



## Kuopion kaupunki

# Uusiutuvan energian kuntakatselmus

Raportin päivämäärä 7.11.2018

## Sisällys

ESIPUHE .....	4
TERMIT JA LYHENTEET .....	5
1 YHTEENVETO .....	7
1.1 Katselmuskunta .....	7
1.1.1 Energiantuotannon ja -käytön nykytila .....	7
1.2 Uusiutuvien energialähteiden käytön lisäämismahdollisuudet .....	8
1.2.1 Uusiutuvien energialähteiden käytön nykytila ja lisäämispotentiaalit .....	8
1.2.2 Toimenpide-ehdotukset uusiutuvien energialähteiden käytön lisäämiseksi .....	11
2 KOHTEEN PERUSTIEDOT .....	13
2.1 Yleistä .....	13
2.2 Rakentaminen sekä kaavoitustilanne .....	15
2.3 Elinkeinorakenne .....	16
2.4 Keskeisiä lähtötietoja energiantuotantoon ja käyttöön liittyen .....	18
2.5 Keskeisiä lähtötietoja energiatehokkuudesta ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisestä .....	19
2.5.1 Tehdyt toimenpiteet .....	20
2.5.2 Suunnitellut toimenpiteet .....	21
3 ENERGIANTUOTANNON JA -KÄYTÖN NYKYTILA .....	22
3.1 Lähtötiedot .....	22
3.2 Sähköntuotanto .....	22
3.2.1 Sähkön erillistuotanto .....	22
3.2.2 Yhdistetty sähkö- ja lämmöntuotanto .....	22
3.3 Sähkön kulutus .....	23
3.3.1 Alueen merkittävimmät sähkönkuluttajat .....	23
3.3.2 Kaupungin sähkönkulutus .....	24
3.4 Lämmöntuotanto .....	24
3.4.1 Kaukolämmön tuotanto .....	24
3.4.2 Aluelämmön tuotanto .....	26
3.5 Lämmön kulutus .....	28
3.5.1 Kiinteistöjen lämmitys Kuopiossa .....	28
3.6 Energia- ja päästötaseet .....	29
3.6.1 Laskentaoletuksia .....	30
4 UUSIUTUVAT ENERGIALÄHTEET .....	34
4.1 Puupolttoaineet .....	34

4.1.1	Nykykäyttö.....	34
4.1.2	Varannot.....	35
4.1.3	Energiantuotantopotentiaali.....	36
4.2	Peltobiomassat.....	37
4.2.1	Nykykäyttö.....	37
4.2.2	Varannot ja energiantuotantopotentiaali.....	37
4.3	Biokaasu.....	39
4.3.1	Nykykäyttö.....	39
4.3.2	Varannot.....	40
4.3.3	Energiantuotantopotentiaali.....	43
4.4	Jätepolttoaineet.....	43
4.5	Tuulivoima.....	44
4.5.1	Nykykäyttö.....	44
4.5.2	Varannot.....	44
4.5.3	Energiantuotantopotentiaali.....	45
4.6	Aurinkoenergia.....	47
4.6.1	Nykykäyttö.....	48
4.6.2	Varannot ja potentiaali.....	48
4.6.3	Energiantuotantopotentiaali.....	50
4.7	Vesivoima.....	50
4.7.1	Nykykäyttö.....	50
4.8	Lämpöpumput.....	51
4.8.1	Nykykäyttö.....	51
4.8.2	Varannot.....	52
4.8.3	Kaukojäähdytys.....	56
4.8.4	Nykykäyttö.....	57
4.8.5	Energiantuotantopotentiaali.....	58
4.9	Teollisuuden hukkalämpö.....	59
4.9.1	Nykykäyttö.....	59
4.9.2	Varannot.....	59
4.10	Yhteenveto.....	59
5	JATKOTOIMENPIDE-EHDOTUKSET.....	61
5.1	Kaupungin omistamat kohteet.....	61
5.1.1	Aurinkosähkö.....	61
5.1.2	Biokaasun hyödyntämistapojen tarkastelu.....	62

5.1.3	Uusien kaava- ja selvitysalueiden potentiaalit .....	64
5.1.4	Kaukolämmön vaihtaminen puukaukolämpöön .....	69
5.1.5	Niiralan Kulman Oy:n poistoilmalämpöpumput.....	69
5.2	Muiden omistamat kohteet.....	69
5.2.1	Savon Voima Oyj.....	69
6	Jatkoselvitykset.....	72
6.1	Julkisen liikenteen polttoainemuutoksiin liittyvät tarkastelut .....	72
6.2	Kohdekohtaiset aurinkoenergieselvitykset .....	72
6.3	Kokonaisenergiataseen päivittäminen .....	72
7	SEURANTA .....	73
7.1	Energian käytön seuranta.....	73
7.2	Kasvihuonekaasupäästöjen seuranta .....	73
7.3	Kaupunkilaisten aktivoiminen .....	74
7.4	Uusiutuvan energian käyttöönoton seuranta .....	74
8	LÄHTEET.....	75

## ESIPUHE

Uusiutuvan energian kuntakatselmuksen myötä Kuopion kaupungin tavoitteena on tuottaa lähtötietoja ja ideoita resurssiviisautusohjelman, kuntien energiatehokkuussopimuksen (KETS) ja ilmastopoliittisen ohjelman toteuttamiseen. Katselmuksella saatujen tulosten avulla asetetaan tavoitteita ja kehityskohteita Kuopion kaupungin resurssiviisautusohjelmaan ja energiatehokkuussopimuksen toteutukseen, sekä voidaan suunnitella Kuopion kaupungin kasvihuonekaasupäästötavoitteiden toteuttamista. Kuopion kaupungin pitkän tähtäimen tavoite on olla päästötön, jätteen ja hiilineutraali kaupunki. Uusiutuvan energian kuntakatselmuksen myötä Kuopion kaupunki lisää tietämystään Kuopion kaupungin alueella sijaitsevista uusiutuvista energiavaroista ja niiden hyödyntämismahdollisuuksista. Katselmuksen myötä kaupunki saa myös kokonaiskuvan energiankäytön ja -tuotannon nykytilanteesta.

Tämä uusiutuvan energian kuntakatselmuksen käsittelee koko Kuopion kaupungin aluetta. Tarkastelussa käytetty referenssivuosi on 2017, mikäli raportissa ei muuta mainita. Valittu referenssivuosi oli lähin vuosi, josta sai kattavasti tietoa energiantuotannosta ja loppukäytöstä. Vastaavaa kuntakatselmusta ei ole aiemmin toteutettu Kuopion kaupungin alueelle. Sen sijaan aiemmin on toteutettu erillisiä selvityksiä mm. hukkalämpöjen, geoenergian ja aurinkovoiman hyödyntämiseen liittyen. LCA Consulting Oy:n Heli Kumpulainen, Antti Niskanen ja Emma Salminen toimivat katselmuksen tekijöinä. Vastuullisena katselmoijana projektissa toimi Antti Niskanen. Katselmointi toteutettiin aikavälillä 19.6.2018-31.10.2018

Katselmuksen tilaajana on Kuopion kaupungin Kiertotalouden ja resurssiviisautuksen toteuttaminen Pohjois-Savossa - KierRe -hanke. KierRe-hanke on EAKR -rahoitteinen hanke (75 %), rahoittajina Pohjois-Savon liitto ja Pohjois-Savon kehittämisrahasto, sekä toteuttajat Kuopion kaupunki, Iisalmen Kaupunki, Navitas Kehitys Oy ja ProAgria Pohjois-Savo ry. Syyskuusta 2018 KierRe-hankkeessa mukana ovat myös Joroisten kunta ja Siilinjärven kunta.

Katselmuksessa tarvittavien lähtötietojen toimittamiseen ja työryhmään osallistuivat:

Kuopion kaupunki	Tapio Kettunen	ympäristöasiantuntija
Kuopion kaupunki	Minna Kuuluvainen	projektivastaava
Kuopion Energia Oy	Esa Lindholm	toimitusjohtaja
Kuopion Energia Oy	Ari Sormunen	myyntijohtaja
Kuopion Energia Oy	Reima Lassila	kaukolämpöjohtaja
Kuopion Energia Oy	Urpo Saastamoinen	asiakaspäällikkö
Savon Voima Oyj	Maija Henell	liiketoimintajohtaja
Savon Voima Oyj	Valtteri Partanen	harjoittelija
Niiralan Kulma Oyj	Olli Kuronen	kiinteistöjohtaja
Kuopion Vesi Oyj	Jarmo Hiltunen	käyttöpäällikkö
Kuopion Tilakeskus	Hannu Kosunen	kiinteistötekniikan asiantuntija

### LCA Consulting Oy

Laserkatu 6, 53850 Lappeenranta  
Puhelin +358 40 7628 444

Y-tunnus 2525393-6  
www.LCA-Consulting.fi

## TERMIT JA LYHENTEET

Aluelämpö	Rajoitetun alueen keskitetty lämmitys ilman sähkön ja lämmön yhteistuotantoa.
CHP	Energiantuotantolaitos, joka tuottaa sekä sähköä ja lämpöä; yhdistetty sähkön- ja lämmöntuotanto.
Energialähde	Aine tai ilmiö, josta voidaan saada energiaa joko suoraan, muuntamalla tai siirtämällä.
FISU	Finnish Sustainable Communities. Edelläkävijäkuntien verkosta, joka tavoittelee hiilineutraalisuutta, jäteteettömyyttä ja globaalisti kestävästä kulutuksesta vuoteen 2050 mennessä.
HINKU	Ilmastonmuutoksen hillinnän edelläkävijöiden verkosto.
Kaukolämpö	Kaukolämmityksellä tarkoitetaan keskitettyä lämmöntuotantoa ja –jakelua. Lämmitysvesi toimitetaan jakeluverkon välityksellä kuluttajalle kiinteistön lämmittämiseen.
KETS	Kunta-alan energiatehokkuussopimus
Kpa-	Kiinteän polttoaineen
Lämpökeskus	Energiantuotantolaitos, joka tuottaa yksinomaan lämpöenergiaa.
Lämpöyrittäjä	Lämpöyrittäjä vastaa polttoaineen hankinnasta sekä lämpökeskuksen toiminnasta halutussa laajuudessa ja saa korvauksen asiakkaalle myydyin energiamäärän mukaan.
REF	Kierrätyspolttoaine. Kierrätyspolttoaineet jaetaan niiden alkuperän ja laadun mukaan kolmeen luokkaan REF 1-3. REF 1 on näistä polttoaineista laadultaan paras
Takaisinmaksuaika (TMA)	Takaisinmaksuaika investoinneissa. Aika, jossa investoidun muutoksen tuomat säästöt saavuttavat investointisumman
Uusiutuva energialähde	Uusiutuvilla energialähteille tarkoitetaan tässä puu-, peltobiomassa- ja jäteteeräisiä polttoaineita, aurinkoenergiaa, tuuli- ja vesivoimalla tuotettua sähköä sekä lämpöpumpuilla tuotettua lämpöä.
Uusiutumaton energialähde	Uusiutumattomilla energialähteillä tarkoitetaan tässä fossiilisia polttoaineita (öljy, maakaasu ja kivihiili) sekä turvetta.
Voimalaitos	Energiantuotantolaitos, joka tuottaa yksinomaan lämpöenergiaa

## YKSIKKÖLYHENTEET

a	vuosi
GWh	Gigawattitunti, 1 GWh = 1 000 MWh = 1 000 000 kwh
ha	hehtaari, 1 ha = 10 000 m <sup>2</sup>

# 1 YHTEENVETO

## 1.1 Katselmuskunta

Kuopio on noin 118 000 asukkaan kaupunki Pohjois-Savossa. Kuopion seitsemän kuntaliitosta ovat kasvattaneet niin pinta-alaa kuin väestöä. Vuoden 2017 alusta toteutuneen Juankosken kuntaliitoksen jälkeen Kuopion rajanaapureita ovat Leppävirta, Tuusniemi, Kaavi, Juuka, Rautavaara, Lapinlahti, Siilinjärvi, Iisalmi, Piehlavesi, Tervo sekä Suonenjoki. (Tilastokeskus 2018a; Kuopion kaupunki 2018a).

Kuopio on hyvinvointi, terveys- ja turvallisuusosaamiseen keskittynyt yliopistokaupunki, jonka erityistuntemerkkejä ovat Puijo, tori ja kalakukot. Kaupungissa uusia ammattilaisia kouluttaa mm. Itä-Suomen yliopisto, Savonia ammattikorkeakoulu ja Savon koulutus kuntayhtymä. (Kuopion kaupunki 2018a; NMT Kuopio).

### 1.1.1 Energiantuotannon ja -käytön nykytila

Merkittävimmät käytetyt energianlähteet Kuopiossa ovat uusiutuvaa energiaa olevat polttoaineet, ts. puupolttoaineet. Vuonna 2017 näiden osuus kaikista käytetyistä polttoaineista oli 48 %. Lämmöntuotannossa puupohjaisten polttoaineiden osuus oli 50 %. Toiseksi merkittävin lämmöntuotannon polttoaine oli turve 21 %:n osuudella.

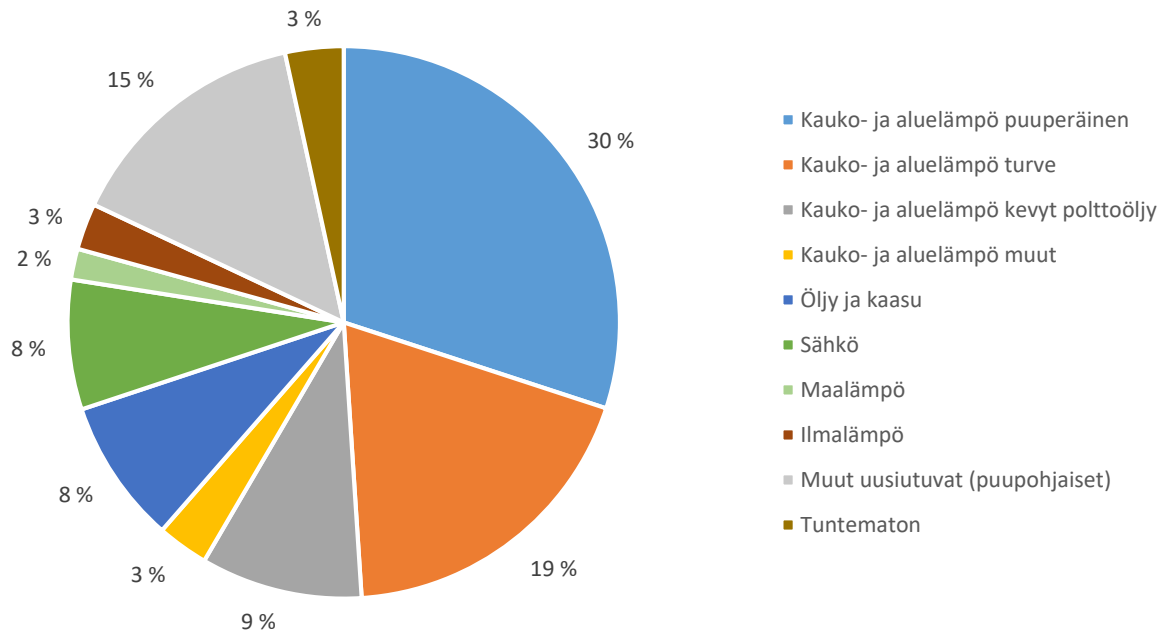
Kuopiossa tuotetaan noin 40 % alueella kulutetusta sähköstä. Tuotanto tapahtuu pääosin CHP-laitoksilla, joiden tuotanto vuonna 2017 oli yhteensä noin 324 GWh. Kuopion kaupungissa erillissähköä tuotetaan vesivoimalla, vuonna 2017 sitä tuotettiin 41 GWh.

Kuopiossa kiinteistöjen lämmityksellä on huomattava osuus energian loppukäytöstä. Kiinteistöjen lämmityksen osuus oli 56 % (1 551 GWh) kaikesta alueen energiankäytöstä vuonna 2017. Energian loppukulutuksesta 18 % oli palveluiden ja rakentamisen sähkön käyttöä, 15 % asumisen ja maatalouden sähkön käyttöä ja 11 % teollisuuden sähkön käyttöä.

Kuopion keskustaajaman alueella on yksi laaja kaukolämpöverkko, jonka alueella on yhdeksän lämmöntuotantolaitosta. Nämä laitokset ovat teholtaan yhteensä 700 MW. Näiden lisäksi Kuopion alueella erillisiin pienempiin aluelämpöverkkoihin tuottaa lämpöä Vehmersalmen-, Maaningan-, Karttulan, Juankosken-, Nilsiän- ja Riistaveden taajamissa sijaitsevat lämpölaitokset. Lämpölaitosten yhteenlaskettu teho on noin 57 MW.

Kuopion kaupungin alueella olevien kiinteistöjen lämmitystapajakauma käytetyn polttoaine-energian mukaan on esitetty kuvassa 1.





Kuva 1. Kuopion kaupungin alueen lämmöntuotannon jakautuminen polttoaineittain

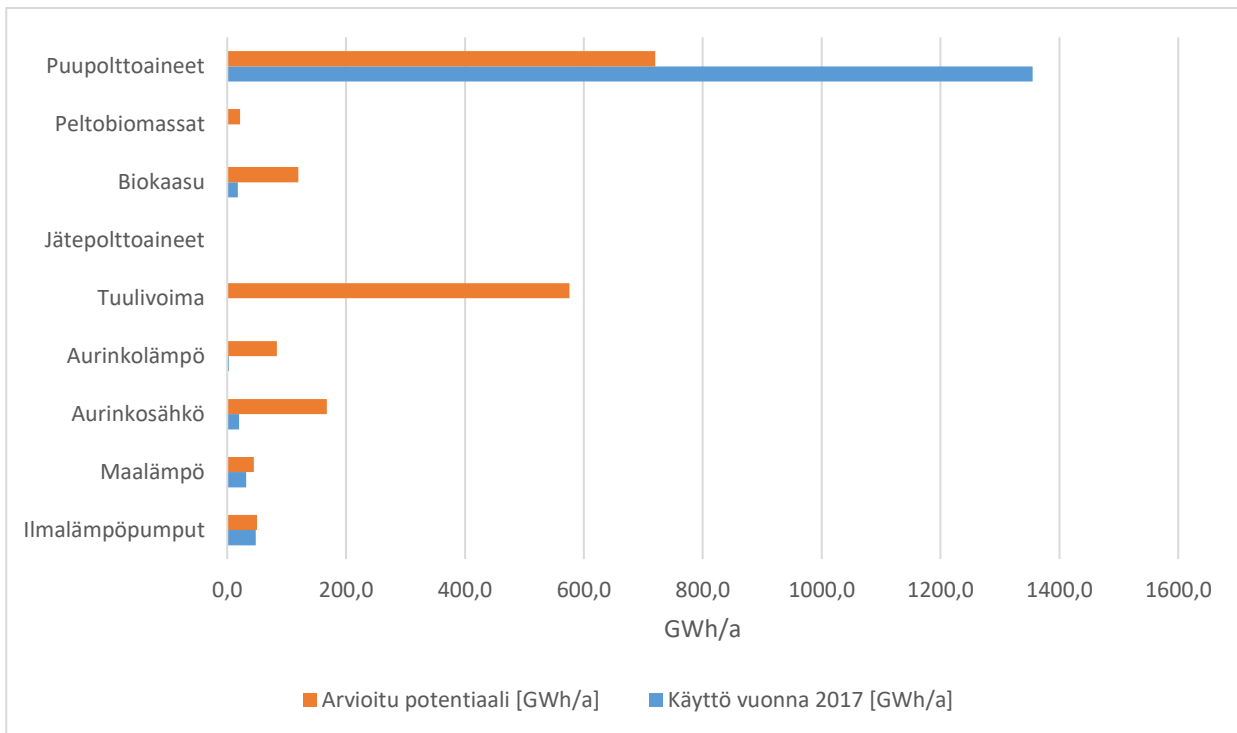
Kuvan 1 arvot pohjautuvat Tilastokeskuksen rakennustietokannan tilastoihin ja ominaislämmityskertoimiin. Kuopion kaupungin alueen kiinteistöistä yli 61 %, lämpenee kauko- ja aluelämmöllä. Vuonna 2017 kauko- ja aluelämmön tuotannossa uusiutuvien polttoaineiden osuus noin 60 %. Kaukolämmön jälkeen merkittävimmät kiinteistöjen lämmitysmuodot ovat puupohjaiset uusiutuvan energian lämmitysmuodot (15 %) sekä öljy ja sähkö molemmat 8 % osuudella.

## 1.2 Uusiutuvien energialähteiden käytön lisäämismahdollisuudet

### 1.2.1 Uusiutuvien energialähteiden käytön nykytila ja lisäämispotentiaalit

Kuopiossa käytettiin vuonna 2017 uusiutuvia energiavaroja sähkön- ja lämmöntuotantoon yhteensä noin 1,6 TWh. Puupolttoaineet muodostivat merkittävimmän osuuden käytetyistä uusiutuvista energiavaroista, lähes 82 % eli noin 1,4 TWh.

Kuvassa 2 näkyy uusiutuvien energialähteiden nykykäyttö Kuopion kaupungin alueella vuonna 2017 ja Kuopion kaupungin alueelta saatavissa olevien uusiutuvien energialähteiden energiantuotantopotentiaali.



Kuva 2. Uusiutuvan energialähteiden käyttö ja energiantuotantopotentiaali vuonna 2017

Kuten kuvasta 2 nähdään, uusiutuvan energian lähteistä eniten on käytetty puupolttoaineita. Verrattaessa puupolttoaineiden energiantuotantopotentiaalia nykyiseen käyttöön, havaitaan että Kuopion kaupungin alueella on mahdollista lisätä edelleen puupolttoaineiden hyödyntämistä. Myös tuulivoiman, aurinkoenergian ja biokaasun osalta on reilusti energiantuotantopotentiaalia hyödyntämättä.

Kuvassa 2 peltobiomassojen energiantuotantopotentiaaliin on sisällytetty 100 % viljan viljelystä muodostuvista oljista. Energiantuotantopotentiaali on laskettu siten, että oljet poltetaan. Vaihtoehtoisesti oljet voitaisiin hyödyntää kokonaisuudessaan biokaasun energiantuotantopotentiaalissa (mädätys). Nyt tarkastelu on eriytetty, jotta havaitaan pelkkien peltobiomassojen energiantuotantopotentiaali uusiutuvan energian lisäämisessä.

Kuopiossa biokaasun tuotantoa on mm. Lehtoniemen jätevedenpuhdistamolla ja Gasum Oy:n biokaasulaitoksella. Kuopion alueella on edelleen useita biohajoavia virtoja, joilla olisi metaanintuottopotentiaalia. Biokaasun energiantuotantopotentiaalissa on huomioitu Kuopion kaupungin alueella syntyvät kotitalouksien biojätteet, jätevesilietteet, kaatopaikkakaasu sekä maatalouden biohajoavista jakeista viljelyn sivuvirrat ja maatalouseläinten lannat. Eläinten lannan potentiaali perustuu arvioon lannan energiasisällöstä, jos kaikki muualle kuin laitumelle päätyvä lanta hyödynnettäisiin. Viljelyn sivuvirtojen osalta tarkastelussa on huomioitu mm. viljojen oljet, öljykasvien korret ja nurmiviljelyn kasvuston niitosta muodostuva massa. Nurmiviljelyn alaiseksi on katsottu ruokohelpi, kuivaheinä ja tuorerehusato. Huomioitavaa on, että viljelyn sivuvirtojen metaanintuottopotentiaali on laskettu niin, että kaikki viljelyn sivutuotteet kerättäisiin talteen ja hyödynnettäisiin. Biokaasun energiantuotantopotentiaali on laskettu siten, että kaikki Kuopion kaupungin alueella syntyvät ko. jakeet mädätetään.

Kuopion kaupungin alueella ei ole erillissähköntuotantoa tuulivoimalla. Kuopion kaupungin mahdollisuutta rakentaa tuulivoimaloita rajoittavat niin maisemalliset seikat kuin puolustusvoimien viimeaikaiset tutkavai-  
kutuspäätökset. Katselmuksessa todettiin Kuopion alueella olevan kuitenkin tuuliolosuhteiltaan otollisia alu-  
eita tuulivoiman rakentamiselle mm. Kallaveden itäpuolella sekä Nilsin alueella sijaitsevan Syväri-järven län-  
sipuolella. Kuopion kaupungin Suovu-Palosen alueelle on suunnitteilla Tornator Oyj:n toimesta yhdeksän voi-  
malan tuulipuisto. Suunniteltujen voimaloiden yhteenlaskettu enimmäisteho olisi 30 MW.

Muita uusiutuvan energian lisäämismahdollisuuksia löytyy aurinkosähköstä ja aurinkolämmöstä. Aurin-  
koenergian kokonaistuotantopotentiaali voi olla suurempi kuin kuvassa 2, sillä katselmuksessa energiantuo-  
tantopotentiaalia aurinkolämmölle on oletettu olevan vain kauko- ja aluelämpökiinteistöjen ulkopuolisilla  
sähkö- ja öljylämmityskiinteistöillä, näilläkin vain niin, että 20 % kokonaislämmöntarpeesta korvattaisiin au-  
rinkolämmöllä. Aurinkoenergian tuotantoon soveltuvan kattopinta-alan laskentaan on myös käytetty keski-  
määräisiä arvioita. Lisäksi eritoten aurinkopaneeleita olisi mahdollista sijoittaa myös muualle kuin kiinteistö-  
jen katoille, esimerkiksi kiinteistöjen välittömään läheisyyteen maahan tai kiinteistöjen seiniin. Tämä lisäisi  
todellista potentiaalia merkittävästi.

Ilmalämpöpumppuja Kuopion kaupungin alueella hyödynnetään nykyisin merkittävästi. Huomionarvoista on,  
että lämpöpumppujen energiantuotantopotentiaali on todellisuudessa suurempi kuin kuvassa 2. Katselmuk-  
sessa on huomioitu ilma-ilmalämpöpumppujen lisääminen kaikkiin sähkölämmitteisiin kiinteistöihin ja maa-  
lämmön lisääminen puoleen öljylämmitteisistä kiinteistöistä. Todellisuudessa poistoilmalämpöpumpuilla ja  
myös ilma-vesilämpöpumpuilla voitaisiin tuottaa enemmän lämpöä kuin pelkillä ilmalämpöpumpuilla. Ilma-  
lämpöpumppuja olisi mahdollista lisätä sähkölämmitteisten kiinteistöjen lisäksi myös muihin kiinteistöihin.  
Vastaavasti kuin aurinkoenergian kohdalla, lämmönlähteet lämpöpumpuihin ovat esimerkiksi maalämmön  
kohdalla hyvin suuret, ja niiden soveltamisen ei tarvitse rajoittua vain kiinteistökohtaisiin lämmitystaparat-  
kaisuihin. Myös geoenergiaa olisi mahdollista hyödyntää suuremmissa mittakaavassa nykyistä enemmän.

Yhteenvedon voidaan todeta uusiutuvan energian nykykäytön olevan puupolttoaineiden vuoksi Kuopion  
kaupungin alueella merkittävää. Kuopion kaupungin alueella on nykykäytöstä huolimatta edelleen merkit-  
tävä määrä hyödynnettävissä olevaa uusiutuvan energian potentiaalia (kuva 2). Huomioitavaa on, että Kuo-  
pion kaupungin alueella on monipuolisia mahdollisuuksia uusiutuvan energian käytön lisäämiseen.

## 1.2.2 Toimenpide-ehdotukset uusiutuvien energialähteiden käytön lisäämiseksi

Uusiutuvien energialähteiden lisäämismahdollisuudet vuoden 2017 toteutuneisiin lukuihin verrattuna on esitetty taulukossa 1. Taulukossa on nähtävillä ehdotettujen toimenpiteiden vaikutukset energialähteiden käyttöön, jakautumiseen ja hiilidioksidipäästöihin. Sähkön tuonnin ja viennin hiilidioksidipäästöjä ei huomioida taulukon kokonaispäästöissä.

Taulukko 1. Energialähteiden kulutus nykytilanteessa ja kulutusennuste ehdotettujen toimenpiteiden jälkeen

	Nykytilanne		Toimenpiteiden jälkeen		
	GWh/a	%	GWh/a	%	CO <sub>2</sub> -muutos, t/a
Öljy	191	7	190	7	-281
Turve	782	29	755	28	-10 308
Kivihiili	1	0	0	0	-7
Maakaasu	0	0	0	0	0
Muut uusiutumattomat	22	1	22	1	0
<b>Yhteensä uusiutumattomat</b>	<b>996</b>	<b>37</b>	<b>968</b>	<b>36</b>	<b>-10 596</b>
Puupolttoaineet	1 355	50	1 381	51	0
Peltobiomassat	0	0	0	0	0
Biokaasu	18	1	19	1	0
Jätepolttoaineet	0	0	0	0	0
Tuulivoima	0	0	0	0	0
Aurinkoenergia	22	1	23	1	34
Vesivoima	41	2	41	2	0
Muut uusiutuvat	225	8	225	8	70
<b>Uusiutuvat yhteensä</b>	<b>1 662</b>	<b>61</b>	<b>1 690</b>	<b>62</b>	<b>104</b>
<b>Tuntemattomat</b>	<b>60</b>	<b>2</b>	<b>60</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
<b>Kaikki yhteensä</b>	<b>2 718</b>	<b>100</b>	<b>2 718</b>	<b>100</b>	<b>-10 492</b>
Sähkön tuonti	861	-	-	-	-
Sähkön vienti	0,0	-	-	-	-

Taulukossa 2 on esitetty yhteenvedotiedot katselmuksessa tarkastelluista uusiutuvien energialähteiden käytön lisäämismahdollisuuksista Kuopin kaupungin kiinteistöissä. Aurinkopaneelein tuotetulla sähköllä korvataan kiinteistöjen sähkönkulutusta, ja poistoilmalämpöpumpuilla korvataan kiinteistössä lämmitykseen käytettävää sähköä. Kuopion Tilakeskuksen muodostamien kiinteistöjen kokonaisuuden polttoainemuutoksella on tarkasteltu siirtymistä kaukolämmöstä puukaukolämpöön keskeisellä kaupunkialueella ja toteutettiin biokaasun hyödyntämisvaihtoehtojen tarkastelu Kuopion Veden biokaasulaitoksella tuotetulle biokaasulle. Muiden omistamien kohteiden osalta on tarkasteltu Savon Voima Oyj:n aluelämpölaitosten polttoainemuutoksia.

Taulukossa 2 esitetyt investointikustannukset ovat esitetty niille toimenpiteille, joiden osalta investointeja tarkasteltiin. Investointikustannukset ovat kaupungille jääviä kustannuksia mahdollisten uusiutuvan energian tukien jälkeen. Toimenpide-ehdotukset ja niihin liittyvä laskenta on esitelty tarkemmin toimenpide-ehdotuksia käsittelevissä luvuissa 5.1-5.2.

Taulukko 2. Yhteenveto uusiutuvien energialähteiden käytön lisäämismahdollisuuksista

Nro	Ehdotettu toimenpide	Taloudelliset tiedot			Toimenpiteen vaikutukset			Erittely	
		Investointi- kustannus €	Säästöt €/a	Takaisin- maksuaika a	Korvattava energiälähde	Uusiutu- vien ener- gialähteiden lisäys GWh/a	CO <sub>2</sub> -pääs- tön vähe- nemä t/a	Ra- portin kohta	Sovitut jatkotoi- met T, P, H, E *
1	Aurinkosähkö Itkonniemen vedenottamo	82 100*	10 100	8,1	Sähkö	0,09	15	5.1.1	
2	Aurinkosähkö Lehtoniemen jätevedenpuhdistamo	103 200*	12 400	8,3	Sähkö	0,11	19	5.1.1	
3	Kuopion kaupunki, Tilakeskuksen kiinteistöt (100 %) kaukolämmön vaihto puukaukolämmöksi				Turve, kivihiili kevyt polttoöljy	26,4	10 234	5.1.4	
4	Kuopion kaupunki, Tilakeskuksen kiinteistöt (50 %) kaukolämmön vaihto puukaukolämmöksi				Turve, kivihiili kevyt polttoöljy	13,2	5 117	5.1.4	
5	Poistoilmalämpöpumppu Neulastie 6 (Niiralan Kulma)	57 030	6 467	8,8	Sähkö	0,2	33	5.1.5	
6	Poistoilmalämpöpumppu Pohjolankatu 28 (Niiralan Kulma)	79 390	6 960	11,4	Sähkö	0,2	50	5.1.5	
7	Savon Voima Nilsiä aluelämpölaitos biokaasulaitos				Öljy	0,9	240	5.2.1	
8	Savon Voima Karttulan aluelämpölaitos, savukaasupesuri				Öljy	0,09	18	5.2.1	
	<b>YHTEENSÄ</b>	228 840	35 930			28**	10 600**		

\* Investointikustannus TEM:n 25 % investointituen jälkeen

\*\* Huomioitu Tilakeskuksen 100 % kiinteistöjen lämmitystavan muutos

\*\*\* T=Toteutettu, P = Päätetty toteuttaa tai jatkaa hankkeen selvityksiä, H = Harkitaan toteutusta tai hankkeen jatkoselvityksiä, E= Ei toteuteta

## 2 KOHTEEN PERUSTIEDOT

### 2.1 Yleistä

Kuopio on Pohjois-Savon maakuntakeskus ja Suomen yhdeksänneksi suurin kaupunki. Kuopioon on tehty vuoden 1969 jälkeen seitsemän kuntaliitosta, jotka ovat kasvattaneet niin kokonaispinta-alaa kuin asukaslukua. Taulukkoon 3 on kirjattuna perustietoja Kuopion kaupungista ja kuvassa 3 on kuvattu kaupungin sijainti. (NTM Kuopio 2017).

