

Päivi Parikka

VARKAUDEN  
ILMASTONSUOJELUKAMPANJA  
JA  
KASVIHUONEKAASUJEN  
PÄÄSTÖSELVITYS

Opinnäytetyö  
Ympäristöteknologia


Joulukuu 2010




**MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU**

Mikkeli University of Applied Sciences

## KUVAILULEHTI

 <b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences		<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b>  1.12.2010
<b>Tekijä(t)</b> Päivi Parikka		<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b> Ympäristötekniologia
<b>Nimeke</b>  Varkauden ilmastonsojelukampanja ja kasvihuonekaasujen päästöselvitys		
<b>Tiivistelmä</b>  <p>Ilmastonmuutos aiheutuu kasvihuonekaasupäästöistä, joita syntyy energiantuotannossa, liikenteessä, jätehuollossa, maa- ja metsätaloudessa sekä teollisuudessa. Kasvihuonekaasut pidättävät ilmakehässä auringosta tullutta lämpösäteilyä, jonka seurauksena ilmakehän lämpötila nousee. Kaasujen pitoisuuden lisääntyminen johtuu ihmisen toiminnoista, joissa vapautuu hiilidioksidia sekä muita kasvihuonekaasuja. Kasvihuonekaasupäästöjä vähentämällä voidaan hillitä ilmastonmuutosta.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa Varkauden kasvihuonekaasupäästöjä sekä tarkastella eri vaihtoehtoja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi.</p> <p>Tässä työssä selvitettiin kasvihuonekaasujen päästölähteitä Varkauden kaupungin alueella sekä laskettiin alueella syntyneiden kasvihuonekaasupäästöjen määrä. Lisäksi työssä suunniteltiin päästövähennysehdotuksia Varkauden kaupungin ilmasto-ohjelmaa varten.</p> <p>Päästölaskenta tehtiin tähän tarkoitukseen kehitetyllä ohjelmalla. Kasvener-ohjelma tarvitsi lähtötiedot maataloudesta (eläinmäärät, maatalousmaan pinta-alat), jätteistä ja jätevesistä, liikenteestä sekä energiasta ja teollisuusprosesseista. Lähtötiedot kerättiin tilastoista, henkilökohtaisina tiedonantoina ja kirjallisuudesta. Varkauden päästölaskennan tulokseksi saatiin 242 300 t CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia v.2005 ja 299 800 t CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia v. 2007.</p> <p>Päästöjen kehitystä voidaan seurata tekemällä päästölaskenta säännöllisesti muutaman vuoden välein, jolloin nähdään, ovatko päästövähennystoimenpiteet vaikuttaneet myönteisesti päästötasoon.</p>		
<b>Asiasanat (avainsanat)</b> Ilmastonmuutos, kasvihuoneilmiö, kasvihuonekaasupäästöt, vaikutukset, sopeutuminen		
<b>Sivumäärä</b> 73 s.	<b>Kieli</b> suomi	<b>URN</b>
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>		
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b> Pia Haapea		<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b> Varkauden ympäristönsuojelutoimisto

## DESCRIPTION

 <b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences		<b>Date of the bachelor's thesis</b>  1.12.2010
<b>Author(s)</b> Päivi Parikka	<b>Degree programme and option</b> Environmental Engineering	
<b>Name of the bachelor's thesis</b> The Campaign of Climate Protection in Varkaus and Inventory of Greenhouse Gas Emissions		
<b>Abstract</b>  <p>Climate change is caused by the greenhouse gas emissions. The production of energy, traffic, waste management, agriculture, forestry and industry are the main sources of these emissions. The greenhouse gases absorb solar radiation in the atmosphere which causes the temperature rising. The increasing amount of greenhouse gases is caused by human activities where carbon dioxide and other greenhouse gases are released. The climate change can be prevented by reducing the amount of greenhouse gas emissions.</p> <p>The aim of this thesis was to invent greenhouse gas emissions in Varkaus and investigate different alternatives to reduce these emissions.</p> <p>In this inventory the sources of emissions in Varkaus were defined and the emissions were calculated. In addition the proposals to reduce emissions were made for the Climate Programme in Varkaus.</p> <p>Excel-based software for greenhouse gas and energy balance calculation, Kasvener, was used as the calculation programme. Data for the calculation (agriculture, waste and wastewater, traffic, energy and industry) were sourced from official records, personal information and literature. The result of the calculation was 242 300 tonnes carbon dioxide equivalent in 2005 and 299 800 tonnes in 2007.</p> <p>To monitor the production of emissions the calculation can be repeated regularly every few years to see if the actions to reduce emissions have a positive effect on the emission level.</p>		
<b>Subject headings, (keywords)</b> Change in climate, greenhouse effect, greenhouse gas emissions, impacts, adaptation		
<b>Pages</b> 73 p.	<b>Language</b> Finnish	<b>URN</b>
<b>Remarks, notes on appendices</b>		
<b>Tutor</b> Pia Haapea	<b>Bachelor's thesis assigned by</b> Environmental Protection Office of Varkaus	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	1
2	YLEISTÄ ILMASTONMUUTOKSESTA .....	1
2.1	Ilmastonmuutos .....	2
2.1.1	Ilmastonmuutokseen vaikuttavat muut tekijät .....	2
2.1.2	Ilmastonmuutoksen keskeisimmät vaikutukset .....	3
2.2	Kasvihuoneilmiö .....	6
2.2.1	Kasvihuonekaasut .....	7
2.3	Kasvihuonekaasujen päästölähteet .....	12
2.3.1	Energiantuotannon ja -kulutuksen päästöt .....	13
2.3.2	Liikenteen päästöt .....	15
2.3.3	Jätehuollon päästöt.....	16
2.3.4	Maatalouden päästöt .....	18
2.3.5	Teollisuusprosessit .....	19
2.3.6	Luonnon kasvihuonekaasulähteet Suomessa .....	21
2.4	Hiilinielut.....	23
3	ILMASTONMUUTOKSEEN LIITTYVÄT POLITIIKAT.....	24
3.1	Kansainvälinen ilmastopolitiikka .....	24
3.2	Kioton pöytäkirja.....	25
3.3	Euroopan Unioni ja Suomi.....	26
4	KUNNAT JA ILMASTONMUUTOS .....	27
4.1	Kuntien ilmastonsuojelukampanja .....	27
4.1.1	Jätehuolto .....	28
4.1.2	Elinkeinotoiminta, asuminen ja liikenne.....	28
4.1.3	Energiansäästö kunnan omassa toiminnassa .....	29
5	VARKAUDEN ILMASTONSUOJELUKAMPANJA.....	30
5.1	Yleistä Varkauden kaupungista.....	30
5.2	Varkauden ilmastokampanja ja sen tavoitteet .....	30
6	VARKAUDEN KASVIHUONEKAASUJEN PÄÄSTÖSELVITYKSEN TAVOITTEET JA KÄYTETYT MENETELMÄT.....	33
6.1	Tavoitteet.....	33
6.2	Menetelmät .....	33

6.3	Lähtötiedot.....	35
7	TULOKSET.....	39
8	TULOSTEN TARKASTELU.....	40
8.1	Hiilidioksidipäästöt Varkaudessa .....	42
8.2	Metaanipäästöt Varkaudessa.....	44
8.3	Typpioksiduulipäästöt Varkaudessa .....	45
8.4	Varkauden kasvihuonekaasupäästöt yhteensä.....	47
8.5	Energiantuotannon ja kulutuksen jakaantuminen Varkaudessa energiälähteittäin.....	49
8.6	Varkauden tuotantoperusteiset kasvihuonekaasupäästöt (päästöt energiantuotannon mukaan).....	52
8.6.1	Energiantuotannon päästöt Varkaudessa.....	53
8.6.2	Liikenteen päästöt Varkaudessa.....	54
8.6.3	Jätehuollon päästöt Varkaudessa .....	55
8.6.4	Maatalouden päästöt Varkaudessa.....	57
8.6.5	Tuotanto- ja kulutusperusteiset päästöt vuosina 2005 ja 2007 Varkaudessa .....	57
9	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET VARKAUDEN KASVIHUONEKAASU- PÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMISEKSI .....	58
9.1	Sähkönkulutus.....	59
9.2	Rakennusten lämmitys .....	61
9.3	Liikenne .....	63
9.4	Muut päästövähennykset .....	63
9.5	Ympäristökasvatus ja neuvonta.....	65
10	JOHTOPÄÄTÖKSIÄ.....	66
	LÄHTEET.....	70

## **1 JOHDANTO**

Tämän opinnäytetyön aikana selvitettiin Varkauden kasvihuonekaasupäästöjen nykyinen taso. Tämän lisäksi työssä tarkasteltiin erilaisia vaihtoehtoja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi ja pohdittiin tavoitteita kaupungin ilmasto-ohjelmalle, josta on luonnos laadittu. Ilmasto-ohjelma on toimenpideohjelma, jonka tavoitteena on ohjata kaupungin toimia energiatehokkaammiksi ja ilmastomuutoksen huomioivaksi. Toimintaohjelma liittyy kiinteästi kaupungin energiansäästöohjelmaan. Hankkeen myötä kaupungin ja sen tytäryhtiöiden henkilöstön ja kuntalaisten tietoisuus kasvaa ja uudet ilmastomuutoksen huomioivat toimintatavat otetaan käyttöön kuntakonsernissa. Tämän myötä toimintatavat muuttuvat energiatehokkaammiksi, kasvihuonekaasupäästöt vähenevät ja kuntakonserni säästää kustannuksia pienentyneiden energiakustannusten myötä.

Varkaudessa ei ole tehty aiemmin kasvihuonekaasupäästöjen selvitystä Kasvenerlaskentamallilla, joka on Excel-pohjainen kuntatason kasvihuonekaasu- ja energiatasemalli. Kasvihuonekaasupäästöjen selvitys tällä laskentamallilla katsottiin tarpeelliseksi Varkauden liittyttyä kuntien ilmastokampanjaan sekä siksi, että päästölaskennan tulokset olisivat verrannolliset muiden kuntien vastaaviin tuloksiin. Lisäksi tätä laskentamallia käyttämällä seuraavissakin päästölaskennoissa voidaan seurata kaupungin päästökehitystä.

Laskennasta saatujen tulosten perusteella voidaan tarkastella, mitkä eri sektorit aiheuttavat eniten päästöjä ja sen pohjalta arvioida mahdollisia päästövähennystoimia ja tavoitteita eniten päästöjä aiheuttaville sektoreille.

## **2 YLEISTÄ ILMASTONMUUTOKSESTA**

Tässä luvussa on käsitelty yleisellä tasolla ilmastomuutosta, siihen liittyviä tekijöitä ja sen aiheuttamia vaikutuksia sekä kasvihuoneilmiötä ja sen aiheuttavia kasvihuonekaasuja. Lisäksi tässä luvussa on tarkasteltu kasvihuonekaasujen päästölähteitä ja hiilinielujä.

## 2.1 Ilmastonmuutos

YK:n ilmastopöytäkirjan mukaan ilmastonmuutoksella tarkoitetaan suoraa tai epäsuoraa muutosta, jonka aiheuttaa ihmisen ilmakehän koostumusta muuttava toiminta. Näitä kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttavia toimintoja ovat energiantuotanto, liikenne, jätehuolto, maa- ja metsätalous sekä teollisuus. Myös luonnontuotanto, kuten tulivuorten purkaukset aiheuttavat ilmastoon vaikuttavia päästöjä. (Valtion ympäristöhallinto 2008b.)

Ilmastonmuutos voi vaikuttaa ympäristöön (lämpötila, jäätiköt, meren pinnan taso, kasvukauden pituus, biodiversiteetti, äärimmäiset sääolosuhteet, otsonikerros) sekä talouteen, terveyteen ja sosiaalisiin olosuhteisiin. Sopeutumisella ilmastonmuutokseen tarkoitetaan luonnon ja ihmisen mukautumista odotettuihin ja jo tapahtuneisiin muutoksiin joko hyödyntämällä etuja tai minimoimalla haittoja. (Marttila et al. 2005.)

Hallitustenvälisen ilmastopaneelin (IPCC) uusimmassa arviointiraportissa todetaan, että maapallon ilmasto on muuttumassa, sillä lämpeneminen on nyt kiistaton tosiasia. Maapallon keskilämpötila on kohonnut 0,74 astetta viimeisimmän sadan vuoden aikana. Myös merenpinnan on mitattu nousseen sekä jää- ja lumipeitteet ovat kaventuneet. Lämpeneminen johtuu hyvin todennäköisesti pääosin maapallon kasvihuoneilmiön voimistumisesta. Kasvihuoneilmiö on voimistunut, koska ihmisen toiminta on lisännyt hiilidioksidin ja muiden kasvihuonekaasujen määrää ilmakehässä. (Valtion ympäristöhallinto 2008c.)

### 2.1.1 Ilmastonmuutokseen vaikuttavat muut tekijät

Joidenkin ilmastonmuutokseen vaikuttavien tekijöiden vuorovaikutusten ketjut ovat kehämäisiä: ilmastonmuutos muuttaa jotakin, joka vaikuttaa takaisin ilmastonmuutokseen. Vuorovaikutusta voi olla vastakkaisiin suuntiin. Palaute- eli takaisinkytkennät ovat ilmastonmuutoksen aiheuttamia ilmiöitä, jotka vaikuttavat ilmastoon lämmittävästi (positiiviset palautekytkennät) tai viilentävästi (negatiiviset palautekytkennät). (Lyytimäki & Hakala 2008, 91.)

Monet tärkeimmistä palautemekanismeista liittyvät hiilen sitoutumiseen. Kasvit poistavat ilmasta hiilidioksidia, samoin meret ja muut luonnonvedet, mutta kaikki nämä myös palauttavat hiiltä ilmaan. Hiilen nettositojia kutsutaan hiilinieluiksi, nettopalauttajia hiililähteiksi. (Keskitalo 2005, 20.)

Yksi tärkeimmistä palautemekanismeista liittyy veden haihtumiseen. Ilmaston lämmetessä haihdunta lisääntyy ja ilmakehän vesihöyrymäärä lisääntyy. Vesihöyrykin on voimakas kasvihuonekaasu, joten kasvihuoneilmaston voimistuminen ruokkii näin itse itseään. Voimakkaampi haihdunta lisää toisaalta myös pilvien määrää taivaalla. Pilvet varjostavat ja puolestaan viilentävät maata. (Valtion ympäristöhallinto 2009c.)

Ilmaston lämpeneminen voi kiihdyttää itseään esimerkiksi metsäpalojen, ikiroudan sulamisen, meriveden kyllästymisen tai albedon eli heijastavuuden pienenemisen kuten jäätiköiden sulamisen seurauksena. (Keskitalo2005, 20.)

## **2.1.2 Ilmastonmuutoksen keskeisimmät vaikutukset**

Euroopan yhteisöjen komissio on listannut ilmastonmuutoksen keskeisimmät vaikutukset maapallolla.

Ilmastonmuutoksen myötä on **merenpinta noussut** 15 – 20 cm viime vuosisadan aikana lämpölaajenemisen sekä jäätiköiden että jääpeitteen sulamisen vuoksi (Keskitalo 2005, 117, 158). Eri arvioiden mukaan merenpinnan nousu tulee olemaan vuoteen 2100 mennessä 0,09 – 0,88 m. Merenpinnan nousu aiheuttaa tulvia, rannikon eroosiota ja matalien rannikkoalueiden jäämistä pysyvästi merenpinnan alle. Lisäksi se lisää hyökyaaltojen todennäköisyyttä, meriveden tunkeutumista sisämaahan päin sekä vaarantaa rannikkoekosysteemejä. (Euroopan yhteisöjen komissio 2005, 13.) Merenpinnan nousulla on myös sosiaalisia ja taloudellisia vaikutuksia elinalueiden menettämisen ja pakolaisuuden lisääntymisen kautta, sillä kaksi kolmasosaa maapallon väestöstä asuu alle 400 km:n etäisyydellä rannikosta; jo vajaan metrin nousu hävittäisi suuria osia rannikkokaupungeista. (Keskitalo 2005, 117, 158.)

**Energian kulutuksen muutokset** ovat todennäköisiä lämpötilan muutosten myötä. Energian säästöt lämmityskuluissa saattavat kumoutua lisääntyneellä ilmastoinnin tar-



peella keskimääräisen kesälämpötilan noustessa. (Euroopan yhteisöjen komissio 2005, 13.)

**Vaikutukset terveyteen** tulevat mm. lämpöstressin ja tartuntatautien lisääntymisen kautta. Lämpöaaltojen tiheyden ja voimakkuuden ennustetaan lisääntyvän 2000-luvulla aiheuttaen entistä enemmän lämpökuolemia. Toisaalta keskilämpötilan nousu saattaa pienentää talven kylmyyden aiheuttamia kuolemia. Tartuntataudeista luultavimmin lisääntyvät hyönteisten levittämät sairaudet, kuten puutiaisaivokuume, borrelioosi, malaria ja denguekuume. (Euroopan yhteisöjen komissio 2005, 13.) Kehityksessa esim. tulvien aiheuttama veden saastuminen saattaa yhdessä huonojen hygieniolojen kanssa johtaa virus-, bakteeri- ja loistautien lisääntymiseen, varsinkin suolistosairaudet lisääntyvät. (Keskitalo 2005, 157.)

**Ekosysteemit** tulevat muuntumaan ilmastonmuutoksen seurauksena. Muutokset näkyvät alueiden tuottavuudessa sekä lisääntyneissä metsäpaloissa ja tuhoeläinten määrässä. Herkimpää ovat ääriekosysteemit, kuten koralliriutat ja napa-alueet sekä kuivat savannit ja aroalueet, joita uhkaa aavikoituminen. Myös eläinlajien vyöhykkeiden siirtyminen ja sukupuuton lisääntyminen on todennäköistä. Rannikkoekosysteemit esimerkiksi mangroverämeet ovat erittäin tärkeitä kalojen ja muiden eliöiden lisääntymis- ja esiintymisalueita ja merkittävä ravinnon lähde suurelle osalle maapallon väestöstä. (Euroopan yhteisöjen komissio 2005, 13–14.)

**Vesivarantojen** määrän ja laadun muuntuminen sekä tulvien lisääntyminen aiheuttavat lisääntyvää pakolaisuutta ja vaikutuksia ihmisen terveyteen. Sateisuuden muutokset vaikuttavat myös pohja- ja pintavesivarastoihin, jotka ovat muutenkin epätasaisesti jakautuneita maapallolla. Lisäksi monilla alueilla järvien ja jokien lämpeneminen on vaikuttanut veden laatuun ja levät ja eläinplankton ovat lisääntyneet. (Euroopan yhteisöjen komissio 2005, 14; Valtion ympäristöhallinto 2007.)

Jyrkkä ilmastonmuutos on myös mahdollinen. On vielä epävarmaa, kuinka maapallon ilmastolliset järjestelmät reagoivat keskilämpötilan kohoamiseen. Lämpötilan kynnysarvon ylittyminen saattaa aiheuttaa kiihtyvän ilmastonmuutoksen, jonka seurauksena mm. maapallon lämpimät merivirrat saattavat pysähtyä ja napajäätiköt sulaa. (Euroopan yhteisöjen komissio 2005, 14.)

Ilmastonmuutoksen seuraukset ovat uhkaavia sen vuoksi, että ne voivat vahvistaa muita haitallisia kehityskulkuja. Kuivuuden, myrskyjen ja rankkasateiden kaltaisten ilmaston ääri-ilmiöiden lisääntyminen koettelee jo muutenkin ahtaalla olevaa ravinnontuotantoa. Useiden tärkeiden elinympäristöjen väheneminen ja pirstoutuminen taas voimistaa ilmastonmuutoksen haitallisia vaikutuksia luonnon monimuotoisuuteen. Vauraat maat voivat osittain sopeutua haittoihin, kun taas köyhille maille voi lisärasitus olla ylivoimainen. (Lyytimäki & Hakala 2008, 87–88.)

**Alueelliset konfliktit ja pakolaisuus** todennäköisesti lisääntyvät alueilla, jotka ovat ilmastonmuutoksen ympäristövaikutuksille alttiimpia. Tällaisia alueita ovat ennen kaikkea kehitysmaat, joissa talouden kehitys on epävakaata ja ihmisten riippuvuus maaperän tuottavuudesta korkea. Maan tuottavuuden ja vesiolojen heikentyminen johtaa lisääntyvään köyhyyteen ja alueellisiin ristiriitoihin ja sitä kautta lisääntyvään muuttoliikkeeseen. (Euroopan yhteisöjen komissio 2005, 14.)

Euroopan maatalous saattaa hyötyä ilmastonmuutoksesta pidentyvien kasvukausien ja pohjoisemmaksi siirtyvien kasvuvyöhykkeiden myötä. Toisaalta ilmastonmuutos lisää ääreviä sääilmiöitä, kuivuutta ja helleaaltoja, tuhoeläimiä ja kasvitauteja, jotka aiheuttavat satojen pienentymistä. (Keskitalo 2005, 154, 158.)

**Äärevöityvät sääilmiöt ja myrskytuhot** tulevat todennäköisesti lisääntymään. Euroopassa tuhoisien sääilmiöiden lukumäärä kaksinkertaistui 1990-luvulla edelliseen vuosikymmeneen verrattuna. Tuhoisia sääilmiöitä ovat mm. kylmät jaksot, lämpöaallot, kuivuus, tulvat, myrskyt ja pyörremyrskyt. Nämä aiheuttavat mittavia taloudellisia ja ympäristöllisiä tuhoja. (Euroopan yhteisöjen komissio 2005, 14.)

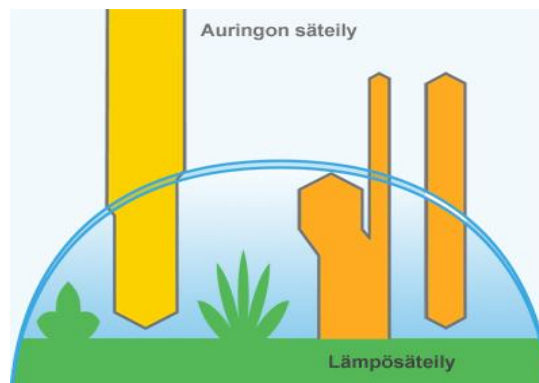
Suomessa ilmastonmuutos tulee aiheuttamaan sekä myönteisiä että kielteisiä vaikutuksia. Keskimäärin ilmaston arvioidaan lämpenevän ja tulevan kostemmaksi kaikkina vuodenaikoina. Kesäisin nykyistä suurempi osa sateista tulee voimakkaina rankkasateina ja toisaalta hellepäivien määrä kasvaa. Lumipeite ohenee varsinkin etelässä ja roudaton kausi pitenee. Pohjoisten metsien kasvu voimistuu, kiinteistöjen lämmitystarve laskee, jääpeitteisen kauden lyhentyminen vähentää kustannuksia. Kielteisiin vaikutuksiin kuuluvat mm. sään ääri-ilmiöiden tuomat ongelmat; esim. kuivuus, pohjaveden lasku,

myrskyvahingot, tulvat ja näiden aiheuttamien kustannusten lisääntyminen. Suomi ei ole myöskään suojassa maailman laajuisilta vaikutuksilta. (Marttila et al. 2005.)

## 2.2 Kasvihuoneilmiö

Ihminen muuttaa myös kaasukehää eli atmosfääriä muun muassa lisäämällä hiilidioksidin ja hiukkasten määrää, jotka vaikuttavat kasvihuoneilmiöön. Maapallon kaasukehä on kokenut suuria mullistuksia aiemminkin. Se kehittyi vähitellen, kun kallioperässä muodostuneita kaasuja jäi maapallon vetovoimakenttään, osan karatessa avaruuteen. Näistä vulkaanisista eli tulivuoriperäisistä kaasuista muodostui vähitellen kaasukehä, joka koostui pääosin vedystä ja vedyn yhdisteistä, kuten metaanista, ammoniakista ja vesihöyrystä. (Lyytimäki & Hakala 2008, 19.)

Kasvihuoneilmiö on saanut nimensä siitä, että ilmacehä muodostaa eräänlaisen lämpöä pidättävän kasvihuoneen. Vesihöyry, hiilidioksidi, metaani ja muut ilmacehän kasvihuonekaasut lämmittävät maapalloa samalla periaatteella kuin lasiseinät kasvihuonetta; sekä lasi että kasvihuonekaasut päästävät lävitseen lyhytaaltoista auringonvaloa mutta pidättävät kasvihuoneen sisältä tai maapallon pinnasta säteilevää pitkäaaltoista lämpösäteilyä (kuva 1). Kasvihuoneessa lämmittävä vaikutus on sitä suurempi mitä paksumpia lasiseinät ovat. Lämpämisen seurauksena myös vesihöyry lisääntyy ilmassa, koska meristä ja vesistöistä haihtuu enemmän ja lämmennyt ilma voi sisältää aiempaa enemmän vettä. Myös moni muu asia vaikuttaa ilmacehän lämpötaseeseen, kuten pilvisyys, valtameret ja lumi- ja jääkenttien pinta-ala. (Valtion ympäristöhallinto 2009c; Keskitalo 2005, 16–17.)



**KUVA 1. Kasvihuoneilmiön perusidea.** (Ilmatieteenlaitos 2010.)

Tasapainotilanteessa säteilyä poistuu maapalloilta yhtä paljon kuin sitä tulee ja alailmakehän lämpötila on asettunut tietylle tasolle, joka on kasvihuonekaasujen ansiosta kuitenkin paljon korkeampi kuin se olisi ilman kasvihuoneilmiötä. Kasvihuoneilmiö on maapallon elämälle elintärkeä, sillä ilmakehän keskimääräinen lämpötila on lähellä maanpintaa n. +15 °C, mutta ilman kasvihuonekaasuja maapallolla olisi hyyttävän kylmää, vain -18 °C. Lisäksi lämpötilaerot ja -vaihtelut olisivat hirvittävät. Vesihöyryn osuus 33 asteen lämmön noususta on n. 80-90 %, kun otetaan huomioon sekä suorat että välilliset vaikutukset, mm. veden osallistuminen ilmakehän kemiallisiin reaktioihin. Loppu on pääasiassa hiilidioksidin osuutta. (Keskitalo 2005, 16.)

### 2.2.1 Kasvihuonekaasut

Kasvihuonekaasuiksi kutsutaan kasvihuoneilmiötä aiheuttavia ilmakehän kaasuja. Niistä ilmastomuutoksen kannalta tärkeimpiä ovat luonnossakin esiintyvät vesihöyry (H<sub>2</sub>O), hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>), metaani (CH<sub>4</sub>), otsoni ja dityppioksidi (N<sub>2</sub>O). Sen sijaan ilmakehän runsaimmat kaasut typpi (N<sub>2</sub>), 78 % ja happi (O<sub>2</sub>), 21 %, eivät rajoita lämpösäteilyn karkaamista maapalloilta. Monet ihmisen valmistamista synteettisistä kemikaaleista ovat myös voimakkaita kasvihuonekaasuja. Tärkeimpiä näistä ovat kloorifluoratut hiilivedyt (CFC:t ja HCFC:t), fluoriyhdisteet (HFC:t, PFC:t ja SF<sub>6</sub>) sekä bromiyhdisteet (halonit, esim. CF<sub>3</sub>Br).

Jotkut kaasut vaikuttavat kasvihuoneilmiöön epäsuorasti, vaikka eivät itsessään ole kasvihuonekaasuja. Tällaisia ovat esimerkiksi häkä (CO), typen oksidit (NO<sub>x</sub>) ja VOC-yhdisteet. Näitä kaikkia on erityisesti tieliikenteen päästöissä. Sopivissa olosuhteissa ne reagoivat keskenään ja muodostavat muun muassa otsonia, joka alailmakehässä on paitsi vaarallinen ilmansaaste myös kasvihuonekaasu. Rikkidioksidikin (SO<sub>2</sub>) vaikuttaa ilmastoon – mutta sitä viilentävästi. Rikkidioksidi muodostaa ilmassa aerosoleja, jotka heijastavat auringonsäteilyä takaisin avaruuteen. Lisäksi aerosolit lisäävät pilvien muodostusta, mikä niin ikään viilentää maanpintaa. Monilla kasvihuonekaasuillakin on myös epäsuoria vaikutuksia. Esimerkiksi CFC-aineet ja halonit vähentävät otsonin määrää stratosfäärissä, mikä hieman viilentää maapalloa. (Valtion ympäristöhallinto 2009c.)

Eri kasvihuonekaasujen tehokkuudessa pidättää lämpösäteilyä on suuria eroja. Lisäksi kaasujen elinikä ilmakehässä vaihtelee. Kun kasvihuonekaasuja verrataan keskenään,

lasketaankin yleensä kunkin aineen lämmitysvaikutus (Global Warming Potential (GWP), globaali lämmityspotentiaali) tietyssä ajanjaksona ja suhteessa hiilidioksiidiin (taulukko 1). Näin voidaan kaasujen vaikutus yhdenmukaistaa eli muuntaa päästöt hiilidioksidiekvivalenteiksi ja laskea kaasujen päästöt yhteen. (Valtion ympäristöhallinto 2009c.)

Vaikka hiilidioksidin lämmityspotentiaali on pieni, se on silti merkittävin kasvihuonekaasu, jos vesihöyryä ei lasketa. Hiilidioksidia on nimittäin ilmakehässä yli sata kertaa enemmän kuin muita kasvihuonekaasuja yhteensä. (Valtion ympäristöhallinto 2009c.)

