

Topi Malm

# Senaatti-kiinteistöjen lämmitysstrategian vaihtoehtokartoitus

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Insinööri (AMK)  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Insinöörityö  
11.2.2013

Tekijä Otsikko	Topi Malm Senaatti-kiinteistöjen lämmitysstrategian vaihtoehtokartoitus
Sivumäärä Aika	46 sivua 11.2.2013
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	kone- ja tuotantotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	energia- ja ympäristötekniikka
Ohjaaja	laboratorioinsinööri Tomi Hämäläinen
<p>Tässä työssä tutkitaan Senaatti-kiinteistöjen lämmitysenergian käyttöä ja lämmitysenergian tuotantotapoja sekä niiden aiheuttamia ympäristövaikutuksia.</p> <p>Työn teoriaosissa käydään läpi keskeisimmät energiapoliittiset säädökset ja tavoitteet, jotka Suomen valtio on Senaatti-kiinteistöille asettanut. Sen jälkeen esitellään keskeisimmät lämmitysenergian tuotantotavat, primäärienergian käsite sekä yleisimmät primäärienergianlähteet.</p> <p>Työn tutkimusosassa tarkastellaan Senaatti-kiinteistöjen tekemiä verkostoluovutuksia ja selvitetään, miten mahdolliset toimenpiteet vaikuttavat primäärienergian kulutukseen ja kuinka ne vähentäisivät Senaatti-kiinteistöjen hiilijalanjälkeä.</p> <p>Työn taulukoihin ja liitteisiin on koottu Senaatti-kiinteistöjen tämänhetkinen lämmitysenergian hankinta, tehtyjen muutosten tuloksia sekä mahdollisten tulevien muutoksien vaikutuksia.</p>	
Avainsanat	primäärienergia, lämmöntuotanto, kaukolämpö, hiilidioksidipäästöt

Author(s) Title	Topi Malm Survey for Senate Properties' Alternative Heating Strategy
Number of Pages Date	46 pages 11 February 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering
Specialisation option	Energy Engineering and Environmental Technology
Instructor	Tomi Hämäläinen, Laboratory Engineer
<p>This Bachelor's Thesis investigates Senate Properties, their use of heating, and their sources and means of producing heating energy. Furthermore, their impact on the environment is also described. In addition, this thesis examines what kind of regulations and targets have been set for Senate Properties, by the government of Finland and by the EU.</p> <p>The thesis should give the reader a full understanding of the topic it presents the most common ways to produce heating energy, and describes the concept of primary energy, as well as the concept of primary energy sources.</p> <p>The research part of the thesis examines Senate Properties' transfers made by the heating network, and indicates how possible measures will affect Senate Properties' carbon footprint.</p> <p>To sum up, the tables summarize the Senate Properties current heating supply, the changes that have already been made, as well as the effects of possible future changes.</p>	
Keywords	Primary energy, power generation, district heating, the carbon dioxide emissions

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Senaatti-kiinteistöt	1
2.1	Tehtävät, tavoitteet ja talous	1
2.2	Senaatti-kiinteistöjen energiapoliittiset velvoitteet	3
2.3	Senaatti-kiinteistöt energian käyttäjänä	5
2.4	Senaatti-kiinteistöjen vaikutus ilmastonmuutokseen	7
3	Suomen pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia	9
3.1	Päätavoitteet	9
3.2	Suomen pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategian keskeiset päätelmät	10
3.3	EU:n päästötavoitteet	11
3.4	Päästökauppasektorin ulkopuolisen sektorin vähentämisvelvoite	12
3.5	Suomen strategian tavoitteet ja visiot	12
4	Primäärienergia energiankulutuksen mittarina	14
4.1	Primäärienergian määrittely	14
4.2	Primääriset energiamuodot	15
4.3	Primäärienergiälähteet	16
4.3.1	Vesi, tuuli sekä aurinkolämpö	16
4.3.2	Ydinvoima	16
4.3.3	Fossiiliset polttoaineet	17
4.4	Primäärienergiakerroin ja sen määrittäminen	17
4.5	Kaukolämmön primäärienergiakertoimen määrittäminen	18
4.6	Kaukolämmön primäärienergian jakomenetelmät	20
4.6.1	Jakomenetelmien merkitys	20
4.6.2	Hyödynjakomenetelmä	20
4.6.3	Energiamenetelmä	21
4.6.4	Primäärienergiavastine	21
4.6.5	Energiamuotojen kerroin	22
5	Suomalaista lämmöntuotantoa	24

5.1	Lämmöntuotannon jakaantuminen	24
5.2	Pellettilämmitys	25
5.3	Sähkölämmitys	26
5.4	Maalämpö ja ilmalämpöpumput	26
5.5	Kaukolämpö ja sen polttoaineet	27
5.5.1	Uusiutuvat polttoaineet	27
5.5.2	Uusiutumattomat polttoaineet	28
5.5.2.1	Turve	28
5.5.2.2	Maakaasu	29
5.5.2.3	Kivihiili	29
6	Senaatti-kiinteistöjen energian käyttö	30
6.1	Senaatti-kiinteistöjen hallinnoima lämmitysenergian tuotanto	30
6.2	Kaukolämpö	32
6.3	Ulkoistettu aluelämmön tuotanto	34
7	Senaatti-kiinteistöjen suorittamat verkostoluovutukset	35
8	Päätelmät	38
8.1	Senaatti-kiinteistöjen hallinnoima lämmitysenergian tuotanto	38
8.2	Kaukolämpö	40
9	Yhteenveto	43
	Lähteet	44

## 1 Johdanto

Insinööriyön tavoitteena oli selvittää, kuinka Senaatti-kiinteistöt pystyisivät pienentämään lämmitysenergian kulutusta ja näin pienentämään hiilidioksidipäästöjään sekä primäärienergian kulutusta. Suomen valtio on asettanut tavoitteet, joihin Senaatti-kiinteistöjen tulisi pyrkiä, esimerkiksi taloudellinen tulos ja energiankulutuksen pienentäminen.

Työhön sisältyy kaksi suurempaa kokonaisuutta. Ensimmäisen voidaan katsoa olevan yleiskuva Senaatti-kiinteistöistä, tiivistelmä Suomen ilmastostrategiasta sekä johdatus käsitteeseen primäärienergia. Toinen osa sisältää tutkimuksen Senaatti-kiinteistöjen käyttämästä lämmitysenergiasta. Energiankäytön osalta seurattavat suureet olivat lämmitysenergia, primäärienergian kulutus ja hiilidioksidipäästöt. Aineistona on käytetty Senaatti-kiinteistöjen omaa dokumentaatiota energian kulutuksesta ja dokumenteissa olleita aukkoja on täydennetty energiayhtiöiltä saaduilla tiedoilla. Näistä tiedoista on koottu kuva Senaatti-kiinteistöistä energian loppukuluttajana. Informaation suuresta määrästä johtuen olennaisimmat tiedot on tiivistetty taulukoihin.

## 2 Senaatti-kiinteistöt

### 2.1 Tehtävät, tavoitteet ja talous

Senaatti-kiinteistöjen tehtävänä on tuottaa ja kehittää kiinteistöpalveluita ja niihin läheisesti liittyviä muita palveluja ensi sijassa valtion virastoille ja laitoksille sekä huolehtia hallinnassaan olevasta kiinteistövarallisuudesta.

Valtion kiinteistövarallisuudesta huolehti rakennushallitus edeltäjineen vuoteen 1995 asti, jolloin se lakkautettiin ja valtion kiinteistöomaisuus jaettiin 15 kiinteistöyksikön kesken. Suurimmaksi muodostui Valtion kiinteistölaitos. Aluksi se toimi virastomuotoi-

sena kunnes vuonna 1999 siitä tuli liikelaitos ja vuonna 2001 nimi muutettiin Senaatti-kiinteistöiksi. [1.]

Senaatti-kiinteistöt toimivat osana valtioyhteisöä ja näin sen toiminta pyrkii olemaan yhteiskuntavastuullista. Senaatti-kiinteistöjen tarjoamien tilapalveluiden tulee täten olla taloudellisesti sekä sosiaalisesti vastuullisesti tuotettuja ja hinnoiteltuja. Ympäristön huomioon ottaminen ja energiatehokkuus ovat osa-alueita joihin Senaatti-kiinteistöt kiinnittävät tulevaisuudessa yhä enemmän huomiota. [2, s.11.]

Senaatti-kiinteistöjen liiketoiminta jakautuu neljään toimialaan, joihin on koottu toiminnaltaan ja palvelutarpeiltaan samanlaisia asiakkaita. Toimialat ovat Ministeriöt ja erityiskiinteistöt (MK), Puolustus ja turvallisuus (PT), Toimistot (TO), sekä Kehitys- ja aluekiinteistöt (KA).

Taulukoissa 1, 2 ja 3 on esitetty keskeiset tunnusluvut, kannattavuus sekä yhtiön vaka-  
varaisuus.

*Taulukko 1. Senaatti-kiinteistöjen keskeiset tunnusluvut*

Tunnusluvut	2011	2010	Muutos-%
<b>Kasvu</b>			
Liikevaihto, Me	583	554	5,1
Tase, Me	4 675	4 884	-4,3
Vuokrattava pinta-ala, 1000 m <sup>2</sup>	6 531	6 523	0,1
Investoinnit yhteensä, Me	244	255	-4,2
Investointien osuus liikevaihdosta, %	42	46	-8,9
Henkilöstö 31.12.	251	266	-5,6

Taulukko 2. Senaatti-kiinteistöjen kannattavuus

<b>Kannattavuus</b>			
Tulos, Me	154	125	23,9
Tuloksen osuus liikevaihdosta, %	26,5	22,5	17,9
Nettotuotto, %	7,9	7,8	1,3
Sijoitetun pääoman tuotto, %	4,8	4,0	18,9
Oman pääoman tuotto, %	5,0	4,0	26,7
Keskimääräinen neliövuokra, e/m <sup>2</sup> /kk	12,91	12,17	6,1
Kiinteistöomaisuuden käyttöaste, %	96,4	96,1	0,3

Taulukko 3. Senaatti-kiinteistöjen vakavaraisuus

<b>Vakavaraisuus</b>			
Omavaraisuusaste, %	64,9	63,8	1,8
Nettovelkaantumisaste, %	51	51	0,9
Lainat, Me	1 585	1 714	-7,6

## 2.2 Senaatti-kiinteistöjen energiapoliittiset velvoitteet

Kiinteistö- ja rakennusalalla, jolla Senaatti-kiinteistöt toimii, käytetään noin 40 % Suomessa tuotetusta primäärienergiasta ja noin kolmasosa kaikista Suomen kasvihuonepäästöistä. Senaatti-kiinteistöt hallitsee melkein 12000 rakennusta, mikä tekee siitä merkittävän toimijan kiinteistö- ja rakennusalalla. Omalla esimerkillään Senaatti-kiinteistöt voivat vaikuttaa alalla oleviin toimintamalleihin sekä toimintatapoihin. Tä-



män johdosta Senaatti-kiinteistöjen tulee olla ajallisesti ja laadullisesti edellä kaikkien säästösten ja velvoitteiden minimivaatimuksia. [3.]

Valtion linjan mukaisesti julkisena organisaationa Senaatti-kiinteistöt on sitoutunut energiansäästöavoitteisiin. Energiankäytön yleistavoitteet sille on johdettu EU:n energiavoitteista. EU:n energiavoitteiden mukaisesti Senaatti-kiinteistöjen sähkö- että lämpöenergian kulutusta alennetaan 6 % vuoteen 2016 mennessä vuoden 2010 tasosta. Vuoteen 2015 mennessä uusiutuvan energian käyttöä tulee lisätä 9,5 % ja vuoteen 2020 mennessä leikata kasvihuonekaasuja 20 %. [4.]

Lisäksi energiapalveludirektiivi edellyttää julkiselta sektorilta, johon Senaatti-kiinteistöt kuuluu, että heidän tulisi näyttää esimerkkiä muille omaan energiankäyttöönsä kohdistuvilla säästötoimilla. Ministeriöiden, virastojen ja laitoksien tulee asettaa energiansäästöavoitteet, ja laatia energiankäytön tehostamissuunnitelmat. Energiankäytön tehostamissuunnitelmien keskeisenä ideana on asettaa energiatehokkuusvaatimukset hankittaville energialle käyttäville järjestelmille ja laitteille sekä koota ja hallita niihin liittyviä energiatehokkuustietoja. Tavoitteena on, että hankintavaiheessa otettaisiin huomioon laitteiden, järjestelmien ja rakennusten koko elinkaaren aikaiset kustannukset [5,s.60].

Senaatti-kiinteistöt on laatinut energian säästämiseksi toimenpideohjelman, johon kuuluu 224 Senaatti-kiinteistöjen kiinteistöä, joista noin puolet on toimistorakennuksia. Tavoitteena on säästää 32 181 MWh vuodessa. [2, s. 11.]

Asetettuun tavoitteeseen pääseminen edellyttää toimintojen tehostamista. Säästöjä voidaan hakea parantamalla esimerkiksi tilatehokkuutta, joka on käytännössä hukkatilan minimointia. Lisäsäästöjä voidaan saavuttaa myös tekemällä energiateknisiä parannuksia korjausrakentamisessa.

### 2.3 Senaatti-kiinteistöt energian käyttäjänä

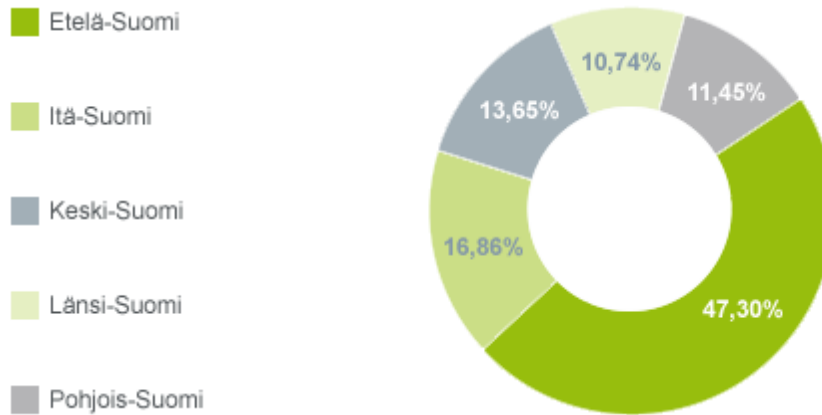
Senaatti-kiinteistöjen aluelämpölaitosten energialähteet ovat pääsääntöisesti kevyttä ja raskasta polttoöljyä. Muita energialähteitä käytetään vain muutamassa kohteessa ja nämä energialähteet ovat kuvattu taulukossa 4.