*Taulukko 3. Yleistietoa Kuopion kaupungista (Maanmittauslaitos 2016; Tilastokeskus 2018a)*

Kunnan kokonaispinta-ala	4 326 km <sup>2</sup>
Maapinta-ala	3 241 km <sup>2</sup>
Vesistöjen pinta-ala	1 085 km <sup>2</sup>
Asukasluku	118 209 as
Taajama-aste (taajamissa asuvien osuus kuntalaisista, 2016)	85,6 %
Asukastiheys	36,5 as/maa km <sup>2</sup>

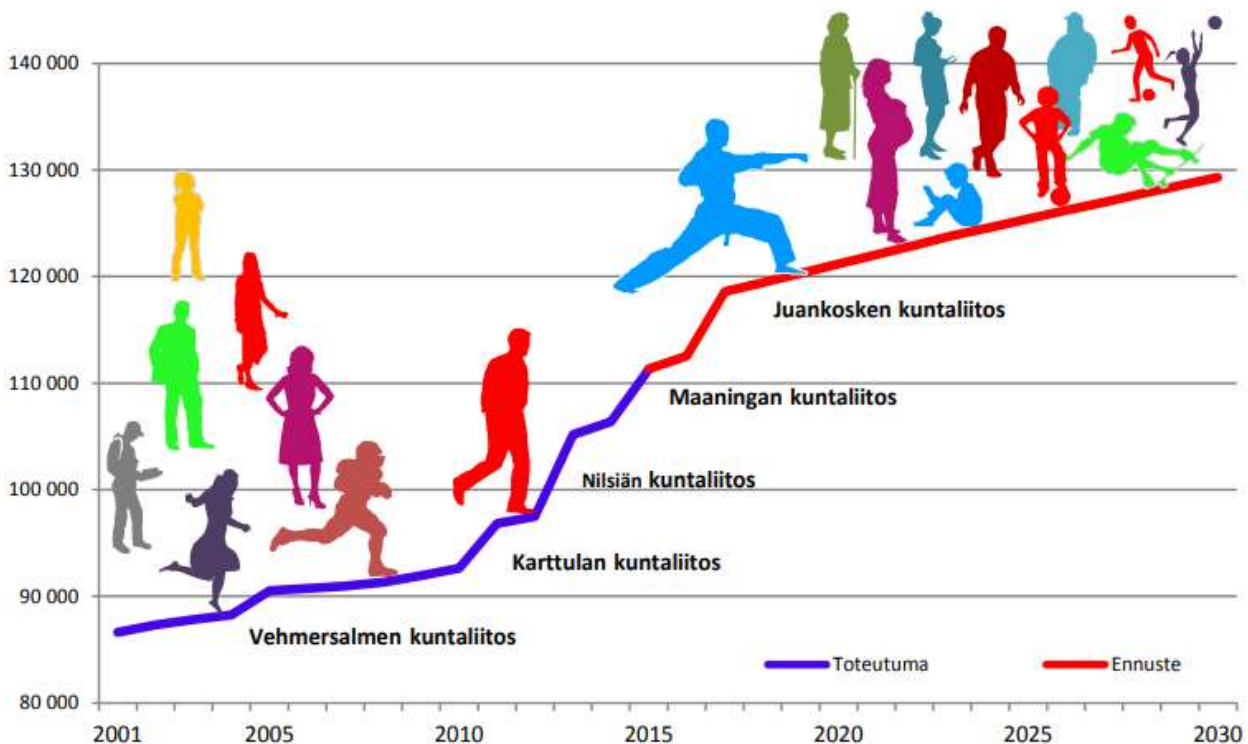


*Kuva 3. Kuopion sijainti (Kuopion kaupunki 2018a)*

Kuopion maalaiskunta liittyi Kuopioon ensimmäisenä vuonna 1969. Tämän jälkeen Kuopion kaupunkiin on liittynyt kuntaliitoksien kautta Riistaveden kunta 1973, Vehmersalmen kunta 2005, Karttulan kunta 2011, Nilsin kaupunki 2013, Maaningan kunta 2015 ja Juankosken kaupunki 2017. Juankosken kaupungin kuntaliituksen jälkeen Kuopion naapurikuntia ovat Leppävirta, Tuusniemi, Kaavi, Juuka, Rautavaara, Lapinlahti, Siilinjärvi, Iisalmi, Pielavesi, Tervo sekä Suonenjoki.

Kuntaliitosten seurauksena maaseutumaisten haja-asutusalueiden osuus on kasvanut huomattavasti, maaseutumaisen alueen osuus on tällä hetkellä noin 90 % kaupungin pinta-alasta. Kuopion pinta-alan kasvusta huolimatta sen keskeisen kaupunkialueen rakenne on säilynyt suhteellisen tiiviinä, sillä keskeisellä kaupunkialueella asuu noin 80 % kuopiolaisista. (NTM Kuopio 2017).

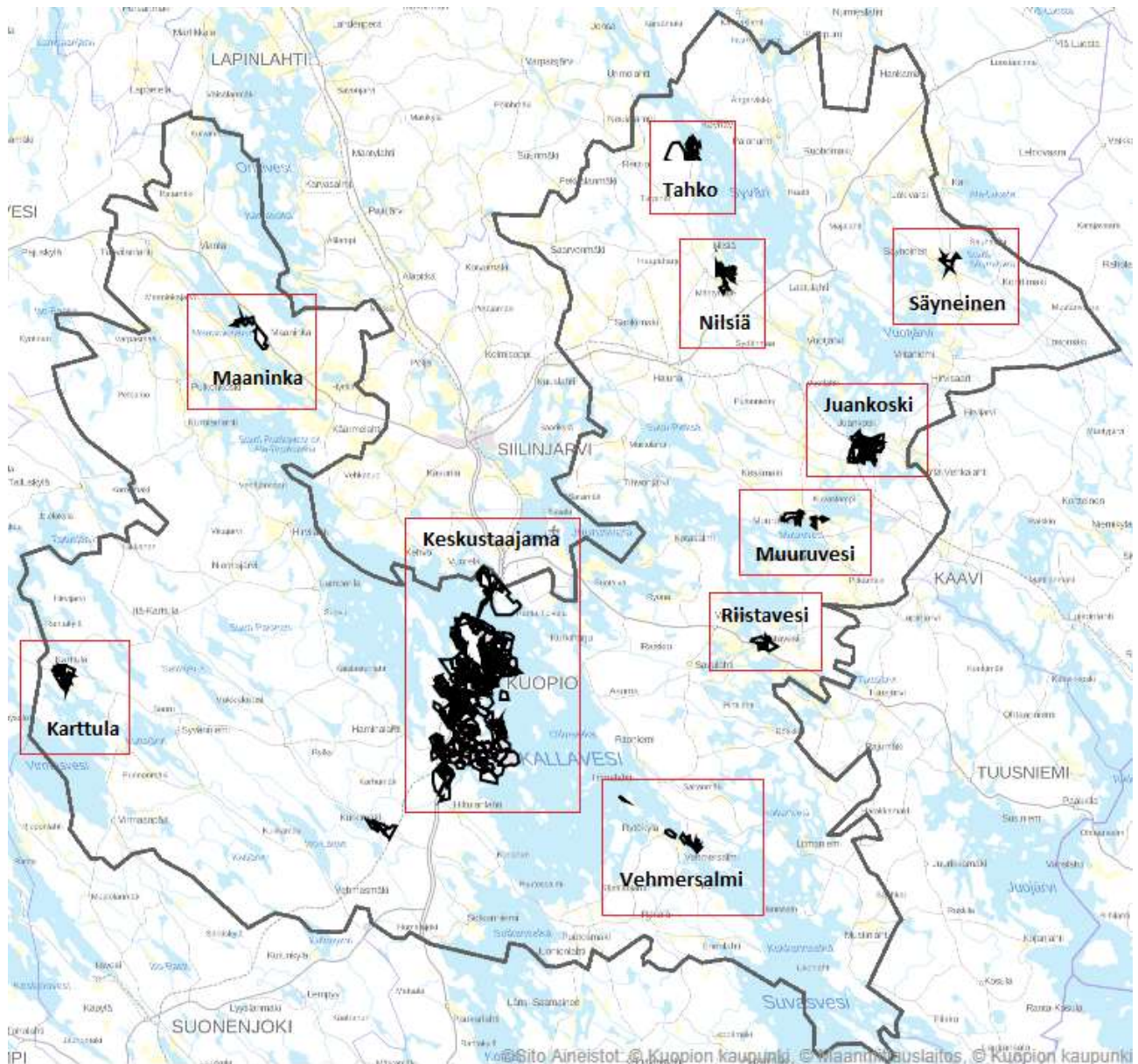
Kuopion kaupungin väkiluku vuonna 2017 oli 118 209. Kuvassa 4 on esitetty Kuopion kaupungin väestöennuste vuosien 2015-2030 välillä. Ennusteen mukaan Kuopion väkiluku on noin 121 000 asukasta vuonna 2020 ja noin 130 000 asukasta vuonna 2030. Väestönkasvusta noin 20-35 prosenttia on luonnollista väestönkasvua ja noin 65-80 prosenttia on muuttovoittoa. Muuttovoittoa on noin tuhat asukasta vuodessa, kun taas luonnollinen väestönkasvu on noin 200-300 asukasta vuodessa. Luonnollisen väestönkasvun odotetaan pienenevän, sillä kuolleiden määrä lisääntyy tasaisesti koko ennustekauden ajan. Muuttovoiton määrän on ennustettu toteutuvan edellisvuosien tasolla, mutta pienentyvän hieman ensi vuosikymmenellä. (Kuopion kaupunki 2018b).



Kuva 4. Kuopion väestöennuste (Kuopion kaupunki 2015)

## 2.2 Rakentaminen sekä kaavoitustilanne

Kuopion kaupungissa asutaan eniten asemakaava-alueilla. Taajamissa asuu 85,6 % kaupungin asukkaista, ja loput 14,4 % kaupunkilaisista asuu haja-asutusalueella. Kuntaliitoksista johtuen Kuopion kaupungin alueella on useita toisistaan erillisiä taajama-alueita. Kuopion asemakaava-alueet on merkitty kuvaan 5.



Kuva 5. Kuopion asemakaava-alueet ja keskustaajamat (Kuopion karttapalvelu 2018)

Kuopion kaupungin kaavoitus on jakautunut asemaakaavoitusalueiksi taulukon 4 mukaisesti. Kuopion keskustaajaman asemakaava-alueelle on suunniteltu uusia asemakaava-alueita mm. Vanuvuoren itäpuolelle Neulaniemeen-, Pienen Neulamäen-alueelle, sekä Hiltulanlahti II-vaiheeseen.



Taulukko 4. Kaavoitustilanne Kuopiossa

<b>Kaavoitustilanne</b>	<p><b>Asemakaava:</b> Kuopion keskuskaupungin asemakaava-alue Pirtti- niemestä Sorsasaloon Uusia kaava-alueita tulossa Vanuvuoren itäpuolelle, Hiltulanlahteen, Neulaniemeen, Pienelle Neulamäelle.</p> <p>Muita asemakaava-alueita on mm. Maaningassa, Karttulassa, Veh- mersalmella, Riistavedelle, Muuruvedellä, Juankoskella, Säyneisillä sekä Nilsiässä.</p>
-------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Alla olevaan taulukkoon 5 on koottu Kuopion alueen kiinteistöjen tiedot. Kuopio on pientalovaltainen kaupunki, jossa on myös kerrostaloja sekä rivi- ja ketjutiloja runsaasti. Rivi- ja pientaloissa asuvien osuus oli Kuopiossa 42,8 % asutokunnista, mikä on 3,4 prosenttiyksikköä enemmän kuin Suomessa keskimäärin. Myös vuokralla asuvien osuus oli Kuopiossa hiukan suurempi kuin koko maan keskiarvo, ollen 38,6 %. Tämä tieto on peräisin vuoden 2016 tilastotiedoista, jolloin kuntaliitosta Kuopion ja Juankosken välillä ei ollut tapahtunut. Kuopion alueella on myös runsaasti vapaa-ajan asuntoja, lähes 10 800 kappaletta. (Tilastokeskus 2018c).

Taulukko 5. Kuopion kiinteistöjakauma (Tilastokeskus 2018d)

KUOPIO	Yhteensä	
	Rakennuksia [lkm]	Rakennuksen kerrosala [m <sup>2</sup> ]
<b>Kiinteistötyyppi</b>		
Erilliset pientalot	18 646	2 830 955
Rivi- ja ketjutilat	1 765	789 000
Asuinkerrostalot	1 704	2 739 797
Liikerakennukset	848	844 721
Toimistorakennukset	200	414 626
Liikenteen rakennukset	807	270 431
Hoitoalan rakennukset	169	423 641
Kokoontumisrakennukset	260	199 097
Opetusrakennukset	197	521 268
Teollisuusrakennukset	767	657 884
Varastorakennukset	413	270 572
Muut rakennukset	77	47 610

## 2.3 Elinkeinorakenne

Kuopion elinkeinorakenne työpaikkojen suhteen jakautuu alkutuotantoon, jalostukseen sekä palveluihin. Alkutuotannon työpaikkojen osuus on Kuopiossa Suomen keskiarvon luokkaa. Jalostuksen työpaikkojen osuus on hieman Suomen keskiarvoa vähemmän, kun taas palveluiden työpaikkojen osuus on jonkin verran Suomen keskiarvoa enemmän. Asuinkunnassaan työssäkäyvien Kuopiolaisten osuus on 84,8 % (vuonna 2015), joten merkittävä osa Kuopiossa asuvista käy myös kaupungin alueella töissä. Vain noin 15 % kuopiolaisista

### LCA Consulting Oy

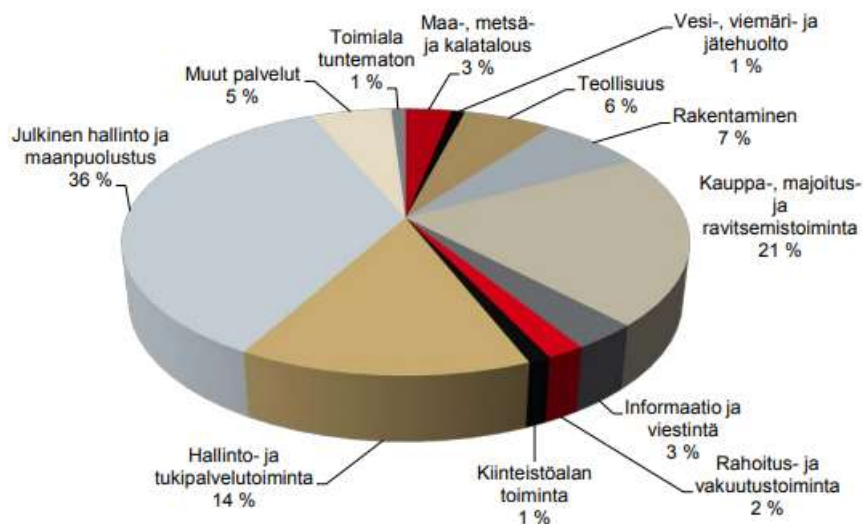
Laserkatu 6, 53850 Lappeenranta  
Puhelin +358 40 7628 444

Y-tunnus 2525393-6  
www.LCA-Consulting.fi

työskentelee muualla kuin Kuopiossa. Tieto perustuu tilastotietoihin ennen vuotta 2017 jolloin kuntaliitosta Kuopion ja Juankosken välillä ei ollut tapahtunut. (Tilastokeskus 2018a)

Taulukko 6. Tietoa kaupungin elinkeinorakenteesta ja työpaikoista (Tilastokeskus 2018a)

Elinkeino rakenne: (2015)	
Alkutuotannon työpaikkojen osuus	3,1 % (koko Suomi 3,2 %)
Jalostuksen työpaikkojen osuus	13,5 % (koko Suomi 20,5 %)
Palveluiden työpaikkojen osuus	82,3 % (koko Suomi 75,1 %)
Kunnassa olevien työpaikkojen lukumäärä (2015)	50 347 kpl
Asuinkunnassa työssäkäyvien osuus työllisestä työvoimasta (2015)	84,8 % (koko Suomi 66,4 %)
Eläkkeellä olevien osuus väestöstä (2016)	25,1 % (koko Suomi 25,3 %)



Kuva 6. Työpaikat toimialoittain Kuopiossa (Kuopion kaupunki 2018a)

Kuopiossa on noin 6 750 yritystä, joissa on noin 50 600 työpaikkaa. Suurimmat työllistäjät Kuopiossa ovat Kuopion kaupunki, Kuopion yliopistollinen sairaala, Itä-Suomen yliopisto, Itä-Suomen huoltopalvelut liikelaitoskuntayhtymä (Servica Oy), Osuuskauppa PeeÄssä, Savon koulutuskuntayhtymä, Niuvanniemen sairaala, Itella Posti Group Oyj ja ISS Palvelut Oy. (Kuopion kaupunki 2018a; Kuopion kaupunki 2018c)

Suurimmat työllistäjät toimialan perusteella Kuopiossa ovat terveys- ja sosiaalipalvelut sekä kauppa-, majoitus- ja ravitsemistoiminta. Terveys-, bio- ja lääkealan toimijoita Kuopiossa on muun muassa FinVector Vision Therapies Oy sekä Galena Pharma Oy. Kaupan alan merkittävimpiä toimijoita ovat mm. Osuuskauppa PeeÄssä sekä Ikea Oy.

## 2.4 Keskeisiä lähtötietoja energiantuotantoon ja käyttöön liittyen

Kuopion alueella on kaksi merkittävää energiantuottajaa: Kuopion Energia Oy sekä Savon Voima Oyj. Kuopion Energia -konserni muodostuu Kuopion Energia Oy:stä ja Kuopion Sähköverkko Oy:stä. Kuopion Energia Oy tuottaa sähköä ja kaukolämpöä CHP-laitoksissa, kun taas Kuopion Sähköverkko Oy siirtää sähköä asiakkailleen sekä rakentaa ja ylläpitää sähköverkkoja vastuualueellaan. (Kuopion Energia Oy 2017).

Savon Voima Oyj on 20 kunnan omistaman Savon Energiaholding Oy:n täysin omistama tytäryhtiö. Savon Voima -konsernin muodostavat emoyhtiö Savon Voima Oyj sekä tytäryhtiöt Savon Voima Verkko Oy ja Savon Voima Salkunhallinta Oy. Savon Voima -konserniin kuuluu lisäksi Savon Voima Tuotanto, Savo Voima Myynti, sekä Savon Voima Lämpö. Savon Voimalla on Kuopiossa kaukolämmön erillistuotantoa sekä sähkön erillistuotantoa vesivoimalaitoksissa. (Savon Voima Oyj 2016; Savon Voima Oyj 2017)

Kuopion Energia Oy, Savon Voima Oyj, Jyväskylän Energia Oy ja Lappeenrannan Energia Oy perustivat uuden sähkönmyyntiin ja energiapalveluihin keskittyvän valtakunnallisen yhtiön kesäkuussa. Yhtiön uusi nimie julistetaan lähiaikoina. Uusi energiapalveluyhtiö tarjoaa sähkön kuluttaja- ja yritysmyyntiin lisäksi mm. aurinkosähköjärjestelmiin, kysyntäjoustoon ja salkunhallintaan liittyviä palveluita. (Kuopion Energia Oy 2018a)

Kuopion Energia Oy vastaa Kuopion keskustaajaman, Riistaveden sekä Vehmersalmen kaukolämmityksestä. Savon Voima Lämpö taas vastaa Maaningan, Karttulan, Nilsiäen sekä Juankosken taajamien kaukolämmityksestä. (Kuopion Energia Oy 2017; Savon Voima Oyj 2017)

Taulukossa 7 on esitetty Kuopion alueen energiantuotantoon-, käyttöön- ja siirtoon liittyviä keskeisiä tietoja.

*Taulukko 7. Energiantuotantoon ja siirtoon liittyvät omistukset kunnassa (Kuopion Energia Oy 2017; Savon Voima Oyj 2017)*

Kaupungin omistus alueen energiantuotannosta	<p>Kuopion kaupunki omistaa kokonaan Kuopion Energia konsernin, johon kuuluu Kuopion Energia Oy ja Kuopion Sähköverkko Oy</p> <p>Kuopion Energia Oy tuottaa sähköä ja lämpöä CHP-laitoksissa, Kuopion Sähköverkko Oy huolehtii sähkön siirrosta sekä sähköverkkojen ylläpidosta.</p> <p>Kuopion kaupunki omistaa Savon Energiaholding Oy:stä 18,7 %, joka omistaa kokonaisuudessaan Savon Voima Oyj:n. Savon Voima Oyj omistaa kokonaisuudessaan sähkön jakeluverkkotoimintaa harjoittavan Savon Voima Verkko Oy:n. Savon Voima Tuotanto vastaa sähkön tuotannosta omilla voimalaitoksillaan. Savon Voima Myynti vastaa sähkön hankinnasta ja vähittäismyyntistä. Savon Voiman Lämpö vastaa kaukolämmön tuotannosta.</p>
Kaupungin alueen sähköverkon haltija	Kuopion Sähköverkko Oy ja Savon Voima Verkko Oy
Kaukolämpöverkkojen haltija	Kuopion Energia Oy Kuopion keskustaajamassa, Riistavedellä sekä Vehmersalmella. Savon Voima Oyj Maaningalla, Karttulassa, Nilsiässä sekä Juankoskella.

Kuopion kaupunki omistaa kaupungin lähiympäristön sekä saariston tärkeimmät metsäalueet. Näitä ovat Puijon alue, Neulaniemi, Jynkkä-Petonen, Niittylahti ja Keski-Kallaveden saaristo. Kaupungin koko metsäomaisuus on noin 10 000 ha, puuvarannon ollessa noin 1,8 milj. m<sup>3</sup>. (Kuopion kaupunki 2018d)

Kuopion alueella on Vapo Oy:n sekä Kuopion Energian hallinnoimia turvetuotantoalueita. Vapo harjoittaa Kuopion alueella turvetuotantoa neljällä suolla, Kuopion Energia yhdellä. Seuraavassa taulukossa 8 on esitettyä Kuopion maantieteellisellä alueella sijaitsevat turvetuotantoalueet, niiden sijainnit sekä alueen tuotantokelpoiset pinta-alat.

Taulukko 8. Kuopion maantieteellisellä alueella sijaitsevat turvetuotantoalueet

Turvetuotantoalue	Sijainti	Turvetuotannon tuotantokelpoinen pinta-ala [ha]	Hallinnoija
Suojärvensuo	Karttulan kylässä noin 7 km Karttulan kyläkeskuksesta pohjoiseen	88,4	Vapo Oy
Korholansuo	Lappvetelän kylässä noin 14 km Maaningan kyläkeskuksesta lounaaseen	39,3	Vapo Oy
Rahkasuo	Siikajärven kylässä noin 22 km entisen Nilsian taajamasta koilliseen	39,2	Vapo Oy
Vilponsuo	Siikajärven kylässä noin 22 km Nilsian taajamasta koilliseen	84,1	Vapo Oy
Kaijanpään-Konttiniemenalussuo	Konttimäen kylässä noin 8 km Nilsian taajamasta länsi-luoteeseen	67,8	Kuopion Energia Oy

Savon Voimalle turpeita toimittaa Vapo Oy, Heinäsuon Turve Oy, Peat Power Oy, Jyrkän energiaturve Oy sekä Asko Karhunen. Nämä kuitenkin toimittavat turpeen Savon Voimalle Kuopion alueen ulkopuolelta, pääsääntöisesti Vieremältä, Kiuruvedeltä, Kärämäeltä, Sonkajärveltä sekä Suonenjoelta. Kuopion Energialla on omaa turvetuotantoa pinta-alana yhteensä noin 550 ha, nämä turvetuotantoalueet sijaitsevat ympäri Pohjois-Savo ja Pohjois-Karjalaa. (Kuopion Energia 2018c; Itä-Suomen Aluehallintovirasto päätös nro 74/2013/1, 2013; Itä-Suomen Aluehallintovirasto päätös nro 78/2013/1, 2013; Itä-Suomen Aluehallintovirasto päätös nro 22/2009/2, 2009)

## 2.5 Keskeisiä lähtötietoja energiatehokkuudesta ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisestä

Kuopion kaupungin visiona on olla ”Hyvän elämän pääkaupunki”. Visiota on täsmennetty päämäärillä, jotka kuvaavat kaupungin haluttua tavoitetilaa vuonna 2030. Tavoitteena on kehittää Kuopion elinvoimaa ja saada alueella aikaan kestävästä väestönkasvusta. Yksi Kuopion kaupungin strategian kolmesta painopistealueesta on resurssiviisuus. Resurssiviisuuden edistämiseen sisältyy myös uusiutuvan energian käyttösuuden kasvattaminen. (Kuopion kaupunki 2018e)

Kuopion kaupunki hyväksyttiin vuonna 2016 resurssiviisaiden edelläkävijäkuntien FISU-verkoston (Finnish Sustainable Communities). Verkoston tavoitteena ovat hiilineutraalius, jätteenkäyttö ja globaalisti kestävä

kulutus viimeistään vuoteen 2050 mennessä. Kuopion tavoitteena on edistää alueellaan hiilineutraaleja toimintamalleja ja kiertotaloutta sekä luoda uusia työpaikkoja ja edistää kestävää hyvinvointia. (Kuopion kaupunki 2018f).

FISU-verkoston visiona on tuottaa kaikki energia uusiutuvilla ja hiilineutraaleilla energiantuotantomuodoilla vuoteen 2050 mennessä, lisäksi yhdyskuntarakenteen tulee tukea päästötöntä liikennettä ja hyvinvointia. Kulutus pyritään kohdistamaan elämyksiin ja palveluihin, jolloin syntyvän jätteen määrä saataisiin minimoitua. Kuopion visiona on, että alueella tuotettaisiin ja jalostettaisiin ympäristöystävällisesti herkullista, terveellistä ja laadukasta ruokaa. Kaupunki on kansainvälisesti tunnettu luonto- ja vesimatkailukaupunki sekä kansainvälinen vesiosaamisen keskus, tavoitteena onkin, että monimuotoinen ja vetovoimainen luonto olisi helposti saavutettavissa ja antaisi hyvinvointia asukkaille ja toimintamahdollisuuksia yrityksille. (Kuopion kaupunki 2018f).

### 2.5.1 Tehdyt toimenpiteet

Kuopion kaupunki on toiminut pitkään ilmastomuutoksen hidastamiseksi ja kasvihuonekaasupäästöjen hillitsemiseksi, kaupungille on laadittu ilmastopoliittinen ohjelma vuosille 2009–2020, joka sisältää kuusi päämäärää. Tärkeimpiä keinoja näiden päämäärien saavuttamiseksi ovat biopolttoaineiden ja muiden uusiutuvien polttoaineiden käytön lisääminen energiantuotannossa, resurssitehokas maankäyttö ja rakentaminen, liikenteen päästöjen vähentäminen sekä erilaiset energiatehokkuussopimukseen sisältyvät toimet ja viestintäkampanjat. Vuoden 2015 loppuun mennessä Kuopion kaupungin kasvihuonekaasupäästöt ovat vähentyneet noin 35 % vuoden 1990 tasosta. Ennakkotiedon mukaan päästöt ovat vähentyneet 41 % vuoden 2017 loppuun mennessä, vuoden 1990 tasosta. Eniten tähän ovat vaikuttaneet fossiilisten polttoaineiden käytön väheneminen ja puuperäisten polttoaineiden käytön kasvu Kuopion Energian Haapaniemen voimalaitoksessa sekä Savon Sellulla. Päästöjen laskuun on vaikuttanut merkittävästi myös raskaan teollisuuden väheneminen. (Kuopion kaupunki 2018g; Kuopion kaupunki 2018h)

Kuopion kaupunki on solminut kunta-alan energiatehokkuussopimuksen vuosille 2017–2025, tämän sopimuksen tavoitteena on tehostaa kaupungin energiankäyttöä 7,5 prosentilla vuoteen 2025 mennessä. Energiatehokkuutta on edistetty pitkälle viedyn kiinteistöjen kulutusseuran avulla, kiinteistöjen energiakatselmuksilla, siirtymällä uusiutuvan energian käyttöön, siirtymällä led-valaistukseen sisä- ja ulkovalaistuskohteissa, edistämällä kävelyä, pyöräilyä ja joukkoliikennettä, täydennysrakentamisella sekä viestinnän keinoin. (Kuopion kaupunki 2018i).

Uusiutuvia energialähteitä on otettu kaupungin omissa toimissa käyttöön mm. aurinkoenergian ja maalämmön muodossa. Kuopion kaupungin kiinteistöissä aurinkopaneeleita on asennettu Kuopion kaupungin Valtuustotalon katolle (86 kWp) ja Jänneniemien vedenottamolle (50 kWp). Lisäksi useat toimijat, kuten Kuopion Energia Oy, Pohjois-Savon sairaanhoitopiiri ja Kuopion Vesi ovat ottaneet käyttöön aurinkosähkövoimaloita. Pellettilaitoksia on käytössä Kurkimäen koulussa ja päiväkodissa, Rytlyn koulussa, Hirvilahden koulussa, Kaislastenlahden koulussa, Pajulahden koulussa ja Ulkonkosken koulussa. Kaupungin omistamissa kohteissa maalämpö on käytössä Jynkän monitoimitalossa ja –koulussa, Vehkalammin koulussa, Vehmasmäen koulussa, Käärmelähdän koulussa. (Kettunen 2018)

## 2.5.2 Suunnitellut toimenpiteet

Kuopion kaupunki huomioi rakennusten peruskorjauksissa ja uudisrakentamisen investoinneissa uusiutuvan energian lisäämismahdollisuuden. Tästä esimerkkinä on öljylämmityksen korvaaminen vähäpäästöisemmillä lämmitysmuodoilla ja Savilahden kaukojäähdytyksen käyttöönotto. Lisäksi asennettujen aurinkosähkövoimaloiden määrää kasvatetaan vuosittain kahdella/kolmella uudella voimalalla. Myös valaistukseen kiinnitetään huomiota korvaamalla vanhoja

valaisimia energiatehokkaammilla valaistuksilla ja ottamalla käyttöön valaisinkohtaiseen ohjaukseen liittyvä ohjausjärjestelmä ulkovalaistuksessa.

Omien toimenpiteiden lisäksi, Kuopion kaupunki kannustaa asukkaitaan siirtymään uusiutuvan energian lähteiden käytön lisäämiseen mm. edistämällä rakentamismääräyksiä ja ohjeita, sekä tontinluovutusehdoilla. Kuopiossa suunnitellaan sähköautojen latausverkon laajentamista. Kaasun liikennekäyttöön jakelu alkanee Kuopiossa vuonna 2019.

## 3 ENERGIANTUOTANNON JA -KÄYTÖN NYKYTILA

### 3.1 Lähtötiedot

Tarkastelussa käytetty tarkasteltu referenssivuosi on 2017. Lähtötiedot on kerätty pääosin julkisista lähteistä, Kuopion kaupungin aiemmin tekemistä selvityksistä. Tietoa on myös pyydetty Kuopion kaupungin eri toimijoilta. Kuopion kaupungin rakennuskannan kerrosalat sekä ikä- ja lämmitystapajakaumat rakennustyypeittäin on selvitetty Tilastokeskukselta. Tilastokeskuksen tilastoissa on pieniä vääristymiä, sillä vain rakennuslupaa vaativat lämmitystapamuutokset kirjautuvat Tilastokeskuksen tietoihin.

Tieto Kuopion kaupungin kokonaissähkönkulutuksesta on saatu Energiateollisuus ry:n sähkötilastoista. Polttoaineiden ja sähköntuotannon ominaispäästökertoimien lähteinä on käytetty Tilastokeskuksen energiatilastoja ja Motivan ohjeistusta. Energiataseiden laskennassa käytetyt oletukset hyötysuhteista ja häviöistä on esitetty alaluvussa 3.6.1.

### 3.2 Sähköntuotanto

Kuopion alueella on erillissähköntuotantoa sekä yhdistettyä sähkön- ja lämmöntuotantoa (CHP-tuotanto). Erillissähköä tuotetaan Kuopiossa Savon Voiman vesivoimaloilla. Kuopion alueella sijaitsevat CHP-laitokset ovat Kuopion Energian hallinnoimia. CHP-laitokset ne käyttävät polttoaineenaan pääsääntöisesti puuperäistä biomassaa sekä turvetta.

