

Tampereen Ammattikorkeakoulu
Environmental Engineering
Essi Keski-Hannula

Opinnäytetyö

Kangasalan ja Pälkäneen kuntien energiaprofiilit

Työn ohjaaja Lehtori Eeva–Liisa Viskari
Työn teettäjä ESSI-hanke
Tampere 2010

Tekijä	Essi Keski-Hannula
Työn nimi	Kangasalan ja Pälkäneen kuntien energiaprofiilit
Sivumäärä	39
Valmistumisaika	kesäkuu 2010
Työn ohjaaja	Lehtori Eeva-Liisa Viskari
Työn tilaaja	ESSI-hanke

TIIVISTELMÄ

Kasvihuonepäästöjen vähentämisestä ja uusiutuvan energian käytöstä puhutaan paljon, sillä ilmastonmuutosta halutaan hidastaa ja fossiilisten polttoaineiden, varsinkin öljyn, riittävyys ja huoltovarmuus ovat huolestuttavia tekijöitä. Fossiilisten polttoaineiden hinta myös kohoaa jatkuvasti, mikä on johtanut selvityksiin uusiutuvista energiavaroista niin Suomessa kuin muuallakin.

Tämän työ on osa Länsi-Suomen energiaomavaraisuusohjelmaa, ESSI-projektia (Energy Self Sufficiency Initiative), ja sen tarkoituksena oli selvittää Kangasalan ja Pälkäneen tämänhetkinen energian kulutus ja uusiutuvan energian tuotantopotentiaali. Työssä arvioitiin mahdollisimman tarkkaan lämmön- ja sähkönkulutus kunnissa sekä uusiutuvat energiavarat, perustuen kirjallisuudesta ja muista lähteistä saatuun tietoon. Työssä ei ole otettu huomioon esim. aurinko- ja tuulivoimaa, vaan pelkästään tällä hetkellä kunnissa olemassa olevat varat.

Työssä havaittiin että kummankin kunnan suurimmat energiavarat ovat metsäenergiassa ja peltobiomassoissa. Kangasalla energiaomavaraisuus voisi olla noin kolmasosa kunnan kokonaiskulutuksesta ja Pälkäneellä reilut kaksi kolmasosaa. Kuitenkin mikäli toimenpiteisiin energiaomavaraisuuden parantamiseksi halutaan ryhtyä, on halutun alueen tarkempi tutkiminen tarpeen.

Author Essi Keski-Hannula
Name of the thesis Energy Profiles of the Municipalities of Kangasala and Pälkäne
Number of pages 39
Graduation time June 2010
Thesis supervisor: Senior Lecturer Eeva-Liisa Viskari
Commissioned by: ESSI-project

ABSTRACT

Climate change and energy security have recently led many countries throughout the world to reconsider their reliance on diminishing fossil fuel resources. The growing desire in Finland to reduce greenhouse gas emissions and move away from fossil fuels has prompted research into the potential use of renewables in the country as alternative sources of energy.

This study was conducted as part of the Energy Self Sufficiency Initiative project (ESSI for short) in Western Finland. The aim was to assess the current energy use in the municipalities of Pälkäne and Kangasala and estimate the share of the energy demand that could be supplied by existing renewable energy sources in these regions.

The heat and electricity consumption and the amount of energy that can be generated from various sources of energy were estimated as accurately as possible based on information obtained from literature studies and information provided by various local companies.

It was discovered that in both municipalities the greatest potential for renewable energy production lies in biomass sources such as forestry and agricultural residues. In Kangasala, approximately a third of the current total energy demand could be met by renewables and in Pälkäne this figure amounts to more than two thirds. However, further research is needed if the municipalities are to increase their energy self-sufficiency.

Keywords renewable energy, energy profile, field biomass, forest energy

Sisällysluettelo

1. Johdanto.....	4
2. Menetelmät.....	8
3. Kangasalan ja Pälkäneen yleistiedot.....	9
3.1 Sijainti.....	9
3.2 Väestö.....	9
3.3 Luonnonolosuhteet.....	11
3.4 Elinkeinorakenne.....	12
4. Energiantuotanto ja -käyttö nykyään.....	14
4.1 Sähköntuotanto ja -kulutus.....	14
4.2 Lämmöntuotanto ja -kulutus.....	15
5. Uusiutuvat energialähteet	19
5.1 Peltobiomassat.....	19
5.2 Maatilojen biokaasupotentiaali.....	22
5.3 Metsäenergia.....	24
5.4 Jätepolttoaineet.....	26
5.5 Muut energianlähteet.....	27
6. Energiaprofiili.....	32
7. Yhteenveto.....	35
Lähteet.....	36

1. Johdanto

Suomella, kuten muillakin EU-mailla, on paineita alentaa kasvihuonepäästöjään. Ilmastonmuutoksen hidastamiseen on asetettu EU:n taholta päästötavoitteet, joiden mukaan vuoteen 2020 mennessä päästöjen pitäisi vähentyä 20-30 % vuoden 1990 tasosta ja silloin 38 % kaikesta Suomessa kulutetusta energiasta pitäisi tulla uusiutuvista energialähteistä. (Suomen ilmastopolitiikka)

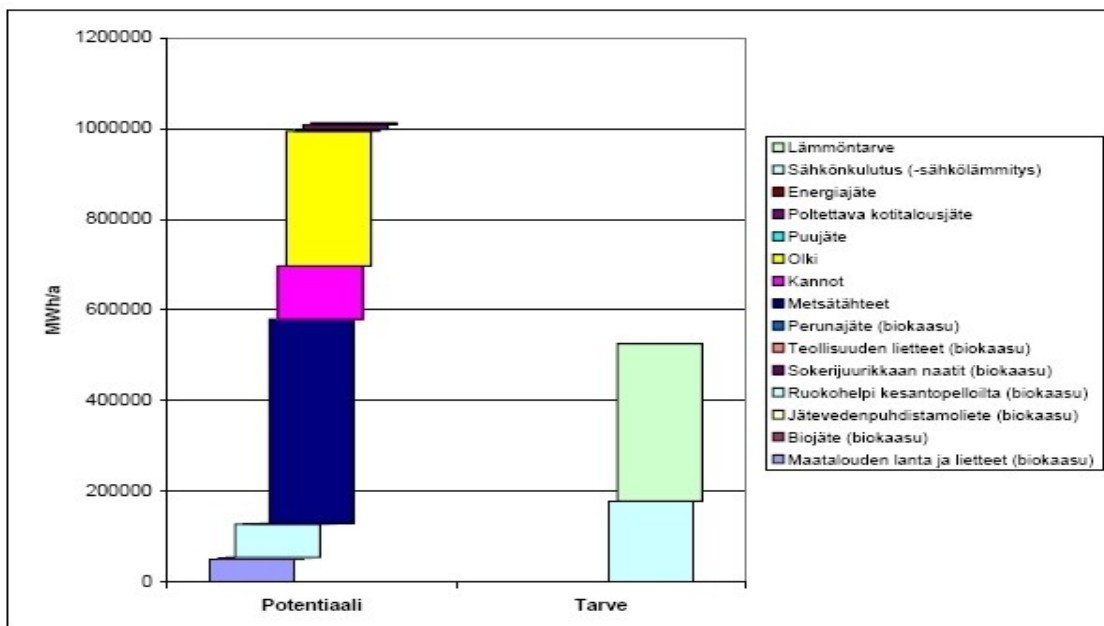
Esimerkiksi öljyvarojen hiipumisesta puhutaan aika ajoin ja siitä aiheutuvat päästöt ja katastrofit ovat hyvä esimerkki siitä miksi riippuvuus yhdestä energialähteestä ei ole hyvä, varsinkin kun se joudutaan tuomaan ulkomailta. Fossiilisten polttoaineiden hinta myös nousee jatkuvasti ja kun niiden saanti on epävarmempaa kuin aiemmin, se omalta osaltaan jouduttaa vaihtoehtoisten ja kestävämpien energiantuotantomenetelmien käyttöä. Pirkanmaalla nousee kysymys maakaasun huoltovarmuudesta ajoittain keskusteluun ja Pirkanmaan kasvihuonepäästöt tuotettua energiayksikköä kohti ovat 20 % suuremmat kuin Suomessa keskimäärin. (Pirkanmaan puuenergiaselvitys 2006)

Usein uusiutuvaa energiaa ei oikein nähdä todellisena vaihtoehtona fossiilisille polttoaineille, koska sitä ei nähdä taloudellisesti kannattavana, ja usein suositaan suuria keskitettyjä energiantuotantolaitoksia pienten yksiköiden sijaan. Järkevintä olisi kuitenkin käyttää useita eri lähteitä tuottamaan energiaa pienissä yksiköissä; oltaisiin vähemmän riippuvaisia yhdestä energialähteestä ja sen kuormitus olisi pienempi, samoin energiahuollon kannalta olisi hyvä olla useita pieniä laitoksia parin ison sijaan.

Paitsi että uusiutuvien energialähteiden käyttö vaikuttaa positiivisesti ympäristöön, se voi myös parantaa aluetaloutta, työllisyyttä ja omavaraisuutta. Tähän liittyen on tehty useita energiaselvityksiä ja ohjelmia, esimerkiksi Pirkanmaan energiaohjelma ja aiemmin Suomessa toteutettu ASPIRE-projekti, joiden tarkoituksena on kartoittaa energialähteitä, joita voitaisiin hyödyntää paikallisesti.

ASPIRE-projektin tavoitteena oli luoda kestäviä energiayhteisöjä EU:n syrjäisemmillä alueilla ja Suomessa se toteutettiin Suupohjan alueella. Projektissa määriteltiin

energiaprofiili Suupohjan kunnille, ja kuten kuvassa 1. nähdään, energiapotentiaalin havaittiin olevan noin kaksi kertaa enemmän kuin mitä alueen energiantarve oli. Suupohjaan saatiinkin toimintamalli juurrutettua ja Suupohjalla ja Rannikko-Suupohjalla on suunnitteilla yhteinen biokaasustrategia, jonka lisäksi Karijoella on kaavailtu biokaasulaitosta Perunalaakson yhteyteen.



Kuva 1. Suupohjan energiaprofiili. Suupohjan ASPIRE-sivut http://www.aspire.fi/site?node_id=33

ASPIRE-projektin kunnat toimivatkin nyt tutorina ESSI-projektissa (Energy Self Sufficiency Initiative), eli Länsi-Suomen energiaomavaraisuusohjelmassa, joka aloitettiin Vaasan yliopiston Levón-instituutin toimesta. Yhteistyössä ovat Levón-instituutin lisäksi Jyväskylän, Seinäjoen ja Tampereen ammattikorkeakoulut. Projektin tarkoituksena on luoda kestäviä energiayhteisöjä Pirkanmaalle, Keski-Suomeen, Etelä-Pohjanmaalle ja Pohjanmaalle ja näin parantaa omavaraisuutta ja aluetaloutta Länsi-Suomessa. Yhteisöt voivat koostua yhdestä tai useammasta kunnasta. (Vaasan Energiainstituutti 2010)

Projektin tarkoitus on edistää uusiutuvien energialähteiden käyttöä, energiansäästöä ja kestäväää energiahuoltoa hajautetun strategian mukaisesti. Energian tuotantopotentiaali kotimaisista uusiutuvista energialähteistä on merkittävä, ja monet alueet kaupunkien

ulkopuolella voisivatkin olla omavaraisia energiantuotannossa.

Kangasalle ja Pälkäneelle tämä tarkoittaisi että kyseisille kunnille luotaisiin tiedolliset, hallinnolliset ja tekniset valmiudet energiaomavaraisuuden toteuttamiselle ja hanke auttaisi myös toteuttamaan suunnitelmia käytännössä. Kummankin kunnan vahvuudet ja heikkoudet määritellään ja käytettävissä olevat uusiutuvat energialähteet kartoitetaan. Tarkoituksena on että projektin päättymisen jälkeen toiminta jatkuu kunnassa.