*Taulukko 4. Senaatti-kiinteistöjen lämmityskohteiden jako*

	Kohteiden lukumäärä	lämmönkulutus kpl,yli 400 MWh/v	Max lämmönkulutus	Min lämmönkulutus
	Kpl	MWh/v	MWh/v	MWh/v
<b>Aluelämpö oma</b>				
Kevyt polttoöljy	60	24	8774	46
Raskas polttoöljy	15	3	2224	40
Turve	1			
Maakaasu	1	1	7570	7570
Metsähake	1	1	2200	2200
<b>Yhteensä</b>	<b>78</b>	<b>29</b>	<b>8774</b>	<b>40</b>
<b>Sähkölämmitys</b>				
Sähkö	75	5	1719	3
<b>Yhteensä</b>	<b>75</b>	<b>5</b>	<b>1719</b>	<b>3</b>
<b>Rakennuskohtainen öljylämmitys</b>				
Kevyt polttoöljy	29	1	622	20
Raskas polttoöljy	10	1	400	20
Maakaasu	1	0	376	376
Metsähake	1	1	756	756
<b>Yhteensä</b>	<b>41</b>	<b>3</b>	<b>756</b>	<b>20</b>
<b>Senaatti-kiinteistöjen vaikutuksen alaiset</b>	<b>194</b>	<b>37</b>	<b>8774</b>	<b>3</b>
<b>Kaukolämpö</b>	<b>87</b>	<b>62</b>	<b>18000</b>	<b>0</b>
<b>Aluelämpö ulkoinen</b>	<b>28</b>	<b>23</b>	<b>22433</b>	<b>119</b>
<b>Yhteensä</b>		<b>122</b>		

Lämmitettävän kohteen sijainti vaikuttaa merkittävästi siihen, millaisia energialähteitä käytetään. Haja-asutusalueilla on tutkittu energiantuotannon ulkoistamista ja muunnostöitä aluelämpölaitosten muuntamiseksi käyttämään uusiutuvia energialähteitä. Kaupunki- ja taajama-alueilla kiinteistöt ovat kaukolämmön piirissä jos se on mahdollista, jolloin lämmöntuotannossa käytetyt primäärienergianlähteet ovat kaukolämpöyhtiön

vastuulla. Kuvassa 1 on kuvattu Senaatti-kiinteistöjen lämmönkulutuksen jakautuminen kiinteistöjen sijainnin mukaisesti.



*Kuva 1. Senaatti-kiinteistöjen lämmönkulutuksen jakautuminen*

Senaatti-kiinteistöt ostaa kaukolämpöenergiansa energialaitoksilta, joten niiden toiminnan muutokset uusiutuvan energian käytössä näkyvät sen päästövaikutuksissa. Energian tuotannossa aiheutuvien päästöjen arvioinnissa käytetään keskimääräistä suomalaista kaukolämmön ja sähköntuotannon profiilia. Alue- ja kiinteistökohtaisessa lämmitysmuodon valinnassa Senaatti-kiinteistöt voivat paremmin tehdä omia toimenpiteitä. Alueellisten lämpölaitosten päästöjen arviot perustuvat polttoainekohtaisiin ominaispäästöihin sekä vastaavan kokoluokan lämmityslaitosten päästömittauksiin.

Senaatti-kiinteistöjen kiinteistökanta voidaan jakaa energianhankinnan suhteen kahteen osaan. PT-toimialan kohteista valtaosa ei ole kaukolämmityksen piirissä sekä KA-toimialan alla olevista kohteista suuri osa on lämmitetty päästöjen kannalta ei toivotuilla tavoilla. Näissä kohteissa aluelämpölaitoksia voidaan korvata liittymällä kaukolämmön piiriin. Niissä tapauksissa milloin kohdetta ei voida liittää kaukolämpöverkkoon, kilpailutetaan toimija siten, että lämmöntuotannon osalta edellytetään 70 % uusiutuvaa ja siten CO2 vapaata polttoainetta. [6, s. 21.]

Senaatti-kiinteistöjen primäärienergiankulutuksen lasku vuonna 2010 johtuu kiinteistökannan muutoksesta, koska kaikki yliopistokiinteistöt myytiin pois ja näin ollen kiinteistökanta pieneni. Kokonaisenergiankulutus vaihtelee vuosittain esimerkiksi rakenta-

misessa käytetyn energian määrästä johtuen. Senaatti-kiinteistöjen aluelämpölaitosten tuottama suora ja energiayhtiöiltä ostettu epäsuora energiankulutus on pienentynyt pitkällä aikavälillä. [4.]

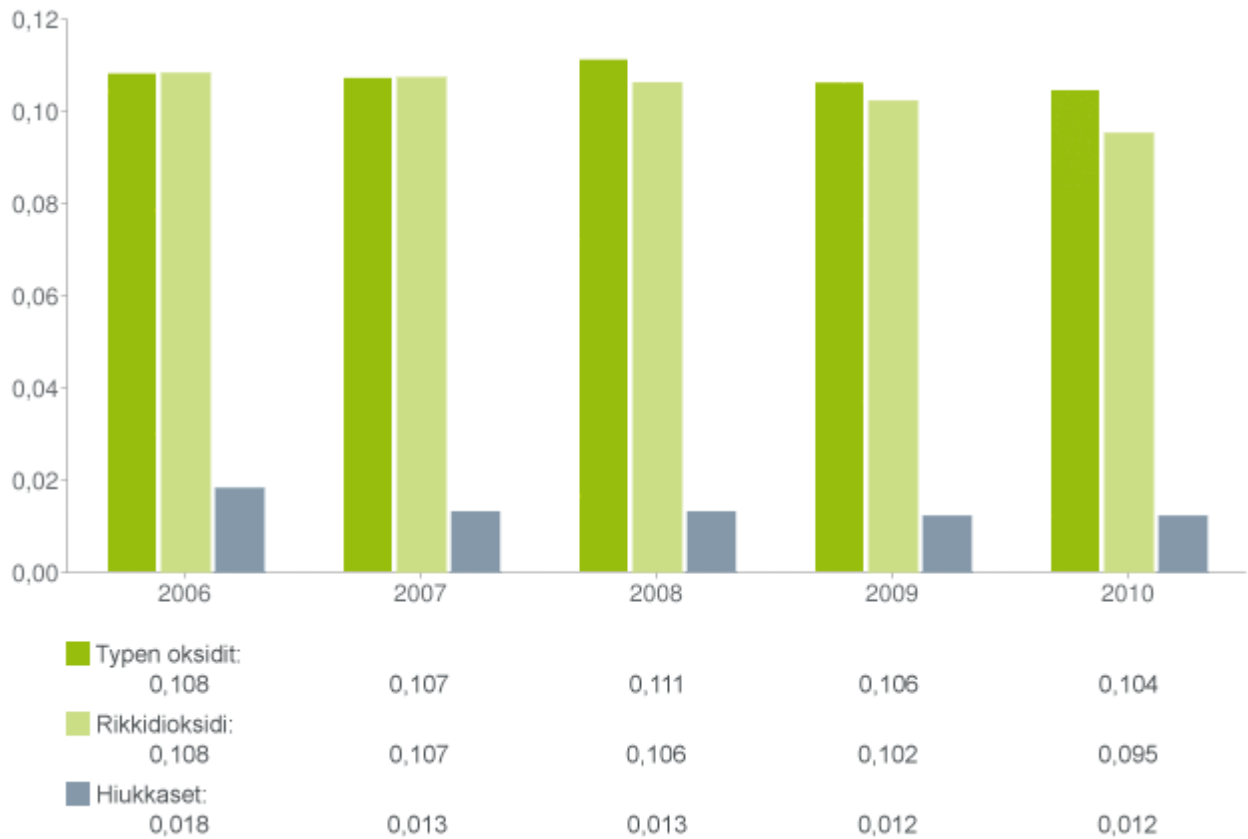
Kiinteistökannan sijainti vaikuttaa myös energian kulutukseen. Rakennuksen siirtäminen Utsjoelta Maarianhaminaan pienentäisi lämmönkulutusta 40 %. Vastaavasti päinvastainen siirto lisäisi kulutusta 65 %. [6, s. 5.]

#### 2.4 Senaatti-kiinteistöjen vaikutus ilmastonmuutokseen

Omien lämpölaitosten sekä ostettavan sähkö- ja lämpöenergian tuotanto aiheuttaa suurimman osan Senaatti-kiinteistöjen aiheuttamista päästöistä ilmakehään. Myös kiinteistöjen kylmäaineiden käyttö aiheuttaa kasvihuonekaasupäästöjä.

Numeroiden valossa Senaatti-kiinteistöjen ylläpitämien kohteiden käytetyn energian yhteenlasketut kasvihuonekaasupäästöt olivat noin 0,43 Mt CO<sub>2</sub>-ekv (miljoonaa ekvivalentista hiilidioksiditonnia) vuonna 2010. Bruttoneliometriä kohden laskettuna näiden kasvihuonekaasujen ominaispäästöt olivat 61,3 kg CO<sub>2</sub>-ekv. Kiinteistökannassa tapahtuneista muutoksista huolimatta ominaispäästöt ovat noin vuoden 2009 tasolla. Tilastokeskuksen tietojen mukaan koko Suomen kasvihuonepäästöt olivat 66,4 Mt CO<sub>2</sub>-ekv vuonna 2009. Senaatti-kiinteistöjen osuus Suomen kokonaiskasvihuonekaasupäästöistä on siis melkein prosentti. [4.]

Hiilidioksidipäästöjen lisäksi Senaatti-kiinteistöt raportoivat typenoksidipäästöt (NO<sub>x</sub>) ja rikkidioksidipäästöt (SO<sub>2</sub>) sekä pienhiukkaspäästöt, ja nämä on esitetty kuvassa 2.



*Kuva 2. Senaatti-kiinteistöjen ylläpitämien kiinteistöjen ominaispäästöt ilmaan v. 2006 – 2010, kg/brm<sup>2</sup>*

### 3 Suomen pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia

#### 3.1 Päätaavoitteet

Koska ilmastonmuutoksesta ja sen vähentämisestä on tullut suuri haaste koko ihmis-kunnalle, on EU ja sitä myöten Suomi asettanut taavoitteita päästöjen vähentämiseksi. 80 % ilmastoalämmittäviistä kasvihuonekaasuista on peräisin energian tuotannosta ja kulutuksesta, liikenne mukaan luettuna. [5, s.2.]

Suomen omassa strategiassa kotimaisen energian ja siitä uusiutuvan energian osuutta kasvatetaan huomattavasti nykyisestä. Vuonna 2020 energian loppukulutuksesta uusiutuvan osuus on 38 % ja energiantehokkuusjärjestelmät ovat parantuneet niin, että kasvihuonepäästöt ovat kääntyneet pysyvästi laskuun. Kivihiilen ja öljyn osuudet energiata-seessa laskevat.

Suomen strategia sisältää kaksi skenaariota: nykyisten toimien ja kehityksen mukainen perusura sekä EU:n ja kansalliset taavoitteet toteuttava taavoiteura. Perusuran mukaan vuonna 2020 sähkönkulutus olisi 103 TWh (terawattituntia), primäärienergiakulutus 479 TWh, energian loppukulutus 347 TWh ja kasvihuonekaasupäästöt 89 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. Päästökauppasektorin ulkopuolella vastaavat päästöt olisivat 36 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. Taavoiteurassa vuonna 2020 sähkönkulutus on 98 TWh, primäärienergiakulutus 430 TWh, energian loppukulutus 310 TWh ja päästökauppasektorin ulkopuoliset päästöt ovat 30 Mt CO<sub>2</sub>-ekv.

Taavoiteuran ja perusuran erotukset ovat: sähkönkulutus 5 TWh, primäärienergiakulutus 49 TWh, energian loppukulutus 37 TWh ja päästökauppasektorin ulkopuoliset päästöt 6 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. [5, s. 2.]

Vaikka strategian pääpaino on vuodessa 2020, ilmasto- ja energiapolitiikka on pitkäjänteistä, ja tämän takia on esitetty visioita aina vuoteen 2050 asti. [5, s. 4.]

### 3.2 Suomen pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategian keskeiset päätelmät

Perusurassa primäärienergian kulutus kasvaisi vuoden 2005 tasosta (380 TWh) 100 TWh vuoteen 2020 mennessä (480 TWh), jos ei uusia energiapoliittisia toimenpiteitä suoritettaisi. Perusurassa uusiutuvien energialähteiden osuus loppukulutuksesta kasvaa 106 TWh:iin vuonna 2020, kun se vuonna 2005 oli 86 TWh. Prosentteina tämä tarkoittaisi uusiutuvien energialähteiden osuuden kasvamista loppukulutuksesta 28,5 %:sta (2005) noin 31 %:iin vuonna 2020. Komission esittämä velvoite Suomelle kuitenkin on 38 % [5, s. 8].

Perusurassa sähkön kulutus kasvaa noin prosenttiin vuodessa vuoteen 2020, jolloin se olisi 103 TWh. Vuonna 2007 kulutus oli vähän yli 90 TWh.

Suomen kasvihuonepäästöt olisivat ilman uusia ilmastopoliittisia toimenpiteitä 20 % vuoden 1990 päästötasoa korkeammalla eli noin 90 Mt CO<sub>2</sub>-ekv vuonna 2020.

