

POHJOIS- KARJALAN MAAKUNTALIITTO

Pohjois-Karjalan maakunnan
kuntaomisteisten rakennusten energian-
kulutus selvitys

CLEAN-HANKE



Pohjois-Karjalan
MAAKUNTALIITTO
Regional Council of North Karelia



Toimeksiantaja:



Pohjois-Karjalan
MAAKUNTALIITTO
Regional Council of North Karelia

Pohjois-Karjalan
maakuntaliitto

Siltakatu 2

80100 Joensuu

Yhteyshenkilö: Aino Heikura

Selvityksen toteuttaja:



LCA Consulting

LCA Consulting Oy

Laserkatu 6

53850 Lappeenranta

www.LCA-Consulting.fi

Sisällysluettelo

1	Johdanto	5
1.1	CLEAN-hanke	5
2	Energiankulutusselvitys.....	6
2.1	Pohjois-Karjalan maakunta.....	6
2.2	Lähtötiedot ja menetelmät	7
2.2.1	Kaukolämmöntuotanto ja -lämmitys	8
2.2.2	Rakennusten erillislämmitys.....	9
2.2.3	Muu energiankulutus.....	10
3	Energiantuotannon ja -käytön nykytila	11
3.1	Lämpöenergiatase.....	11
3.2	Energia-analyysi	13
3.2.1	Energiankulutuksen jakautuminen	13
3.2.2	Lämmityksen energialähteiden jakauma	14
3.2.3	Lämmitystapajakauma	15
3.2.4	Rakennusten ominaislämmönkulutus	16
3.2.5	Öljylämmitteisten rakennusten määrä	18
4	Toimenpiteet	19
4.1	Työ- ja elinkeinoministeriön energiatuet	19
4.1.1	Energiakatselmusten tuet ja energiansäästöä ja energiatehokkuutta edistävien investointien tuet	20
4.1.2	Investointituet uusiutuvan energian säästöinvestointeihin.....	22
4.1.3	ESCO-palveluliiketoimintamalli uusiutuvan energian investointeihin	23
4.2	Maalämpöpumppuratkaisut	23
4.3	Ilmalämpöpumppuratkaisut	25

4.4	Aurinkosähkön hyödyntäminen	27
4.5	Pellettiratkaisut	28
4.6	Energiatehokkuussopimukset.....	30
5	Yhteenveto.....	34
5.1	Yhteenveto energia-analyysistä	34
5.2	Yhteenveto toimenpiteistä	35
6	Lähteet.....	46
LIITE 1	Kuntakohtaiset lämpöenergiataseet	49
LIITE 2.	Lämmityksen polttoainejakaumat.....	56

1 Johdanto

Pohjois-Karjalan maakunnan kuntaomisteisten rakennusten energiankulutus selvitys on osa CLEAN-hanketta. Hankkeen tavoitteena on selvittää, kuinka vähähiilisiä ratkaisuja voidaan hyödyntää rakennetun ympäristön energiatehokkuuden suorituskyvyn parantamisessa.

1.1 CLEAN-hanke

CLEAN-hankkeen tavoitteena on auttaa osaltaan EU:n rakennuksiin kohdistuvien energiatehokkuustavoitteiden saavuttamisessa teknologian muutoksen, avoimen innovaation ja vähähiilisten toimintamekanismien avulla. Hankkeessa toteutetaan toimintasuunnitelmia, joiden avulla jaetaan erityyppisiin toimintatapoihin ja teknologisiin sekä innovatiivisiin ratkaisuihin liittyviä hyviä käytänteitä, sekä tuetaan energiaympäristössä toimivia julkisia ja yksityisiä toimijoita. Hankkeen tuloksia hyödynnetään myös myöhemmin vähähiilisyyttä käsittelevissä strategioissa ja rakennerahastohankkeissa.

Pohjois-Karjalan maakuntaliitto osallistuu ainoana suomalaisena partnerina Interreg Europe-ohjelmasta rahoitettavaan hankkeeseen, jonka pääpartneri on irlantilainen ERNACT EEIG. Hankkeeseen osallistuu toimijoita Ruotsista, Espanjasta, Romaniasta, Ranskasta, Italiasta, Kreikasta ja Sloveniasta. Hankkeen aikana hankkeen jäsenet järjestävät yhteistilaisuuksia hankkeen jäsenille, joissa yleisen tuen ja keskustelun lisäksi jaetaan hyviä vähähiilisiä ja energiatehokkaita ratkaisuja ja käytänteitä muista jäsenmaista. CLEAN-hanke toteutetaan ajalla 1.1.2017-31.12.2019.