**TAULUKKO 1.** Kasvihuonekaasujen elinaika ilmakehässä ja lämmityspotentiaali

	elinaika (vuosia)	GWP 20 v.	GWP 100 v.
Hiilidioksidi	50-200	1	1
Metaani	12	62	23
Dityppioksidi	114	275	296
HFC-yhdisteet	0,3-260	40-9 400	12-12 000
PFC-yhdisteet	2 600-50 000	3 900-8 000	5 700-11 900
Rikkiheksafluoridi	3 200	15 100	22 200
CFC-yhdisteet	45-170	4 900-10 200	4 600-14 000
HCFC-yhdisteet	1,4-19	390-5 200	120-2 400
Halonit	11-65	3 600-7 900	1 300-6 900

Taulukkoon on merkitty tärkeimpien kasvihuonekaasujen keskimääräinen elinaika ilmakehässä sekä niiden ilmastolämmityspotentiaali (Global Warming Potential). GWP-luku ilmaisee lämmitysvaikutuksen suhteessa hiilidioksiidiin ja tarkasteluajanjaksoon. Lähde: IPCC 2001.

### Vesihöyry

Vesihöyry on merkittävin maapalloa lämmittävä kaasu. Toisaalta vesi myös viilentää ilmastoa, kun se muodostaa auringon säteilyä heijastavia pilviä. Yöllä pilvet taas läm-

mittävät, kun ne estävät lämpöä karkaamasta alailmakehästä. Pilvisyyden vaihtelua ja sen vaikutusta ilmastoon tunnetaan varsin huonosti. Vesihöyryä ei yleensä oteta mukaan kasvihuonekaasuja koskeviin laskelmiin, koska ihmistoiminnan välittömät vesihöyrypäästöt ovat kasvihuoneilmaston kannalta todella vähäisiä. Vesihöyrypäästöjä ei näin ollen rajoiteta kansainvälisten sopimusten avulla. Välillisesti ihminen kuitenkin lisää ilmakehän vesihöyrymäärää lämmittämällä ilmastoa, koska lämpimämmässä ilmassa veden höyrystyminen lisääntyy. (Lyytimäki & Hakala 2008, 89.)

### Hiilidioksidi

Hiilidioksidi on ilmastoa lämmittävistä varsinaisista kasvihuonekaasuista merkittävin. Sitä syntyy hiilipitoisten yhdisteiden palamisessa. Eniten ilmakehää lämmittävät hiilidioksidipäästöt, jotka ovat peräisin fossiilisten polttoaineiden käytöstä kaikkialla maailmassa. Fossiilisia polttoaineita ovat öljy, turve, kivihiili ja maakaasu. Näitä polttaessaan ihminen purkaa ilmaan maapallon hiilivaroja, jotka aikoinaan kerrostuivat maaperään. (Lyytimäki & Hakala 2008, 89.)

Hiilidioksidia syntyy eniten energiantuotannossa, liikenteessä, teollisuudessa ja asumisessa, kuten asuntojen lämmityksessä. Lisäksi metsien ja erityisesti trooppisten metsien hävitys on eräs huomattava hiilidioksidin lähde maapallolla, koska tällöin puiden sitoma hiilidioksidi vapautuu ilmaan ja hiilidioksidin sitojia on yhä vähemmän.

### Muut kasvihuonekaasut

Muita kasvihuonekaasuja ovat mm. metaani ( $\text{CH}_4$ ), klooria sisältävät hiilivedyt eli CFC-yhdisteet, dityppioksidi ( $\text{N}_2\text{O}$ ), ns. F-kaasut (HFC, PFC ja  $\text{SF}_6$ ) sekä otsoni ( $\text{O}_3$ ). Hiilidioksidia, metaania ja dityppioksidia syntyy runsaasti luontaisestikin, kun taas F-kaasujen päästöt syntyvät miltei kokonaan teollisuusprosesseissa ja muussa ihmisen toiminnassa. Otsonia syntyy alailmakehään ilman epäpuhtauksien ja auringonvalon yhteisvaikutuksesta. Ilmakehässä on myös aerosoleja, jotka ovat pieniä kiinteitä ja neste-mäisiä hiukkasia. Osa hiukkasista, kuten energiantuotannossa ja tulivuorenpurkauksissa syntyvät sulfaattihiukkaset, heijastavat auringon valoa takaisin avaruuteen ja kylmentävät ilmakehää. Tummat nokihiukkaset taas vastaavasti imevät itseensä auringon valoa ja lämmittävät ilmakehää. (Lyytimäki & Hakala 2008, 89–90.)

### Metaani

Vesihöyryn ja hiilidioksidin jälkeen merkittävin kasvihuonekaasu on metaani (CH<sub>4</sub>). Hapellisessa hajoamisessa eloperäisestä aineesta syntyy hiilidioksidia, hapettomissa oloissa taas metaania. Metaania syntyy mm. märehitijöiden ruoansulatuksessa, soilla sekä vesistöjen pohjasedimentissä. Riisiä kasvatetaan useimmiten veden vallassa olevilla pelloilla. Niissä tapahtuva vedenalainen hajoaminen tuottaa metaania enemmän kuin mikään muu ihmisen toiminta. Myös polttoaineiden epätäydellinen palaminen aiheuttaa metaanipäästöjä. Kaatopaikalla eloperäistä ainesta hajoaa syvällä jätteen sisällä ilman happea. Näin syntyy niin sanottua kaatopaikkakaasua, joka koostuu valtaosin metaanista. Biojätettä voidaan kompostoida, jolloin hajoaminen on hapellista. Toinen vaihtoehto on mädättää eloperäinen aines hallitusti, ottaa syntyvä metaani talteen ja käyttää se energialähteenä. (Lyytimäki & Hakala 2008, 97.)

### Dityppioksidi

Dityppioksidista (N<sub>2</sub>O, ilokaasu) muodostuu yläilmakehässä otsonin hajoamista edistäviä typpiyhdisteitä. Maaperän ja vesistöjen mikrobit vapauttavat ilmakehään nitraatin ja nitriitin sisältämää typpeä typpikaasuna, dityppioksidina ja typpioksidina. Jos typpeä on runsaasti tarjolla, denitrifikaatio voimistuu. Lannoittaminen, maan muokkaus ja typpilaskeuma saattavat lisätä dityppioksidin päästöjä. Dityppioksidia syntyy myös polttoprosesseissa. Happamoittavia typenoksideja vähentävät keinot, kuten energiantuotannon polttoprosesseissa käytettävä leijukerroskattila ja katalysaattori, voivat lisätä dityppioksidipäästöjä. (Lyytimäki & Hakala 2008, 97–98.)

### F-kaasut

F-kaasut ovat ryhmä fluoria sisältäviä kasvihuonekaasuja, jotka on otettu mukaan kansainvälisiin ilmastoneuvotteluihin. Päästövähennystavoitteet on määritelty fluorihilivedyille (HFC), perfluorihilivedyille (PFC) ja rikkiheksafluoridille (SF<sub>6</sub>). Näitä kaasuja käytetään lähinnä teollisuudessa ja muista kasvihuonekaasuista poiketen niiden luontaiset lähteet ovat mitättömiä tai puuttuvat täysin. Näistä voimakkain kasvihuonekaasu on rikkiheksafluoridi, jota käytetään alumiini-, sähkö- ja elektroniikkateollisuudessa. Sen päästömäärät ovat niin pieniä, ettei kaasulla ole suurta merkitystä. F-kaasujen yhtenlaskettu osuus Suomen kasvihuonekaasujen päästöistä on noin sadasosa. (Lyytimäki & Hakala 2008, 98.)

### CFC-yhdisteet (freonit)

CFC-yhdisteet eli klooria sisältävät hiilivedyt ohentavat yläilmakehässä otsonikerrosta ja toimivat lisäksi kasvihuonekaasuina sekä ylä- että alailmakehässä. Monet bromia sisältävät hiilivety-yhdisteet käyttäytyvät myös samalla tavalla. Ne eivät esiinny luonnostaan ilmakehässä, vaan teollisuus on tuottanut ne. CFC-yhdisteiden vaikutus on selvästi suurin, sillä ne säilyvät ilmakehässä satoja vuosia. (Lyytimäki & Hakala 2008, 98.)

### Otsoni

Otsoni ( $O_3$ ) eroaa muista kasvihuonekaasuista siinä, että sitä syntyy ilmakehässä ja sen molekyylit hajoavat nopeasti, muutamissa viikoissa tai kuukausissa. Tämän vuoksi otsonin määrä vaihtelee huomattavasti eri puolilla ilmakehää ja muuttuu muihin kasvihuonekaasuihin verrattuna nopeasti. Otsonin määrää on vaikea arvioida ja sen vaikutukset ilmastonmuutokseen tunnetaan muita kasvihuonekaasuja huonommin. Otsonia esiintyy luonnostaan lähes yksinomaan yläilmakehässä. Nykyään noin kymmenesosan ilmakehän otsonista arvioidaan olevan alailmakehässä, jossa sitä syntyy haihtuvien hiilivetyjen (VOC-yhdisteet) tai typenoksidien ( $NO_x$ ) reagoidessa auringonvalossa. (Lyytimäki & Hakala 2008, 98.)

Otsoni on erittäin reaktiivinen, joten se aiheuttaa terveyshaittoja ja syövyttää materiaaleja, vaurioittaa kasvisoluja ja heikentää kasvituotantoa alailmakehässä. Yläilmakehän otsonista on toisaalta hyötyäkin, sillä se suodattaa pois auringon haitallista ultraviolettisäteilyä. Otsonikato heikentää kasvihuoneilmiötä, koska vähentynyt otsoni sitoo itseensä lämpösäteilyä aiempaa vähemmän, mutta yläilmakehän otsonikerroksen heikentyessä maan pinnalle pääsevän haitallisen uv-säteilyn määrä lisääntyy. (Lyytimäki & Hakala 2008, 98–99.)

### Hiukkaset

Antropogeenisiä hiukkaspäästöjä syntyy polttoprosesseissa. Auringon maanpintaa lämmittävä vaikutus vähenee, kun osa auringon säteilystä heijastuu hiukkasista avaruuteen. Hiukkaset viilentävät lähinnä päästölähteiden lähialueita, sillä suurin osa hiukkasista tulee melko nopeasti alas. Niinpä ilmakehän hiukkasmäärät muuttuvat nopeasti päästöjen pienentyessä tai kasvaessa. Tärkeimpiä ilmakehän viilentäjiä ovat ihmisperäi-



set sulfaattihiukkaset, joita syntyy, kun esimerkiksi energiantuotannosta ilmakehään pääsevä rikkidioksidi hapettuu rikkihapoksi, joka aiheuttaa happamoitumista. Rikkihapo muodostaa ilmakehässä erittäin pieniä kiinteitä tai nestemäisiä sulfaattihiukkasia. (Lyytimäki & Hakala 2008, 99–100.)

Tulivuorenpurkaukset voivat vaikuttaa koko maapallon ilmastoon. Suuret tulivuorenpurkaukset syöksevät valtavat määrät rikkiyhdisteitä sisältäviä hiukkasia yläilmakehään, jossa ne säilyvät pitkään, koska niitä alas tuovat sateet puuttuvat (Lyytimäki & Hakala 2008, 100). Purkauksia on parina viime vuosisatana ollut runsaimmin vuosina 1880-1920 ja 1960-1991. Voimakkaat tulivuorenpurkaukset saattavat viilentää maapallon ilmastoa tuntuvasti pariksi kolmeksi vuodeksi. Esimerkiksi Filippiinien Pinatubon purkaus vuonna 1991 oli räjähdysmäinen ja se alensi ilmakehän lämpötilaa 0,3 astetta. Viileneminen on kuitenkin aina tilapäistä paitsi hiukkasten laskeutumisen vuoksi myös siksi, että tulivuorista purkautuvat kasvihuonekaasut edistävät ajan mittaan kasvihuoneilmiötä. (Keskitalo 2005, 82.)

Hiukkaset lisäävät pilvisyyttä ja muuttavat pilviä tiiviimmiksi edistäen vesihöyryn tiivistymistä. Tämä viilentää ilmastoa, koska tiiviimmät ja runsaammat pilvet heijastavat aiempaa enemmän auringon säteilyä takaisin avaruuteen. Hiukkasten vaikutusta pilvisyyteen ei ole pystytty tarkasti arvioimaan ja pilvisyyden roolista ilmastonmuutoksessa tiedetään kaiken kaikkiaan melko vähän. Hiukkaspäästöt torjuvat ilmastonmuutosta, mutta aiheuttavat terveyshaittoja, happamoitumista ja likaantumista. Liikenteestä ja polttoaineiden pienpoltosta syntyvien hiukkasten terveyshaitat ovat erityisen suuria, koska tällaiset päästöt syntyvät valtaosin asutuksen lähellä ja hengityskorkeudella. Polttoprosesseista ilmaan pääsevä noki imee auringon säteilyä tehokkaasti ja lämmittää ilmastoa. Nokihhiukkaset saattavat lämmittää ilmakehää jopa enemmän kuin metaanipäästöt. (Lyytimäki & Hakala 2008, 100.)

### **2.3 Kasvihuonekaasujen päästölähteet**

Tässä kappaleessa on käsitelty ne osa-alueet sektoreittain, jotka pääasiassa vaikuttavat kasvihuonekaasujen määrään päästölähteenä.

### 2.3.1 Energiantuotannon ja -kulutuksen päästöt

Energiasektori on selkeästi suurin kasvihuonekaasupäästöjen lähde Suomessa, kuten useimmissa muissakin teollisuusmaissa. Suomessa kylmä ilmasto, pitkät välimatkat sekä energiantensiivinen/tehokas teollisuus näkyvät energiasektorin korkeina päästöinä. Vuonna 2007 sektorin osuus kaikista kasvihuonekaasupäästöistä oli 81 % (63 milj. t CO<sub>2</sub> -ekv.). (Tilastokeskus 2009.)

Energiasektorin päästöt jaetaan fossiilisten polttoaineiden käytöstä aiheutuviin päästöihin sekä polttoaineiden haihtumapäästöihin. Suurin osa sektorin päästöistä tulee polttoaineen kulutuksesta. Haihtumapäästöjen osuus on vain 0,25 % koko sektorin päästöistä. Koska energiasektorin päästöt muodostavat suurimman osan Suomen kasvihuonekaasupäästöistä, selittävät sektorilla tapahtuvat päästövaihtelut suurelta osin kokonaispäästökehitystä. (Tilastokeskus 2009.)

Energiasektorin päästökehitykseen vaikuttaa voimakkaasti vesivoiman saatavuus pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla. Mikäli sademäärät jäävät jonain vuonna normaalia vähäisemmiksi, vesivoimaa on niukasti saatavilla ja sähkön nettotuonti Suomeen vähenee. Tällaisina vuosina Suomi on tuottanut korvaavaa sähköä hiili- ja turvelauhdevoimalla sekä omiin tarpeisiin että myyntiin pohjoismaisille sähkömarkkinoille. Tämä heijastuu suoraan energiasektorin päästötrendeihin. (Tilastokeskus 2009.)

Turpeen polton päästöt raportoidaan osana energiasektorin päästöjä vastaavasti kuin fossiiliset polttoaineet. Turpeeseen liittyviä päästöjä raportoidaan myös maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätalous -sektoreilla (metsäojitetut suot, turvetuotantoalueet). Turvepeltojen viljelyn päästöjä raportoidaan sekä maataloussektorilla (N<sub>2</sub>O) että maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätaloussektorilla (CO<sub>2</sub>). (Tilastokeskus 2009.)

Energiasektorin päästöt Suomessa vaihtelevat vuosittain paljon. Tähän ovat syynä energian kulutuksen kehitys sekä sähkön nettotuonnin osuuden vaihtelu. Sähkön nettotuonnin määrä riippuu vesivoimatilanteesta. Vuonna 2007 energiasektorin päästöt olivat pari prosenttia edellisvuoden päästöjä pienemmät. Vuoden 1990 tasoon verrattuna päästöt olivat 17 % korkeammat. Vuonna 2007 primaarienergian kokonaiskulutus väheni muutamalla prosentilla, johtuen edellisvuotta lämpimämmästä vuodesta sekä tuon-

tisähkön ja vesivoiman käytön lisääntymisestä. Energian tuotannon ja käytön hiilidioksidipäästöt vähenivät hieman energian kokonaiskulutusta enemmän. (Tilastokeskus 2009.)

Polttoaineista eniten (12 %) on vähentynyt vuonna 2007 hiilen (kivihiili, koksi sekä masuuni- ja koksikaasu) kulutus. Fossiilista polttoaineista myös maakaasua ja öljyä käytettiin vähemmän. Sen sijaan turpeen kulutus kasvoi 9 % saavuttaen samalla kaikkien aikojen suurimman vuosittaisen käytön. (Tilastokeskus 2009.)

Vesivoimaa tuotettiin vuonna 2007 lähes neljännes edellisvuotta enemmän, koska sitä oli runsaiden sateiden vuoksi hyvin saatavilla. Hyvän vesivuoden ansiosta myös sähkön tuonti vuonna 2007 Ruotsista ja Norjasta kasvoi. Vuoden 2006 lopussa käyttöönotettu uusi sähkön siirtoyhteys Viron ja Suomen välillä mahdollisti sähkön tuonnin myös Viirasta. Sähkön nettotuonti nousi kaikkiaan runsaat 10 % suuremmaksi kuin vuonna 2006. Sähkön tuonnilla ja vesivoimalla korvattiin kotimaista lauhdutustuotantoa, mikä vähensi erityisesti hiilen ja muiden polttoaineiden käyttöä sähkön tuotannossa. (Tilastokeskus 2009.)

Uusiutuvan energian osuus energiankulutuksesta vuonna 2007 säilyi 25 %:ssa. Vaikka puupolttoaineen käyttö väheni noin 4 % edellisvuoteen verrattuna, vesi- ja tuulivoiman käyttö lisääntyivät selvästi. (Tilastokeskus 2009.)

Energiantuotanto, jolla tässä tarkoitetaan päätoimista sähkön- ja kaukolämmöntuotantoa (ei sisällä teollisuuden omaa sähkön- ja lämmöntuotantoa) aiheuttaa noin puolet energiasektorin päästöistä ja noin 40 prosenttia kaikista kasvihuonekaasupäästöistä Suomessa. (Tilastokeskus 2009.)

Päätoimisen sähkön- ja kaukolämmöntuotannon fossiilisten polttoaineiden, sisältäen turpeen polton, päästöt vuonna 2007 olivat 30,8 miljoonaa ekvivalenttista hiilidioksiditonnia. Päätoimisen sähkön- ja lämmöntuotannon lisäksi energiasektorin muita merkittäviä päästölähteitä ovat liikennepolttoaineet ja teollisuuden energian tuotanto lähinnä sen omiin tarpeisiin. Teollisuuden oman energiantuotannon osuus energiasektorin kasvihuonekaasupäästöistä on noin 18 % (11,4 milj. t CO<sub>2</sub>-ekv. vuonna 2007) ja noin 15 % kaikista kasvihuonekaasupäästöistä. Suomessa teollisuus tuottaa merkittävän osan

käyttämästään energiasta itse (mm. metsäteollisuus). Teollisuuden energiantuotannon päästöt ovat vähentyneet 15 % verrattuna vuoden 1990 päästöihin. Tähän on vaikuttanut etenkin metsäteollisuuden kasvanut bioperäisten polttoaineiden käyttö. (Tilastokeskus 2009.)

Liikenteen kasvihuonekaasupäästöt olivat vuonna 2007 noin viidennes energiatektorin kasvihuonekaasupäästöistä ja 19 % kaikista kasvihuonekaasupäästöistä (14,7 milj. t CO<sub>2</sub> -ekv.). Ne ovat kasvaneet 15 % vuodesta 1990. (Tilastokeskus 2009.)

Kotitalouksien ja palvelusektorin energiankulutuksen osuus kaikista Suomen päästöistä jää vajaaseen seitsemään prosenttiin ja päästöt ovat vähentyneet huomattavasti vuodesta 1990. Palvelusektorin päästöt ovat vähentyneet peräti 44 % ja kotitalouksien noin 28 %. Tämä on seurausta siirtymisestä öljylämmityksestä kaukolämpöön tai sähkölämmitykseen (jolloin päästöt allokoituvat päästölaskennassa energian tuotantolaitoksille). (Tilastokeskus 2009.)

Tilastokeskuksen Energiatilaston mukaan primäärienergian kokonaiskulutus Suomessa vuonna 2007 oli 1,47 milj. terajoulea (TJ), mikä oli lähes 2 % vähemmän kuin vuonna 2006. Tähän olivat syynä vesivoiman käytön ja sähkön tuonnin kasvu sekä lämpimämpi sää, joka pienensi lämmitysenergian tarvetta. (Tilastokeskus 2009.)

### **2.3.2 Liikenteen päästöt**

Hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>) on polttoaineen täydellisen palamisen lopputuote vesihöyryn ohella. Myös pakokaasun hiilimonoksidi (CO) muuttuu ilmassa verrattain nopeasti hiilidioksidiksi. Hiilidioksidilla ei ole terveysvaikutuksia, mutta se on merkittävin kasvihuoneilmiötä aiheuttava kaasu. Tällä hetkellä ei ole käytettävissä tekniikkaa hiilidioksidin kohtuulliseksi poistamiseksi pakokaasusta. Hiilidioksidin määrä on suorassa suhteessa käytetyn polttoaineen määrään eikä tämä suhde ole riippuvainen ajo-olosuhteista. Jokaisesta bensiinilitrasta syntyy 2350 grammaa hiilidioksidia ja dieselöljylitrasta 2660 grammaa. Pakokaasuja syntyy yhdestä polttoainelitrasta kaikkiaan noin 16 kg, josta kuitenkin vain noin 1 % on haitallisia yhdisteitä (loppu on enimmäkseen typpeä ja vesihöyryä). (Valtion teknillinen tutkimuskeskus 2009.)

Hiilidioksidipäästöjä voidaan alentaa ottamalla käyttöön biopolttoaineita. Vaikka pako-putkesta edelleen tulee hiilidioksidia lähes entiseen malliin, voidaan laskennallisesti katsoa päästöjen alentuneen, koska biopolttoaineen raaka-ainetta tuottaessa hiiltä sitoutuu uudelleen raaka-aineeseen. Näissä luvuissa biopolttoaineita on pidetty hiilineutraaleina eli CO<sub>2</sub>-päästövähennemä on samansuuruinen kuin biopolttoaineen osuus. EU-direktiivin mukaan vuonna 2010 on liikennepolttoaineissa oltava biokomponentteja 5,75 % ja vuonna 2020 vastaavasti 20 %. (Valtion teknillinen tutkimuskeskus 2009.)

Vuonna 2007 liikenteen aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt Suomessa olivat 14,7 milj. t CO<sub>2</sub> -ekv. Liikenteen päästöt olivat 19 % kaikista kasvihuonekaasupäästöistä ja 22 % energiasektorin kasvihuonekaasupäästöistä. Tieliikenteen osuus oli 88 % kotimaan liikenteen päästöistä vuonna 2007. (Tilastokeskus 2009.)

Henkilöautoliikenteen osuus henkilöliikennesuoritteesta on jatkuvasti kasvanut ja osuus on tällä hetkellä jo noin 80 %. Uusien rekisteröityjen henkilöautojen energiatehokkuus parantui 1990-luvulla, mutta siitä huolimatta myönteinen päästökehitys on pysähtynyt 2000-luvulle tultaessa. Ajanjaksolla 1990–2006 uusien rekisteröityjen henkilöautojen ajoneuvoikohtaiset CO<sub>2</sub>-päästöt ovat vähentyneet 7,7 %, mutta liikenteen päästöjen kehitys on siis käytännössä pysähtynyt vuoden 2000 jälkeen tai tilanne on jopa hieman heikentynyt. Erityisesti viime vuosina kuluttajat ovat valinneet isoja dieselautoja, ja tämä on vaikuttanut siihen, että koko uuden autokannan energiatehokkuus ei ole parantunut. Vuoden 2008 alusta voimaan tulleen autoveron uudistuksen toivotaan ohjaavan kuluttajien valintoja energiatehokkaampiin ajoneuvoihin. Joukkoliikenteen markkinaosuus henkilöliikennesuoritteen kuljetussuoritteesta (hkm) on pienentynyt vuodesta 1990 lähtien tasaisesti ollen 15 % vuonna 2007. (Tilastokeskus 2009.)

### **2.3.3 Jätehuollon päästöt**

Jätesektorilla raportoidaan metaani (CH<sub>4</sub>)-päästöt kaatopaikoilta sekä metaani- ja di-typoksiidi (N<sub>2</sub>O)-päästöt kompostoinnista ja jäteveden käsittelystä.

Jätteenpolton kasvihuonekaasupäästöt raportoidaan Suomessa kokonaan energiasektorilla, koska jätteiden energiasisältö hyödynnetään pääsääntöisesti poltossa. Jätesektorin päästöt vuonna 2007 olivat 2,4 milj. t CO<sub>2</sub> -ekv. eli noin 3 % Suomen kokonaispääs-

töistä. Kaatopaikkojen päästöjen osuus jätesektorin päästöistä oli vuonna 2007 noin 85 %. Kaatopaikkojen päästöt kattavat yhdyskuntajätteiden, teollisuuden jätteiden ja rakennus- ja purkujätteiden päästöt sekä yhdyskuntien ja teollisuuden lietteiden päästöt. Jätevesien käsittelyn päästöt olivat noin 10 % ja kompostoinnin noin 6 % jätesektorin päästöistä vuonna 2007. Jätesektorin päästöt ovat vähentyneet vuoteen 1990 verrattuna yli 40 %. (Tilastokeskus 2009.)

Jätesektorin päästöt kokonaisuudessaan ovat vähentyneet selkeästi 1990-luvun alkuvuosiin verrattuna. Vuonna 1994 astui voimaan jätelaki, jonka seurauksena kaatopaikkojen kasvihuonekaasupäästöt vähenivät. Jätelaki on vähentänyt kaatopaikoille menevää jätemäärää edistämällä kierrätystä ja jätemateriaalin uusio- ja energiakäyttöä. Myös kaatopaikkakaasun talteenotto on lisääntynyt merkittävästi vuoden 1990 jälkeen. Nykyisin saadaan talteen lähes kolmasosa kaatopaikoilla syntyvästä metaanista. Myös 1990-luvun alkupuoliskon lama vähensi yleisesti kulutusta ja syntyviä jätemääriä. (Tilastokeskus 2009.)

EU:n kaatopaikkadirektiivin uskotaan vähentävän kaatopaikkojen CH<sub>4</sub>-päästöjä edelleen. Direktiivin mukaisesti biohajoavan jätteen kaatopaikkasijoitusta on rajoitettava tuntuvasti. Direktiivissä edellytetään, että biohajoavaa yhdyskuntajätettä sijoitetaan kaatopaikalle vuonna 2006 enintään 75 %, vuonna 2009 enintään 50 % ja vuonna 2016 enintään 35 % laskettuna vuonna 1994 syntyneestä biohajoavan yhdyskuntajätteen määrästä. Direktiivi sisältää lisäksi tiukentuneita määräyksiä kaatopaikalle sijoitettavan jätteen esikäsittelystä ja kaatopaikkakaasun talteenotosta. (Tilastokeskus 2009.)

Jätevedenkäsittelyn päästöjä on myös onnistuttu vähentämään parikymmentä prosenttia vuoden 1990 tilanteeseen verrattuna. Päästöjen vähentymiseen ovat vaikuttaneet muun muassa jätevesien käsittelyn tehostuminen (myös haja-asutusalueilla) sekä teollisuuden jätevesistä vesistöihin pääsevän typpikuormituksen pieneneminen. Kompostoinnin päästöt ovat kaksinkertaistuneet 1990-luvun alusta vuoteen 2007. Syynä päästöjen kasvuun on kompostoinnin lisääntyminen etenkin taajamissa järjestetyn biojätteen erilliskeräyksen myötä. (Tilastokeskus 2009.)

### 2.3.4 Maatalouden päästöt

Maatalouden päästöihin luetaan mukaan metaani (CH<sub>4</sub>)-päästöt kotieläinten ruoansulatuksesta, lannankäsittelystä ja kasvintähteiden poltosta sekä dityppioksidi (N<sub>2</sub>O)-päästöt lannankäsittelystä, viljelymaasta ja kasvintähteiden poltosta. (Tilastokeskus 2009.)

Kotieläinten ruoansulatuksen päästöistä suurin osa on peräisin nautakarjasta, mutta myös hevosten, sikojen, lampaiden, vuohien, turkiseläinten sekä porojen päästöt raportoidaan. Lannankäsittelyn päästöt arvioidaan erikseen eri lannankäsittelymuodoille ja eläinryhmille. Lannankäsittelyn päästöihin vaikuttavat käsittelymenetelmän lisäksi myös lannan orgaanisen aineksen osuus ja typpisisältö sekä ilmasto-olot. (Tilastokeskus 2009.)