Energian tuotanto ja teollisuusprosessit aiheuttaa lähes yksinään päästöjen kasvun, muiden kuten liikenteen ja talokohtaisen lämmityksen päästöt pysyvät perusurassa nykytasollaan vuoteen 2020 saakka. Ilman uusia kulutukseen vaikuttavia toimenpiteitä energian kokonaiskulutus ja sähköenergian kulutus kasvaisivat vuoteen 2050 mennessä neljänneksen nykyisestä ja kasvihuonekaasut lisääntyisivät 30 %.

Suomen pysyminen perusurassa tarkoittaisi, että energiankäyttö ja sen aiheuttamat päästöt nousisivat korkeammiksi kuin komission ehdottamat veloitteet sallisivat. Uudet ilmasto- ja energiapoliittiset toimenpiteet pitävät sisällään energiatehokkuutta ja energiansäästöä sekä uusiutuvien energialähteiden tuotannon ja käytön lisäämistä.

Valtioneuvoston tavoite on pysäyttää energian loppukulutuksen kasvu ja laskea sitä niin, että vuonna 2020 loppukulutus olisi 10 % pienempi kuin perusurassa, eli 310 TWh. Loppukulutuksen tulisi laskea vielä kolmanneksen vuonna 2050 vuoden 2020 määrästä. Jotta velvoite täyttyisi, tulisi uusiutuvaa energiaa kokonaisvaltaisesti lisätä. Luonnonvarojen puolesta tämä on mahdollista, mutta se tarvitsee nykyisten tuki- ja ohjauksjärjestelmien tehostamista sekä rakenteiden muuttamista.

Sähkön hankinnan tulee jatkossakin perustua monipuoliseen, useisiin energialähteisiin nojaavan ja sähkön ja lämmön yhteistuotantoa hyväksikäyttävään hajautettuun järjestelmään. Suomen oman tuotantokapasiteetin pitää pystyä kattamaan huipun aikainen kulutus ja häiriöt sähkön tuonnissa. [5, s. 9.]

### 3.3 EU:n päästötavoitteet

Suomen ilmasto- ja energiapolitiikan valmistelua ja toimeenpanoa ohjaa Euroopan unionin ilmasto- ja energiapolitiittiset tavoitteet. EU:n energia- ja ilmastostrategiassa ja komission säädösehdotuksissa keskeisiä tavoitteita ovat seuraavat:

- *Lämpötilan nousu tulisi rajoittaa pidemmällä aikavälillä kahteen asteeseen, mikä edellyttää maailmanlaajuisten kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä vuoteen 2050 mennessä 50 prosenttia vuoteen 1990 verrattuna. Teollisuusmailta tämä edellyttää 60–80 prosentin päästövähennyksiä vuoteen 2050 mennessä.*
- *EU:n kasvihuonekaasupäästöjä vähennetään yksipuolisella sitoumuksella vähintään 20 prosenttia vuoteen 2020 mennessä vuodesta 1990. Tavoite on erityisen haastava, kun otetaan huomioon, että päästöt ovat EU-maissa kasvussa ja että tavoitteen saavuttamiseen on jäljellä enää noin 12 vuotta. Vähennystavoite nousee 30 prosenttiin, jos saadaan aikaan kansainvälinen sopimus, jossa muut kehittyneet maat sitoutuvat vastaaviin päästövähennyksiin ja taloudellisesti edistyneemmät kehitysmaat sitoutuvat osallistumaan pyrkimyksiin riittävässä määrin vastuidensa ja valmiuksiensa mukaisesti. Kiristyvän velvoitteen täyttämiseen voidaan käyttää luvussa 8 kuvattavalla tavalla mm. joustomekanismeja.*
- *Uusiutuvien energialähteiden osuus EU:ssa nostetaan 8,5 prosentista energian loppukulutuksesta vuonna 2005 vuoteen 2020 mennessä 20 prosenttiin. Komissio on esittänyt, että EU:n sisällä uusiutuvan energian edistämistä velvoite jaetaan eri maiden kesken siten, että Suomen velvoite olisi*



*nostaa uusiutuvan energian osuus, 28,5 prosenttia energian loppukulutuksesta vuonna 2005, vuoteen 2020 mennessä 38 prosenttiin.*

- *Samanaikaisesti EU:n tavoitteena on vuoteen 2020 mennessä parantaa energiatehokkuutta ja näin vähentää energiakulutusta 20 prosenttia siitä, mitä se olisi ilman uusia toimenpiteitä. Energiatehokkuustavoite ei ole sitova, vaan ohjeellinen. [5, s.14.]*

### 3.4 Päästökauppasektorin ulkopuolisen sektorin vähentämisvelvoite

Päästökauppasektorin ulkopuolisiin aloihin kuuluvat esimerkiksi rakentaminen ja liikenne. Näiden päästöjä on tavoite pienentää koko EU:ssa 10 % vuoteen 2020 vuoden 2005 tasosta. Jokaisella maalla on oma päästövähennystavoite. Suomen kohdalla päästökaupan ulkopuolisille aloille päästövähennystavoite on 16 %, jolloin päästökaupan ulkopuolisten alojen päästöjen enimmäismäärä olisi 29,7 Mt CO<sub>2</sub>-ekv. [5, s. 16.]

### 3.5 Suomen strategian tavoitteet ja visiot

Koska Suomi tuottaa itse vain kolmasosan tarvitsemastaan energiasta, olemme erittäin riippuvaisia energian tuonnista. Kivihiili, öljy, maakaasu ja ydinpolttoaine ovat täysin tuonnin varassa. Kansainvälisesti suurin huoli on varmistaa öljyn saatavuus, ja tämä koskee myös Suomea. Maapallon öljyvarat ovat rajalliset ja tuotannosta suurin osa on sijoittunut poliittisesti epävakaille alueille. Tämä tuo mukanaan riskin öljyn voimakkaille hetkellisille hinnannousuille. [5, s. 30.]

Venäjä tulee jatkossakin pysymään merkittävimpänä maakaasun toimittajana. Hiljalleen ovat kuitenkin syntymässä maapallon laajuiset markkinat nesteytetyle kaasulle, jolloin kaasua voidaan kuljettaa kustannustehokkaasti pitkiäkin matkoja. Suomen maakaasumarkkinoiden mittakaavassa se ei vielä ole taloudellisesti kilpailukykyistä. Voidaan myös olettaa, että kivihiilen hinta nousee jatkossa. [5, s. 30.]

Suomen strategian tavoitteet ja visiot ovat tiivistettynä energian loppukulutuksen pysäyttäminen ja sen kääntäminen laskuun. Vuonna 2020 loppukulutus saisi enintään olla 310 TWh ja sähkön loppukulutus 98 TWh. Vuonna 2050 energian loppukulutus on vähentynyt edelleen kolmanneksella vuoden 2020 tasosta ja sähkönkulutus kääntynyt laskuun. Tavoitteena on nostaa uusiutuvan energian osuus loppukulutuksesta 38 %:iin 28,5 %:sta, jossa se oli vuonna 2005.

Suomen täytyy tehostaa omavaraisuutta, jotta uusiutuvan energian velvoitteet pystyttäisiin täyttämään. Olennaisesti uusiutuvan energian osuuden lisääminen riippuu mahdollisuudesta hyödyntää metsäteollisuuden prosessien sivutuotteita energiantuotannossa, mikä on suoraan verrannollinen metsäteollisuuden tuotannon kehitykseen.

Metsähaketta, eli puuainesta jota ei voi käyttää puunjalostuksessa, syntyy metsien hoidossa ja puiden korjuussa. Tätä käytetään kaukolämpövoimaloissa ja erillisissä lämpökeskuksissa. Metsähakkeen oletetaan olevan myös merkittävä biodieselin raaka-aine tulevaisuudessa. Vuonna 2006 metsähaketta käytettiin energian tuotannossa ja raaka-aineena teollisuudessa 3,6 miljoonaa kuutiota, vuoden 2020 tavoite on käytön lisääminen 12 miljoonaan kuutioon. [5, s. 37.]

Öljyn ja sähkön käytöstä siirrytään päästöjen kannalta parempiin vaihtoehtoihin rakennusten lämmitysten osalta. Pellettilämmitys, puun pienkäyttö ja lämpöpumput monipuolistavat kotitalouksien lämmitys ratkaisuja. Toisaalta puun jalostuksen tähteitä, joita jo käytetään lämmitykseen, käytetään myös pellettien raaka-aineena. Tällöin nykyinen lämmöntuotanto joudutaan korvaamaan muilla polttoaineilla, useimmiten turpeella.

Pellettilämmitykseen siirtymistä sekä lämpöpumppuja, biopohjaisen öljyn ja aurinkolämmön hyödyntämistä tuetaan osana kiinteistöjen lämmitysenergian ohjaamista uusiutuvaan energiaan perustuvaksi. Lämpöpumpuilla saatava, uusiutuvaksi energiaksi laskettava hyötyenergia, on tavoitteena nostaa 5 TWh:iin vuoteen 2020 mennessä. [5, s. 38.]

Uusiutuvan energian lisäämismahdollisuuksia on kaikilla lämmöntuotannon osaluilla. Matalaenergiarakentaminen voi heikentää investointivaltaisten lämmitysmuoto-

jen kuten kaukolämmityksen ja pellettilämmityksen kilpailukykyä sähkölämmitykseen verrattuna. Mineraaliöljyyn perustuvan lämmitysöljyn ja sähkölämmityksen käyttöä korvataan kiinteillä, nestemäisillä tai kaasumaisilla biopolttoaineilla, lämpöpumppujen tuottamalla lämmöllä ja aurinkoenergialla.

## **4 Primäärienergia energiankulutuksen mittarina**

Primäärienergian käsite on tärkeä, kun tarkastellaan mikä on kokonaisuudessaan energiatehokkain lämmitystapa. Kun tiedetään rakennuksen energiankulutus ja se millä tavalla tämä energia on tuotettu, se voidaan muuntaa primäärienergiaksi ja siten arvioida, kuinka paljon se kuluttaa todellisuudessa luonnonvaroja.

Erilaisille energiantuotantomuodoille voidaan myös antaa energiamuotokohtaisia kertoimia kasvihuonekaasuvaikutusten perusteella. Nämä kertoimet huomioisivat erilaisten energiantuotantomuotojen kasvihuonekaasupäästöt toisiinsa.

Energiamuotojen välillä olevalle kilpailutilanteelle on suuri merkitys, mikäli eri energiamuotojen aiheuttamaa kulutusta painotetaan eri tavalla. Näin ollen primäärienergiakertoimien määrittämisellä on merkittävä vaikutus eri lämmitysmuotojen keskinäiseen kilpailukykyyn. Täten on olennaista, kuinka energiamuotokohtaiset kertoimet määritellään ja miten kertoimet ovat suhteessa toisiin lämmitysmuotoihin. [7, s. 4, 9.]

### **4.1 Primäärienergian määrittely**

Primäärienergia tarkoittaa luonnonvaroihin sisältynyttä energiaa ennen muunnosprosesseja. Primäärienergian avulla pyritään kuvaamaan energianlähteinä olevien luonnonvarojen määrää, käyttöä ja kulumista sekä niistä saatavaa energiaa. Primäärienergiaksi (primäärienergian lähteiksi) kutsutaan niiden aineiden ja ilmiöiden sisältämää tai niistä saatavissa olevaa energiaa, jotka ovat ensimmäistä kertaa siinä tilassa, että niitä voidaan hyödyntää energianlähteinä.

Primäärienergianlähteet ovat niitä aineita ja ilmiöitä, joilla on mahdollista tuottaa lämpöä tai sähköä tai tehdä mekaanista työtä. Primäärienergian lähteitä ovat muun muassa kivihili, raakaöljy, maakaasu, uraani, kasvit, auringon säteily, tuuli ja virtaava vesi. Valtakunnallisissa energiataseissa primäärienergiaksi lasketaan yleensä myös sähkön tuonti, jonka primäärienergiaksi asetetaan yleensä suoraan tuotu sähköenergia.

Primäärisistä energianlähteistä jalostettuja energianlähteitä kutsutaan sekundäärisiksi energianlähteiksi. Esimerkiksi kun raakaöljystä (primäärinen energiamuoto) jalostetaan polttoainetta kuten bensiini ja dieselöljy, ovat nämä jalosteet sekundäärisiä energianlähteitä kuten myös eloperäisistä aineista jalostetut biopolttoaineet. Kuitenkin kaikkia energianlähteitä käsitellään yleensä primäärienergian lähteinä eikä esimerkiksi bensiinin kulutusta esimerkiksi muunneta sen tuottamiseen vaadittavaksi raakaöljyksi.

Primäärienergian avulla pyritään siis kuvaamaan luonnonvarojen määrää, käyttöä ja kulumista sekä energianlähteistä saatavilla olevaa energiaa. Primäärienergiaa hyödynnetään tuotannossa ja jalostuksessa joissa sen energia muutetaan käyttökelpoiseen muotoon loppukäyttöä eli kulutusta varten joita ovat esimerkiksi sähkö ja lämpö. [8, s. 23.]

#### 4.2 Primääriset energiamuodot

Primäärienergia on siis primääristen energialähteiden sisältämä ja niistä saatava energia. Energianlähteestä voidaan hyödynnettävää energiaa ottaa talteen tai siirtää joko suoraan tai muuntuneena, esim. öljy- tai kaasukentät, aurinko, hiilikaivokset, jne. Energianlähteiden sisältämäksi energiaksi valitaan jokin energian muoto, jonka määrä ja laatu ovat jollakin tasolla määritettävissä. Tätä energian muotoa kutsutaan primääriseksi energiamuodoksi. Virtaavan veden sisältämäksi primääriseksi energiamuodoksi voidaan esimerkiksi valita veden liike-energia ja auringon säteilyn sisältämäksi primääriseksi energiamuodoksi esimerkiksi auringon säteilyn energia. [7, s. 4, 5.]

Primäärienergia voidaan jakaa uusiutuvaan ja uusiutumattomaan energiaan. Uusiutuva energia saadaan ehtymättömästä lähteestä, kuten tuulivoima ja vesivoima. Uusiutuma-

ton saadaan ehtyvistä lähteistä, kuten fossiiliset polttoaineet. Jos molemmat on otettu huomioon, puhutaan kokonaisprimäärienergiasta. [7, s. 4, 5.]