Hankkeen englanninkieliset internet-sivustot: <https://www.interregeurope.eu/clean/>

2 Energiankulutus selvitys

Kuntaomisteisten rakennusten energiankulutus selvityksen tavoitteena on kartoittaa Pohjois-Karjalan maakunnan tasolla julkisten rakennusten energiankulutus. Energiankulutukseen perustuen tavoitteena on tunnistaa vaikuttavimpia toimenpiteitä, sekä tekijöitä, joilla voidaan vähentää rakennusten energiankulutusta ja aikaansaada päästövähennyksiä koko Pohjois-Karjalan maakunnan tasolla.

2.1 Pohjois-Karjalan maakunta

Pohjois-Karjalan maakunta on 162 986 asukkaan Suomen itäisin maakunta. Maakuntaan kuuluu kolmetoista (13) kuntaa: Iloanta, Joensuu, Juuka, Kiteen kaupunki, Kontiolahti, Lieksan kaupunki, Liperi, Nurmeksien kaupunki, Outokummun kaupunki, Polvijärvi, Rääkkylä, Tohmajärvi ja Valtimo. Maakunnalla on noin 300 km yhteistä rajaa Venäjän kanssa. Maakunnan muita rajamaakuntia ovat Etelä-Karjala, Etelä-Savo, Pohjois-Savo sekä Kainuu. Taustatietoa Pohjois-Karjalan maakunnasta on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Yleistietoa Pohjois-Karjalan maakunnasta (Maanmittauslaitos 2017; Tilastokeskus 2019a)

Maakunnan kokonaispinta-ala	21 584 km ²
Maapinta-ala	17 761 km ²
Vesistöjen pinta-ala	3 823 km ²
Asukasluku	162 986 as
Taajama-aste (taajamissa asuvien osuus kuntalaisista, 2017)	72,6 %

Pohjois-Karjalan väkiluku pieneni vuodesta 2016 vuoteen 2017 0,6 %, joka on 1 025 henkeä vähemmän kuin vuonna 2016. Pohjois-Karjalassa taajamissa asuu 72,6 % maakunnan asukkaista ja loput 27,6 % maakunnan asukkaista asuu haja-asutusalueella. (Pohjois-Karjalan maakuntaliitto, 2018.)

Pohjois-Karjalan maakunnan johtavia teollisuuden aloja ovat metsä-, puu-, elintarvike-, muovi-, metalli- ja kiviteollisuus. Maakunnassa on myös merkittävää matkailutoimintaa. Maakunnassa uusia ammattilaisia kouluttaa Itä-Suomen yliopisto, Karelia ammattikorkeakoulu ja koulutuskuntayhtymä Riveria. (VisitKarelia, 2019.)

Asuinkunnassaan työssäkävien pohjoiskarjalaisten osuus työllisestä työvoimasta on 72,2 %, mikä on 1,8 prosenttiyksikköä Suomen keskiarvoa enemmän (vuonna 2016). Jalostuksen työpaikkojen osuus Pohjois-Karjalassa on 22,3 %, tämä on Suomen keskiarvon luokkaa. Alkutuotannon työpaikkojen osuus on Pohjois-Karjalassa 6 %. Tämä on 1,5 prosenttiyksikköä enemmän kuin Suomessa keskimäärin (4,5 %). Palveluiden työpaikkojen osuus on 70,5 %. Palveluiden työpaikkojen osuus on 2,4 prosenttiyksikköä Suomen keskiarvoa enemmän. (Tilastokeskus, 2019a.)