Tässä työssä tarkoituksena oli kartoittaa Pälkäneen ja Kangasalan nykyinen sähkön- ja lämmönkulutus, sekä löytää kuntien omat uusiutuvat energiavarat ja laskea niistä saatava energiantuotantopotentiaali.

2. Menetelmät

Tietoja kerättiin haastattelemalla kuntien työntekijöitä ja muita asianosaisia, tutkimalla erilaisia tilastoja ja yhdistämällä eri lähteiden tietoja toisiinsa. Uusimpia mahdollisia tietoja käytettiin saatavuuden mukaan. Potentiaalit on laskettu käyttäen kirjallisuudesta saatujen ja eri henkilöiltä kysytyjen tietojen ja energiasisältötietojen perusteella, pyrkien mahdollisimman realistiseen potentiaaliin. Opinnäytetyötä luettaessa on kuitenkin muistettava että esitetyt energiantuotantopotentiaalit ja energiantarve ovat parhaimmillaankin vain arvioita, jotka tarvitsevat lähempää tarkastelua. Tässä ei ole myöskään laskettu kannattavuutta eikä kustannuksia.

3. Kangasalan ja Pälkäneen yleistiedot

3.1 Sijainti

Pälkäne ja Kangasala sijaitsevat Pirkanmaalla, Länsi-Suomen läänissä. Koko Pirkanmaan ala on 14 469 km² josta vesistöjä on 2 023 km². Pirkanmaalla on 24 kuntaa, joista Pälkäne on pinta-alaltaan 8. suurin ja Kangasala 11. suurin. Maakunnan keskuksesta, Tampereelta, lähtee valtatie 12, joka kulkee läpi molempien kuntien. Kangasala sijaitsee Tampereen seutukunnassa, Tampereen itäisenä naapurina, ja sen pinta-ala on 649,80 km² (Maanmittauslaitos 2010). Vuonna 2005 Kangasala teki kuntaliitoksen Sahalahden kunnan kanssa ja vuodelle 2011 on kaavailtu yhdistymistä Kuhmalahden kanssa.

Pälkäne sijaitsee Tampereelta vajaat 40 kilometriä kaakkoon, ja se kuuluu Kaakkois-Pirkanmaan seutukuntaan yhdessä Kuhmalahden kanssa. Pinta-alaa kunnalla on yhteensä 738,59 km². (Maanmittauslaitos 2010). Vuonna 2007 Pälkäne teki kuntaliitoksen Luopioisten kanssa. Noin vuoden kuluttua Pälkäne tulee olemaan Kaakkois-Pirkanmaan ainoa kunta, mikäli Kuhmalahti liittyy suunnitelmien mukaan Kangasalaan ja näin ollen Tampereen seutukuntaan.

3.2 Väestö

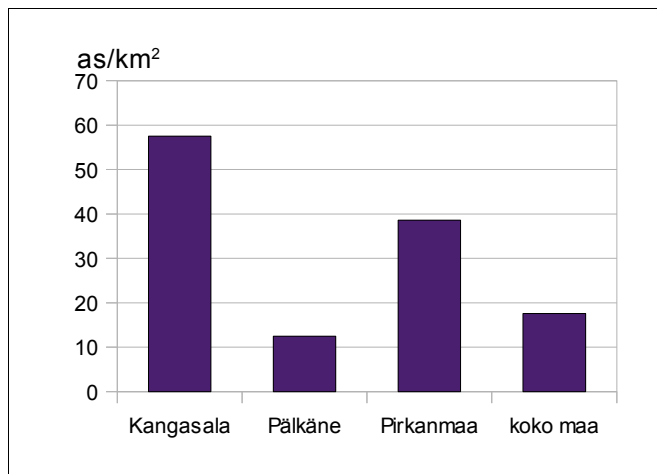
Pirkanmaan asukasluku on tilastokeskuksen ennakkotietojen mukaan 485 334, ja Tampereen seutukunnan 363 501, joka sijoittaa sen toiseksi suurimmaksi seutukunnaksi koko maassa. Kaakkois-Pirkanmaan väkiluku on 8 039, joka on kolmanneksi pienin koko maan 71:stä seutukunnasta. (Tilastokeskus 2010)

Kangasalan väkiluku oli vuoden 2009 lopussa 28 495 ja väkiluvun on ennustettu nousevan. Pälkäneellä oli 6 999 asukasta ja myös sen asukasmäärän ennustetaan kasvavan, samoin kuin koko Pirkanmaan asukasluvun.

Taulukko 1. Pälkäneen ja Kangasalan väkiluvut vuonna 2009 verrattuna seutukuntien ja Pirkanmaan ennakkoväkilukuun. (Väestötietojärjestelmä, Tilastokeskuksen ennakkoväkiluku, 2010)

	Väkiluku
Kangasala	28495
Tampereen seutukunta	363 501
Pälkäne	6 999
Kaakkois-Pirkanmaan seutukunta	8 039
Pirkanmaa	485 334

Kuten kuvasta 2. nähdään, asukastiheys on melko erilainen tarkasteltavien kuntien kohdalla; Kangasalan asukastiheys, 57,5 as/km², on yli Pirkanmaan keskiarvon, 38,6 as/km², kun taas Pälkäneen asukastiheys, 12,5 as/km², on vähemmän kuin koko maan keskiarvo, 17,6 as/km². (Aluetietopankki: Yleistietoja alueittain 2010)



Kuva 2. Asukastiheys vuonna 2010

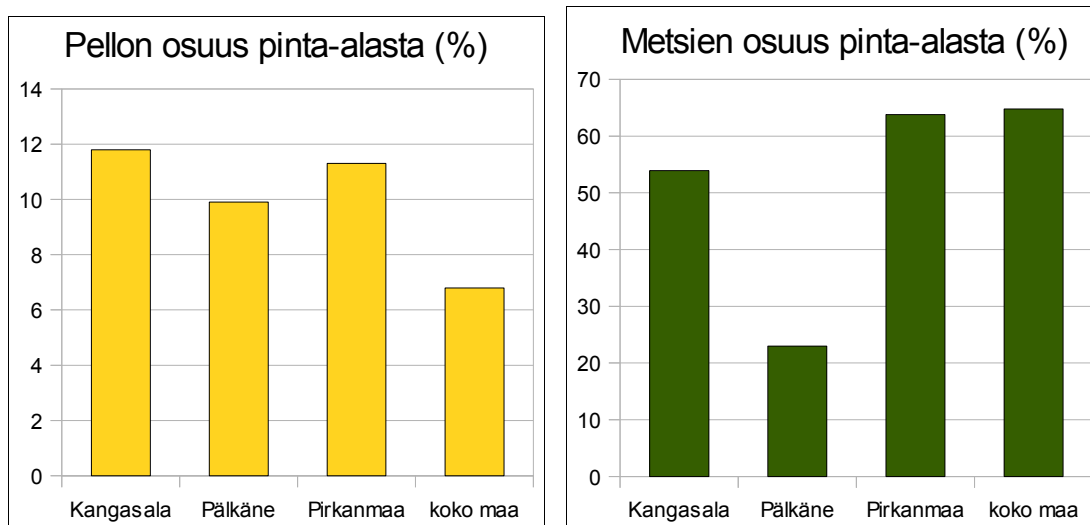
Pirkanmaalla taajamissa asui vuonna 2007 noin 87 %, Kangasalla luku oli hyvin samanlainen, 86 %. Pälkäneellä sen sijaan lähes puolet, 44 %, asui taajamien ulkopuolella. Pälkäneen voidaan siis sanoa olevan haja-asutusvaltainen ja maaseutumainen kunta, kun taas Kangasala on kaupunkimaisempi. (Aluetietopankki... 2010)

3.3 Luonnonolosuhteet

Pirkanmaan liiton mukaan Pirkanmaa jakautuu kolmeen maisematyyppiin, järvalueeseen, viljelyseutuun ja ylämaahan. Jääkauden jättämistä soraharjuista Pirkanmaan suurin saa alkunsa Pälkäneeltä kulkién Kangasalan ja Tampereen kautta Hämeenkyröön. (Pirkanmaan liitto)

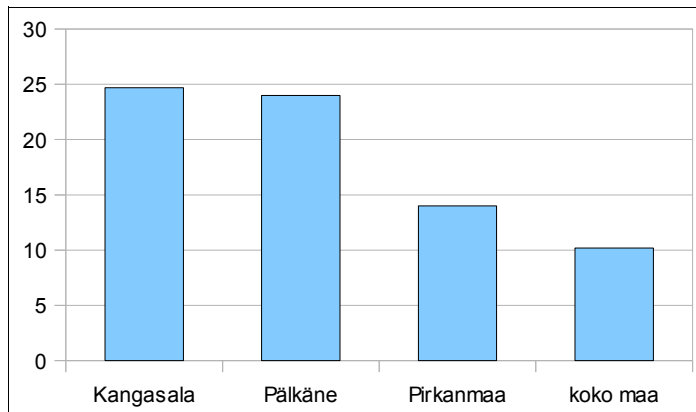
Pirkanmaan metsät ovat reheviä kasvupaikkatyypiltään, melkein 75 % on kasvupaikkatyypiltään tuoretta tai viljavampaa kangasta tai suota. Eniten soita on Kihniön ja Parkanon alueella, kun taas Pälkäne ja Kangasala kuuluvat alueeseen jonka yleisimmät metsätyypit ovat lehtomainen ja tuore kangas. Yleisin maalaji koko maakunnassa on moreeni 71 %. (Pirkanmaan metsäohjelma 2006)

Pälkäneellä peltopinta-alaa on 7307 ha ja metsäalaa 17 000 ha ja Kangasalla peltoalaa on 7675 ha ja metsäalaa 35 000 ha. (Kaivola 2010, Mäkelä 2010, Pirkanmaan puuenergiaohjelma 2006) Kuvissa 3.a.) ja b.) nähdään peltojen ja metsien osuudet kokonaispinta-alasta verrattuna Pirkanmaahan ja koko maahan. Peltoja on enemmän kuin koko Suomessa keskimäärin, mutta metsiä taas vähemmän. On mielenkiintoista huomata, että vaikka Pälkäneen pinta-ala on hieman suurempi kuin Kangasalan ja asukkaita on vähemmän, niin metsäpinta-alaa on vain puolet Kangasalan metsäpinta-alasta, peltoalan ja vesistöjen alan (kuva 4.) ollessa suurinpiirtein samat.



Kuva 3.a.) Pellon ja b.) metsien osuus maapinta-alasta (Pirkanmaan liiton maakuntatilasto 2008)(%)

Pirkanmaalla on myös keskimääräistä enemmän makeaa vettä, kuten kuvassa 4. nähdään. Kangasalla vesien pinta-ala on 160,55 km², Pälkäneellä vesistöjä on 177,78 km², joiden osuus pinta-alasta on enemmän kuin Pirkanmaalla keskimäärin. Pirkanmaalla vesistöjen pinta-ala on 2 022,79 km².



Kuva 4. Vesistöjen osuus kokonaispinta-alasta (%).

3.4 Elinkeinorakenne

Sekä Pälkäne että Kangasala ovat hyvin palveluvaltaista aluetta; Pälkäneellä oli vuonna 2009 maatiloja 228 kappaletta, ja työpaikkoja alkutuotannossa hieman alle 400. Teollisuudessa työskenteli 330 henkilöä. Vuonna 2007 alkutuotannossa työskenteli 12,4 %, jalostuksessa 29,4 % ja palveluissa 56,9 %. (Aluetietopankki... 2010) Pälkäneen neljä suurinta työllistäjää ovat Pälkäneen kunta hieman vajaalla 450 työntekijällä, Aitoon koulutuskeskus (67), Anna-Tapion koulu (59) ja Tammet Oy (55). (Köppä, 2010)

Kangasalla työskenteli vuonna 2007 maa- ja metsätalouden parissa 2,8 %, jalostuksessa 31,3 % ja palveluissa 64,9 % (Aluetietopankki... 2010). Maatiloja oli vuonna 2009 lähes yhtä paljon kuin Pälkäneellä, 201. Kangasalan neljä suurinta työllistäjää vuonna 2010 olivat Kangasalan kunta (1966), Ruoka-Saarioinen Oy (835), Pirkanmaan sairaanhoitopiiri (230) ja Pirkanmaan Osuuskauppa (173) (Kangasalan suurimmat työnantajat, 2010).