Muodollisesti määriteltynä primäärienergia tarkoittaa primääristen energianlähteiden sisältämää energiaa ja käytännössä energianlähteestä saatavissa olevaa hyödyntämiskelpoista energiaa. [7, s. 4, 5.]

Energiamarkkinoilla energian tuotannon osalta primäärinen energiamuoto tarkoittaa ensimmäistä energianlähteestä saatavissa olevaa energiamuotoa, jolla tuotantomuotovoikiilpailla. Ydinvoiman kohdalla valitaan lämpö- tai sähköenergia primääriseksi energiamuodoksi riippuen kumpi on ensimmäinen hyödynnettävissä oleva ja asiakkaille tarjottavissa oleva energian muoto. [8, s. 24.]

### 4.3 Primäärienergiälähteet

#### 4.3.1 Vesi, tuuli sekä aurinkolämpö

UNSD, IEA ja Eurostat käyttävät veden, tuulen ja aurinkolämmön primäärienergiavastineena tuotantomuodon omaa sähkön bruttotuotantoa. Bruttohyötysuhteeksi näille on yleensä määritelty 100 % ja nettohyötysuhteeksi noin 99 %. Nettohyötysuhteessa on vähennetty laitteen oma kulutus, mikä yleensä tarkoittaa sähköntuotannossa syntyviä häviöitä. Vuorovesi- ja aaltovoimalla tuotettu sähkö luetaan vesivoimaksi ja aurinkovoimaksi myös aurinkolämmön avulla tuotettu sähkö. [8, s. 26.]

#### 4.3.2 Ydinvoima

IEA (Kansainvälinen energijärjestö) ja Eurostat (Euroopan yhteisön tilastoviranomainen) käyttävät primäärisenä energiamuotona lämpöenergiaa ja UNSD (Yhdistyneiden kansakuntien (United Nations) tilasto-osasto) sähköenergiaa. IEA:n ja Eurostatin tilastoissa käytetään ydinvoimaa tarkasteltaessa tuotannon primäärienergiahyötysuhteena 33 %, jota myös Tilastokeskus käyttää. Primäärienergiakerroin on täten 3,03. UNSD:n ti-

lastoissa tuotannon primäärienergiahyötysuhde on 100 %. Primäärienergiakerroin on täten 1. [8, s. 26.]

#### 4.3.3 Fossiiliset polttoaineet

Primäärienergiaksi polttoaineiden osalta valitaan lämpöenergia ja lämpöenergian primäärienergiavastineeksi polttoaineen lämpöarvo ja käytännössä alempi lämpöarvo, koska se yleensä on suurin polttoaineesta saatava energiamäärä, joka on kiinteästä tai nestemäisestä polttoaineesta riippuen 5–6 % ja maakaasussa 10 % alempi kuin ylempi lämpöarvo. Mikäli katsotaan että maakaasu on hyödynnettävissä ylemmän lämpöarvon mukaan, käytetään sitä laskelmissa. [8, s. 25.]

#### 4.4 Primäärienergiakerroin ja sen määrittäminen

Primäärienergiakerroin voidaan määritellä sekä yksittäisille polttoaineille että energiantuotannolle.

Primäärienergiakerroin on primäärienergiahyötysuhteen käänteisluku. Esimerkiksi lauhdesähkön primäärienergiakerroin on 2,5, jos primäärienergiahyötysuhde on 40 %. Tämä on samalla koko EU alueen sähköntuotannon primäärienergiakerroin ja näin ollen vastaa käytännössä hiililauhteen kerrointa. Tästä huomataan myös, että ydinvoimalle on sovellettu sellaista laskentatapaa, joka johtaa melkein samanlaiseen suuruusluokkaan.

Kokonaisprimäärienergiakerroin on tietyn energiamuodon primäärienergia, uusiutumaton ja uusiutuva, jaettuna tuotetulla energialla. Kokonaisprimäärienergiakerroin sisältää siis sekä uusiutumattomat että uusiutuvat energialähteet. Kaikkien energiamuotojen kokonaisprimäärienergiakerroin on suurempi kuin yksi. [7, s. 6.]

Taulukossa 5. on esitetty yleisimpien polttoaineiden primäärienergiakertoimet sekä kokonaiskerroimen että uusiutumattoman kertoimen osalta.

*Taulukko 5. Primäärienergiakertoimet. [7, s. 6.]*

Polttoaine	Uusiutumaton kerroin	Kokonaiskerroin
Polttoöljy	1,35	1,35
Maakaasu	1,10	1,10
Kivihiili	1,20	1,20
Turve	1,20	1,20
Koksi	1,53	1,53
Puupolttoaineet	0,10	1,10
Biokaasu	0,05	1,05
Teollisuuden sekundäärilämpö	0,05	1,05
Kierrätyspolttoaineet	0,10	1,10

#### 4.5 Kaukolämmön primäärienergiakertoimen määrittäminen

Rakennusten kokonaisenergiantarvetta, energialuokitusten määrittelyä ja energiatehokkuutta määrittelee Eurooppalainen standardi EN 15603:2008. Suomalaiseksi kansalliseksi standardiksi se on vahvistettu vuonna 2008. Standardi määrittää keskiarvoiset primäärienergiakertoimet yleisimmin Euroopassa käytetyille polttoaineille. [7, s. 6.]

Standardin mukaan kaukolämmön primäärienergiakerroin lasketaan kaavalla 1,

$$f_{P,DH} = \frac{\sum_i Q_{F,i} \times f_{P,F,i} - W_{CHP,el} \times f_{P,elt}}{\sum_i Q_{C,i}} \quad (1)$$

$f_{P,DH}$  on kaukolämmön primäärienergiakerroin [-],

$Q_{F,i}$  on polttoaineen kulutus tarkasteluvuotena [Wh],

$f_{P,F,i}$  on polttoainekohtainen primäärienergiakerroin [-],

$W_{CHP,el}$  on yhteistuotannon sähkön nettotuotanto tarkasteluvuotena [Wh],

$f_{P,elt}$  on sähkön primäärienergiakerroin [-],

$Q_{C,i}$  on kaukolämmön tuotanto tarkasteluvuotena [Wh].

Tehokkaampi yhteistuotanto siis pienentää primäärienergiakerrointa. Kokonaiskertoimen ja uusiutumattoman osuuden kertoimen välinen ero pienenee mitä enemmän kaukolämpöyhtiö käyttää fossiilisia polttoaineita tuotannossaan. Laskelmissa sähkön primäärienergiakerrointa käytetään yllä mainittua hiililauhteen kerrointa 2,5. Mikäli sähkön primäärienergiakerrointa muutetaan vaikuttaa se sähköpohjaisten ratkaisuiden kilpailukykyyn kaukolämpöön nähden. [7, s. 6.]

Kaukolämmön tavoin olisi johdonmukaista määrittää kiinteä primäärienergiakerroin n maa- ja ilmalämpöpumppuratkaisuille. Näin nämä lämmitysmuodot, jotka kilpailevat keskenään, olisivat vertailukelpoisia tulevissa määräyksissä. Rakentajan näkökulmasta vertailukelpoisilla kertoimilla yksinkertaistetaan päätöksentekoa eri lämmitysmuotojen välillä. [7, s. 9.]



## 4.6 Kaukolämmön primäärienergian jakomenetelmät

### 4.6.1 Jakomenetelmien merkitys

Yhteistuotannossa tuotetun sähkön ja lämmön polttoaineen jakamiseen on useita menetelmiä. Energia- ja hyödynjakomenetelmä ovat vakiintuneet polttoaineiden jakotavat tilastokeskuksen tilastoissa. Jos jakoa ei tehtäisi, tunnettaisiin vain erillistuotannon polttoaine-energia ja yhteistuotannon kokonaispolttoaine-energia sekä erillistuotannon ja yhteistuotannon kokonaispäästöt. Keinotekoisella jakamisella saadaan selville yhteistuotantona tuotetun lämmön ja sähkön polttoaine-energia. Jakotapana käytetty menetelmä vaikuttaa lämmön ja sähkön kokonaistuotannon polttoaineisiin sekä päästöihin ja näin yhteistuotetun lämmön ja sähkön primäärienergia- ja ominaispäästökertoimeen. Suomessa yhteistuotannon osuus on merkittävä joten menetelmien vaikutus korostuu verrattuna moneen muuhun maahan.

Menetelmistä hyödynjakomenetelmä jyvittää yhteistuotetun energian polttoaineita energiamenetelmää enemmän sähkölle. Jakotapojen väliset erot ovat merkittäviä ja näin tulisi primäärienergian ja primäärienergiakertoimien yhteydessä tarkistaa yhteistuotannon energianlähteiden jakotapa. [8, s. 16.]

### 4.6.2 Hyödynjakomenetelmä

Tiivistettynä hyödynjakomenetelmä määrittää vaihtoehtoisen erillistuotantotavan yhteistuotantona tuotetulle lämmölle ja sähkölle. Vakiintunut vaihtoehtoinen sähkön tuotantotapa on hiililauhdetuotanto jonka hyötysuhde on 40 %. Lämmön erillistuotannolle on vakiintunut 90 % hyötysuhde. Tästä voidaan verrata kuinka paljon yhteistuotannolla tuotettuun kaukolämpöön ja sähköön kuluu polttoainetta ja kuinka paljon polttoainetta kuluisi erillistuotantotavoilla, jotta sama tuotannon taso saavutettaisiin. Samalla kun lasketaan polttoaineiden kulutus, voidaan siitä myös laskea hiilidioksidipäästöt joita tuotanto aiheuttaa. [7, s. 11. 9, s. 14.]

#### 4.6.3 Energiamenetelmä

Energiamenetelmä jakaa kokonaisenergiantuotannosta osuudet yhteistuotantona tuotetulle lämmölle ja sähkölle. Tuotannossa käytetyt polttoaineet jaetaan sähkölle ja lämmölle näiden osuuksien perusteella. Käytännössä, jos esimerkiksi kaukolämpöä tuotetaan 600 GWh ja samalla sähköä 400 GWh, niin yhteistuotantoon käytetystä primäärienergiasta 60 % jaetaan lämmölle ja 40 % sähkölle.

Jakamalla yhteenlaskettu lämmöntuotannon polttoainekulutus kaukolämmön nettotuotantomäärällä saadaan primäärienergiakerroin lämmölle. Sähkön primäärienergiakerroin saadaan suorittamalla sama laskutoimitus yhteistuotantona tuotetulle sähkölle.

Energiamenetelmä ei huomioi polttoainekohtaisia kertoimia, joten menetelmällä voidaan laskea vain kaukolämmölle ja sähkölle pelkät kokonaiskertoimet. [7, s. 12.]

#### 4.6.4 Primäärienergiavastine

Vaihtoehtoisessa tavassa ajatellaan että esimerkiksi veden ja ydinpolttoaineen sisältämä energiamäärä syrjäyttää fossiilisia polttoaineita ja että niiden primäärienergia muodostuu niiden syrjäyttämästä energiamäärästä.

Primäärienergian lukuarvon laskemiseksi energianlähteiden sisältämälle primäärienergialle eli primääriselle energiamuodolle pitää valita primäärienergiavastine. Se voidaan valita usealla eri tavalla. Esimerkiksi vesivoimalla tuotetun sähkön energianlähteen, joka on virtaava vesi, primäärisen energiamuodon, joka on sähköenergiaa, vastineeksi asetetaan esimerkiksi se polttoaine-energia, mikä olisi tarvittu saman sähkömäärän tuottamiseen tavanomaisella fossiilisiin polttoaineisiin perustuvalla lämpövoimatuotannolla. Muun muassa BP:n energiatilastot käyttävät tätä lähestymistapaa.

Nykyään kuitenkin jokaista energiamuotoa ja polttoainetta käsitellään erikseen niiden sisältämän energian mukaan ja vaihtoehtoisesta tuotantotapaan perustuvasta primäärienergiavastine määrittelystä on pääosin luovuttu. Tämä kuitenkin havainnollistaa kuinka tarkkana primäärienergiaa, etenkin uusiutuvia energialähteitä, koskevien tulkin-

tojen kanssa pitää olla. Vakiintunut käytäntö kuitenkin on, että energiatilastoinnissa tuotannon omaa primäärienergiaa käytetään primäärienergiavastineena. Suurin mahdollinen primäärisen energiamuodon mukainen energiamäärä, joka energianlähteestä on käytännön sovelluksissa saatavissa, valitaan yleensä energianlähteen primäärienergiaksi. [8, s. 24.]

#### 4.6.5 Energiamuotojen kerroin

Energiamuotojen kertoimien pohjana käytetään kevyen polttoöljyn hiilidioksidin ominaispäästöjä. Muiden energialähteiden tai energiantuotantomuotojen polttoaineiden hiilidioksidin ominaispäästöt suhteutetaan siihen. Tämä auttaa huomioimaan muiden energiantuotantomuotojen hiilidioksidipäästöt. Primäärikerroin ei nimittäin suoraan huomioi hiilidioksidipäästöjä, esimerkiksi ydinvoima ei tuota hiilidioksidipäästöjä, mutta sen primäärienergiakerroin on 3,03.

Hiilidioksidipäästöjen vähentäminen kuitenkin on yksi suurimmista tavoitteista ja siten myös mittareista joita seurataan. Tämän vuoksi rakennusmääräyksissä käytettävissä kertoimissa huomioidaan taulukossa 6 olevat energiamuotojen kertoimet.

Taulukko 6. Energiamuotojen kertoimet [10, s. 11.].