2.2 Lähtötiedot ja menetelmät

Selvityksen lähtötietoina on käytetty kuntien omistaman rakennuskannan jakautumista lämmönlähteittäin, sekä muu energiankulutus (käyttösähkö ja lämmin käyttövesi). Lähtötiedot on kerätty pääosin kunnista julkisten toimijoiden henkilökohtaisin tiedonannoin. Lähtötietoja on kerätty myös muista julkisista lähteistä kuten Tilastokeskuksen rakennustietokannasta ja Energiateollisuuden kaukolämpötilastoa, sekä julkisesti saatavilla olevista dokumenteista ja raporteista, kuten kaupunkien ja kuntien vuosikertomuksista ja tilinpäätöstiedoista. Tarkastelussa käytetty referenssivuosi on 2018. Alla olevissa luvuissa on kuvattu tarkemmin selvityksen lähtötietojen käyttö.

2.2.1 Kaukolämmöntuotanto ja -lämmitys

Kaukolämmöntuotannon polttoainejakauman taselaskennassa on hyödynnetty Energiateollisuuden kaukolämpötilastoa (Energiateollisuus, 2019) niiden laitosten osalta, jotka ovat Energiateollisuus ry:n jäseniä. Pienempien, Energiateollisuus ry:hyn kuulumattomien kaukolämpölaitosten osalta selvityksessä on hyödynnetty Kuntaliiton ”Tietoja pienistä lämpölaitoksista” -raporttia (Kuntaliitto, 2019). Lisäksi kaukolämmöntuotannon tietoja selvitettiin suoraan toimijoilta ja julkisesti saatavilla olevista raporteista. Alla oleviin taulukoihin 2 ja 3 on koottu Pohjois-Karjalan alueella toimivat kaukolämpölaitokset, jotka on otettu huomioon energia-analysissä.

Taulukko 2. Pohjois-Karjalan alueen kaukolämpölaitoksen, jotka otettiin selvityksessä huomioon.

Kunta/kaupunki	Kaukolämpölaitos/lämmönmyyjä
Ilomantsi	Vapo Oy, Ilomantsi
Joensuu	Fortum Power and Heat Oy, Joensuu Vapo Oy, Hammaslahti Vapo Oy, Reijola
Juuka	Juuan Kaukolämpö Oy
Kitee	Kiteen Lämpö Oy
Kontiolahti	Biowin Karelia Oy
Lieksa	Vapo Oy, Lieksa
Liperi	Adven Oy, Ylämylly-Honkalampi
Nurmes	Nurmeksen Lämpö Oy
Outokumpu	Outokummun Energia Oy

Taulukko 3. Pohjois-Karjalan alueen kaukolämpölaitoksen, jotka otettiin selvityksessä huomioon.

Kunta/kaupunki	Kaukolämpölaitos/lämmönmyyjä
Polvijärvi	Polvijärven kunnan kaukolämpölaitos
Rääkkylä	Vapo Oy, Rääkkylä
Siun sote -kuntayhtymä (Joensuu)	Fortum Power and Heat Oy, Joensuu Vapo Oy, Hammaslahti Vapo Oy, Reijola
Tohmajärvi	Vapo Oy, Tohmajärvi
Valtimo	Valtimon lämpölaitos

2.2.2 Rakennusten erillislämmitys

Rakennusten erillislämmityksen taselaskennassa on hyödynnetty ensisijaisesti kaupungeista ja kunnista kerättyjä tietoja. Toissijaisesti kunnan rakennuskannan kerrosalat sekä ikä- ja lämmitystapajakaumat rakennustyypeittäin on selvitetty Tilastokeskukselta rakennustietokannan tilastoa (Tilastokeskus, 2019b). Rakennustietokannan kautta on mahdollista selvittää lämmitysmuotojen ja energianlähteiden jakautuminen keskimäärin kunnassa tietyn käyttötarkoituksen rakennuksissa rakennusten kerrosalan perusteella. Rakennustietokannan perusteella tehdyissä laskennallisissa arvioissa on oletettu, että hoitoalan rakennukset, sekä opetus- ja kokoontumisrakennukset ovat kuntaomisteisia. Oletuksen perusteella julkisten rakennusten (hoitoalan rakennukset ja opetus- ja kokoontumisrakennukset) osuus Pohjois-Karjalan muusta rakennuskannasta pois lukien teollisuuden rakennukset, on 11 %.