Suurin osa maataloussektorin päästöistä on peltojen viljelyn suoria ja epäsuoria N<sub>2</sub>O-päästöjä. Suorat päästöt lasketaan maaperään erilaisista lähteistä päätyvän typen kautta olettaen tietyn osuuden tyyppistä muuntuva dityppioksidiksi. Suoriin N<sub>2</sub>O-päästöihin luetaan peltojen lannoituksen (väkilannoitteet ja lannan levitys), typen sidonnan, pelloille hajoavien kasvintähteiden sekä turvepeltojen muokkauksen kautta syntyvät päästöt. Epäsuorat N<sub>2</sub>O-päästöt tarkoittavat ammoniakkilaskeuman sekä vesistöihin huuhtoutuvan typen kautta syntyviä dityppioksidipäästöjä. (Tilastokeskus 2009.)

Maataloussektorin päästöt ovat vähentyneet viimeisen parinkymmenen vuoden sisällä. Vähentymisen syynä on pääasiassa maatalouden rakennemuutos, mistä johtuen tilojen koot ovat kasvaneet ja eläinmäärät vähentyneet. Tästä johtuen eläinten ruoansulatuksen metaanipäästöt sekä lannankäsittelyn dityppioksidipäästöt ovat vähentyneet. Päästöt eivät ole kuitenkaan pienentyneet eläinmäärän laskun suhteessa, sillä maidon ja lihan tuotanto eläintä kohti on kasvanut ja sen vuoksi myös päästöt ovat lisääntyneet eläintä kohti. (Tilastokeskus 2009.)

Vaikka eläinmäärät ovat pienentyneet, syy lannankäsittelyn metaanipäästöjen hienoiseen kasvuun on lietelantaloiden yleistymisessä. Lietelantaloiden metaanipäästöt ovat kymmenkertaiset verrattuna lannankäsittelymenetelmiin, joissa lanta käsitellään kuiva-

na. Lannankäsittelyn dityppioksidipäästöjen kohdalla tilanne on päinvastainen eli päästöt ovat merkittävästi pienemmät kuin jos lanta käsitellään lietteenä. Yhteisvaikutuksena lietalantaloiden lisääntyminen on vähentänyt lannankäsittelyn päästöjä Suomessa. Nykyisessä inventaariossa ei huomioida biokaasun tuotantoa, mutta sen sisällyttämistä inventaarioon suunnitellaan. Biokaasulla voidaan vähentää lannankäsittelyn metaanipäästöjä sekä myös korvata fossiilisia polttoaineita, ja tätä kautta vähentää päästöjä energiasektorilla. (Tilastokeskus 2009.)

Maatalouden alenevaa päästökehitystä selittää merkittävästi myös viljelymaan maaperän dityppioksidipäästöjen väheneminen, joka selittyy mm. typpilannoitteiden käytön vähenemisellä ja turvepeltojen viljelypinta-alan pienenemisellä. (Tilastokeskus 2009.)

### **2.3.5 Teollisuusprosessit**

Teollisuusprosessien kasvihuonekaasupäästöt olivat vuonna 2007 Suomessa noin 6,7 milj. t CO<sub>2</sub>-ekv. Niiden osuus oli noin 9 % Suomen kokonaispäästöistä. Vuonna 2007 merkittävimmät päästölähteet olivat raudan ja teräksen valmistuksen hiilidioksidipäästöt (3 % Suomen kokonaispäästöistä), dityppioksidipäästöt typpihapon valmistuksesta (2 % kokonaispäästöistä) sekä hiilidioksidipäästöt sementin valmistuksesta (1 % kokonaispäästöistä). (Tilastokeskus 2009.)

Hiilidioksidipäästöt syntyivät teräksen, sementin, kalkin ja vedyn valmistuksesta sekä kalkkikiven ja soodan käytöstä. Typpihapon valmistus on Suomessa sektorin ainoa dityppioksidilähde. Metaanipäästöt syntyivät koksen valmistusprosessissa. Vuonna 2007 sektorin päästöistä hiilidioksidin osuus oli 63 %, dityppioksidin osuus 22 % ja metaanin alle 0,5 %. Päästömääriin vaikuttavat raaka-aineiden käyttö- tai tuotantomäärät. (Tilastokeskus 2009.)

Omana kasvihuonekaasuluokkana teollisuusprosessien alla ovat ns. F-kaasut, eli fluoratut kasvihuonekaasut, joita käytetään mm. kylmä- ja ilmastointilaitteissa sekä aerosoleissa. F-kaasujen päästöosuus oli vuonna 2007 yli 1 % kokonaispäästöistä ja 14 % teollisuusprosessien kasvihuonekaasupäästöistä. (Tilastokeskus 2009.)



Teollisuuden sähkönkulutuksen, oman sähkön- ja lämmöntuotannon sekä kaikki työko-  
neiden käytön ja teollisuuden kuljetuksiin liittyvät päästöt raportoidaan energiasektoril-  
la. Teollisuuden jätehuoltoon liittyvät päästöt raportoidaan jätesektorilla. (Tilastokes-  
kus 2009.)

Teollisuuden prosessipäästöjen kehitykseen vaikuttaa lähinnä tuotannon muutokset.  
Päästöt ovat riippuvaisia raaka-aineiden käytöstä tai valmistusmääristä. Teollisuuspro-  
sessien aiheuttamat päästöt eivät juuri vaihdelleet 1990-luvulla. Suurin muutos on ollut  
F-kaasupäästöissä, joiden määrä vuonna 2007 on yhdeksänkertainen vuoden 1990  
päästöihin sekä vuoteen 1995 verrattuna, joka on Kioton pöytäkirjan mukainen perus-  
vuosi näille kaasuille. F-kaasuilla on korvattu otsonia tuhoavia yhdisteitä monissa kyl-  
mä- ja jäähdytyslaitteissa ja sovelluksissa, mikä on suurin syy F-kaasupäästöjen kas-  
vuun. (Tilastokeskus 2009.)

Vuonna 2007 hiilidioksidipäästöt olivat 31 prosenttia korkeammat kuin vuonna 1990.  
Dityppioksidipäästöjen kehitys on ollut melko tasaista, mutta vuonna 2007 ne olivat 11  
prosenttia pienemmät kuin vuonna 1990. Metaanipäästöissä kasvu on ollut jatkuvaa ja  
päästöt olivat 78 prosenttia vuoden 1990 tason yläpuolella vuonna 2007, mutta niiden  
osuus sektorin kokonaispäästöistä on vieläkin alle yksi prosentti. (Tilastokeskus 2009.)

Vuonna 2007 Suomen kasvihuonekaasupäästöt alenivat parilla prosentilla (vuoteen  
2006 verrattuna) 78,3 miljoonaan tonniin (CO<sub>2</sub>-ekv.). Päästöt olivat noin 10 % korke-  
ammat kuin vuodelle 1990 kiinnitetty Kioton pöytäkirjan tavoitetaso (71,0 milj. t CO<sub>2</sub>-  
ekv.). Metsäteollisuus on merkittävä kasvihuonekaasupäästöjen aiheuttaja, mutta sillä  
on myös nieluvaikutus käyttäessään puuperäisiä jätteitä polttoaineena. Koko tehdaste-  
ollisuuden polttoaineperäiset päästöt olivat 16,1 milj. t CO<sub>2</sub>-ekv (34,9 % Suomen ko-  
konaispäästöistä) vuonna 2007. Tästä metsäteollisuuden polttoaineperäisten päästöjen  
osuus oli 5,6 miljoonaa tonnia eli 7 % Suomen kokonaispäästöistä ja 8 % pienemmät  
kuin Kioton perusvuonna 1990. Tämä johtui lähinnä fossiilisten polttoaineiden ja tur-  
peen käytön vähenemisestä, mikä puolestaan alensi energiasektorin päästöjä. Energia-  
sektori on Suomen päästökehityksen kannalta ratkaiseva, ja esimerkiksi vuonna 2007  
se edusti 81 % Suomen kaikista kasvihuonekaasupäästöistä. Laskuun ovat vaikuttaneet  
muun muassa teollisuuden investoinnit energiatehokkuuteen ja bioenergian käytön li-

sääminen. Toisaalta puuperäisten polttoaineiden hiilidioksidipäästöt ovat kasvaneet noin 60 % vuoteen 1990 verrattuna. (Metsäntutkimuslaitos 2009, 296, 314.)

Metsäteollisuuden käyttämien fossiilisten polttoaineiden ja turpeen hiilidioksidi-, metaani- ja dityppioksidipäästöt raportoidaan kasvihuonekaasuinventaariossa energiasektorilla, joka on yksi kuudesta raportointisektorista. Päästöjen osuus vuonna 2007 oli fossiilisilla polttoaineilla 3,3 milj. t CO<sub>2</sub>-ekv., turpeella 2,14 milj. t CO<sub>2</sub>-ekv. ja CH<sub>4</sub>- ja N<sub>2</sub>O-päästöt 0,15 milj. t CO<sub>2</sub>-ekv. Uusiutuvista biopolttoaineista, mukaan lukien puuperäiset polttoaineet, esitetään kasvihuonekaasuraportoinnissa vain metaani- ja dityppioksidipäästöt (CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O). Biopolttoaineiden CO<sub>2</sub>-päästöt raportoidaan inventaariossa erillistietoina. Puuperäisten polttoaineiden päästöt olivat 22,5 milj. t CO<sub>2</sub>-ekv. vuonna 2007. Niitä ei lasketa mukaan kasvihuonekaasupäästöjen kokonaismäärään, koska niiden sisältämän hiilen katsotaan kuuluvan osana luonnon kiertokulkuun. (Metsäntutkimuslaitos 2009, 315.)

### **2.3.6 Luonnon kasvihuonekaasulähteet Suomessa**

Kasvihuonekaasuja syntyy pääasiassa ihmisen toiminnoista, mutta luonnossa syntyy myös jonkin verran päästöjä. Maanpinta ja kasvillisuus toimivat monien kasvihuonekaasujen lähteinä tai nieluina. Maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätaloussektori (LULUCF, Land Use, Land Use Changes and Forestry) on ollut Suomessa selkeästi hiilinielu, mutta se tuottaa myös merkittäviä päästöjä. Suurimmat päästöt raportoidaan ojitettujen turvemaiden maaperästä sekä metsä- että maatalousmailta. Myös ruohikkoalueilta on raportoitu merkittäviä päästöjä. Suomessa ruohikkoalueisiin luetaan yli 5-vuotiaat nurmet ja laitumet sekä hylätyt, metsittymässä olevat pellot, jotka eivät ole vielä muuttuneet metsiksi. Lisäksi vähäisempiä päästöjä tulee turvetuotantoalueilta, metsäpaloista, metsien typpilannoituksesta sekä viljelymaiden kalkituksesta. (Tilastokeskus 2009, 32.)

Metsäekosysteemissä hiiltä sisältävät kasvillisuus, karike, humus ja maaperä. Hiili kiertää näiden varastojen ja ilmakehän välillä. Puustossa hiiltä on eniten runkopuussa, huomattava määrä myös juurissa, vähemmän oksissa ja lehdissä sekä neulasissa. Puunkorjuussa hiiltä kulkeutuu pois metsästä ja osa hiilestä sitoutuu puusta valmistettuihin

tuotteisiin. Niistä hiili vapautuu ilmakehään elinkaarien loppupuolella tuotteiden hajojamisen tai polton yhteydessä. (Kuusisto et al. 1996, 97, 186.)

Suot ovat turvetta muodostavien kasvien vallitsevia kosteikkoja. Niissä biomassan tuotanto on selvästi suurempi kuin hajotus, joten ilmakehästä sidottua hiilidioksidia varastoituu turpeeksi. Suon ja ilmakehän välillä kulkee jatkuvasti hiilidioksidia molempiin suuntiin. Suoekosysteemit sitovat ja vapauttavat biologisissa toiminnoissaan kasvihuonekaasuja ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  ja  $\text{N}_2\text{O}$ ). Turvetta muodostaessaan suot toimivat merkittävänä hiilen nieluina, mutta hapettomissa turvekerroksissa muodostuu muita kasvihuonekaasuja, etenkin metaania. Metaani vapautuu turpeesta ilmakehään diffundoitumalla ja märiltä pinnoilta myös kuplimalla. Suon vedenpinnan korkeus säätelee metaanipäästöjä. Dityppioksidipäästöt luonnontilaisilta märiltä soilta ovat alhaiset, koska nitraatin muodostus on heikkoa vähähappisessa turpeessa. Kaasujen siirtymiseen turpeen ja ilmakehän välillä vaikuttavat suon hydrologia, ravinteet, kasvillisuus ja maaperän biologia. (Kuusisto et al. 1996, 107–117.)

Vesistöihin sitoutuu hiiltä levien, syanobakteerien (”sinilevät”) ja vesikasvien perustuotannossa sekä bakteeritoiminnoissa. Osa organisesta hiilestä sedimentoituu, mikä on vesistöjen pitkäaikaista hiilen nettosidontaa. Osa hiilestä vapautuu hajotuksessa ja osa siirtyy virtaamien mukana eteenpäin, jolloin osa sedimentoituu myöhemmin alapuolisiin vesistöihin. Hapettomasta sedimentistä vapautuu hiilidioksidia ja metaania, kun orgaaninen aines hajoaa. Veden perustuotannon ja vesistöön huuhtoutuvan orgaanisen aineen määrän lisääntyessä myös metaanin tuotanto voi lisääntyä. Vesiprofiilin säilyessä hapellisenä osa sedimentissä syntyvästä metaanista hapettuu varsinkin sedimentin hapellisessa pintaosassa. Mikäli metaania muodostuu runsaasti, voi kupliminen vastata pääosasta metaanipäästöjä. Metaania voi syntyä myös talvella jään alla ja varsinkin mahdollinen hapen loppuminen vesiprofiilista edistää metaanin talvikautista tuottoa. Kasvillisuudeltaan rikkailla rantavyöhykkeillä ja matalissa vesistöissä on hyvät edellytykset metaanin synnylle. Ilmastonmuutoksen seurauksena ilmaversoisten vesikasvien lisääntyvä tuotanto kasvattaa todennäköisesti metaanipäästöjä, sillä sedimentistä kasvisolukoiden kautta kulkeva metaani on suojassa hapetukselta. Vesistöjen sedimenteistä vapautuu myös pieniä määriä dityppioksidia nitrifikaation ja denitrifikaation seurauksena, mutta Suomen sisävesissä näiden päästöjen ilmastollinen merkitys on hyvin pieni. (Kuusisto et al. 1996, 189–191.)

Luonnon kasvihuonekaasupäästöjen ja –nielujen vaikutus on jätetty tässä laskennassa pois, sillä Kasvener-laskentaohjelma ei niitä laske sekä siksi, että lähtötietoja metsien ja soiden pinta-aloista Varkaudessa ei pyynnöistä huolimatta saatu.

## 2.4 Hiilinielut

Hiilinielut ovat prosesseja, jotka sitovat ilmakehän hiilidioksidia maaperään, metsiin ja mereen. Ilmastopimuksessa tällaista prosessia kutsutaan nieluksi. (Valtion ympäristöhallinto 2009d.)

Kasvillisuus sitoo yhteyttäessään hiilidioksidia. Toisaalta hiilidioksidia vapautuu kasveista kasvihengityksessä ja maaperän orgaanisesta aineesta maahengityksessä. Jääkauden jälkeisenä aikana boreaalisen kasvillisuusvyöhykkeen suot ja metsät ovat sitoneet suuret määrät hiiltä, josta valtaosa on turpeessa ja maaperän orgaanisessa aineessa. (Flannery 2006.)

Nykyisin arvioidaan, että pohjoisten ja lauhkeiden vyöhykkeiden metsät ovat huomattava nettonielu hiilidioksidille. Merkittävimmät syyt tähän ovat ilman kohonneen hiilidioksidipitoisuuden ja ilmakehän kautta tulevan typpilaskeuman lannoitusvaikutus ja metsänhoitoon ja maankäyttöön liittyvät tekijät. Ilmakehän kasvihuonekaasujen pitoisuuksien kasvun torjumiseksi metsien, soiden ja peltomaiden hiilensidontakyky tulisi pitää korkeana. (Keskitalo 2005, 85–88.)

Ihmisen toiminta vaikuttaa hiilinieluihin. Esimerkiksi metsää istuttamalla voidaan lisätä hiilidioksidia sitovaa ja varastoivaa kasvibiomassaa. Vastaavasti metsää hävitettäessä hiilidioksidia vapautuu ilmakehään eli metsä muuttuu hiilen lähteeksi. Metsä on hiilen lähde myös silloin, kun hakkuut ylittävät metsän kasvun ja metsän hiilivarasto pienenee. (Valtion ympäristöhallinto 2009d.)

Metsiä uhkaavat metsäkato ja niiden tilan heikkeneminen. FAOn arvioiden mukaan joka vuosi tuhoutuu noin 13 miljoonaa hehtaaria metsää maailmassa. Metsäkatoa on viime aikoina esiintynyt erityisesti trooppisilla alueilla, niiden osuus metsäkadosta on 96 %. Maapallon hiilidioksidipäästöistä noin 20 % (5,8 Gt) johtuu metsäkadosta (IPCC,

2007). Osuus on enemmän kuin EU:n kasvihuonekaasupäästöt kokonaisuudessaan. Metsäkadosta aiheutuvien päästöjen vähentäminen on siksi tarpeen, jotta ilmaston lämpeneminen saataisiin pidettyä asetetuissa 2 celsiusasteen rajoissa. Metsäkadon rajoittaminen on myös kustannustehokas keino torjua ilmastonmuutosta. Metsien suojeleminen vaikuttaa suotuisasti myös biologiseen monimuotoisuuteen ja köyhimpien väestöosien toimeentuloon. (Euroopan Yhteisöjen komissio 2008.)

Metsitys, uudelleen metsittäminen ja metsänhävitys ovat toimia, joiden vaikutus maiden täytyy ottaa mukaan kasvihuonekaasulaskennassa Kioton pöytäkirjan mukaan. Metsänhoito, maatalousmaan hoito ja kasvillisuuden palauttaminen ovat valinnaisia toimenpiteitä eli maat voivat itse päättää haluavatko ne käyttää näitä toimenpiteitä velvoitteidensa täyttämiseen. Jos yhteenlaskettujen metsitys- ja metsänhävitystoimenpiteiden tuloksena hiiltä vapautuu enemmän kuin sitoutuu, voi maa kompensoida tämän hyödyntämällä metsänhoitotoimilla aikaansaatuja nieluja. (Valtion ympäristöhallinto 2009d.)

### **3 ILMASTONMUUTOKSEEN LIITTYVÄT POLITIIKAT**

#### **3.1 Kansainvälinen ilmastopolitiikka**

YK:n ilmastonmuutosta koskeva puitesopimus (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC), eli ns. ilmastopimus hyväksyttiin vuonna 1992. Sopimus tuli voimaan vuonna 1994 ja sen on ratifioinut 194 osapuolimaata 24.5.2010 mennessä. Ilmastopimuksen perimmäinen tavoite on ilmakehän kasvihuonekaasupitoisuuksien vakauttaminen sellaiselle tasolle, ettei ihmisen toiminta vaikuta haitallisesti ilmastojärjestelmään eli ekologisissa rajoissa pysyttäisiin. Tämä tavoite tulee saavuttaa niin, että ekosysteemit ennättävät sopeutua ilmastonmuutokseen, ruoantuotanto ei vaarannu ja taloudellinen kehitys etenee kestäväällä tavalla. (Valtion ympäristöhallinto 2008b.)

Kansainvälisessä ilmastopolitiikassa Suomi toimii Euroopan Unionin osana. Suomi ratifioi YK:n ilmastopimuksen vuonna 1994 ja Kioton pöytäkirjan vuonna 2002 yhdessä muiden Euroopan unionin maiden kanssa. (Valtion ympäristöhallinto 2008b.)

### 3.2 Kioton pöytäkirja

Ilmast sopimusta täsmentävä Kioton pöytäkirja hyväksyttiin vuonna 1997 ja se tuli voimaan 16.2.2005. Sen on ratifioinut 12.2.2007 mennessä yhteensä 176 maata. Kioton pöytäkirjassa määritellään teollisuusmaille kasvihuonekaasupäästöjen sitovat vähennysvelvoitteet. Pöytäkirjan mukaan EU:n jäsenmaiden tulee sitoumuskaudella 2008–2012 vähentää päästöjään keskimäärin 8 % vuoden 1990 päästöihin verrattuna. Suomen keskimääräiset kasvihuonekaasupäästöt vuosina 2008–2012 saavat olla korkeintaan vuoden 1990 tasolla. (Valtion ympäristöhallinto 2008a.)

Kioton pöytäkirjan osapuolet voivat täydentää kansallisia päästövähennystoimiaan ns. Kioton mekanismien avulla. Joustomekanismeja on kolme:

- yhteistoteutus (Joint Implementation, JI)
- puhtaan kehityksen mekanismi (Clean Development Mechanism, CDM) ja
- päästökauppa (Emission Trade)

Yhteistoteutuksessa teollisuusmaa rahoittaa kasvihuonekaasujen päästöjä vähentäviä tai nieluja lisääviä hankkeita toisessa teollisuusmaassa, todennäköisesti siirtymätalousmaassa. Maat sopivat keskenään saavutettujen päästövähennysten jakamisesta. Puhtaan kehityksen mekanismissa teollisuusmaa rahoittaa päästövähennys Hankkeita tai nieluja lisääviä hankkeita kohdemaassa. Päästökaupassa sallitun päästömääränsä ylittänyt teollisuusmaa voi ostaa toiselta, sallitun päästömääränsä alittaneelta teollisuusmaalta päästöoikeuksia. (Valtion ympäristöhallinto 2008d.)

Kioton mekanismien tarkoituksena on edistää päästövähennysten kustannustehokkuutta ja joustavuutta. Lisäksi kohdemaat hyötyvät saadessaan rahoitusta ja uutta tekniikkaa. Pöytäkirja edellyttää, että maat hoitavat merkittävän osan velvoitteestaan kotimaisilla päästövähennystoimilla. Kunkin mekanismin päästövähennykset lasketaan omiksi päästöyksiköikseen ja niitä voi myydä edelleen ja säästää tuleville sitoumuskausille. Puhtaan kehityksen mekanismilla ja yhteistoteutuksella saatuja päästöyksiköitä saa säästää tuleville sopimuskausille korkeintaan 2,5 % maalle sallitusta päästökiintiöstä. (Valtion ympäristöhallinto 2008d.)

### 3.3 Euroopan Unioni ja Suomi

Ilmastonmuutos vaikuttaa sekä maailmanlaajuisesti että Euroopassa. Euroopan on myös selviydyttävä maailmanlaajuisen energiankysynnän kasvusta ja energiatoimitusten muuttuvista vaikutuksista. Euroopan Unionin joulukuussa 2008 hyväksymä ilmasto- ja energiapaketti on positiivinen käänne EU:n ilmastopolitiikassa. Paketilla EU vahvisti asemansa kansainvälisten ilmastoneuvottelujen veturina, sillä se on tällä hetkellä ainoa teollisuusmaa-alue, joka on sopinut sitovista tavoitteista päästöjen vähentämiseksi. Päästövähennykset koskevat Kioton kauden jälkeistä aikaa ja tulevat voimaan vuoden 2013 alusta. (Euroopan Unioni 2010.)

Uuden sopimuksen mukaan EU on sopinut yhteisestä, kaikkia jäsenmaita koskevasta velvoitteesta vähentää kasvihuonekaasujen päästöjä vuoteen 2020 mennessä 20 prosentilla vuoteen 1990 verrattuna. Lisäksi nyt tehdyt päätökset linjaavat, miten EU siirtyy tarvittaessa tiukempaan päästövähennysvelvoitteeseen osana kansainvälistä ilmastositomusta. Tavoitteena on myös lisätä uusiutuvien energialähteiden osuus keskimäärin 20 prosenttiin EU:n energian loppukulutuksesta. Lisäksi energiatehokkuutta lisätään keskimäärin 20 prosentilla peruskehitykseen verrattuna vuoteen 2020 mennessä. Liikenteen biopolttoaineiden osuus nostetaan 10 prosenttiin. Paketissa sovitut toimet toteutetaan asteittain vuoteen 2020 mennessä. Arvioiden mukaan monet paketissa sovitut toimet vauhdittavat työpaikkojen syntymistä, tuovat taloudellisia säästöjä ja parantavat tehokkuuden lisääntymisen myötä sekä energiaturvallisuutta että taloutta ylipäänsä. (Valtion ympäristöhallinto 2009a; Euroopan Unioni 2010.)

Suomen hallituksen ilmasto- ja energiapolitiikan ministerityöryhmä pääsi 20.4.2010 yhteisymmärrykseen uusiutuvan energian velvoitepaketin sisällöstä. EU edellyttää (direktiivi 2009/28/EY) Suomen nostamaan uusiutuvan energian osuuden energian loppukäytöstä nykyisestä 28,5 % :sta 38 % :iin vuoteen 2020 mennessä. Uusiutuvan energian haastavaan lisäystavoitteeseen päästään edistämällä erityisesti metsähakkeen ja muun puuenergian käyttöä, tuulivoimaa, liikenteen biopolttoaineiden käyttöä sekä lisäämällä lämpöpumppujen käyttöä. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2010.)

EU-maiden yhteisen ilmastokampanjan tarkoituksena oli kannustaa arjen tekoihin ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi. Euroopan komission toteuttaman ilmastokampanjan

tavoitteena oli kiinnittää kansalaisten huomio muuttuvaan ilmastoon ja omiin vaikutusmahdollisuuksiinsa. Kampanja avattiin kaikissa jäsenmaissa 5.6.2006 ja se päättyi 28.2.2007. Kampanjan perusajatuksena oli tuoda ilmastonmuutos lähelle ihmisten arkea ja kertoa jokaisen omien valintojen (kotona, töissä ja harrastuksissa) vaikutuksista. (Euroopan komissio 2006.)

Suomen ilmastopolitiikka perustuu suurelta osin EU:n säädöksiin. Ilmastopolitiikan tavoitteena on toteuttaa YK:n ilmastosopimuksen ja sitä täydentävän Kioton pöytäkirjan velvoitteet. Suomi on laatinut Ilmastonmuutoksen kansallisen sopeutumisstrategian, jossa arvioidaan millaisia vaikutuksia ilmastonmuutoksella on Suomessa ja määritellään toimia, joiden avulla muutoksiin voidaan paremmin sopeutua. (Valtion ympäristöhallinto 2008a.)

## **4 KUNNAT JA ILMASTONMUUTOS**

Päästöt syntyvät aina paikallisesta toiminnasta kuten energiantuotannosta, teollisuudesta, liikenteestä, maataloudesta ja jätehuollosta. Tässä luvussa on käsitelty kunnan toimialueeseen kuuluvia tehtäviä, joissa on mahdollisuus vaikuttaa kasvihuonekaasupäästöihin.

### **4.1 Kuntien ilmastonsuojelukampanja**

Ilmastokampanjan tarkoituksena on edistää kuntien kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistoimia kestävän kehityksen periaatteiden mukaisesti. Kampanja liittyy kuntien maailmanlaajuisen ympäristöjärjestön ICLEI:n kampanjaan Cities for Climate Protection. Kampanjaa on täydennetty varautumis- ja sopeutumisstrategioilla keväällä 2006. (Suomen Kuntaliitto 2007.)

Kunta voi liittyä Kuntien ilmastokampanjaan joko lautakunnan tai kunnanhallituksen päätöksellä valitsemalla oman yhteyshenkilön ja ilmoittamalla tästä Kuntaliittoon. Ilmastokampanjaan liittynyt kunta kartoittaa aluksi alueensa kasvihuonekaasupäästöt, joita syntyy esimerkiksi energian tuotannossa ja käytössä, liikenteessä, jätehuollossa sekä tekee niistä kehitysennusteen ja asettaa omat päästöjen vähentämistavoitteensa.



Kasvihuonekaasuja vähentämällä kunta voi parantaa ilmanlaatua, energiaomavaraisuutta ja -taloutta sekä ottaa käyttöön uusia energialähteitä, työllistä sekä edistää uutta teknologiaa. Lisäksi kunta voi tehdä ilmastonmuutokseen varautumis- ja sopeutumissuunnitelman. (Suomen Kuntaliitto 2007.)

#### **4.1.1 Jätehuolto**

Kunnilla on yhdyskuntien jätehuollon järjestämisvastuu. Jätteiden kierrättäminen ja syntyvän jätteen määrän vähentäminen pienentävät kasvihuonekaasujen muodostumista kahdella tavalla. Mitä enemmän tuotteiden valmistukseen käytetään kierrätettäviä materiaaleja, sitä vähemmän kuluu energiaa. Jätteiden määrän väheneminen pienentää samalla kaatopaikoilla syntyvän, haitallisen metaanin muodostumista. Kaatopaikoilla kaatopaikkakaasun muodostuminen vähenee oleellisesti, jos biojätteet kompostoidaan tai kaasutetaan erikseen. Siksi biojätteen keräyksen tehostaminen on tärkein toimenpide kaatopaikkojen metaanipäästöjen vähentämisessä. Kaatopaikkakaasun talteenotto ja hyödyntäminen tai poltto soihdussa ovat lisäksi olennaisia keinoja päästöjen hallinnan kannalta. Kunnat voivat tehostaa omien kiinteistöjensä, kuten koulujen ja työpaikkojen jätehuoltoa sekä opastaa kuntalaisia ja yrityksiä jätteiden lajittelussa, jätteiden määrän vähentämisessä ja jätteiden synnyn ehkäisemisessä. Vähäisempiä määriä kasvihuonekaasupäästöjä jätehuollosta syntyy jätteiden keräys- ja kuljetustoiminnassa. Suurin osa myös jätevedenpuhdistamoista on kuntien hallinnoimia. Syntyvien jätevesilietteiden käsittelyllä on myös vaikutusta kasvihuonekaasupäästöihin. (Suomen Kuntaliitto 2007.)