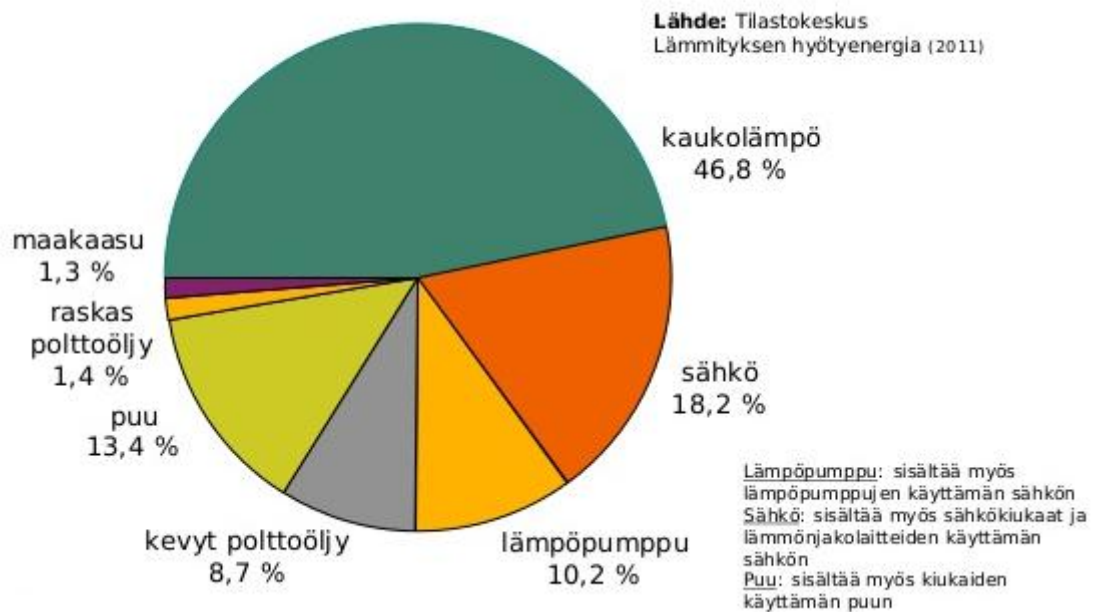
Energiamuoto	Kerroin
Sähkö	2,0
Kaukolämpö	0,7
Kaukojäähdytys	0,4
Fossiiliset polttoaineet	1,0
Uusiutuvat polttoaineet	0,5

1.7.2012 on astunut voimaan uudisrakentamisen osalta uudet energiamääräykset. Siinä rakennusten kokonaisenergiankulutus esitetään E-luvulla. Energiamuodon kertoimia ei voi suoraan verrata keskenään vaan energianlähde muutetaan ensin lämmöksi. E-luku siis lasketaan energiamuotojen kertoimien ja ostetun energian tulona. Tästä ostoenergia pitää sisällään sen kuinka paljon kaukolämpöä, sähköä tai polttoaineita tarvitaan rakennuksen nettoalan lämmittämiseen. Nettoalalla tarkoitetaan rakennuksen bruttoalaa josta vähennetään rakennuksen ulkoseinät. [11, s. 3-13.]

## 5 Suomalaista lämmöntuotantoa

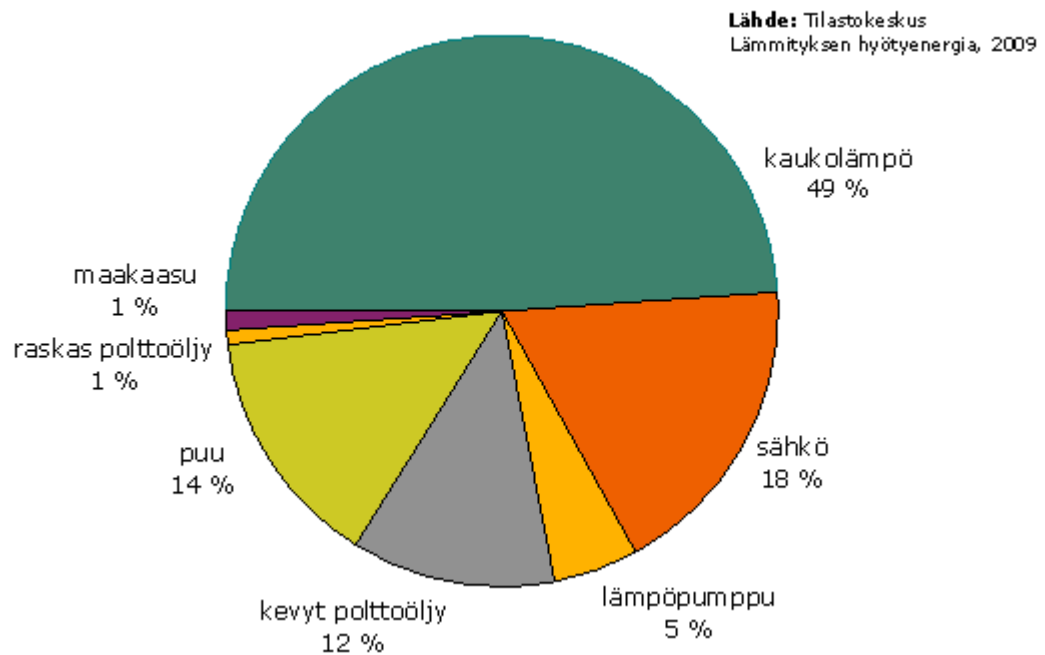
### 5.1 Lämmöntuotannon jakaantuminen

Lämmitys on usein suurin rakennusten ympäristökuormaan vaikuttava tekijä. Suomessa se on huomattava johtuen pitkästä talvestamme. Kuten edellisissä kappaleissa on jo mainittu, päästöjen vähentäminen on seuraavien vuosien tärkein tavoite, ja täten lämmitysjärjestelmien parantaminen tärkeää. Riippuvuutta fossiilisista polttoaineista, jotka aiheuttavat hiilidioksidipäästöjä koetetaan vähentää ja näin kasvatetaan uusiutuvien energianlähteiden osuutta. Suomessa lämmöntuotanto on jakaantunut useiden eri tuotantotapojen välille kuvan 3 mukaisesti. Kuvasta 4 voidaan todeta vuoden 2009 tilanne.



Kuva 3. Lämmöntuotannon jakaantuminen eri tuotantotapojen välille vuonna 2011.

[13.]



*Kuva 4. Lämmöntuotannon jakaantuminen eri tuotantotapojen välille vuonna 2009. [12.]*

## 5.2 Pellettilämmitys

Pelletti on käytännössä puuta tiiviissä muodossa. Yksi kuutio sisältää saman verran energiaa kuin 300 l kevyttä polttoöljyä. Pellettien raaka-aineina käytetään puu- ja saha-teollisuuden sivutuotteita.

Pellettejä säilytetään siilossa lähellä kattilahuonetta, ja esimerkiksi omakotitalon vuoden pelletit mahtuvat kahdeksaan kuutioon. Pelletit siirretään siilosta polttimeen siirtoruuvilla. Pelletit vaativat niille suunnitellun polttimen, mutta tämä voidaan asentaa useimpiin puu- ja öljykattiloihin. Polttimen ohjausyksikkö säätää järjestelmää lämmöntarpeen mukaan. Pellettikattila vaatii huolenpitoa nuohoamisen ja tuhkien poiston muodossa. Huoltoväli riippuu järjestelmän automaatioasteesta, yleensä 1 - 6 kk. [17, s. 67-73.]

### 5.3 Sähkölämmitys

Sähkölämmitys on helppokäyttöinen lämmitysjärjestelmä, jonka suurin puute on suhteellisen kallis lämmitysenergian hinta. Ympäristökuormituksen määrä riippuu sähkön hankintatavasta, tuulella ja vedellä tuotettu sähkö täyttää ekoenergian kriteerit. Energiamuodosta riippumatta, sähköenergian energiamuodonkerroin on 2.

Sähkön lämmöntuottolaitteena käytetään sähkövastuksilla varustettu varaajaa tai sähkökattilaa.

Sähkövaraajalla tuotetaan lämmitysenergia ja lämpimän käyttöveden tarvitsema energia. Mitä enemmän yö sähköä käytetään, sitä edullisemmaksi sähkölämmityksen käyttö tulee.

Sähkökattilalla tuotetaan talon hetkellinen lämmitysenergia ja käyttöveden lämmittämiseen käytetään erillistä käyttövesivaraajaa. [16.]

### 5.4 Maalämpö ja ilmalämpöpumput

Maalämpöpumpun periaate on hyödyntää maaperään tai vesistöön sitoutunutta lämpöenergiaa. Maalämpöpumppu on alkuinvestoinneiltaan kallis ratkaisu, koska se vaatii poratun lämpökaivon tai maahan asennetun lämpöputkiston, mutta sen käytön aikaiset kulut ovat pienet ja se vaatii vain vähän huoltotoimenpiteitä. Maalämpöpumpulla tuotetusta lämmöstä 2/3 on uusiutuvaa maaperän lämpöenergiaa ja 1/3 on sähköllä tuotettua.

Ilmalämpöpumppu puolestaan hyödyntää ilmaan varastoitunutta lämpöenergiaa. Alkuinvestoinniltaan se on halvempi kuin maalämpöpumppu, mutta sen hyötysuhde laskee, kun ilma kylmenee. Tämän takia Senaatti-kiinteistöjen kiinteistökannasta se osa, joka sijaitsee pohjoisessa, ei pystyisi hyödyntämään ilmalämpöpumppua korkealla hyötysuhteella. [17, s. 56-61.]

## 5.5 Kaukolämpö ja sen polttoaineet

Kaukolämpö on suosituin lämmitysmuoto Suomessa. Sen suosio perustuu hyvään energiatehokkuuteen ja ympäristöystävällisyyteen. Kaukolämpö hyödyntää sähköntuotannon yhteydessä muodostuvaa lämpöenergiaa, joka muuten menisi hukkaan. Teollisuuden ylijäämälämmöstä ja kaatopaikkojen biokaasujen polttamisesta saadaan myös kaukolämpöä.

Kaukolämmön ympäristövaikutukset riippuvat siitä, miten ja millä kaukolämpö on tehty. Kaukolämpöä tuotetaan sähköä ja lämpöä tuottavissa voimalaitoksissa ja lämpökeskuksissa. Yhteistuotantolaitoksissa tuotetun sähkön ja lämmön hyötysuhde on erittäin hyvä, jopa 90 %. Kaukolämmön polttoaineita ovat fossiilisista vaihtoehdoista esimerkiksi kivihiili, maakaasu, turve ja uusiutuvista puu, pelletti, hake ja biokaasu.

Lämmitysmarkkinoista kaukolämmön osuus on noin 50 % ja melkein 2,7 miljoonaa henkeä asuu kaukolämmitetyissä taloissa. Kaukolämmön markkinaosuus suurissa kaupungeissa on yli 90 %, koska kaukolämpö on taloudellisempaa sitä mitä tiheämpään on rakennettu. Lämpö siirretään asiakkaille kaukolämpöverkossa kiertävän kuuman veden välityksellä. Kaukolämpöverkon kuuman veden energia siirretään lämmönsiirtimen avulla talojen lämmitys- ja lämpimän käyttöveden verkkoihin. [14.]

Kaukolämmön tuotanto oli vuonna 2010 39 TWh. Kaukolämmön tuotannosta 60 % oli fossiilisilla polttoaineilla tuotettua, josta puolet oli maakaasua. Turpeella ja uusiutuvilla kaukolämpöä tuotettiin 19 prosenttia. [15.]

### 5.5.1 Uusiutuvat polttoaineet

Kaukolämmön ja sen kanssa yhteistuotantona tuotettavan sähkön yhteistuotannon polttoaineista uusiutuvan energian osuus oli vuonna 2010 noin 18 % ja uusiutuvan energian käyttö on kolminkertaistunut kymmenessä vuodessa. Sähköntuotannosta uusiutuvan energian osuus oli 12 % vuonna 2010. [14.]



Suomen suurin energiapotentiaali sijaitsee metsissämme, joiden kasvu on nopeampaa kuin ennen ja puuta täten on aiempaa enemmän. Raaka-aineresurssit suosisivat näin ollen puun käytön lisäämistä. Kotimaisena polttoaineena puu pienentää riippuvuutta tuontipolttoaineista. Puu on metsäteollisuuden raaka-aine, ja valtaosa metsäenergiasta saadaan metsäteollisuuden tuotantoketjun yhteydessä. Näitä ovat muun muassa mustaliipeä, sahanpuru ja puunkuori. Näiden lisäksi metsästä saadaan energiakäyttöön metsähaketta.

Puun energiasisältö ei ole yhtä korkea kuin fossiilisilla polttoaineilla, ja siksi se on enemmänkin paikallinen polttoaine korkeiden kuljetuskustannusten vuoksi. Tämä aiheuttaa sen, että hinta vaihtelee alueittain.

Metsäenergia on uusiutuvaa. Puu on ympäristöystävällinen polttoaine, vaikka sen poltosta syntyy hiilidioksidipäästöjä. Nämä hiilidioksidipäästöt on määritelty kasvihuonekaasuneutraaleiksi, koska puu kasvaessaan sitoo hiiltä, mikä poltettaessa vapautuu. Jos metsä kasvaa saman verran kun sitä hyödynnetään, ei puun käyttäminen energianlähteenä lisää ilmakehän hiilidioksidipitoisuutta. Verrattuna muihin kiinteisiin polttoaineisiin puun poltosta syntyy vähemmän rikki-, typpi- ja raskasmetallipäästöjä sekä tuhkaa. [16.]

### 5.5.2 Uusiutumattomat polttoaineet

Kaukolämmön ja sen kanssa yhteistuotantona tuotettavan sähkön yhteistuotannon polttoaineista uusiutumattoman energian osuus oli vuonna 2010 noin 82 %. Tärkeimmät energianlähteet ovat turve, maakaasu ja kivihiili.

#### 5.5.2.1 Turve

Turvetta voidaan polttaa sellaisenaan, mutta kasvavassa määrin sitä käytetään puunpolton rinnalla, puuta tukevana polttoaineena. Nykyinen teknologia takaa tasaisen laadun, hyvän saatavuuden ja puuta paremman energiasisällön, jonka takia se soveltuu hyvin

yhteiskäyttöön. Turpeen osuus kaukolämmön ja yhteistuotantona tuotetun sähkön polttoaineiden osalta on ollut 17-20 %. [16.]

