidaan esimerkiksi maakuntayhteistyöllä mahdollistaa erilaisia ilmastotoimenpiteitä. (Mattinen-Yuryev 2021, 15.) Kunnan yhdyskuntarakenne asettaa myös omat rajansa ilmastoteoille. Esimerkiksi maaseutumaisilla kunnilla henkilöauto on usein ainoa mahdollinen kulkuväline. (Parviainen 2015, 17.) Kunnan omistajuussuhteet vaikuttavat myös kunnan mahdollisuuksiin vähentää päästöjään. Kuntien

omistajaohjauksella tarkoitetaan toimia, joita kunta voi yhtiön omistajuuden tai jäsenyyden myötä käyttää vaikuttaakseen yhtiön tai muun yhteisön hallintoon ja toimintaan. (Kuntalaki 410/2015, 46§.) Esimerkiksi energialaitoksen omistajaohjauksella on mahdollista vaikuttaa energiantuotannon polttoainevalintaan.

Jotta kunnan olisi mahdollista saavuttaa asettamansa päästövähennystavoitteet, on kunnan toteutettava useita erilaisia toimenpiteitä. Vaikka tietoa erilaisista päästöjä vähentävistä toimenpiteistä olisikin saatavilla, kunnilta ja alueilta usein puuttuvat työkalut toimenpiteiden tehokkuuden arvioimiseksi. Tarvetta olisi tarkemmin tutkia erilaisten toimenpiteiden vaikutusta kasvihuonekaasupäästöihin sekä analysoida tekijöitä, jotka vaikuttavat eri sektoreiden päästöihin. Kuntien olisi tärkeä tunnistaa, millä toimilla olisi mahdollista saavuttaa merkittävimmät päästövähennykset eri sektoreilla, jotta kunnassa osattaisiin kohdentaa resurssit mahdollisimman tehokkaasti. (Helonheimo 2021, 3–4). Suomen Ympäristökeskus on luonut skenaariotyökalun, joka perustuu ALas-päästölaskentojen tuloksiin. Skenaariotyökalulla kuntien on mahdollista arvioida erilaisten päästövähennystavoitteiden vaikuttavuutta eri sektoreihin ja näin ollen tarkastella minkä suuruisia päästövähennyksiä erilaisiin tavoitteisiin pääseminen vaatisi eri sektoreilla. (Suomen Ympäristökeskus 2021a). Skenaariotyökalu voi olla mahdollinen keino kunnalle arvioida tiettyjen toimenpiteiden vaikutuksen merkittävyyttä päästövähennystavoitteiden saavuttamisessa.

4.2 Kuntien keinot päästöjen vähentämiseksi

Kunnilla on alueensa vaikutusvaltaisuuden myötä käytössään paljon keinoja omien toimintojensa sekä alueensa päästöjen vähentämiseksi. Taulukossa (3) on esitetty erilaisia kuntien vaikuttamismahdollisuuksien piirissä olevia ilmastotoimenpiteitä, joilla kunnan on mahdollista vaikuttaa alueensa päästöihin vähentävästi. Toimenpiteet on jaoteltu kategorioittain ja monia alla mainittuja toimenpiteitä voivat kunnat hyödyntää eri osa-alueilla. Tarkemmin kuntien käytössä olevia ilmastotoimenpiteitä ja päästövähennyskeinoja eri päästösektoreilla tarkastellaan tämän luvun kappaleissa 4.2.1. – 4.2.5.

Taulukko 3. Kuntien yleisimpiä ilmastotekoja ja -toimenpiteitä (Lähteistä Korhonen et al. 2022, 17-18; Mattinen-Yuryev 2021, 16; Sitra 2018a; Sitra 2018b).

Kategoria	Toimenpiteet
Energiasektori	Kaukolämmöntuotannon polttoaineenvaihdos. Öljylämmityksestä pois vaihtaminen. Vihreän sähkön ostaminen kunnan rakennuksiin. Aurinkopaneelien yhteishankinnat kunnalle ja kuntalaisille. Energiatehokkuussopimukset (KETS). Teollisuusrakennusten liittäminen kaukolämpöön.
Rakentaminen ja rakennukset	Energiatehokkaat uudisrakennukset. Korjaaminen ja energiatehokkuutta lisäävät toimet vanhassa rakennuskannassa. Rakennusvalvonnan laadunohjaus. Kiertotalous rakentamisessa ja purkamisessa. Katu- ja sisätilavalaisituksen vaihtaminen LED-valoihin.
Kaavoitus	Ilmastotavoitteita tukeva kaavoitus. Maavuokrien ja luovutusten ilmastokriteerit. Yhdyskuntarakenteen tiivistäminen. Teollisuuden kaavoittaminen lähelle kaukolämpöverkkoa lämmöntalteenoton vuoksi. Viheralueiden ja hiilinielujen rakentaminen, vahvistaminen ja säilyttäminen.
Liikenne	Joukkoliikenteen kehittäminen; käyttövoiman muutos, lippuhintojen alennus, verkoston laajentaminen. Raideliikenteen kehittäminen. Kävely- ja pyöräilyverkoston kehittäminen ja priorisointi. Yhteiskäytön lisääminen; kaupunkipyörät, yhteiskäyttöautot. Sähköisten latauspisteiden lisääminen. Biokaasun jalostus polttoaineeksi. Kunnan liikenteen ajoneuvojen vähäpäästöisempi käyttövoima ja ajokilometrien optimointi.
Jätehuolto	Jätteensynnyn ehkäiseminen ja vähentäminen, esimerkiksi ruokahävikin osalta. Lajittelun ja kierrätyksen kehittäminen ja tehostaminen. Kaatopaikkakaasujen talteenotto, kaatopaikkojen sulkeminen. Jätevesilaitosten kaasujen talteenotto ja peruskorjaukset. Jätteiden hyödyntäminen energiantuotannossa. Jätehuoltomääräysten tehostaminen.
Maatalous	Ruokapalveluhankinnoissa lähi- ja kasvisruoan suosiminen. Maatalouden jätteiden hyödyntäminen biokaasun tuotannossa. Ravinnekiertoa tehostavat toimenpiteet.
Julkiset hankinnat ja palvelut	Hankintojen energiatehokkuusvaatimukset. Hankintojen polttoainevaatimukset. Hankintojen ympäristöystävällisyys.

	Hankintojen elinkaariarvioinnin huomioiminen. Kuntien yhteishankintamenettelyt. Palvelullistaminen ja uudet rahoitusmallit.
Muut toimenpiteet	Kunnallisten liikelaitosten ohjaaminen ilmastotoimenpiteisiin. Päästöjen vähentämiseen ohjaavat taloudelliset tuet. Ilmastoverkostoihin liittyminen. Toimialakohtaiset ilmastotoimenpideohjelmat. Ilmastotyön koordinaation resursointi yhden tai useamman kunnan tasolla. Ilmastotyö osaksi kunnan budjetointia. Kampanjat ja tapahtumat kuntalaisille ja alueen yrityksille. Viestintä ja neuvontapalvelut. Ilmasto-opetus kouluissa.

Kunnilla on mahdollisuus omistajaohjauksen myötä vaikuttaa yhtiöidensä toimintaan ja ohjata sitä ympäristöystävällisempään suuntaan. Kunnilla on hyvät mahdollisuudet omistajaohjauksen avulla vaikuttaa alueensa merkittäviin päästösektoreihin, sillä kunnat ovat usein omistajia tai jäseniä yhtiöissä, joilla pyritään hoitamaan esimerkiksi kuntalaisten jätehuolto tai rakennusten lämmitys. (Sitra 2018a; Sitra 2018b.)

Kunnalla on mahdollisuus taloudellisesti ohjata alueensa toimintaa haluttuun suuntaan. Kunta voi tarjota lippualennuksia julkisen liikenteen kulkuvälineisiin ja korottaa pysäköintimaksuja, jolloin kannustettaisiin oman henkilöauton sijaan julkisen liikenteen suosimiseen. Kunta voi myös esimerkiksi laskuttaa yrityksiä ja organisaatioita ruokahävikistä sekä siirtää vesi- ja jätemaksut kulutusperusteiseen laskutukseen. Taloudellisia ohjauskeinoja kuten verotusta tai maksukorotuksia harvoin kuitenkin suositaan kunnissa, sillä ne saattavat vaikuttaa kunnan houkuttelevuuteen negatiivisesti. (Sitra 2018a; Sitra 2018b.)

Kunnilla on hankintoja tehdessään vaikuttaa päästöihin vaatimalla ilmastoystävällisempiä palveluja. Esimerkiksi hankkiessa liikennepalveluja vähäpäästöisempien ajoneuvojen vaatiminen tai ruokapalveluhankinnoissa kasvispainotteisen ruoan suosiminen. Hankintoja tehdessä on mahdollista vaatia esimerkiksi energiatehokkuutta, ympäristömerkin vaatimusten täyttymistä tai hankinnalta voidaan vaatia elinkaaritarkastelu. Kunnan tehdessä julkisia hankintoja on ilmastoystävällisyyttä vaatimalla mahdollista luoda aiempaa

suurempaa kysyntää kestävämmille julkisille hankinnoille ja toimia näin ollen myös suunnannäyttäjänä. Hankintoja tehdessä voidaan hyödyntää myös uusia innovatiivisia palveluja ja rahoitusmalleja. Rahoitus voidaan sitoa ilmasto-vaatimukseen ja tuoteostojen sijaan hankintojen palvelullistaminen myös pitää riskin palveluntarjoajalla. Markkinavuoropuheluun satsaaminen antaa kunnalle mahdollisuuden ottaa hankintoja tehdessä kestävät ja ilmastoystävälliset ominaisuudet paremmin mukaan. (Korhonen et al. 2022; Sitra 2018a; Sitra 2018b).

Kaavoitus on kunnissa usein heikosti hyödynnetty keino, vaikka se on yksi vahvimmista ilmastotyön välineistä. Kaavoituksella kunta voi esimerkiksi tiivistää kaupunkialuetta, lisätä hiilinieluina toimivia viheralueita ja edistää kävelyä ja pyöräilyä asettamalla kevyen liikenteen väylät etusijalle kaavoituksessa. Tiiviimpi kaupunkialue lyhentää välimatkoja ja on myös energiatehokkaampi. Kaukolämpöverkon siirtohäviöitä on mahdollista minimoida huomioimalla asia kaavoituksessa esimerkiksi rakennusten ja teiden sijoituksessa. Kaukolämpöverkoston ja teollisuuden kaavoittamisella toistensa läheisyyteen voidaan myös vähentää päästöjä, kun teollisuuden ylijäämälämpöä on mahdollista hyödyntää kaukolämpöverkostossa. Ylijäämälämmöllä vähennetään kaukolämmöntuotantoon vaadittavien polttoaineiden kulutusta. VTT:n tutkimuksen mukaan päästöjä on mahdollista vähentää jopa 50 %, jos 20–25 % kaukolämmöstä tuotettaisiin teollisuuden ylijäämälämmöllä. Kaavoituksessa on myös mahdollista vaatia rakennusmääräyksetkin ylittäviä energiavaatimuksia, esimerkiksi nollaenergiarakentamista. Kunnat voivat myös tarjota rakennusneuvontaa ja ohjata energiatehokkaiden ratkaisuihin. (Korhonen et al. 2022, 17; Sitra 2018b.)

Ilmastonmuutoksen välitön hillitseminen ja vaikuttavat päästövähennykset vaativat myös tavallisten kansalaisten kulutustottumuksien muuttamista. Ilmasto- ja ympäristöopetuksella lisätään tietoutta ja edistetään uusien toiminta- ja ajatusmallien toteutumista. Ilmasto-opetusta voidaan koulujen lisäksi tarjota erilaisille kohderyhmille ja toimijoille. Ilmastoviestintä ja yhteistyökampanjat eri sidosryhmien kanssa ovat tärkeässä asemassa kuntalaisten ja muiden toimialojen innostamiseksi ja sitouttamiseksi ilmastotekoihin ja päästövähennystoimenpiteisiin. (Korhonen et al. 2022, 17; Sitra 2018a).

4.2.1 Päästövähennyskeinot energiasektorilla

Energiantuotantosektorilla kunnan energiantuotantolaitos on usein kuntien vaikutusmahdollisuuksien piirin suurin päästölähde. Energiantuotannossa päästöihin on mahdollista vaikuttaa merkittävimmin polttoaineen valinnalla ja esimerkiksi kaukolämmöntuotannossa öljyn, turpeen, kivihiilen tai maakaasun käytön vähentämisellä edistetään päästöjen vähentämistä. Haasteita aiheuttavat kuitenkin energiantuotannon investointien hitaus sekä kunnallisten tuotantolaitosten taloudelliset tavoitteet. Omistajaohjauksella on kuitenkin hyvä mahdollisuus vaikuttaa kunnan päästöihin vähentävistä siitakin huolimatta, että energiantuotannon polttoainevaihdokset vaativat usein suuria investointeja. (Mattinen-Yuryev 2021, 15; Sitra 2018a; Sitra 2018b).

Kunnille on tarjolla valtion rahallinen avustus kiinteistöjen öljylämmityksestä luopumiseen ja lämmitysmuodon vaihtamiseen kestävämpään. Öljylämmityksestä pois vaihtamiseen on tarjolla rahallista avustusta myös yksityisille pientalojen omistajille. Kunta voi omien kiinteistöjensä öljylämmityksestä luopumisen lisäksi kannustaa kuntalaisia tekemään samoin esimerkiksi informoimalla vaihtoon saatavasta tuesta ja neuvomalla vaihtoehtoisiin lämmitysmuotoihin vaihtamisessa. (Mattinen-Yuryev 2021, 15; Ympäristöministeriö 2022; Ympäristöministeriö c).

Kuntien on mahdollista pienentää energiankulutusta rakennuksissaan edistämällä rakennusten energiatehokkuutta. Energiatehokkuuden vaatiminen sekä uudis- että korjausrakentamisessa edistäisi energiatehokkuutta koko rakennuskannassa ja vähentäisi rakennusten lämmitykseen kuluvaa energiantarvetta. Rakennusten energiatehokkuus on usein uudisrakentamisessa huomioitu, mutta myös mahdollisuuksia vanhempien rakennusten energiaremontteihin tulisi tarkastella, vaikkakin vanhemmissa rakennuksissa energiatehokkuuden lisäämisen haasteena usein on rakennuksen iän aiheuttaman korjausvelka. (Korhonen et al. 2022, 18; Mattinen-Yuryev 2022, 15.) Energiatehokkuutta on mahdollista lisätä myös pienemmillä investoinneilla, kuten valaistuksen vaihtamisella vähemmän energiaa kuluttaviin LED-valoihin. (Mattinen-Yuryev 2022, 15.)

4.2.2 Päästövähennyskeinot liikenteessä

Kävely- ja pyöräilyverkoston edistämällä lisätään kevyenliikenteen houkuttelevuutta ja sujuvat pyöräily- ja kävelyreitit edesauttavat kyseisten liikkumismuotojen valintaa. Verkoston kehittämisessä oleellista on pitkäjänteinen suunnittelu, sillä kevyen liikenteen suosion kasvattamisen lisäksi se voi myös vähentää yksityisautoilun tarvetta. (Sitra 2018b). Kunnat voivat edistää pyöräilyä myös esimerkiksi tarjoamalla kaupunkipyöriä.

Keinot yksityisautoilun vähentämiseksi ja vaikeuttamiseksi saatetaan kokea vastenmieliseksi hyödyntää, sillä ne usein aiheuttavat vastarintaa. (Parviainen 2015, 49). Yksityisautoilun vaikeuttamisen, kuten parkkipaikkojen vähentämisen ja parkkimaksujen korottamisen sijaan kunta voi tarjota vähäpäästöisille ajoneuvoille erilaisia etuja ja palveluja ja keskittyä julkisen liikenteen kehittämiseen. (Korhonen et al. 2022, 18).

Julkisen liikenteen kehittämisellä voidaan lisätä sen houkuttelevuutta ja edistää näin ollen yksityisautoilun vähenemistä. Houkuttelevuutta lisää alhaiset lippuhinnat, vuorovälien tiheys ja verkoston laajuus. Esimerkiksi Mikkelin kaupunki on tarjonnut koululaisille ilmaiset julkisen liikenteen vuonna 2017, ja vaikka kokeilusta luonnollisesti aiheutui kaupungille kustannuksia, nousivat matkustajamäärät kyseisenä vuonna joukkoliikenteessä 32 %. Julkisen liikenteen aiheuttamia päästöjä voi vähentää ajoneuvojen käyttövoiman muuttamisella fossiilisista polttoaineista sähköä tai biokaasua hyödyntäviin. (Korhonen et al. 2022, 18; Sitra 2018a; Sitra 2018b.) Sähköautojen päästövähennys dieselkäyttöisiin verrattuna voi olla jopa 70 % luokkaa. (Seppälä et al. 2019c). Myös biokaasulla on mahdollista vähentää bensiinikäyttöiseen autoon verrattuna päästöjä jopa 60 % (Traficom 2019).

Kunta voi myös etätyötä suosimalla vähentää työntekijöidensä liikkumisen tarvetta. (Korhonen et al. 2022, 18).

4.2.3 Päästövähennyskeinot jätehuollossa

Jätesektorilla merkittävä ilmastovaikutuksia vähentävä keino on jätteensynnyn minimoiminen. Jätehuollossa päästöjä on mahdollista vähentää merkittävästi kaatopaikalle päätyvän jätteenmäärän minimoimisella, sillä noin 80 % Suomen jätesektorin päästöistä aiheutuu jätteiden kaatopaikkasijoittamisesta ja loput jätevedenpuhdistuksesta sekä kompostoinnista ja mädätyksestä. (Suomen Ympäristökeskus 2020b, Tilastokeskus 2020, 41.) Omistajaohjauksella kunnan on mahdollista vaatia jätteistä aiheutuvien kasvihuonekaasujen tehokkaampaa talteenottoa kaatopaikoilla ja jätevedenpuhdistamoilla. (Sitra 2018b).

Kierrätyksen edistämällä ja tehostamisella kunnan alueella esimerkiksi kierrätysmahdollisuuksien parantamisella ja kierrätykseen kelpaavan jätteen polttoon päätyvän jätteen minimoimisella on myös merkitystä kunnan alueen päästöihin. Esimerkiksi Fernández-Braña et al. (2020, 1) tutkimuksen perusteella hiilineutraaliuden saavuttamista jätehuollossa edistää etenkin kierrätettävän jätteen erilliskeräyksen lisääminen ja tehostettu kaasujen talteenotto. Jätteiden erilliskeräyksen lisääminen ei tutkimuksen mukaan kuitenkaan ollut taloudellisesti kannattavaa. Hiilineutraalin ja taloudellisesti tasapainoisen yhdyskuntajätteen käsittelyn järjestäminen olisi mahdollista saavuttaa käyttämällä useiden eri jätteidenkäsittelytapojen yhdistelmää sekä lisäämällä kierrätettävien jätteiden erilliskeräystä. (Fernández-Braña et al. 2020, 1).