#### **4.1.2 Elinkeinotoiminta, asuminen ja liikenne**

Yhdyskuntasuunnittelulla kunnat luovat perusedellytykset asumiselle, elinkeinotoiminnalle ja liikkumiselle. Hajauttamalla asutusta laajalle alueelle ja sijoittamalla palveluttaajamien ulkopuolelle matkat pitenevät, jolloin yksityisautoilu lisääntyy ja liikenteen päästöt kasvavat. Liikenne kuluttaa fossiilisia polttoaineita ja kulkuväylät sekä paikotus vievät tilaa aiheuttaen paineita maankäyttöön. Kaupunkirakennetta tiivistämällä voidaan liikennemääriä vähentää ja joukkoliikenteen edellytyksiä parantaa. Kaavoituksella vaikutetaan elinkeinotoiminnan ja asumisen lisäksi yhdyskuntateknisten verkostojen sijoittumiseen. Kunta voi yhdyskuntasuunnittelulla varmistaa sen, että vesi-, viemäri- ja alue-/kaukolämpöverkostojen piiriin saadaan suurin osa asuinkiinteistöistä sekä

liike- ja teollisuuslaitoksista. Ilmastonmuutoksen myötä lisääntyvät poikkeukselliset sääilmiöt (myrskyt, tulvat, sähkökatkot) ja ne lisäävät yhdyskuntaverkostojen riskialttiutta. Tämän vuoksi yhdyskuntasuunnittelussa ja kaavoituksessa tuleekin varautua ilmastonmuutoksen aiheuttamiin muutoksiin sääoloissa. (Suomen Kuntaliitto 2007.)

#### **4.1.3 Energiansäästö kunnan omassa toiminnassa**

Kunnat tuottavat päästöjä myös palvelutuotantonsa yhteydessä. Kuntien kiinteistöissä kuluu lämmitys- ja sähköenergiaa. Jatkuvasti kallistuva energia on saanut kunnat kiinnittämään huomiota energiansäästöön. Energiaa voidaan säästää rakennusten lämmityksen, sähkön ja veden kulutuksen lisäksi myös hankinnoissa ja työkoneiden polttoaineen kulutuksessa. Energiansäästötoimilla kunta voi taloudellisten hyötyjen lisäksi saavuttaa positiivista mainetta ja vähentää ympäristöhaittoja. Monet kunnat ovat jo tehneet energiansäästösopimukset, jotka ovat muuttuneet vuoden 2008 alusta energiatehokkuussopimuksiksi. Alle 5000 asukkaan kunnilla on myös mahdollisuus liittyä kuntien energiaohjelmaan. (Suomen Kuntaliitto 2007.)

Työ- ja elinkeinoministeriön päävastuulla olevat uudet energiatehokkuussopimukset jaksolle 2008–2016 allekirjoitettiin Säätytalolla 4.12.2007. Energiatehokkuussopimusten järjestelmällä on kansallisen energia- ja ilmastostrategian mukaisesti tarkoitus osaltaan vastata kansainvälisiin sitoumuksiimme ilmastonmuutoksen vastaisessa työssä. Erityisen merkityksellinen uusi sopimusjärjestelmä on toukokuussa 2006 voimaan tulleen energiapalveludirektiivin (ESD) toimeenpanossa. Energiapalveludirektiivin myötä Suomelle tuli ohjeellinen 9 %:n energiansäästötavoite jaksolle 2008–2016. Energiamääränä tavoite on 17,8 TWh. Uudessa sopimusjärjestelmässä on nimenomaisesti pyritty huomioimaan tämän direktiivin velvoitteet, joiden toimeenpanemiseksi Suomi sai neuvoteltua sopimukset säädösohjauksen vaihtoehdoksi. Niiltä osin kun direktiivin velvoitteiden toimeenpano ei ole sopimustoiminnan kautta mahdollista, valmisteltiin tarvittavat säädökset alkuvuodesta 2008. Energiatehokkuussopimukseen voivat kunnat edelleen liittyä. Sopimuksella pyritään ensisijaisesti energiatehokkuuden parantamiseen, mutta myös uusiutuvan energian käytön edistämiseen. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2007.)

## **5 VARKAUDEN ILMASTONSUOJELUKAMPANJA**

### **5.1 Yleistä Varkauden kaupungista**

Varkauden kaupunki sijaitsee Itä-Suomen läänissä, Pohjois-Savon maakunnassa, Saimaan syväväylän varrella. Kaupungin kokonaispinta-ala on 524,93 km<sup>2</sup>, josta on maata 385,66 km<sup>2</sup> ja vettä 139 km<sup>2</sup>. Asukkaita oli Varkaudessa (31.12.2009) 22 935 henkilöä (59,4 as/km<sup>2</sup>). Työpaikat jakaantuvat alkutuotantoon (1,6 %), jalostukseen (teollisuus, rakentaminen, vesi- ym. huolto (39,9 %)), palveluihin (kauppa, majoitus-rav., kuljetus, muu liike-elämää palveleva toiminta (32,6 %)) sekä julkisiin palveluihin (25,9 %). (Pohjois-Savon liitto 2009; 2010.)

Varkaus on vesistöjen ympäröimä teollisuuskaupunki, jonka halki kulkevat valtatie 5 ja 23 sekä junarata Pieksämäeltä Joensuuhun. Keskellä kaupunkia sijaitsee Stora Enso Oyj:n Varkauden tehtaat, jossa tehdään hienopaperia ja sellua. Lisäksi tehtailla on kuitupuun käsittelyä ja sahaustoimintaa. Tehtaiden alueella toimii myös Carelian Caviars Oy:n kalankasvatustila.

Vesistöt ovat olleet koko kaupungin syntyyn keskeisesti vaikuttava tekijä. Teollisuuden kehitys alkoi alueella jo 1800-luvun alkupuolella, jolloin järvet ja kosket mahdollistivat raaka-aineiden ja tuotteiden kuljetusväylän sekä voiman lähteen. Keskeistä raaka-ainetta puuta kuljetetaan edelleenkin vesistöjä pitkin ja tuotteina paperi ja sahatavara matkaavat vesitse laajalle ympäri maailman. Myös metalliteollisuus sai alkunsa laivojen, alusten ja veneiden rakentamisella. Edelleenkin vesistöt ovat tärkeitä teollisuudelle ja kaupungille. (Lönnsroos 2002.)

### **5.2 Varkauden ilmastokampanja ja sen tavoitteet**

Varkauden kunnallisen ilmastostrategian laatimisesta tehtiin valtuustoaloite 22.1.2007 kymmenen valtuutetun allekirjoittamana. Tämän jälkeen Varkauden tekninen lautakunta ympäristönsuojeluviranomaisena päätti 11.12.2007 esittää kaupunginhallitukselle, että Varkauden kaupunki liittyy kuntien ilmastokampanjaan vuoden 2008 alusta. Kaupunginhallitus päätti liittymisestä 14.1.2008.

Kansainvälisen kuntien kestävän kehityksen järjestön (ICLEI) Kuntien ilmansuojelukampanjaan liittyvä kunta sitoutuu viiteen (5) välitavoitteeseen ja lupautuu saavuttamaan ensimmäiset tulokset kolmen (3) vuoden kuluessa.

Kunnan tulee:

- Käynnistää oman alueensa kasvihuonekaasupäästöjen pääasiallisten lähteiden inventointi ja päästöjen kehittymisen ennusteiden laadinta sekä arvioida ilmastonmuutoksen vaikutuksille herkkät alueet kunnassa.
- Asettaa tavoitteet päästöjen vähentämiseksi (taso ja aikaväli) ja määrittää tarkoituksenmukaiset sopeutumissuunnitelmat.
- Kehittää ja hyväksyy sekä lyhyen että pitkän aikavälin kuntasuunnitelmat päästöjen vähentämiseksi ja kehittää yhteiskunnan valmiuksia ilmastonmuutoksen lieventämiseen ja sopeutumiseen.
- Toteuttaa edellä mainitut kuntasuunnitelmat sekä niissä esitetyt toimenpiteet.
- Seurata ja raportoida kasvihuonepäästöjen määrää sekä tehtyjen ratkaisujen ja toimenpiteiden täytäntöönpanoa.

Varkaudessa on jo tehty sivistystoimissa, teknisessä toimessa sekä elinkeinotoimissa toimenpiteitä ja hankkeita, jotka voidaan liittää osaksi kaupungin ilmastokampanjaa.

Varkauden kaupungin ilmastokampanjan kolme päätoimenpidettä ovat kasvihuonekaasupäästöt ja ilmastonmuutoksiin sopeutuminen, energiansäästö ja energiatehokkuus sekä ympäristökasvatus.

Varkauden kasvihuonekaasutase (**välitavoite 1**) voidaan laskea Kuntaliiton Kasvenerohjelmalla. Kasvihuonekaasujen päästöselvitys tehdään kampanjan aikana. Selvityksen perusteella voidaan laatia suunnitelma päästöjen vähentämiseksi. Kaavoituksessa on jo huomioitu ilmastonmuutosta määrittelemällä alimmat rakennuskorkeudet rannoilla. Lisäksi on tehty selvitys tulvasuojelun tarpeista vuonna 2006 (**välitavoite 1**).

Varkauden kaupunki liittyi kuntien energiasopimukseen vuonna 1999. Kaikissa kaupungin omistamissa kiinteistöissä on tehty energiakatselmuksset ja edellinen energiakatselmuks on vuodelta 2000. Kuntaliitoksen myötä 1.1.2005 on tällä hetkellä energiakat-

selmus tehty 80 %:ssa kaupungin rakennuksista rakennustilavuudeltaan mitattuna. Siitä ilmenee, että valaistuksen energiansäästöön on myös kiinnitetty huomiota mm. säättämällä osa valaistuksesta pois keskiyöllä ja lyhentämällä valaistua aikaa keväällä ja syksyllä. Varkauden kaupunki liittyi Kuntaliiton energiatehokkuussopimukseen kaupunginhallituksen päätöksellä 29.9.2008. Sopimuksessa kaupunki asetti energiansäästön välitavoitteiksi 0,535 GWh vuodelle 2010 ja 2,0 GWh vuodelle 2013. Sopimukseen liittymällä Varkaus voi jatkaa toisaalta energian ja kustannusten säästöä ja toteuttaa ilmastokampanjan tavoitteita (**osa välitavoitetta 2**).

Varkaus on ottanut bioenergian ja energiateollisuuden yhdeksi tulevaisuuden vahvuudekseen. Ympäristönsuojelun ja kestävän kehityksen edistäminen ja erityisesti ilmastonsuojelu tukisivat erinomaisella tavalla asetettua tavoitetta (**osa välitavoitetta 3**).

Varkauden kouluissa on jo vuosia ollut erilaisia energiansäästökampanjoita osana opetusohjelmaa. Muun muassa Motivan energian säästöpelejä on käytetty opetuksessa eri luokkatasoilla. Opetussuunnitelmiin kehitetään lisää ilmastonsuojelun liittyvää opetusta (**osa välitavoitetta 3**).

Ilmastokampanjan toteuttaminen edellyttää vuosia kestävää, järjestelmällistä työtä. Suunnittelua, toteuttamista ja seuranta varten on siksi syytä perustaa hallintokuntien edustajista ilmastotyöryhmä. Ilmastotyöryhmä laatii suunnitelman ja aikataulun hankkeista, jotka sisällytetään Varkauden ilmastokampanjaan. Myös hallintokuntien ilmastokampanjatyön tukeminen ja tulosten raportoinnin ohjaus kuuluvat ilmastotyöryhmän tehtäviin.

Ilmastonsuojelu on yksi kansalaisia merkittävimmin huolestuttavista asioista. Ilmastokampanjaan osallistuminen kohottaa Varkauden imagoa puhtaana, hyvinvointia edistävänä ja suosittuna asuinkuntana. Suomen kunnista 46 (Suomen Kuntaliitto 13.10.2010) on tällä hetkellä mukana ilmastokampanjassa. Liittymällä ilmastokampanjaan Varkaus on eturivissä ympäristönsuojelussa, kuten korkeasta energiaosaamisestaan tunnetun teollisuuden ja saimaannorpan kotikaupungin tuleekin olla.

## **6 VARKAUDEN KASVIHUONEKAASUJEN PÄÄSTÖSELVITYKSEN TAVOITTEET JA KÄYTETYT MENETELMÄT**

### **6.1 Tavoitteet**

Kasvihuonekaasupäästölaskennan tavoitteena on selvittää Varkauden kaupungin kasvihuonekaasupäästöjen taso. Päästöselvitys katsottiin tarpeelliseksi myös sen vuoksi, että päästökehitystä voitaisiin jatkossa seurata. Selvityksen tuloksia on tarkoitus hyödyntää myös Varkauden ilmasto-ohjelmaa laadittaessa ja mietittäessä päästövähennyksiä sekä keinoja niihin.

### **6.2 Menetelmät**

Tässä työssä on laskennassa käytetty Microsoft Excel-pohjaista Kasvenerlaskentamallia, joka on kunnissa yleisesti käytetty kasvihuonekaasu- ja energiatasemalli. Se on tehty Suomen Kuntaliiton toimeksiannosta Suomen ympäristökeskuksessa. Mallin avulla voidaan laskea kunnan tai muun rajatun alueen, esimerkiksi maakunnan vuotuiset kasvihuonekaasupäästöt sekä energiantuotanto ja -kulutus. Käytettävien lähtötietojen rajaus määräytyy pääasiassa laskentamallin linjausten mukaisesti. (Suomen Kuntaliitto 2004.)

Energiasektorilta malli laskee varsinaisten kasvihuonekaasujen lisäksi myös päästökomponentit, joilla on vaikutusta paikalliseen ilmanlaatuun tai jotka ovat välillisiä kasvihuonekaasuja.

Mallin päästösektorit ovat seuraavat:

- Energia
- Teollisuuden prosessit (ei energiaperäiset)
- Maatalous
- Jätehuolto

Päästöt lasketaan sekä kunnan alueen energiantuotannon (tuotantoperusteiset päästöt) että kunnan energiankulutuksen (kulutusperusteiset päästöt) mukaan. Päästöjen yhteinen määrä ilmoitetaan hiilidioksidiekvivalentteina. (Suomen Kuntaliitto 2004.)

Mallin käyttäjän pitää syöttää Excel-ohjelmaan aktiviteettitiedot, tarvittavat laskentaparametrit malli sisältää. Osan laskennan tarvitsemasta yksityiskohtaisesta aktiviteettitiedosta malli tuottaa karkeammalla tasolla annetun tiedon perusteella käyttäen valtakunnallisia jakautumatietoja. Mallin laskennassa noudatetaan IPCC:n (Intergovernmental Panel on Climate Change) metodiikkaa ja käytetään Suomen päästöinventaariorien laskentaparametreja. (Suomen Kuntaliitto 2004.)

Kasvener-mallin kasvihuonekaasupäästöjä ovat hiilidioksidi, metaani ja typpioksiduuli. Kioton sopimuksessa olevia ns. kolmea uutta kaasua (rikkiheksafluoridi, fluorihilivedyt ja perfluorivedyt) malli ei sisällä. Näiden kaasujen osuus Suomen kasvihuonekaasupäästöjen kokonaismäärästä (ekvivalentti) on noin 1 %, mutta kuntakohtaista tietoa niiden käytöstä ei ainakaan toistaiseksi ole saatavissa. (Suomen Kuntaliitto 2004.)

Malli ei sisällä myöskään maankäytöstä aiheutuvia ”päästöjä” eikä näihin osittain kytkeytyviä polttoaineiden haihdunnan päästöjä (turvetuotantoalueiden valtakunnalliseksi päästökseen on alustavasti arvioitu 3 miljoonaa t CO<sub>2</sub>-ekv. eli n. 4 % Suomen kokonaispäästöistä). Maankäytön muutoksista ja metsistä lopullisia laskennan sovellutusohjeita ei ole vielä tullut IPCC:ltä. (Suomen Kuntaliitto 2004.)

Mallissa lasketaan energiasektorin päästöistä myös hiilimonoksidi, hiukkaset, rikkidioksidi ja typen oksidit. Hiukkasia lukuun ottamatta nämä kaasut kuuluvat myös IPCC:n laskentaohjeiden piiriin, koska niillä on välillisiä vaikutuksia kasvihuoneilmiöön. Näitä kaasuja ei oteta kuitenkaan huomioon, kun mallissa lasketaan kasvihuonekaasujen hiilidioksidiekvivalentti -päästöt, koska ko. päästökseenkomponentit eivät kuulu Kioton sopimukseen. (Suomen Kuntaliitto 2004.)

Mallissa voidaan kussakin lähtötietotaulussa antaa kuntakohtaiset lähtötiedot neljälle eri vuodelle. Lisäksi malli sisältää oheistietona valtakunnallisen inventaarion tietoja vuosilta 1990, 1997 ja 2000. Kuntakohtaisessa laskennassa käytetään myös näiden kolmen vuoden mukaisia laskentaparametreja. (Suomen Kuntaliitto 2004.)

Uusimmassa päivityksessä Kasvener-malliin on lisätty käyttöliittymä, joka opastaa käyttäjää täyttämään tarvittavat tiedot oikeisiin paikkoihin mallissa. Käyttöliittymä on suunniteltu myös siten, ettei mallin käyttäjän kannalta turhaa lähtötietoa tarvitse etsiä ja

syöttää malliin. Perusjaottelu tässä suhteessa on tehty energiataseen laskennan ja kasvi-huonekaasupäästöjen laskennan välillä. Lisäksi opasteissa pyritään tuomaan selkeästi esille, ovatko kysytyt lähtötiedot tarpeellisia esimerkiksi päästöjen kokonaismäärän vai ainoastaan jakautuma- tai tunnuslukutiedon kannalta. Uusimmassa mallin päivityksessä raportointitauluja on lisätty ja energiasektorin laskentaa on yksinkertaistettu niin, ettei polttotekniikkakohtaisia lähtötietoja anneta, vaan polttoaineiden kulutustiedot annetaan huomattavasti suuremmissa ryhmissä (esim. lauhdutusvoimalaitokset, rakennusten lämmityksen suora polttoaineiden käyttö jne.). (Suomen Kuntaliitto 2004.)

Kasvener-mallin päästöt lasketaan sekä energiantuotannon että -kulutuksen mukaan. Tuotantoperusteisessa päästöjen laskennassa kuntataso on määritelty kunnan alueellisten rajojen mukaan eli se sisältää kunnan rajojen sisäpuolella syntyneet päästöt. Tämän laskentaperiaatteen ainoa poikkeus on jätehuolto, jossa kuntataso on määritelty jätteidensä syntypaikan mukaan. Energiasektorin kulutusperusteisessa laskennassa paikallisiksi voimalaitoksiksi katsotaan kaikki yhdistetyn sähkön- ja lämmöntuotannon laitokset sekä vesi-, tuuli- ja huippuvoimalaitoksista ne, joilla on paikallinen omistustausta. Muut voimalaitokset ovat mallissa valtakunnallisia. Jos ns. paikallisten voimalaitosten sähköntuotanto ei riitä kattamaan alueen koko sähkönkulutusta, malli laskee lopulle kulukselle päästöt valtakunnallisiksi jääneiden voimalaitosten sähköntuotantoprofiilin mukaan. (Suomen Kuntaliitto 2000.)

Varkauden kasvihuonekaasupäästölaskenta tehtiin vuosilta 2005 ja 2007. Vuosi 2005 on otettu Kasvener-laskentaohjelmaan yhdeksi vertailulaskentavuodeksi. Tänä vuonna oli kuitenkin Stora Enso Oyj:n tehtailla kahden kuukauden työnseisaus. Koska tämän oletettiin vaikuttavan päästöjen määrään alentavasti, tehtiin laskenta myös vuodelle 2007, joka antaisi Varkauden päästöistä oikeamman kuvan. Tavoitteena oli laskea kasvihuonekaasupäästöt myös vuodelta 2009, mutta tilastojen valmistuminen olisi mennyt myöhäiseksi tämän lopputyön tekemisen suhteen.

### **6.3 Lähtötiedot**

Laskentaa varten tarvitaan melkoinen määrä tietoja yhteiskunnan eri sektoreilta. Tietojen keräämisessä on hyödynnetty erilaisia tilastoja ja tietokantoja sekä henkilökohtaisia tiedonantoja eri organisaatioista. Teoriaosuutta varten on tietoa kerätty kirjallisuudesta



ja erilaisista raporteista. Kasvener-ohjelma tarvitsee lähtötiedot maataloudesta (eläinmäärät, maatalousmaan pinta-alat), jätteistä ja jätevesistä, liikenteestä sekä energiasta ja teollisuusprosesseista.

### Maatalous

Maa- ja karjatalouden päästöt ovat pääasiassa metaani- ja typpioksiduulipäästöjä, jotka syntyvät eläinten ruuansulatuksesta, lannankäsittelystä ja peltojen viljelystä.

Laskentaa varten tarvittavat tiedot Varkauden peltopinta-aloista ja eläinmääristä on saatu Matilda-rekisteristä, joka on Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskuksen ylläpitämä. Maatiloja on Varkaudessa 55 kpl, joiden viljelyala 1134 ha ja eläimiä 391 kpl (nautoja 376 ja hevosia 15) 16 tilalla (31.12.2009). Hevosten lukumäärässä on Matildassa ainoastaan maatiloilla olevat hevoset. Hevosten kokonaismäärästä on pyydetty tietoa Pohjois-Savon Hevosjalostusliitolta (120 kpl 31.12.2008).

### Energiatiedot

Suurin osa energiasektorin päästöistä tulee polttoaineen kulutuksesta. Tietoja on kerätty polttoaineista, energian tuotannosta ja kulutuksesta. Energiantuotannon polttoaineiden kulutustiedot on saatu suoraan Stora Enso Oyj:ltä sekä kaukolämmön kulutustiedot Varkauden Aluelämpö Oy:ltä sekä Energiateollisuus ry:ltä. Omaa sähköntuotantoa on Varkaudessa ainoastaan Stora Enso Oyj:llä (255 GWh vuonna 2005 ja 245 GWh vuonna 2007), vesivoimalla tuotettua sähköä on 19 GWh ja 27 GWh. Sähkönkulutustiedot on saatu Savon Voima Oy:ltä (Paananen 18.6.2010) ja Energiateollisuus ry:ltä (Tanner-Faarinen 11.6.2010).

Rakennusten erillislämmityksen päästöjen laskentaan tarvittavat energiankulutustiedot on laskettu rakennuskantatietojen ja ominaiskulutuskerrointen avulla. Varkauden rakennuskantatiedot (rakennusten kerrosala lämmitysaineittain jaoteltuna) on saatu Tilastokeskukselta (Hermiö 1.6.2010) samoin kuin ominaiskulutuskertoimet eri polttoaineille (energiankulutus kuutiometriä kohden kWh/rm<sup>3</sup>) (Aalto 8.7.2010). Erillislämmityksen päästöiksi lasketaan öljyä ja puuta lämmitykseen käyttävät rakennukset pois lukien teollisuusrakennukset. Tilastokeskuksen pyynnöstä ei kertoimia esitetä tässä työssä.

### Liikenne

Liikenteen päästöt pitävät sisällään maantie-, rautatie-, vesi- ja lentoliikenteen päästöt. Raideliikenteestä ei löydy kuntakohtaisia tietoja, osa löytyy RAILI-tietokannasta (rata- osuuskohtaiset tiedot), mutta tarkemmat tiedot täytyy pyytää VTT:ltä erikseen. Pyyntöistä huolimatta tietoa ei saatu, joten raideliikenne rajataan tämän laskennan ulkopuolelle. Lentoliikenne on myös rajattu laskennan ulkopuolelle, sillä Varkauden lentokenttä sijaitsee Joroisten kunnan alueella. Vesiliikenteestä ei saada MEERI-mallista satama- kohtaista tietoa ennen vuotta 2008, joten vesiliikenne jätetään tässä vaiheessa laskennan ulkopuolelle.

Liikenteen (henkilö-, paketti-, kuorma- ja linja-autojen) pakokaasupäästöt ja energian- kulutustiedot on saatu VTT:n LIPASTO-laskentajärjestelmän LIISA-mallista. Työko- neiden päästöistä ei ole saatavilla kuntakohtaisia tietoja, joten ne jätettiin tämän lasken- nan ulkopuolelle.

### Jätehuolto ja jätevedet

Jätehuolto ja jätevedet käsitellään Kasvener-laskentaohjelmassa yhtenä kokonaisuute- na. Kasvihuonekaasupäästöjä (lähinnä metaania) syntyy jätteiden käsittelyssä, kun kaa- topaikan täytössä oleva orgaaninen aines hajoaa hapettomassa tilassa. Jätteenkuljetuk- sen päästöt ovat mukana liikenteen päästöissä. Jätevesien osalta laskennassa otetaan huomioon BHK- ja COD- tulokuormien aiheuttamat metaanipäästöt ja vesistöön las- kettavan typpikuorman aiheuttamat typpioksiduulipäästöt. Vesistöön lasketun BHK- ja COD-kuorman oletetaan hajoavan aerobisesti ilman metaanipäästöjä. (Suomen Kunta- liitto 2000.)

Varkauden seudun jätehuolto on järjestetty nykyisin viiden kunnan yhteistyösopimuk- sella. Jätehuollon toimintoja hoitaa Varkauden kaupungin tekninen toimi ja sitä ohjaa jätehuollon johtoryhmä, jossa on yksi edustaja jokaisesta yhteistyökunnasta. Jätteenkul- jetusjärjestelmä on koko toimialueella kunnan järjestämä eli kunta kilpailuttaa asuin- kiinteistöjen ja niihin verrattavien kiinteistöjen jätteenkuljetukset määrävälein ja kiin- teistöt solmivat kuljetussopimukset suoraan Varkauden kaupungin jätehuollon kanssa. Varkauden kaupunki hoitaa jätehuollon laskutuksen. Kunnissa on yhtenäiset jätehuol- tomääräykset.

Yhteinen kaatopaikka (**Riikinnevan jätelaitos**) sijaitsee Leppävirran kunnan alueella. Tämän vuoksi tässä kasvihuonekaasulaskennassa käytetään jätteiden osalta syntypaikkaperustetta eli otetaan huomioon ainoastaan Varkaudessa syntyneet jätemäärät. Riikinnevalle loppusijoitettavat jätemäärätiedot on saatu Varkauden jätehuoltopäälliköltä. Jätelaitoksella on suoto- ja valumavesien keräysjärjestelmä ja se on liitetty Varkauden kaupungin vesi- ja viemäriverkostoon.

Varkaudessa on vanhoja, suljettuja kaatopaikkoja kahdeksan kappaletta, suurin osa on pieniä kyläkohtaisia kaatopaikkoja, joten näitä ei oteta huomioon tässä laskennassa. Viimeisimmät käytössä olleet yhdyskuntajätteen kaatopaikat (Pöytäkankaan ja Kangaslammin kaatopaikat, suljettu 1992) on peitetty ja maisemointityö valmistui v. 1996. Pöytäkankaan kaatopaikalla syntyvät kaasut, hiilidioksidi ja metaani, johdetaan ilmaan n. 2 m korkeilla muovi- tai betonirengaspiipuilla eli metaania ei käsitellä. Vuonna 2006 tehtyjen mittauksien perusteella Pöytäkankaan kaatopaikan jätetäyttöalue on stabiilissa metaanikäymisvaiheessa. Metaanin tuotanto on ollut tasaista ja pitoisuudet ominaisia kyseiselle kaatopaikkakaasun tuotannon vaiheelle (CH<sub>4</sub>-pitoisuus 44,5 %). Pöytäkankaan suotovedet käsitellään Akonniemen jätevedenpuhdistamolla. (Ruokolainen 2010).

Varkauden jätesektorin päästöihin vaikuttaa lisäksi **Stora Enso Oyj:n Pukkikankaan kaatopaikka**. Kaatopaikalle tuodaan Varkauden tehtailla syntyneitä prosessijätteitä (soodasakka, meesa, tuhka, lietteet poikkeustilanteissa, rejektit ja puujätteet (oksamassa, kuori- ja puujäte)) sekä satunnaisesti tehtailla syntyvää täyteainejätettä. Vuonna 2007 prosessijätteitä loppusijoitettiin Pukkikankaalle n. 9 000 t. Metaani käsitellään passiiviseen biologiseen käsittelyyn perustuvilla käsittelykaivoilla.

Varkauden jätevedet puhdistetaan Kangaslammin kirkonkylän ja Akonniemen jätevedenpuhdistamoilla. Akonniemen puhdistamon yhteydessä on myös kompostointilaitos, jonka käyttöurakoitsijana toimii Vapo Biotech. Jätevesipuhdistamoiden tiedot on saatu vesihuoltopäälliköltä (Hirvonen 9.3.2010).

Stora Enso Oyj:n tehtailla kaikki muodostuvat likaiset prosessijätevedet käsitellään tehtaiden omassa kolmivaiheisessa puhdistamossa. Mekaanis-biologiseen puhdistamoon kuuluu jätevesien esiselkeytys, kemikaaliasema laitteineen, jäteveden biologinen käsitte-

ly ilmastetussa lammikossa, jälkiselkeytin ja varoallas. Käsitellyt jätevedet johdetaan 1200 m:n pituisella purkuputkella Pirtinvirtaan.