#### 3.2.1 Sähkön erillistuotanto

Kuopiossa sijaitsee kolme Savon Voiman hallinnoimaa vesivoimalaa. Vesivoimaloiden yhteenlaskettu teho on 10,2 MW. Suurimmat vesivoimalaitokset ovat vuonna 1961 käyttöönotettu Karjalankosken vesivoimalaitos sekä vuonna 1995 käyttöönotettu Juankosken vesivoimalaitos. Karjalankosken ja Juankosken laitosten putouskorkeus on 6,5 m ja niiden tuottama energiamäärä on 20 GWh/vuosi. Karjalankosken vesivoimalaitoksen sähköteho on 4,5 MW, Juankosken vesivoimalaitoksen sähköteho on 5,5 MW. Kuopion maantieteellisellä alueella sijaitsevista voimalaitoksista uusin on Viannan vesivoimalaitos. Voimalaitos otettiin käyttöön vuonna 2011. Viannan vesivoimalaitoksen putouskorkeus on 2,5 m ja tuotettu energiamäärä 1,3 GWh/vuosi (Snellman 2016). Viannan vesivoimalaitoksen sähköteho on 0,15 MW.

#### 3.2.2 Yhdistetty sähkö- ja lämmöntuotanto

Kuopion alueella yhdistettyjä sähkön- ja lämmöntuotannon laitoksia (CHP) ovat Kuopion Energian laitokset Haapaniemi 2, Haapaniemi 3 ja Pitkälahden biokaasumoottorivoimalaitos. Laitoksissa tuotettu sähkö myydään sähkömarkkinoilla. Tuotettu lämpö hyödynnetään kokonaisuudessaan kaukolämpönä asukkaiden tarpeisiin.

### 3.2.2.1 Haapaniemi 2

Haapaniemi 2 tuottaa kaukolämpöä ja sähköä. Voimalaitos on otettu käyttöön vuonna 1982 ja nykyisin sen kuplaleijukattilassa käytetään polttoaineena puuperäistä biomassaa ja turvetta. Käynnistyspolttoaineena käytetään kevyttä polttoöljyä.

Haapaniemi 2 -laitoksen sähköteho on 65 MW ja lämpöteho 200 MW. Vuonna 2015 laitokselle rakennettiin lämmöntalteenotolla varustettu savukaasupesuri, jolla voidaan rikin ja hiukkasten poistamisen lisäksi myös hyödyntää savukaasuissa oleva hukkaenergia kaukolämmöksi. Lämmöntalteenotto lisää kaukolämpötehoa 50 MW ja säästää polttoainetta noin 200 000 MWh vuodessa. (Kuopion Energia 2016a)

### 3.2.2.2 Haapaniemi 3

Haapaniemi 3 -voimalaitos tuottaa kaukolämpöä ja sähköä. Voimalaitos on otettu käyttöön vuonna 2011 ja se käyttää polttoaineenaan puuperäistä biomassaa sekä turvetta. Puuperäisen biomassan kulutus vuonna 2017 oli 245 GWh ja turpeen kulutus 26 GWh. Varapolttoaineena laitoksella käytetään kivihiiltä (0,5 GWh vuonna 2017) ja käynnistyspolttoaineena kevyttä polttoöljyä (0,6 GWh vuonna 2017). Haapaniemi 3 -laitoksen sähköteho on 45 MW ja lämpöteho 110 MW.

### 3.2.2.3 Pitkälahden biokaasumoottorivoimalaitos

Pitkälahden biokaasumoottorilaitos tuottaa kaukolämpöä ja sähköä. Laitos on otettu käyttöön vuonna 2014 ja se käyttää polttoaineenaan biokaasua. Pitkälahden biokaasumoottorivoimalaitoksen sähköteho 1,6 MW ja lämpöteho 1,6 MW.

## 3.3 Sähkön kulutus

### 3.3.1 Alueen merkittävimmät sähkönkuluttajat

Kuopion alueen vuotuinen sähkön kokonaiskulutus on noussut vuosien 2010–2016 välillä melko tasaisesti, mutta vuonna 2017 sähkön kulutus on kääntynyt laskuun. Teollisuus on vähentänyt sähkönkulutustaan. Vuonna 2017 Kuopion alueella kulutettiin sähköä 1 125 GWh. Asumiseen ja maatalouteen sekä palveluihin ja rakentamiseen sähköä käytettiin suunnilleen yhtä paljon: asumiseen ja maatalouteen 418 GWh, palveluihin ja rakentamiseen 436 GWh. (Energiateollisuus ry 2018.)

Taulukko 9. Kuopion kaupungin alueella sähkönkulutuksen jakautuminen sektoreittain vuonna 2017 (Energiateollisuus ry 2018a)

Asuminen ja maatalous [GWh]	Teollisuus [GWh]	Palvelut ja rakentaminen [GWh]	Yhteensä [GWh]
418	272	436	1 125



### 3.3.2 Kaupungin sähkönkulutus

Kuopion kaupunki kulutti sähköä 63 981 MWh vuonna 2017. Eniten eli 42 508 MWh sähköä kului kiinteistöissä (ml. lämmitys). Tämä on noin 66 % kaupungin kokonaissähkönkulutuksesta. Toiseksi eniten eli 8 018 MWh sähköä (13 %) kului katu- ja muuhun ulkovalaistukseen. Kiinteistöjen sähkönkulutuksessa on mukana sekä kiinteistöjen käyttösähkö että sähkölämmitteisten kiinteistöjen kokonaissähkönkulutus. Kuopion Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon biokaasulaitokselta tuotettu sähkö on huomioitu jätevesipumppaamon sähkönkulutuksessa.

Taulukko 10. Kuopion kaupungin sähkönkulutus vuonna 2017

Kiinteistötyyppi	Sähkönkulutus [MWh]
Kiinteistöjen sähkönkulutus (myös lämmitys)	42 508
Kunnan omat/leasing ajoneuvot ja työkoneet	20
Katu- ja muu ulkovalaistus	8 018
Liikennevalot	202
Jätevesipumppaamot ja laitokset	7 869
Käyttöveden tuotanto	5 364
<b>Yhteensä</b>	<b>63 981</b>

### 3.4 Lämmöntuotanto

Kuopion Energian keskustaajaman alueella on yksi suuri kaukolämpöverkko, jonka alueella on yhdeksän lämmöntuotantolaitosta: Haapaniemi 2, Haapaniemi 3, Pitkälähdän biokaasumoottorivoimalaitos ja seitsemän kiinteää kevytöljykäyttöistä lämpökeskusta Iloharju, Jynkkä, Niirala, Pitkälähti, Päiväranta, Rautaniemi ja Saarijärvi. Lisäksi keskustaajama alueella kaksi siirrettävää lämpökeskusta: Kelloniemen ja Neulamäen lämpökeskukset. Nämä laitokset ovat teholtaan yhteensä 700 MW. Kuopion Energian erilliset aluelämpöverkot sijaitsevat Vehmersalmen taajamassa sekä Riistaveden taajamassa. Nämä laitokset ovat teholtaan yhteensä 4 MW.

Savon Voimalla on erilliset aluelämpöverkot Maaningalla, Karttulassa, Juankoskella sekä Nilsiässä. Nilsiän alueella on kolme aluelämpöverkkoa, joista kaksi sijaitsee Tahkovuorella ja yksi Nilsiän keskustaajamassa. Yhteensä näihin kuuteen aluelämpöverkkoon tuotetaan kaukolämpöä tällä hetkellä 12 lämpölaitoksella. Laitokset ovat teholtaan yhteensä 53 MW.

#### 3.4.1 Kaukolämmön tuotanto

##### 3.4.1.1 Iloharjun lämpökeskus

Iloharjun lämpökeskuksessa on kaksi 40 MW:n kuumavesikattilaa, joita käytetään huippu- ja varalämpökeskuksena varmistamaan kaukolämpöverkon toimintaa. Iloharjun lämpökeskuksessa lämpö tuotetaan kevyellä polttoöljyllä. Iloharjun lämpökeskuksen katolla on n. 50 kWp:n aurinkosähkövoimala, jolla tuotetaan sähköä lämpölaitoksen käyttöön.

#### LCA Consulting Oy

Laserkatu 6, 53850 Lappeenranta  
Puhelin +358 40 7628 444

Y-tunnus 2525393-6  
www. LCA-Consulting.fi

#### 3.4.1.2 *Jynkän lämpökeskus*

Jynkän lämpökeskuksessa on kaksi 12 MW:n kuumavesikattilaa, joita käytetään huippu- ja varalämpökeskuksena varmistamaan kaukolämpöverkon toimintaa. Jynkän lämpökeskuksessa lämpö tuotetaan kevyellä polttoöljyllä.

#### 3.4.1.3 *Niiralan lämpökeskus*

Niiralan lämpökeskuksessa on kaksi 40 MW:n kuumavesikattilaa. Lämpökeskus käyttää polttoaineenaan kevyttä polttoöljyä. Niiralan lämpökeskuksen kattiloita käytetään huippu- ja varalämpökeskuksena varmistamaan kaukolämpöverkon toimintaa.

#### 3.4.1.4 *Pitkälahden lämpökeskus*

Pitkälahden lämpökeskuksessa on yhteensä kolme kuumavesikattilaa, joista kaksi 30 MW:n kevytpolttoöljykattilaa ja yksi 3,0 MW:n biokaasukattila. Kevytöljykattiloita käytetään huippu- ja varalämpökeskuksena varmistamaan kaukolämpöverkon toimintaa. Kattilat on otettu käyttöön vuonna 1992.

Biokaasukattila käyttää polttoaineenaan kaatopaikkakaasua. Pitkälahden biokaasukattilalla tuotetaan lämpöä kaukolämpöverkkoon ympäri vuoden.

#### 3.4.1.5 *Päivärannan lämpökeskus*

Päivärannan lämpökeskuksessa on kaksi 12 MW:n kuumavesikattilaa. Lämpökeskus käyttää polttoaineenaan kevyttä polttoöljyä. Päivärannan lämpökeskuksen kattiloita käytetään huippu- ja varalämpökeskuksena varmistamaan kaukolämpöverkon toimintaa.

#### 3.4.1.6 *Rautaniemen lämpökeskus*

Rautaniemen lämpökeskuksessa on yksi 40 MW:n kuumavesikattila. Lämpökeskus käyttää polttoaineenaan kevyttä polttoöljyä. Lämpökeskus on rakennettu vuonna 2007-2008 ja kattila on otettu käyttöön vuonna 2008. Rautaniemen lämpökeskuksen kattilaa käytetään huippu- ja varalämpökeskuksena varmistamaan kaukolämpöverkon toimintaa.

#### 3.4.1.7 *Saarijärven lämpökeskus*

Saarijärven lämpökeskuksessa on yksi 40 MW:n kuumavesikattila. Lämpökeskus käyttää polttoaineenaan kevyttä polttoöljyä. Saarijärven lämpökeskuksen kattilaa käytetään huippu- ja varalämpökeskuksena varmistamaan kaukolämpöverkon toimintaa.

#### 3.4.1.8 *Siirrettävät lämpökeskukset*

Kellonimen siirrettävässä lämpökeskuksessa on kaksi 3,7 MW:n kevytpolttoöljykattilaa. Molemmat kattilat on otettu käyttöön vuonna 1974. Neulamäen siirrettävässä lämpökeskuksessa on yksi 3,7 MW:n kattila, joka käyttää polttoaineenaan kevyttä polttoöljyä. Siirrettäviä lämpökeskuksia käytetään huippu- ja varalämpökeskuksena varmistamaan kaukolämpöverkon toimintaa.

Kuvassa 7 on esitetty Kuopion keskustaajaman kaukolämpöverkon toiminta-alue.



Kuva 7. Kuopion Energian keskustaajaman kaukolämpöverkko

### 3.4.2 Aluelämmön tuotanto

#### 3.4.2.1 Vehmersalmen taajaman aluelämpölaitos

Vehmersalmen taajaman aluelämpöverkkoon lämpöä tuotetaan 1 MW lämpökeskuksessa, jossa käytetään polttoaineena pellettiä. Varavoimana Vehmersalmella käytetään öljykattilaa teholtaan 1 MW. Vehmersalmen taajaman aluelämpöverkko on otettu käyttöön vuonna 2006 ja siihen on liittynyt Vehmersalmen keskustaajaman isoja kiinteistöjä sekä pientaloja yhteensä 24 kappaletta.. Vehmersalmen verkkoon on tuotettu kaukolämpöä vuonna 2017 noin 3,5 GWh.

#### 3.4.2.2 Riistaveden (Melalahden) taajaman aluelämpöverkko

Riistaveden taajaman aluelämpöverkkoon lämpöä tuotetaan 1 MW lämpökeskuksessa, jossa käytetään polttoaineena haketta. Varavoimana Riistavedellä käytetään öljykattilaa teholtaan 1 MW. Riistaveden taajaman aluelämpöverkko on otettu käyttöön vuonna 2002. Aluelämpöverkkoon on liittynyt Riistaveden keskustaajaman Melalahden isot kiinteistöt sekä pientaloja yhteensä 14 kappaletta. Riistaveden verkkoon on tuotettu kaukolämpöä vuonna 2017 noin 3,5 GWh.

### 3.4.2.3 *Maaningan taajaman aluelämpöverkko*

Maaningan taajaman aluelämpöverkkoon tuottaa lämpöä vuonna 1977 valmistunut lämpökeskus. Lämpökeskus käyttää polttoaineenaan öljyä, jolla tuotetaan lämpöä 1,7 MW teholla. Maaningan aluelämpöverkkoon tuotettiin lämpöä 6,4 GWh vuonna 2017.

### 3.4.2.4 *Karttulan taajaman aluelämpöverkko*

Karttulan taajaman aluelämpöverkkoon lämpöä tuottaa kolme lämpökeskusta. Näistä kaksi käyttää polttoaineenaan öljyä. Öljyä käyttävät lämpökeskukset ovat valmistuneet vuosina 1976 ja 1992. Lämpökeskukset ovat teholtaan 2 MW ja 3 MW. Vuonna 2009 Karttulaan valmistui biolämpökeskus teholtaan 2 MW. Vuonna 2017 Karttulan aluelämpöverkkoon tuotettiin lämpöä noin 6,5 GWh.

### 3.4.2.5 *Juankosken taajaman aluelämpöverkko*

Juankosken taajaman aluelämpöverkkoon lämpöä tuottaa kaksi lämpökeskusta. Näistä ensimmäisenä on vuonna 2014 valmistunut kahden kattilan lämpökeskus. 6 MW:n öljykattila käyttää polttoaineenaan kevyttä polttoöljyä ja 4 MW:n kattila käyttää polttoaineenaan puuta tai turvetta.

Toinen Juankosken lämpökeskuksista on valmistunut vuonna 2017. Lämpökeskus on teholtaan 3 MW ja se käyttää polttoaineenaan kevyttä polttoöljyä. Vuonna 2017 Juankosken aluelämpöverkkoon tuotettiin lämpöä 17,4 GWh. Kuvassa 10 on esitetty Juankosken taajaman aluelämpöverkko.

### 3.4.2.6 *Nilsian taajaman aluelämpöverkko*

Nilsian taajaman aluelämpöverkkoon lämpöä tuottaa kolme lämpökeskusta. Vanhin, vuonna 1985 valmistunut, lämpökeskus on teholtaan 3 MW. Lämpökeskus käyttää polttoaineenaan kevyttä polttoöljyä. Vuonna 1992 valmistunut lämpökeskus on teholtaan 6 MW ja se käyttää polttoaineenaan kevyttä polttoöljyä. Uusimassa vuonna 2014 valmistuneessa aluelämpökeskuksessa on kaksi kattilaa yhteisteholtaan 11 MW. Toinen kattila käyttää polttoaineenaan kevyttä polttoöljyä ja toinen puuta tai turvetta. Vuonna 2017 Nilsian aluelämpöverkkoon tuotettiin lämpöä 19,4 GWh.

### 3.4.2.7 *Tahkovuoren taajaman aluelämpöverkot*

Tahkovuoren alueella on kaksi (Tahkovuori ja Nipanen) erillistä aluelämpöverkkoa. Tahkovuoren aluelämpöverkkoon lämpöä tuottaa yksi vuonna 2012 valmistunut lämpökeskus. Lämpökeskukseen lämpöä tuottaa kaksi kattilaa yhteisteholtaan 7,5 MW. Biokattila käyttää polttoaineenaan puuta ja turvetta ja öljykattila käyttää polttoaineenaan kevyttä polttoöljyä. Vuonna 2017 Tahkovuoren aluelämpöverkkoon tuotettiin lämpöä 7,2 GWh.

Nipasen aluelämpöverkkoon lämpöä tuottaa kaksi lämpölaitosta. Vuonna 2010 valmistunut lämpölaitos on teholtaan 1,5 MW. Lämpölaitokseen lämpöä tuottaa yksi öljyä polttoaineenaan käyttävä kattila. Vuonna 2015 valmistunut lämpölaitos on hybridilämpökeskus. Lämpölaitoksen lämpöä tuottaa yksi 0,5 MW:n pellettikattila sekä 12 neliömetrin alalta asennetut aurinkolämpökeräimet. Vuonna 2017 Nipasen aluelämpöverkkoon tuotettiin lämpöä noin 1,4 GWh. (Savon Voima Oyj 2015)

## 3.5 Lämmön kulutus

### 3.5.1 Kiinteistöjen lämmitys Kuopiossa

Kuopion alueen kiinteistöjen päälämmitystapa kiinteistöjen lukumäärän mukaan vuonna 2017 on esitetty taulukossa 11. Taulukossa esitetyissä luvuissa ei ole mukana vapaa-ajan asunnot, joissa osassa voi olla lämmitys. Tilastokeskuksen rakennustilastossa on mukana kivihiililämmitteisiä kiinteistöjä, ja nämä on lisätty osioon ”Muu, tuntematon”, sillä kivihiilipohjaisesta lämmityksestä on jo vuosikymmeniä sitten siirrytty muihin lämmitystapoihin. Alla olevasta taulukosta huomioitavaa on myös, että ”Puu, turve” –sarakeen kiinteistöt ovat hyvin todennäköisesti puulämmitteisiä. Tilastossa on myös mahdollisia muita pieniä vääristymiä, sillä vain rakennuslupaa vaativat lämmitystapamuutokset kirjautuvat näihin tietoihin.

Päälämmitystapojen rinnalla voi monissa kiinteistöissä olla rinnakkaisia lämmitysjärjestelmiä, kuten puun pienpolttua tai vaikkapa aurinkopaneeleita.

Taulukko 11. Kuopion alueen kiinteistöjen lämmitystavat (kiinteistöjen lukumäärien mukaan). (Tilastokeskus 2018d)

KIINTEISTÖTYYPPI	Kauko- tai aluelämpö	Öljy, kaasu	Sähkö	Puu, turve	Maalämpö	Muu, tuntematon
Erilliset pientalot	3 552	2 049	7 414	4 523	801	307
Rivi- ja ketjutalot	1 314	116	320	8	4	3
Asuinkerrostalot	1 600	70	13	13	5	3
Liikerakennukset	240	78	404	65	7	54
Toimistorakennukset	147	18	28	2	0	5
Liikenteen rakennukset	88	35	237	26	4	417
Hoitoalan rakennukset	123	19	22	1	2	2
Kokoontumisrakennukset	76	16	84	18	6	60
Opetusrakennukset	112	33	25	15	4	8
Teollisuusrakennukset	177	111	148	55	5	271
Varastorakennukset	61	26	43	10	6	267
Muut rakennukset	19	6	22	11	0	19

Kuopion alueen koko kiinteistökannan lämmitykseen tarvittava lämpöenergia ja polttoaine-energia, joita tarvitaan lämmityksen tuottamiseen, on esitetty taulukossa 12. Sähkö-, kaukolämpö- ja maalämpökiinteistöjen kohdalla on oletettu hyötysuhteeksi 100 %, koska kaukolämmön ja sähkölämmityksen osalta tuotanto- ja siirtohäviöt huomioidaan myöhemmin kokonaisenergiataseessa tuotanto- ja siirtohäviöinä.

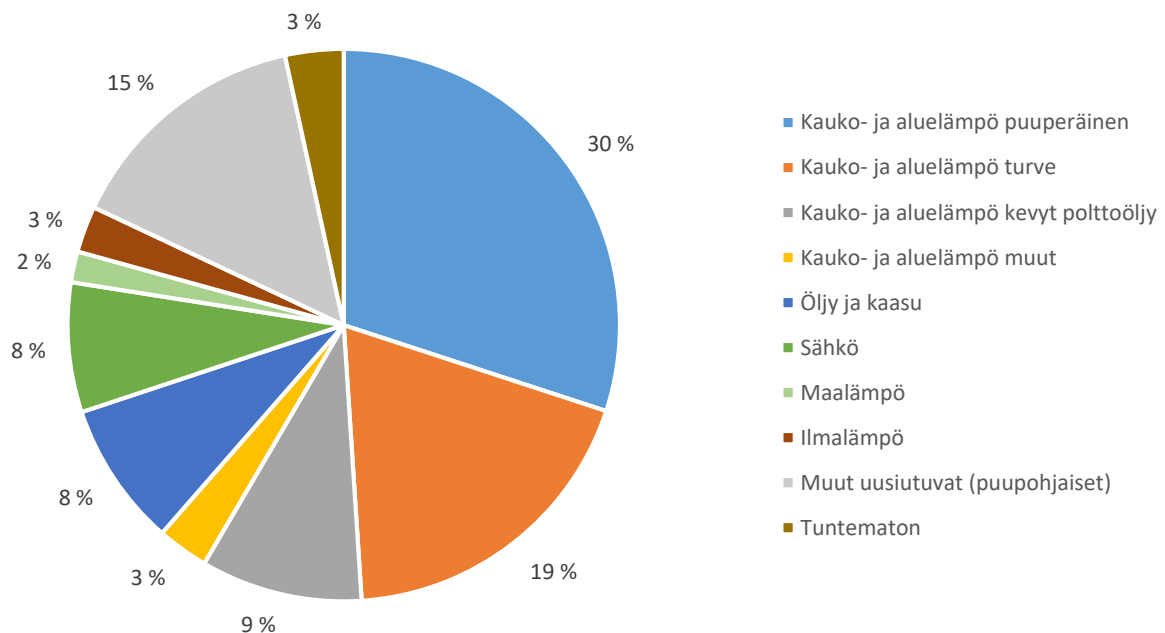
Erillislämmitysjärjestelmien osalta on puupohjaiselle lämmitykselle oletettu hyötysuhteeksi 65 %, tuntemattomille 75 % ja öljykattiloille 9 %. Todellisuudessa nämä hyötysuhteet vaihtelevat käytetyn tekniikan mukaan ja voivat näin ollen olla jopa parempia tai huonompia. Ilmalämpöpumppujen määrän kaupungissa on arvioitu olevan vastaava kuin Suomessa keskimäärin, eli noin viisinkertainen maalämpöjärjestelmiin verrattuna. Ilmalämpöpumppujen on lisäksi oletettu olevan sähkölämmitteisissä kiinteistöissä ja jakautuvan eri kiinteistötyy-

peille niiden rakennusalaosuuksien mukaisesti. Kivihiili on lisätty tuntemattomaan polttoaineeseen. Laskennassa oletetaan ettei Kuopiossa ole kaasulämmitteisiä rakennuksia, vaan kaikki öljy ja kaasulämmitteiset rakennukset lämmitetään öljyllä.

Taulukko 12. Lämmönkäyttö Kuopion rakennuskannassa sekä tarvittavat polttoaine-energiat

Lämmitystapa	Lämmönkäyttö [GWh/a]	Polttoaine-energia	
		[GWh/a]	[%]
Kauko- ja aluelämpö	1 084	1084	61,4
Öljy ja kaasu	135	149	8,5
Sähkö	134	134	7,6
Maalämpö	32	32	1,8
Ilmalämpö	48	48	2,7
Muut uusiutuvat (puupohjaiset)	167	257	14,6
Tuntematon	45	60	3,4
<b>Yhteensä</b>	<b>1 645</b>	<b>1 765</b>	<b>100,0</b>

Kuopion kaupungin alueella olevien kiinteistöjen lämmitystapajakauma käytetyn polttoaine-energian mukaan on myös kuvattu havainnollisemmin alla olevassa kuvassa 12.



Kuva 8. Lämmitysjakauma polttoaine-energian mukaan.

### 3.6 Energia- ja päästötaseet

Kuopion kaupungin kokonaislämpötaseessa (kuva 9) on huomioitu kaupungin alueen lämmöntuotannon polttoainejakauma, polttoaineiden energiasisältö, tuotantohäviöt lämmöntuotannosta sekä kaukolämmön siirtohäviöt.

Sähkötase (kuva 10) on laadittu kokonaistaseena. Sähkötaseessa on huomioitu vastaavasti kuin lämpötaseessa sähkön tuotantoon käytetyt energialähteet, sähkön tuotanto- ja siirtohäviöt sekä sähkön loppukäytön jakautuminen.

Kokonaisenergiataseessa (kuva 11) on yhdistetty kokonaislämpötaseessa ja sähkötaseessa esitetyt tiedot. Kokonaisenergiataseeseen on lisätty myös Kuopion alueen teollisten toimijoiden erittelemätön polttoainekäyttö, jota ei ole huomioitu lämpö- tai sähkötaseessa. Osittain tämä polttoainekäyttö on energiantuotannon tarpeisiin ja osittain prosessin muihin tarpeisiin.

### 3.6.1 Laskentaoletuksia

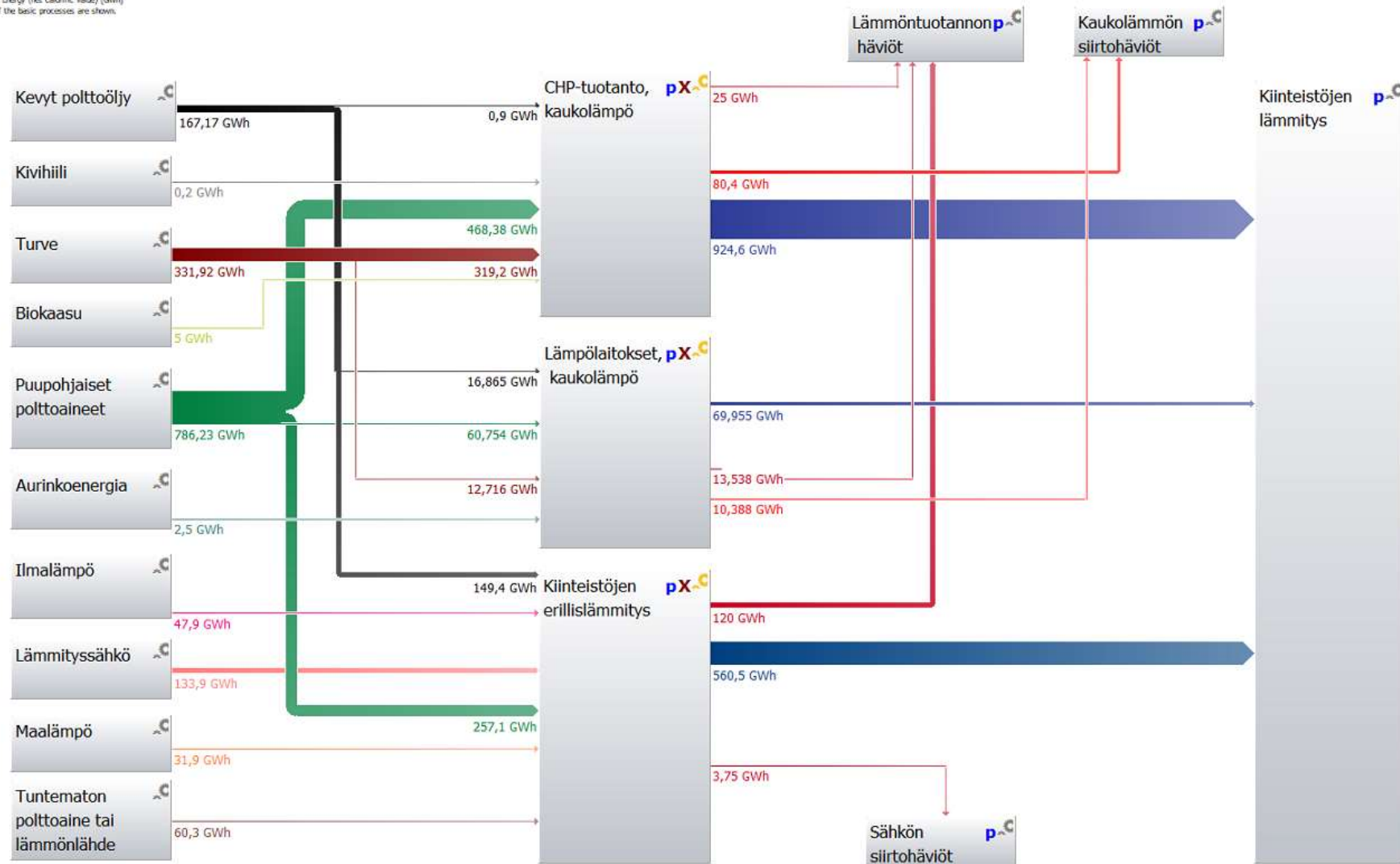
Lämmöntuotannon häviöt aiheutuvat energiantuotantolaitosten hyötysuhteista. Myös erillislämmityskiinteistöissä aiheutuu häviöitä käytetystä lämmöntuotantotekniikasta riippuen. Erillislämmityskiinteistöjen kohdalla lämmöntuotannon hyötysuhteina on käytetty öljylämmitykselle 90 %, puulämmitykselle 65 %, maalämmölle 100 % ja kiinteistöille, joiden lämmitystapa on tuntematon 75 %. Sähkölämmitteisille kiinteistöille on käytetty 100 % hyötysuhdetta, jolloin häviöt huomioidaan sähkön siirron häviössä.

Sähkön siirtohäviönä on käytetty Suomen sähköverkon vuoden 2015 siirto- ja jakeluhäviöiden lukua 3,0 % (Energiateollisuus ry 2015b). Kaukolämpölaitosten häviöt perustuvat ilmoitettuihin tietoihin. Kaukolämpöverkon siirtohäviönä on käytetty Kuopion keskustaajaman kaukolämpöverkon alueella Kuopion Energian ilmoittamaa kokonaishäviötä 8%. Alueellisten lämpöverkkojen siirtohäviöinä on käytetty Kuopion Energian ja Savon Voiman ilmoittamia häviöitä; Vehmersalmi 13,2 %, Riistavesi 11 %, Karttula 13 %, Maaninka 13 %, Nilsiä 15 %, Tahkovouri 20 %, Nipanen 20 %, Juankoski 10 %.

CO<sub>2</sub>-päästöt, jotka on merkitty kokonaisenergiataseeseen aiheutuvat energiantuotantoon käytetyistä polttoaineista. Energiantuotannon polttoaineista fossiilista alkuperää olevat polttoaineet aiheuttavat hiilidioksidipäästöjä, bioperäisten polttoaineiden on oletettu olevan hiilineutraaleja. Myös muualla tuotettu sähkö (nettosähkö) aiheuttaa CO<sub>2</sub>-päästöjä, ja tälle on käytetty Suomen keskimääräisen sähköntuotannon päästökertoiminta 164 kg CO<sub>2</sub>/MWh. CO<sub>2</sub>-päästöjen laskentaan polttoaineiden osalta on käytetty Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen mukaisia CO<sub>2</sub>-päästökertoimia tarkasteluvuodelta 2017.

## Lämpötase

Process plant: Energy (net calorific value) (GWh)  
The names of the basic processes are shown.



