



UUSIUTUVAN ENERGIAN KUNTAKATSELMUS **KANGASALA**



UUSIUTUVAN ENERGIAN KUNTAKATSELMUS KANGASALA

Vastaanottaja **Kangasalan kunta**
Päivämäärä **8.6.2016**
Laatijat **Ramboll Finland Oy:**
Sini Kahilaniemi
Jukka Jalovaara
Markku Ahonen
Benet Oy:
Asko Ojaniemi
Jyri Virolainen
Hyväksyjä **Kirsti Raulo**

Viite TYÖ- JA ELINKEINOMINISTERIÖN TUKEMA
KUNTAKATSELMUSHANKE
Dnro: PIRELY/0555/05.02.09/2015
Päätöksen päivämäärä: 7.10.2015
Katselmuksen tilaaja: Kangasalan kunta

ESIPUHE

Tässä uusiutuvan energian kuntakatselmusraportissa esitetään Kangasalan kunnan nykyinen sähkön- ja lämmön tuotannon ja käytön energiatase, alueelliset uusiutuvan energian resurssit ja potentiaalit sekä mahdollisuudet lisätä uusiutuvien energianlähteiden käyttöä energiantuotannossa. Selvitystyön tuloksena esitetään toimenpide-ehdotukset, joilla voidaan kannattavasti lisätä uusiutuvan energian käyttöä kunnan alueella. Toimenpiteille on laskettu investointikustannukset, takaisinmaksuajat sekä niihin liittyvät hiilidioksidipäästöjen muutos.

Uusiutuvan energian kuntakatselmuksen ovat rahoittaneet Työ- ja elinkeinoministeriö (60 %) ja Kangasalan kunta (40 %). Työ aloitettiin kesäkuussa 2015 ja se valmistui keväääseen 2016 mennessä. Tarkastelussa käytetty referenssivuosi oli pääosin vuosi 2014, sillä siltä vuodelta oli kaikki tiedot saatavilla. Paikoitellen on hyödynnetty myös vuoden 2015 tietoja saatavuudesta riippuen.

Kuntakatselmuksen ovat yhteistyössä toteuttaneet Ramboll Finland Oy sekä Benet Oy. Katselmoijina toimivat Ramboll Finland Oy:stä KTM, FM Sini Kahilaniemi, DI Jukka Jalovaara ja DI Markku Ahonen sekä DI Asko Ojaniemi (pätevöitynyt katselmoija, valvoja) ja DI Jyri Virolainen Benet Oy:stä. Työryhmässä mukana ovat olleet myös DI Pekka Stenman, DI Laura Humpi, HTM Hanna Herkkola, arkkitehti Mikko Siitonen, arkkitehti Kirsikka Siik sekä DI Heikki Savikko. Työssä on erityisasiantuntijana ollut mukana myös DI Olavi Raunio.

Työtä on tilaajan puolelta ohjannut Kirsti Raulo sekä Kangasalan Lämmön toimitusjohtaja Pekka Lehtonen.

SISÄLTÖ

Termit ja lyhenteet	1
1. Yhteenveto.....	2
1.1 Katselmuskunta	2
1.2 Uusiutuvien energialähteiden käytön lisäämismahdollisuudet	3
2. Kohteen perustiedot.....	7
2.1 Kunnan alue ja taajamat	7
2.2 Väestö	8
2.3 Maa-alueet	9
2.4 Elinkeinorakenne.....	9
2.5 Rakennuskanta	10
2.6 Kaavoitustilanne.....	13
2.7 Kunnan omistukset energian tuotannossa.....	13
2.8 Energiatehokkuuden ja uusiutuvien energialähteiden käyttöönoton edistäminen.....	13
3. Energiantuotannon ja -käytön nykytila	15
3.1 Lähtötiedot.....	15
3.2 Sähkön tuotanto ja kulutus.....	15
3.2.1 Sähkön erillistuotanto	15
3.2.2 Yhdistetty sähkön- ja lämmöntuotanto	15
3.2.3 Sähkönkulutus	15
3.2.4 Sähköntuotannon energiatase	16
3.3 Lämmöntuotanto.....	16
3.3.1 Kaukolämmön tuotanto	16
3.3.2 Teollisuuden erillislämmöntuotanto	17
3.3.3 Teollisuuden hukkalämpö	18
3.3.4 Lämpöyrittäjäyyskohteet.....	18
3.3.5 Lämmöntuotannon energiatase	18
3.4 Kiinteistöjen lämmitys.....	19
3.5 Kokonaisenergiatase.....	21
3.6 Merkittävimmät käynnissä olevat hankkeet energiajärjestelmään liittyen	22
3.7 Katselmuskuntien kokonaisenergiatase	22
4. Uusiutuvat energialähteet ja niiden nykykäyttö	24
4.1 Puupolttoaineet.....	24
4.2 Puupolttoaineet.....	24
4.2.1 Pirkanmaan tilanne	24
4.2.2 Kangasalan tilanne	25
4.3 Peltoenergia	26
4.3.1 Nykykäyttö	26
4.3.2 Peltoenergian lisäysmahdollisuudet.....	27
4.4 Tuulivoima	27
4.4.1 Tuulivoiman nykytilanne.....	28
4.4.2 Tuulivoiman tuotantopotentiaali	29
4.5 Aurinkoenergia.....	31

4.5.1	Aurinkoenergian tuotanto ja resurssit.....	31
4.5.2	Aurinkoenergian tuotanto- ja hyödyntämispotentialiaali.....	31
4.6	Vesivoima	36
4.7	Geoenergia.....	36
4.7.1	Maalämpö.....	36
4.7.2	Järvilämpö.....	37
4.7.3	Geoenergiakenttä	37
4.7.4	Potentiaalitarkastelu	37
4.8	Lämpöpumput.....	39
4.8.1	Ilma-ilmalämpöpumppu	40
4.8.2	Maasta ilmaan -lämpöpumppu.....	40
4.8.3	Ilma-vesilämpöpumppu	40
4.8.4	Poistoilmalämpöpumppu.....	41
4.9	Jätepolttoaineet ja biokaasu	42
4.9.1	Jätepolttoaineet.....	42
4.9.2	Biokaasu	42
4.10	Yhteenveto uusiutuvista energialähteistä.....	44
5.	Jatkotoimenpide-ehdotukset.....	46
5.1	Kunnan omistuksessa olevat kohteet	46
5.2	Muiden omistuksessa olevat kohteet.....	50
5.3	Yhteistyössä toteutettavat kohteet	54
5.4	Mitä kunta voi tehdä?	57
5.5	Rahoitusmallit.....	59
6.	Toimenpiteiden pienhiukkas- ja aluetalousvaikutukset.....	60
6.1	Pienhiukkasten pitoisuudet ja lähtöarvot	60
6.2	Aluetalouden nykytila.....	61
6.3	Toimenpiteiden vaikutukset	62
7.	Jatkoselvitystarpeet.....	65
8.	Uusiutuvien energianlähteiden käytön seuranta	66
	LÄHTEET	68
	Liite 1 Geoenergiapotentiaalikartta (GTK)	71
	Liite 2 Hyödyllisiä tietolähteitä	72

TERMIT JA LYHENTEET

Aluelämpö	Rajoitetun alueen keskitetty lämmitys ilman sähkön ja lämmön yhteistuotantoa.
CHP-laitos	Energiantuotantolaitos, joka tuottaa sekä sähköä ja lämpöä; yhdistetty sähkön- ja lämmöntuotanto. Lämmitysvesi toimitetaan jakeluverkon välityksellä kuluttajalle kiinteistön lämmittämiseen.
Energialähde	Aine tai ilmiö, josta voidaan saada energiaa joko suoraan, muuntamalla tai siirtämällä.
Energiatase	Erittely tiettyyn järjestelmään tulevista ja sieltä lähtevistä energiavirroista.
Kaukolämpö	Kaukolämmityksellä tarkoitetaan keskitettyä lämmöntuotantoa ja -jakelua.
Lämpökeskus	Energiantuotantolaitos, joka tuottaa yksinomaan lämpöenergiaa.
Lämpöyrittäjä	Lämpöyrittäjä vastaa polttoaineen hankinnasta sekä lämpökeskuksen toiminnasta halutussa laajuudessa ja saa korvauksen asiakkaalle myydyn energiamäärän mukaan.
Metsätähde	Hakkuiden yhteydessä syntyvä puubiomassa
TEM	Työ- ja elinkeinoministeriö
Primäärienergianlähde	Työssä termillä viitataan polttoaineisiin, kuten kivihiili, puu, maakaasu, öljy jne.
Uusiutuva energialähde	Uusiutuvilla energialähteillä tarkoitetaan tässä ohjeessa puu-, peltobiomassa- ja jäteperäisiä polttoaineita, aurinkoenergiaa, tuuli- ja vesivoimalla tuotettua sähköä sekä lämpöpumpuilla tuotettua lämpöä.
Uusiutumaton energialähde	Uusiutumattomilla energialähteillä tarkoitetaan tässä ohjeessa fossiilisia polttoaineita (öljy, hiili, maakaasu) sekä turvetta (hitaasti uusiutuva polttoaine).
Voimalaitos	Energiantuotantolaitos, joka tuottaa sähköenergiaa

1. YHTEENVETO

Kangasalan kunnassa tavoitellaan uusiutuvan energian käytön lisäämistä tulevina vuosina. Jo nykyisellään kunnan alueella on useassa kohteessa pienimuotoisesti niin lämpöyrittäjyyttä kuin esimerkiksi aurinkoenergian tuotantoakin. Kunnan tuulisuusolosuhteet ovat myös maakunnan parhaimmistoa ja esimerkiksi maakuntakaavassa on osoitettu potentiaalisia alueita tuulivoiman tuotantoon. Merkittävimmät vaikutukset kotimaisten energialähteiden lisäämiseksi saataisiin kuitenkin puubiomassan käytön kasvattamisesta kaukolämmön tuotannossa. Myös maakaasun korvaaminen biokaasulla olisi nopeallakin aikataululla toteutettava, jokseenkin yksinkertainen muutostoimenpide, jolla olisi myös merkittäviä vaikutuksia energiataseeseen.

Kangasalan Lämmöllä on pitkälle edenneitä suunnitelmia päälämpökeskuksen korvaamisesta uusiutuvalla energialla, joilla toteutuessaan olisi merkittävä vaikutus Kangasalan näkökulmasta. Myös kiinteistökannan energiatehokkuuden parantamisella ja uusiutuvan energian käytön lisäämisellä tulisi olemaan merkittäviä vaikutuksia alueen energiajärjestelmän kestävyysosalta.

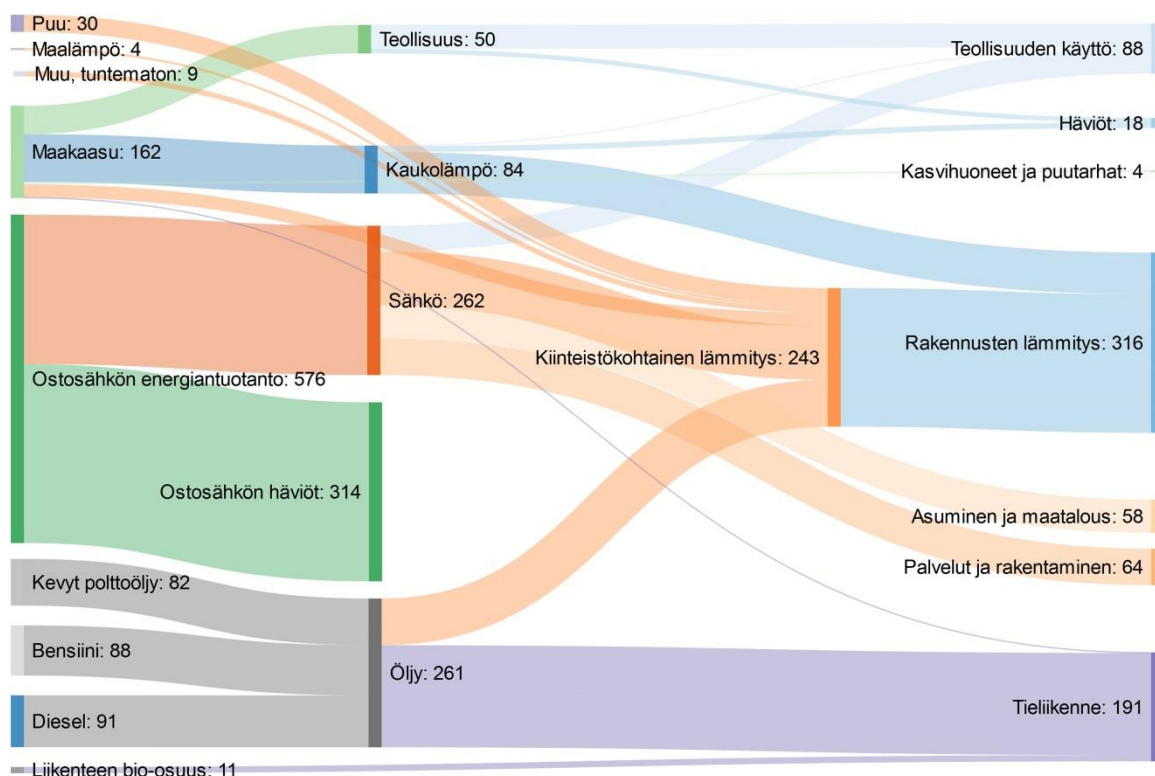
1.1 Katselmuskunta

Tässä uusiutuvan energian kuntakatselmuksessa tarkastellaan Kangasalan kuntaa, joka sijaitsee Pirkanmaan maakunnassa. Kunnan asukasluku on 30 126. Katselmuksen tarkasteluvuotena on pääosin käytetty vuotta 2014, koska se on viimeisin vuosi, josta kaikki tarvittava tieto on saatavilla. Kangasala on liittynyt kuntien energiatehokkuussopimukseen.

Kangasalan Lämpö Oy on kunnallinen energialaitos, joka tuottaa ja jakelee kaukolämpöä kunnan alueella. Kaukolämmön ja teollisuuden erillislämmöntuotannon pääpolttoaine on maakaasu. Kangasalla ei ole omaa sähköntuotantoa ja alueella käytetty sähkö on tuontienergiaa. Kunnan alueen lämmityspolttoaineiden ja sähkön kulutus on yhteensä 549 GWh (2014). Kangasalan Lämmöllä on myös maakaasuverkko ja se toimii kaasun vähittäismyyjänä kunnan alueella. Kangasalan alueella sijaitsevilla teollisuuslaitoksilla ja -alueilla on jonkin verran erillislämmöntuotantoa. Maakaasulla tuotettua lämpöä ja prosessihöyryä käytetään pääasiassa yritysten omiin tarpeisiin.

Selvästi suurin sähkön käyttäjäsektori Kangasalla on asuminen ja maatalous, joka kuluttaa sähköä 153 GWh (58 %). Palvelut ja rakentaminen -sektori kuluttaa sähköä 62 GWh (24 %), ja teollisuus 45 GWh (18 %).

Kangasalan kunnan energiatase on esitetty alla sekä tarkemmin luvussa 3.



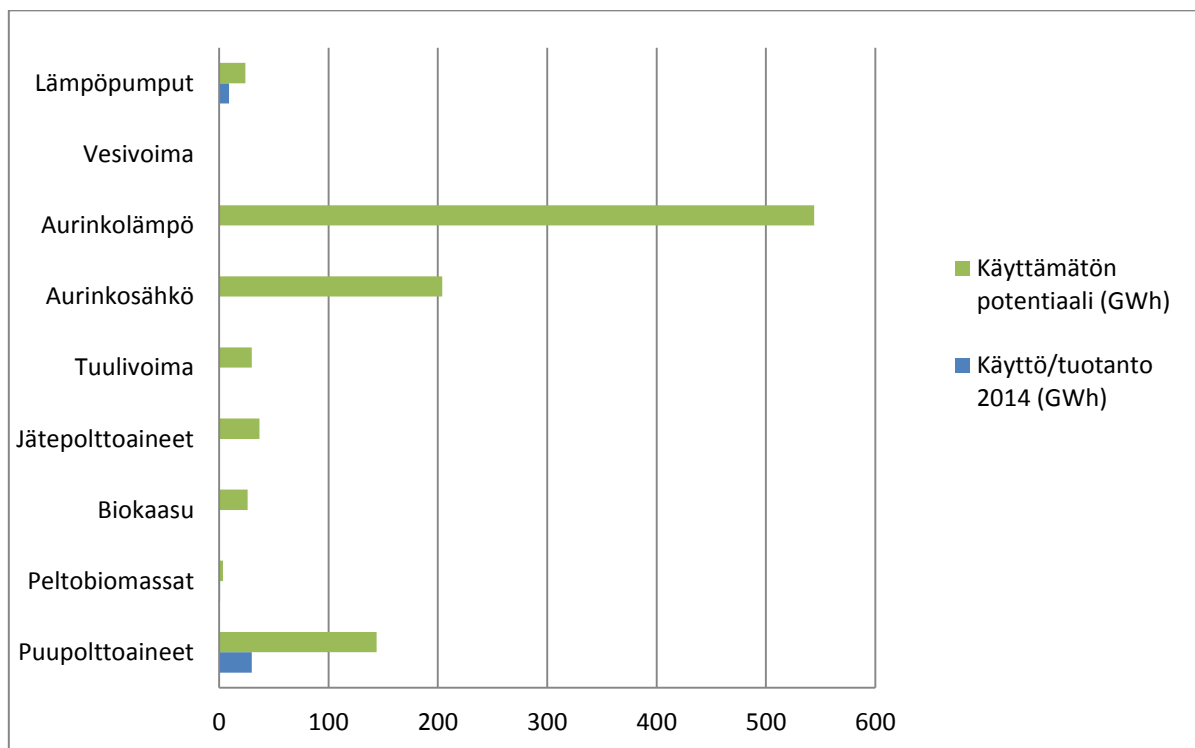
Kuva 1 Kangasalan kunnan energiatase vuonna 2014 (GWh).

1.2 Uusiutuvien energialähteiden käytön lisäämismahdollisuudet

Tällä hetkellä uusiutuvien energialähteiden hyödyntämisen osuus on pieni kunnan energiantuotannossa. Kangasalla käytetään puuta sekä maalämpöä kiinteistöjen lämmityksessä. Muutamissa kunnan kiinteistöissä on käytössä aurinkolämpöjärjestelmät.

Kangasalan kunnassa on kuitenkin selkeää potentiaalia uusiutuvien energialähteiden käytön lisäämiseen. Merkittävimmät varannot arvioidaan olevan puupolttoaineiden kohdalla. Myös aurinkoenergian osalta olosuhteet arvioidaan hyviksi ja sitä kautta myös potentiaalia sen osalta kunnassa on, vaikka toki tulee muistaa, että järjestelmien takaisinmaksuajat saattavat muodostua vielä pitkiksi. Myös biokaasun tuotantopotentiaalia alueella on ja sen hyödyntämistä kannattaakin jatkotarkastella.

Jätepolttoaineiden osalta kotitalouksien sekajäte poltetaan vuodesta 2016 eteenpäin Tarastenjärven jätteenpolttolaitoksella, joten potentiaalia ei tämän jälkeen ole kotitalouksien jätteiden osalta. Biokaasun osalta potentiaalia on melko paljon johtuen alueella sijaitsevista teollisuuslaitoksista. Maa- tai ilmalämpöön perustuvien lämpöpumppujen kohdalla potentiaalia on moninkertaistaa nykyinen käyttö. Alla olevassa kuvassa havainnollistetaan uusiutuvien energialähteiden potentiaalia ja nykykäyttöä Kangasalla vuoden 2014 tietoihin perustuen.



Tieliikenteen osuus alueen energiataseessa on merkittävä, joten kunnan kannattaa jatkossa huomioida myös sähkö- ja kaasuliikenteen rooli. Vaihtoehtoisten polttoaineiden direktiivin pohjalta on Suomessakin laadittu kansallinen suunnitelma lataus/-tankkausverkoston laajentamiseksi, joten sekin tukee tätä kehitystä.

Tämän katselmuksen aikana tutkittiin myös kuntiin esitettyjen toimenpide-ehdotusten pienhiukkas- ja aluetalousvaikutuksia yhteensä. Verrattaessa hiukkaspäästöjen muutosta nykyiseen taustapitoisuuteen Tampereen seutukunnassa, ovat muutokset hiukkaspäästöjen määrässä kuitenkin sen verran pienet, ettei niillä ole terveysvaikutuksia. Suurin kasvu hiukkas- ja pienhiukkaspäästöissä syntyy biopolttoaineiden hankintaketjun elinkaareissa. Ehdotetut toimenpidemuutokset kasvattavat (suorat ja kerrannaisvaikutukset) kokonaistuotosta Suomessa noin 28 miljoonaa euroa. Kasvu kohdistuu pääosin biopolttoaineiden hankintaan (puu, hake, biomassa) ja niiden toimitusketjuihin. Kokonaistuotoksen kasvusta noin 3 miljoonaa euroa on kulutuksen kerrannaisvaikutuksia. Energiahuollossa arvonlisäys pienenee lähes 10 miljoonaa euroa, mikä on seurausta pääosin kasvaneista polttoainekustannuksista, kun siirrytään käyttämään biopolttoaineita. Energiahuollon arvonlisäys on kuitenkin edelleen Tampereen seutukunnassa noin 500 miljoonaa euroa. Energiahuollossa ei tapahdu suoria työllisyysvaikutuksia, mutta kerrannaisvaikutuksien kautta uutta työllisyyttä syntyy lähes 200 henkilötyövuotta. Työpaikat muodostuvat pääosin biopolttoaineiden hankintaketjuun (mm. raaka-aineiden hankinta, kuljetus, jalostus, t&k) (ks. tarkemmin kappale 6.)

Taulukko 1 Energialähteiden kulutus nykytilanteessa ja kulutusennuste toimenpiteiden jälkeen

	NYKYTILANNE		TOIMENPITEIDEN JÄLKEEN		
	GWh/a	%	GWh/a	%	CO ₂ -muutos
Öljy	261	55	260	51	25
Turve					
Kivihiili					
Maakaasu	162	34	87	17	14 900
Muut uusiutumattomat	9	32	9	2	
Uusiutumattomat yhteensä	432	91	356	70	
Puupolttoaineet	30	6	83	16	
Peltobiomassat	0				
Biokaasu			22	4	
Jättepolttoaineet					
Tuulivoima			30	6	19 890
Aurinkoenergia			0,1		13
Vesivoima					
Muut uusiutuvat	15	3	15	3	
Uusiutuvat yhteensä	45	9	150,1	30	
Kaikki yhteensä	477	100	506,1	100	34 828
Sähkön tuonti	262		231,9		
Sähkön vienti					

Taulukko 2 Yhteenveto ehdotetuista toimenpiteistä

EHDOTETTU TOIMENPIDE	TALOUDELLISET TIEDOT			TOIMENPITEIDEN VAIKUTUKSET			
	Investointikus tannus (€, ilman investointituk ea)	Säästöt (€/a)	Takaisin- maksuaika (vuotta, ilman investointitukea)	Korvattava energia- lähde	Uusiutuvien energia lähteiden lisäys (MWh/a)	CO ₂ - muutos (t/a)	Jatkotoimet T= Toteutettu P= Päätetty toteuttaa tai jatkaa hankkeen selvityksiä H= Harkitaan toteutusta E= Ei toteuteta
Aurinkosähkövoimala Kangasalan terveysaseman katolle	92 000	5 400	17	Ostosähkö	60	13,2	H
Biokaasun ja peltoenergian tuotanto	7 500 000	-	7	Maakaasu	22 000	4 400	H
Puuhun perustuva lämpökeskus	7 000 000	800 000	6	Maakaasu	53 000	10 500	H
Tuulivoiman tuotanto (3 tuulivoimalaa)	13 500 000	-	12	Ostosähkö	30 000	19 890	H
Öljylämmitys biokaasulle Riun päiväkodissa	5 000	600	-	Öljy	123	25	H
LISÄSELVITYKSET							
Aurinkolämmön tuotanto Riun päiväkodissa	22 000	1 300	17	Öljy	18	4,7	H
Lamminrahkan alueen keskitetty lämmöntuotanto hakkeella (erillisselvitys)							H
Öljy- ja sähkölämmitteisten pientalojen lämmitystavan muuttaminen/täydentäminen							H
YHTEENSÄ	28 119 000	807 300			105 201	34 879,7	

2. KOHTEEN PERUSTIEDOT

Tässä luvussa esitellään katselmuskunnan perustietoja sekä ominaispiirteitä, joilla arvioidaan olevan vaikutusta energiankulutuksen, uusiutuvan energian varantojen tai niiden käyttömahdollisuuksien arvioimisen kannalta.

2.1 Kunnan alue ja taajamat

Kangasalan kunta sijaitsee Pirkanmaan maakunnassa. Kunnan maa-aluetta halkovia järviä ovat Roine, Vesijärvi ja Längelmävesi. Etäisyyttä Kangasalta Tampereelle on noin 18 km, Hämeenlinnaan 65 km ja Helsinkiin 170 km. Kangasala rajoittuu lännessä Tampereen kaupunkiin ja Lempäälän kuntaan, pohjoisessa Oriveden kaupunkiin, idässä Kuhmoisten ja Padasjoen kuntiin sekä etelässä Pälkäneen kuntaan ja Valkeakosken kaupunkiin. [1]

Kunnan läpi kulkee kaksi merkittävää tieyhteyttä; VT 9 Jyväskylään ja VT 12 Lahteen, joka välittää liikennettä myös pääkaupunkiseudulle. Lähin rautatieasema sijaitsee Tampereella ja lähin lentokenttä on Tampere-Pirkkalan lentokenttä Pirkkalassa, jonne on matkaa 32 km. [1]

Kunnan pinta-ala on 870,85 km² (1.1.2015), josta vesipinta-alaa on 212,83 km² ja maapinta-alaa 658,01 km². Asemakaavoitettua aluetta vuonna 2013 oli n. 21 km². [1][2]. Tapahtuneita kuntaliitoksia ovat Kangasalan ja Sahalahden kuntaliitos 1.1.2005 sekä Kangasalan ja Kuhmalahden kuntaliitos 1.1.2011 [3].

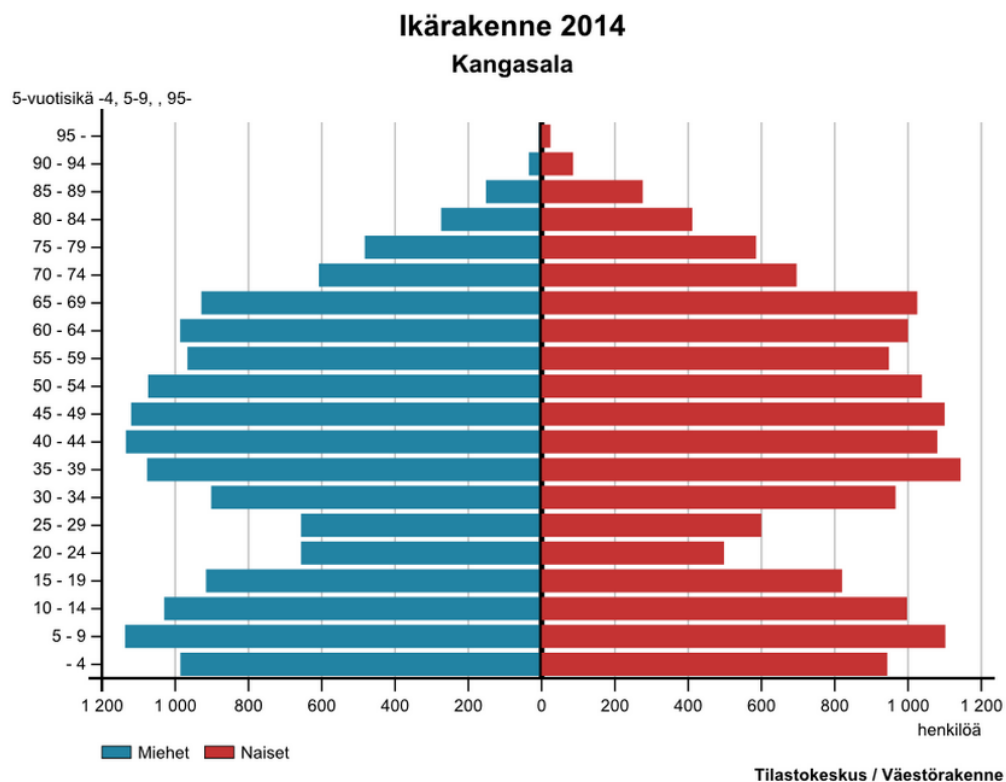
Merkittävä osa kunnasta on maaseutumaista aluetta. Väestöstä 84,5 % asuu kuitenkin taajama-alueilla [4]. Nauhataajaman (keskusta, Suorama, Vatiala jne) lisäksi erillisiä taajamia kunnan alueella ovat mm. Huutijärvi, Ruutana, Suinula, Sahalahti ja Kuhmalahti.



Kuva 2. Kangasalan kartta [5].

2.2 Väestö

Kunnan asukasluku 31.12.2014 oli 30 471 asukasta. Asukasluku on lisääntynyt viimeisen viiden vuoden aikana n. 200 asukkaalla vuodessa. Vuoden 2030 väestöennuste on 38 191 henkilöä. Asukastiheys vuonna 2015 on 46,40 hlö/km². [3][6] Työttömyysaste heinäkuussa 2015 oli 12,6 % [3].



Kuva 3. Kangasalan asukkaiden ikärakenne vuonna 2014 [7].

Asukasluvun kasvulla on lisäävä vaikutus asumisen energiankulutukseen. Muita asumisen energiankulutuksen kehitykseen vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa asumisväljyys, uusien rakennusten energiatehokkuuden kehitys, nykyisen rakennuskannan energiatehokkuuden parantaminen saneerausten yhteydessä sekä sähkölaitteiden energiatehokkuuden paraneminen.

2.3 Maa-alueet

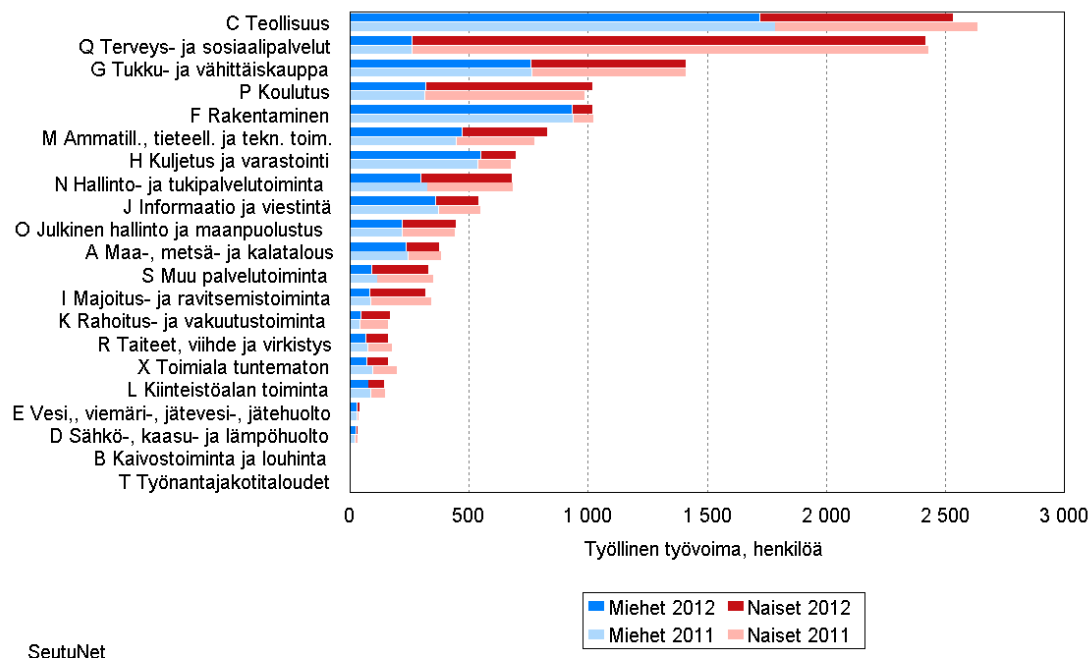
Kangasalan kunnan maa-alueiden pinta-ala 31.12.2013 oli n. 659 km². Tästä n. 32,4 km² on kunnan omistuksessa, joka on n. 4,9 % kunnan maapinta-alasta. Kaava-alueita kunnan omistamista alueista on yhteensä 5,6 km² ja kaava-alueiden ulkopuolisia alueita n. 26,7 km². Kunnassa on yhteensä n. 91,8 km² peltoalaa (13,9 %) ja n. 425 km² metsäalaa (64,5 %). Kunnan omistaman peltoalan suuruus on n. 1,36 km² ja metsäalan n. 20,8 km². [1]

Kunnan alueella ei tällä hetkellä ole peltobiomassan tuotantoalueita, ja turvetuotannon pinta-ala on vain 0,28 ha. [19]

Kangasalan kunnan omistamat neljä luonnonsuojelualuetta ovat Pähkinäkallion pähkinäpensaslehto, Suoramanjärven lehto, Isolukon lukkoalue ja Laikkolannokan perinnebiotooppi. Niiden yhteenlaskettu pinta-ala on 27 hehtaaria. Lisäksi määräalat kahdesta tilasta kuuluvat Natura-alueisiin. Yksityisten mailla luonnonsuojelualueita oli vuonna 2013 yhteensä 54 kappaletta. Näistä osa oli Natura-alueisiin kuuluvia määräaloja tiloista ja osa METSO-ohjelmaan kuuluvia alueita. [17][18]

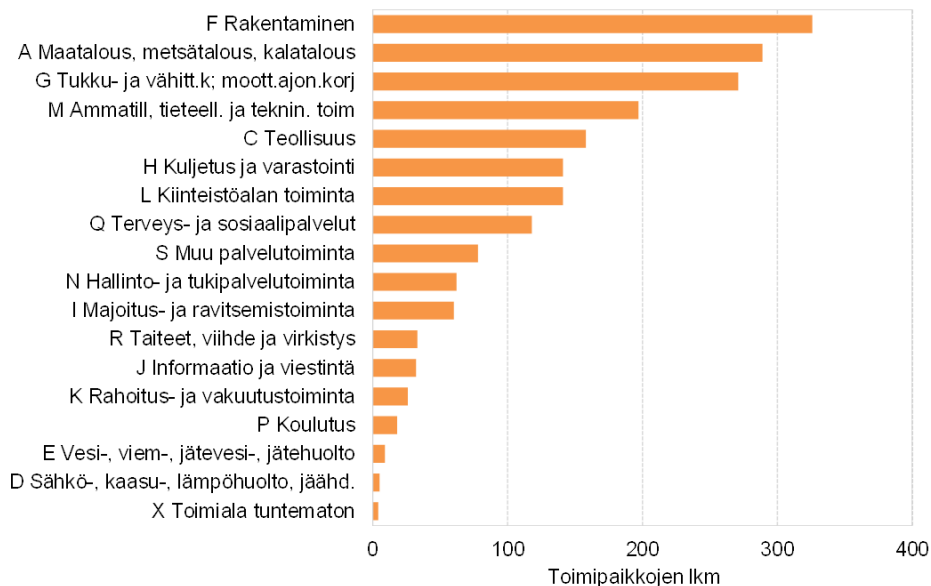
2.4 Elinkeinorakenne

Kunnassa asuvaa työllistä työvoimaa vuonna 2012 oli 13 408 henkilöä. Vuonna 2012 omassa kunnassa työssä käyviä oli 5 234 henkilöä, kunnan ulkopuolella työssä käyviä 8 174 henkilöä ja muualta kuntaan työhön tulevia 3 385 henkilöä. Kangasalan kunnan alueella työssäkäyvien yhteensä 8 619 työpaikkaa jakautuivat vuonna 2012 toimialoittain seuraavasti: alkutuotanto 393 työpaikkaa (4,6 %), jalostus 2 506 työpaikkaa (29,1 %), palvelut 5 555 työpaikkaa (64,5 %) ja toimiala tuntematon 165 työpaikkaa (1,9 %). Vuoden 2012 lopussa kunnassa oli 1731 teollisuuden työpaikkaa ja määrä on viime vuosina vähentynyt. Eniten työllistävät alat vuonna 2011 ja 2012 olivat teollisuus, terveys- ja sosiaalipalvelut sekä tukku- ja vähittäiskauppa. [1][3][20]



Kuva 4. Elinkeinorakenne sukupuolen mukaan Kangasalla 2011–2012 [20].