Kunnilla on mahdollisuus erilaisin taloudellisin ohjauskeinoin mahdollista edistää niin jätteen minimointia kuin sen kierrätystäkin. Ruokahävikkiä voi vähentää esimerkiksi ruokahävikkimaksuilla, mutta kunnat voivat myös myydä hävikkiruokaa eteenpäin. Kuntalaisia voi innostaa ja kierrätyksen kynnystä madaltaa jätteenvastaanoton maksujen alentamisella. Taloudellisten kannustimien lisäksi kuntalaisia voi kannustaa jätteensynnyn minimointiin ja kierrätykseen erilaisin opastuksin ja tiedonannon. Kunnan erilaisia tuotehankintoja kuten kalusteita ja työkoneita voi myös hankkia käytettynä ja kierrättää eteenpäin tai vastaavasti investoida korjaukseen. (Sitra 2018b).

4.2.4 Päästövähennyskeinot maa- ja metsätaloudessa ja maankäytössä

Maankäyttösektorilla on useita mahdollisia keinoja vähentää kasvihuonekaasupäästöjä, kasvattaa hiilinieluja ja ylläpitää hiilivarastoja. Metsien hiilivarasto kasvaa puiden kasvun sekä maaperään ja karikkeeseen päätyvän orgaanisen aineksen myötä. Hiilivarasto taas pienenee luonnollisen hajoamisen ja maahengityksen kautta sekä ihmistoiminnan, kuten puunkorjuun ja hakkuiden myötä. Metsien hakkuu vaikuttaa metsänielujen suuruuteen, ja liian voimakas metsien hyödyntäminen merkittävästi hankaloittaa hiilineutraaliuden saavuttamista. Luonnonvarakeskuksen tutkimuksen (2021) mukaan suurimmat potentiaaliset päästövähennykset metsäsektorilla olisi mahdollista saavuttaa hidastamalla turvemaapeltojen hiilivaraston purkautumista muuttamalla viljelykäytäntöjä sekä siirtymällä turvemaametsissä metsänkasvatuksessa avohakkuista harvennuksiin ja lopettamalla kunnostusojitusten tekeminen. (Lehtonen et al. 2021, 3; Soimakallio, Lipsanen 2019; Peltokangas, Havisalmi 2019; Seppälä et al. 2019b, 15.)

Tutkimuksen mukaan hiilinieluja taas huomattavasti kasvattaisi suojelualueiden perustaminen, säästöpuumäärän lisääminen sekä pitkäikäisten puutuotteiden osuuden kasvattaminen (Lehtonen et al. 2021, 3). Puun pitkäikäisellä käytöllä vaikutetaan hiilen kiertoon, esimerkiksi rakentamisessa käytettävässä puussa sitoutunut hiili myös pysyy mahdollisesti vuosikymmeniä, kun taas energiakäytössä puuhun sitoutunut hiili vapautuu ilmakehään muutaman vuoden sisällä. (Soimakallio, Lipsanen 2019; Peltokangas, Havisalmi 2019.) Myös Dugan et al. (2021) havaitsivat tutkimuksessaan, että pitkäikäisten puutuotteiden käytöllä voi saavuttaa merkittäviä päästövähennyksiä; päästövähennyspotentiaali oli 14 %. Huomattavia etuja saavutetaan esimerkiksi puunkäytöllä ensisijaisena rakennusmateriaalina, kun puulla voidaan korvata energiaintensiivisempiä materiaaleja, kuten terästä ja betonia. Energiatehokkuuden lisäksi rakentamisessa kunnat voivat painottaa materiaalivalintoja ja suosia puurakentamista ja kannustaa myös kuntalaisia siihen. (Dugan et al. 2021, 10; Korhonen et al. 2022.)

Metsittämällä vähennetään kasvihuonekaasuja alueen aiempaan käyttöön verrattuna kasvavan puuston sitoman hiilivaraston kasvun, maaperästä aiheutuvien päästöjen vähenemisen tai maaperän hiilivaraston kasvun myötä. Saavutettava päästövähennys

vaihtelee aiemman alueen maankäyttömuodosta, maa- ja puulajeista sekä metsityksestä kuluneesta ajasta riippuen. Vaihteluväli metsityksen aikaansaamille päästövähennyksille on 3,8–17,1 tCO₂e/ha/vuosi. Metsittämällä maatalouskäytöstä poistuneen kivennäismaan, ensimmäisen 15 vuoden aikana päästöt pienenevät keskimäärin 3,8 tCO₂e/ha/v, kun taas vastaavan turvemaan metsittämisellä ensimmäisen 15 vuoden aikana päästöt pienenevät keskimäärin 9,8 tCO₂e/ha/vuosi. Pidentämällä tarkastelujakson 45 vuoteen, sitoisi vastaava kivennäismaa 6,9 tCO₂e/ha/v ja turvemaata jopa 17,1 tCO₂e/ha/v. Metsitys saattaa kuitenkin matalatuottoisena investointina jäädä toteuttamatta ilman taloudellista tukea, sillä metsityksen kustannukset yhdessä taimikonhoidon kustannusten kanssa ovat verrattain korkeat. (Lehtonen et al. 2021, 12–13). Yksityisten maanomistajien on Suomessa mahdollista saada joutomailleen metsitystukea, jolla pyritään kasvattamaan metsäpinta-alaa ja näin ollen lisäämään hiilinielua ja hillitsemään ilmastonmuutosta. (Laki metsityksen määräaikaisesta tukemisesta (1114/2020) 1§.) Vaikka kunnat eivät saa tukea omien maidensa metsittämiseen, voivat ne alueensa maanomistajia metsitystuesta tiedottamalla ja metsittämiseen kannustamalla pyrkiä lisäämään metsiä alueellaan ja näin ollen lisäämään hiilinielua ja hillitsemään ilmastonmuutosta.

4.3 Hiilineutraaliuden vaikutukset kunnalle

Ilmaston muuttuminen aiheuttaa tulevaisuudessakin erilaisia muutoksia ja riskejä, joihin yhteiskuntien on valmistauduttava säilyttääkseen toimintakykynsä. Ilmastoriskeillä tarkoitetaan ilmastosta ja sen muuttumisesta aiheutuvia haittoja ihmisille sekä luonnolle. (Sjöstedt 2018, Kuntaliitto 2020, 6). Riskit voidaan jaotella suoriin ja epäsuoriin eli välillisiin riskeihin. Suorilla ilmastoriskeillä tarkoitetaan haittoja, joiden vaikutukset ovat äkillisiä, kuten rankkasateiden aiheuttamat tulvat tai myrskyistä johtuvat sähkökatkokset. (Kuntaliitto 2020, 6.) Esimerkki välillisestä vaikutuksesta on esimerkiksi kuivuuden aiheuttama huono satovuosi, mikä voi johtaa ruoan hinnan nousuun, mikä voi edelleen aiheuttaa vaikeuksia pienituloisille. (Sjöstedt 2018.)

Euroopan kaupungit ovat erittäin haavoittuvaisia ilmastonmuutoksen aiheuttamille muutoksille ja riskeille. Kuumuus, kuivuus, veden puute ja tulvat vaikuttavat

infrastruktuuriin, talouteen, ihmisten terveyteen ja elämänlaatuun. (Bertoldi 2018, 64.) Sopeutuminen on avainroolissa ilmastonmuutokselle altistumisen ja ilmastonmuutoksen aiheuttaman haavoittuvuuden vähentämisessä. Sopeutuminen voi olla proaktiivista (ennakoivaa) tai reaktiivista, mutta myös inkrementaalista (lisäävää) tai uudistavaa. (IPCC 2022, SPM-5). Ilmastonmuutokseen sopeutuminen vaatii siirtymistä pois reaktiivisesta lähestymistavasta ja kohti proaktiivista tapaa eli riskien ennakoimista ja hallintaa. (IPCC 2022, SPM-5; Someswhar). Ilmastonmuutokseen sopeutuminen ja ilmatoriskeihin varautuminen on siis aiheellista toteuttaa hyvissä ajoin. Etenkin yhteiskunnan tärkeiden toimintojen turvaaminen, pitkäaikaiset investoinnit sekä riskienhallinta vaativat hyvin aikataulutettuja ja kohdistettuja toimenpiteitä. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2014, 67.) Tehokas ilmastotyö ja kestävä ratkaisut tarjoavat kaupunkialueille myös muita tärkeitä hyötyjä, kuten asukkaiden parantunutta elämänlaatua ja terveyttä, sekä luovat alueelle työpaikkoja. (Bertoldi 2018, 64; Kuntaliitto 2020, 9).

Hiilineutraaliuden tavoittelemisen sekä ilmastonmuutoksen hillinnän edistäminen edesauttavat samalla ilmatoriskeihin varautumista. Varautumalla ilmastonmuutokseen kunta saa useita hyötyjä eri osa-alueilla. Kunnat voivat huomattavasti parantaa asukkaidensa hyvinvointia ja turvallisuutta, edistää kestävästä taloudenpitoa sekä lisätä vetovoimaansa varautumalla ilmastonmuutoksen aiheuttamiin riskeihin ennakoivasti. (Kuntaliitto 2020, 8–9.) Ilmastonmuutoksen aiheuttamiin häiriötilanteisiin varautuminen ennakoivilla toimenpiteillä lisää merkittävästi yleistä turvallisuutta ja huoltovarmuutta. Kunnat voivat vaikuttaa yhteiskunnan toimintakyvyn säilymiseen erilaisissa tilanteissa yhdessä eri toiminnanharjoittajien kanssa. Vaikka riskeihin varautuminen vaatii taloudellisia investointeja, kunnan taloudelle pitkällä tähtäimellä on usein kannattavampaa panostaa varautumistoimenpiteisiin etukäteen kuin reagoida tilanteeseen sen tapahtuessa. (Kuntaliitto 2020, 8).

Kuntien on myös mahdollista edistää asukkaidensa terveyttä ja hyvinvointia varautumistoimenpiteillä. Kaupunkien toimenpiteet, joilla pyritään hillitsemään ilmastonmuutosta, usein myös vähentävät ilmansaasteita ja näin ollen parantavat sekä viihtyvyyttä että terveyttä. Esimerkiksi taajamien hulevesien hallinta edellyttää tulevaisuudessa enemmän viheralueita sekä kasvillisuuden hyödyntämistä. Vehreillä

kaupungeilla on todetusti usein myönteisiä vaikutuksia alueellaan, kuten parantunut ilmanlaatu. (Nieuwenhuijsen 2020, 7; Kuntaliitto 2020, 9).

Ilmastonmuutoksen vaikutuksiin varautuminen voi tulevaisuudessa entistä enemmän olla keskeinen tekijä kuntien imagossa ja vetovoimassa. Uusia kuntalaisia sekä yrittäjiä luultavasti houkuttelee kunta, jossa on investoitu ja varauduttu ilmastoriskeihin ja arkiset asiat toimivat odottamattomienkin sääilmiöiden kohdatessa. Edistämällä varautumistoimenpiteitä on myös mahdollista parantaa paikallista elinkeinoelämää ja työllisyyttä (Kuntaliitto 2020, 9) sekä näin ollen vahvistaa alueen elinvoimaisuutta.

5 CASE KUNTA

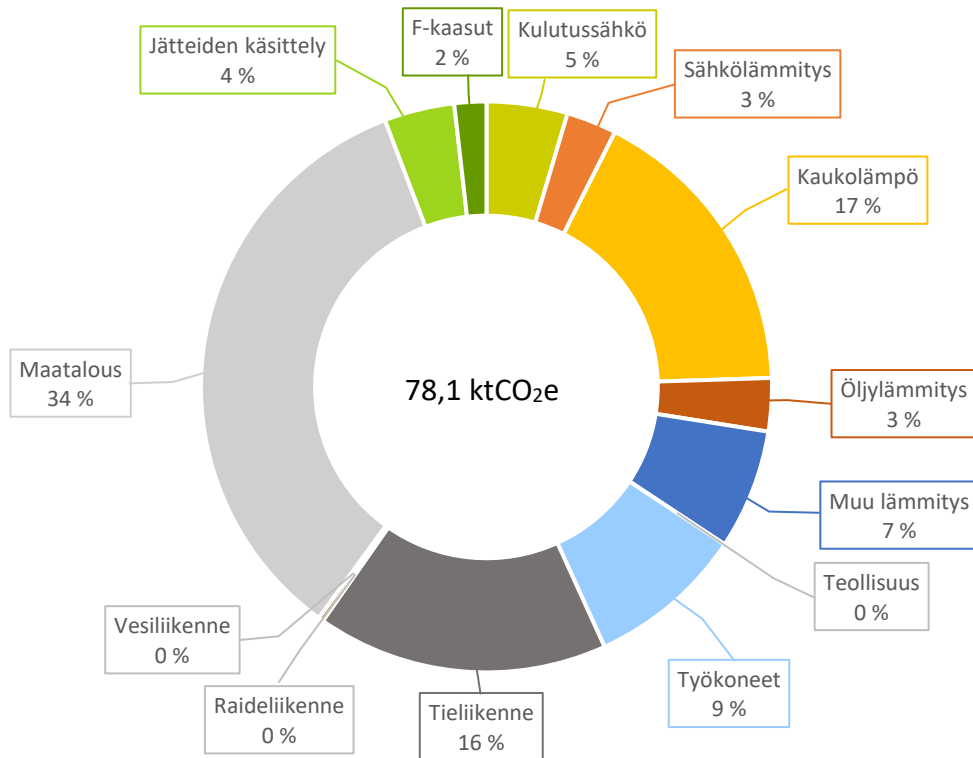
Juva on maatalousvaltainen kunta Etelä-Savon maakunnassa. Sen naapurikuntia ovat Joroinen, Mikkeli, Pieksämäki, Puumala, Rantasalmi ja Sulkava. (Kuntaliitto). Kunnan kokonaispinta-ala on 1 346,1 km², josta maapinta-alaa on 1 169 km². Juvan kunnan läpi kulkevat valtatie 5 ja 14, ja kunnan taajamakeskittymä sijaitsee näiden kahden risteymäkohdan läheisyydessä. Vuoden 2021 lopussa kunnassa asui 5 887 asukasta. (Juva.fi 2021a, b; Tilastokeskus 2022b). Kuvassa (4) on esitettyä Juvan kunnan päästöjakauma sektoreittain Hinku-menetelmällä laskettuna vuonna 2019. Juvan kunnan suurimmat päästösektorit vuonna 2019 olivat energiantuotanto ja kulutus (34,7 %) sekä maatalous (34,0 %) (Juvan kunta 2021, 1), mitä selittää kunnan maatalousvaltaisuus.

Juvan kunta tavoittelee hiilineutraaliutta vuoteen 2035 mennessä kansallisen tavoitteen mukaisesti. Juvan hiilineutraaliuden määritelmänä on 70 % päästövähennys vuoden 1990 tasosta ja kunnan alueen hiilinieluilla on tarkoituksena kattaa vähintään jäljelle jäävät 30 %. Kunta on myös määrittänyt ilmasto-ohjelmassaan joillekin päästösektoreille päästövähennystavoitteita. Energiantuotannon kasvihuonekaasupäästöt on tavoitteena puolittaa vuoteen 2030 mennessä vuoden 2018 tasosta. Liikenteen kasvihuonekaasupäästöt on tavoitteena puolittaa vuoteen 2030 mennessä vuoden 2005 tasosta. Lisäksi kunnalla on tavoite vähentää HFC-yhdisteiden kasvihuonekaasupäästöjä kolmasosalla vuoteen 2030 mennessä vuoden 2018 tasosta. (Juvan kunta 2021, 2, 5, 8, 11, 15).

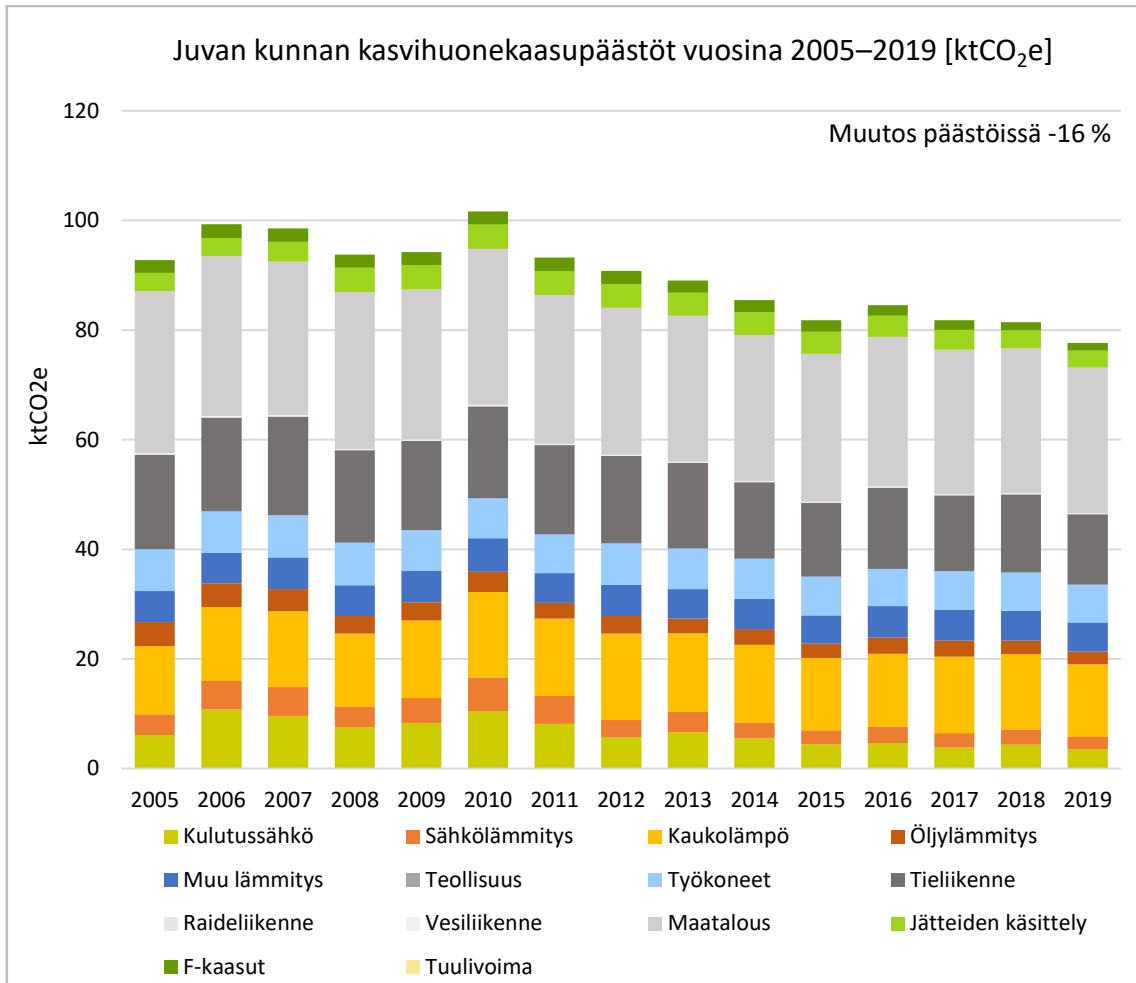
Kuvassa (5) on esitettyä Juvan kunnan päästöt laskettuna Hinku-menetelmällä vuosittain vuodesta 2005 vuoteen 2019. Vuosina 2005–2019 kokonaispäästöt ovat vähentyneet 16 %, kun taas vuosina Hinku-verkoston vertailuvuodesta 2007 vuoteen 2019 kokonaispäästöt ovat vähentyneet 21 %. Vuonna 2007 Juvan kunnan kokonaispäästöt olivat 98,6 ktCO₂e, kun taas vuonna 2019 kokonaispäästöt olivat 78,1 ktCO₂e. Huomattavaa kuitenkin on, että vaikka kokonaispäästöt ovat vähentyneet verrattain paljon, on päästöt asukasta kohden vähentyneet huomattavasti vähemmän. Asukasta kohden päästöt olivat vuonna 2007 13,7 tCO₂e/as ja vuonna 2019 12,8 tCO₂e/as, eli päästövähennys asukasta kohden on ollut 7 %. (Vuonna 2007 Juvan asukasluku on ollut 7985 henkilöä ja vuonna 2019 vastaava luku on ollut 6116. (Suomen Ympäristökeskus c; Tilastokeskus 2022b). Saavuttaakseen edellä mainitun

itselleen asettaman hiilineutraaliustavoitteen vuoteen 2035 mennessä, Juvan kunnan tulisi vähentää kokonaispäästöjään yhteensä vielä noin 50 ktCO₂e.