Kuva 9. Kuopion alueen lämpötase

## LCA Consulting Oy

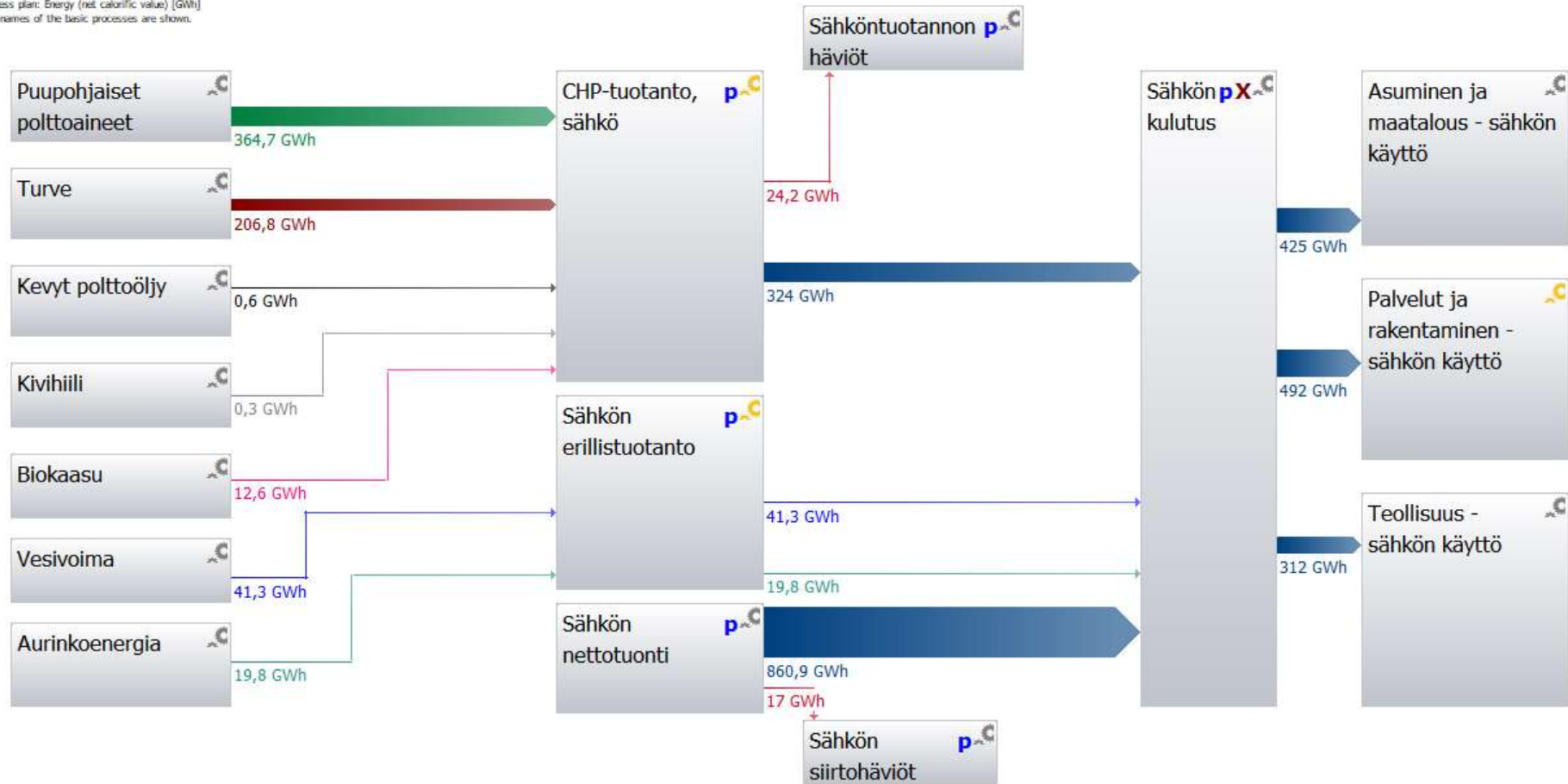
Laserkatu 6, 53850 Lappeenranta  
Puhelin +358 40 7628 444

Y-tunnus 2525393-6  
www. LCA-Consulting.fi



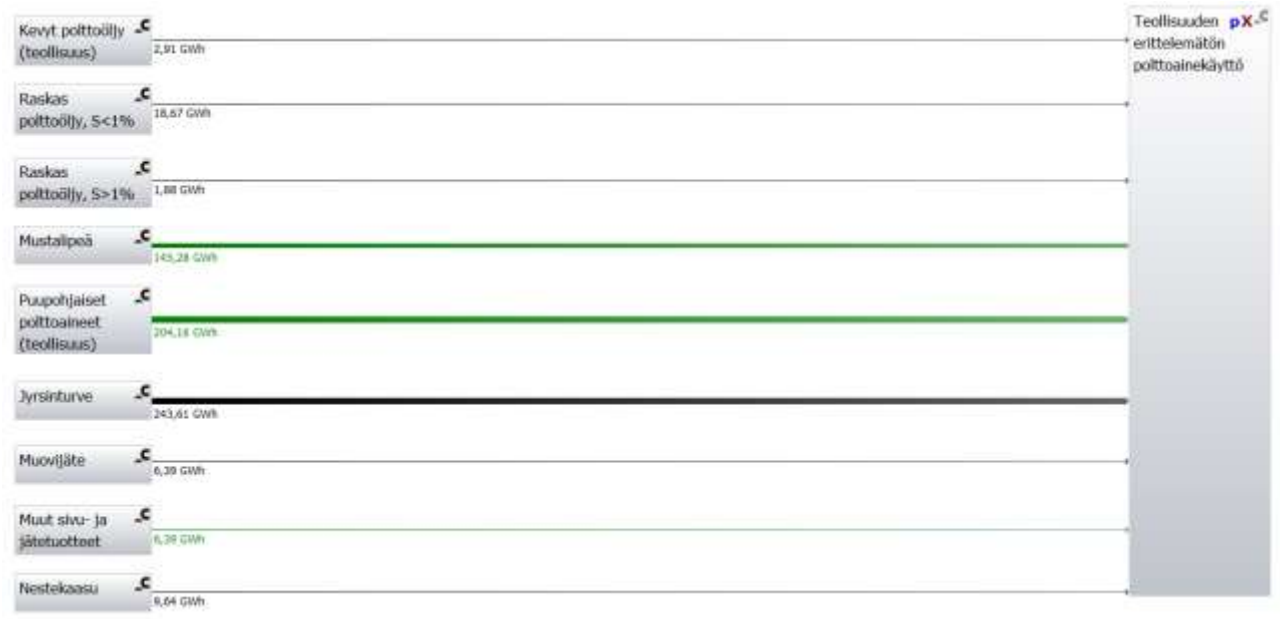
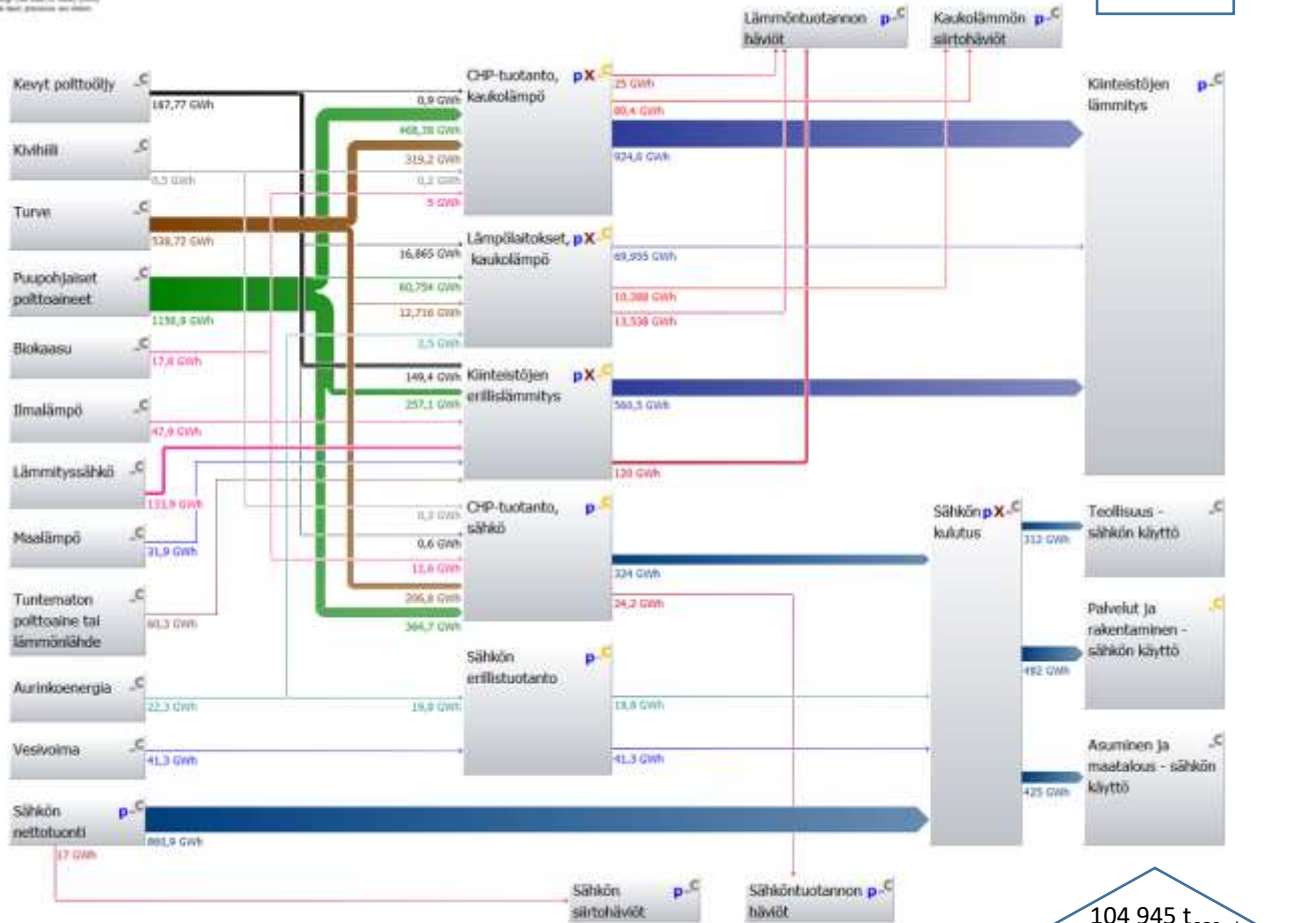
## Sähkötase

Process plan: Energy (net calorific value) [GWh]  
The names of the basic processes are shown.



Kuva 10. Kuopion alueen sähkötase

Kokonaisenergiatase  
 Kuopio 2018 - Energi 104 447 tCO<sub>2</sub>-ekv  
 The state of the heat production in Kuopio



Kuva 11. Kuopion alueen kokonaisenergiatase sisältäen teollisuuden erittelemättömän polttoainekäytön

## 4 UUSIUTUVAT ENERGIALÄHTEET

### 4.1 Puupolttoaineet

Puupolttoaineet jaetaan energiatilastoissa nestemäisiin, kiinteisiin ja muihin puupolttoaineisiin. Nestemäiset puupolttoaineet ovat pääosin selluteollisuuden tuottamaa mustalipeää. Kiinteitä puupolttoaineita ovat lämpö- ja voimalaitosten käyttämät puupolttoaineet (hakkeet, puru, kuori, puupelletit, puubriketit ja kierrätyspuu) sekä puun pienpoltto. Puun pienpoltto kattaa asuin-, teollisuus-, maatalous- ja palvelurakennuksissa poltetun puun. Lisäksi energiantuotantoon käytetään vähäisiä määriä muita metsäteollisuuden sivu- ja jäte tuotteita, jotka voivat olla joko nestemäisiä tai kiinteitä (muun muassa mänty- ja koivuöljy, metanoli, bioliete ja paperi) (Metsäntutkimuslaitos 2018).

Tärkeimmät puupolttoaineet Suomessa ovat mustalipeä, sahanpuru ja kuori. Puunjalostuksen sivuvirrat sekä metsänhoitotöiden sivuvirrat voidaan hyödyntää energiaksi, puupolttoaineiden pääkäyttökohteina Suomessa on lämmön ja sähkön tuotanto. Lisäksi metsäbiomassasta voidaan valmistaa nestemäisiä polttoaineita, joilla korvataan fossiilisen öljyn käyttöä etenkin liikenteessä (Maa- ja metsätalousministeriö 2018).

Puupolttoaineet ovat Suomen merkittävin uusiutuvan energian lähde. Puun osuus energian kokonaiskulutuksesta on noin neljännes ja uusiutuvien energianlähteiden kokonaiskulutuksesta puun osuus on noin 74 %. Suomessa merkittävin puupolttoaine on metsäteollisuuden jäteliemet, jonka osuus kaikista käytetyistä puupolttoaineista on 43 %. Lämpö- ja voimalaitosten käyttämän kiinteän puun osuus on 38 % kaikista käytetyistä puupolttoaineista. Kiinteää puuta polttoaineenaan käyttävät voimalaitokset käyttävät energianlähteenään pääsääntöisesti metsähaketta, metsäteollisuuden sivutuotepuun kuorta sekä metsäteollisuuden sivutuotepuun purua. 17 % puupolttoaineista on puun pienkäyttöä ja loput ovat metsäteollisuuden sivu- ja jätetuotteita. (Luonnonvarakeskus 2017a, Luonnonvarakeskus 2017b)

#### 4.1.1 Nykykäyttö

Kuopiossa on muutama metsäteollisuuden toimija, jotka käyttävät metsäteollisuuden sivuvirtoja energiantuotantoon. Lisäksi Kuopiossa on myös puulämmitteisiä kiinteistöjä. Taulukkoon 13 on koottu sekä metsäteollisuuden toimijoiden että CHO-tuotannossa ja rakennusten erillislämmitykseen vuonna 2017 käytetyt puuperäiset polttoaineet.

Taulukko 13. Puupolttoaineiden käyttö Kuopiossa 2017 (teollisuus, CHP-tuotanto ja kiinteistöjen erillislämmitys)

Käyttö	Polttoaine-energiaa [GWh/a]
Metsäteollisuuden sivuvirrat ja biopolttoaineet teollisuuden energiantuotannossa	204
Puupohjaisten polttoaineiden käyttö CHP-tuotanto	894
Puupohjaisten polttoaineiden käyttö erillislämmitteisissä kiinteistöissä	257
<b>Yhteensä</b>	<b>1 355</b>

#### 4.1.2 Varannot

Metsähaketta käytetään polttoaineena lämpö- ja voimalaitoksissa. Metsähakkeen merkittävimmät lähteet ovat hakkuutähteet sekä pienpuu. Hakkuutähteellä tarkoitetaan uudistusaloilta kerättävää latvusmassaa sekä kantoja. Hakkuutähteiden ja kantojen määrään vaikuttaa merkittävästi ainespuun tarve metsäteollisuudessa, sillä hakkuutähteet ja kannot syntyvät ainespuun hakkuiden yhteydessä. Sen sijaan pienpuuta saadaan normaaleista metsänhoidolle välttämättömistä hakkuista (Laihanen et al. 2011), mutta riippuen vuodesta osa siitä saattaa ohjautua ainespuuksi.

Lämpö- ja voimalaitosten kiinteiden puupolttoaineiden käyttö vuonna 2017 on ollut koko Pohjois-Savossa taulukon 14 kaltainen.

Taulukko 14. Lämpö- ja voimalaitosten kiinteiden puupolttoaineiden käyttö Pohjois-Savossa vuonna 2017 (Luonnonvarakeskus 2017c)

Puupolttoaine	Puupolttoaineen käyttö [GWh]
Metsähake yhteensä	949
Metsäteollisuuden sivutuotepuu – Kuori	739
Metsäteollisuuden sivutuotepuu – Puru	646
Metsäteollisuuden sivutuotepuu – Teollisuuden puutähdehake	133
Puupelletit ja – briketit	61
Kierrätyspuu	26
<b>Yhteensä</b>	<b>2 554</b>

Taulukkoon 15 on kirjattu Biomassa-atlaksen arvioitu toteutuneiden hakkuiden mukainen potentiaali, suurin ekologisesti kestävä potentiaali sekä metsäomistajien tarjoushalukkuuden mukainen potentiaali metsäpuuhakkeen osalta. Toteutuneen hakkuukertymän mukainen potentiaali kuvaa nimensä mukaisesti keskimääräistä vuosittain toteutunutta ainespuuhakkuista ja pienpuun metsähoidollisista hakkuista saatavilla olevaa energiamäärää, olettaen että hakkuumäärät pysyvät samana kuin keskimäärin vuosien 2008–2012 välillä. Tarjontahalukkuuden mukainen potentiaali kuvaa metsänomistajan myyntihalukkuutta, jonka on oletettu olevan hakkuutähteille 65 %, kannoille 50 % ja pienpuulle 80 % teknistaloudellisesta ja ekologisesta potentiaalista. (Laihanen et al. 2011.)

Taulukko 15. Vuosittainen metsäpuuhakkeen saatavuus Kuopiossa

Potentiaalit	Suurin kestävä aines- ja energiapuun hakkuukertymä		Toteutuneen hakkuukertymän mukaan		Tarjoushalukkuuden mukaan	
					Suurin kestävä	Toteutuneiden hakkuuiden mukainen
	[m <sup>3</sup> /a]	[GWh/a]	[m <sup>3</sup> /a]	[GWh/a]	[GWh/a]	[GWh/a]
Pienpuu	69 400	126	69 400	126	100	100
Latvusmassa, mänty	54 127	110	24 620	50	71	32
Latvusmassa, kuusi	157 239	330	95 051	200	215	130
Latvusmassa, lehtipuu	31 238	77	20 269	50	50	32
Kannot, mänty	69 285	162	30 295	71	81	35
Kannot, kuusi	190 520	406	114 634	244	203	122
<b>Yhteensä</b>	<b>571 809</b>	<b>1 211</b>	<b>354 269</b>	<b>741</b>	<b>720</b>	<b>451</b>

#### 4.1.3 Energiantuotantopotentiaali

Suurin potentiaali puupolttoaineiden lisäämiseen Kuopiossa olisi kaukolämmön tuotannossa. Turvetta käytettiin noin 539 GWh edestä vuonna 2017, joka voisi olla osittain tai kokonaan mahdollista korvata puuperäisillä polttoaineilla. Turve on kuitenkin erityisesti talvella hyvä polttoaine kattila- ja palamisteknisistä ja huoltovarmuus syistä. Lisäksi turvetta käytettäessä ei esiinny jäätymis- tai holvaantumisongelmia, ja sen palaminen on parempaa.

Kuopion alueella on viime vuosina korvattu osittain öljykäyttöisiä lämpölaitoksia puupohjaisiin. Jotkut lämpöverkoista ovat kuitenkin kooltaan ja käyttäjämääriltään varsin pieniä, joten uuteen puhtaampaan tekniikkaan investoiminen ei välttämättä ole nykyhetkellä kannattavaa. Kun vanhoja lämpölaitoksia tulee käyttökänsä päähän, on erittäin tarkoituksenmukaista pohtia polttoaineen vaihtamista uusiutuvaan. Sen sijaan keskustajaman alueen lämpöverkkoon kuuluvia lämpölaitoksia käytetään lähinnä huippu- ja varavoimalaitoksina. Tämän tyyppinen käyttö ei ole optimaalisin puupolttoaineille, koska laitokset tulee saada melko nopeasti käyttöön otettua.

Selkein toteuttamiskelpoinen potentiaali puupolttoaineiden lisäämiseen löytyneekin kiinteistöjen erillislämmitysjärjestelmistä. Vanhoja lämmitysjärjestelmiä uusittaessa puupolttoaine kilpailee tosin tällä hetkellä esim. maalämmön kanssa päälämmönlähteen paikasta. Maalämmölle on kuitenkin jonkin verran alueellisia rajoittavia tekijöitä, kun taas puuperäiseen, esim. pellettilämmitykseen vaihtaminen voi olla melko helppoa-kin vesikiertoisen lämmitysjärjestelmän kiinteistöissä, kuten öljylämmitteisissä taloissa, mutta pelletti- ja hake- ja pellettilämmitysjärjestelmien ylläpito koetaan maalämpöä vaativammaksi. Öljystä pellettilämmitykseen siirryttäessä voidaan koko kattilajärjestelmä usia, tai investoida vain pelletille sopivaan polttimeen ja polttoaineen varastosiiloon vanhaa öljykattilaa edelleen polttilana hyödyntäen. Myös joissain sähkölämmitteisissä kiinteistöissä voi olla käytössä vesikiertoinen lämmitys sähköpattereiden sijaan. Tilastotietoa ei kuitenkaan ole

olemassa vesikiertoisten sähkölämmitysjärjestelmien määrästä, joten tässä ei arvioida niissä olevaa puupolttoaineiden lisäämispotentiaalia.

Suinkaan kaikki öljylämmittäjät eivät kattilan käyttöiän umpeuduttua vaihda pellettilämmitykseen, joten energiantuotantopotentiaali pellettilämmityksen lisäämiselle on laskettu puolille öljylämmitteisistä kiinteistöistä. Vuonna 2017 öljyn käyttö on öljylämmitteisillä kiinteistöillä Kuopiossa ollut noin 135 GWh. Lämmönkäytön on oletettu pysyvän samana, mutta laskennassa on huomioitu pellettikattiloiden hiukan öljykattiloita huonompi hyötysuhde (öljykattiloille keskimäärin 80 % ja pellettikattiloille keskimäärin 90 %). Pelletin käyttö olisi puolet öljykattiloista pellettikattiloilla korvattaessa noin 75 GWh vuodessa.

## 4.2 Peltobiomassat

Peltobiomassaa on mahdollista hyödyntää kiinteänä polttoaineena poltossa, tai siitä voidaan valmistaa biokaasua tai nestemäistä biopolttoainetta. Peltojen sivutuote-energialla on mahdollista merkitystä hajauteissa energiantuotannossa sekä muiden uusiutuvien energiamuotojen tukena keskitetyssä energiantuotannossa. Tämä siitäkkin huolimatta, että osa korjuutahteista on jätettävä pellolle maaperän eloperäisen aineksen määrän pitämiseksi riittävänä.

Peltobiomassan hyötykäyttöön energiaksi polttamalla liittyy kuitenkin vielä monenlaisia haasteita, kuten rajusti vaihtelevat satomäärät, alhainen energiatiheys sekä suuri tuhkapitoisuus. (Alakangas 2000.) Nykyisellään peltobiomassojen, kuten nurmen, hyödyntämistä biokaasun tuotantoon voikin olla mielekkäämpää tarkastella kuin vaikkapa energiapajun polttoa.

### 4.2.1 Nykykäyttö

Kuopiossa ei hyödynnetä peltobiomassoja poltossa tai nestemäisen biopolttoaineen tuotannossa. Ainoastaan Maaningan Halolassa on tutkimuskäytössä biokaasulaitos, jonka syötemateriaalina hyödynnetään ensisijaisesti lehmän lietelantaa (3 500 m<sup>3</sup>/a) sekä kasvibiomassaa (300 t/a). (Itä-Suomen Ympäristölupavirasto päätös nro PSA-2008-Y-309, 2009)

### 4.2.2 Varannot ja energiantuotantopotentiaali

Kuopion maantieteellisellä alueella on viljelysmaata yhteensä 34 363 ha. Taulukossa 16 on jaoteltu Kuopion viljelysmaa viljellyn tyyppin mukaan. Eniten maatalousmaata käytetään säilörehunurmen viljelyyn, viljalajeista eniten viljellään ohraa. (Luonnonvarakeskus 2018a.)

Taulukko 16. Maatalousmaat Kuopiossa 2017 (Luonnonvarakeskus 2018a)

Viljelty kasvi	Viljelyala [ha]
Kevätviljat	10 700
Syysviljat	730
Öllykasvit	480
Valkuaiskasvit	100
Seoskasvustot	360
Peruna	50
Kumina ja muut erikoiskasvit	470
Säilörehunurmi	13 770
Kuivaheinä	1 470
Tuorerehunurmi	150
Viljelty laidun	1 820
Siemennurmi	350
Viherlannoitusnurmi	300
Viherkesanto ja luonnonhoitopelto	1 570
Kuitu- ja energiakasvit	170
Kesanto, viljelemätön, ym. erityisalut	770
Luonnonlaidun	360
Avomaan vihannekset ja juurekset	270
Marjapensaat, hedelmäpuut ja mansikka	450

Peltoviljelyn sivuvirtana energiantuotantoon sopivina voidaan pitää olkea, valkuaiskasvien varsia, öljykasvien kortta, siementuotannon nurmea, peltokasvien varsia ja kesantonurmea. Pelloilta korjattavissa oleva maksimipotentiali, ilman teknisten ja muiden mahdollisten rajoitteiden tunnistamista, on esitetty taulukossa 17. Luku perustuu vuoden 2016 satotasoon, viljelypinta-alaan ja satoindeksiin. (Biomassa-atlas 2018.)

Taulukko 17. Peltoviljelyn sivuvirrat (teoreettinen maksimi) (Biomassa-atlas 2018)

Peltoviljelyn sivuvirta	Määrä [tonnia k-a/a]
Olki	26 600
Valkuaiskasvien varret	70
Perunan varret	300
Siementuotannon nurmi	1 620
Kesantonurmi	4 170
Öljykasvien korsi	840

Yllä luetelluista sivuvirroista olkea voisi olla mahdollista polttaa isoissa voimalaitoskattiloissa pieniä määriä. Oljen energiahyödyntämisen potentiaali on laskettu alla olettaen, että oljen kuiva-aineen energiasisältö on 18 MJ/kg, oljen kuiva-aine pitoisuus on 50 % ja että oljesta 30 % on mahdollista hyödyntää teknis-taloudellisesti. Suurin rajoittava tekijä oljen ja muidenkin sivutuotteiden energiakäytössä on pellon kasvukunnon säilyttäminen ja tästä syystä kaikkea syntyvää sivutuotetta ei voida hyödyntää. Taulukossa 18 on esitetty oljen tekninen ja teknis-taloudellinen energiapotentiaali Kuopiossa.

Taulukko 18. Kuopion alueella syntyvän oljen energiapotentiaali

Sivuvirta	Kuiva-ainemäärä [t]	Tekninen energiapotentiaali [GWh]	Teknistaloudellinen energiapotentiaali [GWh]
Olki	13 300	47	21

Taulukosta 18 nähdään, että oljen sisältämä teknis-taloudellisesti hyödynnettävissä oleva energiasisältö on 21 GWh. Oljen polton onnistuminen edellyttää kuitenkin sitä, että olki saadaan kerättyä talteen mahdollisimman kuivana, ja Suomessa syksyjen sää on usein kostea ja epävakainen. Lisäksi olki sisältää klooria ja alkali-metalleja, jotka voivat poltettaessa aiheuttaa korroosiota ja liata kattilaa. Suurin rajoittava tekijä oljen poltossa on sopivan vastaanottajan löytäminen.

### 4.3 Biokaasu

Biokaasua muodostuu eloperäisten aineiden hajotessa hapettomissa oloissa. Biokaasua syntyy kaatopaikoilla (kaatopaikkakaasu) ja sitä tuotetaan mädätyslaitoksissa eloperäisistä aineksista. Biokaasu sisältää metaania ja hiilidioksidia sekä pieniä osuuksia muita kaasuja, kuten rikkiä, vetyä ja typpeä. (Motiva 2018a.) Energiantuotannon näkökulmasta merkittävintä on biokaasun metaanipitoisuus, joka kaatopaikkakaasussa on usein huomattavasti pienempi kuin hallituissa olosuhteissa mädätyslaitoksessa syntyneen biokaasun. Eri käyttötarkoituksia varten biokaasua tulee puhdistaa erilaisilla menetelmillä joko metaanipitoisuuden nostamiseksi hiilidioksidia erottamalla tai likaavien aineiden poistamiseksi kaasusta.

Biokaasua voidaan käyttää joko energiantuotantoon CHP-laitoksessa tai pelkkään lämmöntuotantoon lämpölaitoksessa. Vaihtoehtoisesti biokaasu voidaan jalostaa pidemmälle korvaamaan liikennepolttoaineita kaasukäyttöisissä ajoneuvoissa tai syöttää puhdistuksen jälkeen maakaasuverkkoon korvaamaan maakaasun käyttöä muissa käyttökohteissa.

Biokaasun tuotantoon mädätyslaitoksilla käytetään raaka-aineina esimerkiksi biojätteitä, eläinten lantaa, erilaisia vihermassoja (esim. maatalouden sivutuotteet, kotitalouksien piha- ja haravointijätteet), elintarviketeollisuuden ja teurastamoiden sivuvirtoja, jätevesilietteitä tai muita eloperäisiä sivuvirtoja. (Motiva 2018a.)

#### 4.3.1 Nykykäyttö

Kuopion jätekeskuksen alueella on Gasum Oy:n biokaasulaitos, joka on otettu käyttöön vuonna 2014. Laitoksessa käsitellään alueen jätevedenpuhdistamoiden lietteitä, erilliskerättyä sekä pakkauksellista biojätettä ja elintarviketeollisuuden sivuvirtoja. Tuotettu kaasu hyödynnetään sähkön- ja lämmöntuotannossa Pitkälahden lämpökeskuksella. Biokaasulaitoksen jätteenkäsittelykapasiteetti on 60 000 t/a, ja vuotuinen kaasuntuotokapasiteetti 30 GWh. Prosessista jäävä liete ja biomassa hyödynnetään lannoitteena lähialueen pelloilla. Biolaitos jalostaa vuosittain 350 000 kg typpeä ja 140 000 kg fosforia Pohjois-Savon maatalojen hyödynnettäväksi. (Gasum Oy 2018; Jätekuikko Oy 2018)

Biokaasua valmistetaan myös Lehtoniemen jätevedenpuhdistamossa tuottamaan sähkö- ja lämpöenergiaa laitoksen omaan tarpeeseen. Biokaasua syntyy noin 1,2 milj. m<sup>3</sup> vuodessa. Biokaasusta saadaan tuotettua 2 000 MWh sähköä ja 3 600 MWh lämpöä. (Itä-Suomen Ympäristölupavirasto päätös nro 28/07/2, 2007)



Maaningan Halolassa on Luonnonvarakeskuksen tutkimuskäytössä biokaasulaitos, jossa syöttömateriaaleina ovat ensisijaisesti lehmän lietalanta (3 500 m<sup>3</sup>/a) sekä kasvibiomassa (300 t/a). Laitoksessa tuotettu energia hyödynnetään sähköä ja lämpöä toimipisteessä, ja jäännöksenä jäljelle jäänyt orgaaninen aine ja ravinteet palautetaan peltoon. Edellä mainituilla määrillä lietalannasta ja kasvibiomassasta saadaan tuotettua 400 MWh nettoenergiaa. (Itä-Suomen Ympäristölupavirasto päätös nro PSA-2008-Y-309, 2009)

Kuopion Energia hyödyntää lämmöntuotannossaan kaatopaikoilta kerättyä biokaasua. Biokaasua on kerätty talteen Kuopion jätekeskukselta Heinälamminrinteen kaatopaikalta sekä Silmäsuon suljetulta kaatopaikalta. Näiltä kaatopaikoilta saadun biokaasun avulla on aikaisemmin pystytty lämmittämään noin 800 omakotitaloa vuosittain, mutta vuodesta 2016 lähtien kaatopaikkakaasun hyödyntäminen on ollut keskeytyksissä teknisten ongelmien vuoksi. (Kuopion kaupunki. 2018b)

## 4.3.2 Varannot

### 4.3.2.1 Kaatopaikat

Kunnallisen jätehuollon toteuttamisesta Kuopion alueella vastaa kuntien omistama jäteyhtiö Jätekuukko Oy. Jätekuukolle toimitetusta yhdyskuntajätteestä lähes kaikki hyödynnetään aineena tai energiana. Jätekuukko keräsi Kuopion alueelta yhteensä noin 23 960 tonnia sekajätettä, lähes kaikki tämä hyödynnetään energiana Riikinvoima Oy:n ekovoimalaitoksessa Leppävirralla (Kuopion kaupunki 2018b).

Kuopion jätekeskuksen Heinälamminrinteen kaatopaikalle loppusijoitetaan vain sellaista lajiteltua jätettä, jolle ei ole mitään hyödyntämistävaihtoehtoa. Tällaisia jätteitä ovat mm. rakennusvillat ja asbestit sekä jätteiden prosessoinnissa erotellut hyödyntämiskelvottomat jättejakeet. Kuopion jätekeskuksen alueella sijaitsevassa Heinälamminrinteen kaatopaikalla kerätään talteen biokaasua, jota on hyödynnetty lämmöntuotannossa (Jätekuukko 2018).

Biokaasua on kerätty talteen myös Silmäsuon vuonna 1991 suljetulta kaatopaikalta. Silmäsuon kaatopaikalle kuljetettiin aikanaan kaikki Kuopion kaupungissa muodostuneet yhdyskuntajäte, rakennus- ja teollisuusjäte, turvetuhka, puhdistamo- ja muut lietteet sekä ylijäämämassat. Yhteensä jätettä sijoitettiin Silmäsuon kaatopaikalle noin 1 100 000 tonnia. (Ahma 2016)

Vuonna 2016 Heinälamminrinteen kaatopaikkakaasun tuotanto oli 4 400 000 m<sup>3</sup>, josta hyötykäyttöön saatiin 880 000 m<sup>3</sup>, metaanin osuuden ollessa 55 %. Silmäsuon suljetulla kaatopaikalla kaatopaikkakaasua ei kerätty ollenkaan vuonna 2016 teknisten ongelmien vuoksi. Vuonna 2015 kerätyn ja hyödynnetyn biokaasun määrä oli 110 000 m<sup>3</sup>. Silmäsuolla syntyvän biokaasun määrä vähenee vuosittain, sillä kaatopaikka ei ole enää käytössä. (Huttunen & Kuittinen 2016)

### 4.3.2.2 Jätevesilietteet

Kuopion alueella on useita jätevedenpuhdistamoita, mutta keskeisen kaupunkialueen jätevedet puhdistetaan Kuopion Veden Lehtoniemen jätevedenpuhdistamolla. Kuopion Vedellä on paikalliset jätevedenpuhdistamot myös Melalahdessa, Kurkimäessä, Vehmersalmella, Karttulassa, Nilsiässä ja Säyneisessä. Juankosken taajamassa sijaitsevalla Koillis-Savon Ympäristöhuolto Oy:n jätevedenpuhdistamolla käsitellään Muuruveden

ja Juankosken taajamien jätevedet. Maaningan ja Pajulahden alueen jätevedet käsitellään Siilinjärven puhdistamolla. Taulukkoon 19 on koottu Kuopion Veden hallinnoimien jätevedenpuhdistamoisen lietemäärät vuonna 2017 ja lietteiden biokaasupotentiaalit.

Taulukko 19. Kuopion Veden jätevedenpuhdistamoinen lietemäärät ja biokaasupotentiaali vuodelta 2017.