Toimipaikkojen lukumäärällä mitattuna rakentaminen sekä maa-, metsä- ja kalatalous ovat suurimpia toimialoja Kangasalassa.



Kuva 5. Toimipaikat päätoimialoilla Kangasalla 2013 [18].

Suurimmat yksityiset työnantajat vuoden 2014 lopussa olivat Saarioinen, Pirkanmaan Osuuskauppa ja Linkosuo Oy [5].

2.5 Rakennuskanta

Rakennuskannan tiedot ovat Tilastokeskuksen tilastoista, jotka perustuvat rakennuslupatietoihin ja eivät siten ole täysin kattavia. Tilastotiedot eivät välttämättä päivity esimerkiksi rakennuksen

käyttötarkoitusten tai lämmitystavan muutoksien osalta. Tietojen arvioidaan kuitenkin kuvaavan riittävällä tasolla rakennuskannan laajuutta ja rakennustyyppi-jakaumaa sekä rakennuskannan rakennuskohtaista lämmitysmuotojakaumaa, jotta näitä voidaan tarkastella uusituvan energian kuntakatselmuksen lähtötietona.

Kangasalan rakennuskanta

Kunnan rakennuskanta 31.12.2014 oli 13 756 rakennusta [12]. Asuntoja oli yhteensä 13 136, joista 9 076 pientalo- ja rivitaloasuntoja, 3 885 asuinkerrostaloasuntoja ja 175 muuta rakennusta [13]. Kunnan rakennusten yhteenlaskettu kerrospinta-ala oli vuonna 2014 n. 2 259 500 m² [12]. Kerrospinta-alan jakautuminen rakennustyyppeihin on esitetty taulukossa 3. Kesämökkejä oli Kangasalla 31.12.2014 yhteensä 4 604 kpl [14]. Kesämökit eivät sisälly taulukossa 1 esitettyyn rakennuskantaan, mutta vakinaisesti asutut vapaa-ajan asunnot sisältyvät erillisiin pientaloihin.

Taulukko 3: Kangasalan rakennuskanta 31.12.2014.

Rakennustyyppi	Kpl	Kerrosala m ²
Erilliset pientalot	7 545	1 101 196
Rivi- ja ketjutilat	447	197 198
Asuinkerrostalot	255	308 807
Liikerakennukset	117	79 243
Toimistorakennukset	38	22 891
Liikenteen rakennukset	161	26 203
Hoitoalan rakennukset	45	82 069
Kokoontumisrakennukset	71	35 905
Opetusrakennukset	28	61 957
Teollisuusrakennukset	278	274 601
Varastorakennukset	113	52 790
Muut	54	16 672
Kaikki yhteensä	9 152	2 259 532

Kangasalan kunnan rakennukset

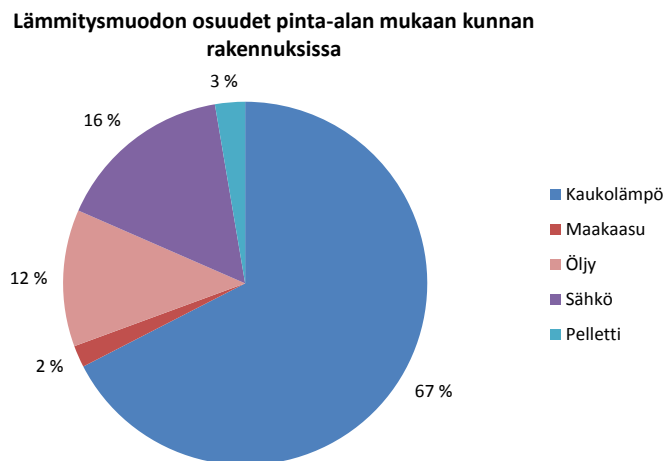
Kangasalan kunnan omistamien rakennusten, jotka ovat kunnan käyttämässä energiaseurantajärjestelmässä, pinta-ala on noin 122 000 m² ja tilavuus noin 491 000 m³ [32]. Energiatarkkailu-uudistuksen raportin [32] mukaan energiaseurantajärjestelmässä on 84 kunnan omistamaa kiinteistöä, jotka kattavat noin 95 % kunnan omistamista kiinteistöistä. Näiden kiinteistöjen pinta-ala kattaa noin 5 % kunnan alueen koko rakennuskannan pinta-alasta. Kunnan rakennuskannasta energiaseurantajärjestelmässä on mm. kouluja, päiväkotia, terveydenhuollon rakennuksia, varastorakennuksia sekä toimistorakennuksia.

Kunnan rakennuksissa pääasiallinen lämmitysmuoto on kaukolämpö. Kuvassa Kuva esitetään kunnan omistamien rakennusten lämmitysmuotojen arvioidut osuudet rakennusten pinta-alan mukaan. Osuudet on arvioitu energiaseurantajärjestelmässä raportoitujen energiamittareiden tietojen mukaan [36].

Lämmitysmuodon pinta-alaosuudet kunnan omistamissa rakennuksissa poikkeavat kunnan alueen koko rakennuskannan vastaavasta jakaumasta (Kuva). Kunnalta saadun tiedon mukaan seitsemässä kohteessa on maakaasulämmitys, mm. kahdessa päiväkodissa ja Sahalahden

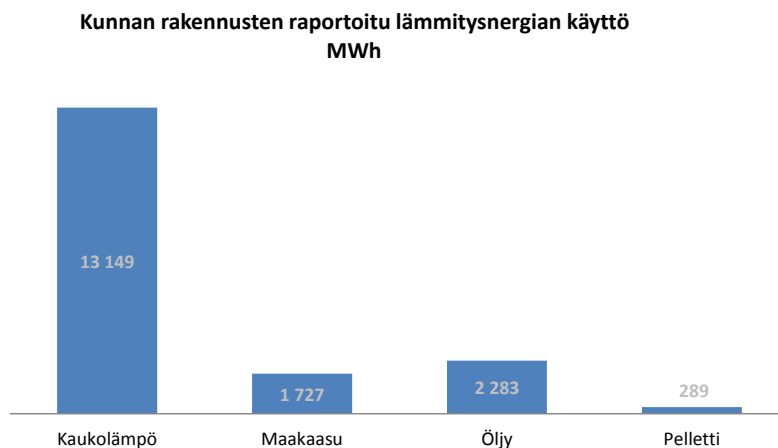
monitoimitalossa. Öljylämmitystä on kymmenessä kohteessa kuten mm. muutamissa kouluissa ja päiväkodeissa, jotka ovat kaasu- ja kaukolämpöverkon ulkopuolella.

Öljylämmityskohteita on viimeisen viiden vuoden aikana muutettu kaukolämpöön, maakaasuun tai pellettiin. Pellettilämmitys on otettu käyttöön yhdessä koulussa energiaseurantajärjestelmän mittaritietojen perusteella vuoden 2014 aikana sekä toisessa koulussa vuoden 2015 aikana [69]. Lähiaikoina kunnalla on suunnitelmassa muuttaa vielä muutamien öljylämmityskohteiden lämmitysmuotoa. Sähkölämmitystä on mm. päiväkodeissa. Sähkölämmityskohteet ovat tyypillisesti melko pieniä.



Kuva 6. Arvioidut lämmitysmuotojen pinta-alaosuudet Kangasalan kunnan omistamissa rakennuksissa [36].

Kunnan omistamissa rakennuksissa lämmitysenergian kulutus on ollut 17,4 GWh vuonna 2014 (Kuva) Kangasalan energiatehokkuustyön raportoinnin mukaan [32]. Kokonaiskulutus sisältää 85 raportoidun kohteen lämmönkulutuksen. Sähkölämpöä ei ole erikseen mitattu, joten lämmityksen kokonaiskulutus ei sisällä sähkölämmityskohteiden kulutusta, joita arvioidaan energiaseurantajärjestelmän mittaritietojen mukaan olevan noin 25. Kaukolämpöä kuluu selvästi eniten, noin 75 % kaukolämmön ja polttoaineiden yhteenlasketusta kokonaislämmitysenergiasta.



Kuva 7. Lämmitysenergian kulutus kunnan omistamissa rakennuksissa [36].

Uusiutuvien energialähteiden käyttö kunnan kiinteistöissä

Lämpöyrittäjien tuottamaa pellettilämpöä on kunnalla käytössä kolmessa kohteessa. Yhteensä kulutukset vuonna 2015 olivat noin 2000 MWh:

- Havisevan koulu (alkoi 2014 syksyllä)
- Ruutanan koulu/Koivurinteen päiväkoti (2014 lopulla)
- Liuksialan koulu/päiväkoti (2012)

Lisäksi Kangasalla on aurinkokeräimiä käytössä Tursolan korttelikoulussa, lukiossa, Liuksialan päiväkoti- ja koulutiloissa sekä Suoraman koulussa. Missään ne eivät kuitenkaan ole kovin merkittävässä roolissa lämmöntuotannon näkökulmasta.

2.6 Kaavoitustilanne

Kangasalan kunnan vireillä olevia yleiskaavoja ovat Kangasalan koko kunnan maankäytön suuria linjoja ja palvelurakenteen suunnittelu ohjaava strateginen osayleiskaava, Ruutanan osayleiskaava, Herttulan osayleiskaava, Saarenmaan osayleiskaava, Pakkalan kyläyleiskaava, Sahalahden rantaosayleiskaava, Sahalahden osayleiskaava sekä maaseutualueiden osayleiskaava. Suoraman osayleiskaava on hiljattain valmistunut sisältäen täydennysrakentamista 2 000–2 500 asukkaalle. Myös aivan Tampereen tuntumaan alkaa rakentua uusi Lamminrahkan alue, jonka osayleiskaava on hyväksytty valtuustossa tammikuussa 2015 ja on myös jo saanut lainvoiman. Lamminrahkan aluetta pidetään yhtenä merkittävimmistä aluerakentamishankkeista Tampereen seudulla.

Tarastenjärven alueelle on tulossa uusi laaja työpaikka-alue. Tampereen kaupunki ja Kangasalan kunta laativat asemakaavoja yhteistyössä. Tavoitteena on uudenlainen yritysalue, joka on luontainen paikka ympäristö- ja energialiiketoiminnalle sekä logistiikalle. Yrityksillä on mahdollisuus hyödyntää synergia Tarastenjärven jätteenkäsittelykeskuksen ja rakenteilla olevan hyötyvoimalan kanssa. Alueen asemakaavaluonnoksessa on ollut esillä myös seudullisen energiapuuterminaalien sijoittuminen alueelle.

Asemakaavojen tonttivaranto on parantumassa. Kunnan tonttitarjonta on lisääntynyt, ja omakotitontteja on tällä hetkellä tarjolla yli 40 kpl Kortekummussa, Pikonlinnassa, Ruutanassa, Sahalahdella ja Kuhmalahdella. Rivitalo- ja kerrostalotonttivarannot ovat varsinkin kunnan omistamien alueiden osalta paremmat. Tontteja riittää kolmen tai neljän vuoden tarpeisiin. [26]

2.7 Kunnan omistukset energian tuotannossa

Kangasalan kunnan kaukolämpölaitokset omistaa Kangasalan Lämpö Oy, joka on Kangasalan kunnan kokonaan omistama yhtiö. Kangasalan sähköverkon omistaa Elenia Oy. Tampereen rajan tuntumassa myös Tampereen sähkölaitos omistaa verkkoja.

2.8 Energiatehokkuuden ja uusiutuvien energialähteiden käyttöönoton edistäminen

Kangasalan kunta on toteuttanut energiakatselmushankkeita jo vuodesta 1996 lähtien, jolloin katselmoitiin 26 kunnan omistamaa kiinteistöä (koulut, päiväkodit, virastot, vapaa-aikatilat, kirjastot sekä paloasema ja varikko). Katselmuksessa kartoitettiin kiinteistöjen LVI- ja sähköjärjestelmät, niiden käyttö ja kunto sekä mahdollisuus pienentää kiinteistöjen lämmön, sähkön ja veden kulutusta. [19]

Kangasalan kunta on solminut energiatehokkuussopimuksen vuosille 2008–2016 Työ- ja elinkeinoministeriön kanssa vuonna 2009. Tämä edellyttää energiatehokkuuden toimintasuunnitelman laatimista. Kunnan allekirjoittaman energiatehokkuussopimuksen tavoitteena on yhdeksän prosentin energiansäästö vuosina 2008–2016. Kunnan energiansäästön kokonaistavoite on kiinteä 2353 MWh, joka pyritään saavuttamaan vuoden 2016 loppuun mennessä. Tavoitteena mm. on, että 80 % kunnan rakennuksista rakennustilavuudella mitattuna olisi energiakatselmoituja vuoden 2013 loppuun mennessä. Energiatehokkuussopimuksen kautta kunta sitoutuu toimimaan esimerkillisesti energiatehokkuuden ja uusiutuvien energialähteiden käytön edistämiseksi sekä levittämään aktiivista tietoa tällaisesta toiminnasta ja sen tuloksista. [20]

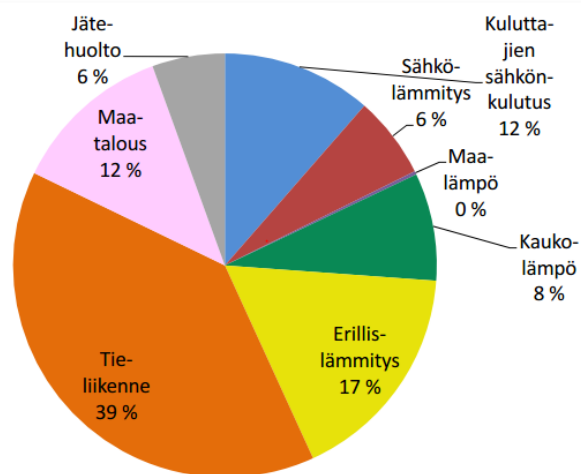
Vuoden 2014 raportoinnin mukaan energiatehokkuussopimusten tasan jaettu vuosittainen säästö tavoite olisi Kangasalla 255 MWh ja vuoden 2014 lopussa näyttää, että n. 800 MWh vielä puuttuu tästä tavoitteesta. Vuoteen 2014 mennessä kirjattujen säästötoimenpiteiden taloudellinen säästövaikutus on n. 72 000 euroa vuodessa.

Kunnassa on laadittu talouden vakauttamisohjelma vuosille 2010–2012. Ohjelman yhtenä tavoitteena on kiinteistökannan vähentäminen ja palvelupisteiden keskittäminen. Näillä toimenpiteillä on olennainen merkitys myös energiatehokkuuteen liittyen. Lisäksi Kangasalan kunta on palkannut energia-asiantuntijan vuonna 2011.

Kangasalan kunta on laatinut selvityksiä ja ollut mukana eri hankkeissa mm. seuraavasti:

- Energiatehokkuussopimus 2009
- palveluverkon kehittämissuunnitelma
- maankäytön toteuttamisohjelma
- liittynyt kuntien ilmastonsuojelukampanjaan
- Tampereen kaupunkiseudun ilmastostrategia 2010
- ESSI-hanke (2010 alkanut) Länsi-Suomen energiaomavaraisuusohjelma

Kangasalan kunnan CO₂-päästöjä seurataan vuosittain. Alla olevassa kuvassa 8. havainnollistetaan Kangasalan kunnan hiilidioksidipäästöjen kokonaistilanne vuodelta 2013.



Kuva 8. Kangasalan kunnan hiilidioksidipäästöt sektoreittain vuonna 2013 (teollisuus ei mukana)[33]

3. ENERGIANTUOTANNON JA -KÄYTÖN NYKYTILA

Tässä luvussa annetaan kokonaiskuva katselmuksen kohteena olevan kunnan alueen energiantuotannon ja -käytön nykytilasta ja esitetään alueen sähkö- ja lämpöenergian taseet perustuen pääosin vuoden 2014 tietoihin.

3.1 Lähtötiedot

Energiantuotannon ja -käytön nykytilaa arvioitaessa on käytetty lähtötietoina kunnalta ja alueen yksityisiltä toimijoilta saatuja tietoja sekä tilastotietoja. Tarkasteluvuosia ovat 2013 ja 2014, riippuen siitä, mikä on viimeisin vuosi, jolta tilastotietoja oli katselmuksen aikaan saatavilla.

3.2 Sähkön tuotanto ja kulutus

3.2.1 Sähkön erillistuotanto

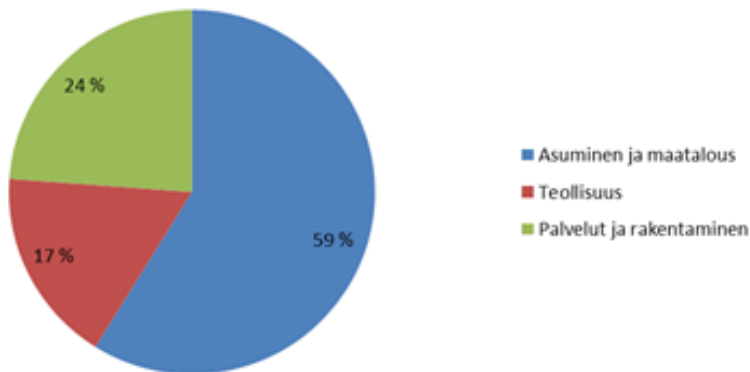
Kangasalan kunnan alueella ei ole sähkön erillistuotantoa.

3.2.2 Yhdistetty sähkön- ja lämmöntuotanto

Kangasalan kunnan alueella ei ole sähkön yhteistuotantoa.

3.2.3 Sähkönkulutus

Vuonna 2014 Kangasalan kunnassa kulutettiin sähköä 263 GWh, mikä oli hieman enemmän kuin aikaisempina vuosina (kulutus 261 GWh vuonna 2013). Selvästi suurin sähkön käyttäjäsektori oli asuminen ja maatalous, joka kulutti sähköä 153 GWh (58 %). Palvelut ja rakentaminen -sektori kuluttivat sähköä 62 GWh (24 %), ja teollisuus 45 GWh (18 %). Rakennusten lämmityksen osuus sähköenergian kulutuksesta on merkittävä, noin 95 GWh. Kun Suomen kunnat laitetaan sähkön käytön mukaan suuruusjärjestykseen, sijoittuu Kangasala sijalle 60.

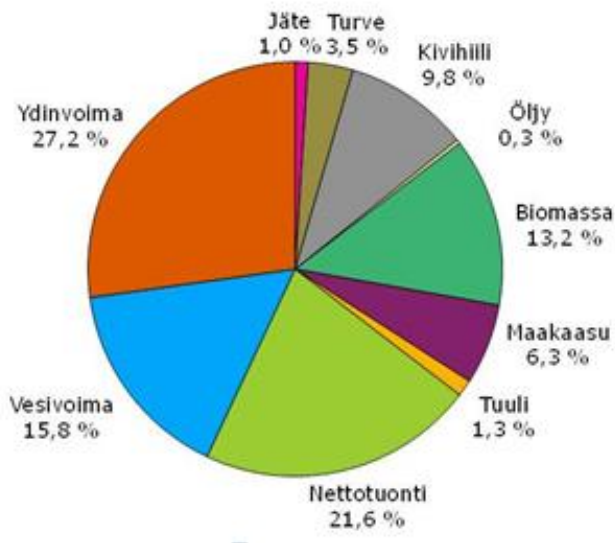


Kuva 9 Kangasalan sähkön kulutus 2014

3.2.4 Sähköntuotannon energiatase

Kangasalan alueella ei ole sähköntuotantoa. Alueella kulutettu sähkö tuodaan Kangasalan rajojen ulkopuolelta.

Suomessa tärkeimmät sähkön tuotannon energialähteet ovat ydinvoima, vesivoima, kivihiili, maakaasu, puupolttoaineet sekä turve. Tuulivoiman osuus on pieni, mutta kasvussa. Vesivoiman ja sitä kautta fossiilisten polttoaineiden, lähinnä hiilen, osuus sähköntuotannosta vaihtelee reilusti sen mukaan, miten paljon pohjoismaisilla markkinoilla on tarjolla vesivoimaa Norjasta ja Ruotsista.



Kuva 10 Sähkön hankinta Suomessa 2014 Energiateollisuuden mukaan (83,3 TWh)

Sähköstä lähes kolmannes tuotetaan yhteistuotantona lämmöntuotannon yhteydessä, jolloin polttoaineen energiasisältö hyödynnetään mahdollisimman tehokkaasti. Jopa 90 % polttoaineen energiasta saadaan muutettua sähköksi ja lämmöksi.

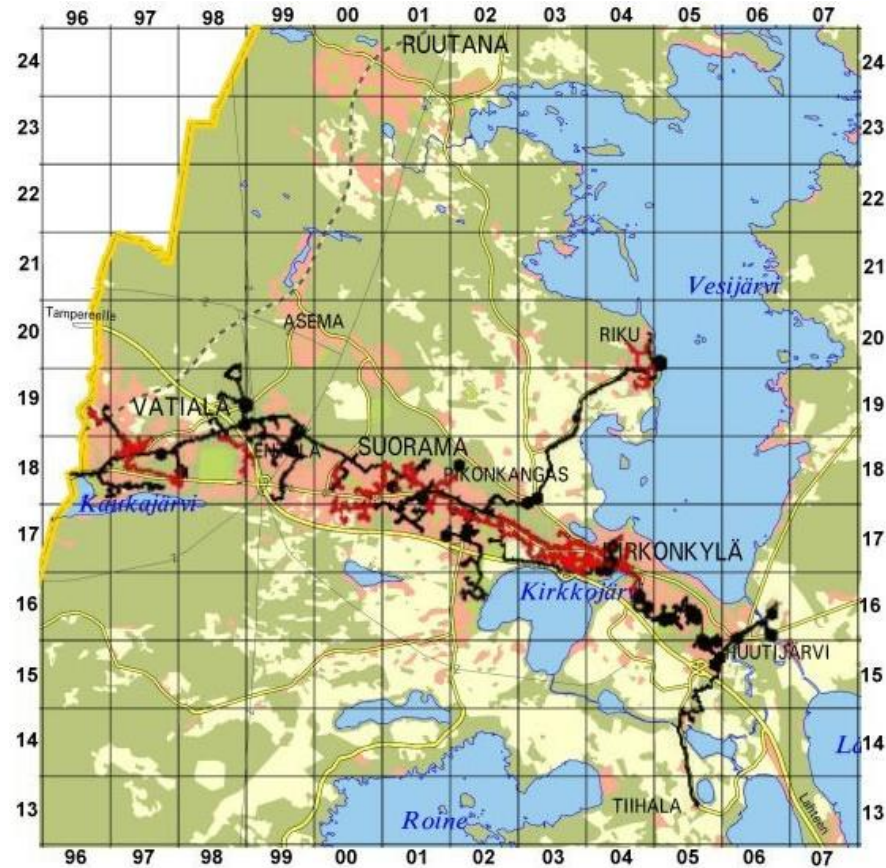
3.3 Lämmöntuotanto

3.3.1 Kaukolämmön tuotanto

Kangasalan alueen kaukolämmön tuottaa Kangasalan Lämpö Oy. Kangasalan Lämpö Oy on kunnallinen energialaitos, joka tuottaa ja jakelee kaukolämpöä kunnan alueella. Yhtiöllä on myös maakaasuverkko ja se toimii kaasun vähittäismyyjänä kunnan alueella. Kangasalan Lämmön suurin lämpökeskus on Pikonkankaan lämpökeskus ja sen vuotuinen tuotanto on lähes 53 000 MWh. Muiden lämpökeskusten tuotanto yhteensä n. 15 700 MWh. Kaukolämpö on käytettävissä alueella, joka ulottuu kirkonkylästä Suoramalle. Lisäksi kaukolämpöä on saatavissa Nattarin, Lentolan, Riun ja Pitkäjärven alueilla. Riun alueella on vuonna 2015 otettu käyttöön 3 MW:n kiinteän polttoaineen lämpökeskus. Lämpökeskuksen pääpolttoaine on metsähake. Polttoaineen toimituksesta, käytöstä ja valvonnasta vastaa metsänhoitoyhdistys Roine. Kangasalan Lämmöllä on myös pitkälle edenneitä suunnitelmia päälämpökeskuksen korvaamisesta uusiutuvalla energialla.

Lisäksi Kuhmalahden entisen kuntakeskuksen alueella on hakkeeseen perustuva alueverkko, jota pyörittää Kuhmalahden Bioenergia Oy. Vuonna 2014 Kuhmalahden Bioenergian Pennon

lämpölaitos käytti metsähaketta noin 3000 i-m³. Kunnan rakennuksista sieltä saa lämpönsä Pentorinteen vanhainkoti ja Kuhmalahden päiväkoti, samoin seurakunnan hallinnoima keskus, jossa on mm. liikuntatiloja.



Kuva 11 Kangasalan kaukolämpö- ja maakaasuverkko (kaukolämpö punaisella, maakaasu mustalla). [11]

3.3.2 Teollisuuden erillislämmöntuotanto

Kangasalan alueella sijaitsevilla teollisuuslaitoksilla/-alueilla on jonkin verran erillislämmöntuotantoa. Maakaasulla tuotettua lämpöä ja prosessihöyryä käytetään pääasiassa yritysten omiin tarpeisiin.

Merkittävin teollisuuden lämmöntuotantolaitos on Saarioisten Sahalahden yksikkö, joka muodostaa energiatuotannon osalta toiminnallisen kokonaisuuden yhdessä Adven Oy:n kanssa. Adven operoi tehtaan yhteydessä olevia lämpö- ja kylmälaitoksia. Vuositasolla laitos tuottaa

- hyötyenergiaa n. 25 GWh, energialähteenä maakaasu
- kylmäenergiaa n. 8 GWh, energialähteenä sähkö
- lämpöä lämpöpumpuilla n. 4 GWh, energialähteenä sähkö

Kohteessa ei tuoteta sähköä, eikä siellä käytetä uusiutuvia energiavaroja.

Vuonna 2009 valmistui Honkasen puutarhaan ja Ali-Marttilan puutarhan kanssa yhteinen hakelämpölaitos, jossa käytetään pirkanmaalaisesta metsänhoidosta syntyvää metsäpuuhaketta. Laitoksen teho on 1,5 MW. Hakkeen toimituksesta vastaa Metsänhoitoyhdistys Roine.

Lisäksi kunnan alueella muutamissa kanaloissa on omaa hakelämmön tuotantoa.

3.3.3 Teollisuuden hukkalämpö

Selvityksen aikana ei ole löydetty teollisuudesta merkittäviä hukkalämpökohteita.

3.3.4 Lämpöyrittäjäyyskohteet

Lämpöyrittäjien tuottamaa pellettilämpöä on kunnalla käytössä kolmessa kohteessa. Havisen koulussa lämpöyrittäjäyystoiminta alkoi syksyllä 2014, Ruutanan koululla ja Koivurinteen päiväkodilla vuoden 2014 lopulla sekä Liuksialan koululla vuonna 2012. Yhteensä kulutukset vuonna 2015 olivat noin 2 000 MWh.

Lisäksi Museokeskus Mobilian rakennuksia lämmittävä hakelaitos otettiin käyttöön vuonna 2014 ja se on teholtaan 850 kilowattia. Hakkeella korvataan vuodessa 160 000 litraa öljyä. Investoinnista vastaa ja laitteiston omistaa lämpöyrittäjä, paikallinen Jokirannan Energia. Sopimus on tehty 15 vuodeksi ja raaka-aine tulee ainakin aluksi yrittäjän omasta metsästä. Laitteisto mahdollistaa myös muun kiinteän polttoaineen, esimerkiksi oljen polttamisen.

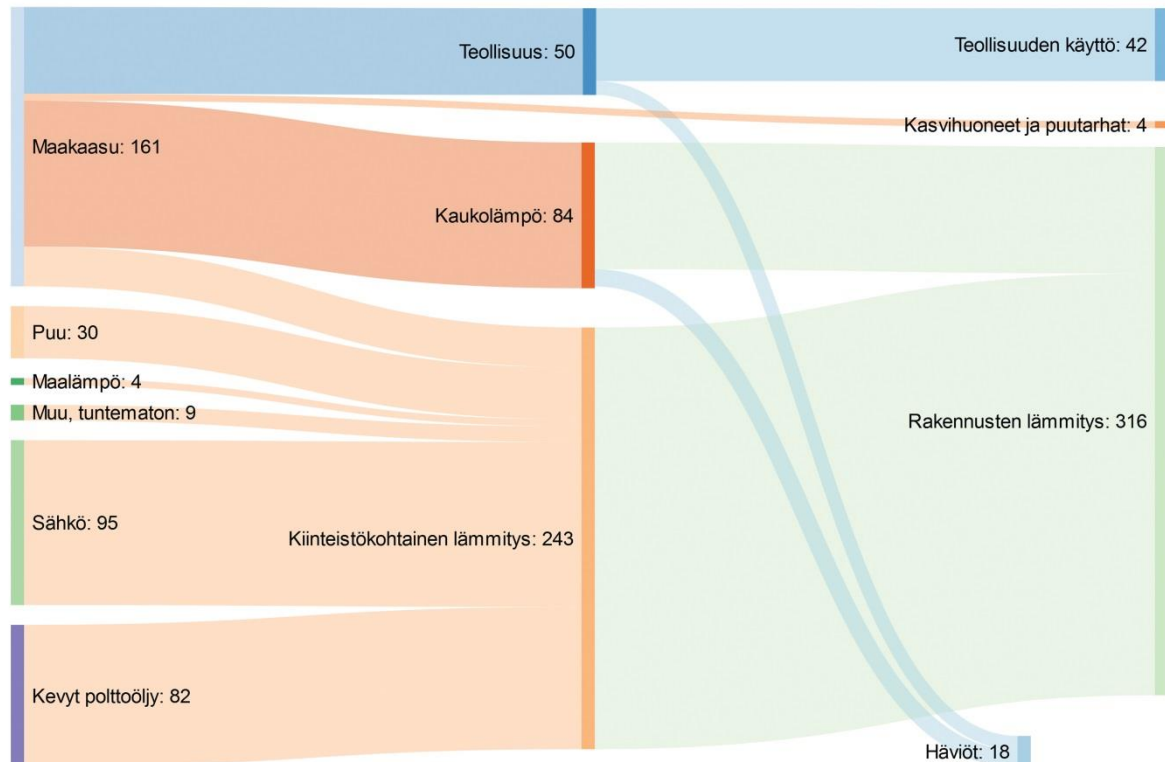
Tutkimusten mukaan lämpöyrittäjä tuo alueelle niin verotuoja kuin työpaikkoja ja myös asiakas säästää lämmityskustannuksissa. Säästyneet varat parantavat ostovoimaa ja sitä kautta voivat vilkastuttaa alueen taloutta.

Kunta voi edistää lämpöyrittäjäyttä mm. kaavavarausten avulla. Varauksen rooli korostuu etenkin alueilla, joille kaavaillaan rakennettavan teollisuushalleja tai suurempia yksittäisiä kohteita, kuten esimerkiksi koulukeskuksia, terveysasema tms.

3.3.5 Lämmöntuotannon energiatase

Kangasalan lämmöntuotannon energiatase on esitetty kuvassa 12. Kiinteistöjen erillislämmityksen osuus on n. 64 %. Kaukolämmön osuus on n. 24 %, teollisuuden osuus on n. 13 %. Lämmöntuotannon merkittävin polttoaine oli maakaasu.

Kangasala lämmöntuotannon tase 2014, GWh



Kuva 12 Kangasalan lämmöntuotannon energiatase 2014 (GWh).

3.4 Kiinteistöjen lämmitys

Rakennuskannan lämmitysmuodot

Kangasalan rakennuskannan eri rakennustyyppien lämmitysmuodon osuudet vuonna 2014 rakennusten lukumäärään ja kerrosalan mukaan esitetään kuvissa 13 ja 14. **Kangasalan rakennuskanta on pientalopainotteinen, kun 87 % rakennuksista on pientaloja sekä rivi- ja ketjutaloja.** Tämä luonnollisesti vaikuttaa rakennusten lämmitysmuodon jakaumaan varsinkin tarkasteltaessa rakennuksien lukumäärään perustuvaa jakaumaa.