Juvan kunnan kasvihuonekaasupäästöjakauma sektoreittain 2019



Kuva 4. Juvan kunnan kasvihuonekaasupäästöjakauma sektoreittain vuonna 2019 Hinku-mallilla laskettuna. (Muokattu lähteestä Suomen Ympäristökeskus).



Kuva 5. Juvan kunnan kasvihuonekaasupäästöt sektoreittain vuosina 2005–2019. (Muokattu lähteestä Suomen Ympäristökeskus)

5.1 Tarkastelussa olevat Juvan kunnan toiminnot

Juvan kunnan toiminnoista tarkastelussa otettiin huomioon sellaisia toimintoja, joiden päästöihin kunta voi suoraan itse tai toimivaltansa kautta vaikuttaa. Tarkastelun ulkopuolelle jätettiin sellaiset toiminnot, joiden päästöjen vähentämiseen kunnan on vaikea vaikuttaa. Tarkastelu ei myöskään siis suoraan noudata kunnille tarkoitettua Hinku-mallia, vaan tarkastelun ulkopuolelle on jätetty useita mallin päästökategorioita, esimerkiksi kokonaan maatalous ja F-kaasut. Hinku-malliin eroten tarkastelussa huomioidaan metsäsektori sekä jätteenpoltoista aiheutuneet päästöt, vaikka poltolla tuotettu lämpö ei hyödynnetäkään Juvan kunnan alueella. Tarkastelun päästösektorit mukailevat IPCC:n ja GPC-standardin

sektori- jaottelua (energia, liikenne, teollisuus, jäte ja maa- ja metsätalous ja maankäyttösektori), mutta näistä teollisuus on jätetty kokonaan tarkastelun ulkopuolelle. Jätekuljetusten päästöt lasketaan tässä työssä kuuluvan liikennesektorille kansallisen ja kansainvälisten laskentaohjeiden mukaisesti. Laskennassa on hyödynnetty IPCC:n kasvihuonekaasuinventaario-ohjeistuksia, GPC-standardia ja ALas (Hinku) -mallin menetelmäkuvausta. Eri päästösektoreiden osalta tarkastelussa on keskitytty vain tiettyihin kunnan toimintoihin. Tarkastelussa on mukana seuraavat:

- kunnan rakennusten energiankulutus
 - kunnan rakennusten kaukolämmön-, öljyn- ja sähkönkulutus
- kunnan palveluliikenne
 - koulukuljetukset, linja-auto- ja asiointiliikenne
 - jätekuljetukset
- kunnan alueen jätteiden käsittely
 - sekajätteen poltto
 - biojätteen kompostointi
- kunnan metsät
 - kunnan metsien hiilivaraston muutokset puiden kasvun ja hakkuun myötä

Energiasektorin tarkastelussa mukana oli vain kunnan omien kiinteistöjen energiankulutus. Liikennesektorilla tarkasteltiin tieliikenteen päästöjä kunnan palveluliikenteen ja kunnan jätteiden jätekuljetusten osalta. Jättesektorin päästöistä tarkasteltiin kunnan sekajätteiden ja biojätteiden käsittelystä aiheutuneita päästöjä. Metsien osalta tarkasteltiin kunnan metsien kasvusta aiheutuva hiilen sitoutuminen ja metsien tukkipuiden hakkuun myötä hiilen poistumat metsistä. Seuraavissa kappaleissa esitetään jokaisen päästösektorin kohdalla tarkemmin käytettyä laskentatapaa sekä päästökertoimia.

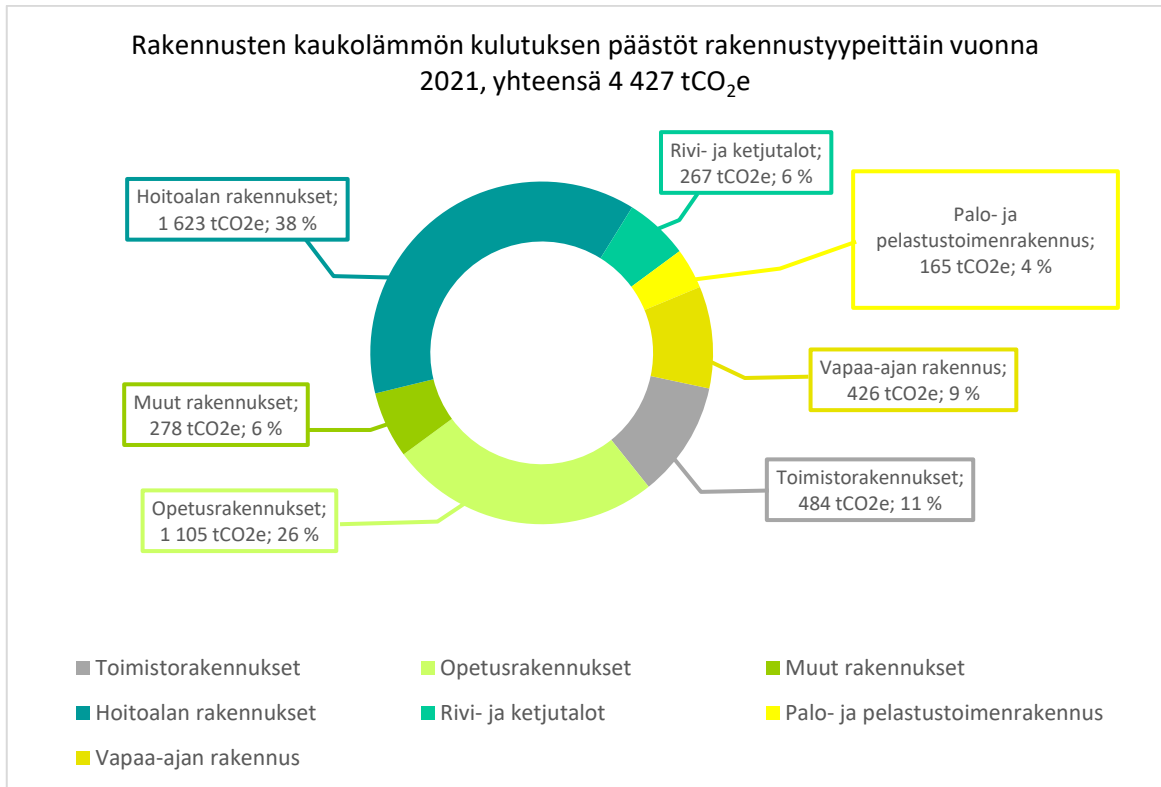
5.1.1 Rakennusten energiankulutus

Rakennusten energiankulutuksen päästöjen osalta on tarkasteltu Juvan kunnan kiinteistöjen sähkön- ja lämmönkulutusta. Tarkastelussa oli sähkönkulutuksen osalta mukana 24

kiinteistöä, kaukolämmönkulutuksen osalta 16 kiinteistöä ja öljylämmityksen osalta 3 kiinteistöä. Seuraavissa kappaleissa kuvaillaan tarkemmin, kuinka kiinteistöjen energiankulutus on laskettu sekä kuvataan laskennan tuloksia.

Öljylämmityksen päästöt vuodelle 2021 laskettiin kohteiden öljyn litramääräisen kokonaiskulutuksen perusteella (l/a). Öljynkulutus oli 37 728 litraa. Tehollisena lämpöarvona kevyelle polttoöljylle käytettiin arvoa 10,0 kWh/dm³. (Ympäristöministeriö 2007, 14). Päästökertoimenä öljylle käytettiin arvoa 266,1 tCO₂e/GWh. (Lounasheimo et al. 2020, 101). Kunnan kiinteistöjen öljylämmityksestä aiheutuvat kokonaispäästöt vuonna 2021 olivat 100 tCO₂e.

Kaukolämmönkulutuksen päästöt laskettiin rakennusten vuoden 2021 kaukolämmön kulutuksen (MWh) ja kaukolämmön tuotannon päästökertoimen (kgCO₂e/MWh) perusteella. Kaukolämmön päästökertoimenä käytettiin arvoa 500 kgCO₂e/MWh. Päästökerroin on määritetty Motivan (2021) kaukolämmön erillistuotannon paikkakuntaakohtaisten CO₂-päästökertoimien mukaan, joka perustuu Energiategollisuuden vuoden 2019 kaukolämpötilastoon. Juvalle oli määritetty erikseen oma päästökerroin, jota tässä työssä käytettiin. Kunnan rakennusten kaukolämmön kulutuksen päästöt vuonna 2021 on esitetty kuvassa (6) alla. Rakennukset on kuvassa jaettu ALas-mallin mukaisesti rakennustyypeittäin. Kunnan kiinteistöjen kaukolämmityksestä aiheutuvat kokonaispäästöt vuonna 2021 olivat 4 427 tCO₂e. Kuten kuvasta (6) nähdään, suurin osa päästöistä aiheutui hoitoalan rakennusten lämmityksestä, jotka kattavat 38 % lasketuista kokonaispäästöistä. Seuraavaksi suurimman osuuden vievät opetusrakennukset, 26 prosentilla.



Kuva 6. Juvan kunnan rakennusten kaukolämmönkulutuksen päästöt vuonna 2021 rakennustyypeittäin

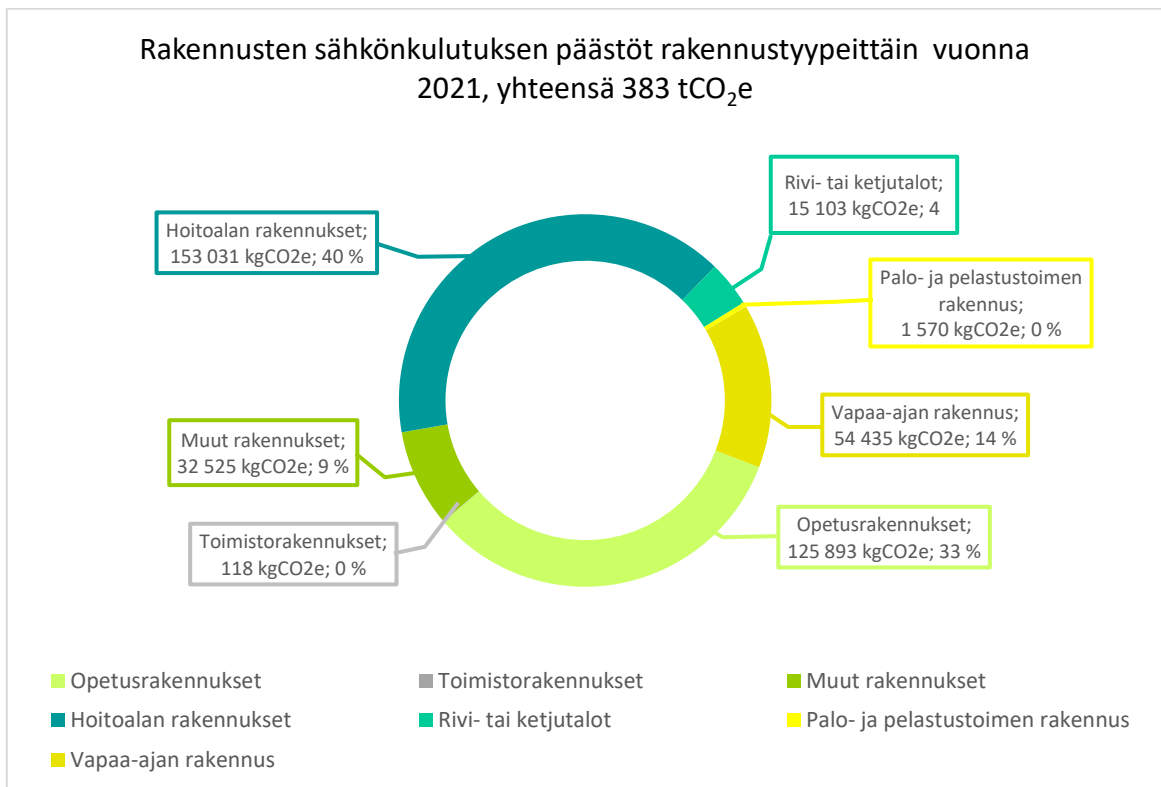
Sähkönkulutuksen päästöt laskettiin rakennusten vuoden 2021 sähkönkulutuksen (kWh) ja sähkönkulutuksen päästökertoimen (gCO₂/kWh) perusteella. Päästökerroin määritettiin Fingridin tilastopalvelun tietoihin Suomessa kulutetun sähkön päästökertoimiin perustuen. Päästökerroin on arvio Suomessa kulutetun sähkön tuottamisesta aiheutuneista hiilidioksidipäästöistä. Päästöissä huomioidaan Suomen sähköntuotanto, sähkön tuonti Suomeen sekä sähkön vienti Suomesta muihin maihin. Alla esitetty taulukossa (4) tilastopalvelusta keskiarvoina lasketut päästökertoimet vuonna 2021.

Taulukko 4. Suomessa kulutetun sähkön päästökerroin kuukausittaisina keskiarvoina vuonna 2021 yksikössä gCO₂/kWh. (Muokattu lähteestä Fingrid).

Kuukausi	2021
Tammikuu	125,25
Helmikuu	123,65
Maaliskuu	103,06
Huhtikuu	87,73
Toukokuu	93,15

Kesäkuu	71,76
Heinäkuu	49,79
Elokuu	78,44
Syyskuu	96,61
Lokakuu	80,16
Marraskuu	80,83
Joulukuu	108,89
Vuotuinen keskiarvo	91,61

Juvan kunnan rakennusten sähkönkulutuksen päästöt vuonna 2021 on esitetty kuvassa (7) alla. Rakennukset on kuvassa jaettu ALas-mallin mukaisesti rakennustyypeittäin. Kunnan kiinteistöjen sähkönkulutuksesta aiheutuvat kokonaispäästöt vuonna 2021 olivat 383 tCO₂e. Kuten kuvasta (7) nähdään, suurin osa päästöistä aiheutui hoitoalan rakennusten lämmityksestä, jotka kattavat 40 % lasketuista kokonaispäästöistä. Seuraavaksi suurimman osuuden vievät opetusrakennukset, 33 prosentilla.

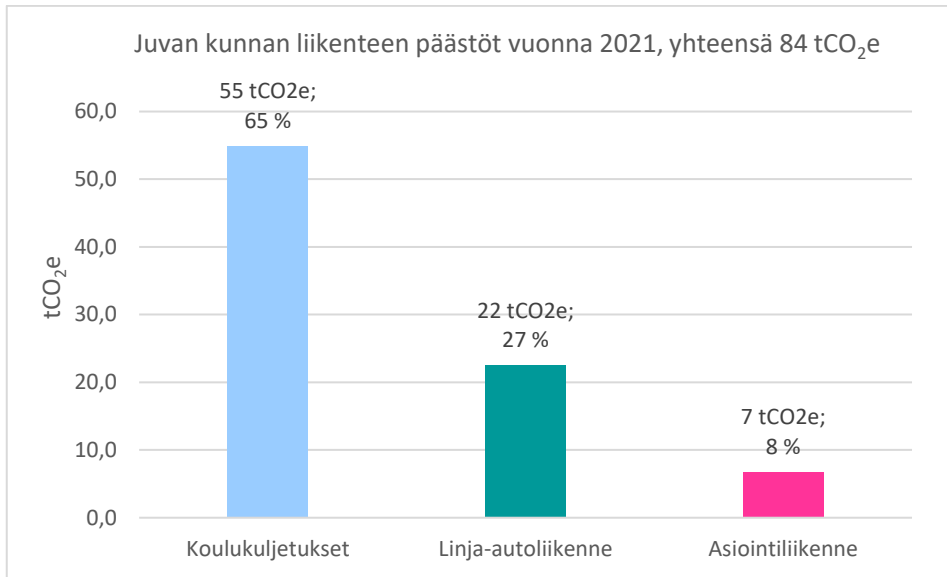


Kuva 7. Juvan kunnan kiinteistöjen sähkönkulutuksen päästöt vuonna 2021 rakennustyypeittäin

5.1.2 Liikenne

Juvan kunnan liikenteen osalta tarkastelussa on mukana koulukuljetukset, linja-autokuljetukset ja asiointiliikenne. Asiointiliikenteellä tarkoitetaan kunnan taajamassa ajettavaa monipalveluauton reittiä sekä kunnan taajaman ulkopuolella arkipäivisin ajettavia reittejä. Kuljetuksia ajetaan sekä henkilöautoilla, pikkubusseilla sekä linja-autoilla (Toivari 2021). Lähtötietona oli reittien keskimääräinen kilometrimäärä ja viikoittainen ajotiheys. Koulumatkojen osalta tiedettiin toteutuneet kilometrit lukuvuonna 2019–2020, ja näiden kilometrien oletettiin pysyneen samoina myös lukuvuonna 2020–2021. Käyttövoimana kaikissa ajoneuvoissa oli diesel.

Laskenta perustuu reittikohtaisiin vuoden aikana ajettuun kilometrimäärään (km/a) sekä päästökertoimiin (gCO₂e/km). Päästökertoimet ajoneuvoille saatiin VTT:n LIPASTO-tietokannasta. Päästökertoimien kohdalla valittiin ajoneuvon käyttövoimaa, EURO-luokkaa ja tyyppiä vastaava päästökerroin. Päästökertoimet on tietokannassa määritetty erikseen maantie- ja katuajolle, joista päästökerroin määritettiin keskiarvona. Linja-autojen osalta päästötietokanta tarjoaa eri päästökertoimet myös joko tyhjälle (9 hlö) tai täydelle (50 hlö) linja-autolle. Laskennassa käytettiin näiden kahden päästökertoimen keskiarvoa. Pikkubusseille käytettiin henkilöautojen päästökertoimia. Päästökertoimilla on kerrottu ajoneuvojen vuotuinen ajosuorite eli kuljetut kilometrit. Juvan kunnan liikenteen päästöt on esitetty kuvassa (8) alla. Kaikkien eri kuljetuksien kokonaispäästöt olivat 84 tCO₂e vuonna 2021, josta koulukuljetusten osuus 65 %, linja-autoliikenteen 27 % ja asiointiliikenteen 7 %.