Puhdistamo	Poistolietteen määrä [t]	Poistolietteen kuiva-ainemäärä [t]	Metaanintuottopotentiaali [m <sup>3</sup> ]	Energiasisältö [MWh]
Lehtoniemi	6 110	2 005	247 580	2 800
Melalahti	7 490	22	303 300	3 400
Kurkimäki	1 360	28	54 900	610
Vehmersalmi	170	24	7 000	80
Karttula	1 260	39	51 100	570
Nilsjä	1 160	221	47 000	520
Säyneinen	240	11	9 520	105

Kunnallisten jätevedenpuhdistamoiden lisäksi myös paperiteollisuuden toimijalla Mondi Powerflute Oy:llä (aikaisemmin Savon Sellu Oy) on vielä tällä hetkellä oma jätevedenpuhdistamo, jossa kartonkitehtaan aiheuttamat jätevedet käsitellään biologisella puhdistamolla. (Itä-Suomen Ympäristölupavirasto päätös Nro ISY-2004-Y-273, 2007)

Kuopioon aiotaan rakentaa uusi biotuotetehtas Finnpulp Oy:n toimesta. Biotuotetehtaan toiminta käsittää sulfaattisellutehtaan, kuoren kuivaus- ja kaasutuslaitoksen, biohiililaitoksen, biokaasulaitoksen, voimalaitoksen sekä jätevedenpuhdistamon. Tuotannon suunnitellaan alkavan testausten ja koeajojen jälkeen vuonna 2021. Uuden biotuotetehtaan jätevedenpuhdistamolle johdetaan kaikki siellä syntyvät jätevedet. Lisäksi jätevedenpuhdistamolle aiotaan johtaa Savon Sellu Oy:n aallotuskartonkitehtaan jätevedet ja Ekokem-Palvelu Oy:n teollisuusjätekeskuksen jäte- ja suotovedet. (Itä-Suomen Ympäristölupavirasto päätös Nro 14/2017/1, 2017)

#### 4.3.2.3 Biojätteet

Kuopion alueen biojätteet kerää Jätekuikko Oy, joka toimittaa biojätteet Kuopion jätekeskukselle mädätykseen ja hyödynnettäväksi biokaasuna tai lannoitteena. Vuonna 2016 Kuopiosta kerättiin biojätettä 4 050 tonnia. Biojätteen metaanintuottopotentiaaliksi voidaan arvioida noin 4 350 MWh/a. (Kuopion kaupunki, 2018b)

#### 4.3.2.4 Maatalouden biohajoavat jakeet

Tuotantoeläinten lantaa on mahdollista käyttää biokaasun tuotantoon. Kuopion tuotantoeläinten ja hevosten lukumäärä on kirjattu taulukkoon 20. Lisäksi taulukossa on mainittu lantavarastosta saatava lantamäärä, metaanituotto ja metaanin energiasisältö. Näistä lantavarastoon kerätyistä lantamääristä on poistettu laidunmaille jäävä lanta. Metaanintuottopotentiaalissa on huomioitava, että erityisesti kuivalannan osalta eläinsuojissa käytetty kuiviketyppi vaikuttaa energiasisältöön. Esimerkiksi oljen käyttö lisää potentiaalisesti saatavan biokaasun määrää.

Taulukko 20. Tuotantoeläinten määrä, -lantamäärä ja metaanintuottopotentiaali (Luonnonvarakeskus, 2018b)

Lantajae	Eläinten määrä [kpl]	Lantamäärä vuodessa [t]	Metaanintuottopotentiaali [MWh]
Lypsykarjan lietalanta	28 600	154 900	13 190
Lypsykarjan kuivalanta		70 300	23 400
Lihakarjan lietalanta		52 970	4 500
Lihakarjan kuivalanta		61 800	20 570
Emakot ja porsaas lietalanta	2 350	520	50
Emakot ja porsaas kuivalanta		30	20
Lihasiat lietalanta		7 000	710
Lihasiat kuivalanta		50	40
Munituskanat lietalanta	390	2	2
Munituskanat kuivalanta		11	11
Broilerit, kalkkunat ja muu siipikarja lietalanta		0	0
Broilerin, kalkkunat ja muu siipikarja kuivalanta		1	1
Lampaat ja vuohet kuivalanta	880	850	1
Hevoset ja ponit kuivalanta	320	14 100	6 380
<b>Yhteensä</b>		<b>365 530</b>	<b>69 130</b>

Lannan lisäksi maatalouden biohajoavia jakeita, joita Kuopiossa olisi mahdollista käyttää biokaasun tuotantoon, ovat viljelyn sivutuotteena syntyvät oljet ja nurmet siementuotantopelloilta tai kesantopelloilta. Pelto-biomassan kaasuntuottopotentiaali on parempi kuin lannan, ja siinä on yleensä korkeampi kuiva-ainepitoisuus kuin lannassa. Korkeampi kuiva-ainepitoisuus vähentää biokaasulaitoksen syötteiden logistiikasta aiheutuvia kustannuksia, ja kuivempi jae soveltuu paremmin kuivämädätyslaitoksiin, joita nykyään rakennetaan enemmän kuin märkämädätyslaitoksia. (ProAgria 2018.)

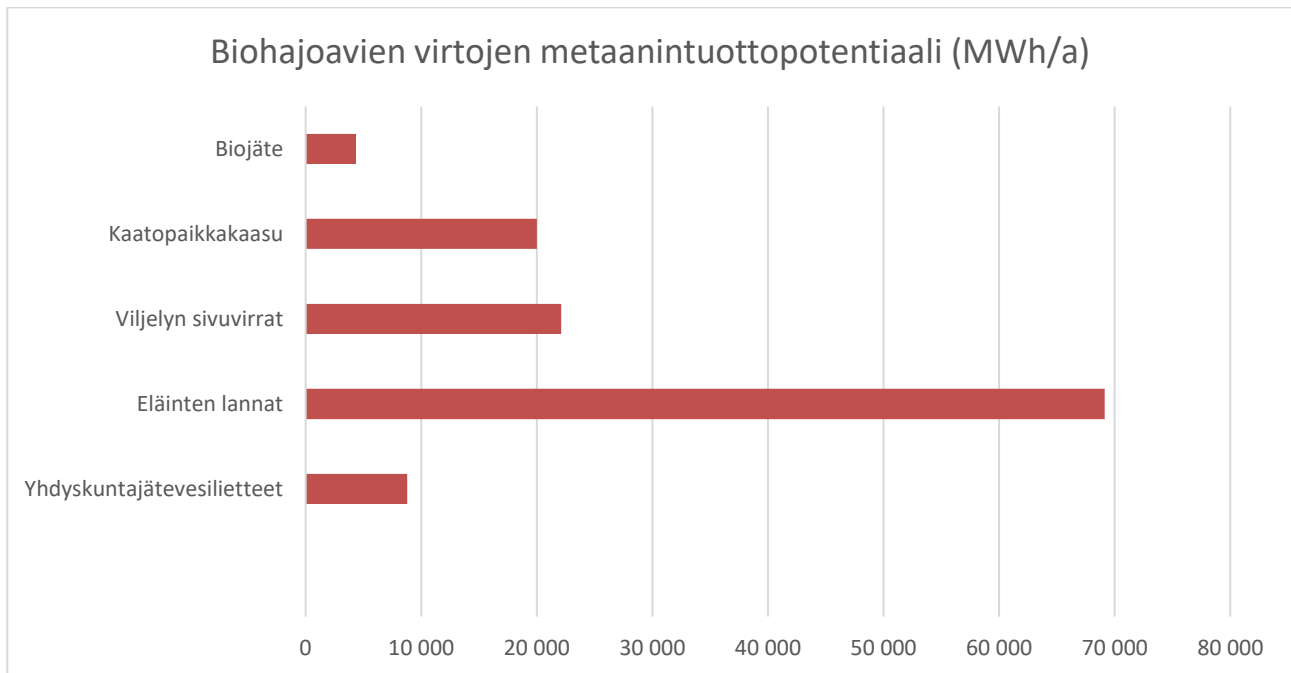
Taulukkoon 21 on kirjattu keskeisimpiä viljelyn sivutuotteita ja niiden metaanintuottopotentiaali. Sivuvirtojen määrät perustuvat nykyiseen viljelyalaan, satotasoon, ja satoindeksiin eli siihen osuuteen kasvista, joka hyödynnetään pääsatona. (Biomassa-atlas 2018.) Oljen osalta on huomioitu, että vain 30 % on teknis-taloudellisesti hyödynnettävissä.

Taulukko 21. Peltoviljelyn sivuvirtapotentiaalit ja metaanintuottopotentiaalit.

Sivuvirta	Kuiva-ainemäärä (potentiaali) [t/a]	Metaanintuottopotentiaali [MWh]
Olki	26 600	16 700
Öljykasvien korsi	840	580
Siementuotannon nurmi	1 620	1 350
Kesantonurmi	4 170	3 470
<b>Yhteensä</b>	<b>33 230</b>	<b>22 100</b>

### 4.3.3 Energiantuotantopotentiaali

Kuvassa 16 on esitetty metaanintuottopotentiaalit tarkastelluille biohajoaville virroille. Huomioitavaa on, että viljelyn sivuvirtojen metaanintuottopotentiaali on laskettu niin, että kaikki viljelyn sivutuotteet kerättäisiin talteen ja hyödynnettäisiin. Vastaavasti eläinten lannan potentiaali perustuu arvioon lannan energiasisällöstä, jos kaikki muualle kuin laitumelle päätyvä lanta hyödynnettäisiin. Myös metsäteollisuuden jätevesilietteiden energiasisältö on arvioitu karkeasti. Kuvasta 12 voidaan kuitenkin tarkastella eri biohajoavien virtojen keskinäistä suhdetta biokaasupotentiaaleiltaan.



Kuva 12. Metaanintuottopotentiaali biohajoaville virroille

Energiantuotantopotentiaaliin vaikuttaa erityisesti viljelyn sivuvirtojen ja lannan osalta biokaasun tuotantoon saatava syötteen määrä. Osa lannasta esimerkiksi käytetään peltojen lannoitukseen. Myös osa viljelyn sivutuotteista jätetään/ajetaan takaisin peltoon. Jätevesilietteet ja biojätteet sen sijaan tulee käsitellä jollain tapaa. Myös biokaasun tuotantoon valittu tekniikka ja biokaasulaitoksen lopputuote vaikuttavat lopulta ja-keista saatavaan energiamäärään.

## 4.4 Jätepolttoaineet

Jätettä voidaan joko jalostaa polttoaineeksi (REF) tai polttaa sellaisenaan energiantuotantolaitosten kattiloissa. Jätteen polttoon voimalaituskattiloissa tarvitaan kuitenkin erilliset luvat, ja niitä poltetaan erillisissä jätteenpolto- tai rinnakkaispolttolaitoksissa. Kuopion alueella jätehuollon järjestää Jätekuikko, jonka keräämät sekajätteet viedään energiahyödynnettäväksi vuonna 2016 valmistuneeseen Riikinvoiman ekovoimalaitokseen Leppävirralle. Kuopion alueen jätteistä tuotetaan siis energiaa, mutta tuotantolaitos ei sijoitu kunnan alueelle. Kuopiossa ei ole yhtään jätteenpolttolaitosta tai jätteen rinnakkaispolttolaitosta.

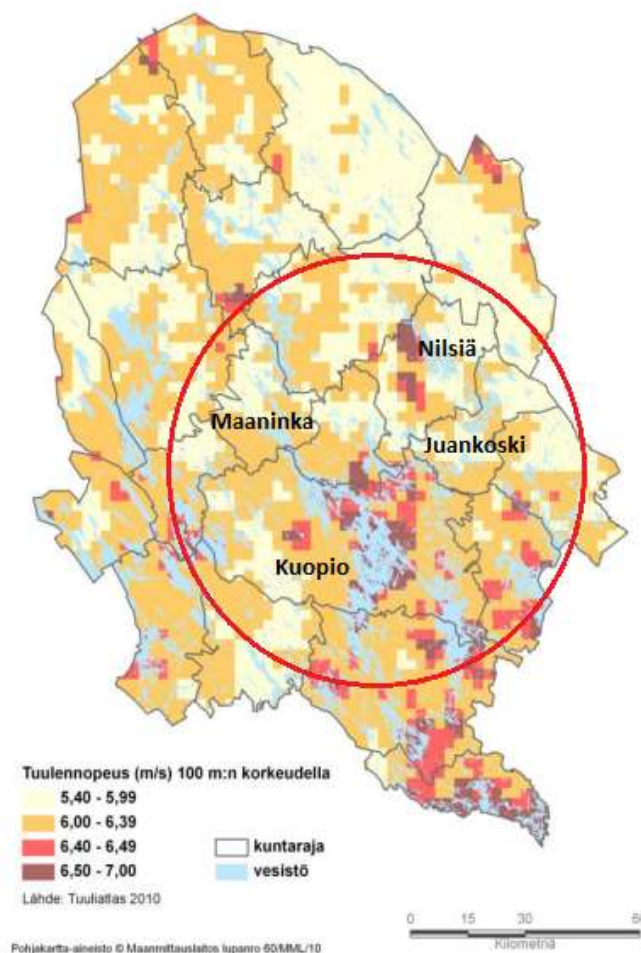
## 4.5 Tuulivoima

### 4.5.1 Nykykäyttö

Kuopiossa ei ole tällä hetkellä tuulivoiman tuotantoa. Pohjois-Savon alueelle on kuitenkin tehty tuulivoima-maakuntakaava, jossa on kartoitettu mahdollisia tulevia tuulivoima-alueita (Pohjois-Savon liitto 2015).

### 4.5.2 Varannot

Vuonna 2011 valmistui Sisä-Suomen tuulivoimaselvitys, jossa kuusi maakuntaliittoa tarkasteli tuulivoimatuotannon potentiaaleja alueillaan. Selvityksessä löydettiin tuulivoiman tuotantoon potentiaaliset alueet Pohjois-Savon alueelta (Pohjois-Savon liitto 2015). Kuvaan 13 on merkitty tuuliolosuhteiltaan tuulivoimalle suotuisat alueet Kuopion alueella. Tuulivoiman rakentamisessa pidettiin riittävänä tuulennopeutena 6,3 m/s sadan metrin korkeudessa. Kuopion alueella tuuliolojen olevan otollisimmat Kallaveden itäpuolella sekä Nilsian alueella sijaitsevan Syväri-järven länsipuolella. Kuva 13 perustuu tuuliatlaksen tietoihin vuodelta 2010, joten kartassa Nilsia, Maaninka ja Juankoski näkyvät vielä omina kuntinaan (Pohjois-Savon liitto 2015).



Kuva 13. Tuuliolosuhteiltaan suotuisat alueet Pohjois-Savossa tuulivoiman tuotannolle (Pohjois-Savon liitto, 2015)

### 4.5.3 Energiantuotantopotentiaali

Sisä-Suomen tuulivoimaselvityksessä sopivia tuulivoimarakentamisen kohteita etsittäessä otettiin huomioon riittävät tuuliolosuhteet sekä tuulivoiman rakentamista rajoittavat tekijät. Tuulivoiman rakentamista rajoittavista tekijöistä selvityksessä huomioitiin taulukkoon 22 kirjatut seikat. (Pohjois-Savon liitto 2015.) Osa taulukkoon kirjatuista rajoittavista tekijöistä liittyy tuulivoiman tuotannon kustannuksiin, kuten olemassa oleva tieverkosto ja etäisyys sähköverkkoon, ja osa muihin rajoittaviin tekijöihin, kuten asutukseen ja luontoympäristöön.

Taulukko 22. Sisä-Suomen tuulivoimaselvityksessä huomioidut tuulivoiman tuotantoa rajoittavat tekijät (Pohjois-Savon liitto 2015)

Tuulivoimarakentamista rajoittava tekijä
Tuulisuus
Paikan korkeusasema
Etäisyys suurjänniteverkkoon
Etäisyys tieverkkoon
Etäisyys asutuskeskuksiin ja yksittäisiin asuinrakennuksiin sekä loma-asutukseen
Kulttuuriympäristöt, arvokkaat valtakunnalliset maisema-alueet
Muinisjäännökset
Maakuntakaavan aluevaraukset
IBA- ja FINIBA-alueet
Luonnonsuojelu- ja Natura-alueet
Puolustusvoimien alueet
Lentoestealueet, esterajoituspinnat

Kuvaan 14 on merkitty tuulivoimarakentamiselle suotuisat alueet. Kuvasta on rajattu pois yllä olevien, taulukkoon 22 kirjattujen tekijöiden kannalta merkittävät alueet, jolloin tuulivoimalle suotuisat alueet vähenevät merkittävästi.



Kuva 14. Pohjois-Savon tuulivoiman tuotannolle suotuisa alue kartalla (Pohjois-Savon liitto, 2015)

Kuten kuvasta 14 nähdään, on Kuopion alueella tuulivoiman rakentamiseen soveltuvimmat alueet Rahasmäki, Linnanmäki, Suuri-Palonen sekä Pieni Neulamäki sijaitsevat Kuopiossa. Taulukossa 23 on esitetty Kuopion alueelle suunnitellut tuulivoima-alueet, voimaloiden lukumäärä ja voimalakohtainen tuotanto.

Kuopion kaupungin Suovu-Palosen alueelle on suunnitteilla Tornator Oyj:n toimesta yhdeksän tuulivoimalan tuulipuistoa. Suunniteltujen voimaloiden yhteenlaskettu enimmäisteho on 30 MW. Suunniteltujen voimaloiden napakorkeus on noin 160 m ja roottorin halkaisija noin 150 m. Souvo-Palosen tuulivoimala hanke on edennyt YVA-vaiheeseen. (Pohjois-Savon Elinkeino-, liikenne – ja ympäristökeskus 2018)

Taulukko 23. Kuopion alueelle suunnitellut tuulivoima-alueet (Pohjois-Savon liitto, 2015)

Tuulivoima-alue	Mahdollisten voimaloiden lukumäärä [kpl]	Voimalakohtainen tuotanto [GWh]
Rahasmäki	13	10,7–12,9
Linnanmäki	8	9–11,8
Suuri-Palonen	40	7,2
Pieni Neulamäki	3	6,8–8,5

Tuulivoimarakentaminen on hankaloitunut viime vuosina, haasteeksi nousevat niin ympäristöön liittyvät kuin teknillistaloudelliset sijainti- ja ominaisuustekijät. Tuulivoiman todellinen rakentamispotentiaali on tällä hetkellä hankalasti arvioitavissa. Tuulivoimarakentamiseen vaikuttavat lukuisat seikat, jotka yhdessä tai yksin voivat kaataa suunnitellun tuulipuiston rakentamisen. Kokonaispotentiaalin arvioimiseksi tulisi pystyä arvioimaan mahdolliset tuulipuistojen rakennuskohteet ja tuulipuistojen koko (voimaloiden lukumäärä ja koko).

## 4.6 Aurinkoenergia

Aurinkoenergiaa voidaan hyödyntää rakennuksissa sekä passiivisesti että aktiivisesti. Aktiivisella aurinkoenergian hyödyntämisellä tarkoitetaan aurinkosähkön ja aurinkolämmön tuotantoa aurinkopaneeleilla ja –keräimillä. Aurinkoenergiaa käytetään passiivisesti talojen rakenne- ja sijoitteluratkaisujen avulla: auringonvaloa hyödynnetään erillisen valaistuksen sijaan ja auringon lämpöä kiinteistön erillislämmitysjärjestelmän tukena. (Motiva 2018b.) Kaupunki voi kaavoituksella ja rakennusmääräyksillä edesauttaa aurinkoenergian passiivista hyödyntämistä uudisrakennuskohteissa.

Sähköä aurinkoenergiasta tuotetaan aurinkopaneeleilla, joiden hyötysuhde auringon energiasta saatavan säteilyn sähköksi muuntamiseen on noin 15 %. Lämmöntuotantoon käytettävien aurinkokeräinten hyötysuhteet taas vaihtelevat 25–35 %:n välillä. Aurinkopaneeliin osuvan säteilyn määrää voidaan lisätä vuosittain noin 20–30 %:n verran asentamalla paneelit 45 asteen kulmaan etelään päin sen sijaan, että ne olisivat vaakatasossa. Tosin tämän kulman käyttöä rajoittaa usein se, että katolle asennettuna ne alkavat varjostamaan toisiaan. Tasakattoasennuksissa suositaan nykyään n. 15-20 asteen kulmaa. Yleisimmin käytetty aurinkopaneelityyppi on yksikiteiseen piihin perustuva paneeli, kun taas aurinkolämpöratkaisuihin käytetään sekä tasokeräimiä että tyhjiöputkikeräimiä. (Motiva 2018b.)

Aurinkopaneelit on sijoitettu perinteisesti rakennusten katoille, mutta niitä voidaan hyödyntää myös rakennusten julkisivuissa tai vaikkapa autokatoksissa. Erikokoisia aurinkopaneelivoimaloita voidaan rakentaa myös sopiville maa-aloille, joilla ei ole energiantuotantoa rajoittavia tekijöitä, kuten puita tai muuta varjostusta.

Aurinkosähkö ja aurinkolämpöjärjestelmät eivät riitä ainoiksi lämmön- ja sähkönlähteiksi Suomessa auringon säteilyn kausittaisen vaihtelun takia (kuva 15). Joulutammikuussa auringon säteilyn määrä on vähäisintä (Motiva 2018b). Aurinkolämpöä voidaan käyttää tukilämmitysmuotona öljy-, lämpöpumppu-, sähkö-, pelletti- tai puulämmitteisissä kiinteistöissä, mutta myös kaukolämpökohteissa (Motiva 2018c).



Kuva 15. 45 asteen kulmassa etelään päin suunnatun pinnan auringon kokonaissäteilyenergian määrä Suomessa (Motiva 2018a).



#### 4.6.1 Nykykäyttö

Kuopion kaupungin alueen suurimmat aurinkosähkövoimalat on esitetty taulukossa 24. Taulukon tiedoissa eivät ole kaikki Kuopion alueen aurinkovoimalat mukana.

*Taulukko 24. Aurinkosähkökohteita Kuopiossa (Sunny Portal 2018, Tapio Kettunen 2018).*

Aurinkovoimalan nimi	Teho [kWp]
Itä-Suomen yliopisto/Suomen Yliopistokiinteistöt	22
Kuopion Energia Oy/Iloharjun lämpökeskus	50
Pohjola-Sairaala	75
Kuopion Opiskelija-asunnot Oy/Asuntola Puuseppä	18
Pohjois-Savon Sairaanhoidopiiri	180
Kiinteistö-KYS Oy, useampi kohde	10
Kuopion kaupungin Valtuustotalo	86
Kuopion Vesi, Jänneiemien vedenottamo	50

#### 4.6.2 Varannot ja potentiaali

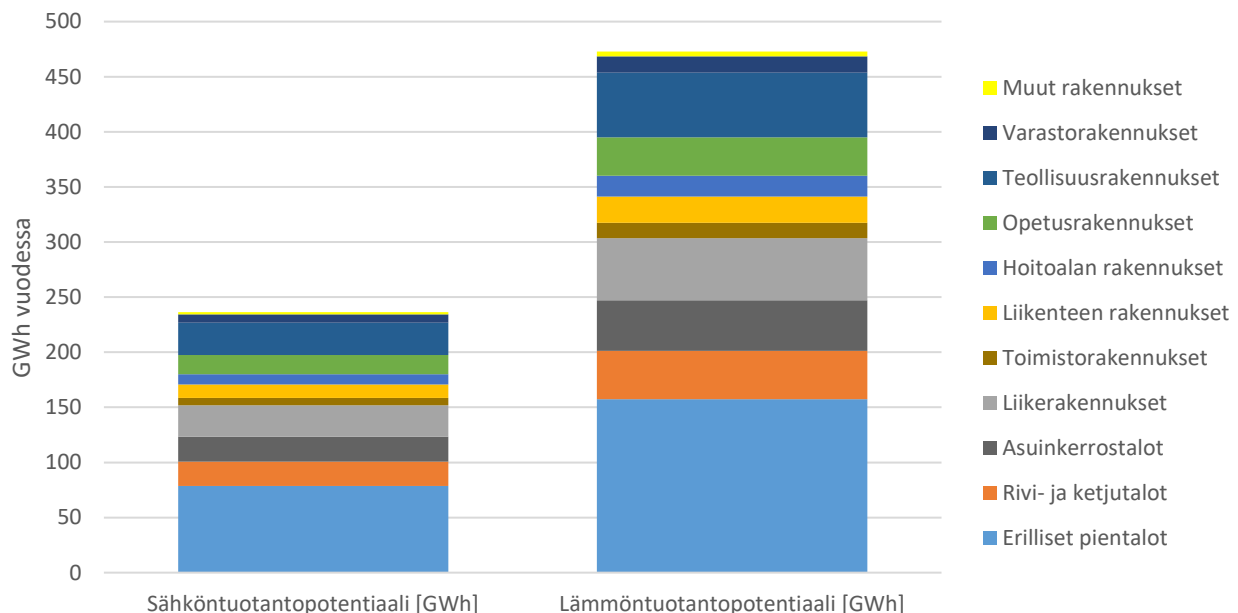
Auringon kokonaissäteilyn määrä vaakatasolle on eteläisimmässä Suomessa 980 kWh/m<sup>2</sup>/a ja Keski-Suomessa 890 kWh/m<sup>2</sup>/a (Motiva 2018b). Kuopiolle käytetään auringonsäteilyn Keski-Suomen arvoa 890 kWh/m<sup>2</sup>/a. Tällöin vuosittain koko Kuopion alueelle auringosta säteilevän energian määrä on noin 3 850 000 GWh, ja maapinta-alalle osuvan säteilyn energiamäärä 2 885 000 GWh.

Taulukkoon 25 on koottu koko Kuopion alueella olevan kiinteistökannan aurinkoenergian tuotantoon soveltuva kattopinta-ala rakennustyyppien mukaan jaoteltuna. Taulukossa kuvatut luvut soveltuvasta kattopinta-alasta ja auringon säteilyenergiasta kuvaavat siis tilannetta, jossa kaikkien Kuopion alueen kiinteistöjen katoille, soveltuvalle pinta-alalle, kiinnitettäisiin aurinkopaneeleja tai –keräimiä. Taulukkoon kirjatuissa tuloksissa ei ole vielä huomioitu aurinkopaneelien tai –keräimien hyötysuhteita, vaan ainoastaan soveltuvalle kattopinta-alalle osuva auringon säteilyenergia. Käyttökelpoisen kattopinta-alan laskentaan on käytetty keskimääräisiä arvoja rakennustyyppien kerroslukumääristä ja aurinkoenergian tuotantoon soveltuvasta kattopinta-alasta.

Taulukko 25. Aurinkosäteilyn määrä aurinkopaneelien tai -keräinten pinta-alalle, jos koko rakennuskannan mahdollisille kattopinta-alalle rakennettaisiin aurinkokeräimiä tai -paneeleita. (Tilastokeskus 2018b; Motiva 2018b)

Rakennustyyppi	Kerrosala [m <sup>2</sup> ]	Käyttökelpoinen kattopinta-ala aurinkoenergian tuotantoon [m <sup>2</sup> ]	Auringon säteilyenergiaa [GWh/a]
Erilliset pientalot	2 830 955	589 782	524,9
Rivi- ja ketjutilot	789 000	164 375	146,3
Asuinkerrostalot	2 739 797	171 237	152,4
Liikerakennukset	844 721	211 180	188,0
Toimistorakennukset	414 626	51 828	46,1
Liikenteen rakennukset	270 431	90 144	80,2
Hoitoalan rakennukset	423 641	70 607	62,8
Kokoontumisrakennukset	199 097	13 273	11,8
Opetusrakennukset	521 268	130 317	116,0
Teollisuusrakennukset	657 884	219 295	195,2
Varastorakennukset	270 572	56 369	50,2
Muut rakennukset	47 610	2 381	2,1

Kuva 16 kuvaa tilannetta, jossa on huomioitu myös aurinkopaneelien ja -keräinten hyötysuhteet. Kuvassa esitetty tilanne on vaihtoehtoinen, eli joko Kuopion alueen koko soveltuvalla pinta-alalla tuotetaan aurinkolämpöä tai -sähköä, ei molempia samanaikaisesti. Aurinkosähkölle hyötysuhteeksi on oletettu 15 % ja aurinkolämmölle 30 %. Aurinkoenergian hyödyntämiseen suurin potentiaali on erillisten pientalojen, teollisuusrakennusten ja liikerakennusten katoilla.



Kuva 16. Aurinkoenergian tuotantopotentiaali, jos kaikkien Kuopion kiinteistöjen soveltuville katoille asennettaisiin aurinkopaneeleita (sähkö) tai -keräimiä (lämpö).

Kuvasta 16 huomataan, että suurin potentiaali löytyy erillisten pientalojen, teollisuusrakennusten ja liikerakennusten katoilta aurinkoenergian hyödyntämiseen. Kun kuvan 16 potentiaalisia aurinkosähkön- ja lämmön tuotantomääriä verrataan nykyiseen kulutukseen Kuopion alueella, voidaan todeta, että aurinkolämmöllä

voitaisiin teoriassa tuottaa noin 37 % kaikesta kiinteistöjen lämmöntarpeesta tai vaihtoehtoisesti 26 % koko Kuopion alueen sähkönkulutuksesta (teollisuus pois lukien).

### 4.6.3 Energiantuotantopotentiaali

Pöyry Oy:n vuonna 2016 laatimassa Savilahden aurinkopotentiaali selvityksessä on esitetty Savilahden alueen aurinkosähkön- ja lämmön hyödyntämispotentiaali, sekä aurinkoenergiankäyttö osana Savilahden alueen muita energiaverkkoja. Pöyryn selvityksessä aurinkoenergian tuotantoon soveltuviksi kohteiksi on tunnistettu Savilahden alueen nykyiset rakennukset ja uusia rakennusalueita perustuen maankäytön yleissuunnitelmaehdotukseen. Pöyry on tuottanut selvityksessään mm. karttapohjat, joihin on merkitty kohteiden aurinkoenergiapotentiaali, sekä laskelmat Savilahden aurinkoenergiapotentiaalista. Savilahden alueella eteläänpäin suunnattuna eri kallistuskulmilla (0 – 46 °) auringon säteilytehon vaihteluväliksi on saatu 882 – 1 077 kWh/m<sup>2</sup>/vuosi. Edellä mainituilla säteilytehoilla aurinkosähköntuotannon vaihteluväliksi on saatu 110 – 135 kWh/m<sup>2</sup>/vuosi ja aurinkolämmön 320 – 440 kWh/m<sup>2</sup>/vuosi (Pöyry Oy 2016.)

## 4.7 Vesivoima

Vesivoimalaitoksissa tuotetaan energiaa hyödyntämällä kahden eri vesitason välistä korkeuseroa. Vesi virtaa alemmalle tasolle turbiinin kautta, joka pyörittää generaattoria, joka taas muuntaa veden liike-energian sähköksi. Vesivoimalla on muun muassa se etu, että vettä voidaan varastoida suuriin varastoaltaisiin ja sitä voidaan käyttää sähkönkulutuksen ollessa huipussaan. Vesivoimatuotanto on kuitenkin riippuvainen sääolosuhteista ja vähäsateisina vuosina varastoitavasta vedestä saattaa olla pulaa. Suomessa on vielä jonkin verran hyödyntämätöntä vesivoimapotentiaalia, vaikka suurimmat kohteet onkin jo pääosin rakennettu. Myös pääosa Pohjois-Savon rakentamiskelpoisesta vesivoimasta on rakennettu. Rakentamatonta vesivoimapotentiaalia on Nilsin Jyrkänkoscikella, tämä on tosin vielä kannattamatonta. Lisäksi lisäkoneistuksella voidaan ohijuoksuksia vähentää Karjalankosken laitoksella. (Energiateollisuus ry 2018b; Pohjois-Savon Elinkeino-, liikenne – ja ympäristökeskus 2010; Lönnqvist 2016).

### 4.7.1 Nykykäyttö

Kuopiossa on kolme Savon Voima Oyj:n vesivoimalaa: Karjalankosken vesivoimalaitos, Juankosken vesivoimalaitos sekä Viannan vesivoimalaitosta. Vesivoimaloiden yhteenlaskettu teho on 10,2 MW ja vuosituotto 20,2 GWh. (Snellman 2018).

Taulukkoon 26 on koottu Kuopion maantieteellisellä alueella sijaitsevat vesivoimalaitokset.

Taulukko 26. Kuopion vesivoimalaitokset (Snellman 2018)

Voimalaitos	Käyttöönottovuosi	Putouskorkeus [m]	Teho [MW]	Energia [GWh/a]	Rakennusvirtaama [m <sup>3</sup> /s]
Karjalankoski	1961	6,5	4,5	20	80
Juankoski	1995	6,5	5,5	20	100
Vianta	2011	2,5	0,15	1,3	5

## 4.8 Lämpöpumput

Lämpöpumppuja on yleisesti käytössä neljää eri tyyppiä: maalämpöpumput, poistoilmalämpöpumput, ilma-vesilämpöpumput ja ilma-ilmalämpöpumput. Niiden merkittävimmät erot aiheutuvat lämmönlähteestä (ulkoilman lämpö, maaperän lämpö, poistoilman lämpö) ja siitä, voivatko ne toimia kiinteistön peruslämmönlähteenä vai tukilämpöjärjestelmänä.