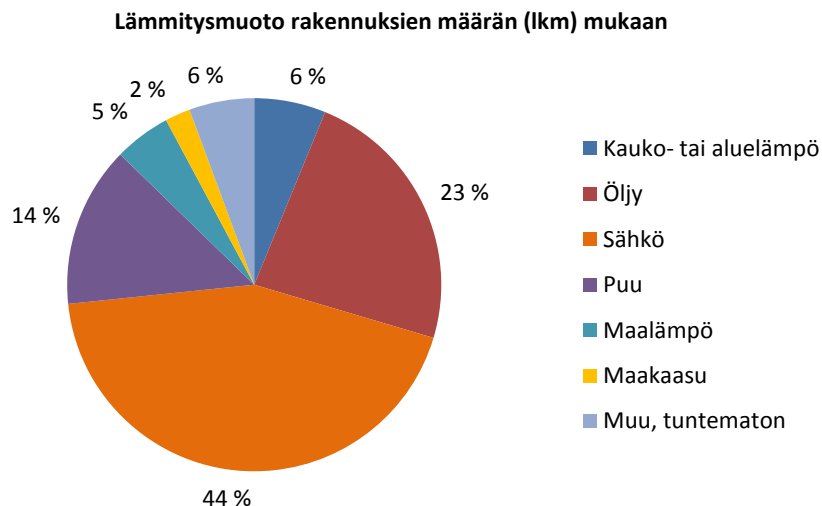
Alue- ja kaukolämmön osuus rakennusten lämmityksessä on pieni rakennusten lukumäärän perusteella (Kuva). Rakennuksien pinta-alasta noin neljännes lämmitetään alue- ja kaukolämmöllä. Kaukolämpötilaston [37] mukaan Kangasalan Lämmön kaukolämpöasiakkaita on Kangasalalla vuonna 2014 yhteensä 257, joista asuintaloasiakkaita on 184 ja teollisuusasiakkaita 10. Kangasalan väestöstä 24 % on arvioitu asuvan kaukolämmitetyssä rakennuksessa [37].

Kuvan 13 lämmitysmuodon jakauman perusteella voidaan karkeasti arvioida rakennuskohtaista uusiutuvaa energiaa olevan käytössä lämmityksessä noin 19 %:sta Kangasalan rakennuskannan rakennuksista. Tämä vastaa noin 11 % rakennuskannan pinta-alasta (kuva 14). Maalämpöä käytetään lähes yksinomaan pientaloissa sekä rivi- ja ketjutaloissa, joiden osuus on noin 98 % maalämmöllä lämmitettävistä rakennuksista. Maalämpöä on käytössä myös muissa rakennuksissa kuten asuinkerrostaloissa, palvelurakennuksissa sekä teollisuusrakennuksissa. Kuvan 3 luvut [12] ei sisällä kaikkea uusiutuvan energian käyttöä, kuten mm. ilmalämpöpumppujen ja aurinkoenergian käyttöä rakennusten lämmityksessä. Muita kuin

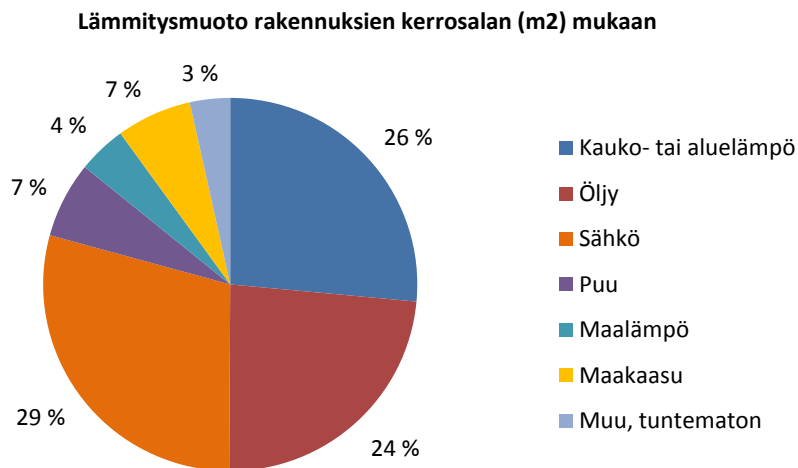
maalämpöpumppuja on Suomen rakennuskannassa noin 5,5 kertaa enemmän kuin maalämpöpumppuja, joita oli vuonna 2014 noin 100 000 [38]. Näistä suurin osa on ilmalämpöpumppuja. Tällä perusteella rakennuksissa Kangasalallakin voidaan arvioida olevan noin 2 500 ilmalämpöpumppua.

Kangasalla on merkittävässä määrin öljylämmitteisiä rakennuksia. Öljylämmitteisistä rakennuksista n. 86 % on pientaloja tai rivi- ja ketjutaloja. Pinta-alaltaan nämä rakennukset kattavat noin puolet öljylämmitteisten rakennuksien pinta-alasta tilastokeskuksen tietojen mukaan [12]. Öljyllä lämmitetään pientalojen lisäksi mm. teollisuus- ja varastorakennuksia. Maakaasulla lämmitettyjen rakennusten osuus arvioidaan pieneksi. Maakaasulla lämmitettyjen rakennusten määräksi on Kangasalan Lämpö arvioinut noin 200. Maakaasulla lämmitettyjen rakennusten määrän ja pinta-alan osuudet tilastokeskuksen ilmoittamasta öljy- ja kaasulämmityksen yhteismäärästä on arvioitu Kangasalan lämmön ilmoittaman maakaasun kulutuksen perusteella.

Sähkölämmitteisiä rakennuksia on määrällisesti selvästi eniten tilastokeskuksen tietojen mukaan [12]. Sähkölämmitteisistä rakennuksista suurin osa on pientaloja tai rivi- ja ketjutaloja. Sähkölämmitteisiä rakennuksia on myös mm. teollisuus- ja varastokäytössä.



Kuva 13. Kangasalan rakennuskannan lämmitysmuotojen osuudet rakennuksien määrän mukaan [12]



Kuva 14. Kangasalan rakennuskannan lämmitysmuotojen osuudet rakennuksien kerrosalan mukaan [12]

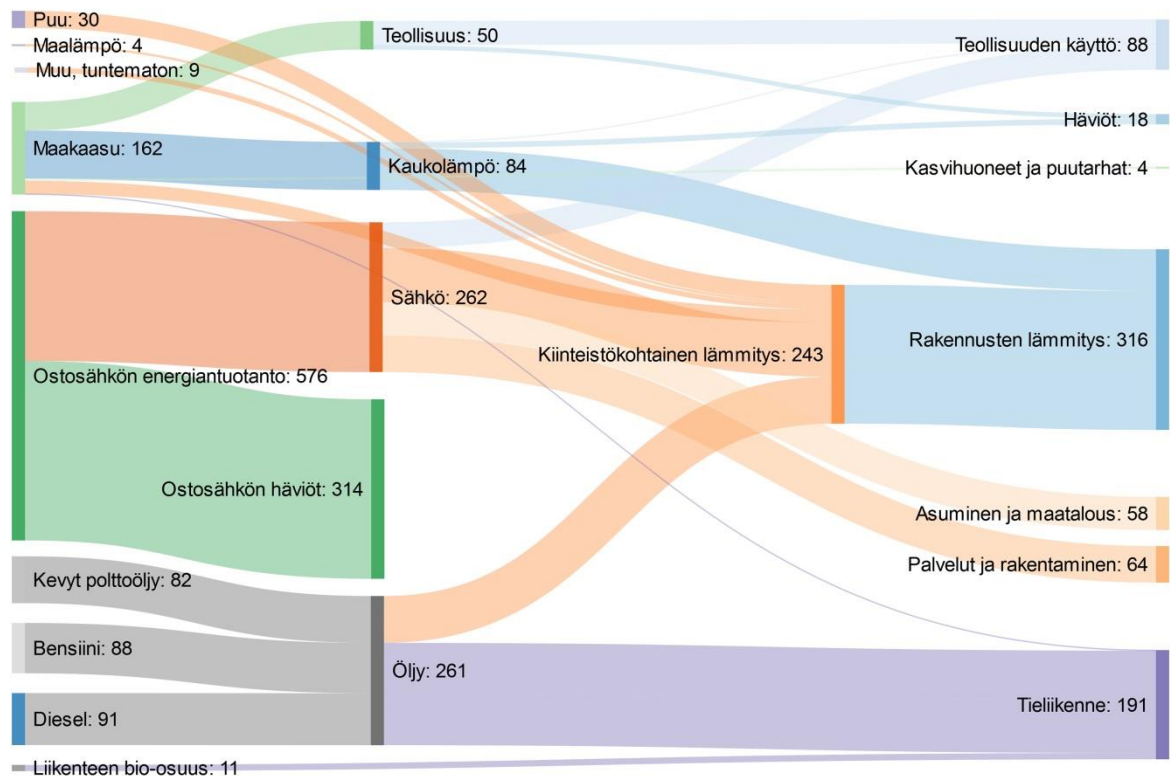
3.5 Kokonaisenergiatase

Energiatase kuvaa alueen energiatuotannon ja -kulutuksen nykytilaa yleisellä tasolla. Taseen luvut perustuvat vuoden 2104 tietoihin, joilta katselmuksen tekohetkellä viimeisimmät tilastot saatavilla.

Taseesta nähdään, että kiinteistökohtaisen lämmityksen polttoaineet muodostavat suurimman osan alueen energiankäytöstä. Niissä öljyllä on merkittävä osuus, mutta niin myös sähköllä puulla ja maakaasulla. Kaukolämmön ja teollisuuden erillislämmöntuotannon pääpolttoaine on maakaasu.

Kangasalalla ei ole omaa sähköntuotantoa ja alueella käytetty sähkö on tuontienergiaa. Kunnan alueen lämmityspolttoaineiden ja sähkön kulutus on yhteensä 549 GWh.

Tieliikenteen polttoaineiden kulutus on 191 GWh. Liikenteen bensiiniä ja dieseliä on viime vuosina korvattu nestemäisillä biopolttoaineilla (jakeluvelvoite 6 % vuosina 2011 - 2014).



Kuva 15. Kangasalan energiatase 2014 (GWh)

3.6 Merkittävimmät käynnissä olevat hankkeet energiajärjestelmään liittyen

Kangasalla ei ole käynnissä merkittäviä suuren kokoluokan omia hankkeita energiajärjestelmään liittyen, vaikka pienempiä toimenpiteitä (kuten lämmitystavan muutokset eri kiinteistöissä) toki toteutetaankin järjestelmällisesti. Lisäksi luonnollisesti Kangasalan Lämmöllä on merkittäviä suunnitelmia energiajärjestelmän kehittämisen osalta.

3.7 Katselmuskuntien kokonaisenergiatase

Katselmuskuntien eli Tampereen, Pirkkalan, Nokian, Lempäälän ja Kangasalan energiankulutus oli yhteensä 9,4 TWh vuonna 2014. Suurimmat energiankäyttäjät olivat (energian kokonaiskulutuksesta):

- rakennusten lämmitys 37 %
- tieliikenne 23 %
- teollisuus 15 %

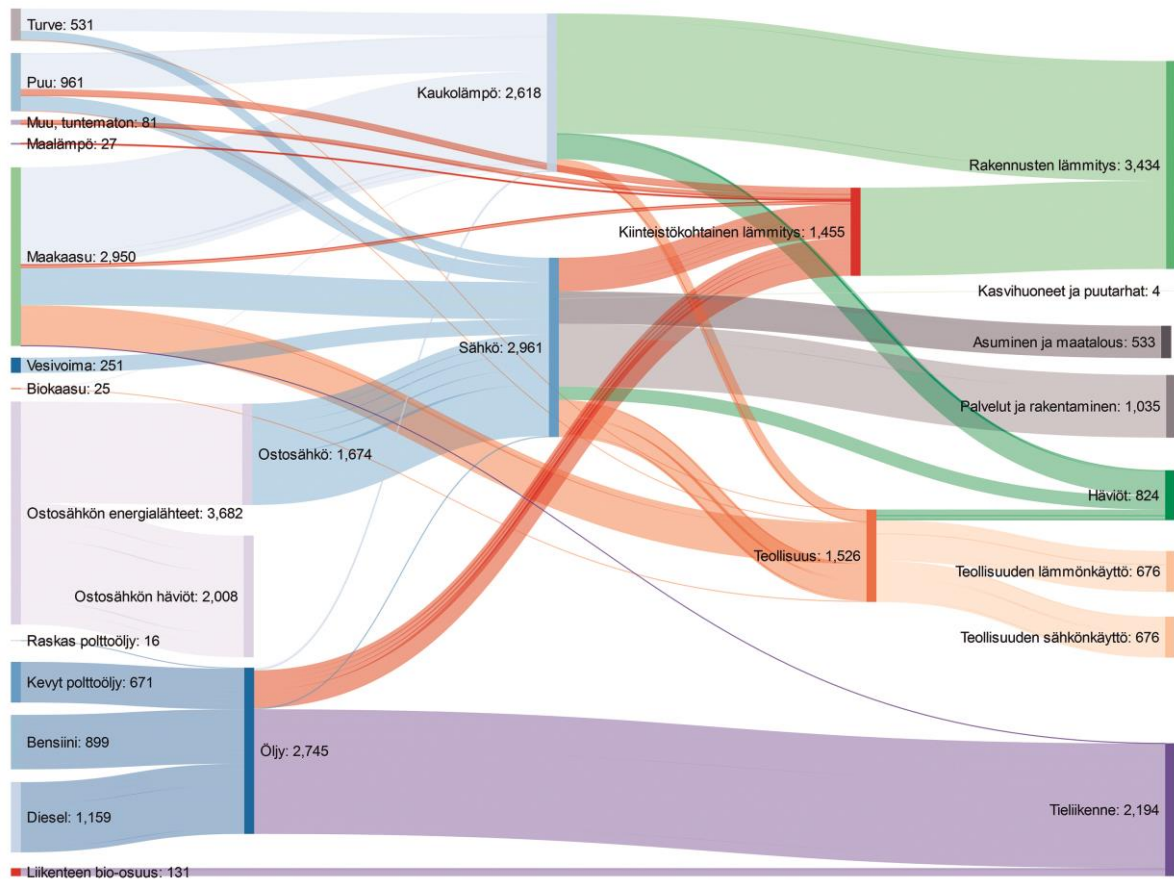
Alueen merkittävimmät energialähteet olivat:

- maakaasu 31 %
- öljy 29 %
- alueen ulkopuolelta tuotu sähkö 18 %
- puupolttoaineet 10 %

Uusiutuvat energialähteet kattoivat 15 % energialähteistä. Merkittävin uusiutuvan energian käyttäjäsektori oli puuperäisiä polttoaineita käyttävä kaukolämmön- ja sähköntuotanto (Tampereen Sähkölaitos). Kotimaisten polttoaineiden yhteenlaskettu käyttö kattoi noin 20 %

energiälähteistä. Vesivoimalla tuotetun sähkön osuus oli noin 18 % alueen omasta sähköntuotannosta: vesivoimaa tuotetaan sekä Nokialla että Tampereella.

Kangasalan osuus alueella kulutetusta energiasta oli noin 8 %. Uusiutuvia energialähteitä on alueella käytetty noin 45 GWh (n.6 % energialähteiden käytöstä), mikä on vähemmän kuin muissa seudun kunnissa. Kangasalalla kaukolämmön osuus rakennusten lämmityksestä on noin 27 % ja katselmuskunnissa taas kaukolämmön osuus rakennusten lämmityksessä on keskimäärin 76 %. Kangasalalla ei ole omaa sähköntuotantoa, joten kaikki alueella käytetty sähkö on alueen ulkopuolelta tuotua sähköä, muissa seudun kunnissa ulkopuolelta tuodun sähkön osuus on noin 56 % (mukaan lukien Pirkkala).



Kuva 16 Katselmuskuntien yhteenlaskettu energiatase vuodelta 2014

Koko Pirkanmaan energiankäyttö on n. 20 TWh Pirkanmaan ilmasto- ja energiastrategian mukaan. Seudullinen tavoite on lisätä energiatehokkuutta ja sitä kautta vähentää kokonaisenergiankulutusta siten että vuonna 2040 kulutus olisi 15 TWh/a. Tavoitteena on tällöin myös 50 % uusiutuvan energian osuus. Nyt tutkitut 5 kuntaa vastaavat lähes puolta Pirkanmaan energiankulutuksesta (kokonaisenergiankulutus 9,4 TWh vuonna 2014).

Vuosina 2011 ja 2012 Pirkanmaalla energiaa kulutti eniten eli noin kolmanneksen teollisuus. Toiseksi merkittävin kulutussektori oli lämmitys lähes yhtä suurella osuudella. Liikenne aiheuttaa Pirkanmaan energiankulutuksesta hieman yli 20 %. Muun energiankulutuksen eli lähinnä teollisuuden tai lämmityksen ulkopuolisen sähkönkäytön osuus kokonaiskulutuksesta on noin 12 %.

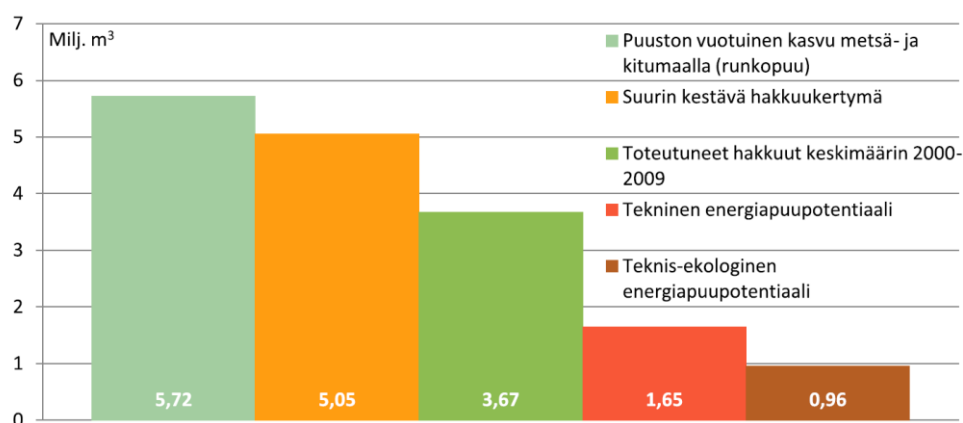
4. UUSIUTUVAT ENERGIANLÄHTEET JA NIIDEN NYKYKÄYTTÖ

Tässä kappaleessa arvioidaan katselmuskunnan alueen uusiutuvien polttoaineiden tuotantomahdollisuuksia sekä mm. tuuli-, vesi- ja aurinkoenergian hyödyntämismahdollisuuksia. Hyödyntämispotentiaalia verrataan tarkasteluvuoden 2014 toteutuneisiin määriin lukuun ottamatta puupolttoaineita, joiden kohdalla vertailuvuosi on 2012.

4.2 Puupolttoaineet

4.2.1 Pirkanmaan tilanne

Pirkanmaan alueen energiapuuvaroja ja -potentiaalia on arvioitu kattavasti vuoden 2011 puuenergiaselvityksessä. Alla olevassa kuvassa esitetään koko maakunnan osalta metsävarat ja hakkuut suhteutettuna energiapuupotentiaaliin. Vastaavat tiedot on esitetty kuvan alla taulukossa 4.



Kuva 17 Pirkanmaan metsävarat ja hakkuut suhteessa energiapuupotentiaaliin [44]

Kuvasta nähdään, että toteutuneet vuosittaiset hakkuut ovat lähes nelinkertaiset teknis-ekologiseen potentiaaliin nähden Pirkanmaalla.

Taulukko 4 Pirkanmaan metsävarat ja hakkuut suhteessa energiapuupotentiaaliin

	(GWh/a)
Puuston vuotuinen kasvu metsä- ja kitumaalla (runkopuu)	11440
Suurin kestävä hakkuukertymä	10100
Toteutuneet hakkuut keskimäärin 2000–2009	7340
Tekninen energiapuupotentiaali	3300
Teknis-ekologinen energiapuupotentiaali	1920

Metsäbioenergian potentiaalitarkastelu perustuu Pirkanmaan puuenergiaselvitykseen vuodelta 2011, jonka laskentaoletukset on esitetty seuraavassa kappaleessa. [44]

Laskelmat perustuvat Pirkanmaan metsäkeskuksen yksityismetsien metsäsuunnittelutietoihin, joiden lisäksi laskennassa on hyödynnetty Metsäntutkimuslaitoksen valtakunnan metsien inventointitietoja (VMI 10). Suunnittelutiedoista on poimittu Kangasalan kunnan osalta kattava joukko metsikkökuviotietoja, joiden pohjalta on laskettu yksityismetsien energiapuuvarat uudistushakkuiden kannoille ja latvusmassalle sekä nuorten metsien energiapuulle kullekin erikseen. Tiedot on tämän jälkeen yleistetty kattamaan kaikki metsänomistajaryhmät, kuten valtio, seurakunnat ja yritykset. Laskennan tuloksena saatu energiapuuvarojen maksimipotentiaali toimi lähtökohtana teknistä ja teknis-ekologista potentiaalia laskettaessa.

Tarkemmissa potentiaalilaskelmissa rajoitteina käytettiin sekä korjuuseen liittyviä että metsänhoidollisiin seikkoihin perustuvia korjauksia ja rajauksia. Rajoitteina käytettiin esimerkiksi varastohävikkiä, metsäkuljetusmatkan pituutta ja kasvupaikkatyyppäjä. Rajoitteet valittiin kullekin metsäenergiälajille erikseen. Kaikkia potentiaalia rajoittavia tekijöitä ei ole laskelmissa otettu huomioon (esim. maanomistajien myyntihalukkuus).

Potentiaalilaskelmissa käytetyt rajoitteet tarkistettiin vastaamaan tämänhetkisiä suosituksia ja laskelmien perustana ovat Tapion Hyvän metsänhoidon suositukset energiapuun korjuuseen ja kasvatukseen. Vuonna 2010 julkaistut suositukset sallivat esimerkiksi kantojen ja latvusmassan korjaamisen kuivahkojen kankaiden (VT) kasvupaikoilta, kun vuoden 2006 laskennassa kantoja ja latvusmassaa korjattiin vähintään tuoreilta kankailta (MT). Potentiaalilaskelmat on laadittu teknisin ja teknis-ekologisin kriteerein. Ne perustuvat maksimipotentiaaliin, jossa mukaan lasketaan kaikki kannot, latvusmassa ja energiapuu ilman mitään metsänhoidollisia tai muita kohteen kannattavuuteen liittyviä rajoitteita. Maksimipotentiaali on lähinnä teoreettinen ja se toimii ainoastaan lähtökohtana teknistä ja teknis-ekologista potentiaalia laskettaessa.

Tekniseen potentiaaliin sisältyville kohteille on asetettu muutamia metsävarojen kestäväää käyttöä tukevia rajoitteita. Männiköissä ja kuusikoissa kerätään 90 % kaikista kannoista ja latvusmassaa puulajista riippumatta 60 % kaikesta hakkuussa syntyneestä latvusmassasta. Lisäksi nuoren metsän kunnostuskohteilta kerätään kaikesta latvus- ja oksamassasta 80 %.

Teknis-ekologinen potentiaali on kriteereiltään kaikkein tiukin. Teknisen potentiaalin rajoitteiden lisäksi latvusmassaa kerätään ja kantoja nostetaan kuivahkoilta ja sitä rehevämmltä kankailta mänty- tai kuusivaltaisilta aloilta, missä puustoa on vähintään 150 m³/ha. Nuoren metsän hoitokohteista mukaan lasketaan kasvupaikkatyyppiltään vähintään kuivahkot kankaat, missä puustoa on enemmän kuin 90 m³/ha.

Edellä mainittujen ehtojen lisäksi on metsäenergiälajeittain käytetty erilaisia kohdevalintaan ja kannattavuuteen liittyviä tarkentavia kriteerejä metsäkuljetusmatkan pituuteen, maapohjan kivisyyteen, kuvion hakattavan puuston määrään ja pinta-alaan liittyen. Teknisekologinen potentiaali on sekä metsien terveyden että alan toimijoiden näkökulmasta realistisin kestävästi hyödynnettävissä oleva suurin vuosittainen hakkuumäärä.

4.2.2 Kangasalan tilanne

Puuenergian käyttö Kangasalla vuonna 2012 oli noin 15 500 m³ eli noin 31 GWh, joka on noin 2 % koko Pirkanmaan puuenergian käytöstä (noin 780 000 m³).

Kangasalan kunnan tekninen metsäenergiapotentiaali vuosina 2011–2020 on esitetty taulukossa 5

Taulukko 5 Tekninen metsäenergiapotentiaali Kangasalan kunnassa 2011–2020 [44]

	Kannot ja juurakot	Latvus- ja oksamassa	Pieniläpi-mittainen puu	Yhteensä
Potentiaali [m ³ /a]	21399	25449	25395	72243
Potentiaali [GWh/a]	43	51	51	144

Lisäksi kuitupuuta on arvioitu voitavan korjata energiakäyttöön noin 68 700 m³ vuodessa, jolloin tekninen metsäenergiapotentiaali on yhteensä noin 140 900 m³ eli noin 282 GWh vuodessa. Tämä tarkoittaa, että Kangasalla noin 11 % metsäenergiapotentiaalista on käytössä.

Kangasalan kunnan teknis-ekologinen metsäenergiapotentiaali vuosina 2011–2020 on esitetty taulukossa 6

Taulukko 6 Teknis-ekologinen metsäenergiapotentiaali Kangasalan kunnassa 2011–2020 [44]

	Kannot ja juurakot	Latvus- ja oksamassa	Pieniläpi-mittainen puu	Yhteensä
Potentiaali [m ³ /a]	16173	20210	2100	38483
Potentiaali [GWh/a]	32	40	4	77

Kunnan omissa kiinteistöissä puupolttoaineiden käyttöä voidaan lisätä lähinnä maakaasun ja öljyn korvaamisella kunnan kiinteistöjen lämmityksessä. Tämä potentiaali on kuvan 8 perusteella maakaasun osalta noin 950 MWh/a ja öljyn osalta noin 550 MWh/a. Helpoin ja kustannustehokkain ratkaisu on kuitenkin vaihtaa polttoaineen hankinta öljystä tai maakaasusta biokaasuun.

Kunnan kiinteistöjen lämmitykseen käytettiin pellettejä noin 290 MWh vuonna 2014.

Puupolttoaineet:

- käyttö noin 31 000 MWh (15 500 m³) vuodessa
- tekninen metsäenergiapotentiaali noin 282 000 MWh (140 900 m³) vuodessa
- potentiaali kunnan omien kiinteistöjen lämmityksessä korvaamaan maakaasua noin 950 MWh vuodessa ja öljyä noin 550 MWh vuodessa
- potentiaali kaukolämmössä noin 68 000 MWh vuodessa

4.3 Peltoenergia

4.3.1 Nykykäyttö

Peltoenergioiden luokitellaan suoraan polttoon menevät energiakasvit. Näistä Suomessa käytetyin on ruokohelpi sekä biodieselin tuotantoon soveltuvat öljypohjaiset kasvit, kuten rypsi. Vuonna 2014 Kangasalla käytössä olevan maatalousmaan määrä on yhteensä noin 9 487 hehtaaria, josta kesanto- ja luonnonhoitopeltojen osuus oli n. 647 ha. [40]

Ruokohelpi on yleensä suoraan polttoon tuotettava energiakasvi ja se on tasalaatuista, energiatehokasta ja uusiutuvaa polttoainetta. Tällä hetkellä ruokohelpeä käytetään polttoteknisistä syistä vain voimalaitoksissa puun ja turpeen kanssa seospolttoaineena, joissa

sen osuus voi maksimissaan olla noin 20 %. Peltoenergian osalta rypsiä viljeltiin n. 148 ha vuonna 2014. Ruukohelpiä alueella ei viljelty. [40]

4.3.2 Peltoenergian lisäysmahdollisuudet

Rypsistä esteröintimenetelmällä tehtävää biodieseliä (RME, rypsimetyyliesteri) voidaan käyttää liikenteessä fossiilipohjaisen dieselin korvikkeena sekä lämmityskäytössä ja työkoneissa kevyen polttoöljyn korvikkeena. Lisäksi öljyn tuotannossa syntyy rypsipuristetta, jolla voidaan korvata soijarehua sikojen ja nautojen ruokinnassa. Rypsiöljyä voidaan käyttää myös sellaisenaan esimerkiksi lämmityspolttoaineena perinteisissä kiinteistöjen öljykattiloissa, mutta tämä edellyttää polttimen vaihtoa puhtaalle rypsiöljylle soveltuvaksi. Maatilakokoluokan ruuvipuristimissa rypsin siemenistä saadaan öljyä noin 25 - 35 % ja puristetta 65 - 75 %. Suomessa rypsin keskisadot ovat n. 1 700 kg/ha, joten hehtaari tuottaa öljyä keskimäärin 500 kg ja puristetta 1 200 kg. Edelleen jalostamalla saadaan rypsiöljystä noin 80 % biodieseliä. [40]

Alueen kesanto- ja luonnonhoitopellot sekä muu viljelemätön ala olivat vuonna 2014 n. 647 ha. Tältä määräalalta voitaisiin saada vuosittain 324 t rypsiöljyä (3 400 MWh) tai edelleen jalostettuna 259 t biodieseliä (2 734 MWh). [40]

Vastaavasti, jos kesanto- ja luonnonhoitopellot sekä muu viljelemätön ala viljeltäisiin ruukohelvelle, saataisiin ruukohelpeä 14 234 MWh (olettaen 5 tonnia kuiva-ainetta per hehtaari ja 22 MWh/ha). [40]

Tulee kuitenkin huomata, että edellä esitetyissä on kyse teoreettisesta potentiaalista ja että peltoenergian taloudellinen hyödyntäminen on tämän päivän energianhinnoilla melko epätodennäköistä.

Kesanto- ja luonnonhoitopellot sekä muu viljelemätön ala:

- potentiaali noin 324 t rypsiöljyä (3 400 MWh) tai edelleen jalostettuna noin 259 t biodieseliä (2 734 MWh) vuodessa
- tai potentiaali noin 14 234 MWh ruukohelpeä vuodessa (vaihtoehto edelliseen)

Koko Pirkanmaan osalta tämän hetken MAVIn tietojen mukaan kesanto- ja luonnonhoitopeltojen ala maakunnassa yhteensä 12 910 hehtaaria. Tältä määräalalta voitaisiin saada vuosittain seuraavat energiamäärät eri raaka-ainetta [40]:

- rypsiöljyä 6475 t (68 GWh)
- biodieseliä 5177 t (55 GWh)
- ruukohelpiä 284 GWh

4.4 Tuulivoima

Tuulivoima voidaan jakaa kahteen kategoriaan: teolliseen tuulivoimaan ja pientuulivoimaan. Teollisella tuulivoimalla tarkoitetaan tuulivoiman tuotantoa yleensä 1-3 MW:n tehoisilla voimaloilla, jotka usein sijoitetaan erillisiin tuulivoimapuistoihin. Myös yksittäisiä teollisia tuulivoimaloita on Suomessa rakennettu, mutta valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden mukaan tuulivoimalat on ensisijaisesti sijoitettava keskitetysti usean voimalan yksiköihin [23]. Suomen tehokkaimmat tuulivoimalat ovat tällä hetkellä teholtaan 5 MW, tosin pääosa viime

vuosina rakennetuista voimaloista on ollut teholtaan 3 MW:n luokkaa. Vuoden 2014 lopussa Suomessa oli yhteensä 260 tuulivoimalaa, joiden yhteenlaskettu teho oli 627 MW [24].

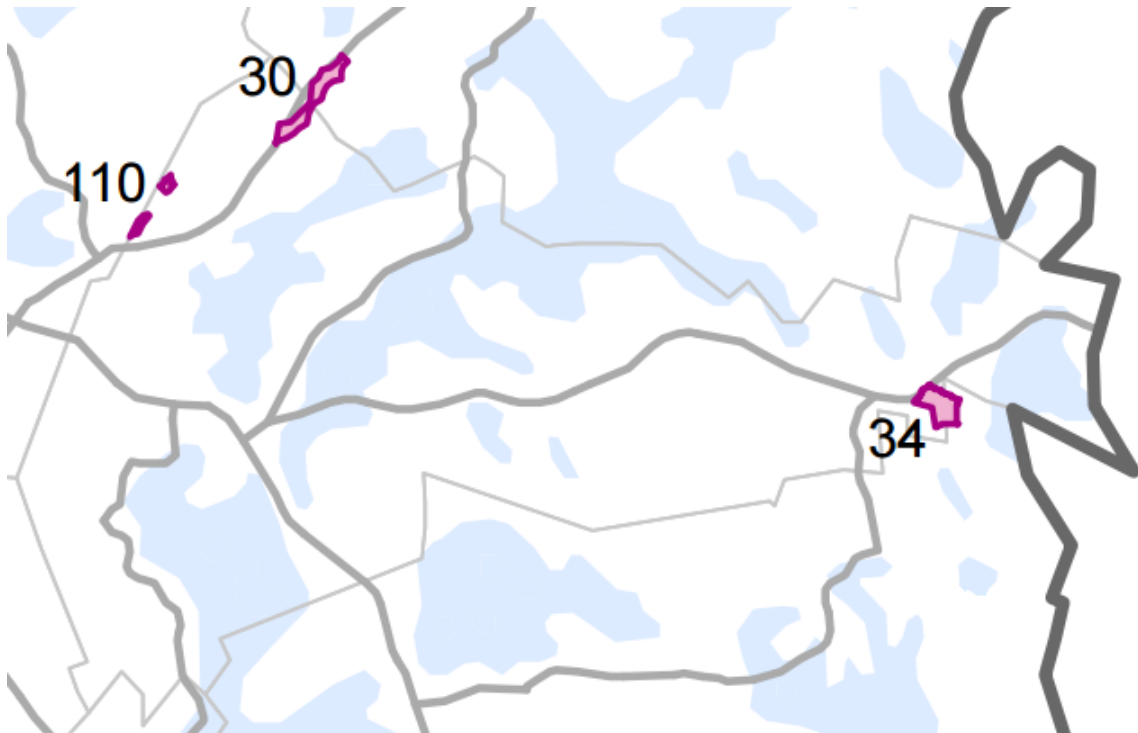
4.4.1 Tuulivoiman nykytilanne

Teollinen tuulivoima

Kangasalla ei ole tällä hetkellä teollisen mittakaavan tuulivoimatuotantoa. Suomen Tuulivoimayhdistyksen karttapalvelun mukaan kunnan alueella oli käynnissä yksi yhden tuulivoimalan hankkeen lupaprosessi Tiihalan alueelle, mutta lupaprosessi on päätynyt eikä oikeuden päätöksellä voimala saanut lupaa. [24]

Pirkanmaan maakuntakaavassa osoitettiin Pirkanmaalle yhteensä 29 tuulivoimatuotantoon soveltuvaa aluetta. Näistä kolme sijaitsee Kangasalan kunnan alueella. Kaavassa on osoitettu Kangasalle yhdessä naapuruskuntien kanssa yhteensä 24 tuulivoimalan ohjeelliset rakennuspaikat. Kaavaan päätyneet alueet ovat: [26]

Alueen nro	Alueen nimi	Sijainti	Alustava voimaloiden määrä
30	Siitama	Valtatien 9 eteläpuoli Oriveden kunnanrajan molemmin puolin	15
34	Kuhmalahti	Pohjan kylän itäpuoli, osittain Pälkäneen puolella	4
110	Tarastejärvi-Loukkaankorvensuo	Tarastenjärven jätteenkäsittelykeskuksen koillispuoli	5



Kuva 18. Maakuntakaavassa osoitetut tuulivoimatuotantoalueet Kangasalla [27].