Erillislämmitysrakennusten kohdalla lämmöntuotannon hyötysuhteina on käytetty öljylämmitykselle 90 %, puulämmitykselle 80 %, maalämmölle 100 %. Todellisuudessa

nämä hyötysuhteet vaihtelevat käytetyn tekniikan mukaan ja voivat näin ollen olla jopa parempia tai huonompia. Sähkölämmitteisille rakennuksille on käytetty 100 % hyötysuhdetta, jolloin häviöt huomioidaan sähkön siirron häviössä. Sähkön siirtohäviönä on käytetty keskimääräistä sähköverkon siirtohäviötä Suomessa 2%. Kaukolämpö- ja aluelämpölaitosten häviöt perustuvat ilmoitettuihin tietoihin. Rakennusten erillislämmityksen hyötysuhteiden laskennassa käytettiin alla olevassa taulukossa 4 esitettyjä arvoja.

Taulukko 4. Rakennusten erillislämmityksessä käytetyt oletukset.

Muuttuja	Arvo
Öljylämmityskattilan hyötysuhde	90 %
Puulämmityskattilan hyötysuhde	80 %
Vesikiertoisen lämmitysjärjestelmän siirtohäviö rakennuksessa	0 %
Maalämmön siirtohäviöt	0 %
Keskimääräinen sähköverkon siirtohäviö Suomessa	2 %

2.2.3 Muu energiankulutus

Lämpöenergiankulutuksen lisäksi selvityksessä on huomioitu rakennusten käyttösähkönkulutus ja vedenkulutus. Vedenkulutuksen osalta on käytetty alla olevassa taulukossa 5 esitettyjä oletuksia.

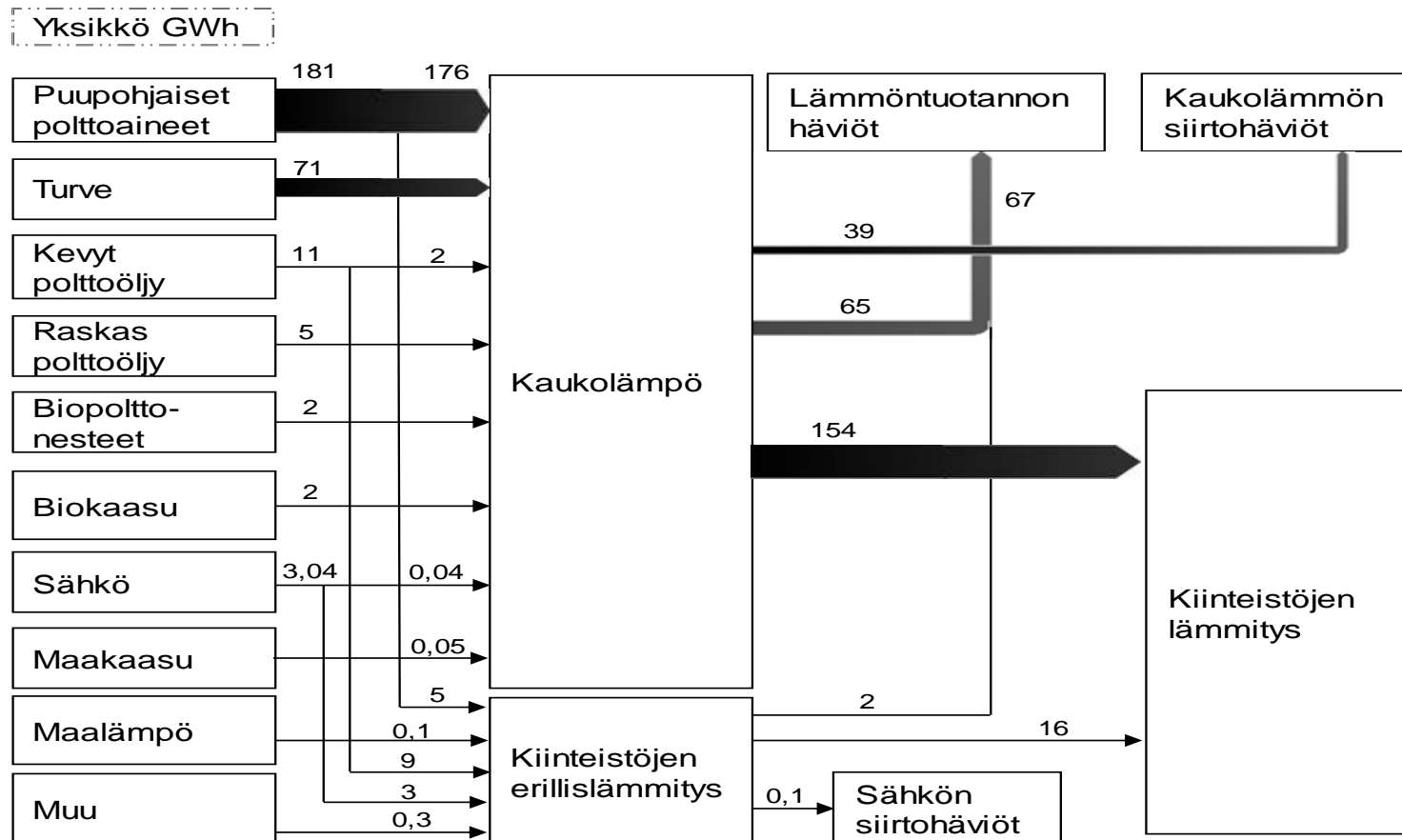
Taulukko 5. Vedenkulutuksessa käytetyt oletukset. (Motiva 2019).