Maalämpöpumpulla hyödynnetään auringosta maaperään, kallioon tai vesistöön sitoutunutta lämpöä. Maalämpöjärjestelmän lämpökerroin on vuositasolla keskimäärin kolme. Maalämpöjärjestelmä voidaan rakentaa joko osatehomyönteillä tai täystehomyönteillä, jolloin se riittää kiinteistön ainoaksi lämmitysjärjestelmäksi. Lämpö voidaan kerätä joko syvästä porakaivosta tai tontin alueella rakennettavasta vaakaputkistosta. Lämpöä saadaan maalämpöjärjestelmällä tuotettua sekä käyttöveteen että kiinteistön vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. (Motiva 2018d.)

Poistoilmalämpöpumpuilla otetaan lämpö talteen rakennuksen poistoilmasta ja puhalletaan se takaisin rakennukseen. Poistoilmalämpöpumpulla saatava teho ei ole siis riippuvainen ulkoilman lämpötilasta. Lämmin poistoilma imetään usein rakennuksen kosteista tiloista ja siitä saatava lämpöenergia siirretään tuloilmaan, käyttöveden lämmitykseen ja rakennuksen lämmitysjärjestelmän käyttöön. (Motiva 2018d.) Poistoilmalämpöpumpun vastuksilla voidaan yleensä tuottaa rakennuksen lisälämmitys suurimman lämmönkulutuksen aikaan, mutta myös esimerkiksi puulla voidaan vähentää sähkönkulutusta kylmimmillä säillä (Motiva 2018d).

Ilma-ilmalämpöpumput ottavat lämmön ulkoilmasta ja luovuttavat sen yleensä suoraan huoneilmaan. Ilmalämpöpumppuja voidaan Suomen olosuhteissa käyttää vain tukilämmönlähteenä. Lämmityksen lisäksi ilmalämpöpumppuja voidaan käyttää kiinteistöjen jäähdytykseen. Ilmalämpöpumpun lämpökerroin vuositasolla on noin 2, eli sen tuottama lämpömäärä on noin kaksinkertainen pumpun tarvitsemaan sähköenergiämäärään verrattuna. Ilmalämpöpumppuja voidaan hyödyntää esimerkiksi sähkölämmityksen rinnalla, ja kannattavampaa se on sähköpatterijärjestelmässä kuin vesikiertoisissa lämmitysjärjestelmissä. (Motiva 2018d.)

Ilma-vesilämpöpumput ottavat nimensä mukaisesti lämmön ulkoilmasta ja siirtävät sen rakennuksen vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Ilma-vesilämpöpumppu voi riittää kiinteistön lämmitysenergian tuottamiseen aina -20 asteen lämpötilaan asti, mutta sen jälkeen se tarvitsee varajärjestelmän, esimerkiksi omat sähkövastukset tai puulämmityksen. Vesi-ilmalämpöpumpun vuosilämpökertoimet vaihtelevat Suomessa 1,4–2,7 välillä. (Motiva 2018d.)

### 4.8.1 Nykykäyttö

Kuopissa on 800 pientaloa, joissa on maalämpöjärjestelmä kiinteistön päälämmönlähteenä. Tämän lisäksi maalämpöpumppuja on kerros- ja rivitalossa, kokoontumis- ja liikerakennuksissa, sekä teollisuus- ja varastorakennuksissa. Yhteensä maalämpöä käytetään 850 kiinteistössä Kuopion alueella. Ilmalämpöpumppujen määrä Kuopion kaupungin alueen kiinteistöissä ei ole kaupungin tiedossa, sillä niiden asentamiseen ei vaadita rakennus- tai toimenpidelupaa. Voidaan kuitenkin arvioida Suomen ilmalämpöpumppuyhdistyksen tilastojen perusteella, että ilmalämpöpumppujen määrä on noin 4,5-5-kertainen maalämpöjärjestelmiin verrattuna (Motiva 2018d). Ilmalämpöpumppujen määrän Kuopiossa arvioidaan siis olevan reilut 4 200. Ilma-vesi- ja poistoilmalämpöpumppuja on suhteessa huomattavasti vähemmän kuin ilma-ilma- ja maalämpöpumppuja. Suomen ilmalämpöpumppuyhdistyksen tilastojen perusteella ilma-vesilämpöpumppuja voidaan arvioida

olevan olla vajaa puolet (n. 420) ja poistoilmalämpöpumppuja noin neljännes (n. 210) maalämpöpumppujen määrästä.

Kuopion kaupungin omistamissa kohteissa maalämpö on käytössä Jynkän monitoimitalossa ja -koulussa, Vehkalammien koulussa (vuosittainen lämmöntuotto 82 MWh), Vehmasmäen koulussa (vuosittainen lämmöntuotto 167 MWh), sekä Käärmelahden koulussa (vuosittainen lämmöntuotto 152 MWh). Poistoilmalämpöpumppuja on käytössä Niiralan Kulman kahdessa kiinteistössä Myllärinrinteellä ja Niiralan kadulla. Myllärinrintien poistoilmalämpöpumpun tuottama energia oli 270 MWh. Niiralankadun kiinteistön poistoilmalämpöpumpun tuottamaa energia ei ole tiedossa.

## 4.8.2 Varannot

### **Maalämpöpumput – vaakakeräysjärjestelmän rajoitukset**

Vaakakeräysjärjestelmä asennetaan pintamaahan tai upotetaan vesistöön. Pintamaahan asennettava vaakakeruuputkisto ei sovellu routavaikutusten vuoksi kiviseen maaperään tai kohteisiin, joissa maanpinnan ja kalion välinen etäisyys on pieni. Lähtökohtaisesti maaperään asennettavalle vaakakeruupiirille on vähemmän käyttökohteita kuin lämpökaivoille. Maahan asennetulle vaakakeruuputkistolle asetetut vaatimukset erikoisille tonteille on esitetty taulukossa 27.

Taulukko 27. Vaakakeruuputkiston vaatimukset

Omakotitalo 150 brm <sup>2</sup> *		Putkiston pituus		Tarvittava tontin pinta-ala	
Ilmastovyöhyke	Energiaa maaperästä [kWh/a]	Savi [m]	Hiekka [m]	Savi [m <sup>2</sup> ]	Hiekka [m <sup>2</sup> ]
I	14 000	230	470	690	970
II	15 500	310	620	780	1 200
III	17 000	380	1 130	990	1 970
IV	18 500	530	1 850	1 190	3 040

\*= bruttoala

Vaakakeräysjärjestelmän voi asentaa myös vesistöön. Putket tulee viedä veteen routarajan alapuolelle, jolloin myöskään jäät eivät pääse vahingoittamaan putkistoa. Käyttöön soveltuvat vesistöt, joiden syvyys jo rannassa on vähintään kaksi metriä. Pohja ei saa olla liian kivinen, vaan tasainen mutapohja on paras asennukseen. Putkisto asennetaan joko ankkuroimalla se pohjaan, upottamalla vapaasti vesistön pohjalle tai upottamalla se pohjasedimenttiin. Ennen asennusta on selvitettävä pohjaolosuhteet, veden virtaukset ja veden korkeusvaihtelut.

Vaakakeräysjärjestelmää varten on kaupungin ohjeistuksen mukaan haettava joko toimenpidelupa tai rakennuslupa, jossa tulee esittää piirustukset suunnitellusta maalämmön keruupiiristä sekä tiedot suunnitellun maalämmön keruupiirin sijoitusyvyvyydestä, keruuputkiston pituudesta ja läpimitasta sekä materiaalista. Lisäksi on huolehdittava siitä, että käytettävä lämmönsiirtoneste on pohjavedelle vaaratonta. Lämmönsiirtonesteenä on suositeltu käytettävän etanolipohjaista nestettä.

Vesistöön sijoitettavasta lämmönkeruupiiristä tulee tehdä Aluehallintovirastoon vesirakentamisilmoitus, johon sisällytetään vesialueen omistajan ja lähinaapureiden suostumus. Aluehallintovirasto antaa myös tarvittaessa lausunnon vesistöhankeen tarvitsemasta vesilain mukaisesta luvasta.

### **Maalämpöpumput – lämpökaivo rajoitukset**

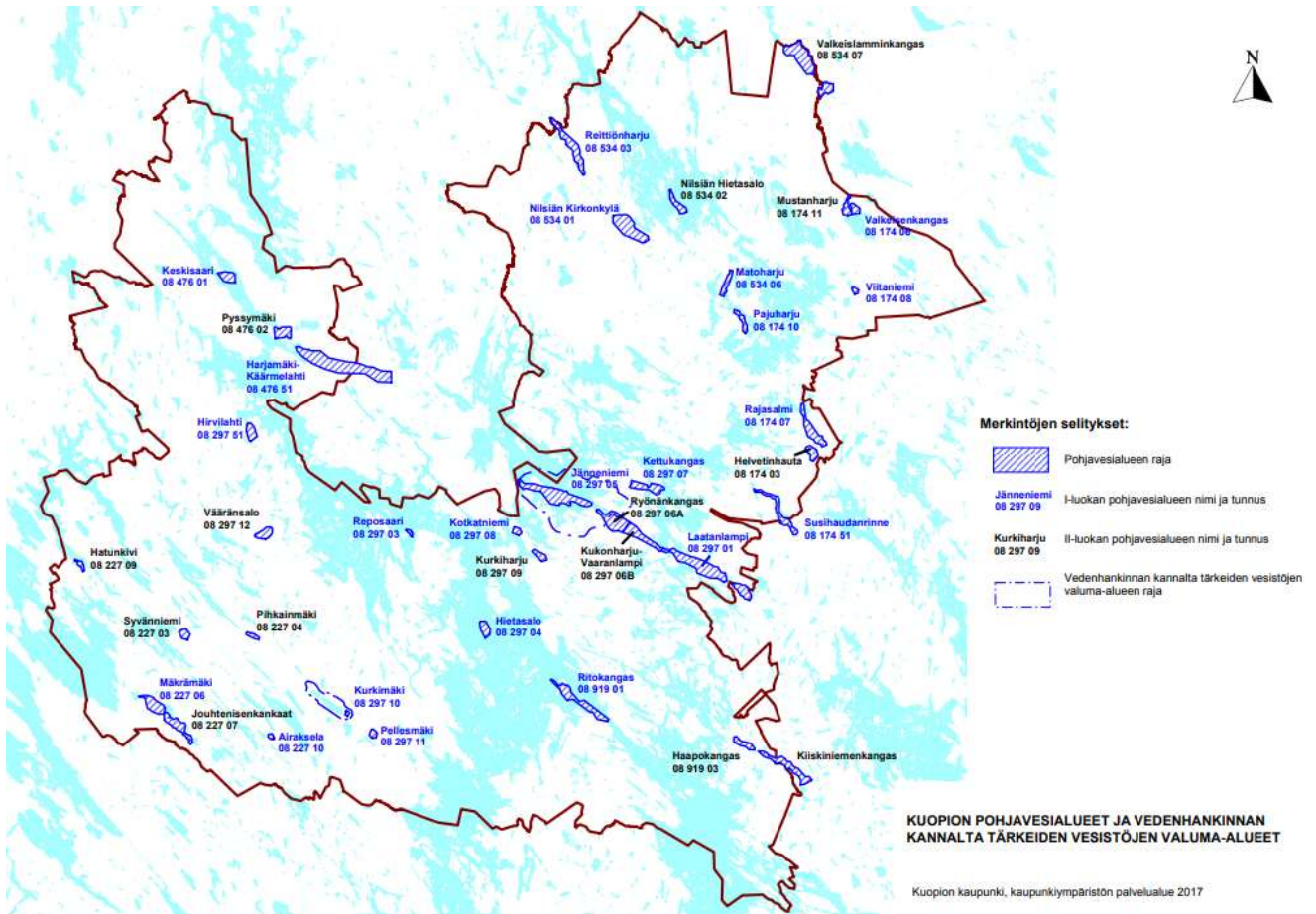
Lämpökaivo on kannattavinta porata kallioperäiselle tonttimaalle, sillä paksu maakerros kallion päällä lisää porauskustannuksia. Vaakakeräysjärjestelmästä poiketen lämpökaivoon perustuva maalämpöjärjestelmä sopii myös pienemmille tonteille. (Motiva 2018d.) Kaupungin rakennusmääräysten ja muiden maalämpöjärjestelmien rakentamista ohjaavien sääntöjen lisäksi seuraavat ympäristöministeriön ympäristööppaan ohjeetäisyydet olisi kuitenkin huomioitava lämpökaivon sijaintia valitessa (taulukko 28). Kuopion kaupungin rakennusvalvonta on antanut suositukseksi taulukossa 28 esitetyt etäisyydet maalämpöjärjestelmiä suunniteltaessa Kuopion alueelle.

*Taulukko 28. Suositellut etäisyydet lämpökaivosta eri kohteisiin (Kuopion kaupunki 2016)*

<b>Kohde</b>	<b>Suositteltu minimietäisyys</b>
Energiakaivo	15 m
Lämpöputket ja kaukolämpöjohdot	3 m
Kallioporakaivo	40 m
Rengaskaivo	20 m
Rakennus	3 m
Kiinteistön raja	7,5 m
Viemärit ja vesijohdot	3 m (omat putket) – 5 m (muiden putket)

Lämpökaivojen sijoittaminen maa-alueelle ei edellytä vesilupaa, ellei hanke aiheuta pohjaveden pilaantumisen riskiä tai vaikuta pohjaveden määrään. Lämpökaivon poraaminen tai lämmönkeruuputkiston asentaminen tarvitsee kuitenkin maankäyttö- ja rakennuslain mukaisen toimenpideluvan. Toimenpidelupa tulee pyytää Kuopion alueelliselta rakennusvalvonnalta, jos maalämpökaivo ollaan rakentamassa asemakaava-alueelle, suunnittelualueelle, rakennuskielto-alueelle, pohjavesialueelle, vedenhankintavesistöjen valuma-alueelle tai jos rakennuspaikan pinta-ala on alle 5 000 m<sup>2</sup>. (Kuopion kaupunki 2016)

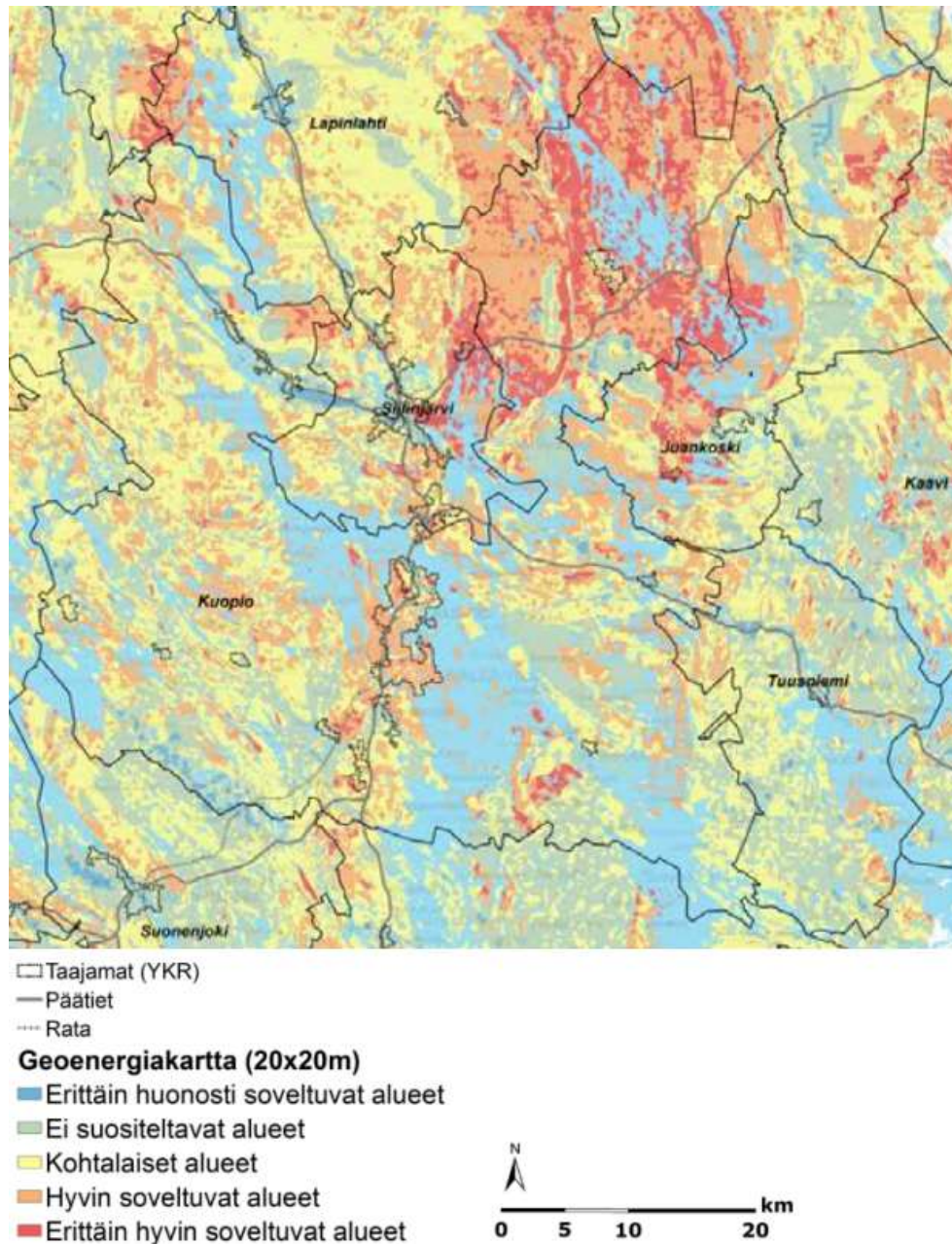
Kuopion alueella on yhteensä 36 luokiteltua pohjavesialuetta. Veden hankinnan osalta I-luokan pohjavesialueita on yhteensä 19. Seuraavassa kuvassa on esitetty Kuopion alueella olevat pohjavesialueet (kuva 17). Pohjavesialueiden luokitukset ovat uudistumassa. Pohjavesialueiden luokittelu luokkiin I-III on voimassa rinnakkain uuden 1- ja 2-luokan luokittelun kanssa, kunnes pohjavesialueille tehdyt tarkistukset valmistuvat.



Kuva 17. Kuopion kaupungin alueella sijaitsevat pohjavesialueet (Kuopion Kaupunki 2018j)

### Maalämpöpumput –varannot

Tärkeimmät maalämpöjärjestelmillä hyödynnettävät maalämpövarannot tai -potentiaalit on selvitetty FCG Consulting Oy:n toteuttamassa Pohjois-Savon geoenergiapotentiaaliselvityksessä. Geoenergian hyödyntämiseen vaikuttaa mm. maanpeitteen paksuus sekä kivilajien lämmönjohtavuus. Maaperän paksuus vaikuttaa investointikustannuksiin, kun taas kivilajien lämmönjohtavuus on merkittävin kivilajien ominaisuuksista, joka vaikuttaa geoenergian hyödynnettävyyteen. Kuvassa 18 on esitettyä tärkeimmät maalämpöjärjestelmillä hyödynnettävät maalämpövarannot tai -potentiaalit. Kuvassa 18 Juankoski on esitetty omana kuntana. (FCG Consulting Oy 2017.)



Kuva 18. Geoenergiapotentiaali Kuopion kaupungin alueella (FCG Consulting Oy 2017)

Kuopion alueella geoenergiapotentiaailtaan erittäin hyvin soveltuvat alueet sijaitsevat Nilsian ja Juankosken alueella. Myös Tahkon alueella esiintyy laajasti sellaisia kivilajeja, joilla on hyvä lämmönjohtavuus. (FCG Consulting Oy 2017.)

Kallioperän lisäksi myös maaperästä sekä vesistöstä voidaan kerätä lämpöä. Maaperästä lämmön keräämiseen parhaiten soveltuva maa-aines on kostea savi, sillä se luovuttaa peremmin aurinkoenergian tuottamaa lämpöä kuin kuivat hiekkamaalajit. Metrin syvyyteen asennettavalla keruuputkistolla kerättävä lämpöteho on Pohjois-Suomessa 10–13 W/m ja Etelä-Suomessa 12–15 W/m. Vesistöstä kerättävän lämpötehon on arvioitu olevan Pohjois-Suomessa 15–20 W/m ja Etelä-Suomessa 20–25 W/m. Geotermisen lämmön keräykseen soveltuvat kokemuksen mukaan parhaiten vähintään kahden metrin syvyiset järvet, lammet ja meren-



rannat. (FCG Consulting Oy 2017) Vesistöissä sijaitseva keruupiiri on hyvä niissä tapauksissa, joissa matka vesistöstä lämpöpumpulle on mahdollisimman lyhyt eikä muita keruupiirimuotoja ole käytettävissä. Pohjavesialueet jotka sijaitsevat vesistölämmöksi soveltuvan alueen tuntumassa, voivat rajoittaa vesistöä kerättävän lämmön saatavuutta.

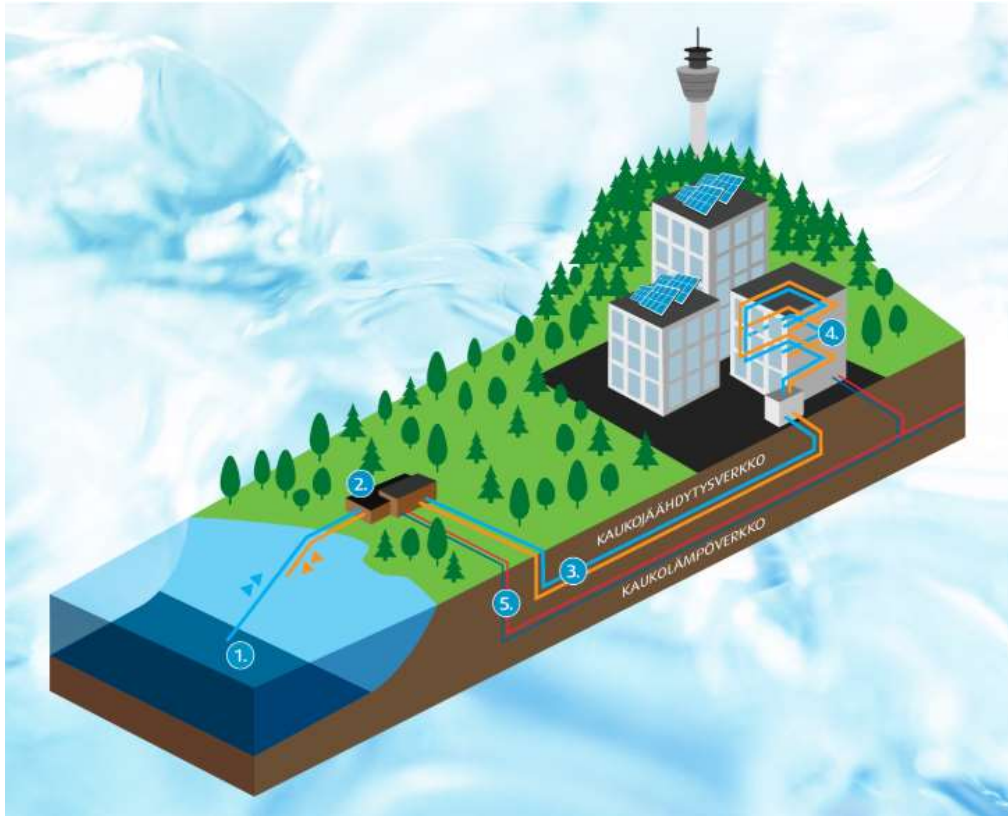
### ***Muut lämpöpumput -varannot***

Poistoilmalämpöpumppujen varantoja ei arvioida tässä selvityksessä, sillä se on haastavaa lämmönlähteen ollessa rakennusten poistoilma. Lisäksi poistoilmalämpöpumppujen määrä on Suomessa huomattavasti pienempi kuin maa- tai ilma-ilmalämpöpumppujen. Ilma-vesi- ja ilma-ilmalämpöpumppujen lämmönlähteenä toimii ulkoilma, joten lämmöntuotannon potentiaalia on sinällään rajattomasti käytettävissä. Toki sääolot vaikuttavat lämpöpumpuilla tuotettavan uusiutuvan energian lisäyksen potentiaaliseen määrään.

### **4.8.3 Kaukojäähdytys**

Kaukojäähdytys on keskitetysti tuotetun jäähdytetyn veden putkistoissa tapahtuvaa jakelua useille rakennuksille, joissa sitä hyödynnetään ilmastoinnin jäähdytykseen. Keskitetyllä tuotannolla päästään suurempiin yksikkökokoihin, jolloin energiaa voidaan tuottaa kustannustehokkaasti. Kaukojäähdytyksellä saavutetaan useita hyötyjä, sillä se on ympäristöystävällinen, hinnaltaan kilpailukykyinen, vaivaton sekä luotettava jäähdytysenergian lähde. (Energiateollisuus ry 2018c)

Kaukojäähdytyksessä vesistön syvänteistä otetaan kylmää vettä, jolla jäähdytetään kaukojäähdytyskierrossa lämmennyt vettä, tarpeen mukaan kaukojäähdytyskierrossa lämmennyt vettä viillennetään myös lämpöpumpuilla sekä kompressoreilla. Kylmä kaukojäähdytysvesi virtaa kiinteistöihin, jossa kiinteistön jäähdytysjärjestelmän kautta kerätty ylijäämälämpö siirretään kaukojäähdytysveteen. Kiinteistöiltä talteenotettu ylijäämälämpö muutetaan jäähdytyslaitokset lämpöpumpun avulla kaukolämmöksi. Kaukojäähdytyksen periaate on esitetty kuvassa 19. (Kuopion Energia Oy 2018c)

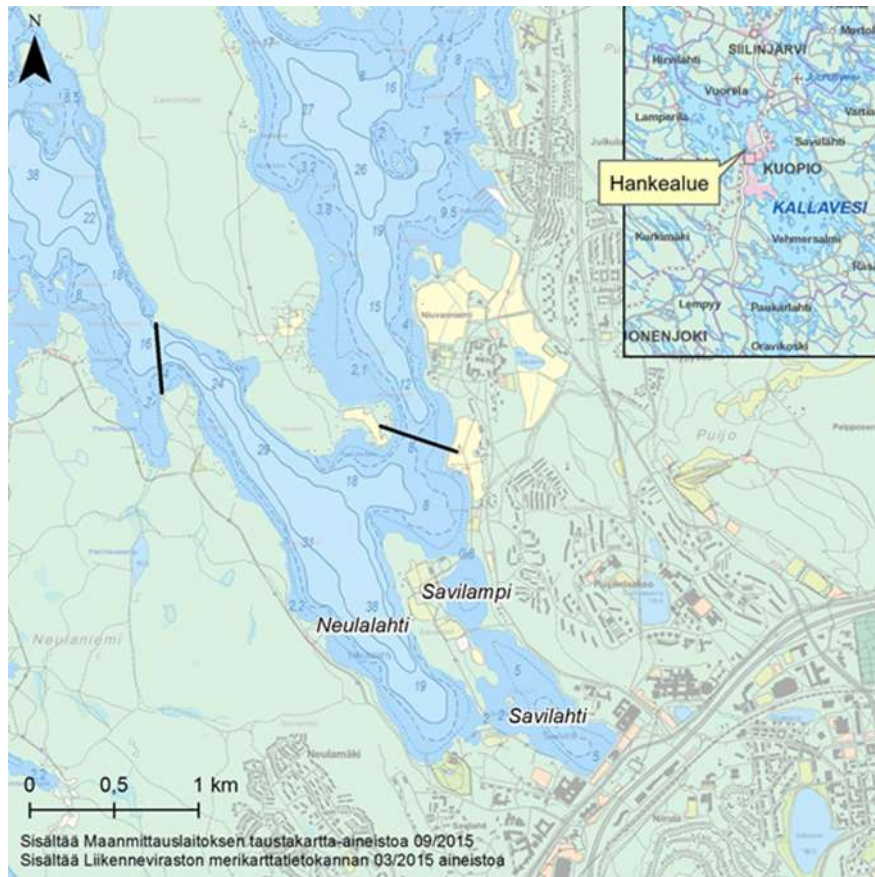


Kuva 19. Kaukojäähdytyksen periaate (Kuopion Energia Oy 2018c)

#### 4.8.4 Nykykäyttö

Kuopiossa aiotaan hyödyntää kaukojäähdytystä Savilahden alueella. Savilahden alueella merkittävin kaukojäähdytyksen käyttäjä on Kuopion yliopistollinen sairaala. Kaukojäähdytyksen alue sijaitsee Pohjois-Kallaveden Neulalahdessa. Savilahden alueen kaukojäähdytyksen nykyinen potentiaali on yhteensä noin 25-30 MW, kun on huomioitu sekä toimisto- ja asuinrakennukset. Kuvassa 20 on esitettyä hankealueen rajaus ja sijainti. (Itä-Suomen Ympäristölupavirasto päätös Nro 60/2016/2, 2016)

Jäähdytysvesi otetaan Neulalahden syvänteestä yli 35 metrin syvyydestä noin 1 670 metriä pitkällä putkella ja lämmennyt vesi palautetaan Neulalahdelle 930 metrin päähän ottopisteestä 5 –6 metrin syvyyteen. Jäähdytysvedentarpeen maksimi on kesällä heinä-elokuussa, jolloin maksimivirtaamat vaihtelevat välillä 3 700–5 300 m<sup>3</sup>/h. Talvella tarvittavat vesimäärät ovat noin 300 m<sup>3</sup>/h. Kaukojäähdytyshanke etenee vaiheittain jäähdytystarpeen kasvaessa tasaisesti 0,6 GWh:sta 36 GWh:n asti. (Itä-Suomen Ympäristölupavirasto päätös Nro 60/2016/2, 2016)



Kuva 20. Kaukojäähdytyksen hankealueen rajausta ja sijaintia Kallavedellä Kuopiossa. (Kuopion Energia Oy 2016c)

## 4.8.5 Energiantuotantopotentiaali

### **Maalämpöpumput**

Maalämpöjärjestelmän rakentaminen vanhaan kiinteistöön on kannattavinta, kun nykyinen lämmitysjärjestelmä on vesikiertoinen. Energiantuotantopotentiaali maalämmölle lasketaan sen perusteella, että puolet kaupungin alueen öljylämmitteisistä kiinteistöistä siirtyisi maalämpöön. Öljyllä tuotetun energian vuosittainen kulutus on näissä kiinteistöissä noin 75 GWh. Kun näihin kiinteistöihin asennetaan maalämpöpumppu, jonka lämpökerroin on 3, lisääntyy sähkön määrä 22 GWh vuodessa ja itse maasta saatavan lämmön määrä 45 GWh vuositasolla.

### **Ilma-ilmalämpöpumput**

Ilmalämpöpumppuja käytetään yleisesti sähkölämmitteisten kiinteistöjen tukilämmityslähteenä. Mikäli kaikkiin Kuopion kaupungin sähkölämmitteisiin kiinteistöihin lisättäisiin ilmalämpöpumppu, voitaisiin lämmitykseen tarvittavan sähkön määrää vähentää noin 48 GWh vuodessa. Tämä sähkömäärän vähennys syntyy silloin, kun ilmalämpöpumpun lämpökerroin on 2 ja ilmalämpöpumpulla tuotetaan 65 % yksittäisen kiinteistön vuosittaisesta lämmitystarpeesta. Todellisuudessa sähkön käytön vähennys voi olla enemmän tai vähemmän riippuen siitä, kuinka paljon lämpöpumppua käytetään jäähdytykseen kesäaikana ja millainen sää kyseisenä vuonna on.

### **LCA Consulting Oy**

Laserkatu 6, 53850 Lappeenranta  
Puhelin +358 40 7628 444

Y-tunnus 2525393-6  
www.LCA-Consulting.fi

## 4.9 Teollisuuden hukkalämpö

Teollisuuden tuotannossa muodostuu hukkalämpöä, jota voidaan ottaa talteen. Ylijäämlämpö voidaan hyödyntää omassa kohteessa mm. raaka-aineen esilämmityksessä tai tehtaan/tehdasalueen kiinteistöjen lämmityksessä. Vaihtoehtoisesti ylijäämlämpöä voidaan myydä alueelliseen kaukolämpöverkkoon. Yleisesti Suomessa ylijäämlämmön hyödyntäminen on vielä vähäistä. Kaikista Suomen kaukolämmön energianlähteistä 8 % oli hankittu lämmön talteenotolla tai lämpöpumppuratkaisulla.

### 4.9.1 Nykykäyttö

Teollisuuden hukkalämpöä ei nykyisellään hyödynnetä Kuopion kaupungin kaukolämpöverkossa. Kuopion alueella on suhteellisen pienimuotoista teollista toimintaa, jotta hukkalämpöä olisi hyödynnettävissä kaukolämpöverkossa.