Pientuulivoima

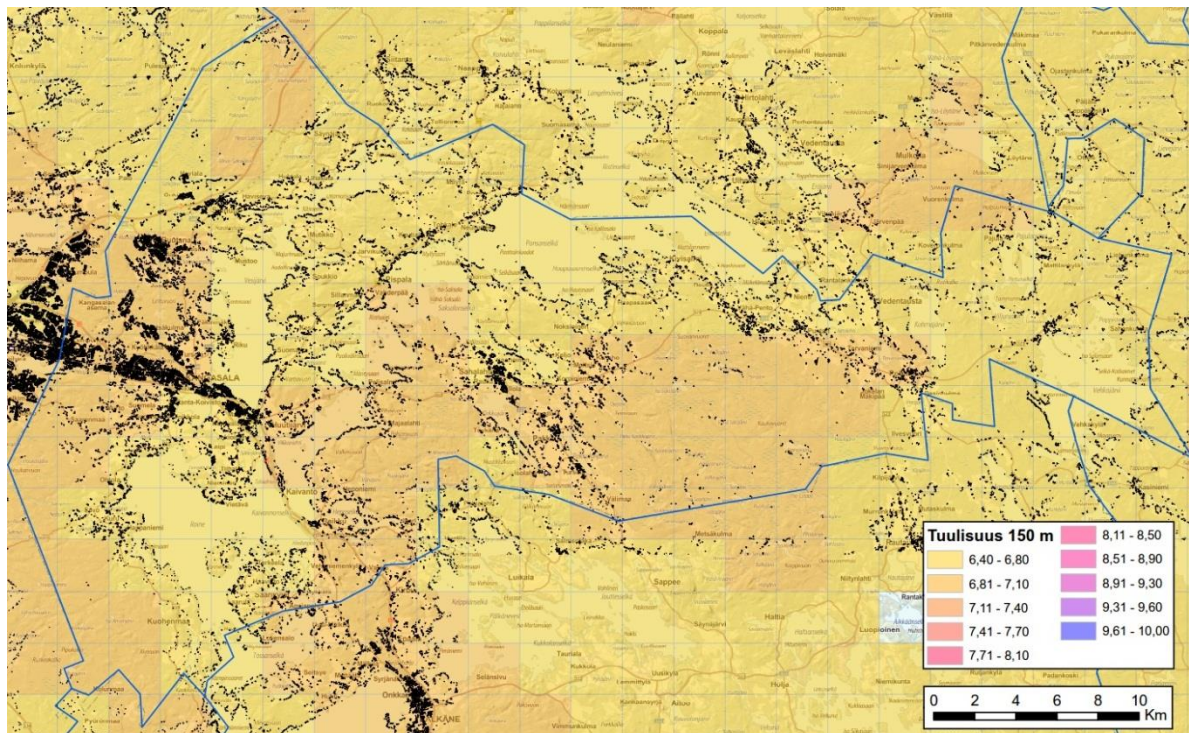
Kangasalla ei tällä hetkellä ole toiminnassa yhtään pientuulivoimalaa.

4.4.2 Tuulivoiman tuotantopotentiaali

Teollinen tuulivoima

Teollisen tuulivoiman tuotantopotentiaali riippuu ennen kaikkea alueen tuulisuudesta ja tuulen tyypillisestä suunnasta. Voimalat saavuttavat nimellistehonsa tyypillisesti n. 10–15 m/s nopeuksilla ja käynnistyvät keskimäärin n. 4 m/s nopeuksilla [21]. Pirkanmaan maakuntakaavaluonnoksen mukaan teollisen tuulivoiman tuotantoalueilla vuoden keskituulen nopeuden tulee olla Ilmatieteen laitoksen Tuuliatlaksen tiedoissa vähintään 6 m/s 100 metrin korkeudessa [28][28].

Kangasalan tuuliolot ovat Tampereen kaupunkiseudun parhaimmat. 150 m korkeudessa Kangasalan parhaimmat tuuliolosuhteet osuvat Tuuliatlaksen aineiston perusteella kunnan länsi- ja keskiosiin. Kunnasta löytyy kohtalaisen laajoja hyvin tuulevia alueita. Parhaimmilla alueilla tuulen vuotuinen keskinopeus on n. 7 m/s luokkaa. Muualla Kangasalla tuulisuus 150 m korkeudessa on 6,4–6,8 m/s. Tuulisuuden näkökulmasta Kangasalalla olisi mahdollista tuottaa merkittäviä määriä tuulivoimaenergiaa.



Kuva 19 Tuulisuus Kangasalla 150 m korkeudessa ja Kangasalan asuin- ja lomarakennukset.

Kangasalla teollisen tuulivoiman potentiaalia rajaa kuitenkin merkittävästi kunnan suhteellisen tiivis rakennuskanta. Pirkanmaan maakuntakaavaluonnoksessa teollisen tuulivoiman minimietäisyydeksi asuin- tai lomarakennukseen on määriteltä 1,0 km [28]. Tuulivoimarakentamiseen soveltuvia alueita ei tämän vaatimuksen mukaan löydy kuin lähinnä maakuntakaavaluonnoksessa tuulivoimarakentamiseen osoitetuista paikoista sekä Elamonjärven ympäriltä ja kunnan lounaiskulmassa. Näistä jälkimmäinen oli kuitenkin mukana maakuntakaavaluonnoksessa, mutta karsiutui lopullisista tuulivoimaan soveltuvista alueista ilmeisesti alueen maisema-arvojen vuoksi. Elamonjärven aluetta ei myöskään ole merkitty

maakuntakaavaluonnoksessa tuulivoimatuotantoon soveltuvaksi alueeksi, vaikka sen soveltuvuutta tuulivoimatuotantoalueeksi onkin maakuntakaavatyön yhteydessä tutkittu.

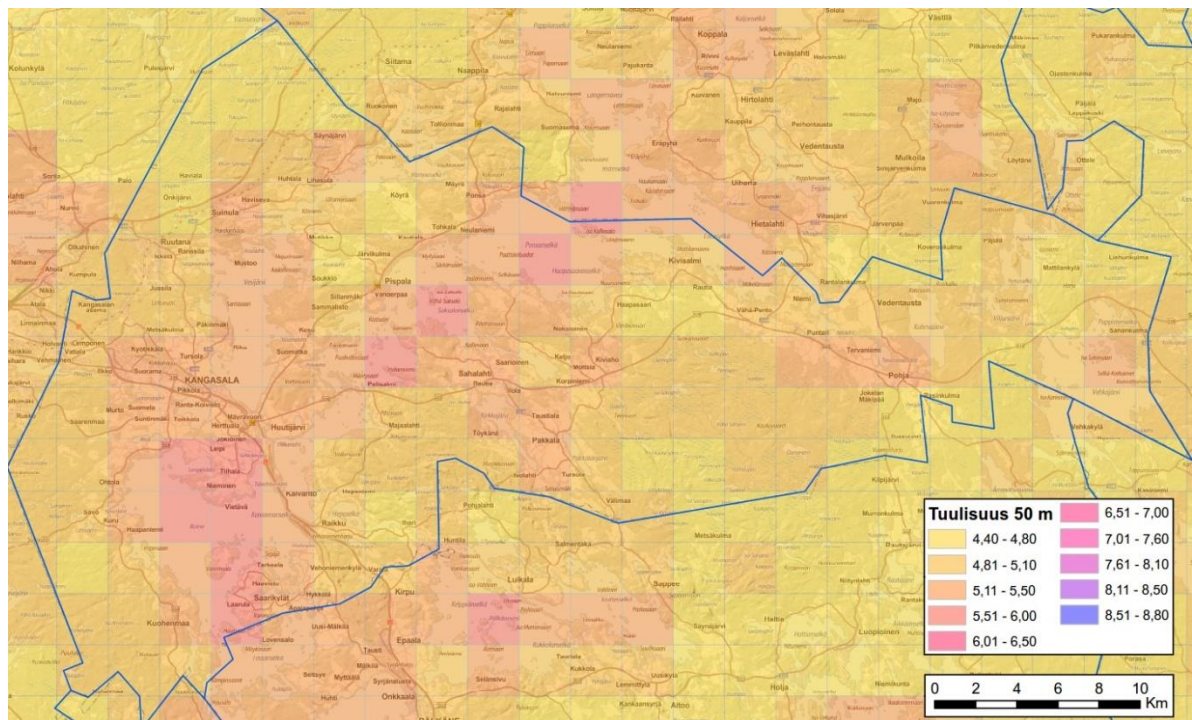
Tampere-Pirkkalan lentoaseman läheisyys ei aseta korkeusrajoituksia Kangasalan kunnan tuulivoimarakentamiselle.

Kangasalalle voidaan arvioida mahtuvan nykyisillä vaatimuksilla ja nykyisillä maakuntakaavan tuulivoima-alueilla n. **75 MW:n nimellistehon edestä tuulivoimatuotantoa** (3 MW:n nimellistehoisilla voimaloilla), josta maakuntakaavan n. 15 voimalaa muodostaa 45 MW:n osuuden ja Elamonjärven alue 30 MW (arviolta maksimissaan 10 voimalaa erilleen sijoitettuina). Elamonjärven potentiaali on tosin hyvin epämääräinen, sillä kuten edellä mainittiin, aluetta ei valittu maakuntakaavaan tuulivoima-alueeksi. Yksittäisille voimaloille voisi kuitenkin löytyä sekä tila että riittävät tuuliolosuhteet kyseisellä alueella siitä huolimatta.

Pientuulivoima

Myös pientuulivoiman tuotannossa voimalan korkeudella on suuri merkitys. Voimalat olisi sijoitettava mahdollisimman korkealle maksimaalisen tuotannon saavuttamiseksi. Kaikki esteet, kuten puut ja rakennukset, synnyttävät pyörteitä, jotka heikentävät tuulen voimaa. Voimalan napakorkeuden tulisi olla selkeästi esteitä korkeammalla. [25]

Alla oleva kartta kuvaa tuulisuutta Kangasalla 50 m korkeudessa. Kartasta näkee, että 50 m korkeudessa Kangasalan tuulisimmat alueet osuvat suurten järvien selkä- ja rannikkoalueille. Järvien selillä ja parhailla rannikkoalueilla tuulee keskimäärin 5,2–5,5 m/s. Muilla alueilla tuulisuus vaihtelee 50 m korkeudessa 4,4–4,8 m/s välillä. Kangasalan tuuliolosuhteita voidaan pitää pientuulivoimalle hyvänä.



Kuva 20 Tuulisuus Kangasalla 50 m korkeudessa.

Pientuulivoimaa rakennetaan kuitenkin yleensä alle 50 m korkeuksiin, tyypillisesti korkeintaan 30 m korkeuteen. Tästä syystä tuulisuutta 50 m korkeudessa voidaan pitää vain suuntaa-antavana tietoa pientuulivoiman potentiaalista, ja todellisessa asennuskorkeudessa tuuliolosuhteet ovat

todennäköisesti selvästi alhaisemmat. Pientuulivoimalan tuotantopotentiaalia ei voikaan arvioida tarkasti kuin mittaamalla tuulennopeus paikkakohtaisesti todellisessa asennuskorkeudessa.

Kangasalla vaikuttaisi tuulisuuden perusteella olevan hyvät mahdollisuudet toteuttaa pientuulivoimaa laajemmassakin mittakaavassa.

Kangasalle arvioidaan mahtuvan nykyisillä vaatimuksilla ja nykyisillä maakuntakaavan tuulivoima-alueilla n. 75 MW:n nimellistehon edestä tuulivoimatuotantoa (3 MW:n nimellistehoisilla voimaloilla), josta maakuntakaavan n. 15 voimalaa muodostaa 45 MW:n osuuden ja Elamonjärven alue 30 MW (arviolta maksimissaan 10 voimalaa erilleen sijoitettuina). Kangasalla vaikuttaisi tuulisuuden perusteella olevan hyvät mahdollisuudet toteuttaa myös pientuulivoimaa laajemmassakin mittakaavassa.

4.5 Aurinkoenergia

Aurinkoenergiaa voidaan hyödyntää eri tavoin; aktiivisesti ja passiivisesti sekä sähköinä ja lämpönä. Aurinkoenergian aktiivisella hyödyntämisellä tarkoitetaan sähkön tuottamista aurinkokennoilla ja lämmöntuotantoa aurinkolämpökeräimillä. Lämpökeräimet pystyvät tyypillisesti ottamaan talteen noin 40 % pinnalle saapuvasta säteilyenergiasta [34]. Passiivisella hyödyntämisellä taas viitataan säteilyn hyödyntämiseen ilman erityisiä keräyslaitteita mm. auringon valon ja lämmön hyödyntämiseen rakennuksissa (esim. rakennusten ikkunoiden sijoittaminen optimaalisesti niin, että säteilyenergia lämmittää rakennusta). Aurinkopaneelien sijoittaminen ja kallistuskulma vaikuttavat niille tulevan kokonaissäteilyn määrään. Esimerkiksi lumesta, kiiltävistä kattopinnoista tai vedestä heijastuva säteily voi lisätä kallistetuille paneeleille tulevaa kokonaissäteilyä hetkellisesti jopa yli 20 prosenttia [35].

4.5.1 Aurinkoenergian tuotanto ja resurssit

Aurinkosähkö

Kangasalla ei ole merkittävästi aurinkosähkön tuotantojärjestelmiä nykyisin. Olemassa olevat aurinkosähköjärjestelmät voidaan olettaa olevan rakennuskohtaisia pienen kokoluokan järjestelmiä. Tuotetusta aurinkosähkön määrästä ei ole mitattua tai arvioitua tietoa käytettävissä.

Aurinkolämpö

Kangasalla on kunnalta saadun tiedon mukaan aurinkolämmön tuotantoa kunnan omistamissa rakennuksissa Tursolan korttelikoulussa, lukiossa, Liuksialan päiväkotijärjestelmässä ja koulurakennuksessa sekä Suoraman koulussa. Kyseisissä kohteissa aurinkolämmön tuotantoa ei ole arvioitu kovin merkittäväksi. Tuotetusta aurinkolämmön määrästä ei ole mitattua tai arvioitua tietoa käytettävissä. Lisäksi Kangasalla on aurinkolämmön tuotantoa 30 m²:n aurinkolämpökeräimillä ainakin yhdessä rivitaloyhtiössä [45] sekä todennäköisesti joitakin muita rakennuskohtaisia pienen kokoluokan järjestelmiä.

4.5.2 Aurinkoenergian tuotanto- ja hyödyntämispotentiali

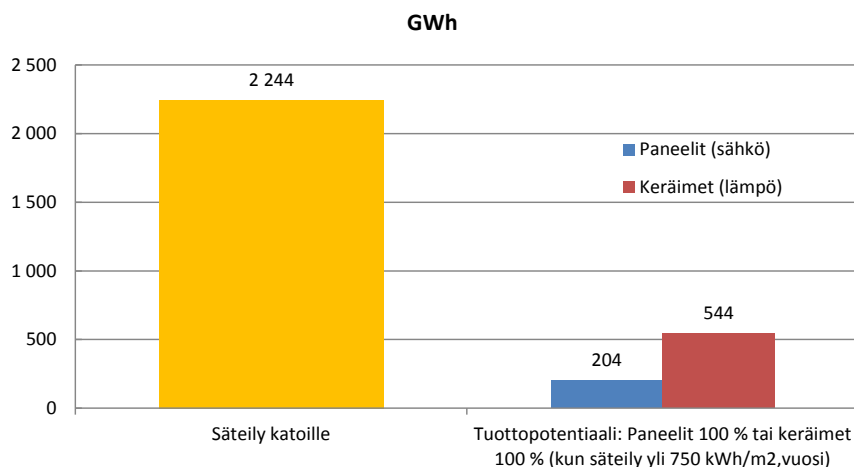
Auringon säteilyenergia (890 kWh/m^2 , vuosi) Kangasalan maa-alueille on noin 0,6 milj. GWh vuodessa. Aurinkoenergiaresursseja olisi siten runsaasti tarjolla, esimerkiksi noin 1700-kertaisesti verrattaessa säteilyenergiaa Kangasalan vuoden 2014 sähkön kulutuksen 263 GWh ja kaukolämmön kulutuksen 72 GWh yhteismäärään. Aurinkoenergian tuotantoa voidaan lisätä kiinteistö- tai rakennuskohtaisesti hajautettuna tuotantona tai keskitettynä tuotantona rakentamalla suuremman kokoluokan aurinkovoimaloita, joissa tuotettu sähkö syötetään suoraan sähkönjakeluverkkoon tai tuotettu lämpö syötetään kauko- tai aluelämpöverkkoon.

Hajautettu tuotanto (rakennusten kattopinnat)

Aurinkoenergian tuotannon potentiaalia Kangasalan kunnan alueen rakennusten kattopintoja hyödyntäen on selvitetty erillisessä aurinkoenergiapotentiaaliselvityksessä [39]. Työssä aurinkoenergian tuotantopotentiaalin arvioimiseksi selvitettiin hyödynnettävissä oleva kattopinta-ala, jolle auringonsäteily on riittävää potentiaalisen tuotannon kannalta. Selvityksessä analysoitiin Kangasalan rakennuskannan kattopinta-alaa noin $3,6 \text{ milj. m}^2$.

Hyödynnettäville kattopinnoille asennettavissa oleva aurinkopaneeli- tai -keräinmäärän arvioidaan olevan enimmillään noin 75 % kattopinta-alasta. Katoille asennettavien paneelien ja keräimien enimmäismäärä on mm. kiinni siitä, mihin kulmaan paneeleita tai keräimiä voidaan asentaa, jotta ne eivät ala merkittävästi varjostamaan toisiaan. Katolle asennettavien keräimien ja paneelien määrää voi rajoittaa myös kattorakenteille sallittu kuormitus, johon vaikuttavat asennettavien laitteiden paino sekä tuuli- ja lumikuormat. Kattorakenteiden sallittu kuormitus on aina selvitettävä tapauskohtaisesti aurinkoenergiajärjestelmien suunnitteluvaiheessa. Aurinkoenergiajärjestelmä tulee suunnitella, mitoittaa ja toteuttaa niin, että se ei aiheuta riskiä kattorakenteiden kestävyydelle eikä vesikatteen veden pitävyydelle.

Aurinkoenergiapotentiaaliselvityksessä [39] analysoidusta rakennuskannan kokonaiskattopinta-alasta noin 28 % (1 milj. m^2) on arvioitu saavan auringon säteilyä niin paljon, että kattopinta on hyödynnettävissä hyvin aurinkoenergian tuotantoon. Kuvassa 21 esitetään selvityksessä [39] arvioitu aurinkosähkön tai aurinkolämmön potentiaalinen tuotto, kun hyödynnetään kattopinnat, joille auringon säteilyenergia on vuositasona vähintään tyydyttävällä tasolla (yli 750 kWh/m^2 , vuosi). Aurinkopaneelien hyötysuhteena on selvityksessä käytetty 15 % ja keräimien hyötysuhteena 40 %.



Kuva 21 Aurinkoenergian hajautetun tuotannon potentiaaliarvio (kattopinnat).

Tuotantopotentialin hyödyntäminen täysimääräisesti tarkoittaa usein sitä, että aurinkoenergiaa ei pystytä kokonaisuudessaan hyödyntämään kyseisessä kiinteistössä tuotantohetkellä, vaan että aurinkoenergiaa on varastoitava. Tällöin järjestelmätoteutuksissa tarvitaan kiinteistökohtaisia aurinkolämmön varaajia sekä sähköakkuja tai mahdollisuutta toimittaa ylituotantosähkö sähkönjakeluverkkoon ja ylituotantolämpö kauko- tai aluelämpöverkkoon. Tuotantojärjestelmien rakentamiseen vaikuttaa luonnollisesti investoinnin kannattavuus. Aurinkoenergiajärjestelmän hankinnan taloudellisen kannattavuuden arvioinnissa vaikuttaakin täysimääräistä tuotantopotentialia enemmän kohteen omaan energiankäyttöön perustuva tuotantojärjestelmän mitoitus sekä energian osto- ja myyntihinta.

Tällä hetkellä kiinteistö- tai rakennuskohtaisten tuotantojärjestelmien kannattavuus on sitä parempi, mitä enemmän tuotettua aurinkoenergiaa saadaan hyödynnettyä suoraan käyttöön. Tällä perusteella tuotantojärjestelmät usein myös mitoitetaan, kun taas koko käytettävissä olevan kattopinta-alan mukaan mitoitettu tuotantojärjestelmä ei ole välttämättä taloudellisesti perusteltu. Kun tuotantojärjestelmä toteutetaan ja mitoitetaan niin, että tuotannon ja kulutuksen yhtäaikaisuus otetaan huomioon ja tuotantojärjestelmä mitoitetaan siten, että se maksaa itsensä takaisin elinkaarensa aikana, voidaan toteutuvan tuotantomäärän arvioida olevan täysimääräistä tuotantopotentialia vähäisempi. Taloudellisesti kannattavan aurinkosähkötuotannon ja maksimituotantopotentialiin ero on usein pienempi kuin aurinkolämmön tuotannossa.

Taloudellista kannattavuutta on kuitenkin aina tarkasteltava tuotantojärjestelmäkohtaisesti järjestelmän elinkaarikustannuksiin perustuen. Tulevaisuudessa tuotantopotentialin toteutumiseen vaikuttavat aurinkoenergiantuotanto ja -varastointijärjestelmien kehitys ja etenkin niiden hintakehitys kuten myös energianhinnat, sekä ostettavan että sähköverkkoon myytävän ja mahdollisesti myös kaukolämpöverkkoon myytävän energian hinta.

Varsinkin uusia alueita suunniteltaessa tulisi kaavojen laadinnassa ottaa huomioon rakennuksien varjostukset, jotta korkeat rakennukset eivät varjostaisi matalampia. Lisäksi kattojen osalta tulisi pyrkiä etelään suunnattuihin kalteviin kattoratkaisuihin, jolloin kattopinta-ala saadaan enemmän hyödyksi. Rakenteisiin integroiduissa aurinkoenergiaratkaisuissa korvataan aurinkokeräimillä tai -paneeleilla muita rakennusmateriaaleja esim. rakennusten ulkoseinillä. Integroiduissa ratkaisuissa paneelien ja keräimien materiaalit ja sijoittelu ei ole välttämättä optimaalista, jolloin auringon säteilyn saanti on tavallisesti vähäisempää erillisiin keräimiin tai paneeleihin verrattuna. Seiniin yms. asennettavilla integroiduilla ratkaisuilla ympäristön varjostukset ovat usein ongelmana, koska aurinkopaneelit tai -keräimet ovat kattoratkaisuja matalammalla.

Keskitetty tuotanto

Keskitetty aurinkoenergian tuotantoratkaisu tuotetun aurinkoenergian yksikkökustannuksen kannalta on pääsääntöisesti edullisempi verrattuna rakennuskohtaiseen aurinkoenergiantuotantojärjestelmään, koska suuressa mittakaavassa järjestelmä investointi on suhteellisesti edullisempi. Uusilla alueilla keskitetyn aurinkoenergian tuotannon rakentaminen tulisi sisältyä jo alueen hankesuunnitteluvaiheeseen. Keskitettyä aurinkoenergian tuotantoa varten tulisi kaavaan varata maa-ala, johon aurinkoenergiavoimala rakennettaisiin, myös erityisen suuria kattopintoja voidaan hyödyntää. Aurinkoenergiatuotannon huomioon ottamista kaavoituksessa on selvitetty mm. Porvoon Skaftkärrin alueen kaavarunkotyössä [47] sekä alueen energiatehokkuuden ohjauksessa ja kehittämisessä asemakaavoituksen yhteydessä [48].

Keskitetyn aurinkoenergian tuotannon todennäköisiä rakentajia ovat nykyiset energia-alan toimijat, tällä hetkellä pääasiassa sähkö- ja lämpöyhtiöt, jolloin etuna on myös yksi järjestelmän toimivuudesta ja ylläpidosta vastaava toimija. Suurien keskitettyjen aurinkosähkö- tai lämpövoimaloiden lisäksi viimeisen kymmenen vuoden aikana myös aurinkoenergiaa käyttävien jäähdytyslaitosten toteutukset Euroopassa ovat lisääntyneet merkittävästi, vaikkakin laitosten määrä jäähdytyslaitosten markkinoihin nähden on vielä vähäinen [49].

Aurinkosähkö

Aurinkosähkön keskitetty tuotanto Suomessa on kasvanut viime vuosina ja aurinkovoimaloita on rakennettu ja rakennetaan koko ajan lisää. Tällä hetkellä teholtaan Suomen suurin tuotannossa oleva aurinkovoimala (853 kWp) on juuri asennettu Helsingin Kivikkoon hiihtohallin katolle [50]. Keravalle on maan pinnalle asennettu ja otettu tuotantoon vuoden 2016 alussa 250 kWp:n aurinkovoimala. Haminan Mäenkankaan tuulivoimapuiston yhteyteen on rakenteilla niin ikään maan pinnalle 725 kWp:n aurinkovoimala.

Esimerkiksi Helsingin Östersundomin alueelle on tehty esiselvitys [51] suuren mittakaavan aurinkovoimalan toteutusmahdollisuuksista. Selvityksessä on esitetty kolme toteutusversiota, joista yhdessä aurinkovoimala sijoitettaisiin voimalinjojen alle. Voimalan maa-alavaraukseksi selvityksessä on esitetty n. 44 ha aurinkopaneelipinta-alan ollessa noin 17 ha sekä sähkötehoarvion ollessa 27 MWp ja energian vuosituottoarvion 22 GWh.

Suuren mittakaavan keskitettyjä aurinkosähkövoimaloita on toteutettu Euroopassa melko paljon. Suomessa em. suurempia aurinkovoimaloita ei ole toistaiseksi toteutettu. Seuraavassa taulukossa esitetään muutamia esimerkkejä Euroopan eri maissa toteutetuista suuren kokoluokan aurinkovoimaloista.

Taulukko 7 Esimerkkejä suuren kokoluokan aurinkovoimaloista [52]

Kohde	Lyhyt kuvaus
Aurinkovoimala, Senftenberg, Brandenburg, Saksa	Tuotannossa v. 2011. Sähköteho 168 MWp. Rakennettu vanhalle kaivosalueelle.
Aurinkovoimala, Neuhardenberg, Brandenburg, Saksa	Tuotannossa v. 2012/2015. Sähköteho 156 MWp. Rakennettu vanhalle lentokenttäalueelle.
Aurinkovoimala, Cestas, Bordeaux, Ranska	Tuotannossa v. 2015. Sähköteho 300 MWp. Rakennettu 250 ha:n alueelle.
Aurinkovoimala, Perovo, Ukraina	Tuotannossa v. 2011. Sähköteho 105 MWp.
Aurinkovoimala, Lerchenborg, Tanska	Tuotannossa v. 2015. Sähköteho 61,5 MWp.

Aurinkolämpö

Aurinkoenergian hyödyntäminen rakennuskohtaisia aurinkolämpöjärjestelmiä suuremmassa mittakaavassa kuten kaukolämmöntuotannon yhteydessä on ollut Suomessa vähäistä. Aurinkolämmön liiketoimintamahdollisuuksia kaukolämmön yhteydessä Suomessa on selvitetty TEM:n raportissa 28/2013 [53]. Raportissa todetaan, että aurinkolämmön yleistymistä aiemmin hidastaneet tekijät, kuten korkea investointikustannus, ovat poistumassa teknologian kehityksen, tiukkenevien rakentamismääräysten ja energiatehokkuusvaatimusten sekä uusiutuvien energianlähteiden hyödyntämistavoitteiden myötä. Aurinkolämmön tuotannon potentiaali on tiedostettu ja edellä mainittujen ajureiden myötä kiinnostuksen aurinkolämmön hyödyntämiseen keskitetyissä lämmöntuotantojärjestelmissä voidaan olettaa kasvavan.

TEM:n teettämässä selvityksessä [53] tarkasteltiin mm. kahta eri kokoluokan aurinkolämpöjärjestelmää kaukolämmön tuotantolaitoksen yhteydessä. Aurinkolämpöjärjestelmien keräinalat olivat 0,5 ha ja 5 ha. Keskitetyissä järjestelmissä keräimet sijoitetaan samalle alueelle, mutta niitä voidaan sijoittaa myös useaan eri kohteeseen kuten aukeille maa-alueille, vapaille kattopinnoille, meluvalleihin yms. rakenteisiin. Yhdelle alueelle sijoitettu suuri järjestelmä on kuitenkin hankintakustannuksiltaan edullisin suunnittelun, rakentamisen, automaation ja lämmönsiirron kustannusten suhteellisen osuuden laskiessa. Selvityksessä [53] keskitetyn aurinkolämpöjärjestelmän tuotantokustannukseksi Jyväskylässä 0,5 ha:n keräinalalla saatiin 67 €/MWh, sekä 5 ha:n keräinalalla 47 €/MWh (korkotaso 5 % ja

takaisinmaksuaika 20 vuotta). Suuremmalla järjestelmällä saavutetaan selvityksen mukaan selvästi alempi tuotantokustannus. Samassa selvityksessä tarkastelluilla kiinteistökohtaisilla aurinkolämpöjärjestelmillä tuotantokustannus vaihteli välillä 80...140 €/MWh.

Keskitetty ratkaisu voi olla selvityksen [53] mukaan siten hajautettua tuotantoa huomattavastikin kustannustehokkaampaa, mikäli kaikki tuotettu aurinkolämpö saadaan hyödynnettyä. Aurinkolämmön tuotantokustannuksiin vaikuttaa kuitenkin monet tekijät ja lämmön tuotantorakennetta on arvioitava aina tapauskohtaisesti. Keskitettyllä järjestelmällä mm. tarvittavan maa-alueen hankinnan kustannukset voivat vaikuttaa lämmön tuotantokustannukseen merkittävästi. Aurinkolämmön tuotannon kannattavuuteen taas vaikuttaa merkittävästi se, mitä kaukolämmön tuotannon polttoaineita aurinkolämmöllä voidaan korvata. Toisaalta aurinkolämmön tuotannon painottuessa kesään, ei aurinkolämmön hyödyntäminen vähennä kaukolämmön tuotantokapasiteetin tarvetta ellei järjestelmään ole liitettävissä riittävän suurta kausivarastointia. Tuotantokapasiteetin osalta tilanne on sama myös kiinteistökohtaisessa aurinkolämmön tuotannossa.

Aurinkolämpöjärjestelmä voidaan kytkeä kaukolämpöverkkoon kuten muutkin lämmöntuotantolaitokset eli teknisiä esteitä ei ole, mutta aurinkolämmön soveltuvuus ja kytkentävaihtoehdot tuotantojärjestelmään tulee selvittää aina tapauskohtaisesti [53]. Aurinkolämpöjärjestelmä voidaan kytkeä kaukolämmön meno- tai paluulinjaan. Kytkettäessä keskitetty aurinkolämmön tuotantojärjestelmä kaukolämmön menolinjaan pyritään aurinkolämpöjärjestelmällä tuottamaan kaukolämmön menolinjan lämpöistä vettä (esim. 70-80 °C). Aurinkolämpöjärjestelmä erotetaan kaukolämpöverkosta lämmönsiirtimellä, koska aurinkolämpöjärjestelmässä käytetään pakkasta kestäväää lämmönsiirtoliuosta ja painetaso on kaukolämpöjärjestelmää alhaisempi [53]. Mitä alempi aurinkolämmöllä lämmitetyn kaukolämpöveden lämpötila voi olla, sitä paremmalla hyötysuhteella aurinkolämpöä saadaan keräimillä tuotettua. Tämän vuoksi aurinkolämpöä saataisiin tuotettua paremmalla hyötysuhteella kaukolämmön paluulinjaan. Kaukolämpöverkossa lämpö on kuitenkin menolinjassa arvokkaampaa kuin paluulinjassa, sillä paluulinjan kaukolämpöveden lämpötilan nosto aurinkolämmöllä mm. lisää verkon lämpöhäviöitä, vähentää mahdollisesta savukaasujen lämmöntalteenottopesurista saatavaa lämpö määrää sekä vähentää tuotetun sähkön määrää sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksessa [53]. Paluulinjaan tuotettavan aurinkolämmön vaikutukset riippuvat tapauskohtaisesti kaukolämmön tuotantojärjestelmästä ja tuotettavasta aurinkolämmön määrästä.

Suuren mittakaavan keskitettyjä aurinkolämmön tuotantojärjestelmiä on toteutettu Euroopassa, mutta Suomessa tällaisia järjestelmiä ei toistaiseksi ole rakennettu. Seuraavaan taulukkoon on koottu muutamia esimerkkejä suuren kokoluokan aurinkolämpövoimaloista.

Taulukko 8 Esimerkkejä suuren kokoluokan aurinkolämpövoimaloista [54]

Kohde	Lyhyt kuvaus
Aurinkolämpövoimala, Vojens, Tanska	Tuotannossa v. 2012, laajennus v. 2014. Maa-ala n. 70 ha. Lämpöteho 49 MW.
Aurinkolämpövoimala, Marstal, Tanska	Tuotannossa v. 1994, laajennettu useaan otteeseen. Keräinpinta-ala n. 18 ha, maa-ala n. 33 ha. lämpöteho 23 MW.
Aurinkolämpövoimala, Kungälv, Ruotsi	Tuotannossa v. 2000. Keräinpinta-ala n. 10 ha, lämpöteho 7 MW. Aurinkolämmön tuotanto n. 4 GWh/a.