Kangasalan elinkeinorakenne mukailee hyvin Pirkanmaan elinkeinorakennetta, jossa alkutuotannossa työskenteli 2,9 %, jalostuksessa 30,3 % ja palveluissa työskenteli 65,9 %. (Aluetietopankki... 2010)

4. Energiantuotanto ja -käyttö nykyään

Pirkanmaalla käytetyimmät energianlähteet olivat vuonna 2004 Pirkanmaan puuenergiaselvityksen (2006) mukaan maakaasu ja öljy, joita käytettiin yhteensä 67 % kaikista käytetyistä energianlähteistä. Muita olivat puu, 12 %, ostosähkö, 11 %, ja turve, 7 %. Loput kolme prosenttia koostuvat muista energialähteistä, joista vesivoima on merkittävin 2 % osuudella. Pirkanmaan energiaomavaraisuus oli tuolloin 18 % ja tavoitteena olisi 26 % vuonna 2020.

Maakaasua polttavilla yhdistetyn lämmön ja sähkön eli CHP-laitoksilla tuotettiin 75 % Pirkanmaalla tuotetusta sähköstä. Pirkanmaalla kerätään myös kaatopaikkakaasuja Tarastejärven ja Koukkujärven kaatopaikoilta ja biokaasua jätevesistä Raholan ja Viinikanlahden jätevedenpuhdistamoissa, joista jälkimmäisessä puhdistetaan myös Kangasalan jätevedet. (Pirkanmaan energiaohjelma 2007)

Teollisuus on suurin energiankuluttaja Pirkanmaalla noin 44 %:lla, lämmitys toiseksi suurin 26 % osuudella. Liikenteen osuus energiankulutuksesta on 21 % ja loput 9 % käytetään muihin tarpeisiin. (Pirkanmaan energiaohjelma 2007)

4.1 Sähköntuotanto ja -kulutus

Pirkanmaalla tuotettiin sähköä vuonna 2007 yhteensä 3095 GWh ja käytettiin 6360 GWh. (Pirkanmaan liiton maakuntatilasto 2008). Suurin osa kaikesta käytetystä sähköstä tuotettiin maakaasulla (45 %), ja hankitusta sähköstä 38 % oli ostosähköä. Teollisuus oli 52 %:n osuudella suurin sähkön käyttäjä ja seuraavana yksityinen 25 %:n osuudella. (Pirkanmaan energiaohjelma 2007)

Pälkäneellä sähköä käytettiin vuonna 2008 yhteensä 68 GWh ja Kangasalla 239 GWh, kuten taulukosta 2. voidaan nähdä. Eniten sähköä käytettiin asumiseen ja maataloihin, Pälkäneellä sen osuus oli noin 65 % ja Kangasalla 55 %. Palveluihin ja rakentamiseen kului Kangasalla 25 % ja Pälkäneellä 22 % ja teollisuuteen 13 % Pälkäneellä ja 20 % Kangasalla. Kumpikin kunta kuuluu Vattenfall Oy:n verkkoalueeseen (Vattenfall Verkkoy 2010).

Taulukko 2. Sähkönkulutus sektoreittain (GWh) vuonna 2008. (Energianteollisuuden sähkökäyttötilasto kunnittain 2008)

	Asuminen ja Maatilat	Teollisuus	Palvelut ja Rakentaminen	Yhteensä GWh
Pälkäne	44	9	15	68
Kangasala	131	48	60	239
Pirkanmaa	1 716	1 458	2 967	6 142

4.2 Lämmöntuotanto ja -kulutus

Pirkanmaalla tuotettiin vuonna 2004 kaukolämpöä yhteensä 3600 GWh, ja rakennusten lämmitykseen yhteensä käytettiin arviolta 6100 GWh. Jälkimmäiseen ei sisälly puun käyttö yhdistelmälämmityksissä. Maakaasu, puu ja turve olivat eniten käytettyjä polttoaineita lämmöntuotantoon. Kaukolämmöstä noin 65 % ja teollisuuden lämmöntuotannosta 55 % tuotettiin yhdistetyn sähkön ja lämmöntuotannon laitoksissa. (Pirkanmaan energiaohjelma 2007)

Pälkäneellä on oma aluelämpöverkko, joka tuottaa kaukolämpöä; Pälkäneen aluelämpö Oy, jossa on jo harkittu polttoöljyn korvaamista pelletillä tai hakkeella. (Lahtisalmi 2010) Vuotuinen lämmöntuotannontarve on noin 5500 MWh. Tilastokeskuksen rakennuskantatilaston mukaan kaukolämmön piiriin kuuluu 45 rakennusta Pälkäneellä. Tilastokeskuksen rakennuskantatilaston luokittelu käyttötarkoituksen mukaan määräytyy pääasiassa sen perusteella, mihin suurinta osaa rakennuksen kerrosalasta käytetään. Rakennuskantaan ei pääsääntöisesti sisälly kesämökit eikä mm. maatalousrakennukset. Tilastossa ei myöskään välttämättä näy ilman luvanvaraista peruskorjausta tehdyt lämmitystavan muutokset.

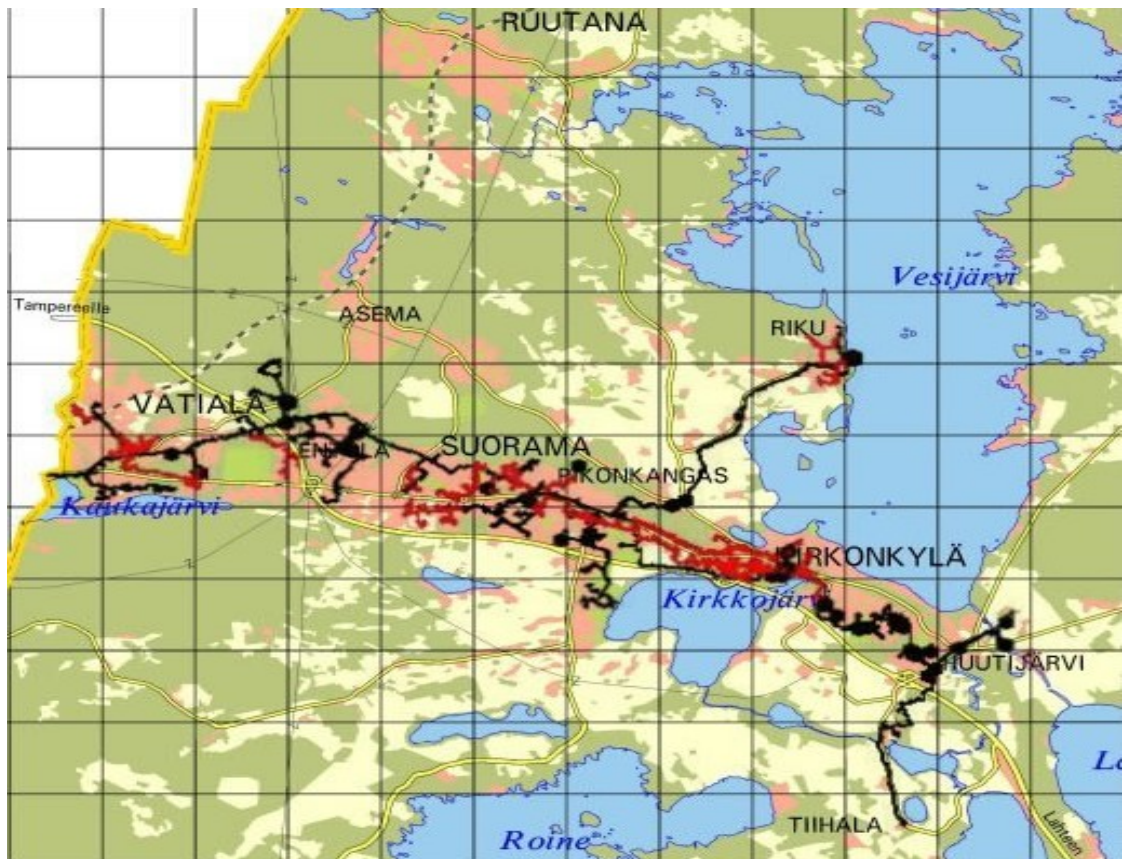
Taulukossa 3. nähdään Pälkäneen rakennuskanta eri lämmitysmuotojen ja rakennusten käyttötarpeen mukaan luokiteltuna. Sen mukaan Pälkäneellä 5,7 % lämmitettävästä alasta lämpenee kaukolämmöllä, 33 % öljyllä ja kaasulla, 38 % sähköllä ja 17 % puulla ja turpeella. Rakennuskantatilaston ja Pälkäneen aluelämmön lämmöntuotannontarpeen avulla voidaan hyvin karkeasti arvioida Pälkäneen vuosittainen lämmönkulutus. Täten Pälkäneellä keskimääräinen lämmönkulutus olisi 169 kWh/m², ja kaikkien rakennusten

lämmöntarve 97 GWh. Ilman sähkölämmitystä lämmönkulutus olisi 60 GWh.

Taulukko 3. Pälkäneen rakennuskanta (Tilastokeskus 2008)

	Kaikki rakennukset		Asuinrakennukset		Teollisuusrakennukset		Muut rakennukset	
	kpl	m ²	kpl	m ²	kpl	m ²	kpl	m ²
Kauko- tai Aluelämpö	45	32 432	24	12 962	2	220	19	19 250
Öljy, kaasu	585	190 363	461	87 832	28	48 451	96	54 080
Sähkö	1 539	219 839	1 352	186 888	28	8 467	159	24 484
Kivihili	7	729	6	611	0	0	1	118
Puu, turve	927	97 974	823	83 181	11	8 839	93	5 954
Maalämpö	26	6 542	24	4 937	0	0	2	1 605
Muu, Tuntematon	280	23 382	106	3 145	16	1 943	158	18 294
Yhteensä	3 409	571 261	2 796	379 556	85	67 920	528	123 785

Kangasalla lämpöä tuottaa Kangasalan lämpö Oy ja kuvassa 5 voidaan nähdä Kangasalan lämmön kaukolämpö ja maakaasuverkko. Kuvassa mustalla maakaasu ja punaisella kaukolämpö. Metsäkeskuksen puuenergiaselvityksen mukaan kunnassa on myös viisi kiinteätä puupolttoainetta käyttävää lämpöyrittäjäkohdetta broileritiloilla. Samoin Kangasalan elinkeinoasiamiehen mukaan Kangasalla on useita hakevoimaloita, joissa tuotetaan energiaa oman yrityksen tarpeisiin, mm. puutarhoilla ja broileritiloilla. (Törmänen 2010)



Kuva 5. Kangasalan kaukolämpö- ja maakaasuverkko (Kangasalan Lämpö Oy 2010)

Kangasalan Lämpö Oy:llä on 224 kaukolämpöasiakasta ja 128 maakaasuasiakasta. Kaukolämpöä myytiin 71 GWh:n edestä ja maakaasua 54 GWh. Pirkanmaan liiton mukaan kaukolämmön piirissä oli noin 26 % kunnan asukkaista vuonna 2008. Taulukossa 4. nähdään Kangasalan rakennuskanta, josta nähdään että Kangasalla noin 25 % lämmitettävästä alasta lämpiää kaukolämmöllä, 33 % öljyllä ja kaasulla, 30 % sähköllä ja 6 % puulla ja turpeella. Rakennuskantatilastoa käyttäen voidaan arvioida Kangasalan rakennusten lämmönkulutus samoin kuin Pälkäneellä. Keskiarvoksi tulisi Kangasalla 146 kWh/m² ja kaikkien rakennusten lämmönkäyttö olisi 281 GWh, ja ilman sähkölämmitystä 198 GWh.