### 4.9.2 Varannot

Yhdyskuntien puhdisteista jätevesistä voidaan ottaa lämpöä talteen lämpöpumppujen avulla. Lämmön talteenotto on kannattavampaa puhdistetusta jätevedestä jätevedenkäsittelyn prosessiteknisistä seikoista johtuen. Lehtoniemen jätevedenpuhdistamolla käsitellyn, puhdistetun, jäteveden lämpöä on mahdollista ottaa talteen ja hyödyntää lämpöpumpun lämmönlähteenä. Lämpö voidaan hyödyntää Kuopion Veden Lehtoniemen jäteveden puhdistamolla sijaitsevien rakennusten lämmityksessä ja/tai syöttää paikalliseen kaukolämpöverkkoon. Selvityksen mukaan Kuopion Lehtoniemen jätevedenpuhdistamolla muodostuu käsiteltyä jätevettä n. 22 680 m<sup>3</sup>/vrk, josta hyödynnettävissä oleva lämpöteho esimerkiksi lämpöpumpun lämmönlähteeksi on arvioitu olevan 8,3-13,5 MW.

Kiinteistökohtaisesti voidaan harmaista vesistä (pesu- ja suihkuvedet) ottaa lämpöä talteen. Haasteen kiinteistökohtaiseen harmaan veden lämmöntalteenottoon aiheuttavat suhteellisen vähäinen massavirta ja virtaaman epätasaisuus. Kiinteistökohtaiset jätevesien lämmöntalteenottojärjestelmät ovat edelleen kehitysteilla.

Kuopioon on kaavailtu uusia teollisuuden keskittymiä, joiden prosesseista muodostuva hukkalämpö voidaan hyödyntää esimerkiksi alueellisesti lämmönlähteenä. Hyötykäyttö on kannattavaa niissä tapauksissa, joissa infra on aluelämmölle valmiina. Vaihtoehtoisesti teollisuuskeskittymissä muodostunutta hukkalämpöä (90 – 600 °C) voidaan Organic Rankine Cycle-tekniikan (ORC-tekniikka) avulla muuttaa sähköksi ja hyödyntää alueellisissa tuotantokeskittymissä. Tällöin ylijäämlämpöä tulee olla saatavilla noin 600-800 tuntia vuodessa.

## 4.10 Yhteenvedo

Kuopion uusiutuvien energialähteiden käyttö sekä arvioidut potentiaalit uusiutuvien energialähteiden käytön lisäämiseksi on koottu taulukkoon 29. Arvioidut potentiaalit ovat energiantuotantopotentiaaleja Kuopiosta pääsääntöisesti lähtöisin olevista uusiutuvista energiavaroista. Maalämmön ja ilmalämpöpumppujen kohdalla on sekä käytössä että arvioidussa potentiaalisissa huomioitu vain maasta tai ilmasta saatava lämpö, ei pumppujen sähkönkulutuksia.

### LCA Consulting Oy

Laserkatu 6, 53850 Lappeenranta  
Puhelin +358 40 7628 444

Y-tunnus 2525393-6  
www. LCA-Consulting.fi

Taulukko 29. Uusiutuvien energialähteiden nykykäyttö sekä arvioitu potentiaali Kuopiossa

	Käyttö vuonna 2017 [GWh/a]	Arvioitu potentiaali [GWh/a]	Käyttö suhteessa potentiaaliin [%]
Puupolttoaineet	1 355	720	188
Peltobiomassat	0	22	0
Biokaasu	18	124	14
Jätepolttoaineet	0	0	0
Tuulivoima	0	576	0
Aurinkolämpö	3	145	2
Aurinkosähkö	20	73	27
Vesivoima	41	0	0
Maalämpö	32	45	71
Ilmalämpöpumput	48	50	96
<b>Yhteensä</b>	<b>1 516</b>	<b>1 754</b>	

## 5 JATKOTOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Katselmuksen jatkotoimenpide-ehdotuksissa tarkastellaan uusiutuvan energian käytön lisäämistä ja fossiilisten polttoaineiden korvaamista kaupungin ja muiden omistamissa kiinteistöissä. Uusiutuvan energian käytön lisäämistä tarkastellaan Kuopion Veden kiinteistöissä, Niiralan Kulman kiinteistöissä, sekä Kuopion tilakeskuksen muodostamassa kokonaisuudessa. Jatkotoimenpide-ehdotuksissa tarkastellaan myös Kuopion Veden biokaasulaitoksessa tuotetun biokaasun hyödyntämisvaihtoehtoja. Lisäksi on tarkasteltu energiapotentiaaleja uusilla selvitys- ja kaava-alueilla. Muiden omistamien kohteiden osalta on tarkasteltu Savon Voima Oyj:n aluelämpölaitosten polttoainemuutoksia.

Jatkotoimenpide-ehdotuksien säästölaskelmissa on käytetty taulukossa 30 esitettyjä polttoaineiden ja sähköjen hintoja. Alla olevassa taulukossa 30 on myös esitetty CO<sub>2</sub>-päästövähennämien laskennoissa käytetyt polttoaineiden CO<sub>2</sub>-päästökertoimet.

*Taulukko 30. Jatkotoimenpide-ehdotusten laskennassa käytetyt energian ja polttoaineiden hinnat, sekä CO<sub>2</sub>-päästökertoimet (Tilastokeskus 2016; Määttä 2018).*

Polttoaine	Hinta [€/MWh]	CO <sub>2</sub> -päästökerroin [kg/MWh]
Sähkö	110	164
Kevyt polttoöljy	87	264
Kivihili	37,5	335
Metsähake ja puun sivutuote	21	0
Jyrsinturve	13,5	385

Investointien kustannuksille säästöille, takaisinmaksuajoille ja CO<sub>2</sub>-vähennyksille on laskettu keskiarvot laite-toimittajien antamien tietojen perusteella. Työ- ja elinkeinoministeriöltä on mahdollista saada investointitukea 25 % aurinkosähkön investointikustannuksista, 20 % aurinkolämmön investointikustannuksista, 15 % lämpöpumppujen investointikustannuksista ja 10–15 % puupolttoaineilla toimivien lämpölaitoksien investointikustannuksista. Energiainvestointituen ulkopuolelle jäävät asunto-osakeyhtiöt, asuinkiinteistöt, maatilat tai niiden yhteydessä toteutettavat hankkeet, lukuun ottamatta sellaisia maatilan yhteydessä toteutettavia hankkeita, jossa tuotettava energia käytetään maatalouden tuotantotoiminnan ulkopuolella, valtionosuutta saavat perustamishankkeet, organisaatiot, joiden toiminta rahoitetaan valtion talousarviosta, valtion talousarviosta annetussa laissa (423/1988) tarkoitettuun taloushallinto-organisaatioon kuuluville virastoille, laitoksille ja muille toimielimille. (Business Finland 2018a).

### 5.1 Kaupungin omistamat kohteet

#### 5.1.1 Aurinkosähkö

Aurinkosähköä hyödyntämällä voidaan lisätä uusiutuvien energialähteiden käyttöä niissä kaupungin kiinteistöissä, jotka ovat kauko- tai aluelämpöverkossa ja korvata kohteiden suurta sähköenergian käyttöä. Aurinkosähkön hyödyntämismahdollisuuksia selvitettiin rakennusten katolle sijoitettavien asennusten osalta. Läh-

tökohtaisesti aurinkopaneelijärjestelmillä katetaan kohteiden omaa sähkönkulutusta. Aurinkosähkön lisäämistä tarkasteltiin kahdessa kohteessa Itkonniemen vedenottamolla ja Lehtoniemen jätevedenpuhdistamolla.

Aurinkosähkön osalta selvitettiin kohteiden investointikustannukset, korottomat takaisinmaksuajat, vuosisäästöt ja CO<sub>2</sub>-päästöjen vähenemät. Lähtötietona vuosittaisen säästön laskennassa on käytetty laitetoimitajan tuotto-odotuksia aurinkopaneeleille. Tulokset on esitetty taulukossa 31.

Taulukko 31. Aurinkosähkön kustannukset, vuosisäästö, koroton takaisinmaksuaika ja CO<sub>2</sub>-vähenemä

Kohde	Investointikustannus* [€]	Vuosisäästö [€]	Takaisinmaksuaika [a]	CO <sub>2</sub> -vähenemä [t]
Itkonniemen vedenottamo	82 050	10 120	8,1	15
Lehtoniemen jätevedenpuhdistuslaitos	103 200	12 430	8,3	19

\* Investointikustannus TEM:n 25 % investointituen jälkeen

Investointikustannuksissa on mukana arvonlisävero, ja taulukossa esitetty investointikustannus on kaupungille jäävä osuus TEM:n 25 % investointituen jälkeen. TEM tukee aurinkosähköhankkeita 25 %:lla vuonna 2018 (Business Finland 2018a).

Optimaalisin aurinkosähkön ympärivuotinen tuotto Suomessa saadaan asentamalla paneelit 40-42 asteen kulmaan poikkitasosta etelään päin suunnattuna. Loiville, alle 10 asteen katoille tulee tehdä lisäkallistus telinein. Toisaalta tasakatot antavat suuntausteknisesti mahdollisuuksia enemmän, sillä aurinkopaneelit voidaan telineiden avulla suunnata etelään. Lisäkallistuksia tehtäessä tulee huomioida kuitenkin erikseen tuulikuorimat.

### 5.1.2 Biokaasun hyödyntämistapojen tarkastelu

Lehtoniemen jätevedenpuhdistamolle toteutettiin biokaasun mahdollisten hyödyntämistapojen kevyt tarkastelu. Nykytilassa jätevesilietteestä tuotetulla biokaasulla tuotetaan lämpöä (kaasukattilalla) ja sähköä (kaasumoottorilla). Tuotettu lämpö hyödynnetään jätevedenpuhdistamolla ja biokaasulaitoksella sataan prosenttiin asti. Tuotetulla sähköllä saadaan 65 % kokonaissähkönkulutuksesta täytettyä. Hyödyntämistapoina on tarkasteltu alla olevia vaihtoehdoja:

**1. vaihtoehto:** Nostetaan sähköntuotannon määrää

**2. vaihtoehto:** Kaasu käytetään lämmöntuotantoon kokonaan. Ylijäämälämpö myydään alueen kaukolämpöverkkoon.

**3. vaihtoehto:** Jätevedenpuhdistamolle investoitaisiin jäteveden lämmöntalteenottoon. Biokaasulaitoksella aiemmin lämmöntuotantoon käytetty kaasu ohjattaisiin liikennepolttoaineen valmistukseen.

- Kaasun puhdistuslaitteistoon ei investoita itse ja kaasu myytäisiin ”likaisena” eteenpäin
- Kaasun puhdistuslaitteistoon investoitaisiin itse

### 5.1.2.1 Vaihtoehto 1: Sähköntuotannon määrän lisääminen

Lehtoniemen puhdistamolla tuotetaan sähköä n. 2 300 MWh/a. Puhdistamo maksaa sähköveroä myös itse käyttämästään sähköstä. Sähköveroä eivät joudu maksamaan mikrolaitokset, joiden nimellisteho alle 100 kVA ja pienvoimalaitokset, nimellisteholtaan yli 100 kVA, mutta vuosituotanto enintään 800 000 kWh.

Valmisteverotonta ja huoltovarmuusmaksutonta on sähkö, joka siirretään sähköverkkojen välillä (eli verkonhaltijalta toiselle), luovutetaan sähköntuottajalta, pientuottajalta tai mikrotuottajalta sähköverkkoon, luovutetaan yhteisön ulkopuolelle, toimitetaan muualle yhteisön alueelle kuin Suomessa kulutettavaksi tai toimitetaan sähköisen raideliikenteen välittömään käyttöön. Valmisteveroton ja huoltovarmuusmaksutonta on myös sähkö, joka kulutetaan voimalaitoksen sähkön tai yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotannon omakäyttölaitteissa, luovutetaan voimalaitosverkkoon tai jonka pientuottaja on tuottanut ja jota ei luovuteta sähköverkkoon. Siten vain sähkön tai CHP-tuotannon omakäyttölaitteisiin käytetty sähkö on verotonta. (Laki sähkön ja eräiden polttoaineiden valmisteverosta 1996/1260, 1 - 7§)

Taulukossa 32 on esitetty tulokset sähköntuotannon määrän nostamisen taloudellisista vaikutuksista.

Taulukko 32. Sähkön tuotannon määrän nostaminen, taloudelliset vaikutukset

Tilanne	Tuotettu sähkömäärä [MWh/a]	Tuotetusta sähköstä maksettava vero [€/a]	Sähkön myynnistä saatavat tulot [€/a]	Sähkön oston kustannukset [€/a]	Kokonais-kustannus sähköstä [€/a]
Nykytila	2 229	50 200	0	103 600	153 800
Vaihtoehto 1	3 562	80 300	15 100	0	65 150

Myydystä sähköstä maksetaan usein vain spot-hintaa ja siitä tulee maksaa myös siirtohintaa. Siten sähkön käyttö omissa toiminnoissa on yleensä kannattavampaa kuin myydä se ulos.

### 5.1.2.2 Vaihtoehto 2: Biokaasun käyttö lämmön tuotantoon

Toisessa tarkasteluvaihtoehdossa valmistettu biokaasu käytetään lämmöntuotantoon kokonaan. Ylijäämä- lämpö myydään alueen kaukolämpöverkkoon. Tällöin oletetaan, että sähkömoottorille ei ajeta kaasua lainkaan. Lämmöntuotanto tapahtuu vain kaasukattilassa, jolla on korkea hyötysuhde lämmöntuotantoon. Lisäksi oletetaan, että kaikki tuotettu lämpö saadaan kaukolämpöverkkoon. Laskennassa on karkeasti oletettu, että myytävästä lämmöstä saadaan 50 % Kuopion Energian kaukolämmön energiamaksun (57,58 €/MWh) suuruudesta.

Taulukossa 33 on esitetty kustannusten jakautuminen, jos biokaasu käytetään lämmöntuotantoon ja ylijäämä- lämpö myyn alueen kaukolämpöverkkoon.

Taulukko 33. Lämmön tuotannon määrän nostaminen, taloudelliset vaikutukset

Tilanne	Tuotettu lämpöenergia [MWh/a]	Tuotetusta lämmöstä saatava tulo [€/a]	Tuotettu sähkömäärä [MWh/a]	Tuotetusta sähköstä maksettava vero [€/a]	Sähkön oston kustannukset [€/a]	Kokonais-kustannus [€/a]
Nykytila	3 101	0	2 229	50 200	103 600	153 800
Vaihtoehto 2	8 200	147 000	0	0	295 900	148 900



### 5.1.2.3 Vaihtoehto 3: Biokaasu ohjataan liikennepolttoaineen valmistukseen

Kolmannessa vaihtoehdossa tarkastellaan tilannetta, jossa jätevedenpuhdistamolle investoitaisiin jäteveden lämmöntalteenottoon. Biokaasulaitoksella aiemmin lämmöntuotantoon käytetty kaasu ohjattaisiin liikennepolttoaineen valmistukseen. Tässä tarkastellaan kahta vaihtoehtoa

- a) Kaasun puhdistuslaitteistoon ei investoita itse ja kaasu myytäisiin ”likaisena” eteenpäin
- b) Kaasun puhdistuslaitteistoon investoitaisiin itse

Näistä ainoastaan vaihto b, eli kaasun puhdistuslaitteistoon investointi on potentiaalinen vaihtoehto. Ns. Likainen kaasu voidaan kuljettaa puhdistettavaksi vain putkistoa pitkin, sillä likainen kaasu sisältää kosteutta, joka aiheuttaa korroosiota kuljetuskontteihin. Likaisen kaasun myynti ei ole kannattavaa vaadittavan putki-investoinnin vuoksi.

Taulukossa 34 on esitetty kustannusten jakautuminen, jos lämmöntuotantoon käytetty biokaasu myydään liikennepolttoaineeksi.

Taulukko 34. Kaasun puhdistuslaitteiston investoinnin taloudelliset vaikutukset

Tilanne	Investointi puhdistuslaitteistoon [€]	Puhdistetusta kaasusta saatava tulo [€/a]	Investointi LTO:hon [€]	Kokonaiskustannus [€/a]
Nykytila	0	0	0	50 200
Vaihtoehto 3	1 500 000	108 535	9 000 000	10 500 000

## 5.1.3 Uusien kaava- ja selvitysalueiden potentiaalit

### 5.1.3.1 Hiltulanlahti II-vaihe

Hiltulanlahti II -vaiheen osalta tarkasteltiin aurinkosähköpotentiaali. Hiltulanlahti II-vaihe on pientalovaltaista-aluetta ja alue rakennetaan seuraavan kahden vuoden aikana. Alueella on kaukolämpöverkko. Kuvassa 21 on esitetty tarkasteltu Hiltulanlahti II-vaihe alueen kartta.

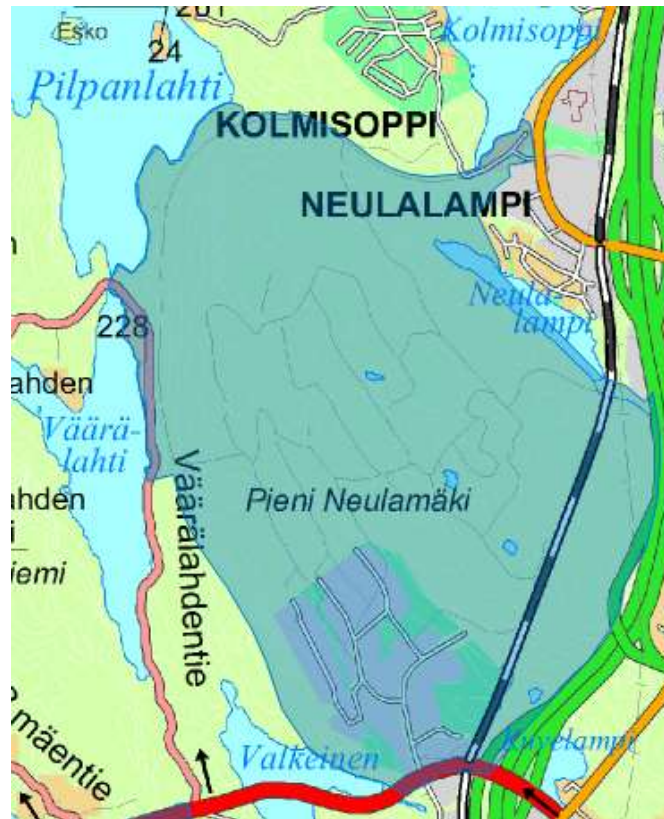
Tarkasteltava kokonaispinta-ala n. 124 651 m<sup>2</sup>. Tämä on oletettu myös alueen rakennusten kerros-alaksi. Käyttökelpoisen katto pinta-alan osuudeksi pohjapinta-alasta on oletettu olevan 25 %. Auringon kokonaissäteilyn määrä vaakatasolle on eteläisimmässä Suomessa 980 kWh/m<sup>2</sup>/a ja Keski-Suomessa 890 kWh/m<sup>2</sup>/a. Kuopiossa käytetään Keski-Suomen kokonaissäteilynmäärää. Täten aurinkosähkön tuottopotentiaaliksi saadaan näin reilut 3,5 GWh.



Kuva 21. Hiltulanlahti II-vaihe (Minna Kuuluvainen 2018)

### 5.1.3.2 Pieni Neulamäki

Pienen Neulamäen alueella tarkasteltiin geoenergiapotentiaali, aurinkolämpö- ja aurinkosähköpotentiaalit. Pienen Neulamäki on yritysalue, pääasiassa pk-teollisuusalue. Alueella on lääke- ja elintarviketeollisuutta. Tarkasteltava kerrosala on n. 600 000 k-m<sup>2</sup>, josta asemakaavoitetulla alueella on n. 220 000 k-m<sup>2</sup> ja lopulla alueella n. 380 000 k-m<sup>2</sup>. Kuvassa 22 on esitetty Pienen Neulamäen alue.



Kuva 22. Pieni Neulamäki (Kuopion karttapalvelu 2018)

Aurinkoenergian laskentaa varten käyttökelpoisen katto pinta-alan osuudeksi pohjapinta-alasta teollisuuskiinteistöissä on oletettu olevan 50 %. Auringon kokonaissäteilyn määrä vaakatasolle on eteläisimmässä Suomessa 980 kWh/m<sup>2</sup>/a ja Keski-Suomessa 890 kWh/m<sup>2</sup>/a. Kuopiossa käytetään Keski-Suomen kokonaissäteilymäärää. Geoenergiapotentiaalin osalta maanpeitteen paksuuden vaihteluväliksi on oletettu nolosta kymmeneen metriä ja kaivon keskisyvyudeksi 200 metriä. Kaivot on oletettu porattavan suoraan siten että niiden tarvitsema etäisyys toisistaan on noin 15 metriä ja kaivon halkaisijaksi oletettu 130 mm.

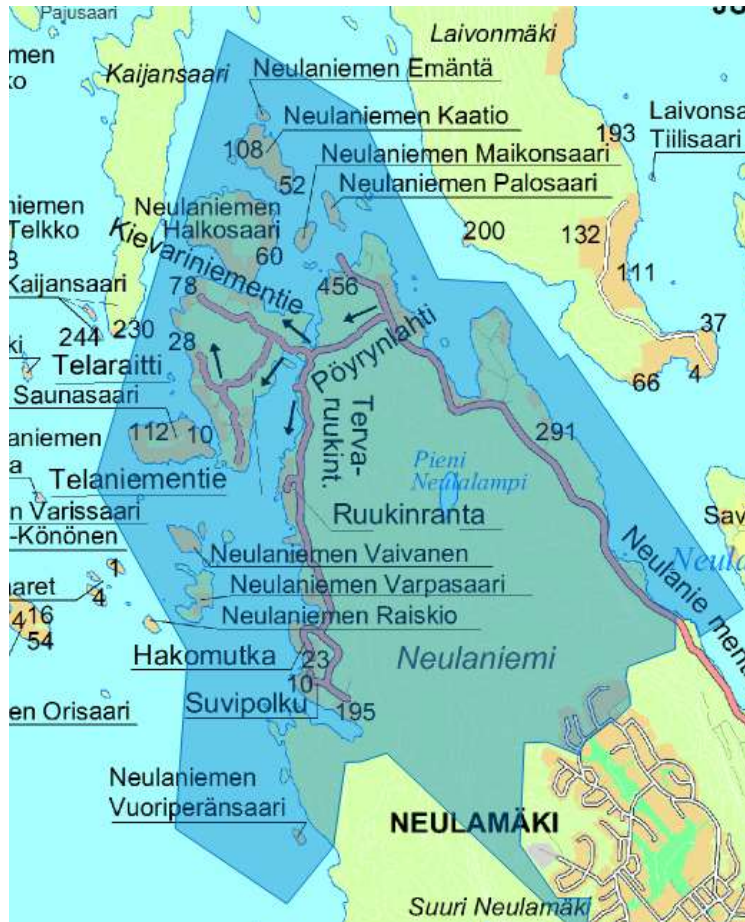
Taulukossa 35 on esitetty uusiutuvien energialähteiden potentiaalit, kun on tarkasteltu kokonaiskerrosalaa ja puolta kokonaiskerrosalasta.

Taulukko 35. Uusiutuvien energialähteiden potentiaalit Pieni Neulamäki

Pinta-ala [k-m <sup>2</sup> ]	Aurinkosähkö, [GWh]	Aurinkolämpö [GWh]	Geoenergia [GWh]
600 000	26	53	69
300 000	13	27	69

### 5.1.3.3 Neulaniemi

Neulaniemen alueella tarkasteltiin vesistölämmön, geoenergian ja vesistöjäähdytyksen potentiaaleja. Neulaniemen osayleiskaava on valmisteilla. Alueelle on suunnitteilla kerrostaloja ja pientaloja. Tarkasteltava kerrosala on n. 255 000 k-m<sup>2</sup>, josta pientalojen osuus on 43 000k-m<sup>2</sup> ja kerrostalojen osuus on 212 000 k-m<sup>2</sup>. Kokonaisrantaviivaa Neulaniemessä on noin 14,4 km. Kuvassa 23 on esitetty tarkasteltu Neulaniemen alue.



Kuva 23. Neulaniemi (Kuopion karttapalvelu 2018)

Geoenergiapotentiaalin osalta maanpeitteen paksuuden vaihteluväliksi on oletettu nolhasta kymmeneen metriä ja kaivon keskisyyvydeksi 200 metriä. Kaivot on oletettu porattavan suoraan siten että niiden tarvitsema etäisyys toisistaan on noin 15 metriä ja kaivon halkaisijaksi oletettu 130 mm. Vesistöstä vuoden aikana saatava lämpöenergiaksi oletettu noin 70-80 kWh putkimetriä kohti. Vesistölämmön osalta oletetaan, että puolet rantaviivasta on käyttökelpoista vesistöpiirasennukseen.

Taulukossa 36 on esitetty Neulaniemen uusiutuvien energialähteiden potentiaalit.

Taulukko 36. Uusiutuvien energialähteiden potentiaalit Neulaniemi

Pinta-ala [k-m <sup>2</sup> ]	Vesistölämpö, [GWh]	Vesistöjäähdytys [GWh]	Geoenergia [GWh]
255 000	28	3	223

#### 5.1.3.4 Vanuvuoren itäpuoli

Vanuvuoren itäpuolen alueella tarkasteltiin vesistölämmön, geoenergian ja aurinkolämmön potentiaaleja. Vanuvuoren itäpuolelle on suunnitteilla pientalovaltainen alue. Tarkasteltava kerrosala on n. 350 750 k-m<sup>2</sup>. Kokonaisrantaviivaa Vanuvuoressa on 12,2 km. Kuvassa 24 on esitetty tarkasteltu Vanuvuoren itäpuolen alue.



Kuva 24. Vanuvuoren itäpuoli (Kuopion karttapalvelu 2018)

Geoenergiapotentiaalin osalta maanpeitteen paksuuden vaihteluväliksi on oletettu 0-10metriä, kaivon keskisyvyudeksi 200 metriä. Kaivot on oletettu porattavan suoraan siten että niiden tarvitsema etäisyys toisistaan on noin 15 metriä ja kaivon halkaisijaksi oletettu 130 mm. Vesistöstä vuoden aikana saatava lämpöenergiaksi oletettu noin 70-80 kWh putkimetriä kohti. Vesistölämmön osalta oletetaan, että puolet rantaviivasta on käyttökelpoista vesistöpiirinasennukseen. Käyttökelpoisen katto pinta-alan osuudeksi pohjapinta-alasta on oletettu olevan 25 %. Auringon kokonaissäteilyn määrä vaakatasolle on eteläisimmässä Suomessa 980 kWh/m<sup>2</sup>/a ja Keski-Suomessa 890 kWh/m<sup>2</sup>/a. Kuopiossa käytetään Keski-Suomen kokonaissäteilynmäärää.

Taulukossa 37 on esitetty Vanuvuoren itäpuolen uusiutuvien energialähteiden potentiaalit.

Taulukko 37. Uusiutuvien energialähteiden potentiaalit Vanuvuoren itäpuoli

Pinta-ala [k-m <sup>2</sup> ]	Vesistölämpö, [GWh]	Aurinkolämpö [GWh]	Geoenergia [GWh]
350 750	25	20	480

### 5.1.4 Kaukolämmön vaihtaminen puukaukolämpöön

Jatkotoimenpiteenä tarkasteltiin Kuopion Tilakeskuksen muodostamien kiinteistöjen kokonaisuuden polttoainemuutos kaukolämmöstä puukaukolämpöön. Tarkastelussa huomioidaan Kuopion keskeisen taajama-alueen kiinteistöjen muodostamasta kokonaisuudesta 50 % kaukolämmön vaihto ja 100 % kaukolämmön vaihto. Taulukossa 38 on esitetty Tilakeskuksen kiinteistöjen lämmitystavan muutoksen kaukolämmöstä puukaukolämpöön.

Taulukko 38. Tilakeskuksen kiinteistöjen lämmitystavan muutos

Kohde	Lisäkustannus [€]	Uusiutuvan energian lisäys [GWh]	CO <sub>2</sub> [t]
Tilakeskuksen kiinteistöt, kaukolämpö puukaukolämmöksi, 100 % vaihto	35 520	26,4	10 234
Tilakeskuksen kiinteistöt, kaukolämpö puukaukolämmöksi, 50 % vaihto	17 760	13,2	5 117

### 5.1.5 Niiralan Kulman Oy:n poistoilmalämpöpumput

Jatkotoimenpiteenä tarkasteltiin Niiralan Kulman kiinteistöjen osalta poistoilmalämpöpumppujen hyödyntämisen kahteen kohteeseen. Poistoilmalämpöpumppuja hyödyntämällä voidaan lisätä uusiutuvien energialähteiden käyttöä sähkölämmitteisissä kohteissa. Tämä toteutetaan asentamalla kohteiden katolle huippuimurit ja keruupatterit, joilta energia voidaan siirtää lämmönjakohuoneeseen lämpöpumpuille. Energia johdetaan lämmitysvaraajiin, jotka taas hyödyntävät sen kiinteistön lämmitykseen ja käyttöveden lämmitykseen.

Poistoilmalämpöpumppujen osalta selvitettiin kohteiden investointikustannukset (alv 0 %), korottomat takaisinmaksuajat, vuosisäästöt ja CO<sub>2</sub>-päästöjen vähenemät. Lähtötietona vuosittaisen säästön laskennassa on käytetty laitetoimittajan tuotto-odotuksia poistoilmalämpöpumpuille. Tulokset on esitetty taulukossa 39.

Taulukko 39. Niiralan Kulman kiinteistöjen poistoilmalämpöpumppu tarkastelu

Kohde	Investointikustannus* [€]	Vuosisäästö [€]	Takaisinmaksuaika [a]	CO <sub>2</sub> -vähenemä [t]
Neulastie 6	57 033	6 467	8,8	33
Pohjolankatu 28	79 391	6 960	11,4	50

## 5.2 Muiden omistamat kohteet

### 5.2.1 Savon Voima Oyj

Savon Voiman kohteista selvitettiin Nilsiä ja Karttulan kaukolämpöverkkojen polttoainemuutokset.

### 5.2.1.1 Nilsin aluelämpölaitos

Nilsin aluelämpölaitoksella turve ollaan korvaamassa puupohjaisilla polttoaineilla. Öljyn käytön (905 MWh/a) korvaamista biokaasulla haluttiin tarkastella. Nilsin keskustan verkon kaukolämmöntuotannon vuoden 2017 polttoaineenkäyttö on ollut: palaturve 4 920 MWh, kevyt polttoöljy 905 MWh, metsähake 16 111 MWh ja puun sivutuotteet 409 MWh.

Nykyisen lämpölaitoksen yhteyteen rakentaa mädätyslaitos, josta saatava kaasu voitaisiin syöttää nykyiselle kaukolämpökattilalle. Muutoksia nykyisen kattilan mm. polttimissa sekä lisätarpeet kaasun puhdistukseen ennen kaukolämpökattilalle syöttöä tulisi huomioida biokaasulaitosinvestoinnin ja sen vaatimusten lisäksi. Taulukossa 40 on esitetty syötteiden teoreettinen saatavuus 30 km: säteellä nykyisestä lämpölaitoksesta.

Taulukko 40. Syötteiden teoreettinen saatavuus Nilsissä

Biomassan tyyppi	Määrä kuiva-ainetta [t/a]	Biomassoista 5 % ja lannoista 25 % [t/a]	Energiaa [MWh]
Sivuvirta: Olki	11 110	560	990
Sivuvirta: Valkuaiskasvien varret	30	1	0
Sivuvirta: Perunan varret	30	1	0
Sivuvirta: Viherlannoitusnurmien mahdollinen alkusato	510	30	20
Sivuvirta: Nurmen siemenen olki	550	30	50
Sivuvirta: Kesantonurmi	2 030	100	70
Sivuvirta: Suojavyöhykenurmi	330	20	10
Sivuvirta: Öljykasvien korsi	230	10	20
Lypsykarjan liettelanta eläinsuojasta	59 430	14 860	1 430
Lihakarjan liettelanta eläinsuojasta	18 240	4 560	440
Emakot ja porsaas liettelanta eläinsuojasta	930	230	30
Lhasiat liettelanta eläinsuojasta	4 890	1 220	150
Munituskanat liettelanta eläinsuojasta	10	2	2
Lampaat ja vuohet kuivalanta yhteensä eläinsuojasta	350	90	20
Hevoset ja ponit, kuivalanta yhteensä eläinsuojasta	4 800	1 200	820
<b>Yhteensä</b>	<b>103 460</b>	<b>22 900</b>	

Laitosinvestointi 20 000 tonnin kuivamädätyslaitokselle on 8 milj. € luokkaa. Vuosisäästöjä ei ole tarkoituksemukaista laskea vastaavasti kuin muille toimenpiteille, sillä biokaasulaitoksella tuotetaan enemmän energiaa kaasusta kuin öljyä tällä hetkellä käytetään. Takaisinmaksuaika laitokselle olisi mahdollista laskea, kun syötteiden hankinnan ja laitoksen käytönajan kustannukset kartoitettaisiin syvemmissä/tarkemmassa jatkoselvityksessä.

Kun öljyä korvataan biokaasulla, saadaan aikaan noin 240 t CO<sub>2</sub>-päästösäästöt vuositasona. Öljystä ei välttämättä kokonaan päästä eroon kattilan käynnistyspolttoaineena/kulutushuippujen polttoaineena.