Aurinkoenergiapotentiaali Kangasalan maa-alueilla

Suuret aurinkoenergian tuotantolaitokset (esim. yli 100 kWp:n aurinkovoimalat) vaativat aurinkopaneelien tai -keräimien asennuspinta-alaa yli 1 000 m². Kangasalan sähkönkulutusta (263 GWh) vastaavan aurinkosähkön tuottamiseksi tarvittaisiin paneelipinta-alaa noin 2,1 milj.m² ja tarvittavaa asennuspinta-alaa arviolta noin 3 milj.m², mikä on noin 0,5 % (330 ha)

Kangasalan maa-alasta ja vastaisi esimerkiksi noin 460 täysimittaisen jalkapallokentän kokoista aluetta. Esimerkiksi, jos Kangasalan maa-alueiden peltoalasta olisi hyödynnettävissä 0,5 % (n. 46 ha) keskitetyn aurinkoenergian tuotannon käyttöön, saataisiin aurinkosähköä tuotettua noin 45 GWh vuodessa tai aurinkolämpöä noin 120 GWh, mikä ylittäisi tämän hetkisen kaukolämmön kulutuksen.

Tuotantopotentiaali rakennusten katoilla

- Aurinkosähkö: 204 GWh/vuosi, tai
- Aurinkolämpö: 544 GWh/vuosi

Tuotantopotentiaaliarviossa on otettu huomioon rakennukset, joiden katoille aurinkosäteily on vähintään 750 kWh/m²/vuosi. Sun Energia Oy [39].

Muu tuotantopotentiaali

- Aurinkosähkö: 45 GWh/vuosi, tai
- Aurinkolämpö: 120 GWh/vuosi

Tuotantopotentiaaliarvio, kun maa-alueiden peltoalasta 0,5 % käytetään aurinkoenergian tuotantoon.

4.6 Vesivoima

Kangasalla ei ole vesivoiman tuotantoa eikä sitä nähdä mahdolliseksi tulevaisuudessakaan.

4.7 Geoenergia

4.7.1 Maalämpö

Maalämpö (kalliolämpö ja pintamaalämpö) on tavallisin tapa hyödyntää geoenergiaa. Kalliolämpöä käytetään ennen kaikkea yksittäisissä taloissa ja omakotitaloissa, mutta myös suuremmissa kiinteistöissä, joissa on useita asuntoja. Kalliolämmön hyödyntämistä varten porataan yksi tai useampi kaivo noin 100 – 300 metrin syvyyteen. Kaivoon asennetaan U-putki, joka toimii lämmönvaihtimena. Putkessa oleva lämmönsiirtoneste kerää lämpöä kalliosta ja johtaa sen taloon, missä lämpöpumppu nostaa lämpötilan vaaditulle tasolle.

Lämpöpumppu, joka hyödyntää energiaa syvästä energiakaivosta, tarjoaa tehokkaan ja edullisen energialähteen. Keskilämpötila 100 metrin syvyydellä pysyy tasaisena läpi vuoden. Talvisin, kun ulkona on kylmää, on maaperä lämpimämpi ja kesäisin maaperä on viileämpi kuin ilma. Maassa tapahtuvan lämmönvaihdon ja lämpöpumpun avulla voidaan muutaman asteen lämpötilaeroa hyödyntää niin, että sisällä on talvisin lämmin ja kesäisin viileää. Tavallisessa omakotitalossa sähkökäyttöinen lämpöpumppu tarjoaa vähintään noin kolme kertaa enemmän energiaa, mitä se itse kuluttaa (COP-luku noin 3). Suurten kiinteistöjen kehittyneimmissä järjestelmissä, joissa käytetään myös jäähdytystä, on energiansäästö merkittävästi suurempi. Myös suuret teollisuuslaitokset, tavaratalot tai lentokentät voivat käyttää geoenergiaa lämmönlähteenään.

Niin sanotussa pintamaalämmössä maan pintakerrokseen asennetaan vaakatasoon lämmönkeruuputkea, joka kerää lämmön samalla tavoin kuin porattu lämpökaivo. Tämä järjestelmä vaatii usein paljon maapinta-alaa eikä sovellu niin hyvin taajamiin ja tiheästi asutulle alueelle kuin kallioon tai maaperään porattu maalämpö. Pientalovaltaisilla omakotialueilla on se kuitenkin edelleen myös mahdollinen maalämmön keruutapa.

Geologian tutkimuskeskus (GTK) teki Tampereen, Kangasalan ja Lempäälän toimeksiannosta selvityksen paikkakuntien geoenergiapotentiaalista. Työn tuloksena tuotettiin kartta-aineistoa, joka kuvaa kvalitatiivisesti geoenergian hyödynnettävyyttä. Esimerkilaskelmin tutkittiin geoenergiapotentiaalin merkitystä energiatarpeeltaan erilaisiin käyttökohteisiin. Selvitys antaa tietoa kivilajien lämmönjohtavuudesta sekä maapeitteen paksuuden vaihtelusta, sekä palvelemaan uusiutuvan geoenergian hyödyntämismahdollisuuksien arviointia ja käyttöä.

Kartoitetun alueen geoenergiapotentiaali (liite 1) on pääosin hyvä ja paikoin jopa erinomainen. Keskinkertaisiksi luokitellut alueet ovat geoenergian hyödyntämisen kannalta myös suositeltavia. Potentiaailtaan tyydyttäviin ja heikkoihin alueisiin kuuluu pääosin yksittäisiä alueita, ja niillä energiakaivojen suunnitteluun (mm. erillinen TRT-mittaus) tulee kiinnittää erityistä huomiota haluttujen energiamäärien saamisen varmistamiseksi.

4.7.2 Järvilämpö

Lähellä järveä on mahdollista saada järvilämpöä, joka on myös yksi geoenergian muoto. Järvilämpö hyödyntää aurinkoenergiaa, joka on varastoituneena järven pohjaan ja veteen. Järjestelmää varten pitkä putki upotetaan pohjaan. Putkessa virtaa lämmönsiirtoaine, joka pumpataan lämpöpumpulle. Järvilämpö toimii aivan samalla tavalla kuin kalliolämpö, erona vain se, että hyödynnetään järven pohjaan ja veteen varastoitunutta aurinkoenergiaa. Tällä hetkellä suuri mielenkiinnon kohde on juuri vesistöjen pohjassa olevaan sedimenttiin varastoitunut lämpö, mitä tutkitaan ja kartoitetaan Suomessa.

4.7.3 Geoenergiakenttä

Geoenergiakenttää käytetään usein suuriin rakennuksiin ja teollisuuslaitoksiin, jotka tarvitsevat sekä lämmitystä että jäähdytystä. Kalliosta noudetaan lämpöä talven aikana kalliosta, joka viilenee muutaman asteen. Kun jäähdytyskausi alkaa toukokuussa, käytetään viileätä kallioperää kiinteistöjen viilennykseen. Viilennyksen aikana kallio taas lämpenee. Käyttämällä uudelleen energiaa, voidaan sekä lämmittää että viilentää suuria rakennuksia.

Tekniikka on suurimmassa määrin sama kuin lämpökaivojärjestelmässä, mutta koska lämmitetään ja viilennetään suurta "kalliomassaa", porataan monta lähellä olevaa porareikää toistensa viereen, mikä vaatii suhteellisen vähän maata. Geoenergiakenttä voidaan yleensä sijoittaa myös paikoitusalueen tai rakennuksen alle.

4.7.4 Potentiaalitarkastelu

Nykyisessä rakennuskannassa maalämpö soveltuu hyvin korvaamaan vesikiertoisen öljy- tai maakaasulämmityksen tai varaavan sähkölämmityksen. Maakaasulämmitys voidaan korvata kustannustehokkaimmin ja helpoimmin käyttämällä maakaasun sijaan uusiutuvaa, kotimaista ja ympäristöystävällistä biokaasua. Maalämpö soveltuu erityisen hyvin kaukolämpö- ja kaasuverkon ulkopuolisille alueille, joiden geoenergiapotentiaali on vähintään keskinkertainen.

Suoran sähkölämmityksen korvaaminen on taloudellisesti haastavampaa, koska investointi lähes kaksinkertaistuu vesikiertoisen lämmitysjärjestelmän asentamisen johdosta. Myös keskihintaisen kaukolämmön kanssa maalämpö on kilpailukykyinen vain poikkeustapauksissa. Näiden syiden takia maalämmön maksimipotentiaaliin määrittämiseen on otettu huomioon vain öljy- ja maakaasulämmitteiset kiinteistöt. Sen sijaan ilmalämpöpumput soveltuvat hyvin korvaamaan suoraa sähkölämmitystä ja vähentämään sitä kautta sähkön käyttöä lämmityksessä. Eräs mahdollisuus vähentää suoran sähkölämmityksen käyttöä kiinteistöissä on tuottaa lämpöä maasta lämpöpumpulla ja jakaa lämpö rakennuksen ilmaan puhallinkonvektoreilla. Järjestelmään voidaan liittää myös vesikiertoinen lattialämmitys ja perinteisiä vesipattereita. Järjestelmän

lämmönkeruuta voidaan täydentää aurinkokeräimillä. Laitteisto toimii myös huoneilman viilentäjänä.

Rajoituksia maalämpökaivojen kaivojen rakentamiselle voivat aiheuttaa pohjavesialueet, vedenottamot ja tiivis kaupunkirakentaminen sekä sitä kautta tulevat kiellot ja ohjeistukset kaivojen sijainnille. Nämä puolestaan määrittävät maalämmön teknis-taloudellisen potentiaalin.

Kangasalla on yhteensä noin 2350 öljy- tai maakaasulämmitteistä rakennusta, mikä on noin 26 % kaikista rakennuksista ja noin 30 % kerrosalasta. Nämä rakennukset kuluttavat lämpöä yhteensä noin 105 GWh vuodessa, mikä on noin 33 % kaikkien rakennusten lämmön kulutuksesta. Em. luvut eivät sisällä ei vakinaisesti asuttuja kesämökkejä eikä maatalousrakennuksia.

Tilastokeskuksen vuoden 2014 tietojen mukaan maalämpöä käytettiin Kangasalla noin 4 GWh vuodessa lähinnä erillisten pientalojen lämmönlähteenä. Todellisuudessa luku lienee suurempi, koska kaikki lämmitystapamuutokset eivät ole kirjautuneet rekisteriin ja menneet Tilastokeskuksen tietoon.

Jos lähes kaikki öljy- tai maakaasulämmitteiset rakennukset siirtyisivät maalämmön käyttäjiksi, maalämmön teoreettinen maksimipotentiaali voisi olla noin 110 GWh vuodessa, joka vastaisi noin 35 % kaikkien rakennusten lämmön kulutuksesta. Maalämpöpumpun COP-kertoimella noin 3 laskettuna tämä tarkoittaisi sähkön kulutuksen lisääntymistä noin 36 GWh:iin vuodessa. Tämä sähkö on ostosähköä, joka alkuperästä riippuen on joko uusiutuvaa tai uusiutumaton. Korkean sähkönkulutuksen aikana talvella, jolloin lämpöpumput tuottavat eniten lämpöä ja käyttävät myös eniten sähköä ostosähkö on pääosin huonolla hyötysuhteella tehtyä uusiutumaton lauhdesähköä, josta valtaosa menee häviöihin.

Maalämmön teknis-taloudelliseksi potentiaaliksi vuonna 2030 Kangasalla arvioitiin noin 20 % teoreettisesta maksimipotentiaalista eli noin 22 GWh vuodessa, joka on noin 7 % kaikkien rakennusten tämän hetkisestä lämmön kulutuksesta. Maalämpöpumpun COP-kertoimella noin 3 laskettuna tämä tarkoittaisi sähkön kulutuksen lisääntymistä noin 7 GWh:iin vuodessa. Tämä on hyvin linjassa Suomen Lämpöpumppuyhdistyksen (Sulpu) Gaia Consultingilla vuonna 2014 teettämän selvityksen kanssa. Selvityksen mukaan maalämpöpumppujen lukumäärän oletetaan kasvavan noin viisinkertaiseksi vuoteen 2030 mennessä nykytilanteeseen verrattuna.

Seuraavassa taulukossa on esitetty yhteenveto maalämmön teoreettisesta ja teknis-taloudellisesta potentiaalista Kangasalla.

Taulukko 9 Yhteenveto maalämmön teoreettisesta ja teknis-taloudellisesta potentiaalista Kangasalla.

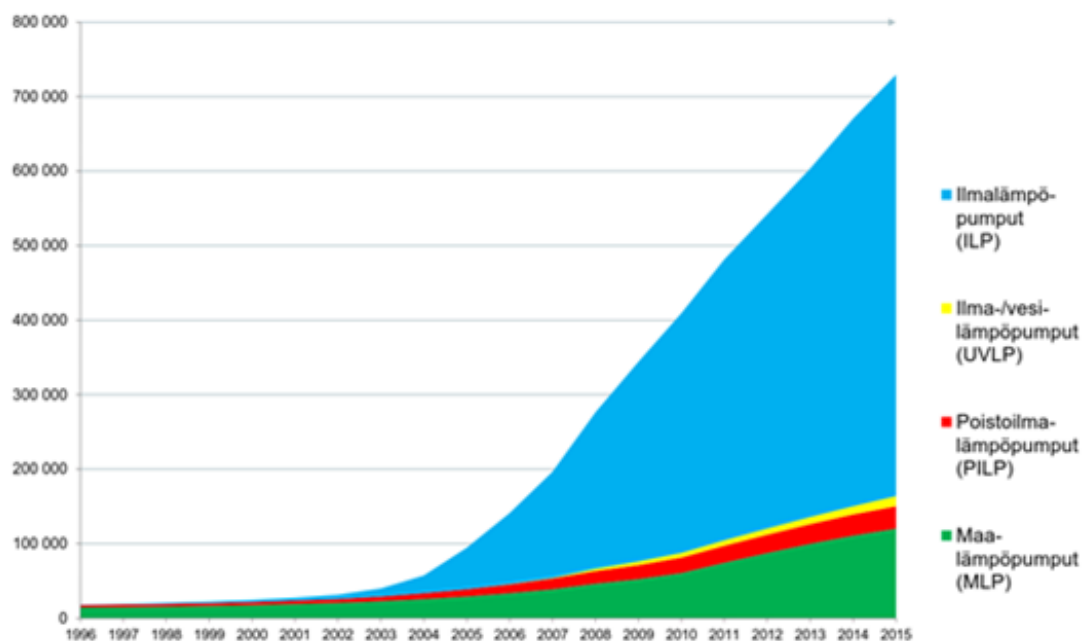
	Maalämmön käyttö nyt (GWh/a)	Maalämmön teoreettinen potentiaali 2030 (GWh/a)	Maalämmön teknis- taloudellinen potentiaali 2030 (GWh/a)
Lämmön tuotanto	4	110	22
Sähkön kulutus	1,3	36	7

Maalämmön kannattavuutta parantaa geoenergian hyvä saatavuus, mutta ei ratkaise asiaa pienten kiinteistöjen kohdalla (omakotitalot ja pienet rivitalot). Hyvä geoenergian saanto vaikuttaa kannattavuuteen investointinäkökulmasta ennen kaikkea suuremmilla kiinteistöillä, joilla myös saanto on mitoituksessa merkittävämpi tekijä pitkäaikaisen suorituskyvyn osalta. Kannattavuus paranee, mikäli tällaisilla kiinteistöillä on myös jäädytysenergian tarvetta. Pienimpiin tai hyvin vähäisen energiankulutuksen taloihin investointi maalämpöön voi kuitenkin olla turhan suuri.

Kangasalla ei käytetä järvilämpöä tällä hetkellä eikä sen käyttöä nähdä tulevaisuudessa todennäköisenä, koska järvilämmön käyttö asettaa rajoituksia järvien virkistyskäytölle ja kalastukselle. Järvilämpö on mahdollista toteuttaa lähinnä kooltaan suuremmissa kohteissa, joissa em. toimintoja ei ole eikä niitä uskota myöskään syntyvän tulevaisuudessa.

4.8 Lämpöpumput

Seuraava kuva havainnollistaa eri lämpöpumppujen yleisyyttä Suomessa. Voidaan olettaa, että eri lämpöpumppujen yleisyys on suunnilleen samaa luokkaa myös Pirkanmaalla.



Kuva 22 Lämpöpumppujen määrän kehitys Suomessa vuosina 1996–2015.

Ilmalämpöpumput siirtävät lämpöä ulkoilmasta tai rakennuksen poistoilmasta lämmityskohteeseen. Ilmalämpöpumput jaetaan kolmeen päätyyppiin, sen mukaan ottaako lämpöpumppu lämpöä ulkoilmasta (ilma-ilmalämpöpumppu, ilma-vesilämpöpumppu) vai poistoilmasta (poistoilmalämpöpumppu) ja luovuttaako se lämmön joko suoraan rakennukseen lämmitettävään ilmaan (ilma-ilmalämpöpumppu) vai vesikiertoiseen järjestelmään (ilmavesilämpöpumppu, poistoilmalämpöpumppu).

Tilastokeskuksen arvion mukaan maalämpöpumpuilla tuotettiin Suomessa vuonna 2014 lämpöenergiaa noin 2 200 GWh ja ilmalämpöpumpuilla noin 2 500 GWh, josta yli 95 % eli noin 2 400 GWh tuotettiin ilma-ilmalämpöpumpuilla ja loput 5 % ilma-vesilämpöpumpuilla ja poistoilmalämpöpumpuilla jakautuen suunnilleen puoliksi. Tämä tarkoittaa, että Kangasalla ilma-ilmalämpöpumpuilla tuotettiin lämpöenergiaa vuonna 2014 noin 4,3 GWh, ilma-vesilämpöpumpuilla noin 0,1 GWh ja poistoilmalämpöpumpuilla noin 0,1 GWh, kuten taulukossa 8 on esitetty.

Taulukko 8. Maalämpö- ja ilmalämpöpumppujen tuottama lämpöenergia Suomessa ja Kangasalla.

2014	Maalämpöpumput (GWh/a)	Ilma-ilmalämpöpumput (GWh/a)	Ilma-vesilämpöpumput (GWh/a)	Poistoilmalämpöpumput (GWh/a)
Suomi	2 200	2 400	50	50
Kangasala	4,0	4,3	0,1	0,1

4.8.1 Ilma-ilmalämpöpumppu

Ilma-ilmalämpöpumppu tuottaa ulkoilmasta lämpöä rakennuksen lämmitettävään ilmaan. Usein ilma-ilmalämpöpumppua kutsutaan myös pelkäksi ilmalämpöpumpuksi (ILP). Ilmalämpöpumppu on kannattavin kohteessa, jossa on suora sähkölämmitys (esim. ”sähköpatterit”) vesikiertoisen lämmönjakojärjestelmän sijasta. Ilmalämpöpumppujen lisäyspotentiaali kohdistuu nimenomaan kohteisiin, joissa on suora sähkölämmitys. Ilmalämpöpumppuja on suhteellisen yleisesti sähkölämmitteisissä pientaloissa.

Tilastokeskuksen arvion mukaan maalämpöpumpuilla tuotettiin Suomessa vuonna 2014 lämpöenergiaa noin 2,2 TWh ja ilmalämpöpumpuilla noin 2,5 TWh, josta yli 95 % eli noin 2,4 TWh tuotettiin ilma-ilmalämpöpumpuilla ja loput 5 % ilma-vesilämpöpumpuilla ja poistoilmalämpöpumpuilla jakautuen suunnilleen puoliksi. Tämä tarkoittaa, että Kangasalla ilmalämpöpumpuilla tuotettiin energiaa vuonna 2014 noin 4,5 GWh.

Sulpun Gaialla teettämän selvityksen mukaan ilmalämpöpumppujen lukumäärän oletetaan noin kaksinkertaistuvan nykytilanteesta vuoteen 2030 mennessä, joten ilmalämpöpumppujen teknis-taloudelliseksi potentiaaliksi Kangasalla vuonna 2030 saadaan noin 9 GWh. Ilmalämpöpumpun COP-kertoimella noin 3 laskettuna tämä tarkoittaisi ilmalämpöpumpun tarvitseman sähkön kulutuksen lisääntymistä noin 3 GWh:iin vuodessa.

Taulukko 9 Yhteenveto ilmalämpöpumppujen käytöstä ja teknis-taloudellisesta potentiaalista Kangasalla.

	Ilmalämpöpumppujen käyttö nyt (GWh/a)	Ilmalämpöpumppujen teknis-taloudellinen potentiaali 2030 (GWh/a)
Lämmön tuotanto	4,3	9
Sähkön kulutus	1,5	3

4.8.2 Maasta ilmaan -lämpöpumppu

Eräs mahdollisuus vähentää suoran sähkölämmityksen käyttöä kiinteistössä on tuottaa lämpöä maasta lämpöpumpulla ja jakaa lämpö rakennuksen ilmaan puhallinkonvektoreilla. Järjestelmään voidaan liittää myös vesikiertoinen lattialämmitys ja perinteisiä vesipattereita. Järjestelmän lämmönkeruuta voidaan täydentää aurinkokeräimillä. Laitteisto toimii myös huoneilman viilentäjänä.

4.8.3 Ilma-vesilämpöpumppu

Ilma-vesilämpöpumppu (IVLP tai UVLP), siirtää ulkoilmasta lämpöä vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Se on mahdollinen ratkaisu myös uudisrakennuskohteissa, joihin ei kannata (tai voi) valita muuten tyyppillistä, mutta selvästi kalliimpaa maalämpöratkaisua. Pienimpiin tai hyvin vähäisen energiankulutuksen taloihin investointi ilma-vesilämpöpumppuun voi kuitenkin olla turhan suuri.

Tilastokeskuksen arvion mukaan maalämpöpumpuilla tuotettiin Suomessa vuonna 2014 lämpöenergiaa noin 2,2 TWh ja ilmalämpöpumpuilla noin 2,5 TWh, josta noin 95 % eli noin 2,4 TWh tuotettiin ilma-ilmalämpöpumpuilla ja loput 5 % ilma-vesilämpöpumpuilla ja poistoilmalämpöpumpuilla jakautuen suunnilleen puoliksi. Tämä tarkoittaa, että Kangasalla ilma-vesilämpöpumpuilla tuotettiin energiaa vuonna 2014 noin 0,2 GWh.

Sulpun Gaialla teettämän selvityksen mukaan ilma-vesilämpöpumppujen lukumäärän oletetaan noin kuusinkertaistuvan nykytilanteesta vuoteen 2030 mennessä, joten ilmalämpöpumppujen teknis-taloudelliseksi potentiaaliksi Kangasalla vuonna 2030 saadaan noin 0,6 GWh. Ilma-vesilämpöpumpun COP-kertoimella noin 3 laskettuna tämä tarkoittaisi ilmalämpöpumpun tarvitseman sähkön kulutuksen lisääntymistä noin 0,2 GWh:iin vuodessa.

Taulukko 10 Yhteenveto ilma-vesilämpöpumppujen käytöstä ja teknis-taloudellisesta potentiaalista Kangasalla.

	Ilma-vesilämpöpumppujen käyttö nyt (GWh/a)	Ilma-vesilämpöpumppujen teknis-taloudellinen potentiaali 2030 (GWh/a)
Lämmön tuotanto	0,1	0,6
Sähkön kulutus	<0,05	0,2

4.8.4 Poistoilmalämpöpumppu

Poistoilmalämpöpumppu (PILP), siirtää rakennuksen poistoilmasta talteen otettua lämpöä lämmitykseen. Vaikka poistoilmalämpöpumput ovat olleet perinteisesti nimenomaan kerrostalojen lämmitysratkaisu, ovat ne yleistymässä etenkin uusissa, hyvin energiatehokkaissa pientaloissa. Ne soveltuvat parhaiten pienehköön tai keskikokoiseen uuteen matalaenergia- tai passiivitaloon, jossa tilojen lämmitystarve on pieni. Poistoilmalämpöpumppuja voidaan lisätä kannattavasti myös sellaisiin kerrostaloihin, joissa huoneistokohtainen poistoilma kerätään yhteen ja puhalletaan ulos keskitetysti huippuimurilla.

Tilastokeskuksen arvion mukaan maalämpöpumpuilla tuotettiin Suomessa vuonna 2014 lämpöenergiaa noin 2,2 TWh ja ilmalämpöpumpuilla noin 2,5 TWh, josta noin 95 % eli noin 2,4 TWh tuotettiin ilma-ilmalämpöpumpuilla ja loput 5 % ilma-vesilämpöpumpuilla ja poistoilmalämpöpumpuilla jakautuen suunnilleen puoliksi. Tämä tarkoittaa, että Kangasalla poistoilmalämpöpumpuilla tuotettiin energiaa vuonna 2014 noin 0,2 GWh.

Sulpun Gaialla teettämän selvityksen mukaan poistoilmalämpöpumppujen lukumäärän oletetaan noin nelinkertaistuvan nykytilanteesta vuoteen 2030 mennessä, joten ilmalämpöpumppujen teknis-taloudelliseksi potentiaaliksi Kangasalla vuonna 2030 saadaan noin 0,4 GWh. Poistoilmalämpöpumpun COP-kertoimella noin 3 laskettuna tämä tarkoittaisi ilmalämpöpumpun tarvitseman sähkön kulutuksen lisääntymistä noin 0,1 GWh:iin vuodessa.

Taulukko 11 Yhteenveto poistoilmalämpöpumppujen käytöstä ja teknis-taloudellisesta potentiaalista Kangasalla.

	Poistoilmalämpöpumppujen käyttö nyt (GWh/a)	Poistoilmalämpöpumppujen teknis-taloudellinen potentiaali 2030 (GWh/a)
Lämmön tuotanto	0,1	0,4
Sähkön kulutus	<0,05	0,1

Maalämpöpumput

- käyttö noin 4 000 MWh vuodessa
- potentiaali noin 22 000 MWh vuodessa

Ilmalämpöpumput

- käyttö noin 4 500 MWh vuodessa
- potentiaali noin 10 000 MWh vuodessa

4.9 Jätepolttoaineet ja biokaasu

4.9.1 Jätepolttoaineet

Jätteenpolttolaitos valmistuu Tampereen Tarastenjärvelle vuoden 2016 alussa. Tammervoima on Pirkanmaan Jätehuollon ja Tampereen Sähkölaitoksen yhteinen hanke. Pirkanmaan Jätehuolto Oy on 17 kunnan omistama yhtiö, jonka tehtävä on tuottaa kunnille lakisääteisesti kuuluvat jätehuollon palvelutehtävät Pirkanmaalla. Tampereen lisäksi omistajina ovat mm. Nokia, Kangasala, Lempäälä ja Pirkkala.

Tammervoiman hyötyvoimalaitoksessa tuotetaan lämpöä ja sähköä sekajätteistä. Syntypaikkalajitellun sekajätteen energiasisältö hyödynnetään energiantuotantoon. Laitos käsittelee vuosittain 150 000 tonnia jätettä ja tuottaa 310 GWh kaukolämpöä ja 90 GWh sähköä. Hyötyvoimalaitoksen teho riittää tamperelaisten tarvitseman lämpimän veden tuottamiseen. Samalla myös Tampereen Sähkölaitoksen uusituvan energian osuus kasvaa, koska puolet sekajätteestä voidaan laskea uusituvaksi energiaksi. Lisäksi jätteenkäsittelyn ympäristökuormitus vähenee. Orgaaniset jätteet eivät tuota metaania kaatopaikalla. Jäte korvaa fossiilisia polttoaineita energiantuotannossa.[42]

Asukkaat lajittelevat syntypaikalla vaaralliset ja materiaalina kierrätettävät jätteet erikseen. Erilliskerätyt jätelajit ohjataan teollisuuden raaka-aineiksi. Vaaralliset jätteet toimitetaan turvalliseen käsittelyyn Ekokemin jätteenkäsittelylaitokselle Riihimäelle. Biojäte käsitellään nyt Tarastejärvellä olemassa olevassa kompostointilaitoksessa maanparannus- ja lannoitetuotteiksi ja myöhemmin Nokian Koukkujärvelle vuonna 2017 valmistuvassa biolaitoksessa biokaasuksi.

Teollisuuden kierrätykseen ja energiantuotantoon kelpaamattomat jätteet menevät pääosin niiden omille kaatopaikoille ja vaaralliset jätteet Ekokemin jätteenkäsittelylaitokselle Riihimäelle.

4.9.2 Biokaasu

Biokaasu on biomassan mätänemisprosessissa syntyvää kaasua, jota voidaan hyödyntää energiantuotannossa, liikenteen polttoaineena tai se voidaan syöttää maakaasuverkkoon korvaamaan Venäjältä tuotavaa maakaasua. Biokaasua syntyy, kun biomassa hajoaa hapettomissa olosuhteissa ja 35–38 °C lämpötilassa. Sitä voidaan tuottaa biokaasureaktorilla tai sitä voidaan kerätä talteen kaatopaikoilta. Biokaasun tuotantoon biokaasureaktorissa kelpaavat muun muassa kasvibiomassa, lanta, lietteet sekä yhdyskuntien ja teollisuuden biopohjaiset jätteet.

Arvioiduissa biokaasun energiamäärissä on huomioitava, että osa muodostuvan biokaasun energiamäärästä menee biokaasulaitoksen omaan kulutukseen.

Maatalouden biohajoavien jätteiden biokaasupotentiaali

Maatalouden jakeista biokaasua voidaan tuottaa pääasiassa tuotantoeläinten lannasta ja peltobiomassoista kuten esim. oljesta ja nurmikasveista. Lannasta biokaasun tuotantoon käytetään lähinnä lehmän-, sian- tai kananlantaa. Kangasalan kunnan tuotantoeläinten lannan

biokaasupotentiaali on esitetty taulukossa 12. Taulukon perusteella suurin potentiaali on nautakarjan ja siipikarjan tuottamassa lannassa.

Taulukko 12. Tuotantoeläinten lantamäärät ja lannan biokaasupotentiaali Kangasalalla

	Eläimiä ⁽¹⁾	Tilojen lkm ⁽¹⁾	Lannantuotanto [t/a] ⁽²⁾	Kaasuntuotanto [m ³ /a] ⁽³⁾	Energiamäärä [MWh/a] ⁽⁴⁾
Naudat	2781	49	3797	1518880	9113
Siat	763	4	168	100716	604
Siipikarja	598021	13	2691	1076438	6459
Lampaat	790	9			
Hevoset	201	21	844	35430	213

¹⁾ Eläinten ja tilojen lukumäärä 2013 [Luonnonvarakeskus]

²⁾ Keskimääräisenä lannantuotantona käytetty nuorilla nautoilla 900 kg/a, yli 2 v. nautoilla 1600 kg/a, [Hagström et al.], siipikarjalla 4,5 kg/a [Hagström et al.], lampailla 900 kg/a [Hagström et al.] ja hevosilla 12 m³/a [Hagström et al.]

³⁾ Lantakiloa kohden biokaasua saadaan keskimäärin nautaeläimillä 400 m³/t, [Hagström et al.], siipikarjalla 400 m³/t [Hagström et al.], lampailla 75 m³/t [Hagström et al.] ja hevosilla 350 m³/t [Hagström et al.]

⁴⁾ Biokaasun energiasisältö 0,00644 MWh/m³

Tuotantoeläinten lannan teknis-taloudelliseksi potentiaaliaksi arvioidaan korkeintaan 20 % edellä esitetystä nautojen, hevosten ja sikojen sekä ennen kaikkea siipikarjan lannan potentiaalista (noin 16 000 MWh vuodessa) eli noin 3 000 MWh vuodessa.

Biokaasua voidaan tuottaa myös kesanto- ja luonnonhoitopelloista, joita Kangasalalla oli noin 647 hehtaaria vuonna 2014. Tästä peltoalasta saadaan biokaasua noin 4 400 MWh.

Biokaasun osalta ei ole koko Pirkanmaan kattavaa maakunnallista selvitystä saatavilla, joten tästä näkökulmasta ei biokaasupotentiaalia arvioitu tässä työssä.

Puhdistamolietteiden biokaasupotentiaali

Kangasalan kunnan jätevedet puhdistetaan tällä hetkellä Tampereen Viinikanlahden puhdistamolla. Kuhmalahdella on kaksi pientä jätevedenpuhdistamoa; Kuhmalahden Kirkonkylässä ja toinen Pohjassa. Kirkonkylän puhdistamo on jäämässä lähiaikoina pois käytöstä, kun siirtoviemäri Kuhmalahdelta Sahalahden valmistuu. Tulevaisuudessa Kangasalan jätevedet tullaan puhdistamaan Pirkanmaan uudella Sulkavuoren jätevedenpuhdistamolla Tampereella, jonka arvioitu käyttöönotto on vuonna 2023. Tästä syystä kunnan jätevesistä ei ole mahdollista tuottaa biokaasua Kangasalan kunnassa ja potentiaalia ei ole tarkasteltu.

Teollisuuden jätevedenpuhdistamoja ei sijaitse Kangasalan alueelle, joten niiden biokaasupotentiaalia ei ole tarkasteltu.

Biojätteiden biokaasupotentiaali

Kangasalan kunnassa sijaitsee Sahalahden Broiler Oy:n broileriteurastamo ja Saarioisten lihajalostamo. Tällä hetkellä näiden tehtaiden biojätteet menevät pääasiassa eläinrehun raaka-aineeksi, kompostointiin ja öljynkeräykseen (käytetty rypsiöljy). Näistä raaka-aineista on mahdollista tuottaa biokaasua, jonka tuotantopotentiaalia on havainnollistettu taulukossa 13. Tuotettu biokaasu voidaan hyödyntää tehtaiden oman energiatarpeen kattamisessa tai vaihtoehtoisesti syöttää maakaasuverkkoon.

Taulukko 13 Teuras- ja biojätteen biokaasupotentiaali Kangasalalla

	Määrä [t/a] ⁽¹⁾	Kaasuntuotanto [m ³ CH ₄ /a] ⁽²⁾	Energiamäärä [MWh/a] ⁽³⁾
Teurasjäte	7000	1050000	10500
Biojäte	2000	250000	2500

¹⁾ Teurasjätteen (sis. höyhenet) ja teurastamon muun biojätteen (sis. kananlanta, rypsiöljy, muu biojäte) määrä [Rambollin raportti]

²⁾ Teurasjättekiloa kohden metaanintuotto on keskimäärin 150 m³ CH₄/t märkäpainoa ja biojätteen 125 m³ CH₄/t märkäpainoa [Lehtomäki et al.]

³⁾ Biokaasun energiasisältö 0,00644 MWh/m³

Tarkasteltu biojäte pitää sisällään Saarioisten kanaloiden lannan, rypsiöljyn sekä tehtaan muun biojätteen.