Kuva 8. Juvan kunnan koulukuljetusten, linja-autoliikenteen ja asiointiliikenteen CO₂e-päästöt vuonna 2021

Juvan kunnan jätekuljetusten päästöt on laskettu Juvan kunnan jätemäärien ja kunnan ja jätteidenkäsittelylaitoksen etäisyyden perusteella. Jättemäärän määrittäminen on selitetty tarkemmin seuraavassa kappaleessa *5.1.3 Jätehuolto*. Juvan kunnan jätteet kuljetetaan Riikinvoima Oy:n jätteenkäsittelylaitokselle Leppävirralle, noin 50 kilometrin päähän Juvan kunnasta. Jäteauton päästökerroin (gCO₂e/km) määritettiin LIPASTO-tietokannasta tyhjän ja täyden kuorman ja maantie- ja katuajon päästökertoimien keskiarvona 6 t jakeluautolle. Kunnan seka- ja biojätekuljetusten tulokseksi saatiin 3 692 kgCO₂e vuonna 2021.

5.1.3 Jätehuolto

Suomen kansallisen ja kansainvälisten päästölaskennan linjausten mukaisesti jätteenpoltoista aiheutuneet päästöt lasketaan kuuluvaksi sen kunnan päästöihin, jossa jätteestä tuotettu kaukolämpö tuotetaan. (Lounasheimo 2020, 18). Juvan kunnan tapauksessa sekajätteet kuljetetaan Riikinvoima Oy:n jätteenpolttolaitokselle Leppävirralle, ja tuotettu kaukolämpö hyödynnetään Varkauden alueella. Tuotettu sähkö syötetään valtakunnan verkkoon. Noudatettaessa päästölaskennan linjauksia, ei jätteenpoltoista aiheutuneita päästöjä laskettaisi Juvan kunnan päästöihin. Tässä työssä kuitenkin on laskettu Juvan kunnan

tuottaman sekajätteen poltosta aiheutuneet päästöt. Lisäksi työssä on laskettu Juvan kunnan biojätteiden kompostoinnista aiheutuvat päästöt. Myös Juvan kunnan biojätteet toimitetaan Leppävirralle kompostoitavaksi.

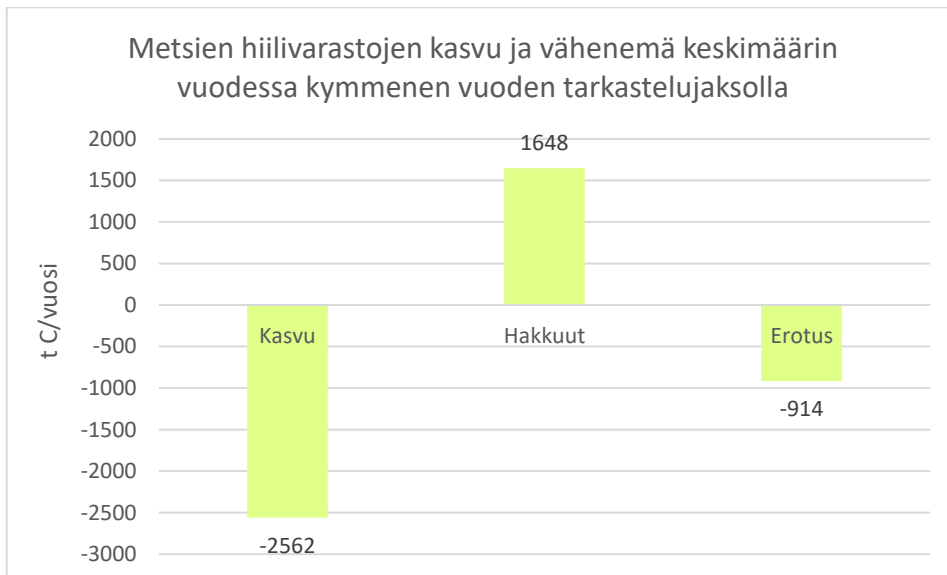
Jätteiden määrät Juvan kunnalle arvioitiin koko liikelaitoskuntayhtymä Keski-Savon Jätehuollon toiminta-alueen asukasmäärän ja Juvan asukasluvun sekä koko toiminta-alueelta kerätyn jätteen määrän perusteella. Koska laskenta perustuu asukaslukujen ja jätemäärän suhteeseen, aiheuttavat karkeat oletukset epävarmuutta tuloksiin eivätkä tämän laskentaosuuden tulokset vastaa pelkästään kunnan omien toimintojen jätteidenkäsittelystä aiheutuvia päästöjä, vaan jätemäärien arvioinnissa on hyödynnetty koko kunnan asukaslukua. Mikäli haluttaisiin todenmukaisempi kuva kunnan osuudesta tuotetun jätteen poltosta aiheutuneista päästöistä, vaatisi se paljon tarkempaa lähtötietoa jätemäärien osuuksista kunnan toimintoja kohden.

Jätteenpoltolle laskettiin aiheutuneet CO₂-päästöt käyttäen IPCC:n kansallisen kasvihuonekaasuinventaarioruohjeistuksen sekajätteenpoltosta aiheutuvaa CO₂-päästökerrointa. Biojätteen kompostoinnin osalta laskettiin kompostoinnista aiheutuvat CH₄- ja N₂O -päästöt. Päästökertoimet (gCH₄/kg jätettä tai gN₂O/kg jätettä) määritettiin Suomen kansallisen kasvihuonekaasuinventaarioruohjeistuksien mukaisesti. Tulokset muunnettiin hiilidioksidiekvivalenteiksi GWP-kertoimien avulla. Juvan kunnan sekajätteiden poltosta aiheutuneet päästöt vuonna 2021 olivat 524 tCO₂ ja biojätteiden kompostoinnista aiheutuneet päästöt vuonna 2021 olivat 29 tCO₂e.

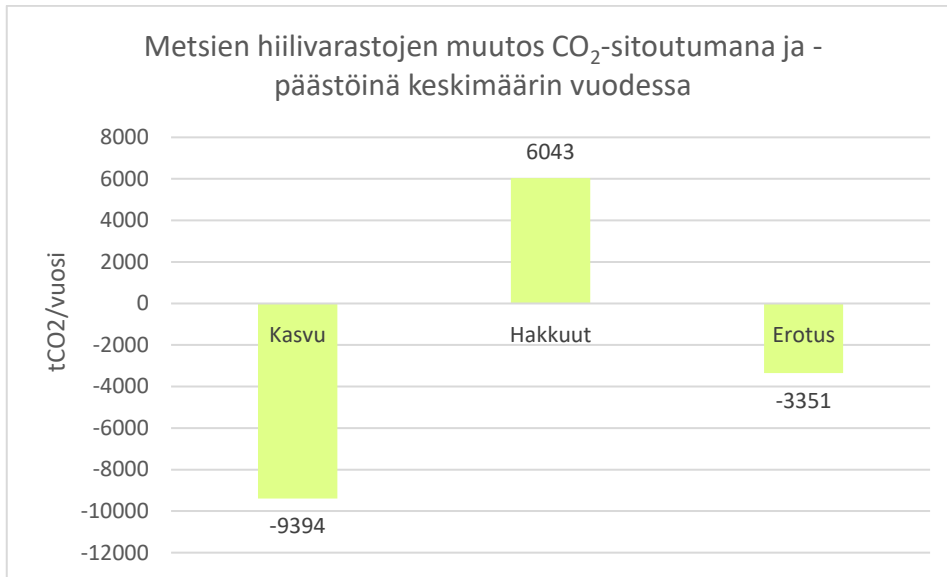
5.1.4 Metsätalous

Maa- ja metsätalous ja maankäyttö -sektorin osalta tarkasteltiin kunnan omien metsien hiilivarastojen muutoksia. Metsien hiilivaraston muutokset on laskettu huomioimalla puuston kasvun (m³) sitoma hiili sekä hakkuista (m³) johtuvat poistumat metsistä. Laskennassa käytettiin IPCC:n loss and gain -laskentatapaa, jossa metsien hiilivarastojen muutosta tarkastellaan biomassan kasvun ja poistumien myötä. Laskennassa hiilen osuuden arvona käytettiin lukua 0,5, kuten Suomen kansallisessa kasvihuonekaasuinventaarioruohjeistuksessa.

Laskennan biomassan muunto- ja laajennuskertoimien (BCEF) arvot saatiin IPCC:n kasvihuonekaasuinventaario-ohjeistuksista. Puuston kasvun ja hakkuiden kuutiomäärät saatiin lähtötiedoista. Laskennassa huomioitiin eri puulajien (mänty, kuusi, koivu ja muu) osuudet metsässä. Eri puulajien tiheydet määritettiin IPCC:n kasvihuonekaasuinventaario-ohjeistuksen perusteella. Hakuissa on huomioitu tukkipuiden hakkuut, mutta ei huomioitu energiapuun osuutta eikä mahdollisista luonnonoloista, kuten myrskyistä johtuvaa puunkaatoa. Tarkastelujakso hakkuiden ja kasvun osalta oli 10 vuotta, ja tulokset on esitetty vuotta kohden. Metsien hiilivarastojen muutosten tulokset on esitetty kuvissa (9) ja (10) alla. Kuvassa (9) esitetään hiilivarastojen muutos hiilitonneina ja kuvassa (10) hiilivarastojen muutoksien sitoutumat ja poistumat CO₂-päästöiksi muutettuna. Negatiivinen arvo tarkoittaa sitoutumaa ja positiivinen poistumaa.



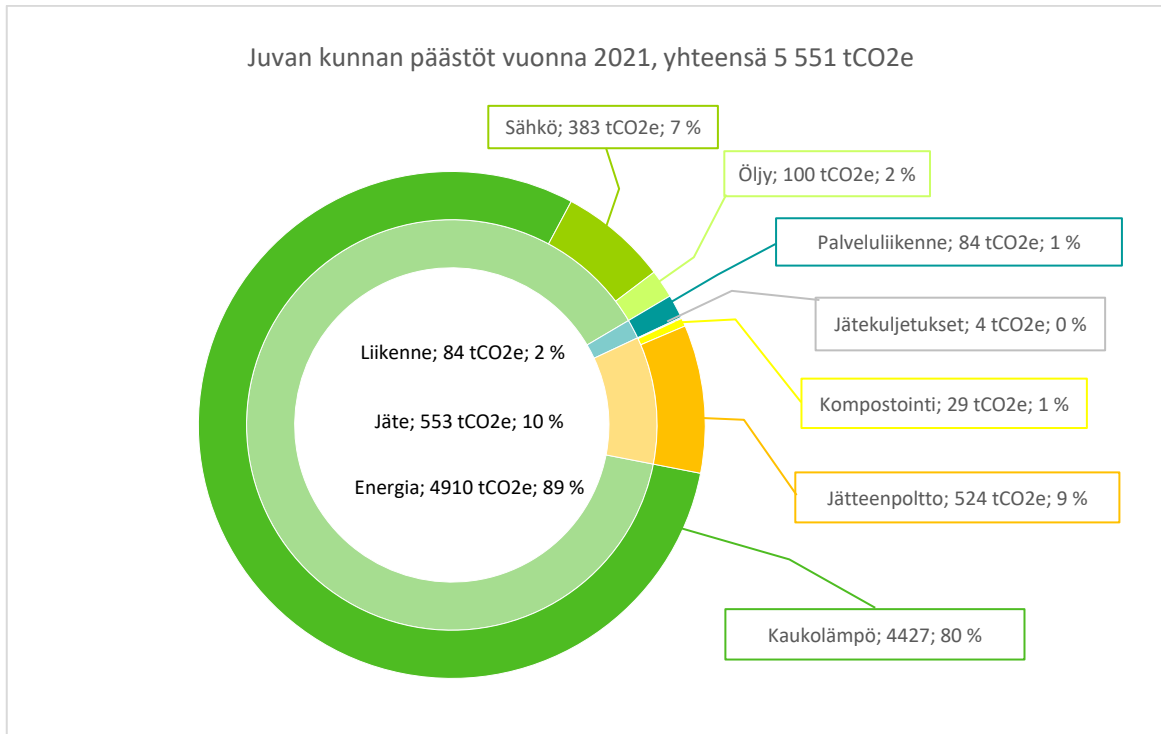
Kuva 9. Juvan kunnan metsien hiilivarastojen kasvu ja poistumat hiilitonneina puuston kasvun ja tukkipuiden hakkuiden myötä keskimäärin vuodessa kymmenen vuoden tarkastelujaksolla.



Kuva 10. Juvan kunnan metsien hiilivaraston muutos CO₂-sitoutumana ja -päästöinä metsien kasvun ja hakkuun myötä keskimäärin vuodessa kymmenen vuoden tarkastelujaksolla.

5.2 Kunnan kokonaispäästöt

Kuva (11) alla esittää laskennan tuloksena saadut Juvan kunnan omien toimintojen kokonaispäästöt vuonna 2021 eri päästösektoreihin jaoteltuna. Kokonaispäästöt olivat yhteensä 5 551 tCO₂e, joista energiasektorin osuus 89 %, jätesektorin osuus 10 % ja liikennesektorin osuus 2 %. Kunnan omat toiminnot kattavat usein noin 10 % alueen kasvihuonekaasupäästöistä. (Suomen Ympäristökeskus, Motiva; Ympäristöministeriö b). Tässä työssä määritetyt Juvan kunnan omien toimintojen kasvihuonekaasupäästöt ovat Hinku-laskentaan verrattuna 7 %, eli tulos on suuruusluokaltaan todellisuutta vastaava. Työssä lasketut vuoden 2021 päästöt on kuitenkin verrattu Hinku-laskennan vuoden 2019 tuloksiin, sillä uudempia päästötietoja ei ollut työn tekohetkellä saatavilla.



Kuva 11. Juvan kunnan omien toimintojen kokonaispäästöt vuonna 2021 sektoreittain

6 HIILINEUTRAALI JUVA

Juvan kunta tavoittelee hiilineutraaliutta 70 % päästövähennyksellä vuoden 2005 tasosta vuoteen 2035 mennessä. Tässä työssä määritettiin Juvan kunnan kokonaispäästöiksi vuonna 2021 5 551 tCO₂e, mikä Hinku-laskentaan verrattuna tarkoittaa noin 7 % osuutta koko kunnan alueen kokonaispäästöistä. Vertaamalla Hinku-laskennan tietoja ja tämän työn laskennan tuloksia samassa suhteessa sekä käytetään edellä mainittua hiilineutraaliuden tavoitetasoa, Juvan kunnan omien toimintojen hiilineutraaliuden saavuttaminen vuoteen 2035 mennessä vaatisi vielä noin 64 % päästövähennystä kokonaispäästöistä eli noin 3600 tonnia CO₂e.

Juvan kunnan tulisi siis tulevana vuosina toteuttaa merkittävästi päästöjä vähentäviä toimenpiteitä, jotta hiilineutraaliustavoite saavutettaisiin. Taulukossa (5) alla on esitetty erilaisia kasvihuonekaasupäästöjä vähentäviä toimenpiteitä, joilla nimenomaan Juvan kunnan olisi mahdollista edistää omien toimintojensa hiilineutraaliutta. Toimenpiteissä on huomioitu Juvan kunnan käytettävissä olevat keinot ja alueen erityispiirteet. Seuraavissa luvuissa käydään läpi eri päästösektoreilla toteutettavista toimenpiteistä ja keinoista, joilla edistää päästövähennyksiä. Päästösektoreissa on keskitytty pääasiassa niihin Juvan kunnan omiin toimintoihin, jotka ovat tämän työn tarkastelun kohteena.

Taulukko 5. Ehdotuksia Juvan kunnalle mahdollisista ilmastotoeista ja -toimenpiteistä kategorioittain.

Kategoria	Toimenpiteet
Energia, rakentaminen ja rakennukset	<p>Omistajaohjauksen avulla energiantuotannon polttoaineenvaihdos.</p> <p>Kunnan omien öljylämmitteisten kiinteistöjen lämmitysmuodon vaihto.</p> <p>Kuntalaisten kannustaminen öljylämmityksestä poisvaihtoon kertomalla vaihtoon saatavasta tuesta.</p> <p>Selvitystyö aurinkopaneelien yhteishankintojen kustannuksista kunnalle ja kuntalaisille.</p> <p>Kuntalaisten kannustaminen aurinkopaneelihankintoihin.</p> <p>Juvan kunnan liittyminen kunta-alan energiatehokkuussopimukseen (KETS).</p> <p>Kaukolämpöverkoston edistäminen kunnan alueella ja teollisuusrakennusten kaukolämpöverkkoon liittymisen edistäminen.</p> <p>Energiatehokkuuden huomioiminen rakennettaessa ja korjattaessa.</p> <p>Katu- ja sisätilavalaisuuden LED-valoihin vaihtaminen.</p>
Kaavoitus	<p>Ilmastotavoitteiden huomioiminen kaavoitusta laadittaessa.</p> <p>Maavuokrien ja tonttien luovutusten ilmastokriteerit.</p>

	<p>Kaavoituksessa teollisuuden sijoittaminen lähelle kaukolämpöverkkoa lämmöntalteenoton vuoksi.</p> <p>Metsien, puistojen ja muiden viheralueiden ja hiilinielujen lisääminen ja olemassa olevien säilyttäminen.</p>
Liikenne	<p>Julkisen liikenteen kehittäminen; käyttövoiman muutos, lippuhintojen alennus, verkoston edistäminen.</p> <p>Koulukuljetusten ja asiointiliikenteen järjestäminen sähköautoilla.</p> <p>Pyöräilyn kehittäminen ja priorisointi.</p> <p>Yhteiskäyttöautojen hankinta kunnan työntekijöille ja kuntalaisille.</p> <p>Sähköisten latauspisteiden lisääminen.</p> <p>Juvalla paljon maataloutta, jonka jätteestä mahdollista tuottaa biokaasua polttoaineeksi.</p> <p>Liikkumistarpeen vähentäminen esimerkiksi etätyöllä.</p>
Jätehuolto	<p>Jätteensynnyn ehkäiseminen ja vähentäminen kaikissa kunnan toiminnoissa.</p> <p>Kierrätyksen edistäminen kunnan alueella ja kierrätykseen kannustaminen.</p> <p>Erilliskeräyksen edistäminen ja tehostaminen.</p> <p>Kiertotalouden edistäminen.</p>
Maa- ja metsätalous ja maankäyttö	<p>Ruokapalveluhankinnoissa lähi- ja kasvisruoan suosiminen.</p> <p>Kasvisruokapäivien lisääminen kouluihin.</p> <p>Metsien hakkuiden vähentäminen.</p> <p>Kunnan joutoalueiden metsittäminen.</p> <p>Kuntalaisten kannustaminen metsittämiseen.</p> <p>Turvemaapeltojen hiilivaraston purkautumisen hidastaminen.</p> <p>Biokaasun tuotannon toiminnan tukeminen.</p>
Julkiset hankinnat ja palvelut	<p>Energiatehokkuuden vaatiminen ja priorisointi hankintoja tehdessä.</p> <p>Vähäpäästöisten polttoaineiden vaatiminen ja priorisointi hankintoja tehdessä.</p> <p>Ympäristöystävällisyyden vaatiminen ja priorisointi hankintoja tehdessä.</p> <p>Hankintojen elinkaariarvioinnin huomioiminen hankintoja tehdessä.</p>
Muut toimenpiteet	<p>Omistajaohjaus kunnallisissa liikelaitoksissa.</p> <p>Taloudelliset kannustimet ja maksut.</p> <p>Ilmastoverkoston liittymisen.</p> <p>Kampanjat ja tapahtumat kuntalaisille ja alueen yrityksille.</p> <p>Näkyvämpi ilmastoviestintä.</p> <p>Ilmasto-opetus kouluissa.</p>

6.1 Toimenpiteet ja keinot energiasektorilla

Juvan kunnalla on omistusosuus alueen energiayhtiöstä Suur-Savon Sähköstä, jonka myötä kunnalla on mahdollisuus vaikuttaa alueen energiantuotannon siirtymistä uusiutuviin lähteisiin ja polttoaineisiin. (Juvan kunta 2017, 3; Juvan kunta 2021, 11). Yhtiön tavoitteilla ja toimenpiteillä on luonnollisesti merkitys Juvan kunnan päästöihin ja esimerkiksi Suur-Savon Sähkön sähköntuotanto tulee olemaan 98 % hiilidioksidineutraalia vuonna 2023.