Pukkikankaan kaatopaikalla on oma jätevesien biologis-kemiallinen puhdistamo, jossa puhdistetaan kaatopaikan suotovedet. Puhdistamossa on muovisella kantoaineella täytetty biosuodin ja suotimen jälkeen on jälkisaostuskaivo, missä fosforin saostusta tehostetaan saostuskemikaalilla. Laitoksen käsittelykapasiteetti on 55 m<sup>3</sup> jätevettä/vrk. Puhdistettu jätevesi johdetaan maastoon kaatopaikan itäpäädyssä. Sieltä vedet valuvat Vuorijokeen ja edelleen Yläjärveen.

Stora Enso Oyj Varkauden tehtaiden tiedot on saatu ympäristönsuojelupäällikkö Heikki Montolta, ympäristöluvista ja tehtaiden vuosiraporteista.

#### Teollisuusprosessit

Laskennassa tarkasteltavat teollisuusprosessit ovat sementin, kalkin, etyleenin, sintterin, koksen, raakaraudan ja typpihapon valmistus sekä kalkkikiven käyttö teollisuusprosesseissa. Varkaudessa ei tällaisia toimintoja ole.

## **7 TULOKSET**

Tässä kappaleessa esitellään Varkauden kasvihuonekaasupäästölaskennan tulokset yleisesti ja verrataan niitä Suomen päästöihin sekä vertailun vuoksi on esitetty myös EU-maiden tulokset vuodelta 2005. Yksityiskohtaisemmat laskennan tulokset ovat esitetty seuraavassa luvussa.

Varkauden kasvihuonekaasupäästöt olivat 10,3 t asukasta kohden vuonna 2005 ja v. 2007 12,8 t/asukas. Päästöt kasvoivat 23,7 % vuodesta 2005 vuoteen 2007. Varkauden väkiluku väheni kahden vuoden aikana 540 asukkaalla. Vastaavasti Suomen päästöt v. 2005 olivat 12,7 t/asukas. Taulukossa 2 on esitetty kasvihuonekaasupäästöjen kokonaismäärät Suomessa ja Varkaudessa vuosina 2005 ja 2007. Varkauden päästöt ovat lisäksi suhteutettuna Suomen päästöihin. Suomen päästöt ovat Tilastokeskuksen kasvihuonekaasujen inventaariosta, joka perustuu vuosittain YK:n Ilmastopimukselle toimitettavaan kansalliseen inventaarioon.

**TAULUKKO 2.** Kasvihuonekaasupäästöt Suomessa ja Varkaudessa v. 2005 ja 2007

	2005			2007		
	Suomi	Varkaus		Suomi	Varkaus	
	1000 t CO <sub>2</sub> -ekv		%	1000 t CO <sub>2</sub> -ekv		%
CO <sub>2</sub>	56 367	225	0,40	66 115	281	0,43
CH <sub>4</sub>	4 493	8	0,18	4 432	9	0,20
N <sub>2</sub> O	6 659	9	0,14	6 574	10	0,15
<b>yhteensä</b>	68 700	242	0,35	78 350	300	0,38

Lähde Suomen päästöjen osalta: Kasvihuonekaasujen inventaario (Tilastokeskus 2009.)

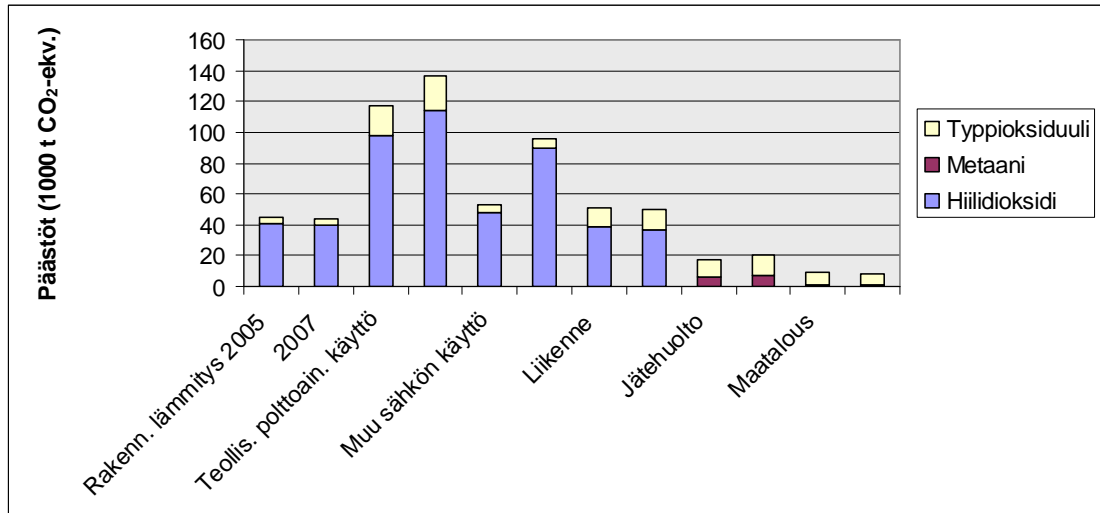
Euroopan ympäristökeskus laatii Euroopan Yhteisöjen vuotuisen kartoitusraportin, jossa on päästöt EU-15- ja EU-27-maille. Vuonna 2005 olivat kasvihuonekaasupäästöt EU-15-maissa 4 192,0 milj. t CO<sub>2</sub>-ekv. ja EU-27-maissa 5 177,0 milj. t CO<sub>2</sub>-ekv. Suomen osuus näistä päästöistä oli 1,6 % (EU-15-maat) ja 1,3 % (EU-27-maat). (Euroopan Ympäristökeskus 2007.)

Maaailman kasvihuonekaasupäästöt olivat v. 2004 IPPC:n mukaan n. 49 mrd t CO<sub>2</sub>-ekv. (Hallitustenvälinen ilmastopaneeli 2008). Tähän verrattuna Suomen v. 2005 päästöt olivat 0,14 % ja Varkauden 0,0005 %.

## 8 TULOSTEN TARKASTELU

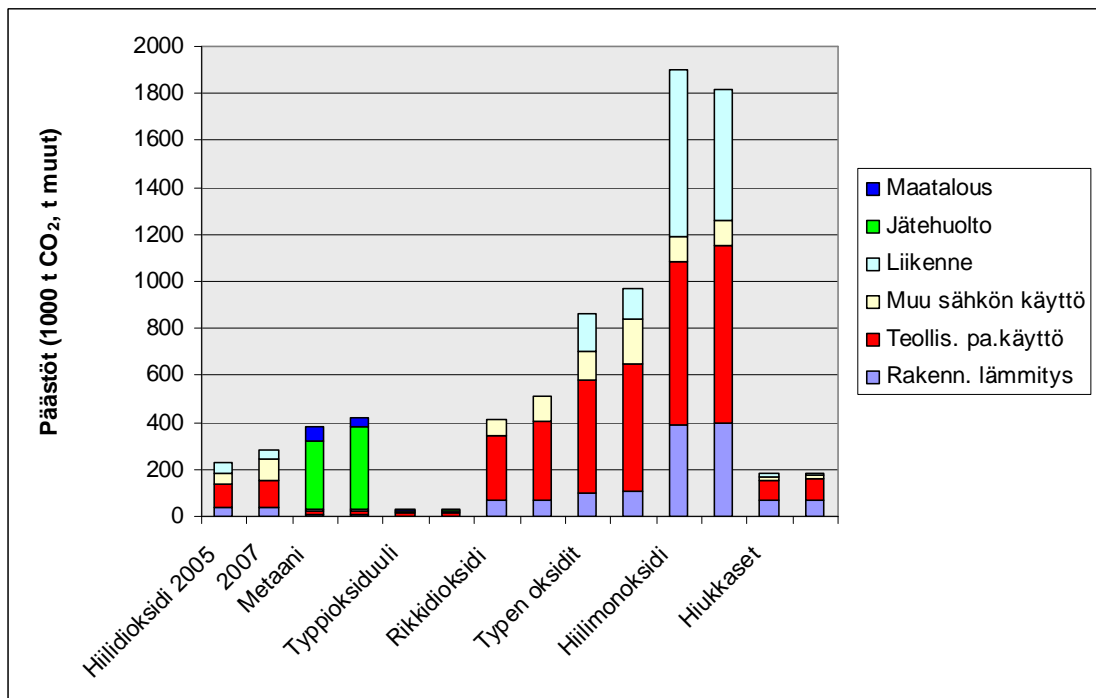
Varkauden kaupungin Kasvener-ohjelmalla lasketut kulutusperusteiset kasvihuonekaasupäästöt olivat 242 300 t CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia v. 2005 ja 299 800 t CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia v. 2007. Päästöt kasvoivat n. 23,7 % vuodesta 2005 vuoteen 2007 verrattuna.

Kuvassa 2 on esitetty Varkauden kokonaispäästöjen määrät jaoteltuna eri sektoreille vuosina **2005 (ensimmäinen pylväs)** ja **2007 (toinen pylväs)**. Hiilidioksidin osuus päästöistä on merkittävä muihin kaasuihin verrattuna (225 200 t/281 000 t CO<sub>2</sub>-ekv.). Teollisuuden polttoaineiden käytön osuus nousee suurimmaksi (100 700 t/117 900 t CO<sub>2</sub>-ekv) ja sen jälkeen muun sähkön käyttö (49 000 t/91 000 t CO<sub>2</sub>-ekv). Tämä pitää sisällään myös teollisuuden sähkön käytön. Jätehuollon (7 900 t/9 300 t CO<sub>2</sub>-ekv) ja maatalouden (2 400 t/1 900 t CO<sub>2</sub>-ekv) osuudet kokonaispäästöissä jäävät melko pieniksi.



**KUVA 2.** Kulutusta vastaavat kasvihuonekaasujen ekvivalenttipäästöt v. 2005 ja 2007.

Kuvassa 3 on esitetty kulutusperusteisten kasvihuonekaasujen kokonaismäärät tonneina jokaista kaasua, eriteltyinä myös päästösektoreittain. Mukana ovat myös välillisesti vaikuttavat rikkidioksidin, typen oksidien, hiilimonoksidin ja hiukkasten osuudet. Hiilidioksidin määrä on annettu tuhansina tonneina, koska sen osuus on moninkertainen muihin kaasuihin verrattuna. Tämän vuoksi hiilidioksidimäärää kuvaava pylväs näyttää pieneltä. Ensimmäinen pylväs kuvaa vuotta 2005 ja toinen vuotta 2007.



**KUVA 3.** Varkauden kulutusperusteiset kasvihuonekaasujen kokonaispäästöt tonneina. Hiilidioksidin päästöt on esitetty tuhansina tonneina.

Hiilimonoksidin ja typen oksidien suuret määrät johtuvat teollisuuden polttoaineiden käytön jakaumasta. Varkaudessa suurteollisuus käyttää suuria määriä puupohjaisia polttoaineita (mustalipeä ja puutähdde), joiden poltosta hiilimonoksidia ja typen oksideja vapautuu runsaasti. Myös liikenne aiheuttaa melko paljon hiilimonoksidipäästöjä. Teollisuuden polttoainesektorin aiheuttaa myös suuren osan rikkidioksidi ja hiukkaspäästöistä. Jätehuolto aiheuttaa suurimman osan metaanipäästöistä. Hiilidioksidi syntyy suuria määriä jokaisella sektorilla, lukuun ottamatta maataloutta ja jätehuoltoa, suurimmat päästöt aiheutuvat suurteollisuuden polttoaineiden ja sähkön käytöstä.

### **8.1 Hiilidioksidipäästöt Varkaudessa**

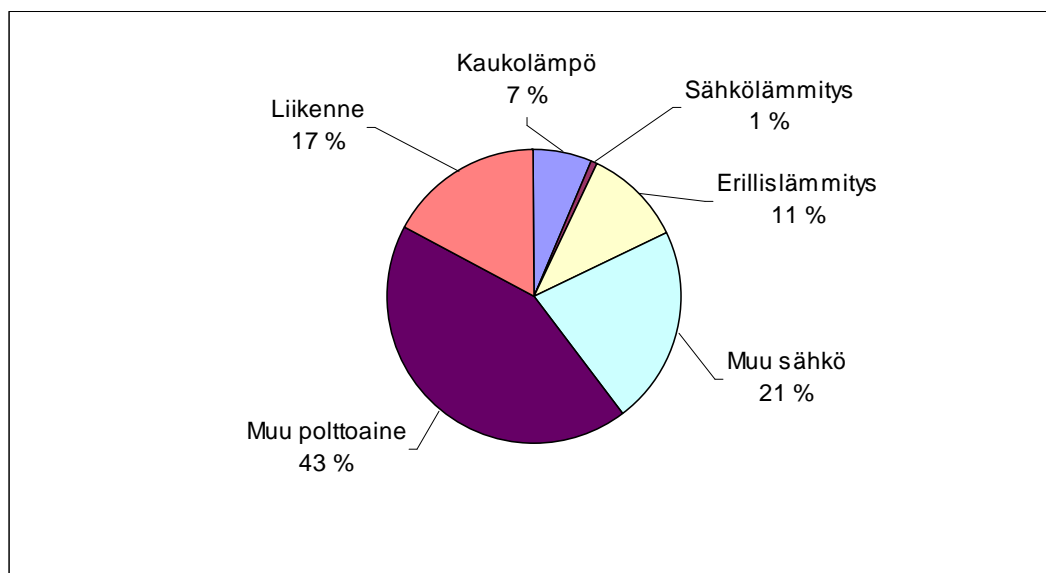
Varkauden kulutusperusteiset hiilidioksidipäästöt on esitetty taulukossa 3 sekä kuvassa 4 vuosi 2005 ja kuvassa 5 vuosi 2007. Kulutusperusteiset päästöt ovat niitä päästöjä, jotka ovat aiheutuneet erilaisista toiminnoista kunnan rajojen sisällä.

Eniten hiilidioksidipäästöjä syntyi muun polttoaineen (97 500 t/114 200 t CO<sub>2</sub>-ekv.) ja sähkön (48 300 t/90 100 t CO<sub>2</sub>-ekv.) käytöstä (suurteollisuus). Seuraavaksi eniten päästöjä aiheutti liikenne (38 500 t/37 100 t CO<sub>2</sub>-ekv.). Hiilidioksidipäästöjä ei synny maataloudesta eikä jätehuollosta.

Muun polttoaineen päästöt pitävät sisällään tässä laskennassa Stora Enso Oyj:n sekä muun teollisuuden polttoaineet. Työkoneita ei laskennassa huomioitu kuntakohtaisten tietojen puuttuessa. Erillislämmityksen (kiinteistökohtainen lämmitys) päästöt olivat n. 69 % suuremmat kuin kaukolämmön päästöt.

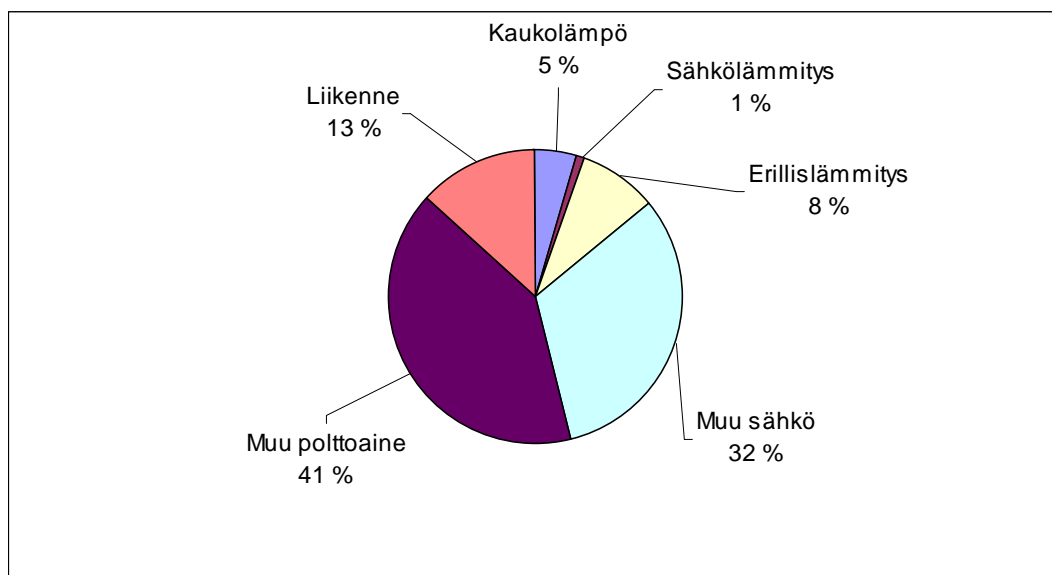
**TAULUKKO 3.** Kulutusperusteiset hiilidioksidipäästöt lähteittäin v. 2005 ja 2007 Varkaudessa.

PÄÄSTÖLÄHDE	1000 t CO <sub>2</sub> -ekv.	
	v. 2005	v.2007
Kaukolämpö	14,7	13,3
Sähkölämmitys	1,4	2,6
Erillislämmitys	24,8	23,8
Muu sähkö	48,3	90,1
Muu polttoaine	97,5	114,2
Liikenne	38,5	37,1
Jätehuolto	0,0	0,0
Maatalous	0,0	0,0
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>225,2</b>	<b>281,0</b>



**KUVA 4.** Kulutusperusteiset CO<sub>2</sub>-päästöt lähteittäin v. 2005 Varkaudessa





**KUVA 5.** Kulutusperusteiset CO<sub>2</sub>-päästöt lähteittäin v. 2007 Varkaudessa

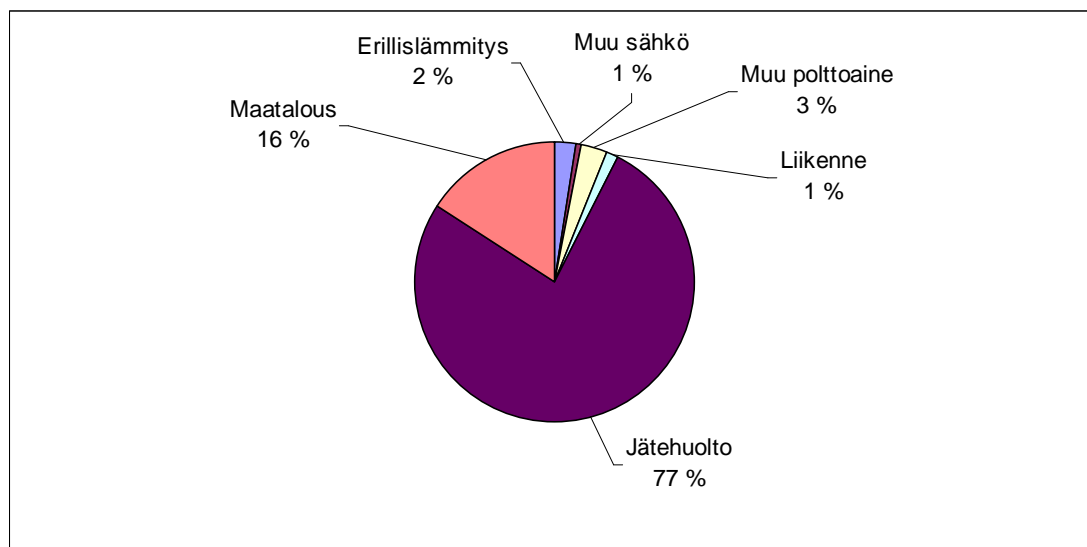
Hiilidioksidin kokonaispäästöt kasvoivat n. 25 % vuodesta 2005 vuoteen 2007. Muun polttoaineen ja liikenteen päästöt vähenivät suhteessa kokonaispäästöihin tänä aikana, kun taas muun sähkön käytön päästöt lisääntyivät 11 prosenttiyksikköä.

## 8.2 Metaanipäästöt Varkaudessa

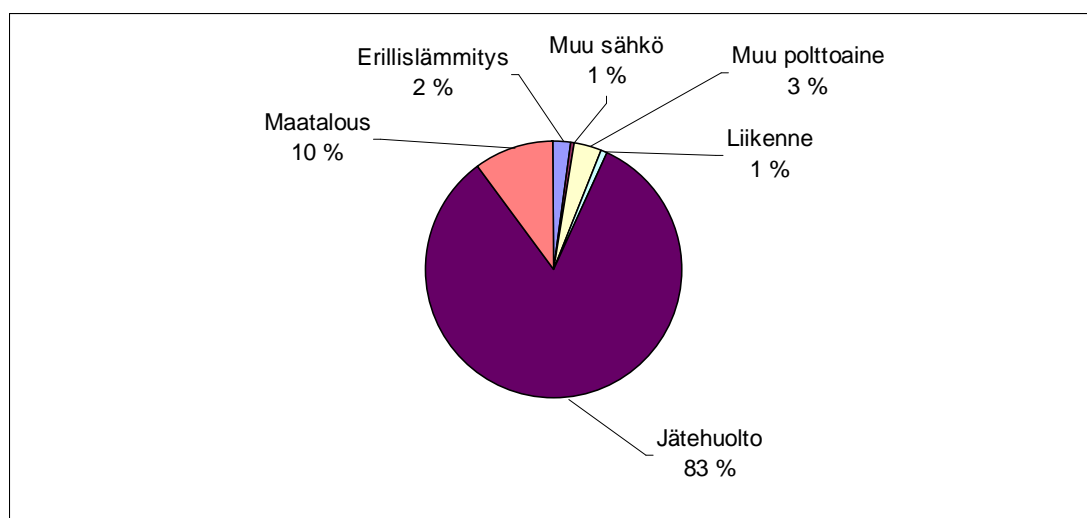
Varkauden kulutusperusteiset metaanipäästöt v. 2005 ja 2007 on esitetty taulukossa 4 sekä kuvissa 6 ja 7. Metaanin kokonaispäästöt olivat 382,4 t (v. 2005) ja 420,1 t (v. 2007). Päästöistä suurin osa oli peräisin jätehuollosta (292,3 t/348,8 t) eli kaatopaikoilta ja jäteveden käsittelystä. Muut päästölähteet aiheuttivat vain pienen osan metaanipäästöistä, näistä maatalous eniten (60,3 t/41,1 t).

**TAULUKKO 4.** Varkauden kulutusperusteiset CH<sub>4</sub>-päästöt lähteittäin v.2005 ja 2007

PÄÄSTÖLÄHDE	t	1000 t CO <sub>2</sub> -ekv.	
		v. 2005	v. 2007
Kaukolämpö	1,3	0,0	1,4
Sähkölämmitys	0,1	0,0	0,1
Erillislämmitys	9,1	0,2	9,0
Muu sähkö	2,2	0,0	2,7
Muu polttoaine	12,0	0,3	13,2
Liikenne	5,1	0,1	3,8
Jätehuolto	292,3	6,1	348,8
Maatalous	60,3	1,3	41,1
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>382,4</b>	<b>8,0</b>	<b>420,1</b>



**KUVA 6.** Kulutusperusteiset metaanipäästöt lähteittäin v. 2005 Varkaudessa



**KUVA 7.** Kulutusperusteiset metaanipäästöt lähteittäin v. 2007 Varkaudessa

Maatalouden metaanipäästöt vähenivät 6 prosenttiyksikköä vuodesta 2005 vuoteen 2007, johtuen eläinten lukumäärän vähenemisestä (784:stä 605:een). Jätehuollon metaanipäästöt vastaavasti kasvoivat 6 prosenttiyksikköä, johtuen loppusijoitettavan jätteen määrän kasvusta sekä teollisuuden jätevesien lisääntyneestä kuormituksesta.

### 8.3 Typpioksiduulipäästöt Varkaudessa

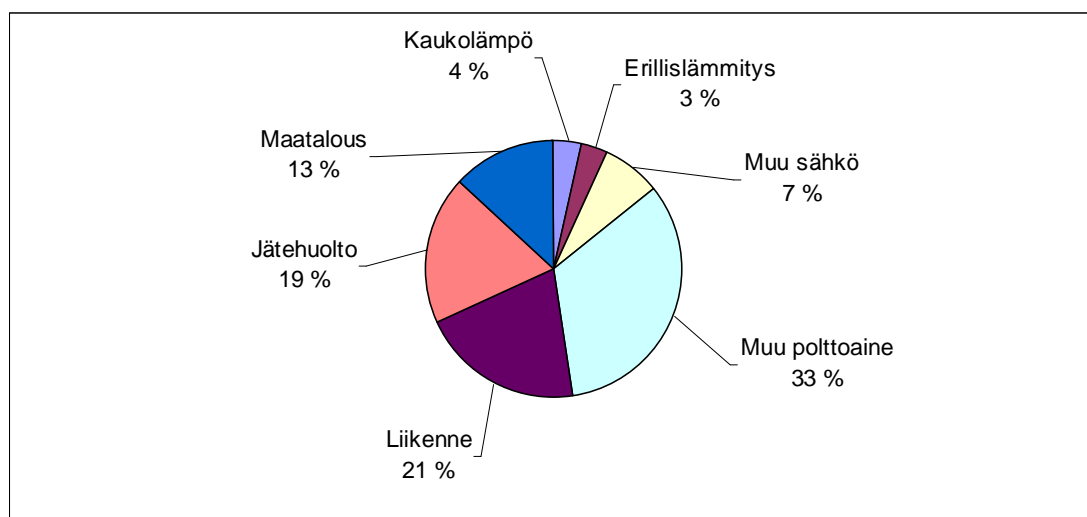
Typpioksiduulia (dityppioksidia) muodostuu typen kemiallisissa reaktioissa. Eniten ihmisen aiheuttamia typpioksiduulipäästöjä aiheutuu maataloudesta. Maataloudesta syntyy typen päästöjä lannoituksen, kuten väkilannoitteen, karjanlannan ja lietteen sekä

biologisen typensidonnan seurauksena. Energian tuotannosta aiheutuvat typpioksiduulipäästöt ovat peräisin lähinnä katalysaattoriautoista ja leijukerroskattiloista.

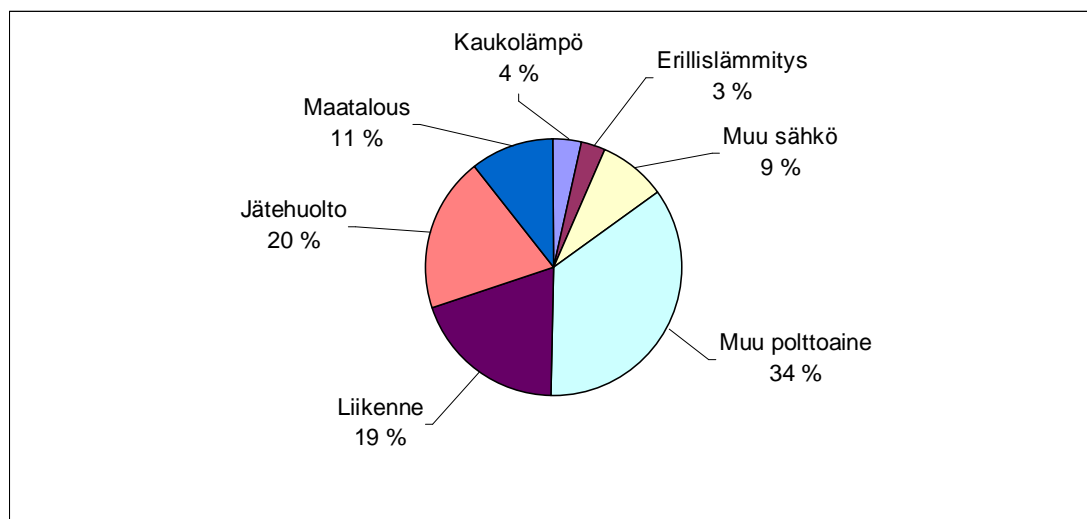
Varkauden kulutusperusteiset typpioksiduulipäästöt on esitetty taulukossa 5 sekä kuvissa 8 ja 9. Typpioksiduulin kokonaispäästöt olivat 29,1 t vuonna 2005 ja 32,2 t vuonna 2007. Suurimmat päästöt ovat peräisin jätehuollosta (5,5 t/6,3 t) (jätteiden ja jätevesien käsittelystä), liikenteestä (6,0 t/6,3 t), muun polttoaineen käytöstä (9,5 t/11,3 t) (kaukolämpö- ja prosessivoimalaitos) sekä maataloudesta (3,8 t/3,4 t).

**TAULUKKO 5.** Varkauden typpioksiduulipäästöt v. 2005 ja 2007

PÄÄSTÖLÄHDE	t	1000 t CO <sub>2</sub> -ekv.	
		v. 2005	v. 2007
Kaukolämpö	1,1	0,3	1,2
Sähkölämmitys	0,1	0,0	0,1
Erillislämmitys	1,0	0,3	0,9
Muu sähkö	2,2	0,0	2,8
Muu polttoaine	9,5	3,0	11,3
Liikenne	6,0	1,9	6,3
Jätehuolto	5,5	1,7	6,3
Maatalous	3,8	1,2	3,4
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>29,1</b>	<b>8,4</b>	<b>32,2</b>



**KUVA 8.** Kulutusperusteiset typpioksiduulipäästöt lähteittäin v. 2005 Varkaudessa



**KUVA 9.** Kulutusperusteiset typpioksiduulipäästöt lähteittäin v. 2007 Varkaudessa

Typpioksiduulipäästöt kasvoivat hieman jokaisella sektorilla vuodesta 2005 vuoteen 2007 lukuun ottamatta liikennettä, jossa päästöt vähenivät 2 prosenttiyksikköä.