Taulukko 4. Kangasalan rakennuskanta (Tilastokeskus 2008)

	Kaikki rakennukset		Asuinrakennukset		Teollisuusrakennukset		Muut rakennukset	
	kpl	m ²	kpl	m ²	kpl	m ²	kpl	m ²
Kauko- tai Aluelämpö	491	485 562	399	316 135	22	44 515	70	124 912
Öljy, kaasu	2 246	643 997	1 991	383 067	138	144 395	117	116 535
Sähkö	3 461	569 418	3 258	512 307	48	19 682	155	37 429
Kivihiiili	59	6 138	57	5 679	1	309	1	150
Puu, turve	1 031	118 053	999	111 701	3	782	29	5 570
Maalämpö	212	43 436	211	43 287	1	149	0	0
Muu, Tuntematon	444	58 124	263	22 624	19	2 319	162	33 181
Yhteensä	7 944	1 924 728	7 178	1 394 800	232	212 151	534	317 777

Taulukkoon 5. on vielä koottu kummankin kunnan energiankulutus, jossa sähkökulutuksesta on poistettu sähkölämmityksen arvioitu osuus.

Taulukko 5. Energiankulutus Kangasalla ja Pälkäneellä.

	sähkönkulutus MWh	lämmönkulutus MWh	yhteensä MWh
Kangasala	156 000	281 000	437 000
Pälkäne	31 000	97 000	128 000

5. Uusiutuvat energialähteet

Tässä luvussa käsitellään Pälkäneen ja Kangasalan mahdollisia hyödynnettäviä uusiutuvia energianlähteitä. Mukaan potentiaaliin ei ole otettu esim. aurinko- eikä tuulivoimaa joten niiden tuotantomääriä ole arvioitu. Arviot on laskettu energianlähteistä, joita tällä hetkellä on käytettävissä ja joita voitaisiin käyttää energiantuotantoon.

5.1 Peltobiomassat

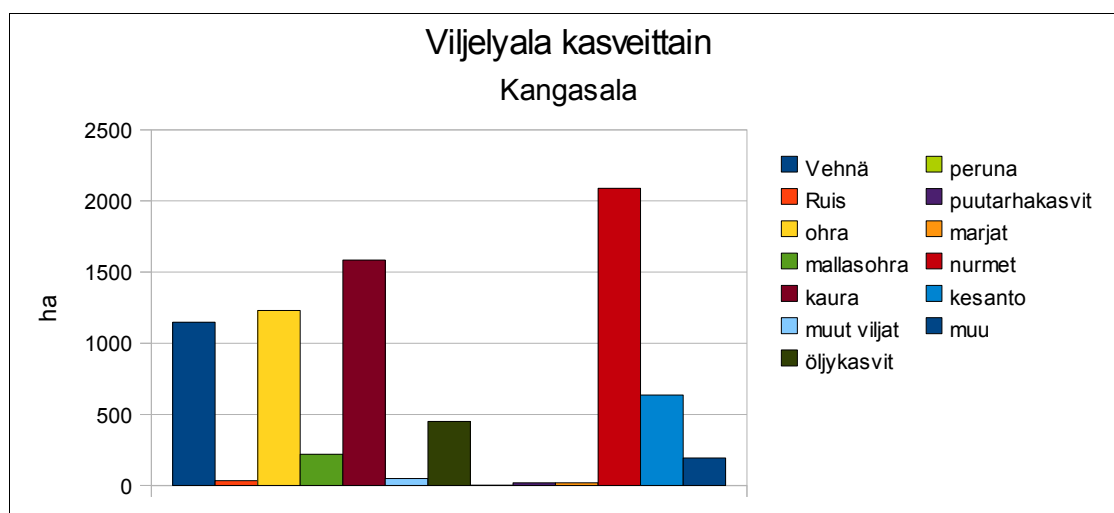
Peltoenergia tarkoittaa viljelyspeltojen, kesantopeltojen, muiden peltojen ja maa-alueiden käyttöä erilaisten energiakasvien tuotantoon. Kasvilajista riippuen peltobiomassa voidaan hyödyntää kiinteinä, nestemäisinä tai kaasumaisina polttoaineina. Pirkanmaalla ei juuri viljellä peltokasveja energiakäyttöön, esimerkiksi ruokohelven viljelypinta-ala oli vuonna 2009 noin 200 ha. (Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus) Pirkanmaan energiaohjelman peltoenergiaselvityksessä (2006) oli tutkittu viljelijöiden kiinnostusta lisätä energiakasvien viljelyä ja noin 5 % tiloista ilmaisi kiinnostusta energiakasvien viljelyyn. Elintarviketuotantoalaa ei ole tässä ajateltu käytettäväksi energiantuotantoon, mutta kesantopeltoja voitaisiin käyttää energiakasvien viljelyyn, vaikka kesantopelloilla kasvava heinä sopisi myös biokaasun tuotantoon.

Pirkanmaan peltoenergiaselvityksen (2006) mukaan voimalaitokset ovat olleet kiinnostuneita lisäämään peltoenergian käyttöä päästötavoitteiden vuoksi ja esim. Tampereen sähkölaitoksella on kokeiltu ruokohelpiä. Peltoenergiaselvityksessä kiinteistöille tehdyn kyselyn mukaan peltoenergiaa käytettiin lisälämmitykseen useimmiten maatiloilla. Useimmiten omilta pelloilta saatua materiaalia poltettiin seospolttona hakkeen kanssa. Kokonaislämmöntuotannosta peltoenergian osuus vaihteli 1-10 % välillä.

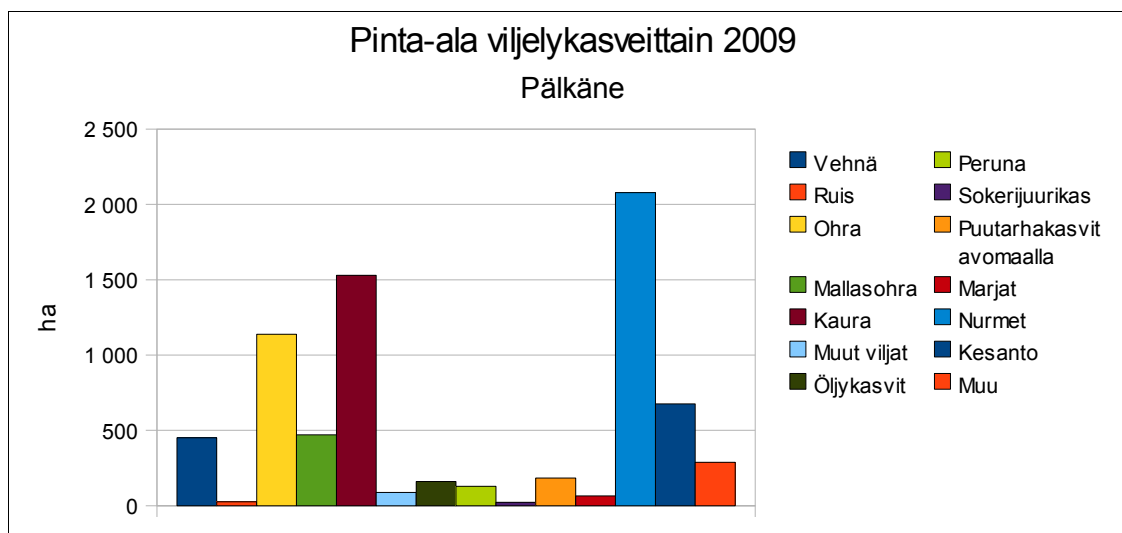
Pelloilta voidaan saada muutakin hyödynnettävää materiaalia kuin energiakasveja, kuten olkea, jota voidaan käyttää kiinteänä polttoaineena. Myös myyntiin kelpaamattomia jyviä voidaan käyttää polttoaineena, ja esimerkiksi perunajätteistä ja

sokerijuurikkaiden naateista voidaan tuottaa biokaasua.

Pälkäneellä ja Kangasalla on lähes yhtä paljon peltoalaa, Pälkäneellä 7307 ha ja Kangasalla 7675 ha. (Kaivola 2010, Mäkelä 2010) Kummassakin eniten peltoalaa käytetään nurmien ja viljakasvien viljelyyn, joista vehnää, ohraa ja kauraa viljellään eniten, kuten kuvassa 6. ja 7. nähdään.



Kuva 6. Viljelyala kasveittain Kangasalla. (Mäkelä)



Kuva 7. Viljelyala kasveittain Pälkäneellä (Kaivola)

Etelä-Pohjanmaan Energiatoimiston, Thermopoliksen, mukaan olkea saadaan noin 3 t/ha ha ja sen lämpöarvo on noin 3,5 MWh/t. Pälkäneellä viljan viljelyyn käytetty ala

oli 3616 ha vuonna 2009, joten olkea saataisiin noin 10 848 t, jolla siis voitaisiin tuottaa n. 38 GWh/a. Kangasalla vastaavasti viljan viljelyala oli 4215 ha, josta energiaa voitaisiin saada n. 44 GW h/a. Oljillakin on kuitenkin eroa; parhaita ovat vehnän ja rukiin oljet, kun taas kauran olki on lämpöarvoltaan huonoin. (Peltoenergiaselvitys) Mikäli mahdollista, ainakin kauran olki suositellaan kerättäväksi vasta keväällä kun sateet ovat pehmittäneet sen ja oljen kalsium- ja magnesiummineraalit sekä kloori ovat huuhtoutuneet maahan. (Alakangas 2000)

Oljen hyödyntämisessä on kuitenkin otettava huomioon että kaikkea olkea ei todennäköisesti saataisi energiantuotantoon; Suupohjassa toteutetussa ASPIRE-projektissa noin 50 % viljelijöistä halusi jättää oljen peltoon tai käyttää sitä kuivikkeena. (Hyttinen 2009)

Oljen hyödyntämisessä sen tilavuus voi olla ongelma, koska se kasvattaa varastointi- ja kuljetuskuluja. Pelletointi tai briketointi vähentävät ongelmaa kasvattamalla oljen tiheyttä ja helpottamalla sen käsittelyä. Olkea poltettaessa sillä on myös hieman korkeammat hiukkaspäästöt kuin esimerkiksi puulla ja korkeampi typpipitoisuus. (Etelä-Pohjanmaan Energiatoimisto) Tuhkan ominaisuudet myös vaihtelevat kasvupaikan, lannoituksen ja viljalajin mukaan (Alakangas 2000)

Olkea voi myös käyttää biokaasun tuotantoon, kuiva-ainetonnista saadaan 220-290 m³ metaania, jolloin maksimimäärä energiaa olisi teoreettisesti Pälkäneellä 27 GWh/vuosi ja Kangasalla 32 GWh, mutta kuten aiemmin mainittiin, kaikkea olkea ei todennäköisesti saataisi käyttöön. Polttamalla saataisiin siis enemmän energiaa, mutta olkea poltetaan tällä hetkellä seospolttona ja sitä voidaan vain harvoin polttaa yksistään. Sama koskee myös viljaa ja ruokohelpeä.