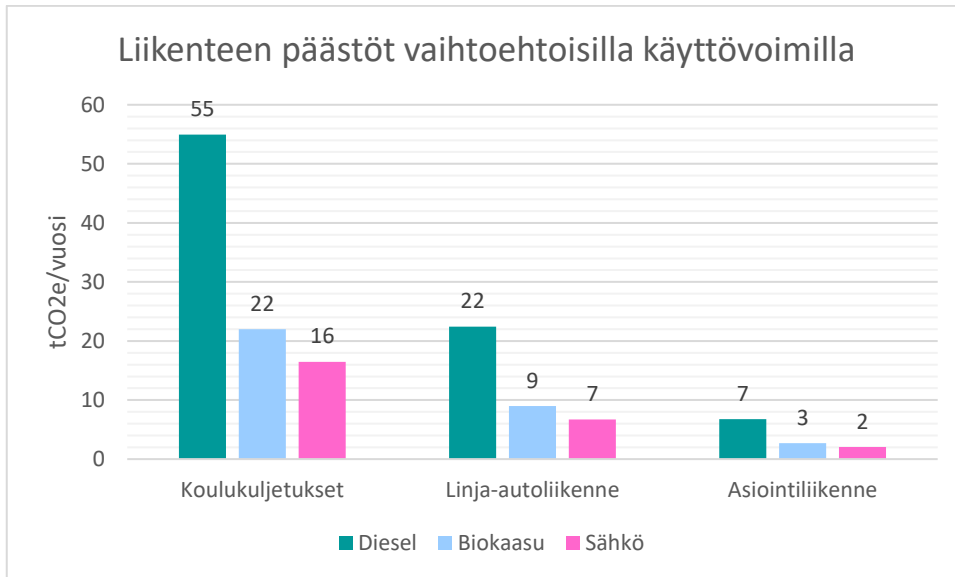
(Suur-Savon Sähkö, 2019). Myös lämmöntuotannossa voidaan hyödyntää päästöttömiä tuotantomuotoja. Esimerkiksi Juvan naapurikunnassa Puumalassa on syksyllä 2019 valmistunut hybridilämpölaitos, mikä on vähentänyt merkittävästi Puumalan lämmöntuotannon hiilidioksidipäästöjä. Laitos tuottaa lämpöenergiaa hiilivapaasti auringosta ja ilmasta erikoislämpöpumpulla ja 400 m² aurinkokeräinkentällä noin puolet vuodesta, toukokuusta syyskuun loppuun. Lämpöpumpulla ilmasta kerätty lämpö saadaan kaukolämpöverkkoon syötettävään muotoon. Ensimmäisenä toimintavuonnaan laitos tuotti lämpöä 956 MWh. Hybridilaitos vähensi merkittävästi Puumalan lämmöntuotannon päästöjä, kun aiemmin kesäisin lämmöntuotantoon käytettiin öljyä. Öljynkäyttö vähenee lämpölaitoksen myötä 30 000 litralla vuodessa. Päästöt vähenivät tuotannon myötä 515 tCO₂ vuodessa. Vastaavanlaista investointia on suunniteltu myös Juvalle, ja uusi laitos onkin tavoitteena saada vuoden 2022 aikana. (Suur-Savon Sähkö 2020, 31; Suur-Savon Sähkö 2019; STT 2021). Vastaavanlaisella hybridilaitoksella olisi mahdollista vähentää merkittävästi myös Juvan lämmöntuotannon päästöjä, jotka tällä hetkellä ovat korkeat kaukolämmöntuotannon turpeen poltosta johtuen. Tähän asti turpeen käyttöä on puoltanut sen paikallisuus. Turpeen käytöstä polttoaineena ollaan kuitenkin luopumassa vuosikymmenen alkupuolella, vaikkakaan kunnan lämpökeskuksessa ei ole mahdollista käyttää polttoaineena pelkästään puuhaketta. (Juva 2021, 10).

Energiasektorinkaan päästövähennykset eivät välttämättä vaadi vuosikymmenien investointeja, vaan Juvan kunnan on mahdollista toteuttaa päästövähennystoimenpiteitä yllättävän nopeallakin aikataululla, esimerkiksi luopumalla öljylämmityksessä kiinteistöissään. Öljylämmityksestä vaihtamiseen on tarjolla rahallista tukea, mikä helpottaa toimenpiteen toteuttamista. Rakennusten vaihtoehtoisilla lämmitysmuodoilla on merkitystä kaukolämmön kulutuksen vähentämiseksi, jolloin päästöjäkin aiheutetaan vähemmän. Uusi hybridilämpölaitos vähentäisi kaukolämmön tuotannon tarvetta välittömästi toimintansa alettua, joten myös sen myötä voidaan olettaa kunnan päästöjen vähenevän lähitulevaisuudessa. Lisäksi koska kaukolämmön tuotannossa turpeen poltosta ollaan luopumassa, päästöjen voidaan olettaa vähenevän entisestään tulevaisuudessa.

6.2 Toimenpiteet ja keinot liikennesektorilla

Vaativalla vaihtoehtoista käyttövoimaa liikennepalveluhankinnoissaan olisi kunnan mahdollista merkittävästi vähentää liikenteestä aiheutuvia päästöjä. Koulukuljetukset aiheuttavat linja-auto- ja asiointiliikenteeseen verrattuna paljon suuremmat päästöt ja koulukuljetusten aiheuttamien päästöjen merkittäväällä vähentämisellä saataisiin liikenteen päästöjä alennettua. Reittien pituus ei ole esteenä vaihtoehtoisille käyttövoimille, vaan nykyisten kaasu- ja täyssähköautojen kantama kattaa reittien pituudet. Liikenteestä aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt olisivat huomattavasti pienemmät, mikäli kaikki reitit kuljettaisiin sähkökäyttöisillä ajoneuvoilla.

Kunnan olisi mahdollista nopeallakin aikataululla saada liikenteen päästöjä vähennettyä vaatimalla liikennepalveluhankintojen yhteydessä vähäpäästöistä käyttövoimaa fossiililla polttoaineilla kulkevien ajoneuvojen sijaan. Uuden sopimuskauden alkaessa päästövähennyksiä saavutettaisiin heti, mikäli palveluliikenteen ajoneuvot olisivat esimerkiksi sähkökäyttöisiä. Kuva (12) alla kuvaa Juvan kunnan koulukuljetusten, asiointi- ja linja-autoliikenteen aiheuttamia päästöjä vuodessa nykyisten dieselkäyttöisten ajoneuvojen myötä sekä päästöjä, mikäli kyseiset kuljetukset kuljettaisiin sähkö- tai biokaasukäyttöisillä ajoneuvoilla. Etenkin koulukuljetusten aiheuttamia päästöjä saataisiin merkittävästi alas käyttövoimaa vaihtamalla.



Kuva 12. Juvan kunnan liikenteen päästöt eri käyttövoimaa hyödyntävin ajoneuvoin vertailtuna.

Vaihtoehtoiset käyttövoimat vaativat kuitenkin myös latausinfraa alueelle. Kuitenkaan esimerkiksi sähköautojen latauspisteisiin investoiminen ei välttämättä ole suhteettoman kallista ja toteutettavissa nopeallakin aikataululla. Kaasuautoja varten taas kunnassa tulisi mahdollistaa kaasutankkausasemien laajeneminen. Vuoden 2022 alussa Juvalla ei kuitenkaan ollut lainkaan kaasutankkausasemaa. Lähin asema löytyy Mikkelistä tai Haukivuorelta. (Juvan kunta 2021, 7; Gasum 2021). Vähäpäästöisempiin käyttövoimiin vaihtamisen kannustamiseksi ja edistämiseksi olisi oleellista, että kunnan alueelta löytyy latauspisteitä. Myös latauspisteiden sijaintia on hyvä suunnitella tehokkaimman hyödyntämisen mahdollistamiseksi. Mahdollistamalla latausmahdollisuudet kunnan alueella, kunnan on mahdollista myös edistää ja kannustaa kuntalaisia vaihtamaan fossiilisista polttoaineista vähäpäästöisempiin käyttövoimiin.

Kunnan taajama-alueen ulkopuolelle on vastaisuudessakin tarpeellista tarjota julkisen liikenteen kulkuyhteyksiä, mutta esimerkiksi kirkonkylällä kävelyä ja pyöräilyä on mahdollista edistää monin tavoin. Kevyen liikenteen väylien parantaminen ja lisääminen, pyöräparkkien rakentaminen ja helposti vuokrattavat kaupunkipyörät ovat esimerkkejä ratkaisuista, jotka lisäävät kevyen liikenteen houkuttelevuutta ja mahdollisesti edistäisivät sen valintaa henkilöautoilun sijaan ja näin ollen vähentäisivät liikenteestä aiheutuvia päästöjä.

Juvan kunnan jätehuollon kuljetukset hoitaa Keski-Savon jätehuolto ja tekniikan ja ruokahuollon kuljetukset Järvi-Saimaan palvelut. Juvan kunta on jäsenenä Keski-Savon Jätehuollon liikelaitoskuntayhtymässä ja osana Järvi-Saimaan palvelujen osakkuusyhteisöä. Kunnan on mahdollista vaikuttaa edellä mainittujen päästöihin siis vain omistajaohjauksen kautta. (Juvan kunta 2021, 7; Juvan kunta 2017, 2). Dieselkäyttöisten jäteautojen käyttövoiman muutos biopolttoaineeseen toisi päästövähennyksiä, arviolta jopa 64-74 % (Hupponen et al. 2014, 135). Tämän työn hiilineutraaliustarkastelun kannalta muutoksella olisi kuitenkin vähäinen merkitys, koska tässä työssä lasketut Juvan kunnan jätekuljetusten päästöt olivat vuoden aikana vain noin 4 tCO₂e, mikä on lasketuista kunnan kokonaispäästöistä hyvin pieni osuus.

6.3 Toimenpiteet ja keinot jätehuollossa

Jätehuollon ilmastovaikutusten vähentämisen kannalta ensisijaisen tärkeää on jätteesynnyksen ehkäiseminen. Jätteesynnyksen minimoimisella vähennetään niin jätteenkeräyksen ja -kuljetuksen päästöjä, kuin jätteenkäsittelynkin päästöjä. Jätteesynnyksen vähentämisen lisäksi kunnan on tärkeää edistää kiertotaloutta ja esimerkiksi jätteiden lajittelua. Juvalla olisi aiheellista edistää lajittelua kaikkien jättejakeiden osalta, mutta etenkin biojätteen kierrätykseen tulisi panostaa. Erilliskeräyksen ja uusien kierrätyspisteiden lisääminen, kierrätyksestä informoiminen ja jätemaksujen alentaminen ovat kaikki esimerkkejä keinoista, jolla alueen jätehuollon kiertotalouteen pyrkimistä voidaan edistää.

Kunta voi jakaa tietoa alueen asukkailleen kierrätysmahdollisuuksista sekä toimia itse esimerkkinä. Tärkeää olisi saada kuntalaiset innostumaan jätteesynnyksen minimoimisesta ja kierrätyksestä. Kuntalaisille olisi tärkeää mahdollistaa mahdollisimman vaivattomat ja matalankynnyksen lajittelu- ja kierrättämismahdollisuudet, jolloin edistettäisiin jätteenlajittelun toteutumisen todennäköisyyttä ja vältettäisiin erilliskeräyksen järjestämisen tuloksettomuus. Lajittelumahdollisuuksien laajentamisen lisäksi asukkaiden tiedottaminen jätteiden lajittelun tärkeydestä on yksi keino vaikuttaa erilliskeräyksen onnistumiseen.

Kiertotalouden edistämisen huomioiminen myös muissa kuin kunnan omista toiminnoista toteuttaisi ilmastotavoitteita, mutta mahdollisesti vahvistaisi alueen elinkeinoelämää. Juvan kunnassa mahdollisuuksia kiertotalouden edistämiseksi on esimerkiksi maataloudessa. Juvan kunnassa toimii biokaasua maatalouden jätteistä tuottava Bioson Oy, joka tuottaa sähköä ja lämpöä Turakkalan Puutarha Oy:lle ja ylijäämäenergiaa myydään Suur-Savon Sähkölle. Biokaasulaitos myös pystyisi käsittelemään jätettä nykyistäkin enemmän (Juvan kunta 2021, 13-14).

Juvan kunta voi omistajaohjauksella vaikuttaa liikelaitoskuntayhtymä Keski-Savon Jätehuollon toimintaan ohjaamalla kuntayhtymän toimintaa kiertotaloutta edistäviin ja päästöjä vähentäviin toimenpiteisiin.

6.4 Toimenpiteet ja keinot maa- ja metsätaloudessa ja maankäytössä

Ilmastotoimenpiteet metsätaloudessa käsittävät käytännössä hiilinielujen lisäämisen ja säilyttämisen ja hiilivarastojen pienenemisen minimoimisen. Joutomaiden ja peltojen metsittäminen, metsien hakkuiden pienentäminen, ja metsien raivaamisen minimoiminen sijaan ovat maankäyttösektorilla keinoja, joilla kunnan on mahdollista vaikuttaa päästöjen sitoutumiseen ja hiilinielujen säilymiseen. Juvan kunta voi omien joutomaidensa ja muiden alueiden metsittämisen lisäksi kannustaa yksityisiä maanomistajia kunnan alueella metsittämään maitaan kertomalla metsitykseen saatavasta tuesta. Lisäksi esimerkiksi turvemaiden kohdalla tulisi huomioida niiden toimiminen hiilivarastoina, sillä turvemaihin on sitoutunut paljon hiiltä. Mahdollisimman vähäinen käyttö estäisi turpeeseen sitoutuneen hiilen vapautumista.

Vuonna 2016 Juvan alueen metsien hiilinielu vastasi jotakuinkin Juvan kunnan omia päästöjä. (Juvan kunta 2021, 21). Tämän työn tulosten perusteella vuonna 2021 Juvan kunnan metsien hiilinielu kattoi noin 60 % kunnan omista toiminnoista aiheutuvat päästöt. Metsät sitoivat keskimäärin 3 351 tCO₂ vuoden aikana, kun kokonaispäästöt olivat 5 551 tCO₂. Juvan kunnan metsien merkitys hiilinieluna on tärkeä, mutta hiilineutraaliuden tavoittelun ensisijaisena lähtökohtana on päästövähennykset, jolloin metsien sitomilla

päästöillä ei tule liiaksi kompensoida aiheutettuja päästöjä. Kuitenkin merkittävästi päästöjä suuremmilla metsänielujen sitoutumilla voisi kunta mahdollisesti jättää kalleimpia päästövähennyksiin tähtääviä investointeja tekemättä. Metsien kasvattaminen voi siis edesauttaa hiilineutraaliuden tavoittelun lisäksi kunnan taloudellisten resurssien säästymistä ilmastotoimenpiteitä suunnitellessa ja toteuttaessa.

Metsänhoitoa usein ohjaa taloudelliset tavoitteet, mutta ilmastonäkökulman huomioiminen on hiilineutraaliuden saavuttamiseksi tärkeää. Metsät vaativat kuitenkin hyvin paljon aikaa kasvaakseen. Sen vuoksi on tärkeää, että ilmastonäkökulma otettaisiin huomioon myös metsäsuunnitelmissa hyvissä ajoin, jotta kunnan alueella on vastaisuudessakin hiilivarastoina ja hiilinieluinä toimivia metsiä. Vähentämällä metsien hakkuita vähennettäisiin myös metsien hiilivaraston muutosta ilmastonegatiivisempaan suuntaan. Suomen Ympäristökeskus on kehittänyt puunkorjuun laskurin, jolla voi tarkastella metsätähteiden ja runkokuun korjuun vaikutuksia metsän hiilivarastoon. (Suomen Ympäristökeskus 2021b.) Puunkorjuun laskurilla kunta voi arvioida hakkuumäärien muutoksien vaikutusta metsän hiilivarastoon, ja ottaa arvioit osaksi metsittämis- ja hakkuusuunnitelmia ja arvioidessaan näiden ilmastovaikutuksia.

Kunnalla ei suoraan ole vaikutusmahdollisuutta alueensa maatalouden päästöjen vähentämiseen. Maatalousvaltaisessa Juvan kunnassa maatalous on kuitenkin toiseksi suurin päästösektori (34 %) ja on tärkeä osa kunnan elinkeinoelämää. Kunta voi edistää alueensa maatalouden kestäviä ratkaisuja esimerkiksi tukemalla biokaasun tuotannon toimintaa.

6.5 Muut toimenpiteet ja keinot

Juvan kunnan muita päästöjä vähentäviä keinoja ja toimenpiteitä esiteltiin taulukossa (5), ja kunnalla on lisäksi hyvin samankaltaiset mahdollisuudet vaikuttaa alueensa päästöihin kuin tämän työn kappaleessa 4 *Keinot hiilineutraaliuden edistämiseksi* on kuvattu. Kaikki mainituista toimenpiteistä eivät kuitenkaan sovellu Juvan kunnalle kunnan koon ja yhteiskunta- ja elinkeinorakenteen vuoksi, mutta esimerkiksi omistajaohjaus, kaavoitus ja hankintojen erilaiset vaatimukset ovat keinoja, joita kunta voi hyödyntää toiminnassaan edistäessään hiilineutraaliuden saavuttamista alueellaan. Kuntien yhteishankinnat tai

kasvisruoan suosiminen ovat myös esimerkkejä keinoista, joita Juvan on mahdollista hyödyntää. Esimerkiksi kasvisruoka-annokseen verrattuna sekaruoka-annos kuormittaa ilmastoa noin 2-3 kertaisesti (Savikko et al.), ja näin ollen kasvisruokapäiviä lisäämällä Juvan kunnalla olisi mahdollista pienentää ilmastovaikutuksiaan.