#### 8.4 Varkauden kasvihuonekaasupäästöt yhteensä

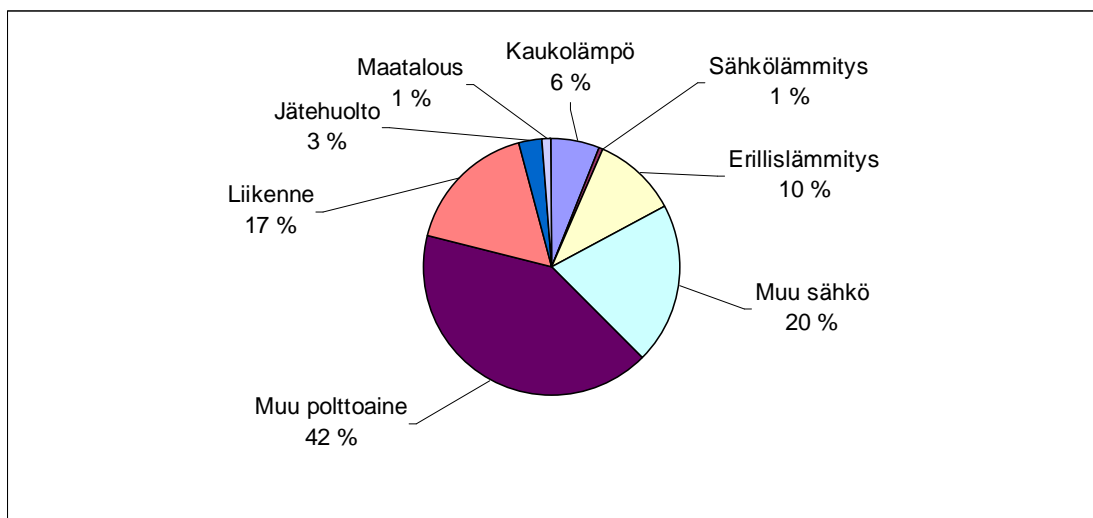
Kasvihuonekaasupäästöihin lasketaan hiilidioksidin ( $\text{CO}_2$ ) lisäksi myös metaani ( $\text{CH}_4$ ) ja typpioksiduuli ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Kasvihuonekaasut ilmaistaan hiilidioksidiekvivalentteina. Hiilidioksidin ekvivalenttipäästöihin lasketaan hiilidioksidipäästöt sellaisenaan, metaanipäästöt ( $\text{CH}_4$ ) kerrottuna luvulla 21 ja typpioksiduulipäästöt ( $\text{N}_2\text{O}$ ) kerrottuna luvulla 310. Nämä kertoimet kuvaavat kyseisten yhdisteiden vaikuttavuutta kasvihuoneilmiöön hiilidioksidiin verrattuna.

Kulutuksen perusteella lasketut päästöt tarkoittavat niitä päästöjä, jotka ovat syntyneet kunnan alueella erilaisista toiminnoista. Nämä päästöt sisältävät kunnan alueelle tuotavan sähkön eli ns. ostosähkön päästöt ja teollisuuden aiheuttamat päästöt sekä kunnan alueella tapahtuvat liikenteen päästöt. Varkauden kulutusperusteiset hiilidioksidi-, metaani- ja typpioksiduulipäästöt  $\text{CO}_2$ -ekvivalenttitonneiksi muutettuna on esitetty taulukossa 6.

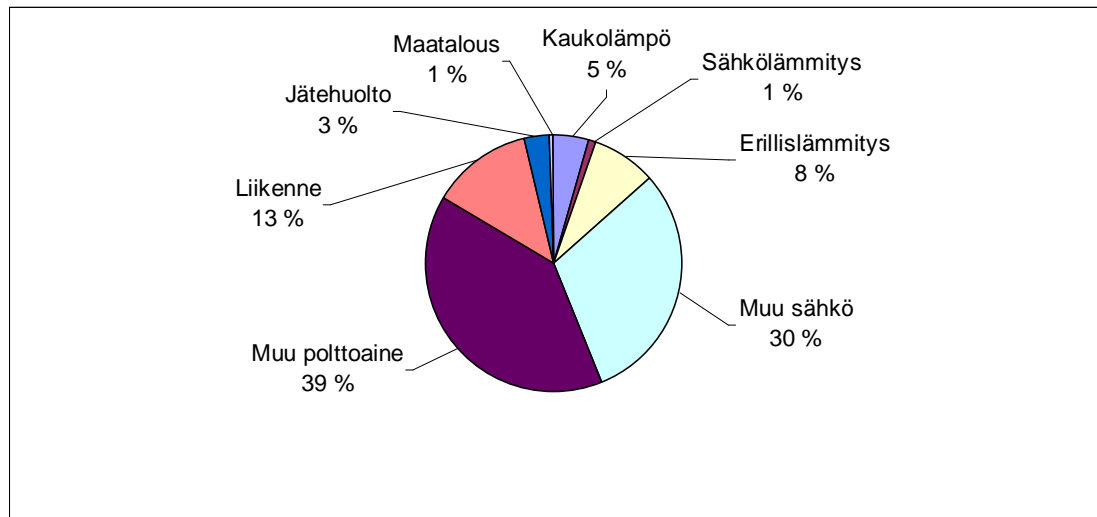
**TAULUKKO 6.** Varkauden kulutusperusteiset kasvihuonekaasumäärät tonneina kaasuja sekä hiilidioksidiekvivalentteina jaoteltuna päästösektoreittain v. 2005 ja 2007. Hiilidioksidipäästöt on esitetty tuhansina tonneina ja muut kaasut tonneina.

PÄÄSTÖLÄHDE	CO <sub>2</sub> (1000 t)		CH <sub>4</sub> (t)		N <sub>2</sub> O (t)		YHTEENSÄ 1000 t CO <sub>2</sub> -ekv	
	v. 2005	v. 2007	v. 2005	v. 2007	v. 2005	v. 2007	v. 2005	v. 2007
Kaukolämpö	14,7	13,3	1,3	1,4	1,1	1,2	15,0	13,7
Sähkölämmitys	1,4	2,6	0,1	0,1	0,1	0,1	1,4	2,6
Erillislämmitys	24,8	23,8	9,1	9,0	1,0	0,9	25,3	24,3
Muu sähkö	48,3	90,1	2,2	2,7	2,2	2,8	49,0	91,0
Muu polttoaine	97,5	114,2	12,0	13,2	9,5	11,3	100,7	117,9
Liikenne	38,5	37,1	5,1	3,8	6,0	6,3	40,5	39,1
Jätehuolto	0,0	0,0	292,3	348,8	5,5	6,3	7,9	9,3
Maatalous	0,0	0,0	60,3	41,1	3,8	3,4	2,4	1,9
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>225,2</b>	<b>281,0</b>	<b>382,4</b>	<b>420,1</b>	<b>29,1</b>	<b>32,2</b>	<b>242,3</b>	<b>299,8</b>

Muu polttoaine pitää sisällään teollisuuden polttoaineet (kaukolämpö- ja prosessivoimalaitos). Tässä samoin kuin muun sähkön käytössä näkyy Stora Enson vuoden 2005 työnseisauksen vaikutus päästöihin, teollisuuden polttoaineen päästöt lisääntyivät 17 % ja teollisuuden sähkön käytön päästöt 85 % vuodesta 2005 vuoteen 2007 verrattuna (taulukko 6 ja kuva2). Kuvissa 10 ja 11 on esitetty kulutuksen perusteella lasketut kasvihuonekaasupäästöt sektoreittain.



**KUVA 10.** Kulutusperusteiset kasvihuonekaasupäästöt v. 2005 Varkaudessa.

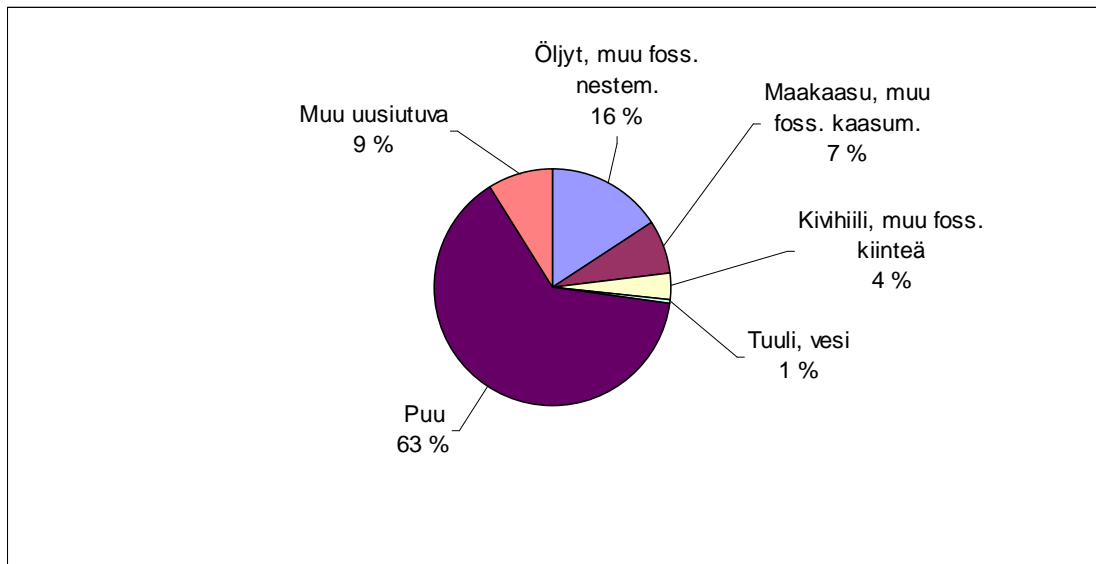


**KUVA 11.** Kulutusperusteiset kasvihuonekaasupäästöt v. 2007 Varkaudessa.

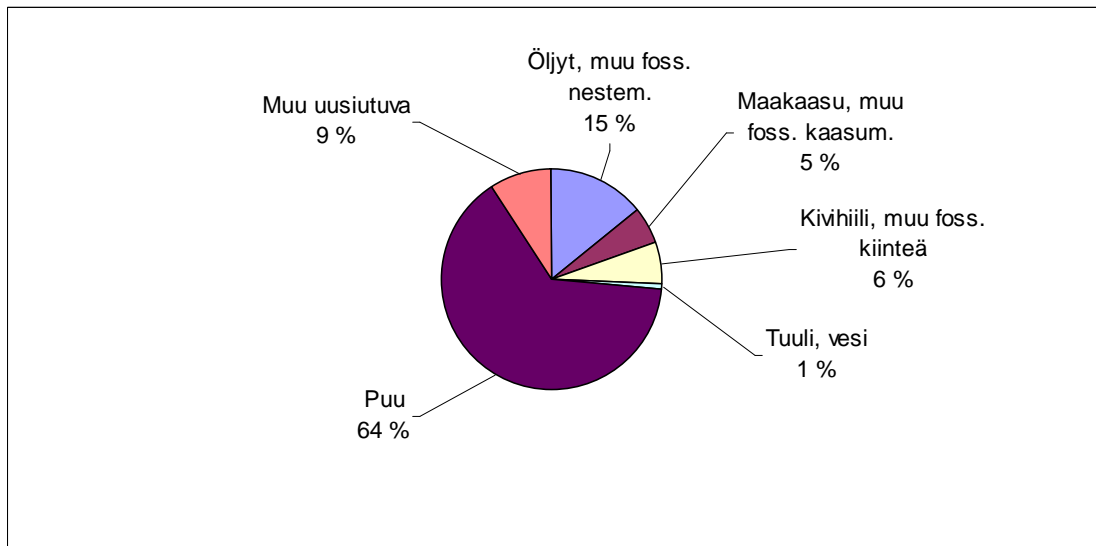
### 8.5 Energiantuotannon ja kulutuksen jakaantuminen Varkaudessa energialähteittäin

Energiantuotannolla tarkoitetaan kaikkea energialähteiden käyttöä, myös liikenteen polttoaineita. Energiantuotannon päästöihin vaikuttaa käytettävä polttoaine. Mitä tehokkaammin polttoaineesta saadaan energiaa, sen parempi on hyötysuhde ja sitä vähemmän syntyy päästöjä tuotettua energiayksikköä kohden. Yhdistetyllä lämmön- ja sähköntuotannolla saavutetaan paras hyötysuhde ja näin myös pienemmät päästöt.

Varkaudessa tuotettiin energiaa vuonna 2005 yhteensä 2568,0 GWh ja 2753,4 GWh vuonna 2007, josta puupolttoaineen osuus oli 1634,9 GWh ja 1754,7 GWh, öljyn ja muun fossiilisen nestemäisen polttoaineen osuus oli 403,8 GWh ja 397,5 GWh sekä muun uusiutuvan polttoaineen osuus oli 225,1 GWh ja 253,3 GWh (kuvat 12 ja 13).

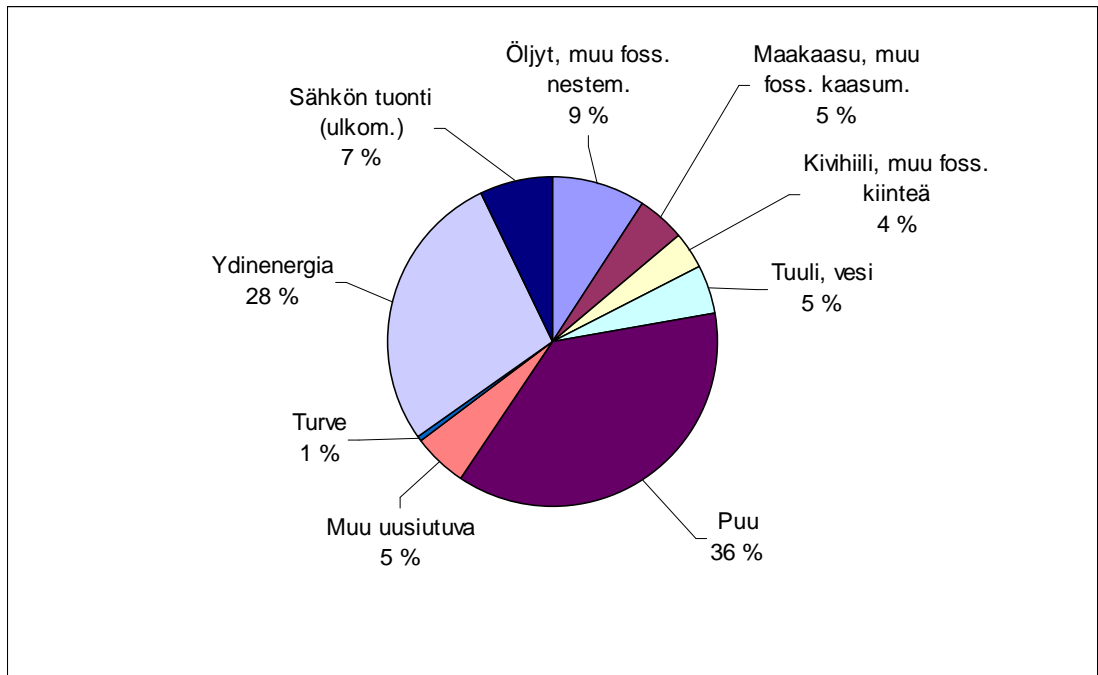


**KUVA 12.** Energiantuotannon energialähteet v. 2005 Varkaudessa.

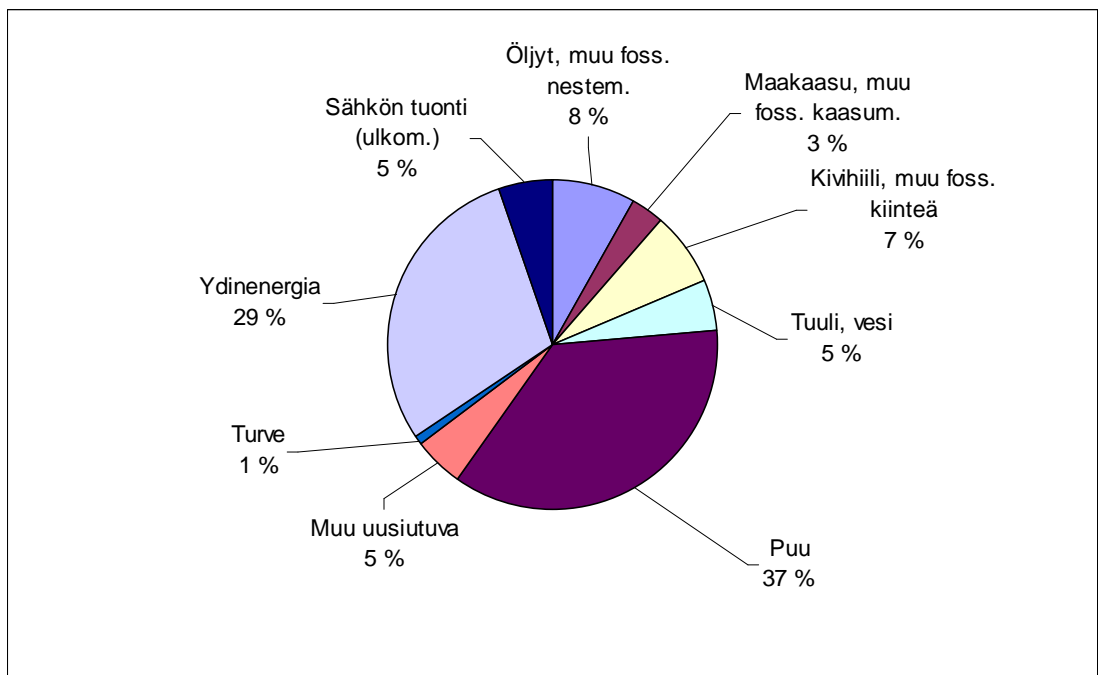


**KUVA 13.** Energiantuotannon energialähteet v. 2007 Varkaudessa.

Kulutusta vastaavat energialähteet Varkaudessa olivat puupolttoaine 1647,3 GWh ja 1769,5 GWh, ydinenergia 1221,1 GWh ja 1441,8 GWh sekä öljy ja muu fossiilinen nestemäinen polttoaine 407,7 GWh ja 401,7 GWh (kuvat 14 ja 15). Kulutusta vastaavat energialähteet olivat yhteensä 4425,3 GWh ja 4934,2 GWh.



**KUVA 14.** Energiankulutuksen energialähteet v. 2005 Varkaudessa.

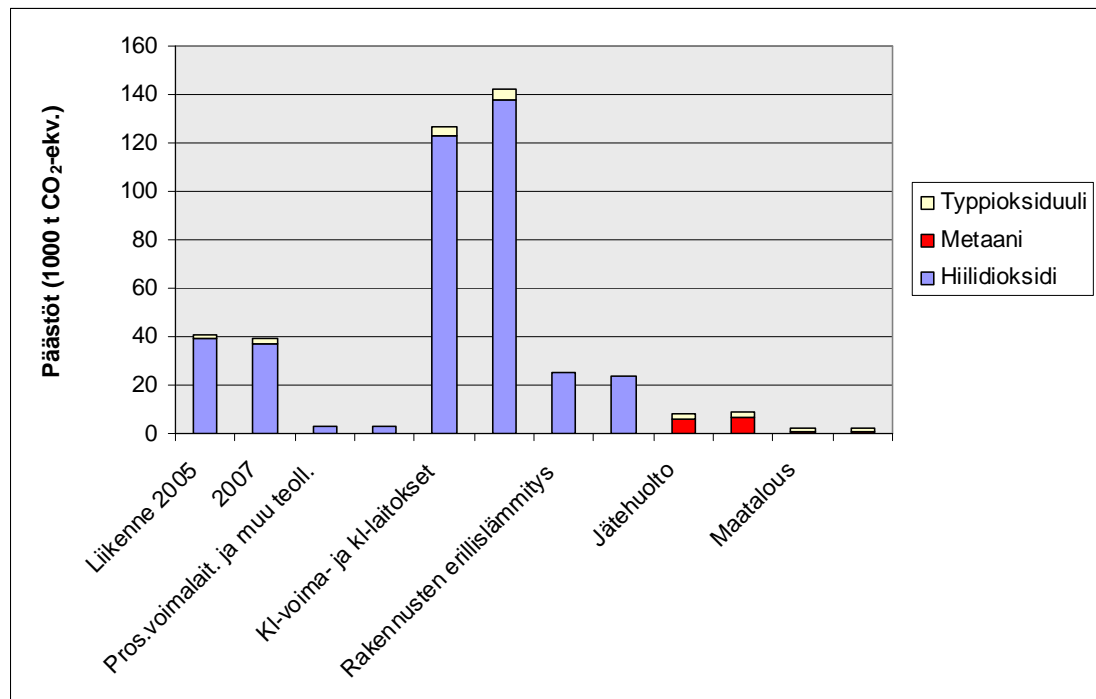


**KUVA 15.** Energiankulutuksen energialähteet v. 2007 Varkaudessa.



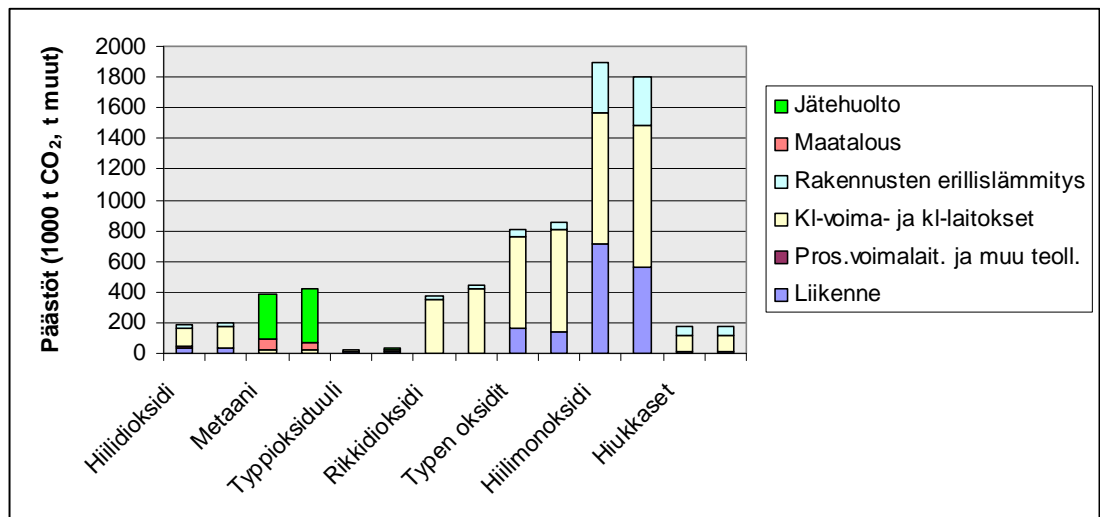
## 8.6 Varkauden tuotantoperusteiset kasvihuonekaasupäästöt (päästöt energiantuotannon mukaan)

Varkauden tuotantoperusteiset kasvihuonekaasupäästöt olivat 205 900 t CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia vuonna 2005 ja 220 800 t CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia vuonna 2007. Päästöjen kasvu selittyy Stora Enso Oyj:n työnseisauksesta, joka oli vuonna 2005. Päästöt on esitetty jaoteltuna eri päästösektoreille kuvassa 16. Osuudet jakautuvat hieman eri tavalla verrattuna kulutusperusteisiin päästöihin, mutta teollisuuden suuri osuus päästöjen aiheuttajana on samalla tavalla nähtävissä.



**KUVA 16.** Tuotantoa vastaavat kasvihuonekaasujen ekvivalenttipäästöt v. 2005 ja 2007 Varkaudessa

Kuvassa 17 on esitetty kasvihuonekaasujen tuotantoperusteiset kokonaispäästöt tonneina kaasua. Mukana ovat hiilimonoksidi, hiukkaset, rikkidioksidi ja typen oksidit. Myös tässä eri sektoreiden osuudet ovat jakautuneet hieman eri tavalla kuin kulutusperusteisissä päästöissä (vrt. kuva 3). Suuria eroja ei kuitenkaan ole havaittavissa.



**KUVA 17.** Tuotantoperusteiset kasvihuonekaasujen kokonaispäästöt tonneina. Hiilidioksidipäästöt on esitetty tuhansina tonneina.

### 8.6.1 Energiantuotannon päästöt Varkaudessa

Varkauden energiantuotanto koostuu Varkauden Aluelämpö Oy:n tuottamasta kaukolämmöstä, teollisuuden omasta energiantuotannosta, ostosähköstä sekä rakennusten erillislämmityksen energiankulutuksesta.

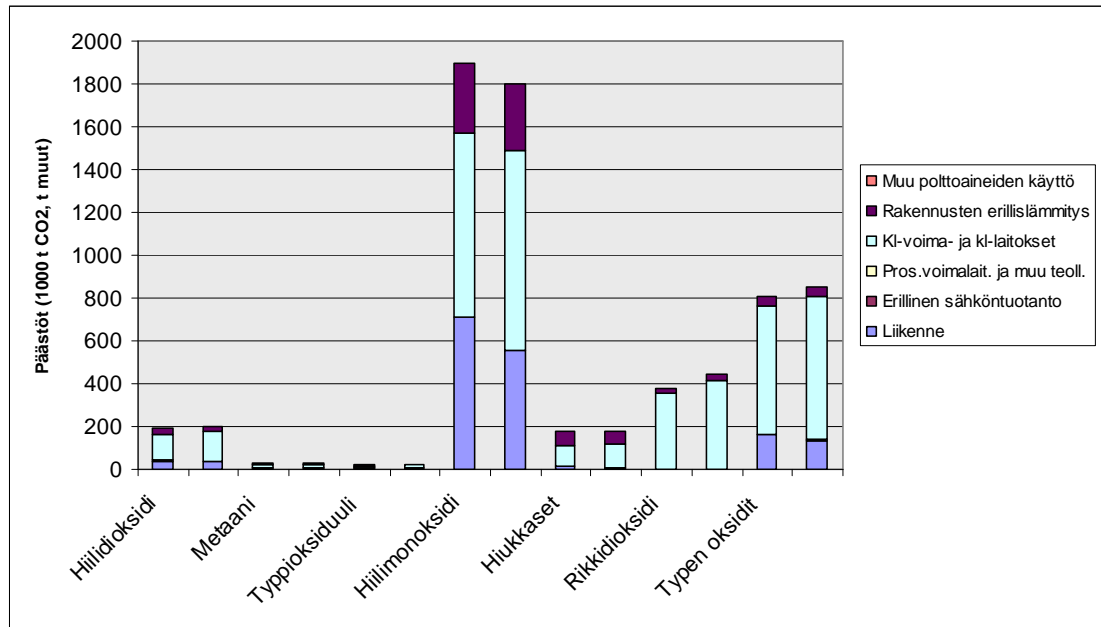
Stora Enso Oyj:llä on oma voimalaitos, joka tuottaa sähköä ja lämpöä sekä vesivoimalaitos, joka tuottaa sähköä teollisuuden omaan käyttöön. Varkauden Aluelämpö Oy:n ostama kaukolämpö, 96,9 % vuonna 2009, oli Stora Enso Oyj:n tuotannossa syntyvää teollisuuden ”hukkalämpöä”. Kasvihuonekaasutaseessa näiden päästöt on laskettu Stora Enso Oyj:n päästöiksi.

Energiantuotanto aiheutti kasvihuonekaasupäästöjä vuonna 2005 yhteensä 155 100 ja 170 500 CO<sub>2</sub>-ekvivalenttitonnia vuonna 2007. Tästä määrästä 82 % (84 % v. 2007) aiheutui prosessi- ja kaukolämpövoima- sekä kaukolämpölaitoksista.

Erillislämmityksen päästöt (25 300 t CO<sub>2</sub>-ekv. vuonna 2005 ja 24 300 t CO<sub>2</sub>-ekv. vuonna 2007) muodostuvat rakennusten lämmittämiseen käytetyistä polttoaineista kuten puusta ja kevyestä polttoöljystä. Erillislämmityksen osuus on pieni, koska kaukolämmön osuus kaikesta lämmitysalasta on n. 55 %. Erillislämmityksessä käytettävän kevyen polttoöljyn CO<sub>2</sub>- päästöt ekvivalenttitonneina olivat 24 800 t vuonna 2005 ja 23 800 t vuonna 2007.

Liikenteen päästöt on esitetty omana kohtanaan.

Energiantuotannon päästöt on esitetty kuvassa 18. Eniten päästöjä aiheuttaa kauko-  
lämpövoima- ja kaukolämpölaitokset (suurteollisuus) sekä liikenne.