Mikäli kesantopelloilla viljeltäisiin esimerkiksi ruokohelpeä, sitä voitaisiin käyttää energiantuotantoon joko polttamalla tai mädättämällä. Tässä on laskettu vain ruokohelven potentiaali, vaikka toki muitakin heinäkasveja voidaan kasvattaa ja niistä voidaan myös saada biokaasua. Monivuotiset heinäkasvit ovat tehokkaita biomassan tuottajia ja niiden hajoavuus biokaasureaktorissa on hyvä. (Biokaasufoorumi)

Ruokohelvestä saadaan kuiva-ainesatoa 6-8 t/ha ja tonnista kuiva-ainetta saadaan energiaa 4,5 MWh. (Motiva 2009) Ruokohelpeä poltetaan myös seospoltossa kuten olkea, sillä nykyiset polttokattilat on mitoitettu puulle ja turpeelle, joiden kosteusprosentti on korkeampi. Kangasalla ja Pälkäneellä on suurin piirtein yhtä paljon peltopinta-alaa kesannolla, Pälkäneellä 676 ha ja Kangasalla 673 ha. Teoreettisesti laskettuna, mikäli kesantopelloilla viljeltäisiin ruokohelpeä, siitä saatava energia poltettuna olisi Pälkäneellä 21 GWh ja Kangasalla 21 GWh. Mädätyksessä kuiva-ainetonnista saadaan 330-420 m³ metaania (Biokaasufoorumi), joten ruokohelven biokaasupotentiaali olisi kummassakin kunnassa noin 18 GWh.

5.2 Maatilojen biokaasupotentiaali

Maatiloilta voidaan myös peltobiomassojen lisäksi ottaa käyttöön eläinten lanta tai kasvien jätteet (esim. perunan), jota voidaan käyttää biokaasun tuottoon. Varsinkin isoilla maatiloilla lantaa voidaan tuottaa niin paljon että lähitöillä ei riitä peltoalaa, johon sitä voisi levittää. Lietteen mädätyksessä patogeenien määrä vähenee ja lietettä on vähemmän. (Hyttinen 2005) Myös hajuhaitat vähenevät, millä on merkitystä varsinkin asuinalueiden lähellä.

Mädätyksen lopputuotteena saatua orgaanista ainesta voidaan usein käyttää lannoitus- ja maanparannusaineena, sillä ravinteita häviää biokaasuprosessissa vain vähän (Rintala, 2006) ja ne ovat helpommin kasvien hyödynnettävissä. (Hyttinen 2005) Esimerkiksi typen haihtuminen ja huuhtoutuminen pelloilta vesistöihin lannoitekäytössä vähenee verrattuna suoraan lantaa käytettäessä, sillä mädätyksen aikana suuri osa orgaanisesta typestä muuttuu ammoniumtypeksi joka on nopeammin kasvien hyödynnettävissä. (Rintala, 2006)

Kuikan (2006) mukaan on paljon tutkimustietoa että lannan mädätys on tehokkaampaa kun se mädätetään yhdessä jonkun muun jätteen kanssa. Varsinkin kanan- ja broilerinlanta sisältää melko paljon typpeä, joten niitä suositellaan mädätettäväksi yhdessä jonkun muun jätteen kanssa. Usein lantaa mädätetään kasviperäisten jätteiden

kanssa, mutta myös broilerin ja sianlanta tuotti enemmän metaania yhdessä kuin kumpikin erikseen. Eläinten lannan biokaasupotentiaali riippuu kuitenkin monesta seikasta: lannan koostumuksesta, käsittelytavasta, bioreaktorin lämpötilasta.

Potentiaalia laskettaessa kannattaa laskea kuiva-aineyksiköissä, sillä lantamäärät ilmoitetaan usein lietteenä, jossa saattaa olla mukana sade- ja pesuvesiä. Tästä johtuen eri lähteissä ilmoitetaan vaihtelevia lannantuotantomääriä eri eläimiltä. Taulukossa 6. nähdään Pälkäneen ja Kangasalan tuotantoeläinmäärät.

Taulukko 6. Eläinmäärät Kangasalla ja Pälkäneellä

	Pälkäne	Kangasala
	lukumäärä	lukumäärä
nautakarja	6 475	2 294
siat	2 733	3 101
siipikarja	43 068	427 667
hevokset	100	161
lampaat	154	-

Taulukossa 7. nähdään arviot eri eläinten tuottamista lantamääristä, joita käytetään tässä lannan biokaasupotentiaalin laskemiseen. Arviot on otettu Hagströmin ym. raportista (2005).

Taulukko 7. Arvio eri eläinten tuottamista lantamääristä orgaanista kuiva-ainetta.

Eläin	Lannantuotanto kg/vuosi (VS)
lypsylehmä	1700
emolehmä	1400
sonnit	800
hiehot ja nuoret sonnit	450
nuoret hiehot (1-2v)	250
vasikat (<1v)	150
emakot	300
karjut	200
lihasiat (>50kg)	100
nuoret lihasiat (20-50kg)	50
porsaajat (<20kg)	10
munivat kanat	6
broilerit	3

Lehmänlannasta saadaan biokaasua 200-600, sianlannasta 400-900 ja kananlannasta 300-800 m³/t (VS), josta metaanin osuus vaihtelee 55 – 75 % . (Hagström ym. 2005)

Laskelmissa on biokaasun tuotannoksi oletettu lehmänlannalle 400, sianlannalle 600 ja kananlannalle 400 m³/t (VS), sekä metaanin osuudeksi 60 %. Taulukossa 8. voidaan nähdä Kangasalla ja Pälkäneellä vuosittain tuotettu orgaaninen kuiva-aines, sekä siitä saatavan biokaasun määrä.

Taulukko 8. Lannan (VS) määrä ja siitä saatava biokaasu

	Pälkäne		Kangasala	
	tVS/a	m ³ biokaasua	tVS/a	m ³ biokaasua
lehmänlanta	3 774	1 509 680	1 918	767 200
sianlanta	231	138 840	270	161 700
kananlanta	130	52 080	1 284	513 600

Kun metaanin lämpöarvo on 10 kWh/m³ eli 0,01 MWh/m³, niin voidaan laskea saatavan biokaasun energiasisältö. Taulukossa 9. on esitelty saatavan energian määrä.

Taulukko 9. Biokaasun metaanisisältö ja siitä saatava energiamäärä.

	biokaasua yhteensä m ³	metaania m ³	energiaa MWh
Pälkäne	1 700 600	1 020 360	10 203
Kangasala	1 442 500	865 500	8 655

Mikäli lannan potentiaalia lasketaan tarkemmin, tulee kuitenkin ottaa huomioon että maitotiloilla naudat saattavat laiduntaa myös ulkona kesäisin, jolloin sinä aikana tuotettu lanta jää käyttämättä. Arvion mukaan noin 70 % saataisiin käyttöön. (Hagström ja muut, 2005) Samoin biokaasupotentiaalia laskettaessa tulisi huomioida myös se että kaikkea lantaa ei voida hyödyntää, esimerkiksi kuljetuskustannusten takia kooltaan pienestä ja syrjäiseltä maatilalta ei välttämättä ole kannattavaa kuljettaa lantaa. Biokaasulaitos olisi todennäköisesti järkevin alueella, jossa on paljon hyödynnettävää materiaalia lähialueilla.

5.3 Metsäenergia

Puun käytöstä energiantuotannossa on tehty paljon selvityksiä ympäri Suomen, sillä metsistä saatavaa materiaalia on paljon, ja sitä myös hyödynnetään Suomessa paljon verrattuna muihin maihin. Metsäenergia tarkoittaa tässä yhteydessä lähinnä metsäteollisuuden sivutuotteita, eli päätehakkuiden hakkuutähteitä, juuria, kantoja ja

muuta harvennushakkuusta tai nuoren metsän hoidosta peräisin olevaa puuta.

Puu on Suomen toiseksi tärkein energianlähde öljytuotteiden jälkeen noin 20 %:lla. Pirkanmaalla puun osuus primäärienergian hankinnassa on ollut noin 12 % eli noin 2759 GWh, mutta Pirkanmaan puuenergiaselvityksen (2006) mukaan metsähakkeen käyttö voitaisiin kaksinkertaistaa ilman lisäinvestointeja nykyisellä kapasiteetilla. Vuoden 2009 Metsätilastotiedotteen mukaan lämmityskaudella 2007/2008 pientalokiinteistöt koko Suomessa käyttivät 15 TWh puuta lämmöntuotantoon.

Tampereen seutukunnassa käytettiin vuonna 2005 kiinteää puuta energiantuotantoon 69 210 m³ ja Kaakkois-Pirkanmaan seutukunnassa 1 699 m³. Seutukunnittain eniten puuta käytetään Ylä-Pirkanmaalla, etenkin asukasta kohti käyttö on moninkertaista. Tämä johtuu siitä että Ylä-Pirkanmaalla on suuria metsäteollisuuden laitoksia. Metsähaketta sen sijaan käytettiin eniten Tampereen ja Etelä-Pirkanmaan seutukunnissa, ja sen käyttöä on suunniteltu lisättävän monissa laitoksissa. Jos tavoitteisiin on päästy, metsähaketta käytettäisiin nyt noin 275 000 m³, kun taas vuonna 2005 sitä käytettiin lähes 150 000 m³. Metsäteollisuuden sivutuotteet käytetään lähes kokonaan energiantuotantoon tai jatkojalostukseen. (Pirkanmaan puuenergiaselvitys 2006)

Metsäenergiapotentiaali voidaan laskea teknisesti tai taloudellisesti. Tekninen laskentatapa tarkoittaa että laskuissa on otettu huomioon ettei ravinnepoistuma kasva liian suureksi. Taloudellisessa laskennassa on lisätty korjuu- ja kuljetuskustannusten rajoitukset ja hakkuutähteitä ja kantoja kerätään vain rehevimmistä metsätyypeistä. (Pirkanmaan puuenergiaselvitys, 2006)

Koko Pirkanmaalla metsätalousmaata on noin miljoona hehtaaria josta metsämaata noin 900 000 ha, kitumaata 15 000 ha, joutomaata 17 000 ha ja muuta metsätalouden maata 9000 ha. (Pirkanmaan metsäohjelma 2006) Pirkanmaan metsäohjelman mukaan Pirkanmaan metsistä olisi teknisesti mahdollista kerätä 500 000 m³ metsätähdehaketta päätehakkuualueilta vuodessa ja lisäksi nuorten metsien hoitokohteista voitaisiin saada 100 000 m³/vuosi. Tästä alle neljäsosa käytettiin energiantuotantoon tarkasteluvuonna. Kantomurskeesta hyödynnettiin alle 10 % ja senkin potentiaaliksi arvioitiin 350 000 m³.