Pienellä kunnalla saattaa olla rajallinen mahdollisuus tukea alueensa toimijoita rahallisesti, mutta pienilläkin porukoilla mahdollista innostaa kuntalaisia ja alueen toimijoita ilmastotoimenpiteisiin ja saavuttaa päästövähennyksiä. Vastaavasti kunnalla on mahdollisuus ohjata toimintaa haluamaansa suuntaan erilaisin lisämaksuin. Vaikka ylimääräiset maksut harvemmin ovat kuntalaisten suosiossa, saattaa esimerkiksi jätemaksujen perustuminen tuotetun jätteenmäärään olla erittäin tehokas keino vähentää syntyvän jätteen määrää ja esimerkiksi vähentää ruokahävikkiä.

Ilmasto-opetus kouluissa kannustaa koululaisia ilmastotekoihin ja tuo ilmastoasiat osaksi elämää nuoresta pitäen. Koululaisten lisäksi kunta voi lisätä muidenkin kuntalaisten ja alueen yritysten ilmastotietoisuutta järjestämällä erilaisia tapahtumia ja kampanjoita. Erilaisin koulutuksin voidaan yrittää ohjata ja kannustaa toimintaa kestävämpään suuntaan. Näkyvämpi ilmastoviestintä informoi ja kannustaa kuntalaisia ilmastotekoihin, tuo kunnan ilmastotyön lähemmäksi kuntalaisia mutta myös lisää kunnan houkuttelevuutta ja edistää kunnan imagoa. Kunnan imagoa saattaa myös parantaa ja houkuttelevuutta lisätä ilmastoverkoston liittyminen. Juvan kunta ei esimerkiksi ole Hinku-kunta, eikä Etelä-Savon maakunnassa ole yhtään muutakaan kuntaa, joka verkostoon kuuluisi. Ensisijaisesti ilmastoverkostat kuitenkin tarjoavat ajankohtaista tietoa parhaista ilmastokäytännöistä ja näin ollen edesauttavat päästövähennysten saavuttamista.

7 HAASTEET HIILINEUTRAALIUDEN SAAVUTTAMISESSA

Hiilineutraaliuden saavuttaminen tässä työssä tarkasteltujen kunnan toimintojen osalta olisi hankalaa. Rakennusten kaukolämmön kulutus kattaa kokonaispäästöistä 89 %, ja muiden päästösektoreiden osuus jää suhteellisen pieneksi, jolloin keskittymällä vähentämään näiden päästösektoreista aiheutuvia päästöjä, ei päästövähennyksissä saavutettaisi millään kunnan 70 % vähennystavoitetta vuoteen 2035 mennessä. Yksinkertaisin keino saavuttaa asetettu hiilineutraaliustavoite tarkastelussa olleiden toimintojen kohdalla olisi vähentää kaukolämmöntuotannosta aiheutuvia päästöjä merkittävästi. Juvan kaukolämmöntuotannossa turpeenpoltosta ollaan kuitenkin luopumassa, joten päästöjen voidaan olettaa vähenevän tulevaisuudessa. Tämän työn tulokset eivät kuitenkaan kata kaikkia kunnan päästöjä, vaan kunnalla on hyvät mahdollisuudet vähentää päästöjään alueellaan kaikkien päästösektoreiden osalta, kun tarkastellaan kaikkea kunnan alueella tapahtuvaa toimintaa.

Merkittävämpänä ongelmana etenkin pienten kuntien ilmastotyössä ja hiilineutraaliuden saavuttamisessa on resurssien rajallisuus. (Mattinen-Yuryev 2021, 27; Parviainen 2015, 48). Vaikka kunnille on tarjolla paljon tietoa erilaisista päästövähennyskeinoista, voi yksinkertaisesti niin henkilöresursseista kuin taloudellisista rajoitteistakin johtuen kunnassa olla mahdotonta toteuttaa sellaista ilmastotyötä kuin toivottaisiin. Pienellä kunnalla voi olla hankaluuksia päästövähennystoimenpiteiden toteuttamiseksi etenkin rajallisista taloudellisista resursseista johtuen. Esimerkiksi energiantuotannossa käytetyn polttoaineen vaihtaminen fossiilisista ja paljon saastuttavista vähäpäästöisempiin vaihtoehtoihin vaatii suuria investointeja. Pienissä maaseutumaisissa kunnissa myös julkisen liikenteen järjestäminen on usein vähäistä ja mahdollisesti kustannustehotonta. Jätehuollon hiilineutraaliutta edistäisi erilliskeräyksen lisääminen, mutta sekin saattaa olla taloudellisesti kannattamatonta pienemmässä kunnassa. Erilliskeräyksen lisääminen saattaisi lisätä myös jätemaksujen määrää, mikä tuskin myöskään innostaisi sellaisia kuntalaisia, joilla ei ole kiinnostusta jätteidenlajitteluun tai kokemusta kierrättämisestä muutoinkaan. Pienessä kunnassa usein myös tehdään paljon yhteistyötä maakuntatasolla sekä naapurikuntien kanssa, jolloin mahdollisuudet ilmastotoimenpiteisiin eivät ole välttämättä yhtä suoraviivaiset, kuin kunnan omissa toiminnoissa.

Erityisesti liikenteen päästöjen vähentäminen on koettu haastavaksi kunnissa. Syynä liikenteen päästövähennyksien haasteisiin ovat etenkin hajanainen yhdyskuntarakenne ja kuntalaisten tottumukset liikkumisen suhteen. (Mattinen-Yuryev et al. 2021, 15; Parviainen 2015, 49). Saman ongelman voidaan olettaa esiintyvän myös Juvan kunnassa, kun tarkastellaan koko kunnan alueen toimintaa. Juvan kaltaisissa maaseutumaisissa kunnissa, joissa välimatkat saattavat olla pitkiä ja asutus hajautunutta, henkilöauto on usein välttämätön kulkuväline. Ilman omaa ajoneuvoa tavallisen kuntalaisen elämä voi olla erittäin hankalaa. Pienessä kunnassa omasta autosta luopuminen ei usein ole vaihtoehto. Lisäksi kuntalaisten käytökseen vaikuttaminen saattaa olla hankalaa, sillä toimintatapojen muutos usein vaatii paljon aikaa. Mikäli on ikänsä tottunut kulkemaan autolla kaikkialle, voi olla hankala vaihtaa kävelyyn tai pyöräilyyn edes lyhyillä välimatkoilla. Uusien vaihtoehtojen tarjoaminen on oleellista aiempien tottumuksien rikkomiseksi ja muutosten saavuttamiseksi ihmisten liikennekäyttäytymisessä. Tottuneisuuden lisäksi myös olemassa oleva infrastruktuuri vaikuttaa liikkumismuodon mielekkyyteen ja valintaan. Ympäristö, joka on suunniteltu henkilöautoilun ehdoilla ei tue kävely- ja pyöräilykulttuurin kehittymistä. (Hulkkonen, Prisle 2021, 2415).

8 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä diplomityössä laskettiin Juvan kunnan omien toimintojen kasvihuonekaasupäästöt, vaikkakin vain joidenkin tiettyjen toimintojen osalta. Laskenta ei siis noudata suoraan kansallisia tai kansainvälisiä hiilineutraaliuslaskentamalleja, vaan tämän diplomityön case-osuuden tarkoituksena oli tarkastella keinoja, joilla Juvan kunta voi edistää hiilineutraaliuttaan omissa toiminnoissaan. Päästölaskennassa tehtyjen oletusten ja yksinkertaistuksien vuoksi tulokset eivät myöskään ole täysin vertailukelpoisia virallisiin hiilineutraaliuslaskelmiin, mutta tämän työn tavoitteen mukaisesti laskennan tulokset antavat kuvan niistä kunnan toiminnoista, joista päästöjä aiheutuu, jolloin mahdollisia toimenpiteitä ja keinoja voidaan kohdistaa tehokkaasti tiettyihin toimintoihin kunnan vaikutusmahdollisuuksien mukaisesti.

Työn tulokseksi saatiin, että rakennusten kaukolämmön kulutus kattaa kokonaispäästöistä valtaosan, 89 %. Jos tarkastelu perustetaan vain tämän työn laskennan tuloksiin, voidaan todeta, että ilman kaukolämmöntuotannon polttoaineenvaihdosta ei hiilineutraalius olisi saavutettavissa. Vaikka muissa toiminnoissa saataisiinkin aikaan päästövähennyksiä, eivät ne olisi riittäviä hiilineutraaliuden saavuttamiseksi ilman kaukolämmön päästöjen merkittävää vähentämistä, joskin päästövähennysten toteuttamisella kaikilla päästösektoreilla on merkitystä ilmastonmuutoksen hillitsemisen kannalta.

Turpeen käyttö kaukolämmöntuotannossa aiheuttaa merkittävät kasvihuonekaasupäästöt Juvan kunnan energiasektorille, ja polttoaineenvaihdokseen on kunnan mahdollista vaikuttaa lähinnä omistajaohjauksen kautta. Kaukolämmöstä kokonaan luopuminen ja lämmitysmuotojen vaihtaminen vähäpäästöisempiin ei sekään ole kunnalle realistinen vaihtoehto, vaan aiheuttaisi lähinnä ongelmia, vaikka toimenpiteellä saavutettaisiinkin merkittävät päästövähennykset. Kunnalla on kuitenkin paljon muita energiatehokkuutta parantavia ja energiankulutusta vähentäviä keinoja käytössään, kuten esimerkiksi öljylämmityksestä luopuminen ja maalämmön ja aurinkopaneelien hyödyntäminen. Juvan kunnalla onkin jo edellä mainitusta esimerkki, vuonna 2021 valmistunut opetusrakennus, jossa hyödynnetään kaukolämmön lisäksi maalämpöä ja aurinkopaneeleja. (Juvan kunta 2021, 10).

Päästölaskennan tuloksiin vaikuttaa merkittävästi käytetty laskentatapa ja lisäksi laskennan tuloksiin suuresti epävarmuutta aiheuttaa lähtötietojen suurpiirteisyys, tehdyt oletukset sekä käytetty päästökerroin. Esimerkiksi Juvan kunnan liikenteen päästötuloksiin epävarmuutta aiheuttaa jätekuljetusten ja asiointi- ja linja-autoliikenteen ajosuoritteiden arvioiminen, jotka laskettiin reittien suurpiirteisen kilometrimäärä ja viikoittaisen ajotiheyden perusteella. Myöskään tarkempaa tietoa katu- ja maantieajon osuuksista ei ollut, joten päästökertoimena käytettiin näiden kahden keskiarvoa. Asiointiliikenne sekä koululaisliikenne pitävät luultavasti sisällään paljon tyhjäkäyntiä, pihassa käyntejä sekä pysähdyksiä ja hiljaista ajoa, joten maantienajon lisäksi voidaan sen olettaa olevan myös ainakin osittain kaupunkiajoa. Sama oletus tehtiin myös linja-autoille ja jätekuljetuksille, vaikka molempien kohdalla todennukaisempaa on luultavasti huomattavasti suurempi maantieajon osuus. Myöskin täyttöasteiden kohdalla päästökertoimista laskettiin keskiarvot tyhjän ja täyden osalta, vaikka todellisuudessa täyttöaste luultavasti vaihtelee. Lisäksi LIPASTO-tietokanta loppuu käytöstä elokuussa 2022 tietojen vanhentumisen vuoksi, jonka vuoksi liikenteen päästöjen laskennassa olisi parempien tulosten saamiseksi tullut käyttää tarkempien ja uudempien liikenteen päästökertoimia. Todenmukaisimmat liikenteen päästötulokset olisi kuitenkin saatu, mikäli tiedettäisiin ajoneuvokohtaiset vuosittaiset polttoainekulutukset. Polttoainekulutuksen seurannan myötä voitaisiin laskea todennukaisempi kuva liikenteen aiheuttamista päästöistä, kuin pelkästään reittien kilometrimääriin perustuen.

Lisäksi laskentasääntöjä noudatettaessa kaukolämmön tuotannossa jätteiden polttamisesta aiheutuneet päästöt lasketaan kuuluvan sille kunnalle, missä kaukolämpö on hyödynnetty. Juvan kunnan sekajätteet poltetaan kaukolämmöntuotannossa ja lämpö hyödynnetään muualla kuin kunnan alueella, jolloin laskentasääntöjä noudatettaessa aiheuttaa se vääristymää kunnan aiheuttamiin todellisiin päästöihin. Huomioimalla kunnan tuottamien jätteiden aiheuttamat päästöt tuottajakunnassa, eikä hyödyntäjäkunnassa, antaisi se todellisemman kuvan jätteiden aiheuttamista päästöistä ja edesauttaisi arviointia, kuinka kunnan päästöjä olisi mahdollista tehokkaimmin vähentää. Tämä vaatisi kuitenkin paljon tarkempaa jätemäärien seuraamista ja allokoointia kuntaan, jotta jätteidenkäsittelyn päästöt olisi mahdollista määrittää juuri tietyille kunnalle.

Tämän työn kasvihuonekaasulaskenta ei noudattanut suoraan virallisia laskentamalleja, vaan työn tavoitteen mukaisesti työssä haluttiin keskittyä tarkastelemaan Juvan kunnan kannalta oleellisia keinoja ja toimintoja, joilla päästöjä voi vähentää. Tämän työn laskenta kuitenkin pohjautuu laskentamalleihin mahdollisimman vertailukelpoisten tulosten saamiseksi, mutta laskenta noudatti olemassa olevia laskentamalleja ja -ohjeistuksia vain suurpiirteisesti, sillä työn tarkoituksena oli keskittyä vain nimenomaan sellaisiin toimintoihin, joihin kunnan mahdollista itse vaikuttaa. Esimerkiksi Hinku-malliin eroten tarkastelussa huomioitiin kunnan metsät, sillä tarkastelussa haluttiin huomioida kunnan metsien mahdollisuudet hiilensidonnassa ja hiilineutraaliuden tavoittelussa. Metsät voivat tarjota kunnalle mahdollisuuden kompensoida päästöjään ja näin ollen edistää hiilineutraaliuttaan. Esimerkiksi kuntien päästökahtymisen seurantaan ja hiilineutraaliuden tavoitteluun kehitettyä Hinku-mallia voisi kehittää maankäyttösektorin osalta huomioimalla myös kunnan metsät. Suomi on metsäinen maa ja monella kunnalla on paljon metsäomistusta, ja metsillä on merkitystä hiilensidonnassa ja ilmastonmuutoksen hillinnän kannalta. Vaikka tämän työn laskennassa ei noudatettu virallisia laskentamalleja ja tehtiin oletuksia ja yksinkertaistuksia, jotka aiheuttavat epävarmuutta laskennan tuloksiin, kuvaavat tulokset kuitenkin niitä päästösektoreita, joilla kunnan on mahdollista toteuttaa erilaisia toimenpiteitä päästövähennyksien saavuttamiseksi ja näin ollen myös työn tavoitteeseen vastattiin. Vertailukelpoisemman tuloksen kunnan kasvihuonekaasupäästöistä antaisi laskennan suorittaminen kansainvälisten tai kansallisten kasvihuonekaasulaskennan perusteiden mukaisesti. Suomen kunnille valmiita ja helposti saatavilla olevia keskenään vertailukelpoisia päästötuloksia tarjoaa esimerkiksi Suomen Ympäristökeskus.

Kunnan omien toimintojen päästöjen osuus koko kunnan alueen päästöistä on tämän työn tulosten perusteella noin 7 %. On myös huomioitava, ettei kunnalla välttämättä ole omienkaan toimintojensa kohdalla mahdollisuutta vaikuttaa kaikkiin päästösektoreihin yhtä tehokkaasti. Juvan kunnan jätehuollon kuljetuspäästöihin kunta voi vaikuttaa vain omistajaohjauksen kautta, mutta palveluliikenteen hankinnoissa voi kunta itse olla vaatimassa ilmastoystävällisempiä ratkaisuja, esimerkiksi vähäpäästöisempää käyttövoimaa. Vaikka kunta saavuttaisikin hiilineutraaliuden omissa toiminnoissaan, tulisi koko kunnan alueen hiilineutraaliuden saavuttamiseksi päästöjä vähentää edelleen merkittävästi. Onkin siis erityisen tärkeää, että kunta ilmastotyössään ottaa omien

toimintojensa lisäksi huomioon keinot, joilla sen on mahdollista vaikuttaa alueensa muihin toimijoihin, yrityksiin ja kuntalaisiin ja näin ollen mahdollisesti saavuttaa suuremmat päästövähennykset alueellaan, kuin keskittymällä vain omien toimintojensa päästöjä vähentäviin toimenpiteisiin. Hiilineutraaliuden saavuttaminen olisi mahdollista toteuttamalla tehokkaasti päästöjä vähentäviä toimenpiteitä kaikilla eri toimialoilla.

9 YHTEENVETO

Hiilineutraaliuden tavoittelu ja sen edistäminen asettamalla ilmasto- ja päästövähennystavoitteita on ensiaskel polulla kohti hiilineutraaliutta. Pariisin ilmastopimuksen korkeintaan 1,5 asteen lämpötilan nousun saavuttamiseksi ja ilmastomuutoksen hillinnäksi on tärkeää, että alueet tavoittelevat hiilineutraaliutta kuitenkin vain välitavoitteena kohti tilannetta, jossa päästöjä sidotaan enemmän, kuin niitä aiheutetaan. Vaikka monet Suomen kunnista ovat asettaneet itselleen hiilineutraaliustavoitteen, vaihtelevat tavoitteet toisistaan tavoitevuoden, vertailutason ja päästökompensaatiokeinojen osalta.

Ilmastoteoilla ja hiilineutraaliuteen pyrkimisellä on kunnalle päästövähennysten lisäksi muitakin positiivisia vaikutuksia. Näkyvä ilmastotyö lisää kunnan vetovoimaa ja parantaa imagoa, sekä lisää kuntalaisten tietoutta ja kannustaa ilmastotekoihin. Erilaisilla toimenpiteillä on usein myös ilmanlaatua parantava ja viihtyvyyttä edistävä vaikutus, jotka edelleen vaikuttavat alueen asukkaiden elämänlaatuun positiivisesti.

Rajauksesta ja laskennasta riippuen alueiden kasvihuonekaasupäästötulokset saattavat vaihdella merkittävästikin. Tämän vuoksi on tärkeää, että kasvihuonekaasupäästöjä määritettäessä huomioon otetaan vertautuvuus kansallisiin ja kansainvälisiin ohjeistuksiin, jotta päästölaskennan tulokset olisivat vertailukelpoisia, eikä päällekkäisyyksiä tapahtuisi. Vertailukelpoisuus on tärkeää päästökehityksen seuraamiseksi, jotta eri sektoreiden päästöihin voidaan kohdistaa tehokkaita toimenpiteitä ja näin ollen vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ilmastomuutoksen hillitsemiseksi.