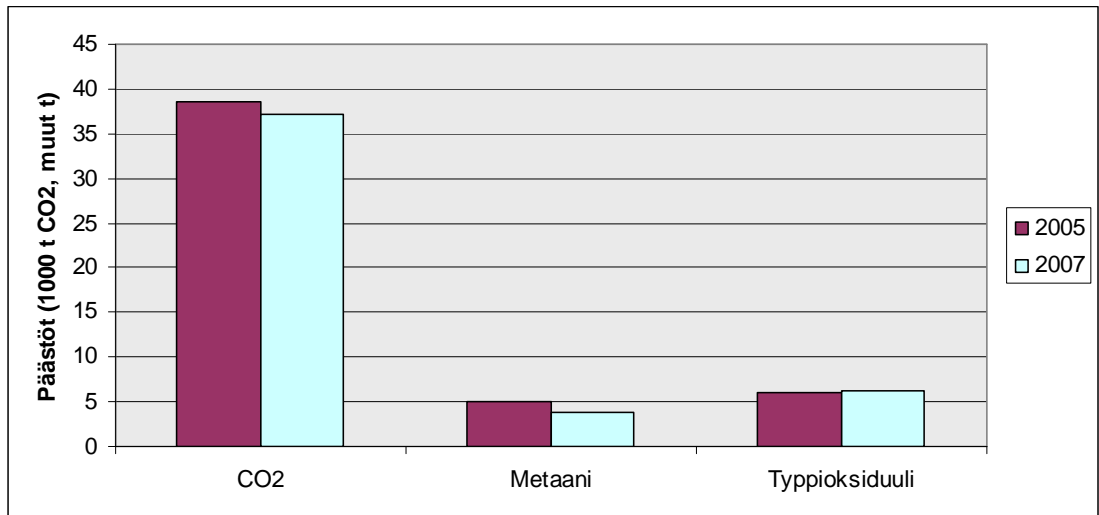


**KUVA 18.** Varkauden energiantuotannon kasvihuonekaasupäästöt v. 2005 ja 2007

### 8.6.2 Liikenteen päästöt Varkaudessa

Varkaudessa liikenteen päästöjä aiheuttavat läpiajoliikenne valtateillä 5 ja 23, raideliikenne Pieksämäki-Joensuu sekä vesiliikenne. Raide- ja vesiliikenteen päästöjä ei huomioitu tässä laskennassa kuntakohtaisten tietojen puuttuessa. Varkaudessa suurimman osan sisäisen liikenteen päästöistä aiheuttavat henkilöliikenne sekä rahtiliikenne (puutavara- ym. kuljetukset tehtaille). Julkisen liikenteen osuus on vähentynyt Varkaudessa n. 30 % kymmenen vuoden aikana yhteiskunnan tuesta huolimatta.

Liikenteen kasvihuonekaasupäästöt olivat vuonna 2005 yhteensä 40 500 ja 39 100 CO<sub>2</sub>-ekvivalenttitonnia vuonna 2007. Päästöistä hiilidioksidipäästöjä oli 38,5 (37,1) tonnia, metaania 0,1 (0,1) t CO<sub>2</sub>-ekv. ja typpioksiduulia 1,9 (1,9) t CO<sub>2</sub>-ekv. Ajosuorite oli 6771 km/asukas vuonna 2005 ja 6875 km/asukas vuonna 2007. Ajosuoritteen kasvua myös CO<sub>2</sub>-päästöt kasvavat vaikka autojen päästöt muuten vähentyisivätkin. Kuvassa 19 on esitetty liikenteen kasvihuonekaasupäästöt.



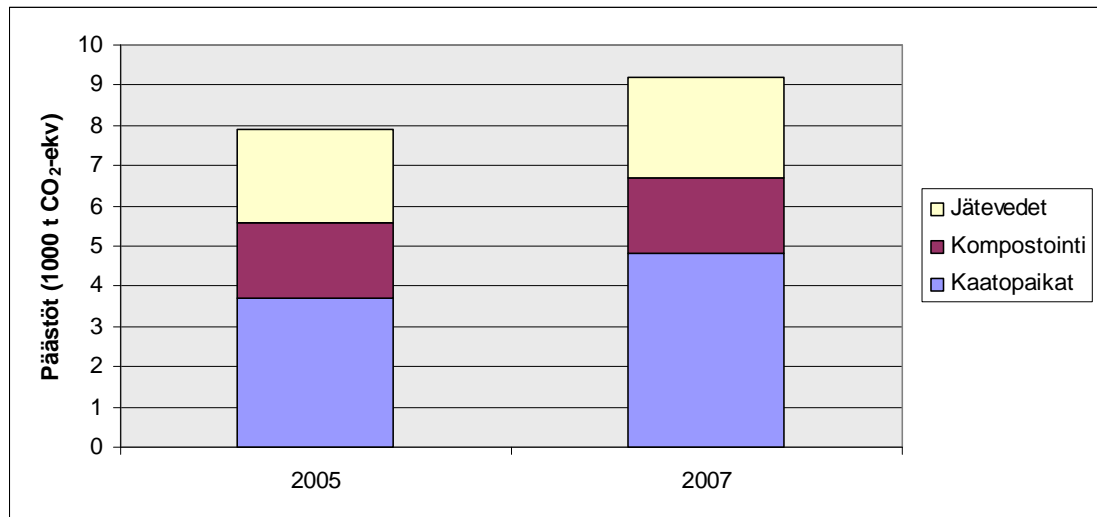
**KUVA 19.** Liikenteen kasvihuonekaasupäästöt vuosina 2005 ja 2007 Varkaudessa.

### 8.6.3 Jätehuollon päästöt Varkaudessa

Jätehuollon päästöt aiheutuivat kaatopaikalta, jätevedenpuhdistuksesta ja laitoskompostoinnista. Jätehuollon aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt olivat v. 2005 yhteensä 7 900 ja v. 2007 yhteensä 9 300 CO<sub>2</sub>-ekvivalenttitonnia (kuva 20).

Kaatopaikan (Riikinnevan jätelaitoksen) päästöt olivat 3 700 t vuonna 2005 ja 4 800 t CO<sub>2</sub>-ekv. vuonna 2007, kompostoinnin päästöt olivat 1 900 t CO<sub>2</sub>-ekv. molempina vuosina ja jätevesien käsittelyn päästöt olivat 2 300 t ja 2 500 t CO<sub>2</sub>-ekv. (kuva 20).

Vuonna 2006 saatiin tieto Riikinnevan jätelaitoksen täyttöalueen sulkemisesta vuoden 2010 loppuun mennessä, tällöin oli vielä täyttötilavuutta jäljellä 150 000 m<sup>3</sup>. Loppukesästä 2007 alkaen täytettiin kaatopaikkaa penkan muotoilun vuoksi jätehuollon toimialueen ulkopuolelta tulevilla jätteillä, minkä vuoksi vuosittain loppusijoitettava jätemäärä kasvoi. Tämän vuoksi myös kaatopaikan aiheuttamat päästöt kasvoivat.

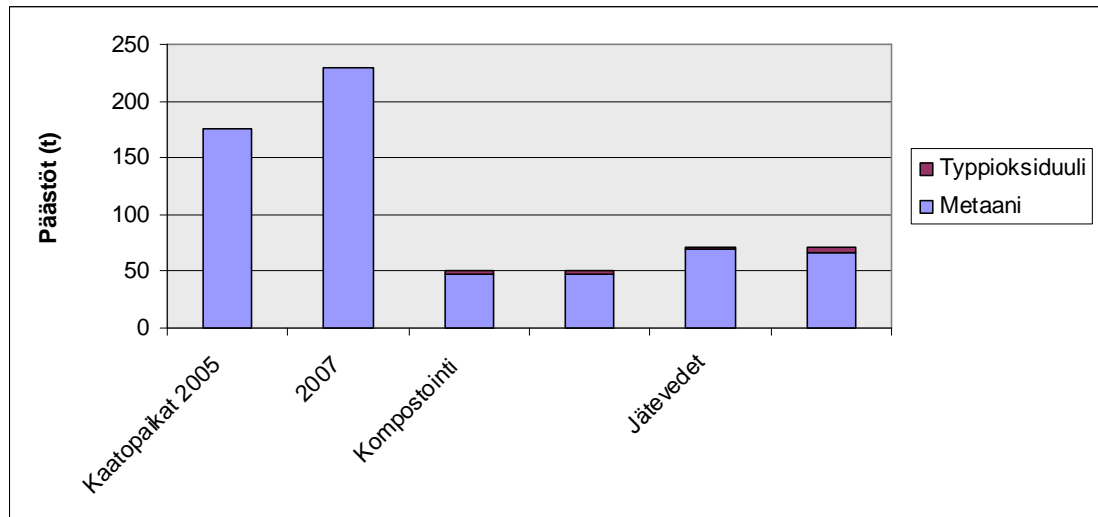


**KUVA 20.** Varkauden jätehuollon kasvihuonekaasupäästöt sektoreittain vuosina 2005 ja 2007.

Varkauden jätemäärä oli yhteensä 5 997 tonnia kiinteää yhdyskuntajätettä, muuta jätettä 19 622 tonnia ja biojätettä 427 tonnia vuonna 2005 sekä vastaavasti 7 585 tonnia kiinteää yhdyskuntajätettä, muuta jätettä 11 087 tonnia ja biojätettä 523 tonnia vuonna 2007. Jättemäärät on laskettu asukasluvun suhteessa kaikesta Riikinnevan jätelaitokseen tuoduista jättemääristä. Riikinnevan jätelaitoksella ei vielä kerätä talteen kaatopaikka-kaasua, mikä lisää alueelta muodostuvien kasvihuonekaasujen määrää.

Varkauden jätevedet puhdistetaan Kangaslammin kirkonkylän ja Akonniemen jätevedenpuhdistamoilla. Tässä kasvihuonekaasupäästölaskennassa on huomioitu vain Varkauden alueella syntyneiden jätevesien päästöt. Akonniemen kompostointilaitoksella kompostoitavan jätevesilietteen määrä oli 3 540 tonnia vuonna 2005 ja 3 469 tonnia vuonna 2007. Biojäte kompostoititiin myös Akonniemessä.

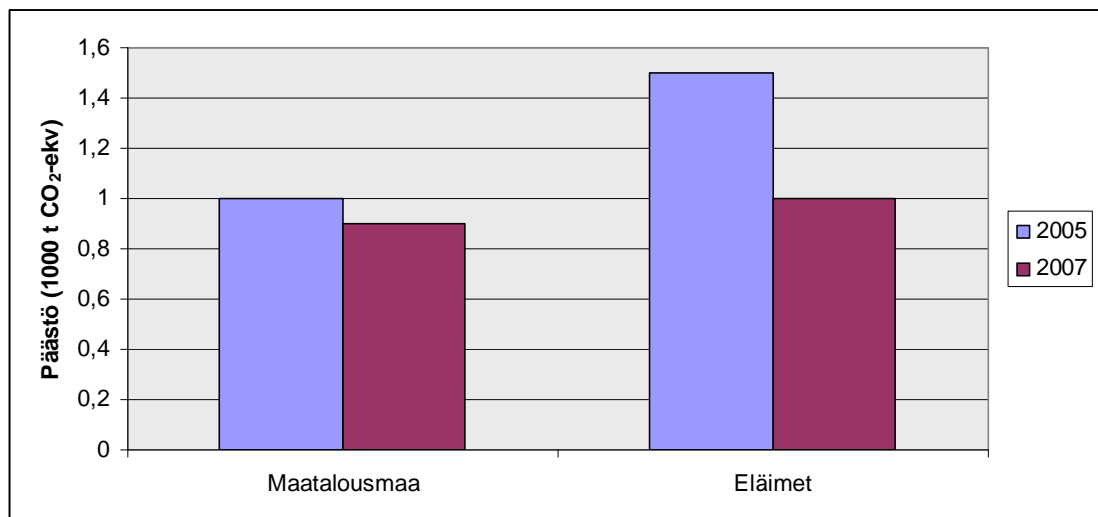
Yhdyskuntajätevesien kuormitukset olivat 918 t (tuleva BHK<sub>7</sub>) vuonna 2005 ja 845 t vuonna 2007. Vesistöön johdetun typpikuorman osuus oli 99 t vuonna 2005 ja 95 t vuonna 2007. Vastaavat teollisuuden jätevesikuormitukset olivat 35 405 t (tuleva COD) vuonna 2005 ja 36 500 t vuonna 2007. Vesistöön johdettu typpikuorma oli vastaavasti 45 t vuonna 2005 ja 95 t vuonna 2007. Kuvassa 21 on esitetty jätehuollon kasvihuonekaasupäästöt sektoreittain vuonna 2005 (ensimmäinen pylväs) ja vuonna 2007 (toinen pylväs).



**KUVA 21.** Varkauden jätehuollon kasvihuonekaasupäästöt v. 2005 ja 2007.

#### 8.6.4 Maatalouden päästöt Varkaudessa

Maatalouden päästöt aiheutuivat maatalousmaasta, maatalouden eläinten ruuansulatuksesta ja lannankäsittelystä. Varkauden maatalouden kasvihuonekaasupäästöt olivat v. 2005 yhteensä 2 400 ja v. 2007 yhteensä 1 900 CO<sub>2</sub>-ekvivalenttitonnia (kuva 22).

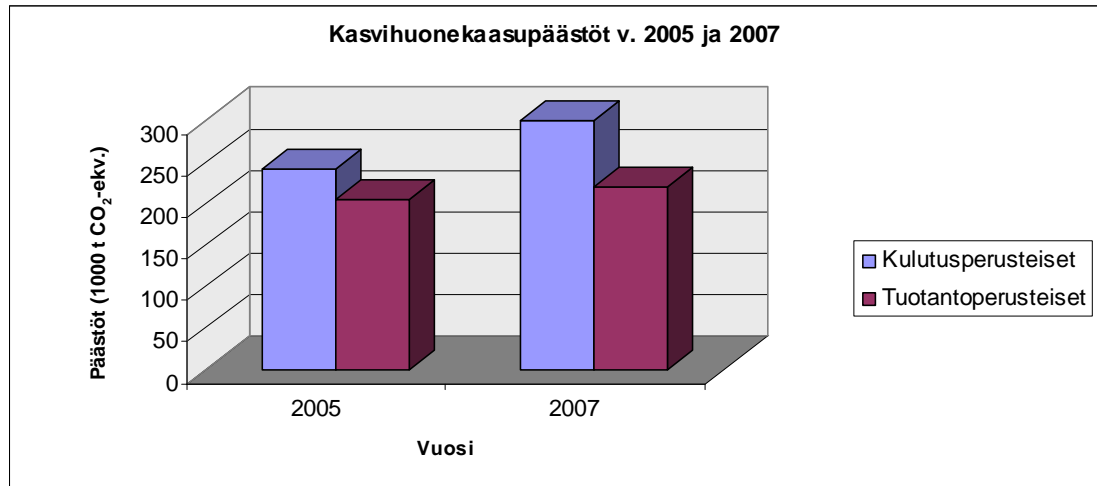


**KUVA 22.** Varkauden maatalouden kasvihuonekaasupäästöt v. 2005 ja 2007.

#### 8.6.5 Tuotanto- ja kulutusperusteiset päästöt vuosina 2005 ja 2007 Varkaudessa

Varkauden tuotantoperusteiset päästöt olivat 205 900 t CO<sub>2</sub>-ekv. vuonna 2005 ja 220 800 t CO<sub>2</sub>-ekv. vuonna 2007. Kulutusperusteiset päästöt olivat vastaavasti 242 300 t ja 299 800 t CO<sub>2</sub>-ekv. (kuva 23).

Varkauden sekä tuotanto- että kulutusperusteiset päästöt ovat kasvaneet vuodesta 2005 vuoteen 2007 johtuen Stora Enso Oyj:n työnseisauksesta vuonna 2005. Varkauden energiankulutuksen perusteella lasketut päästöt olivat suuremmat kuin tuotannon perusteella lasketut, koska kunnan oma energiantuotanto ei ole yhtä suurta kuin kulutus.



**KUVA 23.** Varkauden tuotanto- ja kulutusperusteiset päästöt v. 2005 ja 2007

## 9 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET VARKAUDEN KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMISEKSI

Ilmastonmuutoksen hillitseminen tarkoittaa kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä. Ilmaston muuttumista ei voi pysäyttää kokonaan, mutta vähentämällä päästöjä voidaan yrittää hidastaa muutosta ja vähentää sen haittoja. Ilmastonmuutokseen sopeutumisessa varaudutaan esimerkiksi sään ääri-ilmiöihin, tulviin, myrskyihin ja rankkasateisiin. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi on asetettu sitovia tavoitteita kansainvälisillä sopimuksilla ja EU:n sekä kansallisilla päätöksillä.

Suomen kasvihuonekaasupäästöt olivat vuonna 2007 yhteensä 78,3 milj. t CO<sub>2</sub>-ekv. eli noin 10 % (7,3 milj. t) korkeammat kuin vuoden 1990 kiinnitetty päästötaso (71,0 milj. t CO<sub>2</sub>-ekv.), johon Suomen pitäisi vähentää päästönsä Kioton pöytäkirjan ensimmäisellä velvoitekaudella vuosina 2008–2012. Suomen vuosittaiset päästömäärät ovat vaihdelleet huomattavasti etenkin sähkön tuonnin ja fossiilisen lauhdesähkön tuotannon mukaan, joiden määrät puolestaan riippuvat vesivoiman saatavuudesta pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla. Päästökehitykseen vaikuttavat lisäksi kulloisenkin vuoden taloudel-

linen tilanne energiintensivisillä teollisuuden aloilla, vuoden keskimääräiset sääolot sekä uusiutuvilla energialähteillä tuotetun energian määrät. (Tilastokeskus 2009, 10–12)

Laskennan tulosten perusteella voidaan todeta, että Varkaudessa suurimmat päästölähteet ovat teollisuudessa. Näiden päästöjen vähentäminen voi olla vaikeaa suunnitella ja toteuttaa ilman teollisuuden prosessien ja tekniikoiden tuntemusta. Varkaudessa teollisuus käyttää nykyisinkin toiminnassaan runsaasti uusiutuvia energianlähteitä, kuten puutähdettä ja mustalipeää. Tästä johtuen järkevämpää olisi kohdistaa päästövähennysten suunnittelu teollisuuden jälkeen suurimpiin päästösektoreihin, kuten liikenteeseen, sähkön kulutukseen ja rakennusten lämmitykseen.

Kuntien energiatehokkuussopimus (KETS) on tarkoitettu yli 20 000 asukkaan kunnille. Se tarjoaa järjestelmällisen tavan kuntien energiankäytön tehostamiselle 9 %:lla vuoden 2005 tasosta vuoden 2016 loppuun mennessä, kuten energiapalveludirektiivin toimeenpano edellyttää. KETSin tavoitteet sopivat myös uusiutuvien energianlähteiden käytön osuuden lisäämiseen kuntien energiahankinnassa. Näin kunnat edistävät kansallisten velvoitteiden täyttymistä niin lämmön ja sähkön kuin liikennepolttoaineiden käytössäkin. (Suomen Kuntaliitto 2010b.)

Varkauden kaupunki allekirjoitti Työ- ja elinkeinoministeriön kanssa energiatehokkuussopimuksen syksyllä 2009. Kaupungin energiansäästön kokonaistavoite on kiinteä 5,355 GWh:n energiamäärä, joka pyritään saavuttamaan vuoden 2016 loppuun mennessä.

## **9.1 Sähkönkulutus**

Energiasektorin päästöjä voidaan pienentää vähentämällä sähkönkulutusta. Kulutuksen vähentämismahdollisuuksia on sekä yksityistalouksissa että kunnan omissa toiminnoissa.

Päästöihin voi vaikuttaa monilla pienilläkin konsteilla, esimerkiksi vaihtamalla hehkulamput pienloistelamppuihin tai energiansäästölamppuihin ja lisäksi vähentämällä tarpeetonta valaistusta. Kodin sähkölaitteet syövät kodin energiankulutuksesta noin kol-



manneksen, joten pienehkölläkin kulutuksella on suuri merkitys, kun laite on pitkiä aikoja päällä. Esimerkiksi viihdelaitteiden valmiustilan käytön lopettaminen vähentää sähkönkulutusta. Tietokoneen kokonaan sammuttamisella, puhelimen tai muun ladattavan laitteen laturin irrottamisella pistorasiasta käytön jälkeen saadaan sähkönkulutusta pienennettyä. Vaihdettaessa kodinkoneita uusiin, voidaan valita esimerkiksi vähemmän sähköä kuluttava vaihtoehto. Motivalta löytyy laitehakemisto, joka sisältää energiatehokkaimmat A-energiamerkintäluokan kodinkoneet ja niiden yksityiskohtaiset laitetiedot. (Antila 2008, 47–61)

Kunnan toiminnoissa katuvalaistus on yksi merkittävä sähköä kuluttava tekijä. Valaistukseen liittyvä EuP-direktiivi eli Energy using Products-direktiivi (EY N:o 245/2009), on valaistuksen energiatehokkuutta koskeva määräys. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi ei EU-maissa saa myydä energiatehokkuudeltaan huonoja tuotteita. Tästä johtuu, että energiatehottomimmat lamput, kuten elohopeahöyrylamput, poistuvat markkinoilta vuonna 2015. Vanhat lamput korvataan mm. suurpainenatriumlampuilla, ledeillä, monimetallilampuilla tai muilla vastaavilla. Tavoitteena on myös ympäristöystävällisyys, koska suurpainenatriumlampuissa on 90 % vähemmän elohopeaa.

Varkaudessa on jo ryhdytty toimiin kulutuksen vähentämiseksi ulkovalaistuksessa vaihtamalla elohopeahöyrylamppeja vähemmän energiaa kuluttaviin suurpainenatrium- (SPNa) ja monimetallilamppuihin ja lisäksi käytetään ledvalaisimia. Yhtenä energiansäästötoimenpiteenä sammutetaan myös joka kolmas katuvalo yön ajaksi (klo 21.00–06.00). Näin menetellen on saavutettu 0,4 GWh säästö vuositasolla (40.000 euroa/vuosi). Valaistushankinnoissa ovat energiantehokkuuskriteerit käytössä. Tilapalvelu on käyttänyt muutoinkin energiansäästölamppuja kaupungin kiinteistöissä heti, kun niitä tuli markkinoille. Energiansäästötoimenpiteenä on myös tehty investointeja, mm. hankkimalla taajuusmuuttajat kolmeen isoon pumppaamoon. Kaupungilla ei ole vielä energiankäytön seuranta- toimialoilla, mutta kokonaiskulutusta seurataan. (Sydänmaa 12.11.2010.)

Energiansäästöillä on suora vähentävä vaikutus ilmastokuormitukseen. Jotta tavoitteen yksiköiden energiankulutuksen pienentämiseksi päästään, tulee kouluttaa koko Varkauden kaupungin henkilökunta sekä rakentaa energiankulutuksen seurantajärjestelmä toimialoittain.

Kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi voidaan kaupungin sähkönkulutuksessa siirtyä asteittain aurinko- tai tuulivoiman käyttöön.

## 9.2 Rakennusten lämmitys

Rakennusten lämmityksen aiheuttamia päästöjä on mahdollista vähentää myös pienillä toimenpiteillä. Rakennusten tarpeeton lämmittäminen tai liian korkeiden lämpötilojen pitäminen kuluttaa energiaa ja lisää päästöjä. Rakennusten lämmitystarpeen kartoittamisella sekä alentamalla vähemmän lämmitystä vaativien tilojen lämpötilaa vähennetään energiankulutusta.

Erillislämmityksen päästöihin voi yrittää vaikuttaa valistuksella. Kotitalouksilla on useampia mahdollisuuksia pienentää kotinsa energiankulutusta. Helpoin tapa on alentaa asunnon lämpötilaa esimerkiksi yhdellä asteella, mikä vaikuttaa lämmitysenergian kulutukseen noin viidellä prosentilla. Lämmitysenergian kulutukseen voi vaikuttaa myös vaihtamalla lämmitysmuodon ympäristöystävällisempään vaihtoehtoon. Lämpöpumpulla voi parantaa asuntojen energiatehokkuutta joko asentamalla ne olemassa olevan lämmitysjärjestelmän rinnalle tai korvaamalla niillä vanha järjestelmä kokonaan. Öljylämmityksen vaihtaminen puupellettilämmitykseen vähentää päästöjä. Näitäkin parempi vaihtoehto päästöjen vähentämiseksi olisi maalämpöpumppu, jolla siirretään maahan varastoitunutta energiaa asunnon lämmittämiseen. Maalämpöpumppu voi laskea sähkölämmitteisen talon energiankulutusta lähes 60 %. Investointikustannukset ovat maalämpöpumpussa isommat, mutta käyttö on edullista. (Antila 2008, 17–34.)

Varkaudessa olivat erillislämmityksen aiheuttamat päästöt asukasta kohti 1,1 t CO<sub>2</sub>-ekv. vuonna 2005 ja 1,0 t CO<sub>2</sub>-ekv. vuonna 2007, kun taas kaukolämmön päästöjen osuudeksi asukasta kohden jäi vain 0,6 t CO<sub>2</sub>-ekv. molempina vuosina. Kaupungin omistamista kiinteistöistä 95 % on kaukolämmön piirissä ja 5 % käyttää kevyttä polttoöljyä energianlähteenä.

Energiankulutuksen vähentämiseksi on kaupungin kiinteistöissä alennettu lämpötilaa 2–3 astetta viikonloppuisin. Taajuusmuuttajaa hyödynnetään myös ilmanvaihdon säädössä. CO<sub>2</sub>-anturi ohjaa ilmastointia taajuusmuuttajan kautta toimintaa parhaalla mahdoli-

sella tavalla, jolloin saadaan hukkakäyttö minimoitua. Toisena toimenpiteenä ovat kaupungintalon pysäköintialueen lämmityspistokkeet ohjattu toimimaan lämpötilan mukaan; kun pakkasta on -15 astetta, lämmitys on päällä koko ajan ja pakkasen pudottua -7,5 asteeseen, lämmitys on päällä puolet työajasta. (Sydänmaa 12.11.2010.)

Varkauden kaupungilla on vireillä Kuopion kanssa yhteisen kiinteistöjen seutuvalvonnan järjestäminen. Sen avulla saadaan optimoitua lämmitys ja ilmastointi vähemmän energiaa kuluttavaksi. Kaukovalvonta on otettu osin käyttöön v. 2010. Yhteistyössä ovat mukana Kuopion ja Varkauden lisäksi Leppävirta ja Kuopioon kuntaliitoksessa tullut Karttula. Yhteistyössä hyödynnetään Kuopion tietotaitoa ja uudemman tekniikan käyttöönottoa sekä käyntiaikojen tarpeenmukaista käyttöä eli valaistus ja lämmitys ohjataan automaattisesti pois päältä, mikäli tiloissa ei oleskella. (Miettinen 12.11.2010.)

Kaukolämpö on myös energiatehokas lämmitysmuoto. Tämä johtuu pääosin siitä, että kaukolämpöä tuotetaan pääosin sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksissa, missä polttoaineesta saadaan hyödynnettyä 85 %. Esimerkiksi Varkaudessa Stora Enso Oyj:n teollisuuden jätelämpö käytettiin hyödyksi Varkauden Aluelämpö Oy:n tuotannossa (96,9 % vuonna 2009).

Kangaslammin kaupunginosassa on otettu käyttöön marraskuun puolivälissä 2010 uusi yksityisen omistama kaukolämpölaitos, Kangaslämpö Oy, joka on 1,5 MW:n haketta käyttävä laitos. Tämän laitoksen avulla saadaan pieniä kevytpolttoöljyä käyttäviä kiinteistöjä keskitettyä yhteen laitokseen sekä edistettyä bioenergian käyttöä. Varkauden kaupunki on liittänyt omistamansa Kangaslammin taajaman suurimmat kiinteistöt kaukolämpöön (esim. koulu, liikuntatalo, Kangaskoti ja kirkko). Tulevina vuosina saadaan mahdollisesti myös alueen omakotikiinteistöjä liitettyä kaukolämpöön. (Malkki 12.11.2010.)

Energiatehokkuutta tulisi lisätä myös korjaus- ja uudisrakentamisessa. Rakennuskannasta uusiutuu vain 1-2 % vuodessa, joten pääpaino energiatehokkuuden lisäämisessä tulee pitkään olemaan vanhan rakennuskannan peruskorjaamisessa. Uudisrakentamisessa ollaan ottamassa suuria harppauksia kohti matalaenergiarakentamisesta. Vuoden 2010 alusta määräykset tiukkenivat 30 prosenttia ja vuoden 2012 alusta on tarkoitus tiukentaa määräyksiä edelleen. (Suomen Kuntaliitto 2010a.)

### 9.3 Liikenne

Tieliikenne on eri liikennemuodoista suurin kasvihuonekaasupäästöjen aiheuttaja. Liikenteen päästöjen vähentäminen kuntatasolla on mahdollista lähinnä yksityisautoilun kautta. Esimerkiksi lisäämällä nopeusrajoituksia sekä pysäköintiä ohjaamalla voisi päästöihin vaikuttaa jonkin verran. Yhdyskuntarakennetta tulisi kehittää niin, että yksityisautoilun tarve ja muu liikennepalvelujen tarve vähenee. Yhdyskuntarakenteen tiivistäminen voi kuitenkin muodostua hankalaksi Varkaudessa, sillä kaupunkirakenne on osittain pirstoutunut vesistöjen takia. Uusia asuinalueita muodostettaessa tulisi eheyttäminen ottaa huomioon suunnittelun keinona. Palveluiden hajauttamista ja siirtymistä taajamien ulkopuolelle tulee välttää. Taajamien joutomaat tulisi ottaa rakentamiskäyttöön, täydennysrakentamista tulisi lisätä ja mahdollisesti entiset teollisuus- ja varastoalueet voisi ottaa, jos ei asuinkäyttöön, niin ainakin toimisto- ja palvelukäyttöön. (Lahti & Moilanen 2010, 66.)