Pirkanmaan Jätehuolto Oy rakentaa Nokian Koukkujärvelle uuden biolaitoksen, jossa tullaan käsittelemään 17 kunnan biojätteet (ml. Tampere, Nokia, Kangasala, Lempäälä ja Pirkkala) sekä Nokian jätevedenpuhdistamolla syntyvät lietteet. Laitos valmistuu vuonna 2017, ja se kytkeytyy osaksi Kolmenkulman alueelle kehittyvää bio- ja kiertotalouden ekosysteemiä. Biolaitos perustuu kuivamädätystekniikkaan ja siellä tullaan käsittelemään vuodessa 25 000 tonnia biojätteitä (vastaa energiamäärää noin 28 GWh vuodessa) ja 12 000- 24 000 tonnia lietteitä (vastaa energiamäärää noin 7-14 GWh vuodessa). [43]

Mädätysprosessissa syntyy biokaasua, jota voidaan olemassa olevaa kaasuverkostoa hyödyntäen käyttää sähkön- ja lämmöntuotannossa. Biokaasua ei tarvitse tuottaa alueella, jossa sitä käytetään, vaan biokaasu voidaan tuottaa muualla ja johtaa putkistoa myöden käyttökohteeseen. Prosessi tuottaa myös maanparannusainetta, jota voidaan jatkojalostaa erilaisiksi lannoitevalmisteiksi. Lannoitetuotanto varmistaa typen ja fosforin korkeatasoista ravinnekiertoa.[43]

Edellä käsitellyistä raaka-aineista voitaisiin vaihtoehtoisesti tuottaa myös biokaasua liikenteen polttoaineeksi ja luonteva paikka jakeluasemalle olisi vilkkaasti liikennöityjen väylien varrella. Kunnan on hyvä seurata tilanteen kehittymistä ja arvioida esimerkiksi liikenteen biokaasuntuotannon ja jakelun mahdollisuuksia ja yhteistyömalleja jatkossa.

Jätepolttoaineet

- käyttö noin 0 MWh vuodessa
- potentiaali noin 37 000 MWh vuodessa

Biokaasu

- käyttö noin 0 MWh vuodessa
- potentiaali noin 24 000 MWh vuodessa

4.10 Yhteenveto uusiutuvista energialähteistä

Kangasalla merkittävin uusiutuvan energian potentiaali on puupolttoaineissa. Näiden käytön lisäämisellä kaukolämmön tuotannossa voidaan saada aikaan merkittäviä positiivisia vaikutuksia niin kotimaisten polttoaineiden käytön osalta kuin kunnan ilmastotyössäkin. Myös lämpöpumppujen käyttö on mahdollista moninkertaistaa. Tämän katselmustyön aikana on toteutettu myös GTK:n toimesta geoenergiapotentiaalikartta-aineisto Tampereen, Kangasalan sekä Lempäälän osalta, jonka perusteella voi arvioida tietyn alueen tai kohteen soveltuvuutta esimerkiksi maalämmön hyödyntämiseen. Kangasalan osalta lämpökaivojen potentiaali on hyvä, joskin heikommin soveltuviakin alueita löytyy mm. harjualueelta. Aurinkoenergiapotentiaalia Kangasalla on myös merkittävästi eikä teknisiä esteitä ole, mutta takaisinmaksuajat saattavat muodostua vielä pitkiä. Tulee myös huomata, että Kangasala on Tampereen seudun potentiaalisimpia alueita tuulivoiman tuotannolle ja maakuntakaavassakin on osoitettu tuulivoiman tuotantoalueita eli potentiaalia alueella tämänkin energiamuodon osalta. Myös biokaasun hyödyntämisessä on lisäämispotentiaalia Kangasalan kunnassa, mikäli raaka-ainevirtoja saadaan yhdistettyä eri toimijoilta tehokkaasti.

Taulukko 14 Uusiutuvan energian nykykäyttö ja potentiaali Kangasalla

	Käyttö/ tuotanto 2014 (GWh)	Käyttämätön potentiaali (GWh)	Huomiot
Puupolttoaineet	31 (vuosi 2012)	251	
Peltobiomassat	0,8	3,6	Laskettu rypsiöljylle, ruokohelpeä ei huomioitu
Biokaasu	0	24	Potentiaalissa otettu huomioon eläinperäinen raaka-aineen ja biojätteen lisäksi Sulkavuoren tuleva jätevedenpuhdistamo ja Koukkujärvelle tuleva biokaasulaitos asukasluvun suhteessa
Jätepolttoaineet	0	37	Tarastenjärven jätteenpolttolaitoksen jätepolttoaineen käyttö asukasluvun suhteessa ottaen huomioon tuonnin Keski-Suomesta
Tuulivoima	0	30	
Aurinkosähkö	0	204	Käyttö / tuotanto arvioitu. Potentiaaliarvio hajautetulle rakennuskohtaiselle tuotannolle. Aurinkolämpöpotentiaalin hyödyntäminen rakennuksien katoilla pienentää aurinkosähköpotentiaalia. Rakentamalla keskitettyä tuotantoa maa-alueita hyödyntäen potentiaali kasvaa.
Aurinkolämpö	0	544	Käyttö / tuotanto arvioitu. Potentiaaliarvio hajautetulle rakennuskohtaiselle tuotannolle. Aurinkosähköpotentiaalin hyödyntäminen rakennuksien katoilla pienentää aurinkolämpöpotentiaalia. Rakentamalla keskitettyä tuotantoa maa-alueita hyödyntäen potentiaali kasvaa.
Vesivoima (tuotanto)	0	0	
Lämpöpumput	8,5	23,5	Sisältää maa- ja ilmalämpöpumput
Uusiutuvat yhteensä	40,3	1117,1	

5. JATKOTOIMENPIDE-EHDOTUKSET

5.1 Kunnan omistuksessa olevat kohteet

TOIMENPIDE 1: AURINKOSÄHKÖVOIMALA KANGASALAN TERVEYSASEMAN KATOLLE	
Toimenpiteen kuvaus	Sun Energia Oy:n ja Nordic Shine Oy:n tekemän selvityksen [46] mukaan Kangasalan terveysaseman katto soveltuu katolle tulevan auringon säteilyn perusteella erinomiasesti aurinkosähköntuotantoon. Selvityksessä on ehdotettu kiinteistön katolle teholtaan n. 70 kWp:n ja kooltaan n. 460 m²:n aurinkosähkövoimalaa. 
Taloudelliset tiedot	Investointi: 92 000 euroa (investointituella 69 000 euroa) Kustannussäästö: 5 400 euroa Koroton takaisinmaksuaika: 17 vuotta (investointituella n. 13 vuotta)
Toimenpiteen vaikutukset	Toimenpide vähentää kohteen sähkön ostoa tuotetun aurinkosähkön verran (n. 60 MWh/vuosi). On arvioitu, että kaikki tuotettu sähkö voidaan käyttää kohteessa. Toteutuessaan aurinkovoimala kasvattaisi merkittävästi aurinkosähköntuotantoa Kangasalalla verrattuna nykyiseen tuotantoon.
Eteneminen	Hankkeen etenemistä on kuvattu kohteelle tehdyssä selvityksessä [46]. Päävaiheet ovat 1) kilpailutus ja rahoitusmallin valinta, 2) toimittajan valinta ja energiatuen hakeminen ja 3) rakennuttaminen. Hankkeen kestoksi rakentamispäätöksestä aurinkosähkön tuotantoon on arvioitu pisimmillään 6 kk. Aurinkovoimalan toteutus tulee suunnitella ja samalla varmistaa kattorakenteiden soveltuvuus voimalan asennukselle. Katolle asennettavien paneelien määrää voi rajoittaa kattorakenteille sallittu kuormitus, johon vaikuttavat mm. asennettavien laitteiden paino sekä tuuli- ja lumikuormat. Voimala tulee suunnitella, mitoittaa ja toteuttaa niin, että se ei aiheuta riskiä kattorakenteiden kestävyydelle eikä vesikatteen veden pitävyydelle.

TOIMENPIDE 2: AURINKOLÄMMÖN TUOTANTO RIUN PÄIVÄKODISSA	
Toimenpiteen	Riun päiväkodissa on öljylämmitys [36]. Päiväkodissa arvioidaan olevan

kuvaus	mm. käyttöveden lämmitystarvetta myös kesäaikana kohteen lämmönkulutustietojen perusteella [36]. Päiväkotirakennuksen katolle voitaisiin asentaa aurinkolämpökeräimiä päiväkodin käyttöveden lämmitystä varten. Tarvittavien aurinkolämpökeräimien pinta-alaksi arvioidaan noin 50 m². 
Taloudelliset tiedot	Investointi: 22 000 euroa (ilman investointitukea) Kustannussäästö: 1 300 euroa Koroton takaisinmaksuaika: 17 vuotta (ilman investointitukea)
Toimenpiteen vaikutukset	Toimenpide vähentää kohteen öljyn kulutusta tuotetun aurinkolämmön verran (n. 18 MWh/vuosi). Järjestelmä mitoitetaan siten, että lämpöä tuotetaan päiväkodin omaan tarpeeseen, lähinnä käyttöveden lämmitykseen. Toteutuessaan aurinkolämpöjärjestelmä kasvattaa merkittävästi aurinkolämmön tuotantoa Kangasalalla verrattuna nykyiseen tuotantoon. <i>Mikäli päiväkodin lämmöntuotanto muutetaan tulevaisuudessa biokaasulle (toimenpide 3), pienentää aurinkolämmön käyttö muutoksen jälkeen edelleen kohteen ostoenergian kustannuksia, mutta se ei enää vähennä kohteen lämmityksen hiilidioksidipäästöjä.</i> Aurinkolämpöjärjestelmän toteutus tulee suunnitella ja samalla varmistaa kattorakenteiden soveltuvuus järjestelmän asennukselle. Katolle asennettavien keräimien määrää voi rajoittaa kattorakenteille sallittu kuormitus, johon vaikuttavat mm. asennettavien laitteiden paino sekä tuuli- ja lumikuormat. Järjestelmä tulee suunnitella, mitoittaa ja toteuttaa niin, että se ei aiheuta riskiä kattorakenteiden kestävyydelle eikä vesikatteen veden pitävyydelle. Kattorakenteiden soveltuvuus on hyvä selvittää jo esiselvitysvaiheessa. Suhteellisen vähäisen keräinalan vuoksi kattorakenteet eivät todennäköisesti rajoita ehdotettua keräinalaa.
Eteneminen	Aurinkolämmön tuotantojärjestelmän toteutus etenee samoja vaiheita noudattaen kuin aurinkovoimalankin toteutus esimerkiksi toimenpide-ehdotuksessa 1.

TOIMENPIDE 3: ÖLJYLÄMMITYKSESTÄ BIOKAASUUN RIUN PÄIVÄKODISSA

Toimenpiteen kuvaus	Riun päiväkodissa on öljylämmitys [36]. Kohde voitaisiin muuttaa myös biokaasulla lämpiäväksi.
---------------------	---

Taloudelliset tiedot	Investointi: 5 000 € (ilman investointitukea) Kustannussäästö: 600 euroa /a Koroton takaisinmaksuaika: -
Toimenpiteen vaikutukset	Toimenpide vähentää öljyn käyttöä kunnassa, mutta ei tuo merkittävää kustannussäästöä. Öljyn ja maakaasun hinnat ovat tällä hetkellä suhteellisen lähellä toisiaan. Muutos on teknisesti yksinkertainen, sillä muutokseksi riittänee polttimen vaihto. Lämmityksen muutos kaasulle avaa mahdollisuuden myös biokaasun käyttöön ja samalla siirtymisen kokonaan uusiutuvan polttoaineen käyttäjäksi. Biokaasu hinnoitellaan n. 10 €/MWh kalliimmaksi kuin maakaasu eli kustannukset eivät alene, mutta maltillisella 1 230 €/a lisähinnalla voidaan siirtyä täysin uusiutuvan energian käyttäjäksi. Uusiutuvan energian lisäys tällä toimenpiteellä olisi 123 MWh/a ja hiilidioksidipäästöjen vähenemä 25 t/a.
Eteneminen	Toimenpiteenä on liittymissopimuksen tekeminen paikallisen kaasutoimittajan kanssa ja muutostyöt polttimeen.

TOIMENPIDE 4: LAMMINRAHKAN ALUEEN TARKASTELU (ERILLISSELVITYS ONE1 OY)	
Toimenpiteen kuvaus	Teknillistaloudellisesti kannattavimmaksi vaihtoehdoksi lämmöntuotantoon tehokkaalle alueelle (Lamminrahkan "keskus") osoittautui keskitetty lämmöntuotanto hakelämmöllä. Kustannuslaskelmien perusteella hakelämpöratkaisulla saavutetaan edullisin kustannustaso niin energiyhtiön kuin kiinteistön näkökulmasta. Keskitetyllä ratkaisulla voidaan kattaa Lamminrahkan lämmitys- ja käyttöveden energiantarve niin alueen rakentuessa vaiheittain kuin alueen ollessa kokonaan valmiiksi rakentunut. Lisäksi ratkaisu mahdollistaa energian tuottamisen myös Kangasalan Lämmön nykyiseen kaukolämpöverkkoon päin, mikäli Lamminrankan aluelämpöverkko päätetään joskus liittää osaksi Kangasalan Lämmön kaukolämpöverkkoa. Väljän alueen lämmöntuotannossa teknillistaloudellisesti kannattavimmiksi vaihtoehdoiksi osoittautui kiinteistökohtainen lämmöntuotanto maalämpö- tai ilma-vesilämpöpumpuilla. Kustannuslaskelmien perusteella kiinteistökohtaisilla lämpöpumppuratkaisuilla saavutetaan selvästi edullisin energiantuotannon kustannustaso matalan energiatihyden alueella. Kiinteistökohtaiset ratkaisut eivät myöskään ole lainkaan riippuvaisia alueen vaiheittaisesta rakentumisesta.
Taloudelliset tiedot	Alla oleviin taulukoihin on koottu kannattavuusselvityksen perusteella potentiaalisimpien ratkaisuiden tekniset ja taloudelliset tiedot. Tehokkaan alueen taulukossa on esitetty sekä energiyhtiön että kiinteistön näkökulman tunnusluvut. Väljän alueen taulukkoon on koottu kahden potentiaalisimman vaihtoehdon tunnusluvut. Tarkemmat tiedot laskelmista, laskelmamenetelmistä, eri vaihtoehdoista vetailukriteereistä on esitetty varsinaisen selvitystyön raportissa ja liitteissä.

	TEHOKAS ALUE		Hakelämpölaitos, energiayhtiö	Hakelämpölaitos, kiinteistö
	Näkökulma		Energiayhtiö	Kiinteistö (kerrostalo)
	Tehontarve	kW	2 400,0	230,0
	Investointi	€	1 906 593,2	30 515,4
	Teho, tuotanto	kW	2 427,4	-
	Tuotanto	MWh/a	5 925,7	-
	Häviöt	MWh/a	891,2	8,3
	Myynti	MWh/a	5 034,5	-
	Osto	MWh/a	-	408,3
	Kustannus, operointi	[€/MWh]	7,7	0,5
	Kustannus, energia	[€/MWh]	28,9	71,6
	Kustannus, pääoma	[€/MWh]	21,1	4,7
	Kulut, tuotanto (sis. Osto)	€/MWh	57,7	76,9
	Hinta myynti	€/MWh	69,3	-
	Kate	€/MWh	11,5	-
	Kate/vuosikulu	€/a	58 129,7	31 383,4

	VÄLÄ ALUE		Kiinteistökohtainen lämpöpumppujärjestelmä	Kiinteistökohtainen Ilma-vesilämpö- pumppujärjestelmä
	Näkökulma		Kiinteistö (omakotitalo)	Kiinteistö (omakotitalo)
	Tehontarve	kW	8,1	8,1
	Investointi	€	17 019,9	11 770,3
	Teho, tuotanto	kW	8,1	8,1
	Tuotanto	MWh/a	13,8	13,8
	Häviöt	MWh/a	0,4	0,4
	Myynti	MWh	-	-
	Osto	MWh	-	-
	Kustannus, operointi	[€/MWh]	8,7	8,7
	Kustannus, energia	[€/MWh]	43,5	53,8
	Kustannus, pääoma	[€/MWh]	79,0	56,5
	Kulut, tuotanto (sis. Osto)	€/MWh	131,2	119,0
	Hinta myynti	€/MWh	-	-
	Kate	€/MWh	-	-
	Vuosikulu	€/a	1 810,6	1 642,5

Toimenpiteen vaikutukset	Tehokkaalle alueelle esitetty keskitetty, alueellisen energiaratkaisun toteuttaminen vähentää loppuasiakkaiden tarvetta huolehtia omasta energiaratkaisustaan. Loppuasiakkaille ja energianmyyjälle alueellinen ratkaisu toimisi vastaavalla tavalla kuin perinteinen kaukolämpö. Kun energia tuotetaan pääsääntöisesti uusiutuvalla energialla, voidaan toteutettua energiaratkaisua kutsua ympäristöystävälliseksi ja ekologiseksi vaihtoehdoksi. Tämä vaikuttaa positiivisesti alueen imagoon ja arvostukseen, mikä tukee alueen houkuttelevuutta. Aluelämmön toteuttamisella voidaan samalla varmistaa alueen järjestelmien yhtenäisyys ja vähäpäästöisyys. Tällä ratkaisulla vastataan myös luonnolliseen alueelliseen palvelutarpeeseen. Alueellinen energiaratkaisu ei kuitenkaan poissulje jo olemassa olevien järjestelmien käyttöä (kuten nykyinen kaukolämpöjärjestelmä), vaan alueellisia järjestelmiä voidaan jopa yhdistää osaksi jo olemassa olevia järjestelmiä. Mietittäessä uutta, energiatehokasta rakennuskantaa edustavaa aluetta on kuitenkin huomioitava myös kiinteistökohtaiset energiatuotantoratkaisut ja niiden kannattavuus alueella. Esitetty ratkaisu ei poissulje näiden vaihtoehtojen hyödyntämistä (mm. aurinkoenergia, ilmalämpö jne...)
Eteneminen	Nyt tehdyn vertailututkimuksen perusteella voidaan suositella etenemistä

tarkempaan suunnitteluun Lamminrahkan alueen lämmöntuotantoratkaisun osalta. Suunnittelussa tulisi selvittää nykyisen kaukolämpöverkoston laajentamismahdollisuudet Lamminrahkan alueelle ja sen hintavaikutukset suhteessa tässä työssä selvitettyyn erillisverkkoon.

5.2 Muiden omistuksessa olevat kohteet

TOIMENPIDE 5: ÖLJY- JA SÄHKÖLÄMMITTEISTEN PIENTALOJEN LÄMMITYSTAVAN MUUTTAMINEN JA TÄYDENTÄMINEN

Toimenpiteen kuvaus	Kangasalla on merkittävässä määrin öljy- ja kaasulämmitteisiä rakennuksia, joissa öljyä tai kaasua voitaisiin korvata kiinteistökohtaisella puupolttoaineisiin tai maalämpöpumppuihin perustuvalla lämmityksellä. Myös kaukolämpöön liittäminen verkoston alueella on hyvä vaihtoehto.																								
Taloudelliset tiedot	Alla olevissa taulukoissa on esitetty eri lämmitysmuotojen kustannusten vertailu. Esimerkkilaskelmassa uusia vaihtoehtoisia järjestelmiä verrataan öljy-, kaasu- tai vesikiertoisen sähkölämmitykseen ilman uuden öljy-/maakaasu-/sähkökattilan investointikustannuksia. Laskelmissa oletetaan, että esimerkkirakennusten käyttö ja energiankulutus säilyvät nykyisenlaisina. Laskelmissa on käytetty lämmitystapavertailulaskuria ja lähtökohtana on joulukuun 2015 hintatieto. Tyyppirakennuksen tiedot on esitetty alla olevassa taulukossa (kaikki kustannukset sis. alv. 24%). Tyyppirakennuksen tiedot <table border="1"> <tr> <td colspan="2">Rakennuksen tiedot</td></tr> <tr> <td>Rakennuksen pinta-ala</td><td>150 [m²]</td></tr> <tr> <td>Huonekorkeus</td><td>2,8 [m]</td></tr> <tr> <td>Asukasmäärä</td><td>4</td></tr> <tr> <td>Rakennuksen ikä</td><td>2000- luvun talo</td></tr> <tr> <td>Rakennuksen sijainti</td><td>Etelä-Suomi</td></tr> <tr> <td colspan="2">Lämmitysenergian tarve vuodessa</td></tr> <tr> <td>Käyttöveden lämmitysenergia</td><td>4000 [kWh/a]</td></tr> <tr> <td>Lämmitysenergian kokonaistarve</td><td>21640 [kWh/a]</td></tr> <tr> <td colspan="2">Investointi</td></tr> <tr> <td>Korko</td><td>3 [%]</td></tr> <tr> <td>Laskenta-aika</td><td>20 vuotta</td></tr> </table> Lämmitystapavertailu tyyppitalossa (kaikki kustannukset sis. alv. 24%)	Rakennuksen tiedot		Rakennuksen pinta-ala	150 [m ²]	Huonekorkeus	2,8 [m]	Asukasmäärä	4	Rakennuksen ikä	2000- luvun talo	Rakennuksen sijainti	Etelä-Suomi	Lämmitysenergian tarve vuodessa		Käyttöveden lämmitysenergia	4000 [kWh/a]	Lämmitysenergian kokonaistarve	21640 [kWh/a]	Investointi		Korko	3 [%]	Laskenta-aika	20 vuotta
Rakennuksen tiedot																									
Rakennuksen pinta-ala	150 [m ²]																								
Huonekorkeus	2,8 [m]																								
Asukasmäärä	4																								
Rakennuksen ikä	2000- luvun talo																								
Rakennuksen sijainti	Etelä-Suomi																								
Lämmitysenergian tarve vuodessa																									
Käyttöveden lämmitysenergia	4000 [kWh/a]																								
Lämmitysenergian kokonaistarve	21640 [kWh/a]																								
Investointi																									
Korko	3 [%]																								
Laskenta-aika	20 vuotta																								

Lämmitystapojen tiedot	Öljy	Sähkö	Maakaasu	Biokaasu	Puu- pelletti	Maalämpö	Ulkoilma- vesilämpö- pumppu ja öljy	Ulkoilma- vesilämpö- pumppu ja sähkö
Vuosihiötysuhde [%/SPF]	85	99	90	90	84	3	2	2
Osuus lämmitysenergiasta [%]							80	80
Investointikustannus					12 000	20000	10000	10000
Lämmitystapojen hinnat	0,73 [eur/l]	12,32 [c/kWh]	71,73 [eur/MWh]	81,73 [eur/MWh]	273,2 [eur/tn]	14,06 [c/kWh]	14,06 [c/kWh]	14,06 [c/kWh]
Arvio kokonaiskustannuksista								
Vuotuinen investointikustannus	0	0	0	0	807	1210	672	672
Vuotuinen energiakustannus [eur/a]	1859	2693	1707	1965	1481	1014	1589	1756
Vuotuinen kokonaiskustannus [eur/a]	1859	2693	1707	1965	2288	2224	2261	2428
Vuotuinen kokonaiskustannus [c/kWh]	8,6	12,4	7,9	9,1	10,6	10,3	10,4	11,2
CO ₂ -päästöjen vähenemä [tnCO ₂ /a]				4,9-6,8	4,2 - 7,9	2,1- 5,8	2	2,9
CO ₂ -päästöjen vähenemä [kgCO ₂ /eur]					0,35-0,66	0,10-0,31	0,2	0,29

Keskimäärin kannattavuudet 20 vuoden elinkaarella kannattavimmasta kannattamattomimpaan menevät järjestyksessä: maakaasulämmitys (huom. ei investointikustannusta), öljylämmitys (huom. ei investointikustannusta), biokaasulämmitys (ei investointikustannusta), maalämpö, ulkoilmavesilämpöpumppu ja öljy, pellettilämmitys, ulkoilmavesilämpöpumppu ja sähkö sekä viimeisenä vesikiertoinen sähkölämmitys.

Mikäli myös öljy- ja maakaasulämmitteisissä taloissa huomioitaisiin myös investointikustannus (noin 9 000 euroa), olisivat kannattavuudet 20 vuoden elinkaarella kannattavimmasta kannattamattomimpaan, järjestyksessä: maalämpö, ulkoilma-vesilämpöpumppu ja öljy, puupelletti, maakaasu, ulkoilmavesilämpöpumppu ja sähkö, öljylämmitys, biokaasulämmitys ja vesikiertoinen sähkölämmitys.

Lämmitystapojen tiedot	Öljy	Sähkö	Maakaasu	Biokaasu	Puu- pelletti	Maalämpö	Ulkoilma- vesilämpö- pumppu ja öljy	Ulkoilma- vesilämpö- pumppu ja sähkö
Vuosihiötysuhde [%/SPF]	85	99	90	90	84	3	2	2
Osuus lämmitysenergiasta [%]							80	80
Investointikustannus	9000		9000	9000	12 000	20000	10000	10000
Lämmitystapojen hinnat	0,73 [eur/l]	12,32 [c/kWh]	71,73 [eur/MWh]	81,73 [eur/MWh]	273,2 [eur/tn]	14,06 [c/kWh]	14,06 [c/kWh]	14,06 [c/kWh]
Arvio kokonaiskustannuksista								
Vuotuinen investointikustannus [eur/a]	605	0	605	605	807	1210	672	672
Vuotuinen energiakustannus [eur/a]	1859	2693	1707	1955	1481	1014	1589	1756
Vuotuinen kokonaiskustannus [eur/a]	2464	2693	2312	2570	2288	2224	2261	2428
Vuotuinen kokonaiskustannus [c/kWh]	11,4	12,4	10,7	11,9	10,6	10,3	10,4	11,2
CO ₂ -päästöjen vähenemä [tnCO ₂ /a]				4,9-6,8	4,2 - 7,9	2,1- 5,8	2	2,9
CO ₂ -päästöjen vähenemä [kgCO ₂ /eur]				0,54-0,75	0,35-0,66	0,10-0,31	0,2	0,29

Edellä tarkasteltujen lämmitysjärjestelmien lisäksi aurinkolämpö voi olla potentiaalinen uusiutuvan energian lähde rakennuksissa, joissa kesäinen lämmöntarve on kohtuullisen suuri. Myös aurinkosähkö voi tulla kyseeseen erityisesti suorasähkölämmitteisissä kohteissa. Tämä tarkoittaa yleensä kohteita, joissa etenkin kesäinen käyttöveden tarve on suuri, kuten suuret asuinrakennukset.

Toimenpiteen vaikutukset

Sähkölämmitteisistä rakennuksista suurin osa on rivi- ja ketjutaloja sekä pientaloja. Vuonna 2014 niissä käytettiin sähköä lämmitykseen noin 73

	GWh. Mikäli rakennus on suorasähkölämmitteinen eikä siinä ole vesikiertoista lämmönjakojärjestelmää, voidaan lämpöpumpputeknologiaa hyödyntää asentamalla ilmalämpöpumppu. Myös moniin öljylämmitteisiin taloihin on osaratkaisuna asennettu ilmalämpöpumppuja. Tässä hyvänä puolena on pieni investointikustannus, mutta sillä on mm. huonompi hyötysuhde (noin 1,8 - 2,2 vuositason). Ilmalämpöpumppu ei toimi kovilla yli 15 - 20 asteen pakkasilla. Uusiutuvat energialähteet ovat kuitenkin vielä monesti kilpailukyvyltään heikompia verrattuna fossiilisiin polttoaineisiin, ja usein tarvitaan erilaisia tukia ja kannusteita uusiutuvien energialähteiden käytön lisäämiseksi. Perinteisesti uusiutuvia energialähteitä on tuettu vero-, investointi- ja erilaisin suoriin tuin. Vihreät sertifikaatit ovat markkinalähtöinen tapa edistää uusiutuvien energialähteiden hyödyntämistä sähköntuotannossa. Vihreiden sertifikaattien järjestelmässä sähkö ja tuotannon ympäristö- sekä muu lisäarvo on irrotettu toisistaan ja ne myydään eri markkinoilla. (Motiva) Uusin lämpöpumppuratkaisu on maasta ilmaan -lämpöpumppu, siinä lämmönjakelu toteutetaan puhallinkonvektoreilla. Järjestelmään voidaan liittää myös vesikiertoinen lattialämmitys ja perinteisiä vesipattereita. Järjestelmän taloudellisuus on samaa kokoluokkaa kuin perinteisen maalämpöjärjestelmän. Sähkönkulutusta voi vähentää suorasähkölämmitteisissä taloissa myös pellettitakalla. Pellettitakasta löytyy ratkaisuja sekä uudis- että korjausrakentajan tarpeisiin. Niillä voi lämmittää ilmakiertoisesti yhtä tai useampaa huonetilaa, ja vesikiertoisia versioita voidaan kytkeä lämminvesivaraajaan ja vesikiertoiseen lämmönjakojärjestelmään. Pellettitakkojen avulla voidaan kattaa tilojen ja käyttöveden lämmitystarve kokonaan. Pellettitakalla voidaan tuottaa lämpöä mainiosti myös kylminä kausina, jolloin sähkö on kalleinta ja käytössä on enemmän ympäristöä rasittavaa lauhdetuotantoa. Maakaasulämmitteisissä rakennuksissa paras ja helpoin ratkaisu lisätä uusiutuvien käyttöä on korvata maakaasu uusiutuvalla ja kotimaisella biokaasulla. Käytännössä tämä tarkoittaa biokaasusertifikaatin hankkimista sovitulle energiamäärälle alueella maakaasun jakelusta vastaavalta yritykseltä. Toimenpiteestä ei tällöin koituisi rakennuksen omistajalle uusia investointikustannuksia. Myös öljylämmityksen muuttaminen biokaasulämmitykseksi on kaasuverkoston alueella usein kustannustehokkain ja ympäristön kannalta paras vaihtoehto.
Eteneminen	Kunnalla on hyvät mahdollisuudet vaikuttaa siihen, kuinka uusiutuvan energian käyttö ja energiatehokkuus toteutuvat myös yritysten ja yksityishenkilöiden uudisrakentamisessa. Vaikuttamistapoja ovat mm. kunnan yksityisten kanssa yhteistyössä toteuttamat aluelämpöratkaisut sekä erilaiset alueelliset rakentamistapamääräykset. Mikäli alueiden rakennukset valmistuvat kovin eri aikaan, voi aluelämmön sijasta toimivampi vaihtoehto olla korttelikohtainen lämmitys, jossa saman korttelin talojen energia tuotettaisiin keskitetysti. Eri

	lämmöntuotantovaihtoehtojen tutkimiseksi kannattaisikin tehdä tarkempi erillisselvitys, joka tarjoaisi tietoa alueen suunnittelun pohjaksi ja varmistaisi sen, että alueen uusiutuvan energian mahdollisuudet tulisivat mahdollisimman tehokkaasti käytettyä. Kunta voi myös lisätä uusiutuvaa energiaa antamalla rakentamiselle ohjeita, määräyksiä ja kannusteita. Selkein tapa ohjata rakentamista ovat erilaiset rakentamistapaohjeet, jotka velvoittavat tietylle alueelle rakentavia kiinnittämään huomiota energiatehokkuuteen ja uusiutuvan energian hyödyntämiseen. Vastaavasti kunta voi myös tarjota näihin liittyvää neuvontaa ja opastusta rakentajille, tai myöntää avustuksia jotka kannustavat lisäämään energiatehokkuutta ja uusiutuvaa energiaa uudiskohteissa. Uudisrakennusten parantuneesta energiatehokkuudesta olisi hyötyä myös siinä, että sitä voitaisiin käyttää osana kunnan solmiman energiatehokkuussopimuksen säästövelvoitteiden täyttämistä. Tämän työn aikana on erillisselvityksinä toteutettu myös geo- ja aurinkoenergiapotentiaalikartat Kangasalan, Lempäälän ja Tampereen alueelta, joten niissä koottuja aineistoja kannattaa myös hyödyntää kuhunkin kohteeseen parhaiten soveltuvan uusiutuvan energian sovelluskohteen arvioinnissa ja valinnassa.
--	--

TOIMENPIDE 6: PUUHUN PERUSTUVA LÄMPÖKESKUS (ERILLISSELVITYS)	
Toimenpiteen kuvaus	Lämmöntuotannolle puupolttoaineilla on hyvät edellytykset Kangasalla. Sähkön tuotannolle ei näyttäisi olevan taloudellisia perusteita nykyisellä sähkön markkinahinnalla. Sähkön markkinahintaa samoin kuin uusiutuvan energian tukimuotoja kannattaa seurata ja verrata kehitystä herkkyytstarkastelun mukaisiin tuloksiin. Uusiutuvan energian tukimuodot ovat juuri tarkastelun alla ja uusia päätöksiä on odotettavissa myöhemmin tänä vuonna. Mikäli tukimuodoissa tapahtuu merkittäviä muutoksia ja tulee pien-CHP:lle kannustimia, kuten nykyistä tuulivoiman syöttötariffia vastaava järjestely tms., kannattaa nyt laadittuja laskelmia tarkastella ja jos kannattavuus alkaa näyttää mahdolliselta, niin tarkentaa tuloksia esim. sitovien tarjousten avulla.
Taloudelliset tiedot	Nykyinen syöttötariffijärjestelmä takaa 83,5 €/MWh sähkön hinnan pienvoimalalle ja mikäli myös lämpö hyödynnetään, voidaan saada lisäksi 20 €/MWh lämpöpreemiota. Syöttötariffijärjestelmässä on kuitenkin leikkuri, jonka mukaan tukea maksetaan korkeintaan 750 000 €/ neljä perättäistä vuosineljännestä. Kangasalan laitoksilta vain puolet tuotannosta voisi saada tukea ja loput jouduttaisiin myymään markkinoille ilman tukea, mikä tiputtaisi olennaisesti sähkön keskihintaa. Kangasalan kaukolämpöverkostojen yhdistämiset nyt suunnitellussa laajuudessa ja puupohjaisen kaukolämpö merkittävästi lisäävät uusiutuvan energian osuutta. Kaukolämmön omakustannushinta ilman hallintokuluja on alle 40 €/MWh, kun maakaasun käytön muuttuvat kustannukset ovat luokkaa 50 €/MWh eli uusiutuvaan energiaan siirtyminen on nykyiselläkin hintatasolla taloudellisesti kannattavaa.
Toimenpiteen	Uusiutuvan energian osuuden merkittävä nousu.

vaikutukset	
Eteneminen	Yksityiskohtaiset kannattavuusselvitykset lämpöverkkojen yhdistämisestä ja lämpökeskuksista.