Kunnan omien toimintojen kasvihuonekaasupäästöt ovat kuitenkin pieni osa koko kunnan alueen päästöistä, usein vain noin kymmenen prosenttia koko alueen päästöistä ja kunnan mahdollisuudet vaikuttaa suoraan päästöihin eivät ole loputtomat. Kunnilla on kuitenkin merkittävä rooli alueillaan palvelujentarjoajana, esimerkinnäyttäjänä sekä erilaisten toimintojen mahdollistajana, joiden kautta kunnan on mahdollista monin eritavoin vaikuttaa alueensa päästökehitykseen. Kuntien on tärkeää pyrkiä ohjaamaan alueensa muutakin toimintaa kestävämpään suuntaan kunnianhimoisten päästövähennysten saavuttamiseksi.

Kunnilla on mahdollisuus vaikuttaa melkein kaikkiin alueensa päästösektoreihin, kun huomioidaan kunnan omien toimintojen lisäksi yhteistyö alueen muiden toimijoiden kanssa. Sen sijaan kunnan omien ohjauskeinojen vaikutusmahdollisuudet ovat rajalliset. Kunnan yhteistyö kuntalaisten kanssa on erityisen tärkeää kuntalaisten mukaan saamiseksi ja innostamiseksi ilmastotyöhön ja käytösmuutoksen edistämiseksi. Kunnilla ei välttämättä aina kuitenkaan ole hiilineutraaliutta tavoitellessaan tietoa parhaimmista käytännöistä, esimerkiksi kaavoitus tehokkuuteensa nähden huonosti hyödynnetty keino kuntien ilmastotyössä. Kunnille tärkeää olisikin tunnistaa kaikista tehokkaimmin oman alueensa päästöjä vähentävät keinot, jotta kunta voi kohdistaa resurssinsa oikein.

Kunnilla on monia mahdollisuuksia vaikuttaa omien toimintojensa kuten rakennusten lämmityksen päästöihin sekä vaikuttaa alueensa päästökehitykseen ja ilmastonmuutoksen hillintään etenkin energiantuotannon, alueiden käytön suunnittelun ja liikenneratkaisujen myötä. Samantapaisesti Juvan kunnan olisi mahdollista saavuttaa merkittäviä päästövähennyksiä etenkin energia- ja liikennesektorilla. Energiasektorilla päästöihin vaikuttaa merkittävästi energiantuotannossa käytetty polttoaine turve, joka kattaa Juvan kunnan päästöistä merkittävän osan. Liikenteen päästöjen vähentämiseksi tehokkain keino on ajoneuvojen käyttövoiman muutos fossiilisista polttoaineista vähäpäästöisempiin. Kunnan vaikutusmahdollisuudet päästövähennyksiin kuitenkin vaihtelevat toiminnasta ja päästösektorista riippuen.

Merkittävin haaste kuntien hiilineutraaliuden tavoittelussa ja sen saavuttamisessa on kuntien rajalliset resurssit. Ilmastotyötä vaikeuttaa etenkin pienissä kunnissa sekä rajalliset taloudelliset resurssit että riittävän henkilöstön puute, vaikka muutoin kunnalla olisikin tietoa päästöjä vähentävistä toimenpiteistä. Muita haasteita päästövähennyksille ja ilmastotyölle aiheuttavat kunnan vaikutusmahdollisuudet ja ihmisten tottumuksien muuttamisen vaikeus ja aikaa vievyys. Päästösektoreista etenkin liikenteen päästöjen vähentäminen koetaan kunnissa hankalaksi hajanaisesta asutuksesta ja kuntalaisten totumuksista johtuen. Edellä mainitut haasteet voidaan nähdä toteutuvan myös tämän työn case-kunnassa. Hiilineutraaliuden saavuttaminen ei kuitenkaan ole mahdotonta.

LÄHTEET

Bertoldi, Paolo. 2018. Guidebook 'How to develop a Sustainable Energy and Climate Action Plan (SECAP)' – Part 2 - Baseline Emission Inventory (BEI) and Risk and Vulnerability Assessment (RVA). EUR 29412 EN. European Commission. [Viitattu helmikuu 14, 2022]. ISBN 978-92-79-96929-4. doi:10.2760/118857. Saatavissa: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a2ac8a5e-f134-11e8-9982-01aa75ed71a1/language-en#>

Dahal, Karna; Niemelä, Jari. 2017. Cities' Greenhouse Gas Accounting Methods: A Study of Helsinki, Stockholm, and Copenhagen. Climate 2017. DOI 10.3399/cli5020031. [Viitattu lokakuu 13, 2021]. Saatavissa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/230154/climate_05_00031_v2.pdf?sequence=1

C40 Cities Climate Leadership Group. 2022. [verkkosivusto]. [Viitattu maaliskuu 14, 2022]. Saatavissa: <https://www.c40.org/>

C40 Cities Climate Leadership Group. 2022. About C40. [verkkosivusto]. [Viitattu maaliskuu 14, 2022]. Saatavissa: <https://www.c40.org/about-c40/>

Carloni, Flavia; Green, Vivien. 2017. Managing Greenhouse Gas Emissions in Cities: The Role of Inventories and Mitigation Action Planning. Osa Dhakal, S; Ruth, M. kirjaa Creating Low Carbon Cities. Springer International Publishing. S. 129-130. [Viitattu helmikuu 15, 2022]. ISBN 978-3-319-84226-4.

Dugan, Alexa J; Lichstein, Jeremy W; Steele, Al; Metsaranta, Juha M; Bick, Steven; Hollinger, David Y. 2021. Opportunities for forest sector emissions reductions: a state-level analysis. Ecological Applications 31(5). [Viitattu marraskuu 17, 2021]. ISSN 1051-0761.

Fingrid. Avoin data. Suomessa kulutetun sähkön päästökerroin – reaaliaikatieto. Tietokanta. [Excel-taulukko]. [Viitattu helmikuu 22, 2022]. Saatavissa: <https://data.fingrid.fi/fi/dataset/suomessa-kulutetun-sahkon-paastokerroin-reaaliaikatieto>

Gasum. 2021. Kaasutankkausasemien sijainnit. [verkkosivusto]. [Viitattu tammikuu 22, 2022]. Saatavissa: <https://www.gasum.com/yksityisille/tankkaa-kaasua/tankkausasemat/>

GHG Protocol. 2014. Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories. An Accounting and Reporting Standard for Cities. [verkkojulkaisu]. [Viitattu syyskuu 24, 2021]. ISBN 1-56973-846-7. Saatavissa: <https://ghgprotocol.org/greenhouse-gas-protocol-accounting-reporting-standard-cities>

European Council. 2021. 5 facts about the EU's goal of climate neutrality. [verkkosivusto]. Päivitetty lokakuu 29, 2021. [Viitattu maaliskuu 4, 2022]. Saatavissa: <https://www.consilium.europa.eu/en/5-facts-eu-climate-neutrality/>

Euroopan parlamentti. 2019. Mitä hiilineutraalius tarkoittaa ja miten se saavutetaan 2050 mennessä? [verkkojulkaisu]. Päivitetty kesäkuu 25, 2021. [Viitattu elokuu 30, 2021]. Saatavissa: <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20190926STO62270/mita-hiilineutraalius-tarkoittaa-ja-miten-se-saavutetaan-2050-menessa>

Energiatehokkuussopimukset. 2022. Sopimukseen liittyneet. [verkkoaineisto]. [Viitattu huhtikuu, 2022]. Saatavissa: <https://energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/sopimukseen-liittyneet/>

Energiatehokkuussopimukset. Sopimus. [verkkoaineisto]. [Viitattu elokuu 30, 2021]. Saatavissa: <https://energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/sopimus/>

Fernández-Braña, A; Feijoo, G.; Dias-Ferreira, C. 2020. Turning waste management into a carbon neutral activity: Practical demonstration in a medium-sized European city. Science

of Total Environment 728. 1.8.2020. p.138843-138843. [Viitattu helmikuu 14, 2022]. Elsevier. ISSN 0048-9697. DOI: 10.1016 /j.scitotenv.2020.138843

HE 27/2022 vp. 2022. Hallituksen esitys eduskunnalle ilmastolaiksi. [verkkojulkaisu]. [Viitattu huhtikuu 4, 2022]. Saatavissa:

https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/HallituksenEsitys/Documents/HE_27+2022.pdf

Helonheimo, Teemu. 2021. Kuntien ja alueiden päästöskenaariotyökalu. [verkkojulkaisu, powerpoint]. [Viitattu marraskuu 15, 2021]. Saatavissa:

https://www.kuntaliitto.fi/sites/default/files/media/file/Helonheimo_Skenaarioty%C3%B6kalu_Kuntien%20ilmastokonferenssi%202021.pdf

Hulkkonen, Mira; Prisle, Nonne L. 2021. Managing Urban Traffic Emissions with Focus on People and Atmospheric Impacts. Handbook of Climate Change Management.

Springer. [Viitattu marraskuu 15, 2021]. ISBN 978-3-030-57281-5.

Hupponen, Mari; Anttila, Lauri; Horttanainen, Mika. 2014. Kuivajätehuollon hiilijalanjälki ja kustannukset sekä kuljetusten kilpailutus – Etelä-Karjalan aluekeräyspisteverkoston päivitys. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. [Viitattu huhtikuu 19, 2022]. ISBN 978-952-265-617-9.

IPCC. 2018. Annex I: Glossary. Global Warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.

[Viitattu tammikuu 13, 2022]. Saatavissa:

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_AnnexI_Glossary.pdf

IPCC. 2021. Climate Change 2021: The physical Science Basis. Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Viitattu marraskuu 26, 2021].

Saatavissa:

https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf

IPCC. 2022. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Summary for Policymakers. Working Group II contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Viitattu maaliskuu 1, 2022]. 27.02.2022.

IPCC. 2019. Generic Methodologies Applicable to Multiple Land-Use Categories. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Harald Aalde, Patrick Gonzalez, Michael Gytarsky, Thelma Krug, Werner A. Kurz, Rodel D. Lasco, Daniel L. Martino, Brian G., McConkey, Stephen Ogle, Keith Paustian, John Raison, N.H. Ravindranath, Dieter Schoene, Pete Smith, Zoltan Somogyi, Andre van Amstel, and Louis Verchot. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Chapter 2. [Viitattu maaliskuu 1, 2022]. Saatavissa: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_02_Ch2_Generic.pdf

IPCC. 2006. Mobile Combustion. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 2: Energy. Chapter 3. Christina Davies Waldron, Jochen Harnisch, Oswaldo Lucon, R. Scott Mckibbon, Sharon B. Saile, Fabian Wagner, and Michael P. Walsh. [Viitattu tammikuu 19, 2022]. Saatavissa: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf

Juva.fi. 2021a. Juvafaktaa. [verkkoaineisto]. [Viitattu marraskuu 9, 2021]. Saatavissa: <https://www.juva.fi/juvafaktaa>

Juva.fi. 2021b. Maaseutupitäjän modernia elinvoimaa. [verkkoaineisto]. [Viitattu marraskuu 9, 2021]. Saatavissa: <https://www.juva.fi/tietoa-kunnasta>

Juvan kunta. 2021. Juvan Ilmasto-ohjelma 2022-2035. 15.11.2021. [Viitattu maaliskuu 22, 2022].

Juvan kunta. 2017. Juvan kunnan konserniohje. 11.12.2017. [Viitattu maaliskuu 24, 2022]. Saatavissa:

https://www.juva.fi/resources/public//Hallinto/Taloustiedot/juvan_kunnan_konserniohje_kvalt_11122017.pdf

Kaupunginjohtajien energia- ja ilmastopimus. Eurooppa. Yleiskokouksen aloite. Tavoite ja laajuus. [verkkoaineisto]. [Viitattu elokuu 30, 2021]. Saatavissa: <https://www.kaupunginjohtajienyleiskokous.eu/tietoja/yleiskokouksen-aloite/tavoite-ja-laajuus.html>

Kaupunginjohtajien energia- ja ilmastopimus. Eurooppa. Yleiskokouksen aloite. Yleiskokous numeroissa. [verkkoaineisto]. [Viitattu elokuu 30, 2021]. Saatavissa: <https://www.kaupunginjohtajienyleiskokous.eu/tietoja/yleiskokouksen-aloite/tavoite-ja-laajuus.html>

Korhonen, Sirpa; Pyykkölä, Markku; Ylijoki-Laine, Jutta; FCG; Jalonen, Pauliina; Kuntaliitto. 2022. Ilmasto-ohjelman rakennemalli – kevyt versio. Ilmasto-ohjelman rakennemalli on tehty osana Ilmava-hanketta. Suomen Kuntaliitto. [verkkojulkaisu]. [Viitattu huhtikuu 8, 2022]. Saatavissa: <https://julkaisut.kuntaliitto.fi/2161>

Kuntalaki, 10 huhtikuu 2015/410. [Viitattu maaliskuu 24, 2022]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150410#Pidm45237816737088>

Kuntaliitto. 2021. Juva. [verkkoaineisto]. [Viitattu marraskuu 9, 2021]. Saatavissa: <https://www.kuntaliitto.fi/kunnat/juva>

Kuntaliitto. 2021. Kaupunkien ja kuntien lukumäärät ja väestötiedot. [verkkoaineisto]. [Päivitetty 6.5.2021]. [Viitattu marraskuu 10, 2021]. Saatavissa: <https://www.kuntaliitto.fi/tietotuotteet-ja-palvelut/kaupunkien-ja-kuntien-lukumaarat-ja-vaestotiedot>

Kuntaliitto. 2020. Kuinka kunnat kohtaavat ilmastonmuutoksen? Opas varautumistyön kehittämiseen. Suomen Kuntaliitto. [Viitattu marraskuu 22, 2021]. ISBN 978-952-293-

764-3. Saatavissa: <https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2020/2081-kuinka-kunnat-kohtaavat-ilmastonmuutoksen>

Kuuva, Petteri. 2020. Hallituksen ilmasto- ja energiastrategian valmistelu. Työ- ja elinkeinoministeriö. [verkkoaineisto]. Päivitetty 15.6.2020. [Viitattu lokakuu 25, 2021]. Saatavissa: <https://tem.fi/documents/1410877/22928897/Ilmasto-+ja+energiastrategian+valmistelu/8eeb865b-eb5c-787e-ef51-5c1d992c71f5/Ilmasto-+ja+energiastrategian+valmistelu.pdf?t=1592473794000>

Lindroos, Tomi J.; Ekholm, Tommi. 2016. Taakanjakosektorin päästökehitys ja päästövähennystoimet vuoteen 2030. Teknologian tutkimuskeskus VTT. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 21 syyskuu, 2021]. ISBN 978-951-38-8393-5. Saatavissa: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2016/T245.pdf>

Laki metsityksen määräaikaisesta tukemisesta, 17 joulukuu 2020/1114. [Viitattu marraskuu 17, 2021]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20201114>

Lounasheimo, Johannes. 2019. Mitä kuntien alue-, kulutus- ja käyttöperusteiset kasvihuonekaasupäästöt meille kertovat? Suomen Ympäristökeskus. [verkkoaineisto]. [Viitattu lokakuu 7, 2021]. Saatavissa: [https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Hiilineutraaliblogi/Mita_kuntien_alue_kulutus_ja_kayttoperus\(53543\)](https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Hiilineutraaliblogi/Mita_kuntien_alue_kulutus_ja_kayttoperus(53543))

Lounasheimo, Johannes; Karhinen, Santtu; Grönroos, Juha; Savolainen, Hannu; Forsberg, Tommi; Munther, Joonas; Petäjä, Jouko; Pesu, Janne. 2020. Suomen kuntien kasvihuonekaasupäästöjen laskenta. Alas-mallin menetelmäkuvaus ja laskentojen tuloksia 2005–2018. Suomen Ympäristökeskus. [verkkoaineisto]. [Viitattu syyskuu 7, 2021]. ISBN 978-952-11-5180-4. Saatavissa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/316216/SYKEra_25_2020_ALas_menetelma.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mattinen-Yuryev, Maija; Fagerlund, Siiri; Parkkinen, Anni; Huotari, Tiina; Manner, Jussi-Pekka; Kullberg, Jaakko; Haverinen, Risto; Valli, Raisa; Vaalgamaa, Sanna; Leinonen,

Tatu; Korja, Miika; Koistinen, Antti; Lehtinen, Antti; Tuori, Sari. 2021. Missä mennään kuntien ilmasto- ja luontotyössä? [verkkojulkaisu]. [Viitattu lokakuu 25, 2021]. Sitran selvityksiä 190. ISBN 978-952-347-230-3. Saatavissa:

<https://media.sitra.fi/2021/05/26093010/sitra-missa-mennaan-kuntien-ilmasto-ja-luontotyossa.pdf>

Mattsson, Lotta. 2012. Selvitys kuntien ilmastotyöstä. Suomen Kuntaliitto.

[verkkojulkaisu]. [Viitattu marraskuu 15, 2021]. ISBN 978-952-213-892-7. Saatavissa:

<https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2012/1480-selvitys-kuntien-ilmastotyosta>

Motiva. Hyödynjakomenetelmä. [verkkojulkaisu]. [Viitattu huhtikuu 5, 2022]. Saatavissa:

https://www.motiva.fi/files/6820/Kuvaus_hyodynjakomenetelmasta.pdf

Motiva. 2021. Kaukolämmön erillistuotannon paikkakuntien ryhmäjako ja laskennassa käytettävät ryhmäkohtaiset CO₂-päästökertoimet. [verkkojulkaisu]. Päivitetty 31.5.2021. [Viitattu maaliskuu 8, 2022]. Saatavissa:

https://www.motiva.fi/files/18816/Erillistuotannon_paikkakunnat_2021.pdf

Nieuwenhuijsen, Mark J. 2020. urban and transport planning pathways to carbon neutral, liveable and healthy cities; A review of the current evidence. Environment international 140 (2020): 105661. [Viitattu helmikuu 23, 2022]. ISSN 0160-4120. doi: 10.1016/envint.2020.105661.