Suomessa turpeentuotanto on keskittynyt Lapin, Pohjois-Pohjanmaan, Kainuun ja Pohjois-Karjalan maakuntiin, joissa turpeen energiavarat ovat suurimmat. Turvetuotantoon soveltuvien soiden pinta-alaksi on arvioitu n. 1,4 milj. ha ja tästä käytössä on vain noin 1 %. Turve on polttoaineena hitaasti uusiutuva (3000 vuotta), joten vaikka se ei ole fossiilinen polttoaine sitä käsitellään päästöjen osalta kuten fossiilista polttoainetta, ja näin ollen turvetta ei lueta uusiutuvien energialähteiden joukkoon. [16.]

#### 5.5.2.2 Maakaasu

Maakaasu muodostaa noin 11 % Suomen energiankulutuksesta ja tästä 75 % käytetään sähkön ja lämmön yhteistuotantoon. Maakaasun käyttöä rajoittaa maakaasuputkiverkoston rajallisuus, joka tällä hetkellä kattaa Suomen kaakkois- ja eteläosan.

Energialähteenä maakaasu on fossiilinen, mutta ympäristöystävällinen. Maakaasun poltosta syntyvät hiilidioksidi ja typpidioksidipäästöt ovat pienemmät kuin muilla fossiililla polttoaineilla. Maakaasua käytetään hyvin korkealla hyötysuhteella, mikä johtuu kaasun täydellisestä palamisesta, lämmön talteenottomahdollisuudesta ja puhtaista savukaasuista, lisäksi sen siirtohäviöt ovat verrattain pienet.

Maakaasun varastoiminen on ongelmallista, ja siksi sitä varastoidaan vain putkiverkossa. Maakaasun käytön uskotaan lisääntyvän koko Euroopassa, mikä tuo sille hinnankorotuspaineita. [16.]

#### 5.5.2.3 Kivihiili

Kivihiilen osuus kaukolämmön tuotannosta on noin 27 % ja sen käyttö on keskittynyt suuriin lauhde- ja kaukolämpövoimalaitoksiin. Öljyn jälkeen maailman tärkeimpänä energianlähteenä kivihiilen saatavuus on hyvä ja hinta kohtuullinen. Tosin kivihiilellä tuotetun energian kustannukset ovat kohonneet päästökaupan aloittamisen takia, mikä

on heikentänyt sen kilpailukykyä. Koska kivihiiltä on helppo varastoida, sillä on suuri merkitys energiavarmuutemme kannalta. Kivihiiltä on myös saatavissa monesta maasta.

Kivihiili poltettaessa vapauttaa suuria määriä hiili, rikki ja typpioksidi sekä pienhiukkaspäästöjä. Kivihiilen poltosta aiheutuvia hiilidioksidipäästöjä voidaan pienentää esimerkiksi laitosten hyötysuhdetta parantamalla. Suomessa kivihiiltä käyttävät voimalaitokset on varusteltu polttoteknisillä ja savukaasun puhdistukseen perustuvilla päästöjen vähennysmenetelmillä. [16.]

## 6 Senaatti-kiinteistöjen energian käyttö

### 6.1 Senaatti-kiinteistöjen hallinnoima lämmitysenergian tuotanto

Senaatti-kiinteistöjen itse hallinnoima lämmitysenergian tuotanto pitää sisällään omia aluelämpökeskuksia sekä rakennuskohtaista sähkö- ja öljylämmitystä. Aluelämpökeskuksilla lämmitetään suurempia kohteita/kokonaisuuksia, kun taas sähköllä ja öljyllä pienempiä. Senaatti-kiinteistöjen hallinnoima tuotanto käsittää 16 % koko Senaatti-kiinteistöjen käyttämästä lämmitysenergiasta.

- Määrällisesti yli 400 MWh vuodessa kuluttavia kohteita on 37 kpl ja alle 400 MWh on 157 kpl.
- Lämpöenergiaa yli 400 MWh vuodessa kuluttavat kohteet käyttävät yhteensä 61 100 MWh ja alle 400 MWh vuodessa kuluttavat kohteet käyttävät yhteensä 19 900 MWh.
- Kohteiden hiilidioksidipäästöt jakaantuvat, yli 400 MWh vuodessa kuluttavat kohteet tuottavat yhteensä 15 800 tCO<sub>2</sub>/v ja alle 400 MWh vuodessa kuluttavat kohteet tuottavat yhteensä 6 000 tCO<sub>2</sub>/v.
- Primäärienergian kulutus on yhteensä 86 700 MWh vuodessa, josta yli 400 MWh vuodessa kuluttavat kohteet käyttävät yhteensä 62 900 MWh ja alle 400 MWh vuodessa kuluttavat kohteet käyttävät yhteensä 23 800 MWh.

Taulukoissa 4,7 ja 8 kohteet on jaettu kahteen osaan, yli 400 MWh vuodessa kuluttaviin ja pienempiin:

*Taulukko 7. Senaatti-kiinteistöjen lämmityskohteiden päästöt*

	Päästökertoimet	lämmönkulutus kpl,yli 400 MWh/v	lämmönkulutus kpl,yli 400 MWh/v summa	Co2 päästöt, yli 400Mwh/v,kg/v
	kgCO2/MWh	MWh/v	MWh/v	kgCO2/v
<b>Aluelämpö oma</b>				
Kevyt polttoöljy	267	24	42804	11428668
Raskas polttoöljy	279	3	2039	568881
Turve	382			0
Maakaasu	202	1	7570	1529140
Metsähake	0	1	2200	0
<b>Yhteensä</b>		<b>29</b>	<b>54613</b>	<b>13526689</b>
<b>Sähkölämmitys</b>				
Sähkö	400	5	4705	1881960
<b>Yhteensä</b>		<b>5</b>	<b>4705</b>	<b>1881960</b>
<b>Rakennuskohtainen öljylämmitys</b>				
Kevyt polttoöljy	267	1	622	166074
Raskas polttoöljy	279	1	400	111600
Maakaasu	202	0	0	83400
Metsähake	0	1	756	10490,4
<b>Yhteensä</b>		<b>3</b>	<b>1778</b>	<b>371564</b>
<b>Senaatti-kiinteistöjen vaikutuksen alaiset</b>		<b>37</b>	<b>61096</b>	<b>15780213</b>
<b>Kaukolämpö</b>		<b>62</b>	<b>255796</b>	<b>47719093</b>
<b>Aluelämpö ulkoinen</b>		<b>23</b>	<b>135948</b>	<b>36657552</b>
<b>Yhteensä</b>		<b>122</b>	<b>452839</b>	<b>100156859</b>

Taulukko 8. Senaatti-kiinteistöjen lämmityskohteiden primäärienergiankulutus

	Lämmönkulutus	Energiamuodon kerroin	Primäärienergian kulutus	Primäärienergian kulutus yli 400MWh/v	Energiamuodon kerroin	Primäärienergian kulutus yli 400MWh/v, uusiutuvilla
Aluelämpö oma	MWh/v		MWh/v	MWh/v		MWh/v
Kevyt polttoöljy	48298	1	48298	42804	0,5	21402
Raskas polttoöljy	6013	1	6013	2039	0,5	1019,5
Turve	ei tietoja	1		0	0,5	0
Maakaasu	7570	1	7570	7570	0,5	3785
Metsähake	2200	0,5	1100	1100	0,5	550
<b>Yhteensä</b>	<b>64081</b>		<b>62981</b>	<b>53513</b>		<b>26756,5</b>
<b>Sähkölämmitys</b>						
Sähkö	10307					
<b>Yhteensä</b>	<b>10307</b>	<b>1,7</b>	<b>17522</b>	<b>7998,5</b>	<b>0,5</b>	<b>3999,25</b>
<b>Rakennuskohtainen öljylämmitys</b>						
Kevyt polttoöljy	3961	1	3961	622	0,5	311
Raskas polttoöljy	1495	1	1495	400	0,5	200
Maakaasu	376	1	376	0	0,5	0
Metsähake	756	0,5	378	378	0,5	189
<b>Yhteensä</b>	<b>6588</b>		<b>6210</b>	<b>1400</b>		<b>700</b>
<b>Senaatti-kiinteistöjen vaikutuksen alaiset</b>						
	<b>80976</b>		<b>86713</b>	<b>62912</b>		<b>31456</b>
<b>Kaukolämpö</b>	<b>259227</b>	<b>0,7</b>	<b>181459</b>	<b>179056,9648</b>		<b>179056,9648</b>
<b>Aluelämpö ulkoinen</b>	<b>136612</b>		<b>23252</b>	<b>23252</b>		<b>23252,35</b>
<b>Yhteensä</b>	<b>476814</b>		<b>291424</b>	<b>265221</b>		<b>233765</b>

## 6.2 Kaukolämpö

Kaukolämmön ja ulkoistetun alueellisen lämmityksen osuus Senaatti-kiinteistöjen kokonaislämmitysenergian kulutuksesta on 84 %. Kaukolämpö- ja aluelämpöyhtiöiltä saatujen tietojen perusteella Senaatti-kiinteistöjen ostama ulkoinen lämmitysenergian tuotanto koostuu taulukon 7 mukaisesti.

Kaukolämpöyhtiöiden käytetyin polttoaine oli tutkimuksen mukaan bioperäistä ja sillä tuotettua lämpöenergiaa käytettiin 41 kohteessa ja se muodostaa 31 % Senaatti-kiinteistöjen kaukolämmön tuotantoon kulutetuista polttoaineista. Biopolttoaineilla tuotettua lämpöenergiaa kulutettiin 74 600 MWh vuodessa. Tutkimuksen mukaan jokaises-

sa voimalassa oli biopolttoaineen rinnalla, joko päivittäisessä käytössä tai varavoimana, fossiilisia polttoaineita.

Maakaasun tuottamaa kaukolämpöä käytettiin 30 kohteessa 72 000 MWh vuodessa ja se muodostaa 30 % Senaatti-kiinteistöjen kaukolämmön tuotantoon kulutetuista polttoaineista. Maakaasun käyttöä rajoittaa rajallinen maakaasuverkko, ja täten sen käyttäminen on painottunut Etelä-Suomeen, jossa sitä käyttävät suuret voimalaitosyksiköt kuten Helsingin Energia, Vattenfall ja Fortum.

Kivihiilellä tuotettua kaukolämpöä käytettiin 30 kohteessa 46 100 MWh vuodessa ja se muodostaa 19 % Senaatti-kiinteistöjen kaukolämmön tuotantoon kulutetuista polttoaineista. Senaatti-kiinteistöjen rakennuskannasta suuria yksiköitä sijaitsee suurten asutuskeskusten alueella, jotka puolestaan sijaitsevat rannikolla tai rannikon läheisyydessä. Näiden alueiden voimalaitoksissa käytetään polttoaineena kivihiiltä.

Turpeella tuotettua kaukolämpöä käytettiin 16 kohteessa 40 800 MWh vuodessa ja se muodostaa 17 % Senaatti-kiinteistöjen kaukolämmön tuotantoon kulutetuista polttoaineista. Turpeen käyttö on painottunut Savon ja Pohjois-Suomen alueelle. Turve toimii rinnakkaispolttoaineena biopolttoaineiden kanssa useissa voimalaitoksissa.

Polttoöljyillä tuotettua kaukolämpöä käytettiin 20 kohteessa 9 000 MWh vuodessa ja se muodostaa 4 % Senaatti-kiinteistöjen kaukolämmön tuotantoon kulutetuista polttoaineista. Polttoöljyt toimivat muutamaa kohdetta lukuun ottamatta varavoimana talven energiapiikkien varalle tai huoltoseisokkien ajaksi.

### 6.3 Ulkoistettu aluelämmön tuotanto

Ulkoistettujen aluelämpökeskusten lämmittämiä kohteita oli 27 kpl. Polttoaineina näissä käytettiin pääasiassa turvetta, öljyä ja bioperäisiä polttoaineita. Maakaasua käytettiin yhdessä kohteessa ja kivihiiltä ei yhdessäkään. Yhteensä lämpöä nämä kohteet kuluttavat 160 000 MWh vuodessa, joka on primäärienergiana 136 600 MWh, ja CO<sub>2</sub>-päästöjä 36 800 tCO<sub>2</sub>/v. Biopolttoaineiden osuus koko lämmityspolttoaineista oli 29 %. Kohteet on eritelty taulukossa 9.

*Taulukko 9. Senaatti-kiinteistöjen ulkoistama lämmitysenergian tuotanto*

	Maakaasu		Kivihiili		Turve		Raskasöljy		Kevytöljy		Bio		Yhteensä	
	MWh/v	kgCO <sub>2</sub> /v	MWh/v	kgCO <sub>2</sub> /v	MWh/v	kgCO <sub>2</sub> /v	MWh/v	kgCO <sub>2</sub> /v	MWh/v	kgCO <sub>2</sub> /v	MWh/v	kgCO <sub>2</sub> /v	kgCO <sub>2</sub> /v	MWh/v
Kaukolämpö	71989	14541726	46119	15726514	40766	15572471	8879	2477367	170	45390	74579	0	48363468	242502
	29,7 %	30,1 %	19,0 %	32,5 %	16,8 %	32,2 %	3,7 %	5,1 %	0,1 %	0,1 %	30,8 %			
Ulkoinen aluelämpö	119	24038	0	0	50239	19191203	62544	17449790	433	115611	46505	0	36780641	159840
	0,1 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	31,4 %	52,2 %	39,1 %	47,4 %	0,3 %	0,3 %	29,1 %			
Yhteensä	72108	14565764	46119	15726514	91004	34763673	71424	19927157	603	161001	121084	0	85144110	402341
	17,9 %	17,1 %	11,5 %	18,5 %	22,6 %	40,8 %	17,8 %	23,4 %	0,1 %	0,2 %	30,1 %			

## 7 Senaatti-kiinteistöjen suorittamat verkostoluovutukset

Senaatti-kiinteistöt ovat luovuttaneet lämpöverkostojaan kaukolämpöyhtiöiden hallintaan. Tässä työssä käsitellään verkostoluovutuksia vuodesta 2006 eteenpäin. Yhtiöille, jotka ovat ottaneet lämpöverkon hallintaansa, lähetettiin kysely jossa tiedusteltiin seuraavia asioita:

- Millä tavoin tuotate kaukolämpönne?
- CO<sub>2</sub>-päästöt, mitä päästökertoimia käytätte polttoaineillenne?
- Primäärienergian kulutus?
- Onko muutoksia suunnitteilla tuotantoon ja jos on niin minkälaisia?