Varkauden kaupungilla on ollut yhtenä tavoitteena kouluttaa ne henkilöt, jotka käyttävät työssään kaupungin ajoneuvoja, noudattamaan taloudellista ajotapaa.

Yksityisautoilija voi vähentää päästöjä taloudellisella ajotavalla (liikkeellelähdöt, ajonopeudet, rengaspaineet) sekä kylminä vuodenaikoina moottorin esilämmityksellä., jolloin polttoaineen kulutus ja päästöt vähenevät. Työmatkaliikenteessä voisi suosia ”kimppakyytejä” tai julkista liikennettä sekä silloin kun mahdollista pyöräilyä ja kävelyä. Yksi vaihtoehto liikenteen ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi on etätöiden edistäminen.

### 9.4 Muut päästövähennykset

#### Jätteet

Biohajoavan jätteen, kuten keittiö- ja puutarhajäte, paperi, puu ja tekstiili, joutuessa sekajätteen seassa kaatopaikalle, syntyy siitä maatuessaan metaania, joka on moninkertaisesti voimakkaampi kasvihuonekaasu kuin hiilidioksidi. Tämän vuoksi päästöjen kannalta tärkein asia on estää biohajoavan jätteen joutumista kaatopaikalle. Muutenkin jätteiden lajittelu, hyötykäyttö ja kierrättäminen vaikuttavat kasvihuonekaasupäästöihin

vähentävästi. Tavaroiden tuotannossa syntyy vähemmän päästöjä, kun ne tuotetaan kierrätysmateriaalista. Ehkä tärkein kuluttajan vaikutusmahdollisuuksista on jätteiden määrän vähentäminen eli jätetään hankkimatta tarpeetonta tavaraa ja esimerkiksi ostetaan tuotteita, joita ei ole pakattu moneen kertaan. (Antila 2008, 78–89)

Jätehuollon aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä Varkaudessa voisi vähentää kaatopaikkakaasun eli metaanin talteenotolla ja hyödyntämisellä. Nämä investointikustannukset olisivat kuitenkin melko suuret, sillä Riikinnevan jätelaitoksen sijainti etäällä asutuksesta mahdollistaisi energian hyödyntämisen ainoastaan jätelaitoksen omiin tarpeisiin. Yksi vaihtoehto olisi rakentaa hapetuskerros kaatopaikan peittämisen yhteydessä metaanipäästöjen vähentämiseksi.

Myös jätteen energiahyötykäyttö on käyttökelpoinen vaihtoehto, vaikka Itä-Suomessa ei ole jätteenpolttolaitoksia, jotka polttaisivat sekajätettä. Energiahyötykäytön selvitys on kuitenkin huomioitu Itä-Suomen jätesuunnitelmassa. Se sisältää nykyistä laajemman yhteistyöalueen. Jätteen käyttö energiantuotantoon vähentäisi kaatopaikalle loppusijoitettavan jätteen määrää arviolta 30 % ja sitä kautta vähentäisi metaanin syntymistä. Jätteenpolto säästäisi myös fossiilisia polttoaineita. (Pohjois-Karjalan Ympäristökeskus 2009.)

Lisäksi biojätteen lajittelua edelleen tehostamalla ja kompostointia lisäämällä saadaan vähennettyä kasvihuonekaasuja verrattuna kaatopaikkasijoitukseen. Biojätteen mädätyksessä syntyvä biokaasu voidaan hyödyntää sähkö- ja lämmöntuotannossa tai jalostaa liikennekäyttöön. (Pohjois-Karjalan Ympäristökeskus 2009.)

### Veden kulutus

Veden käyttö on luultavasti se energiankäyttötapa, johon kotitaloudessa tulee kiinnitettyä vähiten huomiota. Käyttöveden lämmitykseen voi mennä jopa 30 % rakennuksen vuotuisesta lämmitysenergian kulutuksesta (Motiva 2010). Esimerkiksi kylvyn vaihto suihkuun vähentää lämpimän veden kulutusta, varsinkin jos suihku suljetaan peseytymisen ajaksi. Lämmintä vettä kuluu kotitaloudessa paljon myös astianpesukoneissa. Vertaamalla energiankulutusta ja vedenkäyttömääriä samantyyppisissä pesuohjelmissa voi oikealla valinnalla vaikuttaa kodin energiankulutukseen ja päästöihin tässäkin asiassa. (Antila 2008, 34–37.)

## Maatalous

Varkaudessa on maataloutta suhteellisen vähän, joten metaanipäästöjen vähentäminen tältä osin on hankalaa. Kotieläinten ruokinnan muuttamisella saatava päästövähennys riippuu ruokintatavasta sekä erilaisten rehujen saatavuudesta. Kotieläinten lukumäärän aleneminen tulee vähentämään jonkin verran päästöjä. Toisaalta tilakoot voivat kasvaa ja sen seurauksena lietalantalat yleistyä. Yhtenä vaihtoehtona voisi olla lietalantaloiden kattaminen ja biokaasun talteen ottaminen, jolloin siitä saatava energia saataisiin hyödynnettyä. Biokaasun talteenotto saattaa kuitenkin olla kannattamatonta, jos tilakoot ovat suhteellisen pieniä. Useamman tilan yhteinen biokaasulaitos olisi jo kustannustehokasta energiantuotantoa. Maatalouden biokaasun tuotantoa on syytä tukea takuuhinnoin ja verohelpotuksin. (Kuusisto et al. 1996, 222.)

### **9.5 Ympäristökasvatus ja neuvonta**

Ilman tietoa omista ympäristövaikutuksistaan on vaikeata toimia ympäristöystävällisesti. Silti ympäristötietoisuuden lisääntyminen ei välttämättä tarkoita arkirutiinien muuttamista ympäristöystävällisemmiksi. Ympäristökasvatus pyrkii vaikuttamaan ihmisiin jo varhaisessa iässä, mutta sisältää ajatuksen elinikäisestä oppimisesta.

Kunnilla on merkittävä rooli myös tiedonvälittäjinä, asenteiden muokkaajina ja asukkaiden kannustajina elämäntapamuutoksiin. Varkaudessakin käynnistyvällä ilmasto- ja ympäristökampanjalla pyritään aktivoimaan myös kuntalaisia ilmastonmuutoksen hillinnässä. Koulujen opetussuunnitelmien merkitys on myös suuri. Yhteistyö kuntalaisten, järjestöjen ja elinkeinoelämän kanssa on ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi välttämätöntä.

Varkauden kouluille ja päiväkodeille laaditaan ympäristökasvatussuunnitelmat, joissa painotetaan kestävä kehitystä ja ilmastonsuojelua sekä energiansäästöä. Opetuksessa hyödynnetään erilaisia pelejä ja sähköisiä opetusohjelmia. Uusiutuviin energialähteisiin voidaan tutustua käynneillä paikallisiin uusiutuvien energioiden laitoksiin ja energiateollisuuteen. Koulutusyhteistyötä tehdään paikallisten uusiutuvien energialähteiden käytön asiantuntijoiden kanssa. Päiväkoteihin ja kouluihin voidaan hankkia oma aurinkopaneeli tai lämpöpumppu ja niiden toimintaa sekä energiankulutusta seurataan opetustunneilla.

Asukasneuvonnan tavoitteeksi voidaan asettaa tiedostaminen oman toiminnan ja valintojen vaikutuksesta ilmastonmuutokseen. Neuvontaa lähdetään toteuttamaan kaupungin omilla Ilmastoneuvontasivuilla. Tarkoitus on myös osallistua vuosittain valtakunnalliseen energiasäästöviikkoon ja toteuttaa omia neuvonta- ja toimintatapahtumia. Asukkaille on myös tarkoitus laatia energiansäästöopas. Edellytyksenä on, että Ilmastonsuojelu- ja energiansäästöneuvonnalle varataan vuosittainen määräraha. Energianeuvontaa lähdetään toteuttamaan yhteistyössä Savon Voiman kanssa vuoden 2011 alusta lähtien Kaupunginkirjastossa lainaamalla asukkaille energiakulutusmittaria.

## 10 JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Suomessa ilmastonmuutoksen arvioidaan nostavan keskimääräistä lämpötilaa, lisäävän sateisuutta varsinkin talvisin sekä muuttavan ilmastollisten ääri-ilmiöiden voimakkuutta ja/tai esiintymistiheyttä.

Useat yhteiskunnan toiminnot ja ympäristön tila saattavat olla haavoittuvia juuri sään ja ilmaston ääritilanteiden muutoksille, kuten esimerkiksi rankkasateiden yleistymiselle. Yhteiskunnan haavoittuvuus sää- ja ilmastotekijöille voi kasvaa ilmastonmuutoksista riippumatta. Esimerkiksi rakennetun maa-alan lisäys kohottaa lyhytkestoisten voimakkaiden sateiden aiheuttamien vahinkojen riskiä. Myös liikenteen kasvu lisää haavoittuvuutta sään aiheuttamille katkoksille ja onnettomuuksille.

Ilmastonmuutoksen paikallisia vaikutuksia ei ole vielä kovin laajalti selvitetty. Julkisen vallan (mukaan lukien kunnat) on kuitenkin pyrittävä turvaamaan jokaiselle oikeus terveelliseen ja turvalliseen ympäristöön. Ääriolosuhteitten vaikutus kunnallisteknisten järjestelmien, energiantuotannon, vedenhankinnan ja – puhdistuksen, jätelaitoksien toimivuuteen ja liikenneväylien käytettävyyteen ja turvallisuuteen tulisi selvittää ja poikkeusoloihin tulisi varautua.

Varkaudessa ilmastonmuutos on vaikuttanut paikallisesti siten, että esimerkiksi viime vuosina on katujen kunnossapito talviaikaan vaihtunut lumien aurauksesta liukkauden estoon. Katuja hiekoitetaan sääolojen vaihtelun vuoksi huomattavasti enemmän kuin aiemmin. Talviurheilupaikkojen (luistelukentät, ladut) käyttöaika on huomattavasti ly-

hentynyt. Leudot säät ja vesisateet tuottavat ongelmia sadevesijärjestelmille; kapasiteetti olisi riittävä, mutta veden johtuminen sadevesikaivoihin estyy kansien jäätyksen takia ja vedet tulvivat kaduille. Vesimäärien lisääntymisen takia on jätevedenpuhdistamolla vuotovesien määrä koholla jo kevättalvella, aikaisemmin näin tapahtui normaalisti vasta huhtikuulla, kun lumet alkoivat sulaa. Kunnallisteknisillä työmailla talviaikaiset rakentamiskustannukset ovat nousseet, kun esimerkiksi ranta-alueelle rakennettaessa ei voida aina hyödyntää routaantumista. Toisaalta voi vain kuvitella, millaisen riskin vesijohtoverkostolle aiheuttaisi kova pakkasjakso, silloin kun maaperä on märkä ja routa painuisi todella syväälle. (Viljakainen, 13.2.2008.)

Jäätilanne on esimerkiksi Varkauden yläpuolisella vesistöllä, Unnukalla, huonontunut vuosien varrella. Jään paksuus oli tammikuussa 2008 vain 28 cm keskiarvon (vv. 1995–2007) ollessa 37 cm ja maksimiarvon ollessa v. 1999 48 cm.

Ukkosmyrskyt ovat myös lisääntyneet. Myrskytuhoja koettiin kesällä 2007 myös Varkauden seudulla. Ukkosmyrsky katkoi sähköjä, kaatoi puita melkoisen määrän ja rankkasade aiheutti hiekkateillä sortumia. Vahinkojen korjaamiseen meni useita päiviä. Myrskyjä on esiintynyt myös 2008 ja viimeisin 2010 ”Veera ja Asta” myrskyt, jotka aiheuttivat osassa naapuripitäjiä laajoja tuhoja syöksyvirtausten ja trombien muodossa.

Mielestäni edellä mainittujen havaintojen vuoksi voidaan sanoa, että ilmastonmuutoksen vaikutukset näkyvät myös jo Varkaudessa ja edellyttävät toimenpiteitä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi ja varautumista ilmastonmuutoksen vaikutuksiin. Varkauden kaupungin liittyminen kuntien ilmastokampanjaan ja energiatehokkuussopimukseen on myös sitoutumista määrätietoiseen ilmastotyöhön.

Olen myös sitä mieltä, että ilmastonmuutokseen on meidän jokaisen kiinnitettävä huomiota ja ryhdyttävä omalta osaltamme toimenpiteisiin muutoksen hidastamiseksi. Vastuu luonnosta ja sen monimuotoisuudesta, ympäristöstä ja kulttuuriperinnöstä kuuluu meille kaikille jo Suomen perustuslain 20 §:n mukaisesti.

Ilmaston kannalta on aivan sama, tulevatko päästövähennykset energiankulutuksen, jätteiden lajittelun, liikenteen tai jonkin muun vaihtoehdon kautta, kunhan päästöt vain vähenevät.



Ilmastonmuutoksen hillitsemistä täydentää suunnitelmallinen ennalta varautuminen ja sopeutuminen ja se voi vähentää ilmastonmuutoksen haittavaikutuksia ja voimistaa hyötyjä. Suunnitelmallinen sopeutuminen myös tukee ja täydentää ihmisten ja luonnon omaehtoista sopeutumista ilmastonmuutokseen. Sopeutumista tarvitaan kaikilla yhteiskunnan osa-alueilla paikallisesti ja globaalisti yhteistyötä tehden ja vastuuta kantaen, jotta ilmastonmuutoksen haitat voitaisiin minimoida.

Varkaudessa kartoitettiin kasvihuonekaasupäästöt ensimmäistä kertaa Kasvener-laskentamenetelmällä. Kartoitus oli laaja-alainen prosessi, jossa selvitettiin eri päästöjen aiheuttajat ja laskettiin Varkauden konkreettiset päästöt. Työn aikana selvitettiin paljon erilaisia tietolähteitä, termejä ja asioita, käytettiin tietokantoja ja oltiin yhteydessä eri sidoskumppaneihin.

Tämän laskennan tulokset olivat odotetun kaltaisia, sillä niistä nähtiin teollisuuden merkittävä osuus Varkauden kasvihuonekaasupäästöjen aiheuttajana. Päästöjä aiheuttavat myös monet muut lähteet, joten vastuuta päästöistä ei voi osoittaa pelkästään teollisuudelle, vaan vähentämistoimenpiteitä on tehtävä kaikilla sektoreilla. Varkaudessa energiantuotannon polttoainejakauma on painottunut uusiutuviin polttoaineisiin, joten peruslähtökohta on melko hyvä. Kasvihuonekaasupäästöjä täytyy kuitenkin edelleen vähentää mahdollisuuksien mukaan kaikilla sektoreilla.

Varkauden kasvihuonekaasupäästölaskennan tuloksia voidaan pitää suuntaa-antavina, sillä laskenta ei ole kuitenkaan kaiken kattava. Joitakin tiettyjä päästölähteitä on jätetty pois tarkkojen laskentatietojen puuttuessa. Esimerkiksi liikenteen päästöistä jätettiin pois vesi- ja raideliikenne, sillä niistä ei ollut kuntakohtaisia tietoja saatavilla laskentavuosilta eikä raideliikennetietoja pyynnöstä huolimatta saatu. Lisäksi työkoneiden päästöjä ei huomioitu laskennassa, sillä niiden vaikutus arvioitiin melko pieneksi. Luonnon kasvihuonekaasupäästöjen ja nielujen vaikutusta ei lähdetty arvioimaan tässä laskennassa tietojen saatavuuden takia sekä käytettävissä olevien resurssien ja ajan puitteissa.

Nyt tehdyn kasvihuonekaasuselvityksen pohjalta laaditaan Varkauden kaupungille ilmasto-ohjelma, jonka päämääränä on kaupungin kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen 30 % vuoteen 2020 mennessä. Suomen Kuntaliiton hallitus on tarkistanut laatimi-

aan ilmastolinjauksia (2.6.2010), jonka mukaisesti tulee Varkauden kaupungin ilmastohjelmassa asettaa selkeät tavoitteet päästövähennyksille. Lisäksi tulee määritellä ne yksilöidyt toimenpiteet, joilla kaupunki saavuttaa itselleen asettamansa päästövähennystavoitteet.

## LÄHTEET

Antila, Katja 2008. Pysäytä ilmastonmuutos – suomalaisen arjen valintoja. Helsinki: Edita Publishing Oy.

Euroopan Yhteisöjen komissio 2005. KOM (2005) 35 lopullinen. Maailmanlaajuisen ilmastonmuutoksen torjuminen. WWW-dokumentti. Saatavilla <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2005:0035:FIN:FI:PDF>. Päivitetty 9.2.2005. Luettu 11.6.2010.

Euroopan Yhteisöjen komissio 2007. KOM (2007) 2 lopullinen. Maailmanlaajuisen ilmastonmuutoksen rajoittaminen kahteen celsiusasteeseen. Toimet vuoteen 2020 ja sen jälkeen. WWW-dokumentti. Saatavilla <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0002:FIN:FI:PDF>. Ei päivitystietoa. Luettu 29.10.2010.

Euroopan Yhteisöjen komissio 2008. KOM(2008) 645 lopullinen. Metsäkadon ja metsien tilan heikkenemisen torjuminen ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi ja biologisen monimuotoisuuden suojelemiseksi. WWW-dokumentti. Saatavilla <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0645:FIN:FI:PDF>. Ei päivitystietoa. Luettu 3.11.2010.

Euroopan Ympäristökeskus 2007. Annual European Community greenhouse gas inventory 1990–2005 and inventory report 2007. Submission to the UNFCCC Secretariat. ISSN 1725-2237. WWW-dokumentti. Saatavilla [http://www.eea.europa.eu/publications/technical\\_report\\_2007\\_7/Annual-European-Community-greenhouse-gas-inventory-1990-2005-and-inventory-report-2007.pdf](http://www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2007_7/Annual-European-Community-greenhouse-gas-inventory-1990-2005-and-inventory-report-2007.pdf). Ei päivitystietoa. Luettu 10.11.2010.

Euroopan Unioni 2010. Yleiskertomus Euroopan unionin toiminnasta 2009, s. 30-53. WWW-dokumentti. Saatavilla [http://europa.eu/generalreport/fi/2009/files/rg2009\\_fi.pdf](http://europa.eu/generalreport/fi/2009/files/rg2009_fi.pdf). Ei päivitystietoa. Luettu 22.9.2010.

Flannery, Tim 2006. Ilmaston muuttajat. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Otava.

Hallitustenvälinen ilmastopaneeli (IPCC) 2008. Neljäs arviointiraportti. Ilmastonmuutos 2007: yhteenvetoraportti. Tiivistelmä päätöksentekijöille. WWW-dokumentti. Saatavilla <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=81566&lan=fi>. Ei päivitystietoa. Luettu 7.2.2009.

Keskitalo, Jorma 2005. Maapallon muuttuva ilmasto. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Kuusisto, Esko, Kauppi, Lea & Heikinheimo, Pirkko (toim.) 1996. Ilmastonmuutos ja Suomi. Helsinki: Yliopistopaino.

Lahti, Pekka & Moilanen, Paavo 2010. Kaupunkiseutujen yhdyskuntarakenne ja kasvihuonekaasupäästöt. Julkaisu Suomen Ympäristö 12/2010, YM Rakennetun ympäristön osasto. Helsinki: Edita Prima Oy.

Lyytimäki Jari & Hakala Harri 2008. Ympäristön tila ja suojele Suomessa. Helsinki: Gaudeamus.

Lönnroos, Matti 2002. Warkaus ihmisen mittainen kaupunki. Hämeenlinna: Karisto Oy.

Marttila, Veikko, Granholm, Heikki, Laanikari, Jussi, Yrjölä, Tiia, Aalto, Aimo, Heikinheimo, Pirkko, Honkatukia, Juha, Järvinen, Heikki, Liski, Jari, Merivirta, Raija & Paunio, Mikko 2005. Ilmastonmuutoksen kansallinen sopeutumisstrategia, Julkaisu 1/2005, MMM. Vammala: Vammalan kirjapaino Oy.

Metsäntutkimuslaitos 2009. Metsätilastollinen vuosikirja 2009. Sastamala: Vammalan Kirjapaino Oy. WWW-dokumentti. Saatavilla <http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2009>. Ei päivitystietoa. Luettu 3.11.2010.

Motiva Oy 2010. Näin säästät energiaa. Vesi. WWW-dokumentti. Saatavilla [http://www.motiva.fi/koti\\_ ja\\_ asuminen/nain\\_ saastat\\_ energiaa/vesi](http://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/nain_ saastat_ energiaa/vesi). Päivitetty 10.11.2010. Luettu 15.10.2010.

Pohjois-Karjalan Ympäristökeskus 2009. Suomen Ympäristö 47/2009. Itä-Suomen jättesuunnitelma vuoteen 2016. Sastamala: Vammalan Kirjapaino Oy.

Pohjois-Savon liitto 2009. Pohjois-Savon työpaikat toimialan mukaan 31.12.2007. WWW-dokumentti. Saatavilla <http://www.pohjois-savo.fi/fi/psl/liitetiedostot/tilastot/2009/tp2007to108.pdf>. Ei päivitystietoa. Luettu 2.6.2010.

Pohjois-Savon liitto 2010. Pohjois-Savon väkiluku, pinta-ala ja asukastiheys 31.12.2009. WWW-dokumentti. Saatavilla [http://www.pohjois-savo.fi/fi/psl/liitetiedostot/tilastot/2009/astih\\_2009.pdf](http://www.pohjois-savo.fi/fi/psl/liitetiedostot/tilastot/2009/astih_2009.pdf). Ei päivitystietoa. Luettu 8.6.2010.

Suomen Kuntaliitto 2000. Kasvener-mallin käyttöohjeet ja Päästöennuste-workshop. Kuntien ilmastonsuojelukampanjan julkaisu. Helsinki: Kuntatalon paino.

Suomen Kuntaliitto 2004. Kasvener-laskentamalli (16.5.2007). WWW-dokumentti. Saatavilla [http://www.kunnat.net/k\\_perussivu.asp?path=1;29;66354;66356;65848](http://www.kunnat.net/k_perussivu.asp?path=1;29;66354;66356;65848) [http://www.kunnat.net/k\\_peruslistasivu.asp?path=1;29;356;1033;36689;36692;37935](http://www.kunnat.net/k_peruslistasivu.asp?path=1;29;356;1033;36689;36692;37935). Päivitetty 14.10.2010. Luettu 25.5.2010.

Suomen Kuntaliitto 2007. Kuntien ilmastonsuojelukampanja. WWW-dokumentti. Saatavilla [http://www.kunnat.net/k\\_peruslistasivu.asp?path=1;29;356;1033;36692](http://www.kunnat.net/k_peruslistasivu.asp?path=1;29;356;1033;36692). Päivitetty 25.10.2010. Luettu 11.2.08.

Suomen Kuntaliitto 2010a. Energiansäästö kannattaa kaikenkokoisissa kunnissa. WWW-dokumentti. Saatavilla [http://www.kunnat.net/k\\_perussivu.asp?path=1;29;66354;66356;165426](http://www.kunnat.net/k_perussivu.asp?path=1;29;66354;66356;165426). Ei päivitystietoa. Luettu 9.11.2010.

Suomen Kuntaliitto 2010b. Kuntien energiantehokkuussopimus (KETS) ja energiaohjelma (KEO). WWW-dokumentti. Saatavilla [http://www.kunnat.net/k\\_perussivu.asp?path=1;29;66354;66356;159553](http://www.kunnat.net/k_perussivu.asp?path=1;29;66354;66356;159553). Päivitetty 16.2.2010. Luettu 14.11.2010.

Tilastokeskus 2006. Suomen neljäs maaraportti Ilmastosopimukselle. Ilmastosopimuksen ja Kioton pöytäkirjan toimeenpano. Tampere: Hämeen kirjapaino Oy. WWW-dokumentti. Saatavilla [http://tilastokeskus.fi/tup/khkinv/fin\\_nc4\\_fi.pdf](http://tilastokeskus.fi/tup/khkinv/fin_nc4_fi.pdf). Ei päivitystietoa. Luettu 25.5.2010.

Tilastokeskus 2009. Ympäristö ja luonnonvarat. Katsauksia 2009/2 Suomen kasvihuonekaasupäästöt 1990–2007. WWW-dokumentti. Saatavilla: [http://www.stat.fi/tup/khkinv/suominir\\_2009.pdf](http://www.stat.fi/tup/khkinv/suominir_2009.pdf). Ei päivitystietoa. Luettu 31.5.2010.

Työ- ja elinkeinoministeriö 2007. Energiatehokkuussopimukset ja katselmukset. WWW-dokumentti. Saatavilla <http://www.tem.fi/index.phtml?s=2588>. Päivitetty 19.8.2010. Luettu 11.2.08.

Työ- ja elinkeinoministeriö 2008. Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 6. päivänä marraskuuta 2008. TEM julkaisuja 36/2008. WWW-dokumentti. Saatavilla [http://www.tem.fi/files/21079/TEMjul\\_36\\_2008\\_energia\\_ja\\_ilmasto.pdf](http://www.tem.fi/files/21079/TEMjul_36_2008_energia_ja_ilmasto.pdf). Ei päivitystietoa. Luettu 5.3.2009.

Työ- ja elinkeinoministeriö 2010. Valtioneuvoston periaatepäätös energiatehokkuustoimenpiteistä. WWW-dokumentti. Saatavilla [http://www.tem.fi/files/26023/ETT-periaatepaatos\\_-\\_040210.pdf](http://www.tem.fi/files/26023/ETT-periaatepaatos_-_040210.pdf). Ei päivitystietoa. Luettu 8.11.2010.

Valtion teknillinen tutkimuskeskus 2009. Lipasto – liikenteen päästöjen inventointi. WWW-dokumentti. Saatavilla <http://lipasto.vtt.fi/liisa/index.htm>. Ei päivitystietoa. Luettu 25.2.2010.

Valtion ympäristöhallinto 2007. Ilmastonmuutos vuonna 2007: Vaikutukset, sopeutuminen ja haavoittuvuus, yhteenveto päätöksentekijöille. (Suomennos IPPC:n arviointiraportista). WWW-dokumentti. Saatavilla <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=65896>. Päivitetty 30.5.2007. Luettu 3.5.2009.

Valtion ympäristöhallinto 2008a. Ympäristöministeriö. Suomen ilmastopoliittika. WWW-dokumentti. Saatavilla <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=568&lan=fi>. Päivitetty 12.9.2009. Luettu 7.2.08.

Valtion ympäristöhallinto 2008b. Ympäristöministeriö. YK:n ilmastosopimus. WWW-dokumentti. Saatavilla <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=564&lan=fi>. Päivitetty 12.8.2010. Luettu 7.2.08.

Valtion ympäristöhallinto 2008c. Suomen Ympäristökeskus. Ilmastonmuutos. WWW-dokumentti. Saatavilla <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=355193&lan=FI>. Päivitetty 27.9.2010. Luettu 7.2.08.

Valtion ympäristöhallinto 2008d. Ympäristöministeriö. Kioton pöytäkirja; Kioton mekanismit. WWW-dokumentti. Saatavilla <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=1887&lan=fi>. Päivitetty 29.12.2009. Luettu 7.8.08.

Valtion ympäristöhallinto 2008e. Ympäristöministeriö. Ilmastonmuutoksen hillitseminen. WWW-dokumentti. Saatavilla <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=249&lan=fi>. Päivitetty 14.10.2010. Luettu 7.2.2008.

Valtion ympäristöhallinto 2009a. Ympäristöministeriö. EU:n ilmasto- ja energiapaketti. WWW-dokumentti. Saatavilla <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=22013&lan=fi>. Päivitetty 8.5.2009. Luettu 5.3.2009.

Valtion ympäristöhallinto 2009b. Ympäristöministeriö. Euroopan unionin ilmastopoliittikka. WWW-dokumentti. Saatavilla <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=570&lan=fi>. Päivitetty 29.12.2009. Luettu 7.2.2009.

Valtion ympäristöhallinto 2009c. Suomen Ympäristökeskus. Kasvihuoneilmion voimistuminen. WWW-dokumentti. Saatavilla <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=1353&lan=fi>. Päivitetty 11.8.2009. Luettu 21.6.10.

Valtion ympäristöhallinto 2009d. Ympäristöministeriö. Hiilinielut. WWW-dokumentti. Saatavilla <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=1888&lan=fi>. Päivitetty 25.8.2010. Luettu 21.5.10.

Valtion ympäristöhallinto 2010. Ympäristöministeriö. Hallitustenvälinen ilmastonmuutospaneeli (IPPC). WWW-dokumentti. Saatavilla <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=565&lan=fi>. Päivitetty 27.8.2010. Luettu 2.6.2010.

Worldwatch-instituutti 2009. Maailman tila 2009. Lämpenevään maailmaan. Helsinki: Gaudeamus.

Ympäristöministeriö 2008a. Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia. Ympäristöministeriön sektoriselvitys. YM raportti 19/2008. Helsinki. WWW-dokumentti. Saatavilla <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=86191&lan=fi>. Ei päivitystietoa. Luettu 17.8.2009.

Ympäristöministeriö 2008b. Ilmastonmuutokseen sopeutuminen ympäristöhallinnon toimialalla - toimintaohjelma ilmastonmuutoksen kansallisen sopeutumisstrategian toteuttamiseksi. Ympäristöministeriön raportteja 20/2008. Helsinki. WWW-dokumentti. Saatavilla <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=284548&lan=fi&cclan=fi>. Ei päivitystietoa. Luettu 3.9.2009.