### 5.2.1.2 Karttulan aluelämpölaite

Karttulan aluelämpölaitoksella turve suunnitellaan korvattavan puupohjaisilla polttoaineilla, hyödyntäen savukaasupesuria ja siitä saatavaa hukkalämpöä, jota hyödynnetään osana kaukolämmön tuotantoa. Karttulan verkon kaukolämmöntuotannon vuoden 2017 polttoaineenkäyttö on ollut: palaturve 3 775 MWh, metsähake 304 MWh, kevyt polttoöljy 88 MWh ja puun sivutuotteet 3 828 MWh. Karttulan aluelämpölaitoksen nykyinen kattilateho on 2 MW.

Tarkastelussa oletuksena on käytetty turpeen kosteudelle 35 % ja puun kosteudelle 50 %. Kaukolämmön paluulämpötilaksi on oletettu 50 °C.

Savukaasupesurin alustavasti laskettu teho on 0,38 MW, josta lämmöntalteenotolla yhdistettynä lämpöpumpun avulla voidaan saada aikaan noin 0,13 MW:n teho. Yhteensä tehoksi saadaan 0,51 MW. Kun öljyä korvataan savukaasupesurilla, saadaan aikaan noin 18 t CO<sub>2</sub>-päästösäästöt vuositasona. Öljystä ei kuitenkaan välttämättä kokonaan päästä eroon kattilan käynnistyspolttoaineena.



## 6 JATKOSELVITYKSET

### 6.1 Julkisen liikenteen polttoainemuutoksiin liittyvät tarkastelut

Kuopion kaupungin alue on murroksessa liikenteen polttoainejakelun osalta. Kuopion ja Jyväskylän kaupungit ovat tilanneet WSP Finland Oy:ltä joukkoliikenteen käyttövoimaselvityksen. Selvitys valmistuu marraskuussa 2018.

Kaupungille voidaan tuottaa tietoa päätöksenteon tueksi vertailemalla julkisessa liikenteessä käytettyjen eri polttoainevaihtoehtojen vaikutuksia kasvihuonekaasupäästöihin ja muille ympäristövaikutuksille. Toimenpiteiden vaikutusten arviointia ja kilpailutusta varten voidaan selvittää eri vaihtoehtojen polttoaineiden tuotannon ja käytön aiheuttamat ympäristövaikutukset Kuopion keskeisillä julkisen liikenteenlinjoilla tai eniten liikennöidyillä linjoilla. Lisäksi voidaan vertailla, millaisia vaikutuksia eri EURO-päästölukituksilla on kasvihuonekaasupäästöihin. Tarkastelussa voidaan myös huomioida polttoaineen käyttökustannukset, investointikustannukset kalustoon ja jakeluun liittyen, sekä selvittää polttoaineen paikallinen saatavuus.

### 6.2 Kohdekohtaiset aurinkoenergiaselvitykset

Aurinkolämmön ja aurinkosähkön hyödyntämisessä löytyy käyttämätöntä potentiaalia jo ainoastaan Kuopion kaupungin omien kiinteistöjen osalta. Aurinkoenergian käyttöönoton mahdollisuuksien tarkemmaksi kartoitukseksi olisi kaupungin mahdollista teettää kohdekohtainen aurinkoenergiaselvitys omille kiinteistöilleen. Kohdekohtaisella aurinkoenergiaselvityksellä tuotetaan tietoa kaupungin alueilla olevien kiinteistöjen katopintojen soveltuvuudesta aurinkoenergian tuotantoon.

Aurinkoenergiaselvityksen tietoja olisi mahdollista hyödyntää kaupungissa, sillä aurinkoenergian hyödyntäminen aurinkosähkön muodossa on varteenotettava vaihtoehto myös kaukolämpöverkon alueella. Kaukolämpöverkon ulkopuolella tietoa olisi mahdollista tuottaa sekä aurinkolämmön että –sähkön osalta.

### 6.3 Kokonaisenergiataseen päivittäminen

Uusiutuvan energian kuntakatselmuksessa laaditaan kokonaisenergiatase, jossa on yhdistetty kokonaislämpötase ja sähkötase. Kokonaisenergiataseeseen on lisätty myös Kuopion alueen teollisten toimijoiden erittelemätön polttoainekäyttö, jota ei ole huomioitu lämpö- tai sähkötaseessa. Tulevaisuuden muutokset Kuopion elinkeinorakenteessa heijastavat sekä kokonaisenergiataseeseen. Muutoksien vaikutus olisi hyvä päivittää Kuopion nykyiseen kokonaisenergiataseeseen ja huomioida myös alueellisessa kasvihuonekaasutaseessa.

## 7 SEURANTA

Kuopion kaupunki on mukana monissa ohjelmissa ja sitoumuksissa, jotka velvoittavat kaupunkia seuraamaan ja raportoimaan energian käyttöä: kulutuksia ja muutoksia. Myös uusiutuvaan energiaan liittyviä muutoksia tulee seurata. Kuopion kaupunki pyrkii lisäämään omilla toimillaan uusiutuvan energian käyttöönottoa ja aktivoimaan asukkaitaan uusiutuvan energian käytön lisäämiseen ja energian säästämiseen. Velvollisuuksia ja toimenpiteitä voidaan selkeyttää ja aikatauluttaa erillisellä seurantaohjelmalla, josta ehdotus on esitetty taulukossa 41.

Taulukko 41. Seurantaohjelman runko

Toimenpide	Seurattavat tekijät	Toteutus	Seurantaväli
Kiinteistöjen ja toimien energian käytön systemaattinen seuranta	Energiankulutus Uusiutuvan energian käyttö ja tuotanto	2018	Vuosittain
Energian käytön muutosten systemaattinen seuranta	Energiatehokkuus Polttoainemuutokset Uusiutuvan energian muutos Muut toimenpiteet	2018	Vuosittain
Kaupungin omien toimien kasvihuonekaasupäästöjen seuranta	Kasvihuonekaasupäästöjen muutos Uusiutuvan energian osuus	2018	Kvartaaleittain
Kaupungin alueellisten kasvihuonekaasupäästöjen seuranta	Kasvihuonekaasupäästöjen muutos Uusiutuvan energian osuus ja vaikutus	2018	Vuosittain
Kaupungin asukkaiden sitouttaminen	Uusiutuvan energian käyttöönoton aktivoiminen Energiankäytön tehostamisen ohjaaminen	2018	Vuosittain
Uusiutuvan energian kuntakatselmus	Uusiutuvan energian käyttöönotto Kokonaiskuva uusiutuvan energiasta	2021	Joka kolmas vuosi

### 7.1 Energian käytön seuranta

Energiankäytön systemaattinen seuranta ja tehtyjen muutosten (energiatehokkuus, uusiutuvan energian ja polttoaineiden muutokset sekä muut toimenpiteet) vaikutusten arviointi säännöllisesti mahdollistaa energiankäytön kokonaiskuvan muodostamisen. Tulevaisuuden toimenpiteet ovat toteutettavissa helpommin ja seuraavien parannustoimien tarve on huomattavissa helpommin, kun energian käytön kokonaiskuva on tiedossa. Kokonaiskuvan avulla voidaan tunnistaa merkityksellisimmät ja relevanteimmat parannustoimet sen sijaan, että tehtäisiin yksittäisiä eteen tulevia toimenpiteitä ilman toimenpiteiden vaikutusten seuranta.

### 7.2 Kasvihuonekaasupäästöjen seuranta

Seuraamalla systemaattisesti vuositasolla tai kvartaaleittain kaupungin omien toimien ja Kuopion maantieteellisen alueen kasvihuonekaasupäästöjen kehittymistä Kuopion kaupunki voi arvioida tavoitteiden saavuttamisen tilaa niin hiilineutraaliuden kuin kasvihuonekaasupäästövähennysten osalta. Etenkin omien toimien kasvihuonekaasupäästöihin kaupunki voi vaikuttaa lisäämällä uusiutuvaan energiaan perustuvia ratkaisujen

kaupungin omistamissa kohteissa. Kasvihuonekaasupäästöjen systemaattinen seuranta voidaan toteuttaa Kuopion maantieteellisen alueen ja kaupungin toimintokohtaisen kasvihuonekaasulaskennan avulla.

### **7.3 Kaupunkilaisten aktivoiminen**

Pelkkää omaa toimintaansa muuttamalla kaupungin ei ole mahdollista vähentää päästöjä tai lisätä uusiutuvien energiavarojen käyttöä loputtomiin. Tarvitaan myös kaupungin asukkaiden tekoja suurempien päästövähennysten saavuttamiseksi, energian käytön tehostamiseksi ja uusiutuvien energialähteiden lisäämisen toteuttamiseksi.

Kaupunkilaisia voidaan ohjata tehostamaan energiankäyttöään ja lisäämään uusiutuvien energiamuotojen hyödyntämistä. Heitä voidaan ohjata ja opastaa vähäpäästöisempään energiankäyttöön muun muassa energianeuvonnalla. Kaupunkilaisia voidaan tukea myös tekemällä helpommaksi uusiutuvien energialähteiden käyttöönoton, esimerkiksi maalämpöjärjestelmiin vaihtamisen tai aurinkoenergian hyödyntämisen. Myös esimerkiksi kaavoituksessa ja rakennusvalvonnan ohjeissa voidaan varsinkin uudisrakentamista ohjata kohti kaukolämmön tai uusiutuvien energialähteiden käyttöä.

### **7.4 Uusiutuvan energian käyttöönoton seuranta**

Kuopion kaupungilla on omissa kohteissaan käytössä uusiutuvaa energiaa (ks. lukua 4). Näiden kohteiden vuosituotannon lisäksi kaupungin tulisi seurata uusiutuvan energian kuntakatselmuksessa laadittujen jatkotoimenpiteiden toteutumista ja aikataulutusta vuosittaisella tasolla. Näin saadaan muodostettua kokonaiskuva Kuopion kaupungin uusiutuvan energian käyttöönotosta vuositasolla.

Uusiutuvan energian kuntakatselmus on suositeltavaa päivittää sopivin väliajoin, sillä sen avulla pystytään helposti seuraamaan tehtyjen toimenpiteiden muutoksia ja niiden vaikutuksia kaupungin energian käytön kokonaisuuteen. Uusiutuvan energian kuntakatselmusten teko ja päivitys tukevat kaupungin hiilineutraalisuus tavoitteita, kun löydetään sopivia keinoja siirtyä uusiutumattomien luonnonvarojen käytöstä kohti uusiutuvia.

Uusiutuvan energian kuntakatselmukseen on mahdollista hakea Työ- ja elinkeinoministeriöltä tukea kolmen vuoden välein. Kerran kunnolla tehty kuntakatselmus antaa hyvän pohjatiedon mutta myös vertailukohdan tulevaisuuden uusiutuvan energian kuntakatselmuksille.

## 8 LÄHTEET

- Ahma Oy. 2016. Heinälammirinteen ja Hepomäen Alueen toiminnanharjoittajien jätevesin, pintavesien ja pohjavesien tarkkailu. Vuosiraportti 2016. [Internetsivut] Saatavissa: <https://www.kuopio.fi/documents/7369547/7782176/Hein%C3%A4lammirinteen+ja+Hepom%C3%A4en+alueen+vesitarkkailu+2016/1546e4e2-f1d0-464d-8b14-f1cfd63be2bd>
- Alakangas, Eija. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. VTT tiedotteita 2045. [Internetsivut] Saatavissa: <http://www.motiva.fi/files/685/t2045.pdf>
- Biomassa-atlas. 2018. [Internetsivut] Saatavissa: <https://biomassa-atlas.luke.fi/>
- Business Finland. 2018a. Energiatuki. [Internetsivut]. Saatavissa: <https://www.businessfinland.fi/suomalaisille-asiakkaille/palvelut/rahoitus/pk-ja-midcap-yritys/energiatuki/>
- Energiateollisuus ry. 2018a. Materiaalipankki. [Internetsivut] Saatavissa: [https://energia.fi/ajankohtaista\\_ja\\_materiaalipankki/materiaalipankki/sahkonkaytto\\_kunnittain\\_2007-2017.html#material-view](https://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/sahkonkaytto_kunnittain_2007-2017.html#material-view)
- Energiateollisuus ry. 2018b. Vesivoima. [Internetsivut] Saatavissa: [https://energia.fi/perustietoa\\_energia-alasta/energiantuotanto/sahkontuotanto/vesivoima](https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiantuotanto/sahkontuotanto/vesivoima)
- Energiateollisuus ry. 2018c. Kustannustehokasta ja ympäristöystävällistä kaukojäähdytystä. [Internetsivut] Saatavissa: [https://energia.fi/perustietoa\\_energia-alasta/energiantuotanto/kaukojaahdytys](https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiantuotanto/kaukojaahdytys)
- Finlex. Laki sähkö ja eräiden polttoaineiden valmisteverosta 30.12.1996/1260. [verkkojulkaisu]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961260>
- FCG Consulting Oy. 2017. Geoenergiapotentiaaliselvitys.
- Gasum Oy. 2018. Kuopion biokaasulaitos. [Internetsivut] Saatavissa: <https://www.gasum.com/kaasusta/biokaasu/biokaasulaitokset/kuopion-biokaasulaitos/>
- Huttunen J & Kuittinen V. 2016. Suomen biokaasulaitosrekisteri 2016. [Internetsivut] Saatavissa: [http://epublications.uef.fi/pub/urn\\_isbn\\_978-952-61-2553-4/urn\\_isbn\\_978-952-61-2553-4.pdf](http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-2553-4/urn_isbn_978-952-61-2553-4.pdf)
- Itä-Suomen Aluehallintovirasto. 2017. Päätös Nro 14/2017/1. Ympäristölupahakemus, joka koskee Kuopion biotuotetehtaan ympäristölupaa ja toiminnanaloittamislupaa sekä vesitalouslupaa ja valmistelulupaa.
- Itä-Suomen Aluehallintovirasto. 2016. Päätös Nro 60/2016/2. Ympäristölupahakemus, joka koskee Savilahden kaukojäähdytystä.
- Itä-Suomen Aluehallintovirasto. 2013. Päätös Nro 78/2013/1. Ympäristölupahakemus, joka koskee Pilvi-, Mato- ja Kuohunsuon turvetuotantoalueiden ympäristöluvan lupamääräysten tarkistamista ja Matosuon uusien alueiden ympäristölupaa. [https://www.avi.fi/documents/10191/56910/isavi\\_paatos\\_78\\_2013\\_1-2013-8-29.pdf/211d9fc2-c255-472e-bd4e-6dbdaa7cc23d](https://www.avi.fi/documents/10191/56910/isavi_paatos_78_2013_1-2013-8-29.pdf/211d9fc2-c255-472e-bd4e-6dbdaa7cc23d)
- Itä-Suomen Aluehallintovirasto. 2013. Päätös Nro 74/2013/1. Ympäristölupahakemus, joka koskee Heinäsuon turvetuotantoalueen ympäristöluvan lupamääräysten tarkistamista. [https://www.avi.fi/documents/10191/56910/isavi\\_paatos\\_74\\_2013\\_1-2013-8-21.pdf/04ef7906-a065-4d34-b691-106cc24176c5](https://www.avi.fi/documents/10191/56910/isavi_paatos_74_2013_1-2013-8-21.pdf/04ef7906-a065-4d34-b691-106cc24176c5)
- Itä-Suomen Aluehallintovirasto. 2007. Päätös Nro ISY-2004-Y-273, 2007. Ympäristölupahakemus, joka koskee Savon Sellu Oy:tä.
- Itä-Suomen Aluehallintovirasto. 2009. Päätös Nro 22/2009/2. Ympäristölupa, joka koskee maatilakohtaista biokaasulaitosta, Halolan tutkimusasema, Maaninka.
- Itä-Suomen Aluehallintovirasto. 2005. Päätös Nro 28/07/2. Ympäristölupahakemus, joka koskee Lehtoniemen jätevedenpuhdistamo.
- Jätekuukko. 2018. Loppusijoittaminen. [Internetsivu.] Saatavissa: <https://www.jatekuukko.fi/palvelut/kuopion-jatekeskus/jatteiden-kasittely/loppusijoittaminen.html>
- Jätekuukko. 2018. Biokaasu. [Internetsivu.] Saatavissa: <https://www.jatekuukko.fi/palvelut/kuopion-jatekeskus/jatteiden-kasittely/biojatteen.html>

### LCA Consulting Oy

Laserkatu 6, 53850 Lappeenranta  
Puhelin +358 40 7628 444

Y-tunnus 2525393-6  
[www.LCA-Consulting.fi](http://www.LCA-Consulting.fi)

- NMT Kuopio. 2017. Kuopion kuntaliitokset. [Internetsivu.] Saatavissa: <http://www.nmt.fi/fi/artikkeli/kulttuuri/kuopion-kuntaliitokset>
- Kettunen, Tapio. 2018. Sähköposti.
- Kuopion karttapalvelu. 2018. Kuopion kartta. [Internetsivut] Saatavissa: [http://karttapalvelu.kuopio.fi/?setlanguage=fi&e=27534448.88&n=6976514&r=1&w=\\*&l=kuopio\\_opaskartta%2Ckuopio\\_asebakaava\\_set%2Ckuopio\\_asebakaavaindeksi\\_set&o=100%2C100%2C100](http://karttapalvelu.kuopio.fi/?setlanguage=fi&e=27534448.88&n=6976514&r=1&w=*&l=kuopio_opaskartta%2Ckuopio_asebakaava_set%2Ckuopio_asebakaavaindeksi_set&o=100%2C100%2C100)
- Kuopion Energia. 2018a. Uusi energiapalveluyhtiö. [Internetsivu.] Saatavissa: <https://www.kuopionenergia.fi/2018/08/uuden-energiapalveluyhtion-toimitusjohtajaksi-juha-keski-karhu-yhtion-nimi-julki-lahiaikoina/>
- Kuopion Energia. 2018b. Turve. [Internetsivu.] Saatavissa: <https://www.kuopionenergia.fi/yritys/tuotanto/turve/>
- Kuopion Energia. 2018c. Tuotanto. [Internetsivu.] Saatavissa: <https://www.kuopionenergia.fi/yritys/tuotanto/tuotantolaitokset/>
- Kuopion Energia. 2018d. Tuotanto. [Internetsivu.] Saatavissa: <https://www.kuopionenergia.fi/kaukolampo/kaukojaahdytyksentointiminta/>
- Kuopion Energia. 2017a. Vuosikertomus 2016. [Internetsivu.] Saatavissa: [https://www.kuopionenergia.fi/wp-content/uploads/2017/04/KE\\_vuosikertomus\\_2016.pdf](https://www.kuopionenergia.fi/wp-content/uploads/2017/04/KE_vuosikertomus_2016.pdf)
- Kuopion Energia. 2016a. Savukaasupesuri. [Internetsivu.] Saatavissa: <https://kuopionenergia.fi/wp-content/uploads/2016/01/Savukaasupesuri.pdf>
- Kaukokylmä lupahakemus 25022016. [Internetsivu.] Saatavissa: <https://kuopionenergia.fi/wp-content/uploads/2016/10/Haapaniemi-3-tietokortti18102016.pdf>
- Kuopion Energia. 2016c. Kaukokylmä lupahakemus 25022016.
- Kuopion karttapalvelu. 2018. Karttapalvelu. [Internetsivu.] Saatavissa: <https://karttapalvelu.kuopio.fi/mobile?setlanguage=fi>
- Kuopion kaupunki. 2018a. Kuopion yleisesittely. [Internetsivu.] Saatavissa: [https://www.kuopio.fi/documents/7369547/7426445/Kuopio\\_2017.pdf/f9e145b8-a4bb-472c-8632-1fa8b47a2ebe](https://www.kuopio.fi/documents/7369547/7426445/Kuopio_2017.pdf/f9e145b8-a4bb-472c-8632-1fa8b47a2ebe)
- Kuopion kaupunki. 2018b. Kuopion ympäristökatsaus.
- Kuopion kaupunki. 2018c. Tilastotietoa. [Internetsivu.] Saatavissa: <https://www.kuopio.fi/fi/tilastotietoa>
- Kuopion kaupunki. 2018d. Kuopion Metsät. [Internetsivu.] Saatavissa: <https://www.kuopio.fi/kaupungin-metsat>
- Kuopion kaupunki. 2018e. Kuopion strategia vuoteen 2030. [Internetsivu.] Saatavissa: [https://www.kuopio.fi/documents/7369547/7699416/Kuopio2030\\_strategiaesite\\_suomi/4bca82a8-c7ab-45cd-a3e6-42bdcd6dce75](https://www.kuopio.fi/documents/7369547/7699416/Kuopio2030_strategiaesite_suomi/4bca82a8-c7ab-45cd-a3e6-42bdcd6dce75)
- Kuopion kaupunki. 2018f. Kuopion Resurssiviisausohjelma. [Internetsivu.] Saatavissa: [http://www.kierre.info/wp-content/uploads/2017/02/171211\\_Kuopion\\_Resurssiviisausohjelma\\_hyvaksytyy.pdf](http://www.kierre.info/wp-content/uploads/2017/02/171211_Kuopion_Resurssiviisausohjelma_hyvaksytyy.pdf)
- Kuopion kaupunki. 2018g. Kuopion Ilmastopoliittinen ohjelma. [Internetsivu.] Saatavissa: <https://www.kuopio.fi/ilmastopoliittinen-ohjelma>
- Kuopion kaupunki. 2018h. Kuopion kasvihuonekaasupäästöt 1990, 2006, 2008-2016. Ennakkotieto vuodelta 2017. [Internetsivu.] Saatavissa: <https://www.kuopio.fi/documents/7369547/7616060/CO2-raportti+1990%2C+2006%2C+2008-2016%2C+ennakkotieto+vuodelta+2017/2ee34fd0-46a5-4ee6-b2bd-2d0c114b5688>
- Kuopion kaupunki. 2018i. Energiatohokkuus. [Internetsivu.] Saatavissa: <https://www.kuopio.fi/energiatohokkuus>
- Kuopion kaupunki. 2018j. Pintavedet. [Internetsivu.] Saatavissa: <https://www.kuopio.fi/vedet --> https://www.kuopio.fi/documents/7369547/7593042/Pohjavesialueet+2017.pdf/82dace16-a078-47f0-a2ce-fcd8e8045b71>
- Kuopion kaupunki. 2016. Lämpökaivot. [Internetsivu.] Saatavissa: <https://www.kuopio.fi/documents/7369547/7534958/Energiakaivot.pdf/b0f223fd-3ef9-47b7-9e3c-ac0ff4e64d91>
- Kuopion kaupunki. 2015. Kuopion väestöennuste vuoteen 2030. [Internetsivu.] Saatavissa: <https://www.kuopio.fi/documents/7369547/7505875/Kuopion+v%C3%A4est%C3%B6ennuste+vuoteen+2030+ja+alueittainen+v%C3%A4est%C3%B6ennuste+vuoteen+2025+%282015%29.pdf/7175a763-f9f3-4aa8-b653-264f9ea9745b>

## LCA Consulting Oy

Laserkatu 6, 53850 Lappeenranta  
Puhelin +358 40 7628 444

Y-tunnus 2525393-6  
www.LCA-Consulting.fi

- Laihanen, Mika; Karhunen, Antti; Ranta, Tapio. 2011. Metsäenergian käytön kasvun liiketoimintamahdollisuudet Kaakkois-Suomessa. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. [Internetsivut] Saatavissa: <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/98754/Tutkimusraportti%20Mets%C3%A4energiatase.pdf?sequence=2>
- Luonnonvarakeskus. 2018a. Käytettävissä oleva maatalousmaa. [Internetsivut] Saatavissa: [http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_\\_02%20Maatalous\\_\\_04%20Tuotanto\\_\\_22%20Kaytossa%20oleva%20maatalousmaa/02\\_Kaytossa\\_oleva\\_maatalousmaa\\_kunta.px/?rxid=4dc525b5-a581-4f9d-b5e2-824f922348d9](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__02%20Maatalous__04%20Tuotanto__22%20Kaytossa%20oleva%20maatalousmaa/02_Kaytossa_oleva_maatalousmaa_kunta.px/?rxid=4dc525b5-a581-4f9d-b5e2-824f922348d9)
- Luonnonvarakeskus. 2018b. Kotieläinten lukumäärä. [Internetsivut] Saatavissa: [http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_\\_02%20Maatalous\\_\\_04%20Tuotanto\\_\\_12%20Kotielainten%20luku-maara/02\\_Kotielainten\\_lukumaara\\_kevaalla\\_kunta.px/?rxid=1e3a65bc-e1f7-481f-bbd6-7f33eeb35627](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__02%20Maatalous__04%20Tuotanto__12%20Kotielainten%20luku-maara/02_Kotielainten_lukumaara_kevaalla_kunta.px/?rxid=1e3a65bc-e1f7-481f-bbd6-7f33eeb35627)
- Luonnonvarakeskus. 2017a. Polttoaineiden kulutus 2017. [Internetsivut] Saatavissa: [http://stat.luke.fi/sites/default/files/puuenergia\\_2017.pdf](http://stat.luke.fi/sites/default/files/puuenergia_2017.pdf)
- Luonnonvarakeskus. 2017b. Kiinteiden puupolttoaineiden käyttö lämpö- ja voimalaitoksissa. [Internetsivut] Saatavissa: [http://stat.luke.fi/puun-energiak%C3%A4ytt%C3%B6-2017\\_fi](http://stat.luke.fi/puun-energiak%C3%A4ytt%C3%B6-2017_fi)
- Luonnonvarakeskus. 2017c. Puupolttoaineiden käyttö Pohjois-Savossa 2017. [Internetsivut] Saatavissa: [http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_\\_04%20Metsa\\_\\_04%20Talous\\_\\_10%20Puun%20energiakaytto/01a\\_Laitos\\_ekaytto\\_maak.px/table/tableViewLayout1/?rxid=ed92e289-80cc-46d2-87c3-b0f3c4bb4762](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__04%20Metsa__04%20Talous__10%20Puun%20energiakaytto/01a_Laitos_ekaytto_maak.px/table/tableViewLayout1/?rxid=ed92e289-80cc-46d2-87c3-b0f3c4bb4762)
- Lönnqvist, Jani. 2016. Vesivoima- ilmastonmuutoksen vaikutukset vesivoiman tuotantomahdollisuuksiin muuttuvilla sähkömarkkinoilla.
- Maa- ja metsätalousministeriö. 2018. Puupolttoaineet energiantuotannossa. [Internetsivut] Saatavissa: <https://mmm.fi/documents/1410837/7764238/Puupolttoaineet+energiantuotannossa.pdf/1a47e1ee-6225-44a1-b724-9122a54f1a6a/Puupolttoaineet+energiantuotannossa.pdf.pdf>
- Maanmittauslaitos. 2016. [Internetsivut] Saatavissa: [http://www.maanmittauslaitos.fi/sites/maanmittauslaitos.fi/files/old/alat16\\_su\\_nimet\\_korj.pdf](http://www.maanmittauslaitos.fi/sites/maanmittauslaitos.fi/files/old/alat16_su_nimet_korj.pdf)
- Metsäntutkimuslaitos (Metla) 2018. Puun energiakäyttö. [Internetsivut] Saatavissa: <http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/laatu/puupolttoaine.htm>
- Motiva. 2018a. Biokaasu. [Internetsivut] Saatavissa: [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/bioenergia/biokaasu](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/bioenergia/biokaasu)
- Motiva. 2018b. Aurinkosähkö. [Internetsivut] Saatavissa: [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/aurinkosahko](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko)
- Motiva. 2018c. Aurinkolämpö. [Internetsivut] Saatavissa: [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/aurinkolampo](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkolampo)
- Motiva. 2018d. Lämpöpumput. [Internetsivut] Saatavissa: [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/lampopumput](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput)
- Motiva. 2018e. CO<sub>2</sub>-päästökertoimet. [Internetsivut.] Saatavissa: [https://www.motiva.fi/ratkaisut/energian kaytto\\_suomessa/co2-laskentaohje\\_energiankulutuksen\\_hiilidioksidipaastojen\\_laskentaan/co2-paastokertoimet](https://www.motiva.fi/ratkaisut/energian kaytto_suomessa/co2-laskentaohje_energiankulutuksen_hiilidioksidipaastojen_laskentaan/co2-paastokertoimet)
- Määttä, Timo. 2018. Päästökertoimet. Sähköposti.
- Kuopio. 2017. Kuopion kuntaliitokset. [Internetsivu.] Saatavissa: <http://www.nmt.fi/fi/artikkeli/kulttuuri/kuopion-kuntaliitokset>
- Partanen, Valtteri. 2018. Verkostokartat. Sähköposti.
- Pohjois-Savon Elinkeino-, liikenne – ja ympäristökeskus. 2018. YVA-päätökset – Pohjois-Savo. [Internetsivu.] Saatavissa: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi\\_luvat\\_ja\\_ymparistovaikutusten\\_arviointi/Ymparistovaikutusten\\_arviointi/YVApaatokset/YVApaatokset\\_\\_PohjoisSavo\(25897\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Ymparistovaikutusten_arviointi/YVApaatokset/YVApaatokset__PohjoisSavo(25897))
- Pohjois-Savon Elinkeino-, liikenne – ja ympäristökeskus. 2010. Pohjois-Savon vesienhoidon toimenpideohjelma vuosille 2010-2015.
- Pohjois-Savon Liitto. 2015. Pohjois-Savon Tuulivoimamaakuntakaava. Pohjois-Savon liiton julkaisu A:74, Kuopio. [Internetsivu.] Saatavissa: <https://www.pohjois-savo.fi/aluasuunnittelu/vahvistetut-maakuntakaavat/tuulivoima.html>
- Pöyry Oy. 2016. Savilahden aurinkopotentialiselvitys. [Internetsivu.] Saatavissa: [http://www.savilahti.com/sites/www.savilahti.fi/files/Kuvat/101003735\\_kuopio\\_savilahden\\_aurinkopotentialiselvitys\\_20161115.pdf](http://www.savilahti.com/sites/www.savilahti.fi/files/Kuvat/101003735_kuopio_savilahden_aurinkopotentialiselvitys_20161115.pdf)

Savon Voima Oyj. 2017. Vuosikatsaus 2016. [Internetsivu.] Saatavissa: [https://www.savonvoima.fi/globalassets/dokumentit/konserni/sv\\_vuosikatsaus\\_2016\\_web.pdf](https://www.savonvoima.fi/globalassets/dokumentit/konserni/sv_vuosikatsaus_2016_web.pdf)

Savon Voima Oyj. 2018. Vuosikatsaus 2017. [Internetsivu.] Saatavissa: [https://www.savonvoima.fi/globalassets/dokumentit/konserni/sv\\_vuosikatsaus\\_2017\\_web.pdf](https://www.savonvoima.fi/globalassets/dokumentit/konserni/sv_vuosikatsaus_2017_web.pdf)

Savon Voima Oyj. 2015. Yhteiskuntavastuuraportti 2015. [Internetsivu.] Saatavissa: <https://www.savonvoima.fi/yhteiskuntavastuuraportti-2015/ymparisto/kaukolampo/>

Snellman, Roy. 2016. Vesivoima ja ilmastonmuutos – Vesivoiman tuotannon toimintaympäristön muutokset Pohjois- ja Etelä-Savossa.

Suomen Tuulivoima. 2018. Tuulivoima info. [Internetsivu.] Saatavissa: <http://www.suomentuulivoima.fi/tietoa-tuulivoimasta/>

Tilastokeskus. 2018a. Kuntien avainluvut. Kuopio. [Internetsivut] Saatavissa: <https://www.stat.fi/tup/alue/kuntienavainluvut.html#?year=2017&active1=405&active2=SSS>

Tilastokeskus. 2018b. Väestötiheys alueittain. Kuopio. [Internetsivut] Saatavissa: [http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_\\_vrm\\_\\_vaerak/statfin\\_vaerak\\_pxt\\_024.px/?rxid=5566d453-88c6-4022-9830-ad5dac348403%27](http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__vrm__vaerak/statfin_vaerak_pxt_024.px/?rxid=5566d453-88c6-4022-9830-ad5dac348403%27)

Tilastokeskus. 2018c. Kuntien avainluvut 1987- 2017. Kuopio. [Internetsivut] Saatavissa: [https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/Kuntien\\_avainluvut/Kuntien\\_avainluvut\\_\\_2018/kuntien\\_avainluvut\\_2018\\_aika-sarja.px/?rxid=444223df-f91c-4479-891f-5dcd50b983d2](https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/Kuntien_avainluvut/Kuntien_avainluvut__2018/kuntien_avainluvut_2018_aika-sarja.px/?rxid=444223df-f91c-4479-891f-5dcd50b983d2)

Tilastokeskus 2018d. Rakennukset (lkm, m<sup>2</sup>) käyttötarkoituksen ja lämmitysaineen mukaan 31.12.2017 – tilasto. Kuopio. [Internetsivut] Saatavissa: [http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_\\_asu\\_\\_rakke/?table-list=true](http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__asu__rakke/?table-list=true)

Tilastokeskus. 2016. Polttoaineluokitus. [Internetsivut] Saatavissa: [https://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut\\_polttoaineluokitus.html](https://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html)

Tilastokeskus. 2018e. Yhdyskuntajätteet. [Internetsivut] Saatavissa: [https://www.stat.fi/til/jate/2016/13/jate\\_2016\\_13\\_2018-01-15\\_tie\\_001\\_fi.html](https://www.stat.fi/til/jate/2016/13/jate_2016_13_2018-01-15_tie_001_fi.html)