Vastauksien saaminen oli yllättävän hankalaa, osin ajankohdan takia. Kyselyn lähettäminen osui hiihtolomaviikkojen sekä pääsiäisen kanssa päällekkäin. Niiden yhtiöiden puolesta, jotka eivät kyselyyn vastanneet, tiedot on kerätty energiateollisuuden -ja yritysten internet-sivuilta sekä Senaatti-kiinteistöiltä saaduista dokumenteista. Taulukossa 10 on esitelty kyselyn tulokset uusiutuvan energian lisäämisen puolesta.

*Taulukko 10. Uusiutuvan energian lisääminen*

<b>Kohteita yhteensä</b>	<b>19</b>
<b>Lisää uusiutuvia</b>	9
<b>Ei muutoksia tuotantoon</b>	3
<b>Ei vastausta</b>	7

Primäärienergian kulutusta ei laskettu monessakaan yrityksessä, joten niitä tietoja ei tässä työssä käytetä. Primäärienergian sijasta ilmoitettiin myyty lämpöenergia. Päästökertoimet olivat vakioita, jotka on listattu taulukoon 11. Alkuperäisenä ajatuksena oli, että yhtiöt olisivat kertoneet kaukolämmöntuotantonsa lopullisen päästökertoimen, johon olisi laskettu kaikki polttoaineet, joita on käytetty.



Taulukko 11. Päästökertoimet. [18.]

<b>Päästökertoimet</b> <b>kgCO<sub>2</sub>/MWh</b>	
<b>Bioperäiset</b>	0
<b>kivihiili</b>	341
<b>turve</b>	382
<b>maakaasu</b>	202
<b>sähkö</b>	400
<b>kevyt polttoöljy</b>	267

Primäärienenergian voidaan katsoa laskevan, kun Senaatti-kiinteistöt luovuttavat lämpöverkkonsa paikalliselle lämpöyhtiölle. Verkostojenluovutusten yhteydessä Senaatti-kiinteistöiden totaalinen lämmönkulutus on pienentynyt keskimäärin 10 % per kohde, koska alueverkon lämpöhäviöt ovat siirtyneet lämpöyhtiöiden vastuulle. Aikaisemmin rajapinta oli tontin rajalla ja alueverkostohäviöt kulutettiin ns. kiinteistöenergiana. Lämmitys oli aikaisemmin tuotettu suurimmilta osin fossiilisilla polttoaineilla joiden kerroin on 1 mutta kaukolämmön kerroin puolestaan on 0,7. Näillä arvoilla laskettuna primäärienergia laskee per kohde 37 %. [19.]

Taulukossa 12 on laskettu kohteiden CO<sub>2</sub>-päästöt käyttäen polttoainekohtaisia päästökertoimia. Verkostoluovutusten vaikutuksesta CO<sub>2</sub>-päästöt ovat vähentyneet yhteensä 54 %.

Laskuissa ei ole käytetty hyödynjakomenetelmää, eli kaukolämpöyhtiöiden tuottamaa energiaa ei ole erikseen jyvitetty sähkölle ja lämmölle. Yhteenvetona todetaan, että lämpöverkon luovuttaminen vähentää lämmönkulutusta kohteessa 10 %, primäärienergian kulutusta 37 % ja CO<sub>2</sub>-päästöjä 54 %.

Taulukko 12. Verkostoluovutukset

VERKOSTOLEN LUOVUTUKSET 2006-2011						
Alueen nimi	Hankeen lyhyt kuvaus		Vuositittainen kulutus MW/Polttoaine ennen	CO2 päästöt ennen	Polttoaine nyt	CO2 päästöt nyt
Haminan varuskunta	Kaukolämpöverkon luovuttaminen	Haminan Energia	8563 Öljy	2540357	maakaasu	1729726
Urhonniemen varuskunta	Kaukolämpöverkon luovuttaminen	Fortum Energiatekniikka	8000		Hake 49, turve 18, öljy 33	
Dragstadin varuskunta	Kaukolämpöverkon luovuttaminen	Tammisaaren Energia	8200		hake 99, öljy 1	22878
Karkkilaan alue	Kaukolämpöverkon luovuttaminen	Eteläsvon energia	5000 bio 46, turve 50, raskaspolttoöljy 4	1123111	bio 46, turve 50, raskaspolttoöljy 4	1010800
Niinisaalon varuskunta	Kaukolämpöverkon luovuttaminen	Vatjankosken sähkö	11200 hake 40, turve 40, raskaspolttoöljy 20	2037773	hake 40, turve 40, raskaspolttoöljy 20	2264192
Riihimäen varuskunta	Kaukolämpöverkon luovuttaminen	Riihimäen kaukolämpö	7000	0	yhdyskuntajäte	0
Keuruun varuskunta	Kaukolämpöverkon luovuttaminen	Keuruun sähkö	7800 Öljy25/hake75	578500	turve 37, por 33, bio 30	1820598
Kalkun kuljetusvarikko	Kaukolämpöverkon luovuttaminen	Tampereen sähkölaitos	2520 Öljy	747600	maakaasu 65,8, turve 15, Öljy 1,9 ja puu 17,3	492703
Pirkkalan lentotukikohta	Kaukolämpöverkon luovuttaminen	Tampereen sähkölaitos	7386 Turve/öljy	2757440	maakaasu 65,8, turve 15, Öljy 1,9 ja puu 17,3	1444089
Lakkala	Kaukolämpöverkon luovuttaminen	Tampereen sähkölaitos	5277 Öljy	1565510	turve 38, por 20, bio 42	1060466
Lievestore	Kaukolämpöverkon luovuttaminen	Lievestoreen lämpö	2700 Öljy	801000	öljy 20, bio 80	150660
LYV (Juupajoki)	Kaukolämpöverkon luovuttaminen	Millog	1777 Öljy	527177	hake	99129
Immonaan varuskunta	Kaukolämpöverkon luovuttaminen	Imatran lämpö	maakaasu			
Utin varuskunta	Kaukolämpöverkon luovuttaminen	Vapo Oy	9453 Turve/öljy	3649908	turve 25, öljy 5, bio 70	1034631
Säkylän varuskunta	Kaukolämpöverkon luovuttaminen	Fortum Energiatekniikka	22433 Öljy	6954230	öljy 30, bio 70	1877642
Parolan varuskunta	Kaukolämpöverkon luovuttaminen	Vattenfall	18000 maakaasu	4040000	maakaasu 60, bio 40	2181600
Keravan vanhila	Kaukolämpöverkon luovuttaminen	Keravan Energia	5300 Öljy	1572333	bio 75, maakaasu 25	267650
Taiteidenkoulu, Tuusula	Kaukolämpöverkon luovuttaminen	Fortum Power and Heat	2677 Öljy	794177	turve 20, bio 80	204523
Vekaranjärven varuskunta	Kaukolämpöverkon luovuttaminen	Vapo Oy	23228 Turve/öljy	7916102	turve 30, bio 70	2395736
Tikkakoski, Jyväskylä	Kaukolämpöverkon luovuttaminen	Vapo Oy	24000 Turve/öljy	8179200	turve 30, bio 70	2475360
Yhteensä			180514	45784418		20532383

## 8 Päätelmät

### 8.1 Senaatti-kiinteistöjen hallinnoima lämmitysenergian tuotanto

Senaatti-kiinteistön ympäristöstrategissa on asetettu tavoitteita CO<sub>2</sub>-päästöjen ja primäärienergian kulutuksen laskemiseksi sekä uusiutuvien energialähteiden käytön lisäämiseksi. Tämän työn muutostöitä kohdennettaisiin kohteisiin, joiden vuosittainen lämmitysenergiankulutus on yli 400 MWh. Prosentuaalisesti tämä tarkoittaisi muutostöitä 19 %:iin Senaatti-kiinteistön hallinnoimista lämmityskohteista. Käytännössä tämä tarkoittaa muutostöitä 36:een kohteeseen.

Kaikkien kohteiden (194 kpl) yhteenlaskettu primäärienergian kulutus laskisi 36 %, jos jokainen yli 400 MWh vuodessa kuluttava kohde (36 kpl) siirtyisi käyttämään uusiutuvilla energialähteillä tuotettua lämpöenergiaa. Huippukulutuspiikkien varalla säilytettäisiin jo olemassa olevat öljykattilat. Öljyllä on tässä työssä laskettu tuotettavan 30 % vuotuisesta lämmitysenergian tarpeesta. Taulukossa 13 esitetyt vähennykset merkitsisivät, primäärienergian kulutuksen laskua 16 000 MWh vuodessa. Näillä tuotantomäärillä primäärienergiaa kuluisi jatkossa 70 700 MWh vuodessa.

*Taulukko 13. Senaatti-kiinteistöjen primäärienergian kulutus*

	Tämän hetkiset		Muutetut		Vähennys	
Omat laitokset		<b>alle 400</b>	<b>yli 400</b>	<b>yht</b>		
pri.muutoksilla MWh/v	<b>86713</b>	<b>23801</b>	<b>46882</b>	<b>70683</b>	<b>18 %</b>	<b>16030</b>
CO2 päästöt Kg/v	<b>21799704</b>	<b>6019262</b>	<b>4893790</b>	<b>10913052</b>	<b>50 %</b>	<b>10886652</b>
Kaukolämpö	<b>181459</b>			<b>181459</b>		
CO2 päästöt	<b>48363468</b>			<b>48363468</b>		
Aluelämpö ulkoinen	<b>136587</b>			<b>136587</b>		
CO2 päästöt	<b>36780641</b>			<b>36780641</b>		
Yhteensä primääri	<b>404759</b>			<b>388729</b>	<b>4 %</b>	
yht.CO2 päästöt	<b>106943813</b>			<b>96057161</b>	<b>10 %</b>	

Ympäristölle haitalliset hiilidioksidipäästöt laskisivat yllä mainittujen toimenpiteiden ansiosta 50 %. Uusiutuvien polttoaineiden hiilidioksidipäästöjen lasketaan olevan nolla, koska puun katsotaan kasvun aikana sitoneen hiilidioksidia saman verran kuin poltettaessa vapautuu. Nykyisillä tuotantomäärillä hiilidioksidia syntyisi sama määrä kuin alle

400 MWh vuodessa kuluttavat kohteet tuottavat, sekä kulutushuippujen takia varalla olevien öljykattiloiden päästöt.

Uusiutuvilla energialähteillä tuotetaan tällä hetkellä 1,7 % lämmitysenergiasta. Taulukon 14 mukaan muutostöiden vaikutuksesta uusiutuvien energialähteiden osuus kasvaisi noin 54 % tuotetusta lämpöenergiasta.

*Taulukko 14. Senaatti-kiinteistöjen hallinnoima lämmitysenergian tuotanto jos yli 400 MWh vuodessa kuluttavat kohteet vaihtaisivat 70 % polttoaineista uusiutuviin.*

Aluelämpö oma	lämmönkulutus kpl,yli 400 MWh/v	lämmönkulutus kpl,yli 400 MWh/v summa	lämmönkulutus, yhteensä	Uusiutuvilla tuotettu lämpö	Uusiutuvilla tuotettu lämpö %
	Kpl	MWh/v	MWh/v	MWh/v	
Kevyt polttoöljy	24	42804	48298	29963	62,04 %
Raskas polttoöljy	3	2039	6013	1427	23,74 %
Turve	0	0	0	0	0,00 %
Maakaasu	1	7570	7570	5299	70,00 %
Metsähake	1	2200	2200	2200	100,00 %
Sähkö	5	4705	10307	3294	31,95 %
<b>Rakennuskohtainen öljylämmitys</b>					
Kevyt polttoöljy	1	622	3961	435	10,99 %
Raskas polttoöljy	1	400	1495	280	18,73 %
Maakaasu	0	0	376	0	0,00 %
Metsähake	1	756	756	756	100,00 %
Yhteensä		61096	80976	43654	53,91 %

Senaatti-kiinteistöjen suurin hiilijalanjälki syntyy kuitenkin ostetun lämmitysenergian tuotannosta. Ostettu lämmitysenergia pitää sisällään kaukolämmön ja energiayhtiöiden hallinnoimat aluelämpökeskukset. Näiden lämpöenergian tuotantotapaan Senaatti-kiinteistöt ei voi suoraan vaikuttaa. Kuitenkin ulkoistettu lämmitysenergiantuotanto on 420 000 MWh vuodessa, joka on 84 % kaikesta Senaatti-kiinteistöjen käyttämästä lämmitysenergiasta. Hiilidioksidipäästöjä ulkoistettu tuotanto tuottaa 850 000 tonCO<sub>2</sub>/v joka 80 % kaikesta Senaatti-kiinteistöjen tuottamasta hiilidioksidista.

Toimenpiteet omiin yli 400 MWh energiaa vuodessa kuluttaviin kohteisiin vähentäisi kokonaisuudessaan primäärienergian kulutusta 4 % ja hiilidioksidipäästöjä 10 %.

Senaatti-kiinteistöt ovat sitoutuneet energian kulutuksen vähentämiseen, kuten kappalessa 2 esitettiin. Energianvähennystavoitteeksi oli asetettu 32181 MWh. Tämän työn perusteella omiin aluelämpölaitoksiin toteutettavat toimenpiteet saisivat aikaan yhteensä noin puolet tavoitteesta, kuten taulukosta 15 huomataan.