Nissinen, Ari; Savolainen, Hannu. 2019. Julkisten hankintojen ja kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki ja luonnonvarojen käyttö. ENVIMAT-mallinnuksen tuloksia. Suomen Ympäristökeskus. [Viitattu tammikuu 11, 2022]. ISBN 978-952-11-5017-3. Saatavissa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/300737/SYKEra_15_2019_korjattu_26_02_2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Parviainen, Jarno. 2015. Kuntien ja maakuntien ilmastotyön tilanne 2015. Strategioista käytäntöön. Suomen Kuntaliitto. [verkkojulkaisu]. [Viitattu huhtikuu 7, 2022]. ISBN 978-952-293-335-5. Saatavissa: <https://julkaisut.kuntaliitto.fi/1712>

Peltokangas, Kenneth; Havisalmi, Jimi. 2019. Maaperä on puustoa suurempi hiilivarasto. [artikkeli]. 9.11.2019. Natura 3/2019. [Viitattu maaliskuu 6, 2022]. Saatavissa: <https://www.naturalehti.fi/2019/11/09/maapera-on-puustoa-suurempi-hiilivarasto/>

Riekkinen, Venla. 2021. Mikä on kuntien rooli päästövähennystalkoissa? [verkkajulkaisu]. 12.4.2021. [Viitattu tammikuu 11, 2022]. Suomen Tuulivoimayhdistys ry. Saatavissa: <https://www.tuulivoimalehti.fi/aiheet/mika-on-kuntien-rooli-paastovahennystalkoissa.html>

Savikko, Riitta; Himanen, Sari; Rimhanen; Mäkinen, Hanna. Ruoan ilmastovaikutukset. Ilmastomuutos ja maaseutu -hanke. [verkkajulkaisu]. [Viitattu huhtikuu 10, 2022]. Saatavissa: <https://www.ilmastoviisas.fi/wp-content/uploads/2013/07/Ruoan-ilmastovaikutukset.pdf>

Sitra. 2018a. Kuntien ilmastotavoitteet ja -toimenpiteet. [verkkajulkaisu]. Päivitetty lokakuu 16, 2017. [Viitattu elokuu 24, 2021]. Saatavissa: <https://media.sitra.fi/2018/10/23094420/kuntien-ilmastotavoitteet-ja-toimenpiteet.pdf>

Sitra. 2018b. Kuntien käytössä olevat ilmastotoimenpiteet. [verkkajulkaisu]. [Viitattu maaliskuu 14, 2022]. Saatavissa: <https://media.sitra.fi/2018/10/12124309/deloitte-sitra-liite-1-kuntien-ilmastotoimenpiteet.pdf>

Seppälä, Jyri; Saikku, Laura; Soimakallio, Sampo; Lounasheimo, Johannes; Regina, Kristiina; Ollikainen, Markku. 2019a. Hiilineutraalius ilmastopolitiikassa – valtiot, alueet ja kunnat. Suomen Ilmastopaneeli. Raportti 5a. [verkkoaineisto]. [Viitattu syyskuu 21, 2021]. Saatavissa: https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2019/09/Hiilineutraalius_ilmastopaneeli_2019_FINAL.pdf

Seppälä, Jyri; Savolainen, Hannu; Sironen, Susanna; Soimakallio, Sampo; Ollikainen, Markku. 2019b. Päästövähennyspolku kohti hiilineutraalia Suomea – hahmotelma. Suomen Ilmastopaneeli. Raportti 7/2019. [verkkajulkaisu]. [Viitattu marraskuu 15, 2021].

Saatavissa: https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2019/10/Suomen-p%C3%A4st%C3%A4st%C3%B6v%C3%A4hennyspolku_final.pdf

Seppälä, Jyri; Munther, Joonas; Viri, Riku; Liimatainen, Heikki; Weaver, Sally; Ollikainen, Markku. 2019c. Sähköautoilla suuri vähennys päästöihin – pian myös kilpailukykyiseen hintaan. Suomen Ilmastopaneeli. [verkkojulkaisu]. [Viitattu huhtikuu 18, 2022].

Saatavissa: https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2019/12/Ilmastopaneeli_raportti_sahkoautoA4_v03.pdf

Seppälä, Jyri; Alestalo, Mikko; Ekholm, Tommi; Kulmala, Markku; Soimakallio, Sampo. 2014. Hiilineutraalisuuden tavoittelu – mitä se on missäkin yhteydessä. Ilmastopaneeli. [verkkojulkaisu]. [Viitattu marraskuu 12, 2021]. Saatavissa:

<https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2018/10/Hiilineutraalisuuden-tavoittelu-mita-se-on-missakin-yhteydessa.pdf>

Sjöstedt, Tuula. 2018. Mitä nämä käsitteet tarkoittavat? Sitra. [verkkoaineisto/artikkeli]. Päivitetty 20.6.2019. [Viitattu tammikuu 22, 2022]. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/artikkelit/mita-nama-kasitteet-tarchoittavat/>

Statistics Finland. 2021. Greenhouse Gas Emissions in Finland 1990 to 2019. National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol. [verkkojulkaisu]. [Viitattu lokakuu 10, 2021]. Saatavissa:

https://www.stat.fi/static/media/uploads/tup/khkinv/fi_nir_eu_2019_2021-03-15.pdf

Soimakallio, Sampo; Lipsanen, Anna. 2021. Keskeiset käsitteet. Metsät. Suomen Ympäristökeskus. [verkkosivusto]. Päivitetty huhtikuu 12, 2021. [Viitattu maaliskuu 6, 2022]. Saatavissa: [https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Ilmastotyö/Metsät/Keskeiset_kasitteet\(60013\)](https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Ilmastotyö/Metsät/Keskeiset_kasitteet(60013))

Someshwar, Shiv. Adaptation to Climate Change: Moving Beyond “Reactive” Approaches. IRI/Earth Institute, Columbia University. World Resources Institute. [verkkoaineisto]. [Viitattu marraskuu 17, 2021]. Saatavissa: <https://www.wri.org/our->

work/project/world-resources-report/adaptation-climate-change-moving-beyond-reactive-approaches

Suomen Ympäristökeskus. Hinku-verkosto. [verkkoaineisto]. Päivitetty kesäkuu 7, 2021. [Viitattu elokuu 30, 2021]. Saatavissa: <https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Hinku>

Suomen Ympäristökeskus. 2020a. Kohti hiilineutraalia kuntaa: ilmastoverkoston vaikutus kunnan ilmastotyöhön ja päästöihin. [verkkajulkaisu]. [Viitattu lokakuu 1, 2021]. ISBN 978-952-11-5170-5. Saatavissa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/315400/SYKEra_20_2020_Hinku.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Suomen Ympäristökeskus. 2020b. Suomen kasvihuonekaasujen päästöt ovat laskussa. [verkkosivusto]. Päivitetty 24.9.2020. [Viitattu huhtikuu 15, 2022]. Saatavissa: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/0be63fa0-533f-4986-b674-859b6577c8b5/suomen-kasvihuonekaasujen-paastot-ovat-laskussa.html>

Suomen Ympäristökeskus. 2021a. Kunnille uusi työkalu päästövähennystoimien suuntaamiseen. 26.4.2021. [verkkoaineisto]. [Viitattu huhtikuu 1, 2022]. Saatavissa: [https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Kunnille_uusi_tyokaluu_paastovahennystoim\(60488\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Kunnille_uusi_tyokaluu_paastovahennystoim(60488))

Suomen Ympäristökeskus. 2021b. Puun korjuu energiaksi. [verkkoaineisto]. [Viitattu maaliskuu 18, 2022]. Saatavissa: <https://laskurit.hiilineutraalisuomi.fi/nielu/>

Suomen Ympäristökeskus. 2021c. SYKE - Kuntien ja alueiden KHK-päästöt. [verkkoaineisto]. [Viitattu elokuu 30, 2021]. Saatavissa: <https://paastot.hiilineutraalisuomi.fi/>

Suomen Ympäristökeskus, Motiva. Kuntien ja yritysten ilmastoyhteistyö. Kunnan resurssiviisuusverkoston rakentaminen PK-yrityksille. [verkkoaineisto]. [Viitattu huhtikuu 7, 2022]. Saatavissa:

<https://www.hiilineutraalisuomi.fi/download/noname/%7BB33FEC22-92FF-4D8C-BF0C-816F8A9A3883%7D/165622>

Suomen Ympäristökeskus, Motiva. 2015. Tietoa Fisusta. Fisunetwork.fi. [verkkosivusto]. Päivitetty maaliskuu 3, 2022. [Viitattu maaliskuu 4, 2022]. Saatavissa: https://www.fisunetwork.fi/fi-FI/Tietoa_Fisusta

Suur-Savon Sähkö. 2020. Vastuullisuusraportti. S. 31. [verkkojulkaisu]. [Viitattu helmikuu 23, 2022]. Saatavissa: https://www.ssoy.fi/wp-content/uploads/2021/06/Suur_Savon_Sahko_vastuullisuusraportti_2020.pdf

Suur-Savon Sähkö. 2019. Vuosikertomus 2019. [verkkojulkaisu]. [Viitattu huhtikuu 5, 2022]. Saatavissa: <https://vuosikertomus.ssoy.fi/2019/liiketoiminta/energian-tuotanto>

Tilastokeskus. 2022a. Kasvihuonekaasuinventaario. [verkkoaineisto]. Päivitetty tammikuu 17, 2022. [Viitattu syyskuu 28, 2021]. [Viitattu huhtikuu 5, 2022]. Saatavissa: <https://www.stat.fi/tup/khkinv/index.html>

Tilastokeskus. 2022b. Kuntien avainluvut -tietokanta. Väkiluku 1987–2021 Juva. [verkkoaineisto]. [Viitattu huhtikuu 3, 2022]. Saatavissa: [https://vertinet2.stat.fi/verti/graph/viewpage.aspx?ifile=quicktables/kuntien_avainluvut_2021/avainluku_M411&isext=true&lang=3&x=800&y=800&rind=63,](https://vertinet2.stat.fi/verti/graph/viewpage.aspx?ifile=quicktables/kuntien_avainluvut_2021/avainluku_M411&isext=true&lang=3&x=800&y=800&rind=63)

Tilastokeskus. 2021c. Suomen kasvihuonekaasupäästöt 1990–2020. [verkkojulkaisu]. [Viitattu marraskuu 8, 2021]. ISBN 978-952-244-671-8. Saatavissa: https://www.stat.fi/static/media/uploads/yymp_kahup_1990-2020_2021_23462_net.pdf

Tilastokeskus. 2020. Suomen kasvihuonekaasupäästöt 1990-2019. [verkkojulkaisu]. [Viitattu huhtikuu 15, 2022]. ISBN 978-952-244-660-2. Saatavissa: https://www.stat.fi/static/media/uploads/tup/khkinv/yymp_kahup_1990-2019_2020.pdf

Tilastokeskus, a. Kansallinen järjestelmä. [verkkoaineisto]. [Viitattu marraskuu 12, 2021]. Saatavissa: https://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_kansallinen_seurantajarjestelma.html

Tilastokeskus, b. Tietoa tilastoista. Käsitteet. F-kaasut. [verkkoaineisto]. [Viitattu syyskuu 28, 2021]. Saatavissa: https://www.stat.fi/meta/kas/f_kaasut.html

Tilastokeskus c. Tietoa tilastoista. Käsitteet. Jätteiden käsittely. [verkkoaineisto]. [Viitattu helmikuu 17, 2022]. Saatavissa: <https://www.stat.fi/meta/kas/jatekasittely.html>

Traficom. 2019. Kaasuauto. [verkkosivusto]. 13.12.2019. [Viitattu huhtikuu 18, 2022]. Saatavissa: <https://www.traficom.fi/fi/ajavaihtoehtoa/kaasuauto>

Tuhkanen, Sami. 2002. Jätehuollon merkitys Suomen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä. Kaatopaikkojen metaanipäästöt ja niiden talteenotto. VTT. [Viitattu tammikuu 19, 2022]. ISBN 951-38-5896-0. Saatavissa: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/2002/T2142.pdf>

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2014. Energia- ja ilmastotiekartta 2050. Parlamentaarisen energia- ja ilmastokomitean mietintö 16. päivänä lokakuuta 2014. Energia ja ilmasto 31/2014. ISBN 978-952-227-882-1. Saatavissa: <https://tem.fi/documents/1410877/2628105/Energia-+ja+ilmastotiekartta+2050.pdf/1584025f-c5c7-456c-a912-aba0ee3e5052/Energia-+ja+ilmastotiekartta+2050.pdf?t=1463395012000>

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2016. Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030. VNS 7/2016. [Viitattu marraskuu 24, 2021]. Saatavissa: <https://tem.fi/documents/1410877/3570111/Kansallinen+energia-+ja+ilmastostrategia+vuoteen+2030+24+11+2016+lopull.pdf/a07ba219-f4ef-47f7-ba39-70c9261d2a63/Kansallinen+energia-+ja+ilmastostrategia+vuoteen+2030+24+11+2016+lopull.pdf?t=1480670584000>

UNFCCC. 2021. Nationally determined contributions under the Paris Agreement. Synthesis report by the secretariat. Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement. United Nations. [Viitattu maaliskuu 4, 2022].

[verkkajulkaisu]. Saatavissa:

https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2021_08_adv_1.pdf

UNFCCC. 2008. Kyoto Protocol Reference Manual: On accounting of emissions and assigned amount. United Nations Framework Convention on Climate Change. ISBN 92-9219-055-5. [Viitattu lokakuu 10, 2021].

Valtioneuvosto. 2019. Osallistava ja osaava Suomi – sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta. Pääministeri Sanna Marinin hallituksen ohjelma 10.12.2019. [Viitattu marraskuu 24, 2021]. Valtioneuvoston julkaisuja 2019:31. ISBN 978-952-287-808-3. Saatavissa:

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161931/VN_2019_31.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Valtioneuvosto. 2020. Reilulla siirtymällä kohti hiilineutraalia Suomea – tiekartta hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi 3.2.2020. [verkkajulkaisu]. [Viitattu helmikuu 17, 2022]. Saatavissa:

<https://vnk.fi/documents/10616/20764082/hiilineutraaliuden+tiekartta+03022020.pdf/1f1dfbea-f623-9197-5352-23a7f1b83703/hiilineutraaliuden+tiekartta+03022020.pdf?t=1580742856000>

Valtioneuvoston kanslia. 2022. Lainsäädännön arviointineuvoston lausunto ympäristöministeriölle hallituksen esityksen luonnoksesta ilmastolaiksi. Lainsäädännön arviointineuvoston lausunto. VN/32979/2021. 4.2.2022. [verkkajulkaisu]. [Viitattu helmikuu 17, 2022]. Saatavissa:

<https://vnk.fi/documents/10616/106362285/Lains%C3%A4%C3%A4d%C3%A4nn%C3%B6n+arviointineuvoston+lausunto+hallituksen+esityksen+luonnoksesta+ilmastolaiksi.pdf/952321ff-2e0e-d43d-ff6b->

dcd5c55b153e/Lains%C3%A4%C3%A4d%C3%A4nn%C3%B6n+arviointineuvoston+lau
sunto+hallituksen+esityksen+luonnoksesta+ilmastolaiksi.pdf?t=1643982670437

Valtiovarainministeriö. 2013. Uusi kuntalaki (410/2015). Kunta- ja aluehallinto-osasto.

10.9.2013. [powerpoint]. [Viitattu huhtikuu 7, 2022]. Saatavissa:

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi_0ILWvIL3AhVnQ_EDHUonCFYQFnoECEYQAQ&url=https%3A%2F%2Fvm.fi%2Fdocuments%2F10623%2F307641%2FKuntalain%2Besittelykalvot%2F81c41b72-06cd-463d-875d-f5f430bfc976&usg=AOvVaw1ByAWg-gutThBtWfKF5OIZ

VTT. LIPASTO – Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen

laskentajärjestelmä. [verkkoaineisto]. [Viitattu lokakuu 5, 2021]. Saatavissa:

<http://lipasto.vtt.fi/index.htm>

Ympäristöministeriö. 2021a. IPCC:n raportti: Ihmisten toiminta on aiheuttanut

ennenäkemättömän laajoja ja nopeita muutoksia ilmastossamme. [verkkajulkaisu].

Päivitetty 9.8.2021. [Viitattu elokuu 30, 2021]. Saatavissa: [https://ym.fi/-/ipcc-n-raportti-](https://ym.fi/-/ipcc-n-raportti-ihmisten-toiminta-on-aiheuttanut-ennennakemattoman-laajoja-ja-nopeita-muutoksia-ilmastossamme)

[ihmisten-toiminta-on-aiheuttanut-ennennakemattoman-laajoja-ja-nopeita-muutoksia-](https://ym.fi/-/ipcc-n-raportti-ihmisten-toiminta-on-aiheuttanut-ennennakemattoman-laajoja-ja-nopeita-muutoksia-ilmastossamme)

[ilmastossamme](https://ym.fi/-/ipcc-n-raportti-ihmisten-toiminta-on-aiheuttanut-ennennakemattoman-laajoja-ja-nopeita-muutoksia-ilmastossamme)

Ympäristöministeriö. 2021b. Selvitys: Hallituksen ilmastolakiehdotuksen päästötavoitteiden

toteutuminen edellyttää ripeitä toimia ennen vuotta 2030. Valtioneuvoston viestintäosasto.

[verkkajulkaisu]. Päivitetty 3.9.2021. [Viitattu marraskuu 10, 2021]. Saatavissa:

[https://ym.fi/-/10616/selvitys-hallituksen-ilmastolakiehdotuksen-paastotavoitteiden-](https://ym.fi/-/10616/selvitys-hallituksen-ilmastolakiehdotuksen-paastotavoitteiden-toteutuminen-edellyttaa-ripeita-toimia-ennen-vuotta-2030)

[toteutuminen-edellyttaa-ripeita-toimia-ennen-vuotta-2030](https://ym.fi/-/10616/selvitys-hallituksen-ilmastolakiehdotuksen-paastotavoitteiden-toteutuminen-edellyttaa-ripeita-toimia-ennen-vuotta-2030)

Ympäristöministeriö. 2021c. Lausuntoyhteenveto. Ilmastolain uudistus. 17.11.2021.

[Viitattu tammikuu 10, 2022]. Saatavissa: [https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/4592289f-](https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/4592289f-ee2e-456e-a17b-66b71dd124bf/9887a2d6-e839-4c96-bf92-8a934f2e5223/YHTEENVETO_20211117102246.PDF)

[ee2e-456e-a17b-66b71dd124bf/9887a2d6-e839-4c96-bf92-](https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/4592289f-ee2e-456e-a17b-66b71dd124bf/9887a2d6-e839-4c96-bf92-8a934f2e5223/YHTEENVETO_20211117102246.PDF)

[8a934f2e5223/YHTEENVETO_20211117102246.PDF](https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/4592289f-ee2e-456e-a17b-66b71dd124bf/9887a2d6-e839-4c96-bf92-8a934f2e5223/YHTEENVETO_20211117102246.PDF)

Ympäristöministeriö. 2007. Rakennusten energiankulutuksen ja lämmitystehotarpeen laskenta. Ohjeet 2007. D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma. [Viitattu maaliskuu 31, 2022]. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehotarpeen laskennasta. 19.6.2007. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/data/normit/29520/D5-190607-suomi.pdf>

Ympäristöministeriö a. Suomen kansallinen ilmastopoliittika. [verkkoaineisto]. [Viitattu elokuu 30, 2021]. Saatavissa: <https://ym.fi/suomen-kansallinen-ilmastopoliittika>

Ympäristöministeriö b. Kuntien ilmastoratkaisut -ohjelma 2018-2023. [verkkoaineisto]. [Viitattu huhtikuu 14, 2021]. Saatavissa: <https://ym.fi/kuntien-ilmastoratkaisut-ohjelma-2018-2023>

Ympäristöministeriö c. Öljylämmityksestä luopuminen. [verkkosivu]. [Viitattu huhtikuu 10, 2022]. Saatavissa: <https://ym.fi/oljylammityksesta-luopuminen>

Ympäristöministeriö. 2022. Öljylämmityksen vaihtamiseen ryhdytään myöntämään nyt EU-rahaa – kaukolämmön osalta hakemusten vastaanotto päättyy. Ympäristöministeriön ja Pirkanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen tiedote. 23.2.2022. [verkkajulkaisu]. [Viitattu maaliskuu 11, 2022]. Saatavissa: <https://ym.fi/-/oljylammityksen-vaihtamiseen-ryhdytaan-myontamaan-nyt-eu-rahaa-kaukolammon-osalta-hakemusten-vastaanotto-paattyy>