Oletus	Arvo
Lämpimän käyttöveden osuus kokonaiskulutuksesta	35 %
Veden lämmittämiseen vaadittava energiamäärä	58 kWh/m ³

3 Energiantuotannon ja -käytön nykytila

3.1 Lämpöenergiatase

Pohjois-Karjalan julkisen sektorin rakennusten lämpöenergiatase on laadittu kunta-kohtaisten taseiden perusteella. Pohjois-Karjalan maakunnan julkisen sektorin rakennusten lämpöenergiataseessa (kuva 1) on huomioitu kunnan alueen lämmöntuotannon polttoainejakauma I. lämmöntuotantoon käytetyt energianlähteet, polttoaineiden energiasisältö, tuotantohäviöt lämmöntuotannosta sekä kaukolämmön siirtohäviöt ja energian loppukäytön jakautuminen. Kuntakohtaiset lämpöenergiataseet on esitetty liitteessä 1. (ks. kuva 1).

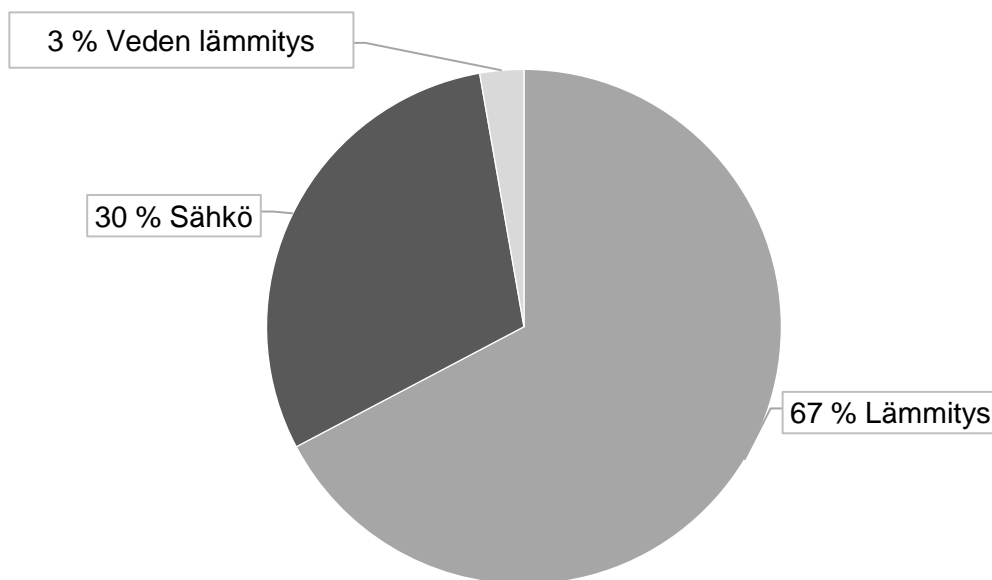


Kuva 1. Pohjois-Karjalan julkisen sektorin rakennusten lämpöenergiatase.