5.3 Yhteistyössä toteutettavat kohteet

TOIMENPIDE 7: TUULIVOIMAN TUOTANTO KANGASALLA																							
Toimenpiteen kuvaus	Kangasalle voidaan arvioida mahtuvan nykyisillä vaatimuksilla ja nykyisillä maakuntakaavan tuulivoima-alueilla n. 75 MW:n nimellistehon edestä tuulivoimatuotantoa (3 MW:n nimellistehoisilla voimaloilla), josta maakuntakaavan n. 15 voimalaa muodostaa 45 MW:n osuuden ja Elamonjärven alue 30 MW (arviolta maksimissaan 10 voimalaa erilleen sijoitettuina).																						
Taloudelliset tiedot	Tuulivoiman investointikustannus on Suomessa keskimäärin noin 1 550 €/kW. Näin ollen yhden 3 MW tehoisen tuulivoimalan investointikustannus on tyypillisesti noin 4,5–5 miljoonaa euroa. Tuulivoimahankkeen tavanomaisia investointikustannuksia on esitetty seuraavassa taulukossa. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kohde</th><th>Kustannus</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tuulivoimala</td><td>3 500 000 €</td></tr> <tr> <td>Uusi tie, 500 m</td><td>100 000 €</td></tr> <tr> <td>Nostoalue</td><td>100 000 €</td></tr> <tr> <td>Perustus ja siihen liittyvät maatyöt</td><td>300 000 €</td></tr> <tr> <td>Sähköverkkoon liittyminen</td><td>90 000 €</td></tr> <tr> <td>20 kV ja data kaapeli 500 m</td><td>40 000 €</td></tr> <tr> <td>110 kV kaapeli 350 m</td><td>20 000 €</td></tr> <tr> <td>Suunnittelu ja valvonta</td><td>100 000 €</td></tr> <tr> <td>Muut kustannukset, varaus</td><td>500 000 €</td></tr> <tr> <td>Yhteensä</td><td>4 750 000 €</td></tr> </tbody> </table> Tyypillisesti voimalavalmistajan kanssa laaditaan kunnossapitosopimus, joka kattaa voimaloiden kunnossapidon ja käytön. Tyypillisesti kunnossapitosopimuksen kustannukset määräytyvät tuotetun tehon mukaan. Tuulivoimalan käyttö- ja kunnossapitokustannuksiksi arvioidaan muodostuvan arviolta 13–17 €/MWh. Tämä kustannus pitää sisällään myös maanvuokran, verot, vakuutukset ja muut mahdolliset kulut, kuten hallinto-, tasehallinta- ja sähkönmyyntikustannukset. Nykyisellä syöttötariffin tasolla 83,5 €/MWh tuulivoimahankkeen koroton takaisinmaksuaika on tyypillisesti 6-12 vuotta. Takaisinmaksuaikaan vaikuttaa vahvasti investointikustannukset, kohteen tuulusuus, tuulivoimalan käytettävyyys ja huollon kustannukset. Nykyisen syöttötariffijärjestelmän kiintiön täytyttyä tuulivoimalla tuotetusta sähköstä saatava hinta todennäköisesti laskee. Mikäli tulevaisuudessa tuotetusta sähköstä saatava hinta olisi esimerkiksi 60 €/MWh, olisi takaisinmaksuaika noin 10–20 vuotta.	Kohde	Kustannus	Tuulivoimala	3 500 000 €	Uusi tie, 500 m	100 000 €	Nostoalue	100 000 €	Perustus ja siihen liittyvät maatyöt	300 000 €	Sähköverkkoon liittyminen	90 000 €	20 kV ja data kaapeli 500 m	40 000 €	110 kV kaapeli 350 m	20 000 €	Suunnittelu ja valvonta	100 000 €	Muut kustannukset, varaus	500 000 €	Yhteensä	4 750 000 €
Kohde	Kustannus																						
Tuulivoimala	3 500 000 €																						
Uusi tie, 500 m	100 000 €																						
Nostoalue	100 000 €																						
Perustus ja siihen liittyvät maatyöt	300 000 €																						
Sähköverkkoon liittyminen	90 000 €																						
20 kV ja data kaapeli 500 m	40 000 €																						
110 kV kaapeli 350 m	20 000 €																						
Suunnittelu ja valvonta	100 000 €																						
Muut kustannukset, varaus	500 000 €																						
Yhteensä	4 750 000 €																						
Toimenpiteen vaikutukset	Sähkön tuottaminen tuulivoimalla ei toimintavaiheessaan synnytä ilmastonmuutosta kiihdyttäviä kasvihuonekaasupäästöjä, minkä vuoksi tuulivoimalla voidaan osaltaan alentaa Suomen oman energiantuotannon																						

	vuosittaisia kasvihuonekaasupäästöjä. Tuulivoimaloilla saavutettavat kasvihuonekaasujen sekä muiden ilmapäästöjen alenemat ovat keskeisesti riippuvaisia siitä, mitä tuotantomuotoja niiden avulla pystytään korvaamaan. Teollinen tuulivoima kytketään jakeluverkon ja/tai alueverkon kautta kantaverkkoon, minkä johdosta vaikutukset ulottuvat koko Suomen sähköjärjestelmään. Suomessa fossiilisten polttoaineiden osuus maan omasta sähköntuotannosta on noin puolet. Loppuosa tuotetaan vastaavasti joko ydin- tai vesivoimalla tai uusiutuvilla energianlähteillä. Suomalaisen sähköntuotantojärjestelmän keskimääräisiksi hiilidioksidipäästöiksi on arvioitu noin 240 g CO₂ tuotettua kilowattituntia kohti, joka sisältää jo hiilineutraaleja tuotantomuotoja. Yhden teollisen kokoluokan tuulivoimalan keskimääräinen CO₂ -päästövähennys on siten noin 2 400 tonnia vuodessa. Uusiutuvien energian tuotannon lisääntyminen Suomen energiajärjestelmässä on vaikuttanut erityisesti hiililauhdevoiman käytön vähenemiseen. Hiililauhdevoimaa syrjäyttäessään tuulivoimalla saavutettava päästövähennys on huomattavasti suurempi kuin syrjäyttäessään Suomen keskimääräistä sähköntuotantoa. Tällöin yhden teollisen kokoluokan tuulivoimalan keskimääräinen CO₂ -päästövähennys on siten noin 6 630 tonnia vuodessa. Tuulipuiston tuotantovaiheessa saavutettavat päästövähennykset eivät kuitenkaan suoraan kerro tuotantomuodon kannattavuudesta ja ilmastohyödyistä, vaan niiden arvioimiseksi tulisi laskelmissa ottaa huomioon myös tuulivoimaloiden rakentamisen ja ylläpidon edellyttämä materiaali ja energiankulutus. Luonteenomaista erityisesti uusiutuvien energiamuotojen sekä muun muassa ydinvoiman elinkaaren aikaisille ilmastovaikutuksille on niiden painottuminen energiantuotantoketjun alkuvaiheisiin ja rakentamisen aikaisiin vaikutuksiin, jotka kattavat usein valtaosan koko energiantuotantoprosessin synnyttämistä kasvihuonekaasupäästöistä. Varsinaisen tuotantovaiheen aikana kasvihuonekaasupäästöjä ei sen sijaan merkittävässä määrin synny. Nykyaikaisten tuulivoimaloiden rakentamisesta ja ylläpidosta aiheutuvan energiankulutuksen on kuitenkin havaittu olevan pieniä verrattuna niillä tuotettuun energiamäärään. Elinkaarianalyysien perusteella esimerkiksi 3 MW tuulivoimalan valmistamisen ja pystyttämisen kuluttaman energian on arvioitu vastaavan enimmillään 5 % tuulivoimalan toiminta-aikanaan tuottamasta energiamäärästä ja tuulivoimalan on arvioitu tuottavan tämän energiamäärän 4–12 toimintakuukauden aikana laskentatavasta ja käytetyistä oletuksista riippuen Kasvihuonekaasupäästöjen ohella tuulivoimatuotannon avulla voidaan saavuttaa huomattavia säästöjä myös muiden ilmapäästöjen osalta, koska ilmanlaatuun vaikuttavien ilmapäästöjen (mm. rikkidioksidi, typen oksidit) määrät ovat tuulivoimatuotannossa vähäisiä esimerkiksi fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna.
Eteneminen	Kunnassa voidaan edistää tuulivoimaa maankäytön ja kaavoituksen keinoin. Tuulivoimalat tulee merkitä yleis- ja/tai asemakaavaan tai poikkeuksellisesti suunnittelutarveratkaisu voi korvata kaavan. Tuulivoimalan rakennusluvan myöntää rakennusvalvontaviranomainen. Kunnan kannattaa huomioida, että kunnalle suoritetaan kiinteistövero tuulivoimalasta ja sillä on niin rakentamisaikaisia kuin käytön ajanakin

	työllistäviä vaikutuksia.
--	---------------------------

TOIMENPIDE 8: BIOKAASUN JA PELTOENERGIAN TUOTANTO	
Toimenpiteen kuvaus	Kappaleessa 4.9 arvioitiin Kangasalan biokaasun tuotantopotentiaalin olevan noin 22 700 MWh vuodessa. Biokaasuyhtiö BioGTS:n arvioon mukaan, Kangasalan syötteillä voisi biokaasua tuottaa n. 4 200 000 Nm ³ /v. Sähköntuotannossa määrää vastaa n. 1 000 kW laskennallista sähkötehoa ja 1 300 kW laskennallista lämpötehoa (8 500MWh sähkön- ja 9 700 MWh lämmöntuotantoa vuodessa).
Taloudelliset tiedot	Budjettihinta tämän kokoiselle biokaasulaitoksen kokonaistoimitukselle on 7 525 000 euro (alv. 0%) sisältäen: • Tarvittavat reaktorirakenteet • Syöttörakennus • Biokaasun jalostuslaitteisto • Syötteen esikäsittelylaitteet • Hygieniasointiyksikkö • Kaasuvarasto • Laitteet reaktorin syöttämistä ja käsittelyn materiaalin poistamista varten • Kaasukattila laitoksen omaa lämmöntarvetta varten • Laitosautomaatio • Laitostoimitus avaimet käteen periaatteella Mikäli biokaasua myytäisiin suoraan Kangasalan Lämmön hallinnoimaan maakaasuverkkoon nykyhinnalla (n.50 eur/MWh, alv 0 %), olisi laitoksen koroton takaisinmaksuaika noin 7 vuotta. Jos biokaasulaitos sijaitsisi Gasum Oy verkon alueella, jouduttaisiin biokaasun siirrosta maksamaan siirtomaksu, tuolloin laitoksen kannattavuus huononisi merkittävästi. Laskelmassa on oletettu, että biokaasun raaka-aineen hinta on 0 eur/t. Prosessi olisi jatkuvatoiminen, täysin automatisoitu ja etävalvottava. Mikäli Kangasalan biokaasun kokonaispotentiaalissa ei huomioida Sahalahden Broiler Oy:n ja Saarioisten lihajalostamon biojätteitä, olisi alueen biokaasun tuotantopotentiaali noin 9 700 MWh vuodessa. Kangasalan syötteillä voisi Biokaasuyhtiö BioGTS:n arvioon mukaan, tuottaa biokaasua n. 1 800 000 Nm³ vuodessa. Budjettihinta tämän kokoiselle biokaasulaitoksen kokonaistoimitukselle on 4 212 000 euro (alv. 0%) ja koroton takaisinmaksuaika noin 9 vuotta jos biokaasua myytäisiin Kangasalan Lämmön hallinnoimaan maakaasuverkkoon. Biokaasun tuotannon kannattavuutta voi parantaa esim. porttimaksulla. Siinä reaktorin omistajalle tuodaan mädätettäväksi sopivia jätteitä, tuojat maksavat vastaanottajalle siitä, että pääsevät eroon omista jätteistä. BioGTS:n budjettitarjouksen laskennassa on käytetty kuivamädätyslaitoksille tyypillistä 8 kgVS/m³d kuormitustasoa. Lopullinen kuormitustaso määräytyy käytettyjen syötteiden ominaisuuksien mukaan.
Toimenpiteen	Liikennepolttoaineena tämä vastaa esim. 2 080 henkilöauton vuotuista

vaikutukset	polttoainetarvetta. Kyseisellä biokaasunmäärällä voitaisiin lämmittää mm. kaikki Kangasalan maakaasulämmitteiset pientalot. CO ₂ -päästöjen vähenemä olisi noin 4400 tCO ₂ /a.
Eteneminen	Gasum on kehittänyt markkinoille biokaasusertifikaattijärjestelmän. Biokaasusertifikaatit ovat yksi myyntitapa biokaasulle, ja niiden avulla biokaasun ominaisuudet voidaan siirtää joustavasti kaasusiakkaille. Kangasalan alueella voisi esimerkiksi järjestää biokaasusertifikaatin koemarkkinoinnin ja mikäli tuote lähtee hyvin kaupaksi, olisi seuraava askel oman biokaasulaitosten teknis-taloudellinen selvitystyö.

5.4 Mitä kunta voi tehdä?

Kunnalla on hyvät mahdollisuudet vaikuttaa siihen, kuinka uusiutuvan energian käyttö ja energiatehokkuus toteutuvat myös yritysten ja yksityishenkilöiden uudisrakentamisessa. Vaikuttamistapoja ovat mm. kunnan yksityisten kanssa yhteistyössä toteuttamat aluelämpöratkaisut sekä erilaiset alueelliset rakentamistapamääräykset.

Mikäli alueiden rakennukset valmistuvat kovin eri aikaan, voi aluelämmön sijasta toimivampi vaihtoehto olla korttelikohtainen lämmitys, jossa saman korttelin talojen energia tuotettaisiin keskitetysti. Eri lämmöntuotantovaihtoehtojen tutkimiseksi kannattaisikin tehdä tarkempi erillisselvitys, joka tarjoaisi tietoa alueen suunnittelun pohjaksi ja varmistaisi sen, että alueen uusiutuvan energian mahdollisuudet tulisivat mahdollisimman tehokkaasti käytettyä.

Kunta voi myös lisätä uusiutuvaa energiaa antamalla rakentamiselle ohjeita, määräyksiä ja kannusteita. Selkein tapa ohjata rakentamista ovat erilaiset rakentamistapaohjeet, jotka velvoittavat tietyille alueelle rakentavia kiinnittämään huomiota energiatehokkuuteen ja uusiutuvan energian hyödyntämiseen. Vastaavasti kunta voi myös tarjota näihin liittyvää neuvontaa ja opastusta rakentajille, tai myöntää avustuksia jotka kannustavat lisäämään energiatehokkuutta ja uusiutuvaa energiaa uudiskohteissa. Uudisrakennusten parantuneesta energiatehokkuudesta olisi hyötyä myös siinä, että sitä voitaisiin käyttää osana kunnan solmiman energiatehokkuussopimuksen säästövelvoitteiden täyttämistä.

Edullisin ja nopein tapa lisätä uusiutuvan energian osuutta kunnan energian käytössä on hankkia kaasulämmitteisissä kohteissa maakaasun sijasta biokaasua. Myös kaukolämpökohteisiin on mahdollista hankkia biokaasulla tuotettua kaukolämpöä.

Vihreän sähkön eli uusiutuvista energianlähteistä tuotetun sähkön ostaminen on myös yksi keino vähentää ilmastopäästöjä, joka kannattaa kunnissa huomioida.

Tämän katselmuksen prosessin aikana järjestettiin myös työpajoja kuntakaavoittajille, sillä kaavoituksen roolia uusiutuvan energian hyödyntämisen edistämässä ei voi aliarvioida. Työpajojen perusteella koottiin alla esitetty muistilista kaavoittajan työn tueksi:

Aihekokonaisuus	Asiaan liittyen tarkistettavat ja pohdittavat asiat
Ympäristösertifiointi	<i>Haetaanko alueelle ympäristösertifikaattia? Ohjaako ympäristösertifiointi alueelle asetettavia tavoitteita?</i>
Energia	HUOM! EU:n Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin mukaan vuoden 2019 alusta uusien julkisten rakennusten ja vuoden 2021 alusta lukien kaikkien uusien rakennusten on oltava ns. lähes

	nollaenergiarakennuksia. Lähes nollaenergiallisena kokonaisuutena tarkastellaan kutakin rakennusta erikseen. Ottaako kaava riittävällä tavalla huomioon uuden rakentamisen tavoitteet ja vaikutukset? - o energiatehokkuuden lisääminen - o energiankäytön vähentäminen - o uusiutuvien energialähteiden käyttöönotto Onko energia-analyysi osa selvitys- ja vaikutusarviointikokonaisuutta? - o energiankulutuksen arviointi - o energiantuotantovaihtoehtojen kartoitus - o päästölaskenta/hiilitasetarkastelu Mahdollistaako kaava energiatehokkuuteen ja -kulutukseen liittyvät tekniset laitteet? Kannustaako kaava energiatehokkuuteen ja uusiutuvien energiamuotojen käyttöön? Onko kaavaratkaisussa huomioitu energiantuotannon tilantarpeet? (esim. maalämpökaivojen sijoittamisen mahdollistava tonttikoko ja muoto)
Rakennuspaikka ja alueiden käyttö	Ottaako suunnitelma huomioon alueen topografian, ilmansuunnat sekä vallitsevat tuulensuunnat? Tukeeko yhdyskuntarakenne julkista liikennettä ja palvelujen syntymistä? Minimoiko suunnitelma katuverkon pituuden ja rakentamiseen vaadittavien maansiirtojen ja tasausten määrän? Aurinkoisuus, tuulisuus ja korkeusasema – miten rakennukset suunnataan ja sijoitetaan toisiinsa ja ympäristöönsä nähden?
Rakennusten muoto, suuntaus ja rakenteet	Aurinkoisuus, tuulisuus ja korkeusasema – miten rakennuksen muodot ja eri rakennusosat suunnataan ja sijoitetaan toisiinsa ja ympäristöönsä nähden? Ottaako suunnitelma huomioon kylmät ja lämpimät ilmansuunnat, lumen kertymisen ja Venturi-ilmiön?
Tehokkuus, tilasuunnittelu ja jousto	Mahdollistaako rakentaminen joustavat toiminnot ja monipuolisen käyttötarkoituksen? (välillinen vaikutus elinkaareen ja sitä kautta rakentamisen energiankulutukseen) Mahdollistaako kaava rakennusten tilojen sijoittelun niiden lämmitys- ja valotarpeen mukaan? Voiko tila sijaita myös rakennuksen ulkopuolella kylmänä ja kevytrakenteisena?
Aukotus ja aurinkosuojaus	Huomioidaanko kaavassa aktiivinen ja passiivinen aurinkoenergia? (Suurin osa käyttökelpoisesta päivänvalosta tulee ylhäältä tai yläviistosta) Vähentääkö aukotus keinovalaistuksen ja jäähdytyksen/viilennyksen tarvetta?
Ympäristö	Mahdollistaako kaavaprosessi, että rakentamisalueet ja viheralueet suunnitellaan samanaikaisesti? (yhteisvaikutusten huomioiminen) Onko suunnittelussa otettu huomioon rakennusten välialueet ja mikroilmasto? Onko kaavaratkaisussa otettu huomioon lehti- ja havupuiden

	<i>erilaiset varjostus- ja tuulensuojaominaisuudet?</i> <i>Minimoiko suunnitelma alueiden ylläpitoon kuluvan energiankulutuksen?</i> ○ ekologiset hulevesiratkaisut ○ ekologiset jäteratkaisut ○ riittävät tilat katutilojen huoltoon
--	--

5.5 Rahoitusmallit

Kangasalan kunta voi rahoittaa uusiutuvan energian lisäämiseen tähtääviä investointeja usein eri tavoin. Investointien rahoitusratkaisuja pohdittaessa kannatta ottaa huomioon TEM:n myöntämät tuet erilaisille energiantuotantoratkaisuille. Lisäksi kannattaa huomioida perinteisen investoinnin lisäksi ESCO-palvelun mahdollisuuksia tai ulkoistaa toimenpiteen toteutus sekä ylläpito kokonaisuudessaan kolmannelle osapuolelle (esim. lämpöyrittäjä).

ESCO-palvelussa ulkopuolinen energia-asiantuntija toteuttaa esimerkiksi kunnan kiinteistöissä investointeja ja toimenpiteitä energian säästämiseksi. ESCO-toimija sitoutuu energiankäytön tehostamistavoitteiden saavuttamiseen kohteessa, eli tarjoaa takuun syntyvästä energiasäästöstä. ESCO-palvelun hyödyntäminen on kunnalle lähes riskitöntä, sillä ESCO-palvelun kustannukset, energiansäästöinvestointi mukaan luettuna, maksetaan säästöillä, jotka syntyvät alentuneista energiakustannuksista. Lisätietoja ESCO-palvelusta ja palvelua tarjoavista yrityksistä löytyy esimerkiksi Motivan kotisivuilta ESCO-palvelu -osiosta. [16]

Kun yrittäjä, yritys tai osuuskunta myy käyttäjälle lämpöä sovittuun hintaan, on kyseessä paikallisen lämpöenergian tuottaminen lämpöyrittäjäystoiminnan muodossa. Käyttäjä voi olla esimerkiksi kunta tai alueella toimiva yritys. Polttoaineina voi olla lähialueilta hankittu puubiomassa, mutta myös peltobiomassat, biokaasu, turve sekä puunjalostuksen sivutuotteet sopivat tähän tarkoitukseen. Polttoaineen hankinnan lisäksi lämpöyrittäjä huolehtii lämpökeskuksen toiminnasta ja tulovirta muodostuu lämmitettävään kiinteistöön tai lämpöverkkoon tuotetusta energiasta. Lämpölaitos voi olla kiinteistön omistajan tai yrittäjän omaisuutta. Lisätietoja lämpöyrittäjäydestä voi käydä lukemassa esimerkiksi Motivan kotisivuilta Lämpöyrittäjäyys-osiosta. [16]

Työ- ja elinkeinoministeriö voi hankekohtaisen harkinnan perusteella myöntää yrityksille, kunnille ja muille yhteisöille energiatukea sellaisiin ilmasto- ja ympäristömyönteisiin investointi- ja selvityshankkeisiin, jotka edistävät uusiutuvan energian tuotantoa tai käyttöä; energiansäästöä tai energiantuotannon tai käytön tehostamista; vähentävät energian tuotannon tai käytön ympäristöhaittoja. [15]

Energiatuella pyritään erityisesti edistämään uuden energiateknologian käyttöönottoa ja markkinoille saattamista. Uusiutuvan energian käyttöön liittyviä tukikelpoisia investointeja ovat mm. [15]

- 1) pienet lämpökeskukset
- 2) pienet sähköntuotantohankkeet
- 3) polttoaineen tuotantohankkeet
- 4) uuden teknologian demonstraatiohankkeet

Energian säästöön ja energiankäytön tehostamista sekä uusiutuvan energian käyttöä koskevia tuettavia selvityshankkeita ovat energiakatselmukset ja energia-analyysit.

6. TOIMENPITEIDEN PIENHIUKKAS- JA ALUETALOUSVAIKUTUKSET

Pienhiukkas- ja aluetalousvaikutukset on arvioitu Ramboll Finlandin kehittämällä resurssiverkkomallilla. Mallilla on saatu näkyväksi kaikki alueen resurssivirrat 46 toimialan tarkkuudella, minkä jälkeen tulokset on yhdistetty 7 pääkategoriaan; Alkutuotanto, Teollisuus, Energiahuolto, Rakentaminen, Kuljetus ja varastointi, Kiinteistöalan toiminta, Palvelut. Mallin nykytilanne kuvaa, mikä on energiahuollon välittömät ja välilliset vaikutukset aluetaloudessa; kokonaistuotos, arvonlisäys, työllisyys, palkansaajakorvaukset sekä hiukkas- ja pienhiukkaspäästöt.

Aluetalousvaikutukset on arvioitu seutukuntatasolla, koska uusiutuvan energian kuntakatselmuksen kohteissa tehtävät toimenpidemuutokset synnyttävät kerrannaisvaikutuksia, mitkä näkyvät koko seutukunnassa ja jopa Suomessa. Resurssiverkkomallin tiedot päivitettiin tarkastelua varten Tampereen seutukunnan tiedoilla, joka pitää sisällään 10 kuntaa; Hämeenkyrö, Kangasala, Lempäälä, Nokia, Orivesi, Pirkkala, Pälkäne, Tampere, Vesilahti ja Ylöjärvi. Näin ollen kaikki uusiutuvan energian kuntakatselmuksen kohteet ovat mukana mallissa sekä tehtävien toimenpiteiden vaikutukset aluetalouteen saadaan selville oikeassa kokoluokassa.

Aluetalousvaikutuksia arvioitaessa pääpaino on energiahuollossa ja sen aiheuttamissa kerrannaisvaikutuksissa, sillä Tilastokeskuksen määritelmän mukaan toimialaan ”Energiahuolto” kuuluu sähkön, kaasun ja lämmön ja vastaavien kiinteän verkoston tai putkiston kautta jaeltavien energiahyödykkeiden tuotantoon, jakeluun ja kauppaan liittyvät toiminnot. Lisäksi Energiahuoltoon kuuluvat myös tilojen jäähdytykseen käytettävän ilman ja veden tuotanto ja jakelu (kaukojäähdytys) sekä biokaasun tuotanto.

Työssä tarkasteltavia hiukkasia ja pienhiukkasia muodostuu ilmaan useista eri lähteistä, joita voivat olla mm. energiahuolto, liikenne ja teollisuus. Kaupunkialueilla hiukkaspitoisuudet ovat korkeimmillaan keväällä, jolloin hiukkaspäästöt muodostuvat paljolti katupölystä. Hiukkaspitoisuutta tarkastellaan kokonaispitoisuutena, missä on mukana hengitettävät (PM10) ja pienhiukkaset (PM2,5). Halkaisijaltaan alle 2,5 mikrometrin (μm) hiukkaset eli pienhiukkaset (PM2,5) ovat osa hengitettäviä hiukkasia. Ilmanlaadun tarkkailussa on tarpeen kiinnittää huomio yhä pienempiin hiukkaskokoihin, sillä pienemmät hiukkaset tunkeutuvat hengitysilman mukana syvemmälle hengitystiehyihin.

Pienhiukkasia tulee ilmaan polttoaineiden palamisessa, erityisesti puun pienpoltossa (primäärihiukkaset). Pienhiukkasiksi muuntuvat myös ilmaan päästetyt rikkidioksidi- ja typpidioksidikaasut (sekundaariset hiukkaset). Pienhiukkaset voivat kulkeutua ilmassojen mukana hyvin pitkiä matkoja ja poistuvat ilmakehästä pääosin sateen mukana. Siksi pienhiukkasten tarkastelussa tärkeää on huomioida taustapitoisuus ja pienhiukkasten määrässä tapahtuva muutos. Lisäksi tässä projektissa tehtävä tarkastelun rajausta seutukuntatasolle tukee tuloksia pienhiukkasten pitkien kulkeutumismatkojen vuoksi.

6.1 Pienhiukkasten pitoisuudet ja lähtöarvot

Vuonna 2012 teollisuuden ja palveluiden hiukkaspäästöt (PM10) Tampereen seutukunnassa oli 2 270 tonnia, joista 1 680 tonnia oli pienhiukkasia, eli halkaisijaltaan alle 2,5 mikrometriä (PM2,5). Kotitalouksien aiheuttamat hiukkaspäästöt (PM10) olivat 1 250 tonnia, joista noin 1 070 tonnia olivat PM2,5 hiukkasia. Taulukossa 10 on tarkemmin kuvattu pienhiukkaspäästöt toimialoittain Tampereen seutukunnassa.

Taulukko 10. Hiukkas- (PM10) ja pienhiukkaspäästöt (PM2,5) toimialoittain Tampereen seutukunnassa.

Toimiala	PM10			PM2,5		
	tonnia	tonnia / milj. € kokonaistuotos	tonnia / työllinen	tonnia	tonnia / milj. € kokonaistuotos	tonnia / työllinen
Alkutuotanto	100	0,297	0,033	50	0,143	0,016
Teollisuus	1 030	0,120	0,030	810	0,095	0,024
Energiahuolto	150	0,168	0,211	50	0,060	0,075
Rakentaminen	120	0,054	0,009	70	0,030	0,005
Kuljetus ja varastointi	340	0,291	0,038	220	0,192	0,025
Kiinteistöalan toiminta	440	0,194	0,248	420	0,187	0,239
Palvelut	90	0,009	0,001	60	0,006	0,001
Kotitaloudet	1 250	-	0,003	1 070	-	0,003
YHTEENSÄ	3 520	-	-	2 750	-	-

Kuten taulukosta 10 nähdään, Tampereen seutukunnassa syntyy hiukkasia noin 3500 tonnia vuodessa, joista lähes 80 % on PM2,5 pienhiukkasia. Tarkasteltaessa suoria vaikutuksia, Tampereen seutukunnassa Energiahuollon osuus hiukkaspäästöistä (PM10) on 4,3 % ja pienhiukkaspäästöistä (PM2,5) 2,0 %.

Vertailtaessa hiukkaspäästöjä toimialojen kesken, voidaan ne suhteuttaa toiminnan laajuuteen tarkastelualueella, jolloin saadaan selkeämpi kuva toimialojen eroista. Tämän vuoksi em. taulukossa on esitetty hiukkaspäästöt myös toimialojen kokonaistuotoksen suhteen sekä työllisyyden suhteen. On kuitenkin muistettava toimialojen ominaispiirteet ja niiden väliset erot tehtäessä johtopäätöksiä suhteutetuista luvuista, sillä toimialojen liiketoiminta on osittain hyvinkin erilaista. Tarkasteltaessa kokonaistuotokseen suhteutettuja hiukkaspäästöjä, huomataan Energiahuollon olevan keskitasoa PM10 -päästöjen osalta mutta erityisesti terveydelle haitallisia PM2,5 -päästöjä syntyy kuitenkin huomattavan vähän. Vastaavasti tarkasteltaessa työllisyyteen suhteutettuja PM10 ja PM2,5 -päästöjä, on Energiahuollon päästöt toiseksi suurimmat. Tämä on hyvä esimerkki, ettei hiukkaspäästöjen määristä tai suhteutetuista luvuista voi vetää liian nopeita johtopäätöksiä, vaan vaatii asian syvempää tuntemusta. Tästä johtuen, uusiutuvan energian kuntakatselmuksessa tehtävien toimenpide-ehdotusten vaikutuksia hiukkas- (PM10) ja pienhiukkaspäästöihin (PM2,5) arvioidaan ainoastaan päästömäärien muutoksena, jolloin nettomääräiset muutokset alueen taustapitoisuuteen saadaan selville.

6.2 Aluetalouden nykytila

Aluetaloutta on tarkasteltu kokonaisuutena Tampereen seutukunnan tasolla käyttäen samaa toimialajakoa kuin hiukkaspäästöjen tarkastelussa. Aluetaloutta ja toimenpiteiden vaikutuksia aluetalouteen tarkastellaan tarjouksen mukaisesti kokonaistuotoksen, arvonlisäyksen, työllisyyden sekä palkansaajakorvausten osalta.

Taulukko 11. Tampereen seutukunnan aluetaloudellisia tunnuslukuja.

Toimiala	Kokonaistuotos (milj. €)	Arvonlisäys (milj. €)	työllisyys (hlö)	palkansaajakorvaukset (milj. €)
Alkutuotanto	350	190	3 150	40
Teollisuus	8 520	2 580	33 840	1 600
Energiahuolto	890	510	710	40
Rakentaminen	2 250	810	13 440	550
Kuljetus ja varastointi	1 160	470	8 940	290
Kiinteistöalan toiminta	2 240	1 470	1 750	70

Palvelut	10 910	6 440	117 540	4 720
YHTEENSÄ	26 320	12 480	179 360	7 300

Energiahuollon suorat vaikutukset aluetalouteen näkyvät taulukosta 11, minkä mukaan Energiahuolto työllistää suoraan noin 700 henkeä Tampereen seutukunnassa. Se on ainoastaan 0,4 % kaikista työllisistä Tampereen seutukunnassa. Energiahuollon kokonaistuotos on kuitenkin 890 miljoonaa euroa (3,4 % tarkastelualueen kokonaistuotannosta) ja arvonlisäys 510 miljoonaa euroa (4,1 % tarkastelualueen arvonlisäyksestä). Tämän perusteella Energiahuollon suorien aluetalousvaikutusten voidaan todeta kohdistuvan ensisijaisesti rahavirtoihin ja työllisyysvaikutukset tulevat paremmin esille kerrannaisvaikutusten kautta.

Otettaessa kerrannaisvaikutukset mukaan tarkasteluun, Energiahuollon työllisyyskerroin on Tampereen seutukunnassa 1,92 ja suora työllisyyskerroin 0,79. Käytännössä se tarkoittaa, että 1 miljoonan euron liikevaihdon kasvu Energiahuollossa synnyttää uutta työtä suoraan Energiahuoltoon 0,79 henkilötyövuotta ja kerrannaisvaikutuksineen 1,92 henkilötyövuotta Tampereen seutukuntaan. Näin ollen Energiahuollon kerrannaisvaikutukset työllisyyteen ovat noin 1 000 työpaikkaa. Vastaavasti Energiahuolto synnyttää kerrannaisvaikutuksia kokonaistuotokseen 150 miljoonaa euroa, Arvonlisäykseen 70 miljoonaa euroa ja palkansaajakorvauksiin 40 miljoonaa euroa.