Yhteensä kantomurskeen ja metshähakkeen taloudellisesta potentiaalista käytettiin vain noin kolmasosa. (Pirkanmaan metsäohjelma 2006)

Pirkanmaan puuenergiaselvityksessä kartoitettiin kaikkien Pirkanmaan kuntien metsäenergiapotentiaalit. Kuten taulukosta 10. voidaan nähdä, Kangasalla metsäalaa on 35 000 ha ja Pälkäneellä 17 000 ha. Laskettu tekninen metsäenergiapotentiaali oli Kangasalla 56 152 m³/vuosi ja Pälkäneellä vastaava tekninen potentiaali oli 35 303 m³/vuosi. Taloudellinen potentiaali sen sijaan olisi Kangasalla 19 294 m³/vuosi josta saataisiin 38 588 MWh, ja Pälkäneellä 10 349 m³/vuosi josta saataisiin 20 699 MWh. Vuonna 2006, Pirkanmaan puuenergiaselvityksen mukaan Pälkäneellä ei käytetty puuta lainkaan lämpölaitoksissa. Kangasalla sen sijaan käytettiin kiinteää puuta 4 985 MWh edestä ja metsähaketta 2 746 MWh edestä, eli metsäenergian käyttöä voitaisiin hyvin lisätä kummassakin kunnassa. (Pirkanmaan puuenergiaselvitys 2006)

Taulukko 10. Kangasalan ja Pälkäneen energiapuupotentiaali verrattuna koko Pirkanmaan potentiaaliin (Pirkanmaan puuenergiaselvitys 2006)

	metsäala ha	tekninen potentiaali m³/v	energia MWh	taloudellinen potentiaali m³/v	energia MWh
Kangasala	35 000	56 152	112304	19 294	38 588
Pälkäne	17 000	35 303	70 605	10 349	20 699
Pirkanmaa	924 000	1 494 702	2 989 404	546 667	1 093 335

5.4 Jätepolttoaineet

Pirkanmaan jätehuollon piirissä tuotetaan yhteensä noin 300 000 tonnia jätettä, josta biojätettä oli yhteensä noin 18 000 tonnia, noin 55 kg/asukas vuodessa. Pirkanmaalla valmistetaan kierrätyspolttoaineita kolmessa laitoksessa, joita voidaan joko polttaa jätteenpolttolaitoksissa tai rinnakkaispolttolaitoksissa, jossa jätteistä tehty polttoaine poltetaan yhdessä muiden polttoaineiden seassa. Vuonna 2006 laitoksissa tuotettiin 70 000 tonnia polttoainetta, maksimikapasiteetin ollessa 167 000 t/a. (Pirkanmaan energiaohjelma 2006)

Tällä hetkellä Pirkanmaalla ei kerätä kotitalouksista jätettä energiakäyttöön (Tervo

2010), mutta suunnitelmissa on rakentaa hyötyvoimala, jonka tarkoituksena on täydentää kierrätystä ohjaamalla hyötykäyttöön kelpaamattomat jätteet energiantuotantoon. Tammervoiman sivuilla kerrotaan että voimala käsittelisi 150 000 tonnia jätettä vuodessa, mikä on lähes yhtä paljon kuin vuotuinen kuiva-, energia- ja kaatopaikkajätteen määrä Pirkanmaalla.

Pirkanmaan jätehuollon mukaan energiakäyttöön kelpavaa jätettä syntyy noin 200 kg/asukas vuodessa. Tämän mukaan Pälkäneellä syntyisi vuodessa 1 402 tonnia jätettä asukasta kohti vuodessa ja Kangasalla 5 694 tonnia. Tonnista jätettä saadaan noin 5 MWh energiaa, joten Pälkäneellä voitaisiin tuottaa energiaa 7 GWh ja Kangasalla 28 GWh.

5.5 Muut energianlähteet

Kangasalla ja Pälkäneellä on myös mahdollisia muita uusiutuvia energialähteitä. Biojätettä Kangasalta kerätään vähemmän kuin koko Pirkanmaan keskimääräisesti, 21 kg/asukas vuodessa. (Tiira 2010) Tämä johtuu siitä että Kangasalla on enemmän kiinteistöjä, kuten omakotitaloja, jotka eivät kuulu biojätteen erilliskeräyksen piiriin. (Tiira 2010) Kangasalla tuotetaan siis noin 598 tonnia biojätettä per vuosi. Biojätteen metaanintuottopotentiaali on noin 100-150 m³ per tonni (Biokaasufoorumi) eli Kangasalan metaanintuottopotentiaali olisi 74 750 m³. Kuutiometrillä metaania saadaan noin 10 kWh energiaa, eli Kangasalla voitaisiin saada noin 748 MWh energiaa biojätteestä per vuosi, ja mahdollisesti vielä enemmän jos biojätettä kerättäisiin useammista kotitalouksista. Toisaalta keräys haja-asutusalueilta ei välttämättä ole taloudellisesti kannattavaa.

Pälkäneeltä ei kerätä biojätettä erikseen (Tiira 2010), mutta mikäli biojätettä kerättäisiin, voidaan tässä arvioida että määrä olisi samansuuntainen kuin Kangasalla, vaikka Pälkäneellä onkin vähemmän taajama-asutusta kuin Kangasalla. Eli Pälkäneeltä voitaisiin kerätä arviolta noin 147 tonnia, josta voitaisiin saada 184 MWh energiaa.

Myös jätevedenpuhdistamolietteet voidaan hyötykäyttää biokaasun tuotantoon. Esimerkiksi Pälkäneen jätevedenpuhdistamo, joka on ottamassa parin vuoden sisällä

myös Luopioisten, Aitoon ja Sappeen jätevedet käsiteltäväksi, tuotti vuonna 2005 noin 560 m³ puhdistamolietettä, jonka kuiva-ainepitoisuus oli keskimäärin 13,4 %. Lietemäärän arvellaan kasvavan noin 1000 m³. Tällä hetkellä puhdistamoliete kompostoidaan turpeen ja puunkuoren kanssa ja sitä käytetään viherrakentamiseen. (Pälkäneen puhdistamon ympäristölupapäätös 2007) Kompostoinnin huonoja puolia verrattuna biokaasutukseen, on lannoitekäyttörajoitusten lisäksi ravinteiden menetys, energian kulutus ilmastukseen ja sekoitukseen ja jätteen energiansisällön menettäminen.

Orgaanisen aineksen määrä puhdistamolietteessä vaihtelee 60-80 % välillä ja tässä on käytetty 70 %. Laskennassa on myös käytetty 65 % metaanipitoisuutta, joka on myös Tampereen Viinikan ja Raholan jätevedenpuhdistamoiden lietteen metaanipitoisuus. Biokaasun määränä on käytetty 450 m³/tonni. Näin ollen puhdistamolietteestä saataisiin karkeasti arvioiden vuoden 2005 tasolla 110 MWh/vuosi, mutta kun kaikki suunnitellut alueet saadaan liitettyä Pälkäneen jätevedenpuhdistamon piiriin, määrä voisi arvion mukaan olla 198 MWh/vuosi. (Lehtinen 2007)

Kangasalan jätevedet on johdettu vuodesta 1980 Tampereen Viinikanlahden puhdistamolle, mutta Sahalahden verkoston jätevedet käsitellään vuoden 2010 loppun Sahalahden puhdistamolla, jonka jälkeen nekin johdetaan Tampereelle. Sahalahden puhdistamo toimii sen jälkeen pelkästään Ruoka-Saarioinen Oy:n esikäsittelylaitoksena ja siitä vastaa Kemira. (Lehdistötiedote, Kemira 2010) Viinikan jätevedenpuhdistamolla tuotettiin vuonna 2008 arviolta 1,940 milj. m³ biokaasua, josta hyödynnettiin 1,309 milj. m³. (Kuittinen ja muut, 2008)

Vesivoimalaitoksia Pirkanmaalla on kahdeksan, joilla vuonna 2004 tuotettiin 521 GWh. Vesivoiman lisäämiseen ei Pirkanmaan energiaohjelman (2006) mukaan ole mahdollisuuksia muuten kuin jo olemassa olevien voimaloiden perusparannuksella.

Pirkanmaan energiaohjelman mukaan Pirkanmaalla oli kaksi toimivaa tuulivoimalaa vuonna 2006 ja vaikka Pirkanmaa ei maastoltaan tai tuulioloiltaan olekaan parasta aluetta tuulivoiman tuotantoon, sillä voi olla paikallista merkitystä ja teknologian kehittyminen voi tuoda käyttökelpoisia sovelluksia Pirkanmaalle, kuten myös

Pälkäneelle ja Kangasalle. Samoin esimerkiksi aurinkovoiman potentiaalia ei ole tässä työssä sen kummemmin arvioitu, mutta teknologian kehittyessä sitäkin voidaan hyödyntää osana energiantuotantoa. Pirkanmaalla tällä hetkellä aurinkoenergiaa hyödynnetään pienen mittakaavan sähkön tai lämmön tuotantolaitteisiin ja aurinkoenergian huomioimiseen rakennusten suunnittelussa ja sijoittamisessa.

Myös maalämmön hyödyntäminen on Pirkanmaan energiaohjelman mukaan nousussa, ja kaukolämpöverkon ulkopuolella sitä voikin hyvin suositella lämmön lähteeksi. Maalämpöä käytettiin Pälkäneellä noin 1 GWh ja Kangasalla 6 GWh, mutta lämmitykseen kuluvasta energiasta se on vain 1-2 %.

Ruoka-Saarioinen Oy

Sahalahden alueen suurin työllistäjä on Ruoka-Saarioinen Oy. Saarioisten sivuilla kerrotaan että Saarioinen on selvittänyt ympäristökuormituksensa ja työskennellyt sen vähentämiseksi. (Saarioinen Oy) Painopisteet ovat energiatehokkuudessa ja materiaalien tehokkaassa käytössä. Tavoitteena on vähentää myös kaatopaikalle joutuvan jätteen määrää joka on noin 4 % jätteen kokonaismäärästä. Elintarviketeollisuuden jätteet ovat melko samanlaisia kuin kotitalouksissa syntyvät jätteet, eli bio- ja pakkausjätettä. Biojätteet käsitellään biokaasulaitoksessa, kompostoimalla tai rehuna ja pakkausjäte kierrätetään tai toimitetaan energijätteeksi.

Tällä hetkellä Sahalahden Ruoka-Saarioisten tehtaat ja teurastamo käyttävät lämmön ja prosessihöyryn tuotantoon raskasta polttoöljyä 4000-4500 tonnia vuodessa ja ruokatehtaan prosesseihin noin 800 tn nestekaasua. Suunnitelmissa on vaihtaa maakaasuun vuoden 2011 lopussa kun siirtoyhteys on saatu valmiiksi. Tämä vähentäisi Ruoka-Saarioisten hiilidioksidipäästöjä ja poistaisi lähes kaikki rikkipäästöt. (Gasum 2010) Vuoden 2003 ympäristölupapäätöksen mukaan Ruoka-Saarioinen Oy käytti silloin noin 57 GWh vuodessa ja kapasiteetin noston jälkeen kulutukseksi arvioitiin noin 67 GWh.

Ruoka-Saarioinen Oy Sahalahdella syntyi vuonna 2009 yhteensä 8398 tonnia jätettä, josta 7480 t on biojätettä ja loppu 918 t muuta jätettä. Lopuista 918 tonnista lajitellaan

paperit, pahvit, metallit, energia- ja ongelmajätteet. Biojätteistä perunajätteet käsitellään Envor Groupissa, ja käsiteltävää perunajätettä syntyi 360 tonnia vuonna 2009. Vuonna 2009 syntyneen uuden sopimuksen mukaan perunajätteitä aletaan käsitellä myös biokaasulaitoksessa kompostoinnin lisäksi. (Riippi 2010) Mädätyksessä perunajätetonnista saadaan biokaasua 70-80 m³ jonka metaanisisältö on 60-70 %. Eli metaania saataisiin 17550 m³ jonka energiasisältö olisi 176 MWh. (Sivonen 2010)

Pirkanmaan jätehuolto käsittelee myös Ruoka-Saarioisen biojätettä kompostoimalla, noin 230 t/vuosi. Pirkanmaan jätehuollon käsittelemä biojäte sisältää tuotteita pakkauksissaan ja siitä syntyy heikkolaatuisempaa materiaalia jota käytetään kaatopaikkojen kompostoinnissa. (Riippi 2010)

Edellä mainittujen peruna- ja biojätteen lisäksi, Ruoka-Saarioisella syntyy vuodessa 5210 tonnia biojätettä, jotka käytetään eläinten rehun raaka-aineeksi. Sen lisäksi myös 1250 tonnia höyheniä kerätään, jotka myös käytetään eläinten rehuna. Kanaloiden lannan, jota syntyy 360 tonnia vuodessa, käsittelee Humuspehtoori Oy Pälkäneellä lannoitteeksi. Kanaloiden lannasta voitaisiin saada 864 MWh energiaa, kun se lasketaan samalla tavoin kuin aiemmin laskettu lannan biokaasupotentiaali. (Riippi 2010)

Vaikka jätteet käsitellään ja kierrätetään Ruoka-Saarioisella melko hyvin, niin tässä tapauksessa voitaisiin myös harkita biokaasulaitosta oman laitoksen energiantarpeeseen. Mikäli edelleen käytetään arvoa 125 m³ metaania/tonni biojätettä, Ruoka-Saarioisen kaikesta biojätteestä saataisiin noin 935 000 m³ metaania vuodessa, mikä tarkoittaisi että energiaa voitaisiin tuottaa n. 9,35 GWh vuodessa. Samoin tehtaan tuottamasta energijätteestä voitaisiin saada 1,35 GWh energiaa, eli potentiaalia tuottaa omaa energiaa on. Näitä potentiaaleja ei ole kuitenkaan tässä laskettu yhteen Kangasalan muun potentiaalinsa kanssa, kuten ei myöskään tarkemmin ilmoitettua energiankulutusta, sillä arvio sisältyy jo energiankulutukseen.