3.2 Energia-analyysi

3.2.1 Energiankulutuksen jakautuminen

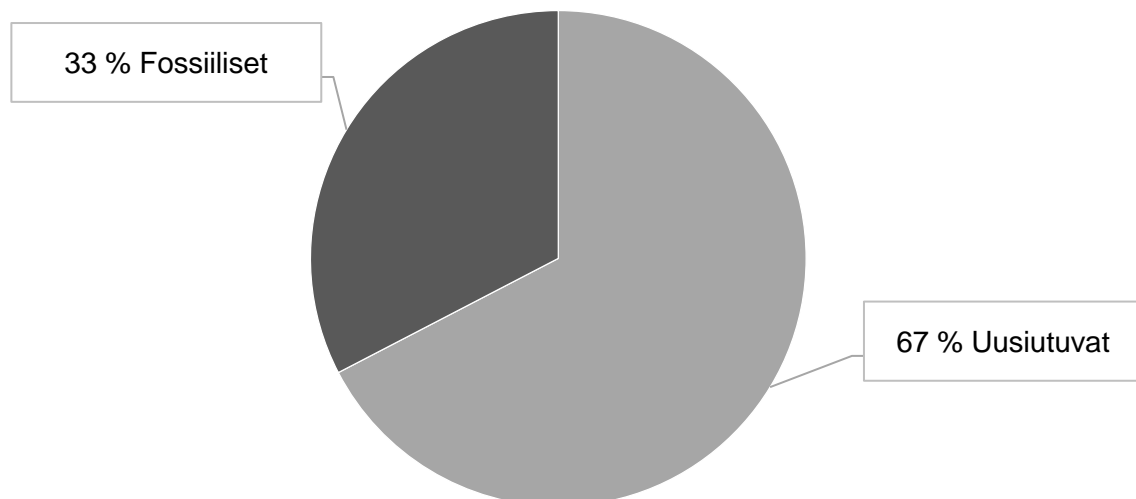
Pohjois-Karjalan julkisen sektorin rakennuksissa käytettiin vuonna 2018 energiaa yhteensä 275 GWh. Eniten eli 185 GWh energiaa kului rakennusten lämmitykseen. Tämä vastaa noin 67 % Pohjois-Karjalan maakunnan julkisen sektorin rakennusten kokonaisenergiankulutuksesta, sekä vastaa 10 % Pohjois-Karjalan kokorakennuskannan kokonaislämmitysenergiankulutuksesta vuonna 2018. Käyttösähköä kului 83 GWh, joka vastaa 30 % Pohjois-Karjalan maakunnan julkisten rakennusten kokonaisenergiankulutuksesta. Veden lämmitykseen käytettiin 8 GWh (3 %) julkisten rakennusten kokonaisenergiankulutuksesta. Energiankulutuksen jakautuminen lämmityksen, sähkönkäytön ja lämpimän veden käytön välillä Pohjois-Karjalan julkisen sektorin rakennuksissa on esitetty alla kuvassa 2.



Kuva 2. Energiankulutuksen jakautuminen julkisen sektorin omistamissa rakennuksissa Pohjois-Karjalassa.

3.2.2 Lämmityksen energialähteiden jakauma

Pohjois-Karjalan maakunnassa julkisomisteisten rakennusten lämmitysenergian tuotantoon käytettiin uusiutuvaa energiaa 185 GWh:n verran, joka vastaa 67 % kaikesta lämmitysenergian tuotannon energiasta. Fossiilisia polttoaineita käytettiin 33 %, eli 90 GWh. Lämmitysenergian tuotantoon käytettyjen polttoaineiden jako uusiutuviin ja fossiilisiin energialähteisiin on esitetty kuvassa 3. Lämmitykseen käytetyn sähkön osalta oletettiin, että 50 % sähköstä tuotettu uusiutuvilla energialähteillä.