Tampereen seutukunnassa tuotetusta energiasta (lämpö, sähkö, höyry, jäähdytys) noin 135 miljoonan euron arvosta energiaa menee välituotekäyttöön alueen muille toimijoille (alkutuotanto, teollisuus, rakentaminen, kuljetus ja varastointi, kiinteistöalan toiminta, palvelut) ja 755 miljoonan euron arvosta lopputuotekäyttöön (yksityinen ja julkinen kulutus sekä vienti). Energiahuollossa tehtävillä polttoainevalinnoilla sekä energian tuotantomuodoilla voidaan vaikuttaa toimialojen välisiin vuorovaikutussuhteisiin sekä aluetalouden tilaan. Seuraavassa kappaleessa on kuvattu katselmuksessa löydettyjen toimenpide-ehdotusten vaikutuksia aluetalouteen ja hiukkaspäästöihin sekä verrattu niitä aikaisemmin esitettyyn nykytilanteeseen. Toimenpiteiden vaikutukset on käsitelty yhtenä kokonaisuutena (kaikkien kuntien toimenpiteet yhteensä). Käsitellyt toimenpiteet olivat:

- Tampere
 - Geoterminen energia
 - Aurinkoenergiatoimenpiteet yhteensä
 - Maakaasun korvaaminen biomassalla (Lielahden voimalaitos)
- Kangasala
 - Puuhun perustuva lämpökeskus
 - Tuulivoima
 - Aurinkoenergiatoimenpiteet yhteensä
 - Biokaasun tuotanto
- Lempäälä
 - Puuhun perustuva lämpökeskus
 - Pienvesivoima
 - Biokaasun tuotanto
 - Aurinkoenergiatoimenpiteet yhteensä
- Nokia
 - Puupolttoaineiden käytön lisääminen (Nokianvirran Energia)
 - Aurinkoenergiatoimenpiteet yhteensä
- Pirkkala
 - Kirkonkylän koulun lämmitystavan muutos
 - Aurinkoenergiatoimenpiteet yhteensä

6.3 Toimenpiteiden vaikutukset

Uusiutuvan energian kuntakatselmuksessa tehtyjen toimenpide-ehdotusten pienhiukkas- ja aluetalousvaikutukset arvioitiin käytönaikaisina vaikutuksina. Tuloksissa ei ole otettu huomioon investoinneista aiheutuvia eikä rakentamisaikaisia vaikutuksia. Näin ollen esitetyt vaikutukset kuvaavat muutosta, kun toimenpide-ehdotusten mukaiset toiminnot on tehty ja käytössä.

”Toimenpiteiden pienhiukkas- ja aluetalousvaikutukset” -kappaleessa kaikki luvut ja taulukot perustuvat resurssivirtamallilla laskettuihin tuloksiin. Mallissa lähtöaineistona on käytetty Tilastokeskuksen ja tullin tilastoimia aineistoja, kuten Tampereen seutukunnan aluetilinpito, valtakunnallinen panos-tuotos aineisto, toimialakohtaiset ilmapäästötiedot sekä maakuntakohtaiset tuonti- ja vientitilastot. Lisäksi pienhiukkasvaikutuksissa on huomioitu polttoainekohtaiset vaikutukset pienhiukkaspäästöihin kirjallisuudessa esiintyvien päästökertoimet avulla.

Vaikutukset pienhiukkasten nettomääriin aikaisemmin kuvatulla seitsemän toimialan jaolla on esitetty taulukossa 12. Kuten taulukosta nähdään, hiukkasten (PM10) ja pienhiukkasten (PM2,5) kokonaismäärä hieman kasvaa tehtävien toimenpide-ehdotusten vuoksi.

Taulukko 12. Hiukkas- ja pienhiukkaspäästöjen muutos.

Toimiala	PM10	PM2,5
	tonnia	tonnia
Alkutuotanto	0,1	0,1
Teollisuus	1,2	0,6
Energiahuolto	0,1	0,0
Rakentaminen	0,0	0,0
Kuljetus ja varastointi	0,4	0,2
Kiinteistöalan toiminta	0,6	0,6
Palvelut	0,0	0,0
YHTEENSÄ	2,4	1,5

PM10-hiukkasten kokonaismäärä alueella kasvaa 0,068 % ja tonnimääräisesti 2,4 tonnia. Vastaavasti PM2,5-pienhiukkasten määrä kasvaa 0,054 % (1,5 tonnia). Verrattaessa hiukkaspäästöjen muutosta nykyiseen taustapitoisuuteen Tampereen seutukunnassa, ovat muutokset hiukkaspäästöjen määrässä sen verran pienet, ettei niillä ole terveysvaikutuksia. Suurin kasvu hiukkas- ja pienhiukkaspäästöissä syntyy biopolttoaineiden hankintaketjun elinkaareissa.

Tarkasteltaessa tarkemmin Energiahuollon hiukkaspäästöjä, nähdään että osa energiahuollossa tehtävistä toimenpiteistä nostaa hieman hiukkaspäästöjä (mm. puuraaka-aineiden poltto) ja vastaavasti osa ei synnytä ollenkaan suoria hiukkaspäästöjä (mm. aurinkoenergia ja geoterminen energia). Kokonaisuudessaan Energiahuollon PM10-päästöt kasvavat 0,066 % (0,1 tonnia) ja PM2,5-päästöt pysyvät samalla tasolla kuin ennen Energiahuollossa tehtäviä toimenpidemuutoksia.

Uusiutuvan energian kuntakatselmuksessa tehtävien toimenpiteiden aluetalousvaikutukset ovat huomattavasti pienhiukkasvaikutuksia merkittävämmät. Toimenpiteistä seuraavat aluetalousvaikutukset Tampereen seutukunnassa ja muualla Suomessa on esitetty taulukossa 13.

Taulukko 13. Energiahuollossa tehtävien muutosten aluetalousvaikutukset Tampereen seutukunnassa ja muualla Suomessa.

Toimiala	Kokonaistuotos (milj. €)		Arvonlisäys (milj. €)		Työllisyys (hlö)		Palkansaajakorvaukset (milj. €)	
	Alue	Muu Suomi	Alue	Muu Suomi	Alue	Muu Suomi	Alue	Muu Suomi

Alkutuotanto	2,1	2,4	1,5	1,5	7	16	0,2	0,3
Teollisuus	13,1	2,4	3,6	0,6	107	10	3,1	0,4
Energiahuolto	0,4	0,3	-9,5	0,1	0	0	0,0	0,0
Rakentaminen	0,2	0,3	0,1	0,1	1	2	0,0	0,1
Kuljetus ja varastointi	1,3	0,7	0,5	0,3	10	5	0,3	0,2
Kiinteistöalan toiminta	0,7	0,2	0,4	0,1	2	0	0,1	0,0
Palvelut	2,7	1,8	1,5	0,9	25	15	1,0	0,6
YHTEENSÄ	20,5	8,0	-1,9	3,6	151	47	4,7	1,6

Tehtävien toimenpidemuutosten vaikutukset (suorat ja kerrannaisvaikutukset) kokonaistuotokseen ovat Suomessa noin 28 miljoonaa euroa. Suurimmat yksittäiset vaikutukset ovat Tampereen seutukunnassa teollisuuteen kohdistuva 13 miljoonan euron kokonaistuotoksen kasvu ja muualla Suomessa teollisuuden ja alkutuotannon lähes 5 miljoonan euron kokonaistuotoksen yhteenlaskettu kasvu. Kasvu kohdistuu sekä Tampereen seutukunnassa, että muuallakin Suomessa pääosin biopolttoaineiden hankintaan (puu, hake, biomassa) ja niiden toimitusketjuihin. Kokonaistuotoksen kasvusta noin 3 miljoonaa euroa on kulutuksen kerrannaisvaikutuksia, mikä johtuu kasvaneista palkansaajakorvauksista ja sen myötä lisääntyneestä kulutuksesta.

Energiahuollossa arvonlisäys pienenee lähes 10 miljoonaa euroa, mikä on seurausta pääosin kasvaneista polttoainekustannuksista, kun siirrytään käyttämään biopolttoaineita nykyisten polttoaineiden (mm. maakaasu) sijaan. Muutos on arvioitu polttoaineiden nykyisillä hinnoilla, eikä laskelmissa ole otettu huomioon raaka-aineiden hintakehitystä tulevaisuudessa.

Vaikka Energiahuollon arvonlisäys laskee lähes 10 miljoonaa euroa tehtävien toimenpidemuutosten vuoksi, on toimialan arvonlisäys edelleen Tampereen seutukunnassa noin 500 miljoonaa euroa muutoksen jälkeenkin. Lisäksi toimenpiteistä syntyvät kerrannaisvaikutukset nostavat arvonlisäystä muilla toimialoilla yhteensä 11,2 miljoonaa euroa (7,6 miljoonaa euroa alueella ja 3,6 miljoonaa euroa muualla Suomessa).

Energiahuollossa ei tapahdu suoria työllisyysvaikutuksia, mutta kerrannaisvaikutuksien kautta uutta työllisyyttä syntyy lähes 200 henkilötyövuotta. Suurimmat vaikutukset ovat Tampereen seutukunnan teollisuuteen, missä syntyy yli 100 uutta työpaikkaa. Työpaikat muodostuvat pääosin biopolttoaineiden hankintaketjuun (mm. raaka-aineiden hankinta, kuljetus, jalostus, t&k). Kulutuksen kerrannaisvaikutusten osuus työpaikkavaikutuksista on 15 henkilötyövuotta ja ne muodostuvat pääosin palvelutoimialoille (mm. kauppa, kulttuuritoiminta, matkailu ja majoitus, virkistyspalvelut) sekä kuljetukseen ja varastointiin (mm. linja-auto- ja taksiliikenne). Tehtävistä toimenpidemuutoksista aiheutuu myös muualle Suomeen lähes 50 henkilötyövuoden lisäys. Lisääntynyt henkilöstötarve sijoittuu pääosin Tampereen seutukunnan tavoin biopolttoaineiden hankintaketjuun.

Maksettavat palkansaajakorvaukset kasvavat yhteensä 6,3 miljoonaa euroa ja ovat suoraan verrannollisia lisääntyneeseen työllisyyteen. Lisääntyneet palkansaajakorvaukset lisäävät omalta osaltaan kulutusta ja synnyttävät kulutuksen kerrannaisvaikutuksia, joita syntyy Tampereen seutukunnassa noin 3 miljoonan euron edestä (kokonaistuotos).

7. JATKOSELVITYSTARPEET

Tässä kappaleessa esitetään ne katselmoinnissa esille tulleet kehitysehdotukset, joiden kannattavuutta tai muuta lähempää tarkastelua ei ole voitu tämän katselmushankkeen yhteydessä laatia, mutta jotka koetaan kuitenkin tärkeiksi huomioida jatkossa.

Alla on listattu työn aikana esiinnousseita jatkoselvitystarpeita:

- Uusiutuvaan energiaan perustuvien energiaratkaisujen vahvuudet ja –lähtökohdat maankäytön suunnittelussa ja investointien edistämisessä
 - Kaukolämpöverkkojen laajenemispotentialitarkastelut, perinteisesti kaukolämpöverkoista katsotaan maankäytön suunnittelussa enintään nykytila, jos sitäkään.
 - Kaukokylmäverkkojen rakentamisen edellytykset uusille ja olemassa oleville alueille
 - Säännöllinen kaavoittajien ja energia-asiantuntijoiden (niin energiayhtiöt kuin konsultit) vuoropuhelu uusien kaavahankkeiden osalta esim. vuosittaisissa tapaamisissa
- Ulkovalaistuksen energiankulutuksen tehostamisella voidaan vaikuttaa energiatehokkuuteen
- Puhtaampien polttoaineiden käytön lisääminen liikenteessä (esim. kaasua, sähköä, nestemäiset biopolttoaineet) ja siihen liittyvä tarkempi selvitys
- Yrityspuistojen energiaomavaraisuusmahdollisuuksien selvittäminen ja edelleen kehittäminen, mikä on kilpailuetu yrityksille, koska se voi mahdollistaa edullisemman energian hankinnan
- Biopolttoaineterminaalien perustamisen kannattavuus-, toimintamalli- ja toimintaedellytysselvitykset ottaen huomioon bioenergialogistiikan asettamat vaatimukset
- Aurinkolämmön toteutus- ja liiketoimintamahdollisuuksien selvittäminen kauko- tai aluelämmön tuotannon yhteydessä
- Suuren mittakaavan aurinkosähkövoimalan toteutus- ja liiketoimintamahdollisuuksien selvittäminen
- Rakennusten jätevesien lämmön talteenottomahdollisuuksien selvittäminen uudis- ja peruskorjaushankkeiden yhteydessä sekä energiatehokkuusinvestointina muissa potentiaalisissa kohteissa. Rakennusten jätevesien mukana viemäriverkostoon johdetaan merkittäviä määriä lämpöenergiaa. Jätevesistä voidaan lämpöä ottaa talteen rakennuskohtaisesti mm. hybridilämmönvaihtimella, jonka talteen ottama lämpö hyödynnetään esimerkiksi käyttöveden lämmittämiseen, lämpöpumpun lämmönlähteenä tai ilmanvaihdon lämmityksen esilämmitykseen. Talteen saatava lämpö voi olla useita kymmeniä prosentteja jäteveden lämpömäärästä. Hybridilämmönvaihtimessa jätevesi ja käyttövesi kulkevat varaajasäiliössä omissa lämmönsiirrinkierukkaputkissa. Jäteveden lämmön talteenotolle potentiaalisia kohteita ovat esimerkiksi asuinkerrostalot, hotellit, kylpylät ja uimahallit, sairaalat, ravintolat ja pesulat. Tyypillisesti jäteveden lämmön talteenottoratkaisuja onkin toteutettu mm. kylpylöissä ja uimahalleissa.
- Uusiutuvan energian investointioppaan tekeminen kuluttajille
- Olisiko tarpeen perustaa verkosto/foorumi uusiutuvaan energiaan perustuvien, edistyskellisten energiaratkaisuiden edistämiseksi?

8. UUSIUTUVIEN SEURANTA

ENERGIANLÄHTEIDEN

KÄYTÖN

Tässä kappaleessa esitetään suositukset ja keinot uusiutuvan energian käytön seurannalle ja edistämiseksi jatkossa

Seuraamalla säännöllisesti kunnan alueen energiantuotantoa ja -käyttöä voidaan paremmin havaita alueen muutossuunnat, haasteet ja mahdollisuudet. Energiantuotannon ja -käytön sekä uusiutuvien energialähteiden käytön lisäämisen seuranta tuleekin nähdä hyvänä työkaluna niin päästöjen, kustannusten kuin muiden vaikutusten seuraamiseen ja toimenpiteiden suuntaamiseen.

Uusiutuvan energian tavoitteiden edistäminen tulee olla systemaattista ja tehokasta. Moni kunta, kuten Tamperekin, on sitoutunut energiatehokkuussopimukseen ja on sitäkin kautta velvollinen seuraamaan kunnan omien toimintojen energiankulutuksen kehittymistä sekä energiatehokkuustoimenpiteitä. Tässä yhteydessä on tärkeää nostaa esille myös uusiutuvien energialähteiden käyttö ja sen mahdollistaminen paremmin. Tulee kuitenkin huomioida, että koko kunnan tilanteen säännöllinen kartoittaminen antaisi paremman kuvan kokonaistilanteesta.

Uusiutuvan energian teknologiat muuttuvat nopeasti, taloudellisten kannustimien osalta tulee tilannetta seurata tiiviisti ja myös polttoaineiden hinnoissa tapahtuvilla muutoksilla voi olla merkittäviä vaikutuksia kokonaisuuden kannalta. Myös viestintä mahdollisista muutoksista edellä mainittujen osalta tulee pitää keskiössä. Vastuutahojen nimeäminen on erityisen tärkeässä roolissa eri toimenpiteiden edistämiseksi. Ehdotamme siis, että tässä raportissa esitettyihin toimenpide-ehdotuksiin nimetään kuhunkin vastuutaho sekä tavoiteaikataulu. Lisäksi erilaisissa työryhmissä (esim. energiatehokkuustyöryhmä tai muu vastaava) tulee painottaa jatkuvaa kehittämistä kerättyihin tietoihin pohjautuen. Tässä selvityksessä on kuvattu kattavasti niin nykytilaa kuin potentiaaliakin, mutta toimenpiteiden tarkempi suunnittelu ja edistäminen jäävät kunnan sekä eri sidosryhmien vastuulle. Lisäksi on tärkeää, että energiatehokkuustyöstä sekä uusiutuvien energialähteiden hyödyntämisestä tehdään toimintasuunnitelma (esim. mitä toimenpiteitä valmistellaan ja selvitetään kunakin vuonna).

Seurannan ja jatkuvan parantamisen tavoitteet vaativat mahdollisimman ajantasaista tietoa. Tästä johtuen kuntien tuleekin panostaa tilastointiin, niiden oikeellisuuteen sekä tietojen havainnollistamiseen (esim. paikkatieto) sekä laajempaan tiedottamiseen. Tehokas viestintä ja tiedottaminen uusiutuvista energialähteistä, niiden potentiaalista ja mahdollisuuksista voi vaikuttaa alueen eri toimijoiden (kuntalaiset, yritykset) toimintaan ja valintoihin, jotka ovat kuitenkin keskeisessä roolissa kestävämmän yhteiskunnan luomisessa. Myös esimerkiksi vuosittaisen energifoorumin/-illan järjestäminen voisi olla kiinnostava tapa yhdistää kuntaa, kuntalaisia ja alalla toimivia yrityksiä. Myös seudullisen yhteistyön mahdollisuudet tulee huomioida tämän osalta, sillä monet energiakysymykset ja haasteet ovat yhteisiä.

Tämän katselmuksen näkökulmasta kunnassa tulee seurata vähintään uusiutuvien energialähteiden osuutta käytetystä kokonaisenergiamäärästä ja tehdä toimenpiteitä sen osuuden kasvattamiseksi. Vaikka tässä katselmustyössä ei varsinaisesti energiatehokkuustoimenpiteisiin keskitytäkään, on sekin luonnollisesti erittäin tärkeä osa kokonaisuutta.

Kannattaa myös huomioida, että TEMin myöntämää tukea uuteen katselmukseen voi hakea, kun vähintään kolme vuotta on edellisestä katselmuksesta kulunut. Tämä voisi toimia jatkuvan kehittämisen ja seurannan tukena uusiutuvien energialähteiden käytön lisäämisessä.

LÄHTEET

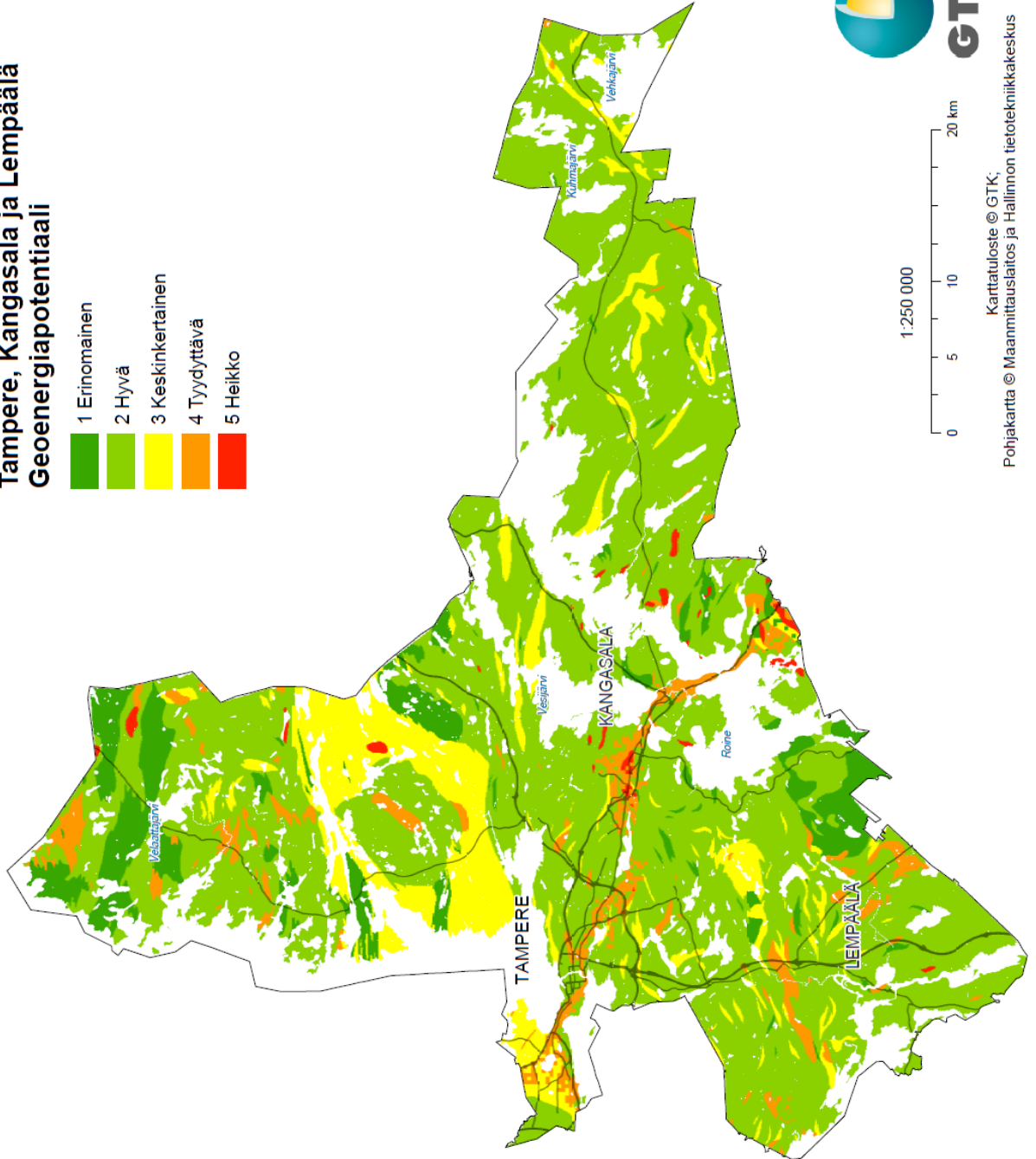
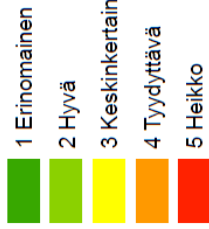
- [1] Kangasalan kunnan tilastokirja 2013.
<http://kangasala-fi-bin.aldone.fi/@Bin/79336268238e3f69a77d340ca1718879/1442316053/application/pdf/3886787/TILASTOKIRJA%202013.pdf>
- [2] Suomen pinta-ala kunnittain.
www.maanmittauslaitos.fi/sites/default/files/alat15_su_nimet.xlsx
- [3] Kangasalan kunnan nettisivut.
<http://www.kangasala.fi/>
- [4] Taajama-aste alueittain 31.12.2014. Tilastokeskus.
http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__vrm__vaerak/137_vaerak_tau_303.px/?rxid=02b40893-7b26-490c-81e6-d61f8e95c4a3
- [5] Kangasala taskuesite 2015.
<http://kangasala-fi-bin.aldone.fi/@Bin/c75c4e3051f714884aa477ce5b2727f9/1444212895/application/pdf/4111995/Kangasala%20taskuesite%202015.pdf>
- [6] Asukastiheys kunnittain.
<http://www.kunnat.net/fi/tietopankit/tilastot/aluejaot/kuntien-pinta-alat-ja-asukastiheydet/Sivut/default.aspx>
- [7] Kunnat.net – Väestörakenne 2011 ja 2030.
<http://www.kunnat.net/fi/tietopankit/tilastot/indikaatori/Sivut/ind.aspx?ind=8002&th=800&pos=76>
- [8] Kuntien avainluvut. Kangasala.
<http://www.stat.fi/tup/kunnat/kuntatiedot/211.html>
- [9] Kuntien asukasluvut aakkosjärjestyksessä, väestötietojärjestelmä.
<http://vrk.fi/default.aspx?docid=8858&site=3&id=0>
- [10] Kuntajaon muutokset 1922–2014.
<http://www.kunnat.net/fi/palvelualueet/kuntaliitokset/aiemmatkuntaliitokset/Sivut/default.aspx>
- [11] Kangasalan Lämpö Oy, internet-sivut.
<http://www.kangasalanlampo.fi/kartat.php>
- [12] Rakennukset käyttötarkoituksen ja rakennusvuoden mukaan 31.12.2014. Tilastokeskus.
http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__asu__rakke/010_rakke_tau_101.px/?rxid=df2082b2-7acf-4f46-b2fe-346e92b7543d
- [13] Asunnot talotyyppin, käytössäolon ja rakennusvuoden mukaan 31.12.2014. Tilastokeskus.
http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__asu__asas/050_asas_tau_105.px/?rxid=5063c421-2cae-4d00-b900-66ee37c18b5d
- [14] Kesämökit alueittain 1970–2014. Tilastokeskus.
http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__asu__rakke/030_rakke_tau_103.px/?rxid=df2082b2-7acf-4f46-b2fe-346e92b7543d
- [15] Työ- ja elinkeinoministeriö. Energiatuki.
<https://www.tem.fi/energia/energiatuki>
- [16] Siuntion uusiutuvan energian kuntakatselmus. Gaia Consulting Oy.
[http://www.siuntio.fi/Liitetiedostot/Muu_materiaali/Tekninen_osasto/ymparisto/Siuntion%20uusiutuvan%20energian%20kuntakatselmus%20-%20katselmusraportti%20\(ID%2015300\).pdf](http://www.siuntio.fi/Liitetiedostot/Muu_materiaali/Tekninen_osasto/ymparisto/Siuntion%20uusiutuvan%20energian%20kuntakatselmus%20-%20katselmusraportti%20(ID%2015300).pdf)
- [17] Kangasalan kunnan omistamat luonnonsuojelualueet:
<http://www.kangasala.fi/@Bin/44426/Kunnan+omistamat+luonnonsuojelualueet.pdf>
- [18] Kangasalan ympäristön tila 2013.
http://kangasala-fi-bin.aldone.fi/@Bin/2095b06b1e2a8e561bc796ace2c6db03/1444632767/application/pdf/3390998/kangasalan_ympariston_tila_2013-final_v4-spreads.pdf
- [19] Pirkanmaan 1. vaihemaakuntakaava. Turvetuotanto, kaavaselostus.
http://www.pirkanmaa.fi/files/files/maakuntakaavoitus/1vmk_turve/Kaavamateriaali/Pdf/Pirkanmaanliitto_Turvetuotanto_Kaavaselostus_verkkoon.pdf

- [18] Tampereen kaupunkiseutu. Yritykset ja toimipaikat.
http://tilastokeskus.fi/tup/seutunet/tampere_yritykset_fi.html
- [19] Energiategokkuuden toimintasuunnitelma 2010. Kangasalan kunta.
http://kangasala-fi-bin.aldone.fi/@Bin/f0af26cf754d682f29beec54bfaafd9c/1444898519/application/pdf/1400770/Energiategokkuuden_toimintasuunnitelma_30082010.pdf
- [20] Energiategokkuustyön raportti 2011. Kangasalan kunta
<http://kangasala-fi-bin.aldone.fi/@Bin/2d6653c732190781fe8a8523d396592e/1444982401/application/pdf/1632169/energiategokkuusty%C3%B6n%20raportti,%200712011.pdf>
- [21] Tietoa tuulivoimasta. Suomen Tuulivoimayhdistys ry
<http://www.tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta/tietoa-tuulivoimasta>
- [22] Tuulivoima-info. Suomen Tuulivoima Oy
<http://www.suomentuulivoima.fi/tietoa-tuulivoimasta/>
- [23] Voimaa tuulesta Pirkanmaalla -esite. Pirkanmaan liitto
http://www.pirkanmaa.fi/files/files/hallinto/julkaisut/pdf/Tuulivoima_NETTI.pdf
- [24] Teollinen tuulivoima Suomessa. Suomen Tuulivoimayhdistys ry
<http://www.tuulivoimayhdistys.fi/hankelista>
- [25] Pientuulivoima. Suomen Tuulivoimayhdistys ry
<http://www.tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta/pientuulivoima>
- [26] Pirkanmaan maakuntakaava 2040 – Maakuntakaavaluonnos. Esittelyaineisto. Pirkanmaan liitto
http://maakuntakaava2040.pirkanmaa.fi/sites/default/files/Kaavaluonnosesittely_maakuntakaava_2040_0.pdf
- [27] Pirkanmaan maakuntakaava 2040 – Voimaa tuulesta Pirkanmaalla. Havainnekuvia tuulivoima-alueista. Pirkanmaan liitto
http://maakuntakaava2040.pirkanmaa.fi/sites/default/files/Havainnekuvat_raportti_FINAL_netti.pdf
- [28] Pirkanmaan maakuntakaava 2040 - Kaavaselostus
<http://maakuntakaava2040.pirkanmaa.fi/sites/default/files/Kaavaselostus.pdf>
- [29] Tuulivoimatuotanto. Suomen Tuulivoimayhdistys ry
<http://www.tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta/tietoa-tuulivoimasta/tuulivoima-tuotanto>
- [30] Voimaa Tuulesta Pirkanmaalla. Pirkanmaan liitto
<http://maakuntakaava2040.pirkanmaa.fi/sites/default/files/TuulivoimaselvitysNetti.pdf>
- [31] Kaavoituskatsaus 2015. Kangasalan kunta. Tekninen keskus
<http://kangasala-fi-bin.aldone.fi/@Bin/6222f8624bee34b9ccd3247b132c4a9c/1446554186/application/pdf/3965950/katsaus2015kotisivu.pdf>
- [32] Kangasalan energiategokkuustyön raportti 2014. Kangasalan kunta
- [33] Kangasalan kasvihuonekaasupäästöt 2009-2013, ennakkotieto vuodelta 2014
- [34] Espoon uusiutuvan energian kuntakatselmus 2012
http://www.espoo.fi/fi-FI/Asuminen_ja_ymparisto/Ymparisto_ja_luonto/Energia_ja_ilmasto/Espoossa_on_laadittu_uusiutuvan_energian%2824617%29
- [35] Motiva – aurinkosähkö
http://motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/aurinkosahkon_perusteet/auringonsateilyn_maara-suomessa
- [36] Energiaseurantajärjestelmä Haahtela Real Estate
<http://res.haahtela.fi>
- [37] Kaukolämpötilasto 2014, Energiategokkuus
- [38] Lämpöpumpputilasto 2014, SULPU
- [39] Aurinkoenergiapotentialiselvitys, 23.3.2016, Sun Energia Oy

- [40] Huttunen, S. 2004. Paikallista kestäväää energiaa – uusiutuvan energian mahdollisuudet maataloilla. Jyväskylän yliopiston bio- ja ympäristötieteiden laitoksen tiedonantoja 80.
- [41] Kaukolämpötilasto 2013, Kangasalan Lämpö, Energiateollisuus ry
- [42] http://www.tammervoima.fi/uploads/pdf/tammervoima_esite_A4_08_2015.pdf
- [43] <http://www.pirkanmaan-jatehuolto.fi/pjoy/biolaitos>
- [44] Maunula, L. 2011. Pirkanmaan puuenergiaselvitys. Metsäkeskus.
http://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/puuenergiaselvitys_2.pdf
- [45] Aurinkolämmön kannattavuus lämpöverkossa, ET:n kaukolämpöpäivät, Oulu, 27.8.2015
http://energia.fi/sites/default/files/images/karoliina_auvinen.pdf
- [46] Aurinkosähkön käyttöönotto Kangasalan terveysaseman katolla, Sun Energia Oy ja Nordic Shine Oy, 2016
- [47] Energiatehokkuus kaavoituksessa, Skaftkärr, Porvoo. Sitran selvityksiä 41
- [48] Asemakaavaprosessin kehittäminen energiaterhokkuuden näkökulmasta, Skaftskärr, Porvoo, Toukokuoren asemakaavoitus, v. 2012, Pöyry Finland Oy
- [49] Solar thermal markets in Europe, Trends and market statistics 2014, June 2015, European Solar Thermal Industry Federation (ESTIF)
- [50] <http://www.aurinkoenergia.fi/Info/184/aurinkovoimaa-suomessa>
- [51] Aurinkovoimala Helsingin kaupungin Östersundomiin, esiselvitys, v. 2012, Eriksson Arkkitehdit Oy / Helsingin kaupunki, Kaupunkisuunnitteluvirasto
- [52] <http://www.pvresources.com/en/top50pv.php#notes>
- [53] Aurinkolämmön liiketoimintamahdollisuudet kaukolämmön yhteydessä Suomessa, TEM raportteja 28/2013, Pöyry Management Consulting Oy
- [54] <http://solar-district-heating.eu/tabid/575/Default.aspx>

LIITE 1 GEOENERGIAPOTENTIALIKARTTA (GTK)

Tampere, Kangasala ja Lempäälä Geoenergiapotentiaali



1:250 000
0 5 10 20 km

Karttatuloste © GTK;
Pohjakartta © Maanmittauslaitos ja Hallinnon tietotekniikkakeskus

LIITE 2 HYÖDYLLISIÄ TIETOLÄHTEITÄ [16]

UUSIUTUVA ENERGIA

Aurinkoenergia

- o Aurinkoteknillinen yhdistys ry <http://www.aurinkoteknillinenyhdistys.fi/>
- o Solportalen <http://www.solportalen.fi/>
- o Aurinkoenergia <http://www.aurinkoenergiaa.fi/>
- o Aurinkosähköä kotiin <http://ilmastoinfo.fi/aurinkosahkoakotiin/>

Bioenergia

- o Bioenergia ry <http://www.bioenergia.fi/>
- o Ruokohelpi <http://www.mtt.fi/met/html/met1b.htm> & www.mtt.fi/

Biokaasu

- o Suomen Biokaasuyhdistys ry <http://www.biokaasuyhdistys.net/>
- o Biokaasufoorumi <http://www.biokaasufoorumi.fi/>

Lämpöpumput

- o Sulpu ry <http://www.sulpu.fi/>
- o Lämpöpumppu <http://www.lampopumppu.org/>

Pienvesivoima

- o Pienvesivoimayhdistys ry <http://www.pienvesivoimayhdistys.fi/>

Tuulivoima

- o Tuulivoimaopas <http://www.tuulivoimaopas.fi/>
- o Suomen tuulivoimayhdistys ry <http://www.tuulivoimayhdistys.fi/>
- o Tuuliatlas <http://www.tuuliatlas.fi/>

MUITA TIETOLÄHTEITÄ

Tilastoja

- o Energiavirasto <http://www.energiavirasto.fi/>
- o Energiateollisuus ry:n sähkö- ja kaukolämpötilastot <http://www.energia.fi/fi/tilastot/>
- o Suomen tuulivoimatilastot <http://www.vtt.fi/proj/windenergystatistics/?lang=fi>
- o Tilastokeskus StatFin http://pxweb2.stat.fi/database/StatFin/databasetree_fi.asp

Julkaisuja

- o Metla <http://www.metla.fi/julkaisut/>
- o MMM <http://www.mmm.fi/fi/index/julkaisut.html>
- o VTT <http://www.vtt.fi/publications/>

Muita linkkejä

- o Energiateollisuus ry <http://www.energia.fi/>