Linkosuon Leipomo Oy

Linkosuo Oy on Kangasalan viidenneksi suurin työllistäjä ja toiseksi suurin yksityinen työnantaja ja se sijaitsee Tampereen ja Kangasalan rajalla. Linkosuon Leipomo

perustettiin 1968.

Linkosuon leipomonjohtajan saatujen tietojen mukaan leipomon sähkönkulutus on 1 615 MWh ja maakaasua käytetään noin 916 141 m³. Koska maakaasu on pääasiassa metaania, voidaan lämpöarvoksi sanoa 10 kWh/m³, jolloin maakaasua käytettäisiin 9 161 MWh. Leipomon energiankulutus on siis yhteensä noin 10 775 MWh.

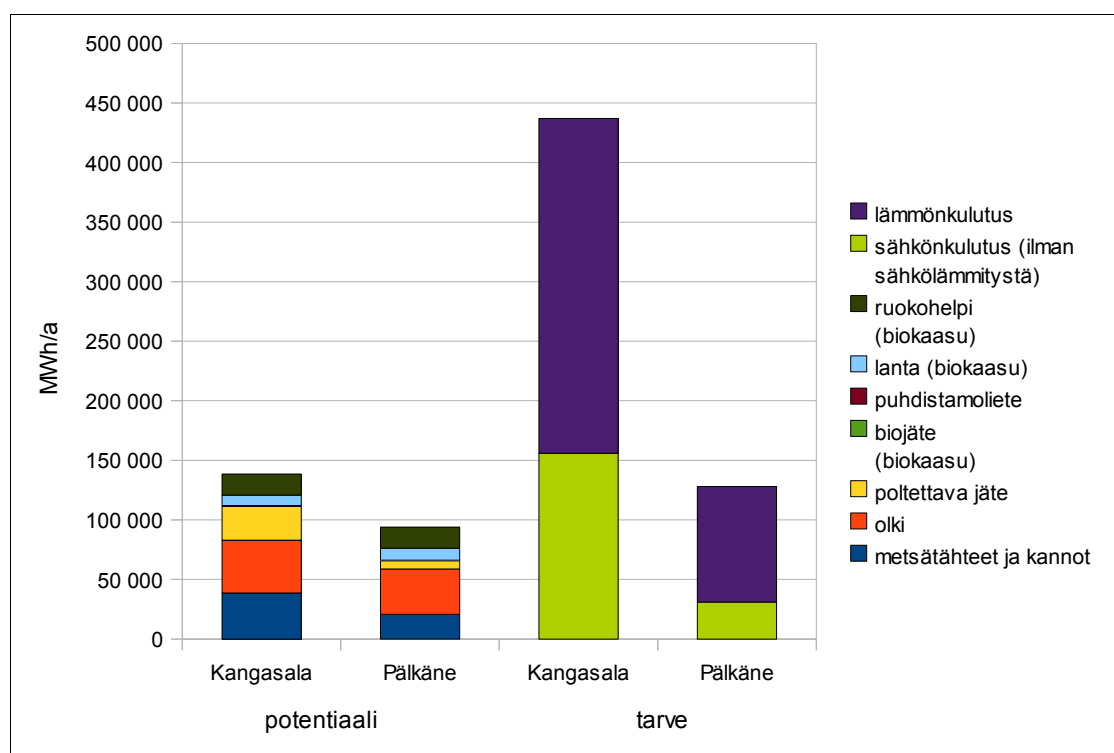
Jätettä leipomolla syntyy yhteensä noin 320 tonnia vuodessa, joista suurin osa on biojätettä. Hävikkileipää, joka kuljetetaan Jalasjärvelle rehun valmistukseen, syntyy noin 130 tonnia vuodessa. Kuivasta leivästä syntyvä hävikki jauhetaan jauhoksi uusiokäyttöön kuivan leivän valmistukseen. Muuta biojätettä saadaan noin 60 tonnia ja loput jätteestä ovat sekäjätettä, pahvia ja muuta. Aiemmin käytetyllä biojätteen metaanintuotantoarvolla, 125 m³ metaania/tonni biojätettä, voitaisiin Linkosuon leipomon biojätteistä tuottaa 238 MWh energiaa. Sekäjätettä leipomolla syntyy 98 t/vuosi, josta polttokelpoisen energijätteen määrää ei ole ilmoitettu.

Karvosen ja Voutilaisen (2007) mukaan yhdyskuntajätteen jätteenpolttolaitoksissa hyödynnettävän energijätteen määrä on noin 88 paino-%, joten mikäli tässä käytetään samaa määrää, Linkosuon leipomon jätteestä 86 tonnia voisi olla hyödynnettävissä energiantuotannossa. Edelleen 5 MWh energiaa/tonni jätettä tarkoittaisi 431 MWh vuodessa. Näinollen Linkosuon leipomon energiankulutus on noin 10 755 MWh ja energian tuotantopotentiaali 669 MWh. Myöskään Linkosuon energiantuotantopotentiaaleja ei ole laskettu mukaan energiapotentiaaliin, kuten ei myös tarkempaa energiankulutusta.

6. Energiaprofiili

Kangasalla käytettiin siis energiaa tämän selvityksen mukaan 437 GWh vuodessa. Vastaava luku Pälkäneellä oli 128 GWh. Uusiutuvan energian tuotantopotentiaali oli Kangasalla 138 GWh ja Pälkäneellä 94 GWh. Potentiaalit tässä luvussa ovat arvioituja maksimipotentiaaleja. Eniten energiavaroja on puupolttoaineissa ja peltobiomassoissa. Verrattaessa alussa mainittuun Suupohjan potentiaaliin on otettava huomioon että Kangasalan ja Pälkäneen yhteenlaskettu pinta-ala on vajaa puolet Suupohjan pinta-alasta ja asukkaita on jo pelkästään Kangasalla lähes yhtä paljon kuin koko Suupohjassa. Vaikka potentiaali ei katakaan energiankulutusta, voisi sillä silti olla merkittäviä aluetaloudellisia vaikutuksia.

Kuten kuvassa 8. nähdään, Pälkäneen voisi olla noin 70 %:sesti omavarainen energiassa. Kangasalan potentiaali on noin 30 % kulutuksesta, joka ei siis sisällä Ruoka-Saarioisen eikä Linkosuon potentiaalia, jotka arvion mukaan voisivat olla noin 10,7 GWh. Taulukossa 11. nähdään vielä eri energialähteiden potentiaalit Pälkäneellä ja Kangasalla.



Kuva 8. Kangasalan ja Pälkäneen energiankulutus ja tuotantopotentiaali

Taulukko 11. Pälkäneen ja Kangasalan energiapotentiaali eri lähteistä, MWh.

	Kangasala	Pälkäne
metsätähteet ja kannot	38 588	20 699
olki	44 300	38 000
poltettava jäte	28 495	6 999
biojäte (biokaasu)	747	184
puhdistamoliete (biokaasu)	-	198
lanta (biokaasu)	8 655	10 203
ruokohelppi (biokaasu)	17 666	17 745
yhteensä MWh	138 426	94 040

Hyttisen (2005) mukaan maaseudun energiantarve voitaisiin kattaa pääsääntöisesti bioenergialla, ja se tulee esille myös tässä työssä; Pälkäne maaseutumaisempana kuntana voisi olla lähes omavarainen energiantuotannossa. Toisaalta tässä ei ole arvioitu mahdollisten uusien laitosten kannattavuuksia, mutta esimerkiksi biokaasulaitosten kannattavuutta on laskettu monissa raporteissa ja Karusen (2006) mukaan yleisesti voidaan arvioida että suuri yksittäinen tai useamman pienen tuottajan biokaasulaitos olisi kannattava mikäli orgaanista ainetta on saatavilla vuodessa saman verran kuin 100 nautaa tai 1000 sikaa tuottaa vuodessa lantaa, eli siis yhteensä noin 4000 m³ biohajoavaa materiaalia.

Biokaasua voidaan käyttää suoraan lämmön tuotantoon tai yhdistettyyn lämmön ja sähkön tuotantoon. Suomessa yleisempää on yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotanto. Hyötysuhde pelkän lämmön tuotannossa on 90 %, yhdistetyssä tuotannosta hyötysuhde on 85 % (35 % sähköä ja 50 % lämpöä). Pelkän sähkön hyötysuhde on 35 %. Biokaasua voidaan käyttää maakaasulle suunniteltuihin sovellutuksiin, vaikka se voikin tarvita esikäsittelyä kuten esimerkiksi paineistamista tai kosteuden poistamista. Biokaasua

voidaan myös käyttää liikennepolttoaineena, mutta silloin se on puhdistettava ja paineistettava, jolloin metaanipitoisuus saadaan korkeammaksi ja rikkivety saadaan poistettua biokaasusta. (Karunen 2006)

Pirkanmaan puuenergiaselvityksessä (2006) on myös todettu että olisi tärkeää ohjata valtakunnallisilla ja alueellisilla linjauksilla eri polttoaineiden tuotantoa ja käyttöä. Vero- ja tukikohtelut sekä investointituet vaikuttavat bioenergioiden käyttöön ja samoin polttoaineen hinta. Fossiilisten polttoaineiden hinnannousu edistääkin bioenergioiden käyttöönottoa, samoin kuin esimerkiksi puun korjuutekniikan kehittyminen ja käytön yleistyminen. (Pirkanmaan puuenergiaselvitys 2006)

Vaikka tässä työssä onkin puhuttu pääasiallisesti siitä miten energiaa tuotetaan ja miten sitä voitaisiin tuottaa paikallisista uusiutuvista energianlähteistä, on myös energiansäästö ja energiatehokkuus osa kestävästä energianhuollosta. Näitä voidaan parantaa käyttämällä tehokkaampia ja vähemmän energiaa kuluttavia laitteita, mutta on myös tärkeää että ihmisten kulutustottumukset ja asenteet otetaan huomioon. Näihin voitaisiin yrittää vaikuttaa antamalla lisää tietoa siitä miten oma käyttäytyminen vaikuttaa energiankulutukseen.

7. Yhteenveto

Tämän työn tarkoituksena on ollut kartoittaa Kangasalan ja Pälkäneen energian kulutus ja määrittää uusiutuvat energiavarat sekä niiden tuotantopotentiaali alustavasti. ESSI-projekti tulee jatkumaan tämän työn valmistumisen jälkeen ja tarkoituksena on, että mikäli kunnilla herää kiinnostusta panostaa omiin uusiutuviin energianvaroihin eri aihealueet otetaan tarkemman tarkastelun alaiseksi kiinnostuksen mukaan.

Kuntien asenne projektiin on ollut positiivinen ja kiinnostusta ympäristöasioihin ja uusiutuvaan energiaan on ollut havaittavissa, mikä tulee todennäköisesti auttamaan projektin etenemistä. Kummallakin kunnalla on siis varaa nostaa omavaraisuuttaan, ja Pälkäneellä onkin jo ollut aikomusta vaihtaa aluelämmön polttoaine öljystä hakkeeseen.