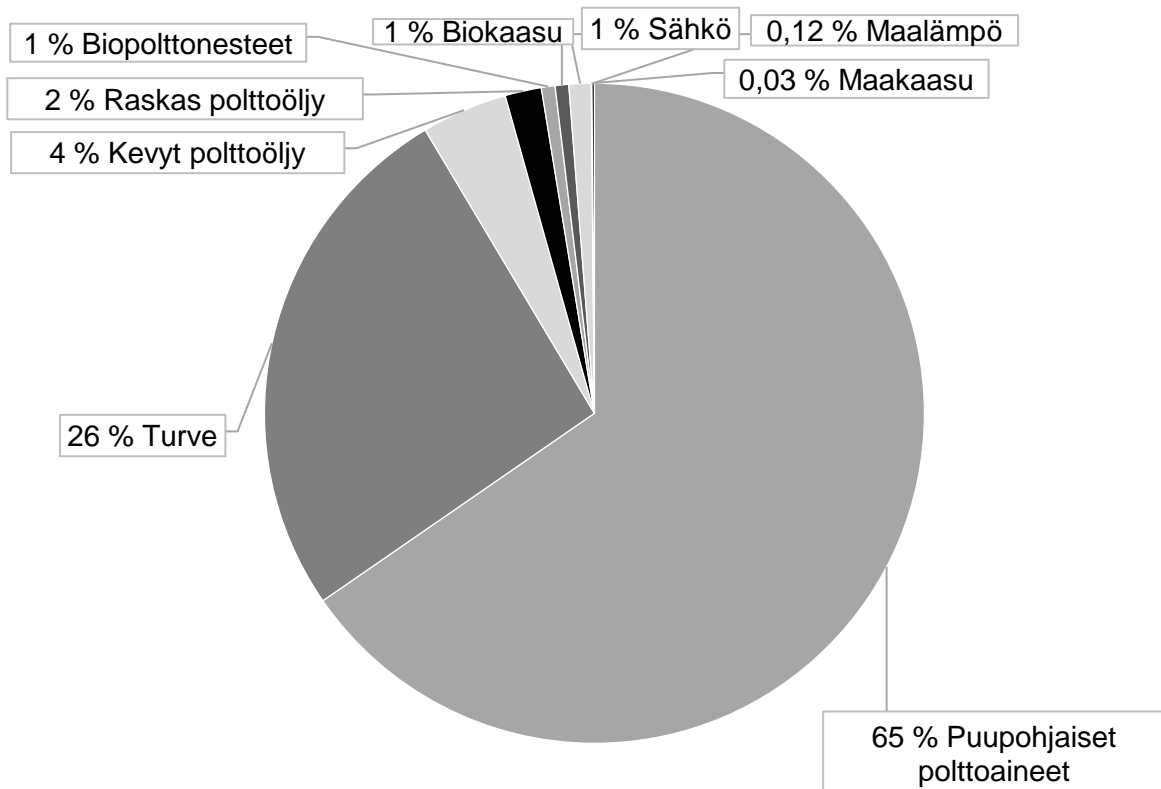


Kuva 3. Uusiutuvien ja fossiilisten polttoaineiden jakauma Pohjois-Karjalan julkisen sektorin rakennusten lämmityksessä.

Merkittävimmät lämmitykseen käytetyt energialähteet Pohjois-Karjalan maakunnan julkisomisteissa rakennuksissa ovat uusiutuvaa energiaa olevat polttoaineet, ts. puu-polttoaineet, kuten hake ja pelletti (kuva 4). Vuonna 2018 näiden osuus kaikista lämmitykseen käytetyistä polttoaineista oli 65 % (179 GWh). Toiseksi merkittävin lämmöntuotannon polttoaine oli turve 26 %:n osuudella, yhteensä (71 GWh). Kolmanneksi eniten lämmöntuotannossa on käytetty kevyttä polttoöljyä yhteensä 11,5 GWh, sekä kauko- ja erillislämmityksessä. Tämä vastaa noin 4 %:n osuutta lämmityksen

energiälähteistä. Erillislämmityksessä kevyttä polttoöljyä on käytetty reilut 8,6 GWh, eli 74 % lämmitykseen käytetystä kevyestä polttoöljystä.

Lämmityksen energiälähteistä loput 5 %, eli yhteensä 10,5 GWh jakautuu raskaan polttoöljyn, biopoltonesteiden, biokaasun, sähkön, maalämmön ja maakaasun, sekä muiden polttoaineiden kesken. Näistä merkittävin on raskaan polttoöljyn osuus 2 % (5 GWh). Pohjois-Karjalan julkisen sektorin rakennusten lämmityksen polttoainejakauma on esitetty kuvassa 4. Kuntakohtaiset polttoainejakaumat on esitetty liitteessä 2.