*Taulukko 15. Omien aluelämpökeskusten energiansäästöpotentiaali.*

<b>Tavoite</b>	<b>32181</b>	<b>MWh</b>	
<b>Saavutettu</b>	<b>16030</b>	<b>MWh</b>	<b>49.8 %</b>
<b>Erotus</b>	<b>16151</b>	<b>MWh</b>	<b>50.2%</b>

## 8.2 Kaukolämpö

Senaatti-kiinteistöjen hankkima kaukolämmitys jakaantuu eri polttoaineiden suhteen verrattain tasaisesti. Kaukolämmön tuotantoon käytettyjen polttoaineiden keskinäiset suhteet muuttuvat kuitenkin jatkuvasti riippuen polttoaineiden hintakehityksestä ja energiaverotuksesta sekä muutoksista voimalaitoksissa. Muita kaukolämpöä koskevia muutoksia tulevaisuudessa ovat päästökaupan jatko ja päästöoikeuksien määrä, poliittiset päätökset uusiutuvan energian osalta ja siihen liittyvä päästöjen vähentämisen tarve sekä yleinen energiasektorin sääntely.

Kaukolämmöntuotannon päästöt ovat riippuvaisia siitä, millaisia tuotantotapoja ja polttoaineita on käytetty kaukolämmön tuotantoon. Osa voimalaitoksista käyttää vain yhtä polttoainetta, kun taas osa käyttää useaa eri polttoainetta. Motivan tilastoissa yhteistuotannolla tehdyn kaukolämmön päästökerroin on 220 kgCO<sub>2</sub>/MWh ja erillistuotannossa kertoimet lasketaan paikkakuntaakohtaisesti. Kertoimet on esitetty taulukossa 16.

Taulukko 16. Kaukolämmön paikkakuntaakohtaiset päästökertoimet.

**Kaukolämmön erillistuotannon paikkakuntien ryhmäjako ja  
laskennassa käytettävät ryhmäkohtaiset CO<sub>2</sub>-päästökertoimet**

<b>Ryhmä A</b> 20 kgCO <sub>2</sub> /MWh	<b>Ryhmä B</b> 40 kgCO <sub>2</sub> /MWh	<b>Ryhmä C</b> 60 kgCO <sub>2</sub> /MWh	<b>Ryhmä D</b> 80 kgCO <sub>2</sub> /MWh
Keitele Raabe Rantasalmi Uusikaupunki	Ilomantsi Ivalo Keminmaa Liperi Loimaa Mäntyharju Viitasaari	Haapajärvi	Hyrnsalmi Kauhava Somero Tammisaari
<b>Ryhmä E</b> 100 kgCO <sub>2</sub> /MWh	<b>Ryhmä F</b> 150 kgCO <sub>2</sub> /MWh	<b>Ryhmä G</b> 200 kgCO <sub>2</sub> /MWh	<b>Ryhmä H</b> 250 kgCO <sub>2</sub> /MWh
Perho Pielavesi	Ii Kannus Kokemäki Lapua Nurmes Oulainen Savitaipale	Keuruu Maarianhamina Nivala Parainen	Haukiputaa Joutseno Järvenpää Kangasala Kangasniemi Kemijärvi Kirkkonummi Lempäälä Leppävirta Lieto Mäntsälä Nurmijärvi Orimattila Pirkkala Puumala Siuntio Suonenjoki Tuusula Ylöjärvi
<b>Ryhmä I</b> 300 kgCO <sub>2</sub> /MWh	<b>Ryhmä J</b> 350 kgCO <sub>2</sub> /MWh	<b>Ryhmä K</b> 400 kgCO <sub>2</sub> /MWh	<b>Ryhmä L</b> 450 kgCO <sub>2</sub> /MWh
Alavus Iitti Juankoski Juva Jämsä Jämsänkoski Kaustinen Perniö Saarijärvi	Alajärvi Asikkala Huittinen Karttula Kurikka Lapinlahti Loviisa Maaninka Nilsia Outokumpu Paimio Rautalampi Rautavaara Salla Siilinjärvi Sotkamo Vimpeli	Hausjärvi Kauhajoki Loppi Oulunsalo Toholampi Tornio Varpaisjärvi	Jalasjärvi
<b>Ryhmä M</b> 500 kgCO <sub>2</sub> /MWh	<b>Ryhmä N</b> 226 kgCO <sub>2</sub> /MWh		
Haapavesi	Erillistuotantoalueet, joita ei ole ryhmissä A-M		

Lähde: Suomen Kaukolämpö Sky ry. Tilastovuosi 2001.]

Erillistuotantoalueille, joita ei Motivan tiedoista löydy, käytetään päästökertoimenä 226 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Taulukosta 17 löytyy Senaatti-kiinteistöjen käyttämän kaukolämmön ja ulkoistetun aluelämmön päästökertoimet. Kertoimet ovat saatu laskemalla keskiarvo energiayhtiöiltä saatujen tietojen mukaan, millä tavalla kaukolämpö tuotetaan kohteittain.

Senaatti-kiinteistöjen kaukolämmön keskimääräinen päästökerroin on hieman pienempi verrattuna Motivan tilastojen keskimääräiseen päästökertoimeen ja ulkoistettujen alue-  
lämpölaitosten päästökerroin taas korkeampi. Kertoimet on laskettu energiayhtiöiltä saatujen tietojen mukaan, jotka löytyvät taulukosta 7, käyttämättä hyödynjakomenetelmää.

*Taulukko 17. Senaatti-kiinteistöjen käyttämän kaukolämmön ja ulkoistetun aluelämmön päästökertoimet.*

	Päästökertoimet kgCO <sub>2</sub> /MWh
Kaukolämpö	199
Ulkoistettu aluelämpö	230
Yhteensä	212

Energiayhtiöille lähetetyn kyselyn mukaan osa voimalaitoksista jotka käyttävät turvetta ja biopolttoaineita lämmöntuotantonsa ovat lisäämässä biopolttoaineiden suhteellista osuutta. Tuusulassa Fortum on esimerkiksi rakentamassa uutta bioenergialla toimivaa CHP laitosta, joka polttoaineenaan käyttää 80 % metsähaketta ja 20 % turvetta. Tällä hetkellä kaukolämpö kyseiselle alueelle tuotetaan maakaasulla. Päästövähennys viime vuonna kulutetun energian perusteella olisi yli 650 000 kgCO<sub>2</sub>/v.

Toisaalta esimerkkinä, kivihieillä on melkein 1,7 kertaa korkeampi ominaispäästökerroin kuin maakaasulla, joten viime aikojen muutokset energiaverotuksessa tulevat nostamaan CO<sub>2</sub> päästöjä, olettaen että maakaasu korvataan kivihieillä.

Voidaan todeta että kaukolämmöntuotannon aiheuttamien hiilidioksidipäästöjen vertailu on hankalaa koska ei ole yksiselitteistä tapaa laskea yhteistuotannossa syntyviä päästöjä lämmön ja sähkön kesken.

## 9 Yhteenveto

Opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää Senaatti-kiinteistöjen mahdollisuuksia säästää lämmitysenergiaa ja pienentää lämmitysenergian käytön aiheuttamia ympäristöhaittoja.

Työssä saatiin selville, että Senaatti-kiinteistöjen hallinnassa oleviin lämmitysjärjestelmiin suoritettavilla muutostöillä on saavutettavissa melkein puolet Senaatti-kiinteistöille asetetusta energiansäästötavoitteesta.

Kaukolämmön puolella tilanne ei ole Senaatti-kiinteistöjen päätäntävällän alla, vaan kaukolämpöyhtiöt itsenäisesti päättävät, millä tavalla tuottavat lämmitysenergiansa. Kaukolämpöyhtiöitä voi uusien sopimusten teon yhteydessä velvoittaa tuottamaan lämmitysenergiansa ympäristölle ystävällisellä tavalla.

Senaatti-kiinteistöjen tulisi kehittää oma tietokanta, johon kaukolämpöä tuottavat yhtiöt velvoitettaisiin raportoimaan kaukolämmön tuotantonsa tekotapa, primäärienergiankulutus ja kaikki päästöt. Näin saataisiin tarkkaa informaatiota miten energianvähennystavoitteiden saavuttamisessa edistytään.



## Lähteet

- [1] Senaatti- kiinteistöt. 2012. Verkkosivut  
<http://www.senaatti.fi/document.asp?siteID=1&docID=28>. Luettu 21.1.2012.
- [2] Senaatti-kiinteistöt. 2009. Taloudellinen vuosikatsaus ja hallituksen toimintakertomus. Luettu 21.1.2012.
- [3] Senaatti-kiinteistöt. 2009. Yhteiskuntavastuuraportti.  
<http://yhteiskuntavastuuraportti2009.senaatti.fi>. Luettu 24.1.2012.
- [4] Senaatti-kiinteistöt. 2010. Yhteiskuntavastuuraportti  
<http://yhteiskuntavastuuraportti2010.senaatti.fi/ilmastonmuutos/energiatehokkuuden-parantaminen>. Luettu 23.1.2012.
- [5] Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 6. päivänä marraskuuta 2008.  
[http://www.tem.fi/files/20585/Selontekoehdotus\\_311008.pdf](http://www.tem.fi/files/20585/Selontekoehdotus_311008.pdf). Luettu 4.2.2012.
- [6] Senaatti-kiinteistöt . 2011. Senaatin investointien energiatehokkuutta koskeva etenemissuunnitelma 2011-2020. Luettu 21.1.2012.
- [7] Bröckl Marika, Pesola Aki, Vanhanen Juha, Primäärienergia ja kaukolämmön kilpailukyky, Loppuraportti 27.9.2010, Gaia Consulting Oy  
[http://www.energia.fi/sites/default/files/primaarienergia\\_ja\\_kaukolammon\\_kilpailukyky\\_gaia.pdf](http://www.energia.fi/sites/default/files/primaarienergia_ja_kaukolammon_kilpailukyky_gaia.pdf). Luettu 10.2.2012
- [8] Keto Matias, 23.11.2010, Raportti Ympäristöministeriölle, Energia muotojen kerroin, Yleiset perusteet ja toteutuneet sähkön- ja lämmöntuotannon kertoimet 2000-2008.s.23  
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=123453&lan=fi>.  
 Luettu 5.2.2012
- [9] Yksittäisen kohteen CO<sub>2</sub>-päästöjen laskentaohjeistus sekä käytettävät päästökertoimet.  
[http://www.motiva.fi/taustatietoa/energiankaytto\\_suomessa/energiankulutuksenhiilidioksidipaastojen\\_laskenta/yksittaisen\\_kohteen\\_hiilidioksidipaastojen\\_laskentaohjeistus\\_seka\\_kaytettavat\\_paastokertoimet](http://www.motiva.fi/taustatietoa/energiankaytto_suomessa/energiankulutuksenhiilidioksidipaastojen_laskenta/yksittaisen_kohteen_hiilidioksidipaastojen_laskentaohjeistus_seka_kaytettavat_paastokertoimet). Luettu 24.2.2012

- [10] Kurnitski Jarek, Rakennusten energiatehokkuuden osoittaminen kiinteistöveron porrastusta varten, raportti B85, 2009.  
[http://www.sitra.fi/NR/rdonlyres/28447AE9-6D22-47B5-8C2A-368390828899/0/Raportti\\_B85\\_WEB.pdf](http://www.sitra.fi/NR/rdonlyres/28447AE9-6D22-47B5-8C2A-368390828899/0/Raportti_B85_WEB.pdf). Luettu 5.2.2012
- [11] Suomen rakentamismääräyskokoelma  
Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2010. 22.12.2008. RakMK D3 2012  
[http://www.finlex.fi/data/normit/34165-D3-2010\\_suomi\\_22-12-2008.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/34165-D3-2010_suomi_22-12-2008.pdf).  
Luettu 21.7.2012
- [12] Energiateollisuus. Verkkosivut. 29.3.2012  
[http://energia.fi/sites/default/files/images/lu\\_manninen.pdf](http://energia.fi/sites/default/files/images/lu_manninen.pdf).  
Luettu 24.4.2012
- [13] Energiateollisuus. Verkkosivut. 23.1.2013  
<http://www.slideshare.net/energiateollisuus/energiavuosi-2012-kaukolmpo>. Luettu 5.2.2013
- [14] Motiva. Verkkosivut. 11.1.2011  
[http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman\\_valinta/eri\\_lammitysmuodot/kaukolampo](http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/eri_lammitysmuodot/kaukolampo). Luettu 11.1.2012
- [15] Tilastokeskus. Verkkosivut. 6.10.2011.  
[http://www.stat.fi/til/salatuo/2010/salatuo\\_2010\\_2011-10-06\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/salatuo/2010/salatuo_2010_2011-10-06_tie_001_fi.html). Luettu 16.2.2012
- [16] Energiateollisuus. Verkkosivut. 21.12.2012  
<http://www.energia.fi/energia-ja-ymparisto/energialahteet/>.  
Luettu 21.2.2012
- [17] Laitinen, Jussi. 2010 Pieni suuri energiakirja, s.67-73. Luettu 15.1.2012
- [18] Ilmastolaskuri. Verkkosivut. 29.3.2012  
[http://www.ilmastolaskuri.fi/web/storage/files/IL\\_kertoimet\\_ja\\_oletusarvo\\_t\\_22.12.09.pdf](http://www.ilmastolaskuri.fi/web/storage/files/IL_kertoimet_ja_oletusarvo_t_22.12.09.pdf) . Luettu 24.4.2012
- [19] Senaatti- kiinteistöjen johtavan asiantuntijan Tomi Suomalaisen haastattelu 2.4.2012

[20]

Motiva. Verkkosivut. 29.3.2012

Yksittäisen kohteen CO<sub>2</sub>-päästöjen laskentaohjeistus sekä käytettävät päästökertoimet.

[http://www.motiva.fi/taustatietoa/energiankaytto\\_suomessa/energiankulutuksen hiilidioksidipaastojen\\_laskenta/yksittaisen\\_kohteen\\_hiilidioksidipaastojen\\_laskentaohjeistus\\_seka\\_kaytetavat\\_paastokertoimet](http://www.motiva.fi/taustatietoa/energiankaytto_suomessa/energiankulutuksen_hiilidioksidipaastojen_laskenta/yksittaisen_kohteen_hiilidioksidipaastojen_laskentaohjeistus_seka_kaytetavat_paastokertoimet). Luettu 24.4.2012