Tässä selvityksessä ei suoraan päästy toimenpide-ehdotuksiin, sillä se olisi vaatinut tarkempaa syventymistä eri potentiaaleihin, samoin kuin mahdollisiin käyttökohteisiin. Tämän työn perusteella voidaan kuitenkin laatia suunnitelmia mitä uusiutuvaa energianlähdettä haluttaisiin ja voitaisiin lähteä hyödyntämään ja voidaan tehdä suunnitelmia aiheen syvempiin tarkasteluihin. Voidaan esimerkiksi nähdä että kummassakin kunnassa metsäenergia ja peltobiomassat muodostavat suurimman osan potentiaalista, Kangasalla noin 72 % ja Pälkäneellä 81 %, joten niiden käytön lisäämisen mahdollisuuksia voitaisiin pohtia. Kuitenkaan ei pitäisi unohtaa asukkaita ja muita energian käyttäjiä, joiden kulutusta voidaan yrittää muokata energiaa säästävämmäksi.

Kaiken kaikkiaan siis varaa lisätä uusiutuvan energian käyttöä on kummassakin kunnassa. Pälkäneellä energian kulutus oli siis 128 GWh ja energiapotentiaali 94 GWh ja Kangasalla vastaavasti kulutus oli 437 GWh ja potentiaali 138 GWh. Vaikka täyteen energiaomavaraisuuteen ei päästäisikään, voi siihen panostaminen vaikuttaa positiivisesti aluetalouteen ja ympäristöön.

Lähteet

- Alakangas, Eija. 2000 Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Espoo: VTT. ISBN 951-38-5740-9 [pdf] <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2000/T2045.pdf>
- Aluetietopankki: Yleistietoja alueittain. Viitattu 20.04.2010
http://www.kunnat.net/k_htmlimport.asp?path=1;29;374;157248;36980
- Biokaasun raaka-aineet. Biokaasuforumi. [www-sivu] Viitattu 14.05.2010
<http://www.biokaasufoorumi.fi/>
- Gasum toimittaa jatkossa maakaasua Kangasalan Lämmölle ja Saarioisten tehtaille. 2010 Gasum. [online] Viitattu 28.05.2010
<http://www.gasum.fi/gasumyriyksena/media2/uutiset/Sivut/KangasalaSaarioinenSopimus.aspx>
- Hagström, M., Vartiainen, E. & Vanhanen, J. 2005. Biokaasun maatilatuotannon kannattavuusselvitys. Loppuraportti. Helsinki: Gaia Group.
- Hankintailmoitus: Pälkäneen Aluelämpö Oy : Lämmöntoimitus – Aluelämpö. 2008. [online] viitattu 10.05.2010 <http://www.hankintailmoitukset.fi/fi/notice/view/2008-032636/>
- Hyttinen, Timo. 2005 Valoa pimeässä. Kohti energiaomavaraisuutta maaseudulla. Vaasan yliopisto, Levón-instituutti
- Hyttinen, Timo; Sjöholm Patrik. 2009 Uusiutuvan energian kuntakatselmus. Karijoen kunta. Vaasan yliopisto, Levón-instituutti.
- Kaivola, Maija. Pälkäneen maaseutuasiamies. Pälkäneen maatilat. Sähköpostiviesti. 12.04.2010
- Kangasalan Lämpö Oy [www-sivu] Viitattu 15.05.2010
<http://www.kangasalanlampo.fi/index.php?path=index>
- Kangasalan suurimmat työnantajat.[www-sivu] Viitattu 05.05.2010
http://www.kangasala.fi/kunta_ja_hallinto/tilastot/tyo/
- Karunen, Liisa. 2006. Biokaasun tuotantomahdollisuudet eläinten lannasta pohjoisen Keski-Suomen alueella. Opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Luonnonvarainstituutti. Jyväskylä [pdf]
http://oa.doria.fi/bitstream/handle/10024/37885/karunen_23.pdf?sequence=1
- Karvonen, Tarja; Voutilainen, Matti. 2007. Yhdyskuntajätteen lajittelututkimus Nousialan jäteasemalla – raportti. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu, Ympäristötekniikan koulutusohjelma. [pdf] http://www.savonlinna.fi/teknisetpalvelut/lajittelukokeen_raportti.pdf

- Kemira, Kangasalan kunta ja Saarioinen sopimukseen jätevedenpuhdistuksesta. 2010. Kemira Oyj, Lehdistötiedote [online] viitattu 22.05.2010
http://www.kemira.com/fi/media/pressreleases/Pages/1377611_20100127130103.aspx
- Kuikka, Essi. 2006. Teknis-taloudellinen selvitys biokaasupotentiaaleista Seinäjoen seudulla. Pro Gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos. Jyväskylä
- Kuittinen, Ville; Huttunen Markku J. 2008. Suomen biokaasulaitosrekisteri n:o 12, Tiedot vuodelta 2008. Joensuu: Joensuun yliopisto, Ekologian tutkimusinstituutti. ISBN 978-952-219-230-1 [pdf]
- Kunnat sähkön käytön suuruuden mukaan. 2008 Energiateollisuus. [www-sivu] Viitattu 03.05.2010 <http://www.energia.fi/fi/tilastot/sahkotilasto/kaytto/kunnatsahkonkaytonsuuruudenmukaan>
- Köppä, Leena. Pälkäneen elinkeinoasiamies. Sähköpostiviesti 27.05.2010
- Lahtisalmi, Hanna-Kaisa. 2010 Pälkäneen tekninen johtaja. ESSI-projektin esittelytilaisuus.
- Lehtinen, Jere. 2007 Biokaasun hyödyntäminen Hápönniemessä – esiselvitys. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu, Kemian- ja ympäristötekniikan koulutusohjelma. Tampere.
- Lähienergiaa roskapusseista. Tammervoima. [www-sivu] Viitattu 17.5.2010
<http://www.tammervoima.fi/>
- Maanmittauslaitos. Suomen pinta-ala kunnittain 1.1.2010. Viitattu 24.04.2010
<http://www.maanmittauslaitos.fi/default.asp?id=894>
- Pientalojen polttopuun käyttö 2007/2008. 2008 Metsätilastotiedote. [www-sivu] Viitattu 16.05.2010 <http://www.metla.fi/tiedotteet/metsatilastotiedotteet/2009/pientalopolttopuu2008.htm>
- Mäkelä, Markku. Kangasalan maaseutuasiamies. Kangasalan maatilat. Sähköpostiviesti 14.04.2010
- Orhanen, Jussi. 2007 Pirkanmaan energiatietoja. Tampere [pdf]
http://www.sentre.fi/mp/db/file_library/x/IMG/15674/file/Pirkanmaanenergiatietoja21.2.2007.pdf
- Ouni, Kaarlo; Iittainen, Veikko; Peltola Outi. 2006 Pirkanmaan metsäohjelma 2006-2010. Tampere. ISBN 952-5419-05-3
- Pirkanmaan energiaohjelma. 2007. Pirkanmaan liiton julkaisu D 87. [pdf] ISBN 978-

951-590-228-2

Pirkanmaan jätehuolto Oy. Tilastotietoja 2004-2008. [pdf] [http://www.pirkanmaan-jatehuolto.fi/dev/AKPMedia.nsf/Resources/Jatemaarat_2005_2009/\\$file/jatemaarat_2005_2009.pdf](http://www.pirkanmaan-jatehuolto.fi/dev/AKPMedia.nsf/Resources/Jatemaarat_2005_2009/$file/jatemaarat_2005_2009.pdf)

Pirkanmaan liitto, Historian varhaisvaiheet <http://www.pirkanmaa.fi/historia-varhais.html>

Pälkäneen jätevedenpuhdistamon ympäristölupahakemus. Lupapäätös Länsi-Suomen ympäristölupavirasto. 19.2.2007 [pdf] <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=63565>

Raitila, Jyrki. 2006 Pirkanmaan puuenergiaselvitys. Tampere: Domus Offset Oy. [pdf] [julkaistu painettuna: ISBN 978-952-5419-07-8]

Riippi, Sari. Ympäristöinsinööri, Ruoka-Saarioinen Oy. Sähköpostiviesti 25.05.2010

Rintala, Jukka; Lehtomäki, Annimari. 2006 Biokaasun mahdollisuudet ja tuotannon potentiaali Suomen maataloudessa. PTT-katsaus 2/2006 [online] http://www.biometa.fi/biokaasun_mahdollisuudet_ja_tuotannon_potentiaali.pdf

Ruokohelpi. Motiva [www-sivu] Viitattu 13.05.2010 http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/peltoenergia/ruokohelpi

Saarioinen Oy. [www-sivut] Viitattu 16.05.2010 http://www.saarioinen.fi/modules/page/show_page~id~FA77D020299949799C12506AF3440B4B~tabletarget~data_1~pid~51A9B2CD5D0C487884A86B9905B3B44C~layout~07yritys.asp

Sivonen, Anu. Laatupäällikkö, Envor Group Oy. Sähköpostiviesti 27.05.2010

Suomen ilmastopolitiikka. [www-sivu] Viitattu 28.05.2010 <http://www.ilmasto.org/ilmastonmuutos/politiikka/suomi.html>

Sähkön käyttö ja käyttäjämäärät maakunnittain.2008 Energiateollisuus. [www-sivu] Viitattu 03.05.2010 <http://www.energia.fi/fi/tilastot/sahkotilasto/kaytto/kunnatsahkonkaytonsuuruudenmukaan>

Talasrinne, Jarmo. 2010 Leipomonjohtaja. Linkosuo leipomo Oy. Sähköpostiviesti 07.06.2010

Tervo, Veikko. 2010 Pirkanmaan jätehuolto Oy. Sähköpostiviesti 06.05.2010

Tiira, Elina. 2010 Pirkanmaan jätehuolto Oy. Sähköpostiviesti 14.05.2010

Tilastokeskus. Väestön ennakkotietoja alueittain. Viitattu 30.05.2010 <http://www.stat.fi/til/vamuu/tau.html>

Törmänen, Tarja. Kangasalan elinkeinoasiamies. Sähköpostiviesti 01.06.2010.

Uotila, Lassi; Liukko, Paula; Tolppa Ritva. 2006 Esiselvitys peltoenergian
hyötykäytöstä Pirkanmaalla v.2006 [pdf-tiedosto]
[http://www.sentre.fi/mp/db/file_library/x/IMG/15672/file/
Peltoenergiaselvitys2007.pdf](http://www.sentre.fi/mp/db/file_library/x/IMG/15672/file/Peltoenergiaselvitys2007.pdf)

Vaasan Energia Instituutti. ESSI-hanke. <http://www.vei.fi/content/fi/11501/291/291.html>

Vattenfall Verkko Oy: n verkkoalue. Vattenfall Oy. [www-sivu] Viitattu 12.05.2010
<http://www.vattenfall.fi/fi/verkkoalueemme.htm>

Viljakasvit ja olki. Etelä-Pohjanmaan Energiatoimisto/Thermopolis Oy. [pdf]
[http://www.thermopolis.fi/UserData/doc/Uusiutuva_energia/
Viljakasvit_ja_olki.pdf](http://www.thermopolis.fi/UserData/doc/Uusiutuva_energia/Viljakasvit_ja_olki.pdf)

Väestötietojärjestelmä. Kuntien asukasluvut aakkosjärjestyksessä. Rekisteritilanne
31.01.2010. [http://www.vrk.fi/vrk/files.nsf/files/D3B7ACAAF43AB897
C22576C800390091/\\$file/20100131.htm](http://www.vrk.fi/vrk/files.nsf/files/D3B7ACAAF43AB897C22576C800390091/$file/20100131.htm)

Yhdistymissopimusneuvottelut Kangasala-Kuhmalahti.
http://www.kangasala.fi/kunta_ja_hallinto/yhdistymissopimusneuvottelut_kan/

Ympäristölupapäätös Ruoka-Saarioinen Oy. 2003 Pirkanmaan ympäristökeskus. [pdf]
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=15228>