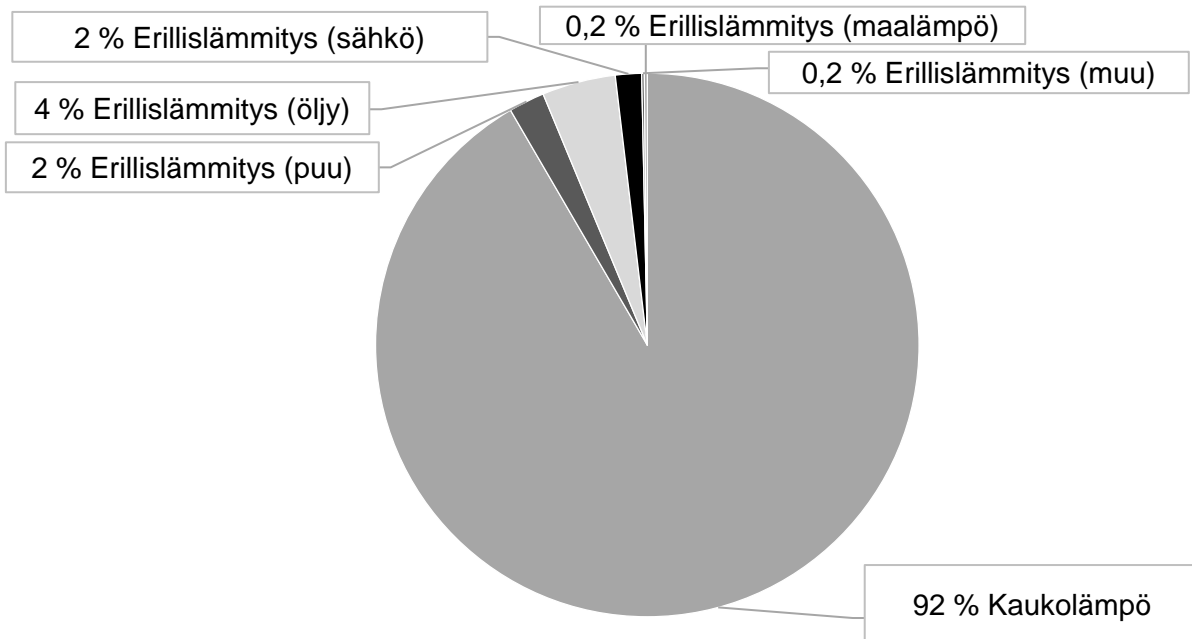


Kuva 4. Lämmitysenergian energiälähteiden jakauma Pohjois-Karjalan julkisen sektorin rakennuksissa.

3.2.3 Lämmitystapajakauma

Pohjois-Karjalan maakunnan julkisomisteisista rakennuksista 92 %, lämpenee kauko- ja aluelämmöllä (kuva 5). Loput 8 % rakennuksista on erillislämmiteisiä.

Erillislämmitteisten rakennusten merkittävimmät lämmitysmuodot ovat öljy (4%) sekä sähkö ja puu molemmat lämmitysmuodot 2 % osuudella. Puun osuudessa on huomioitu erillislämmitysmuotona käytetty pelletti.



Kuva 5. Pohjois-Karjalan julkisen sektorin rakennusten lämmitystapajakauma.

3.2.4 Rakennusten ominaislämmönkulutus

Pohjois-Karjalan maakunnan julkisomisteisten rakennusten ominaislämmönkulutukset (kWh/m³) rakennustyypeittäin on koostettu taulukkoon 6. Lämmitysenergiankulutuksessa on huomioitu ainoastaan rakennusten lämmitykseen tarvittava energia.

Siun Sote-kuntayhtymän omistamat rakennusten ovat huomioitu Joensuun kaupungin lämmön ominaiskulutuksessa, sillä kuntayhtymän omistamat rakennusten sijaitsevat kaikki Joensuussa.

Kontiolahden ja Juuan kunnassa asuinrakennusten ominaislämmönkulutukset ovat merkittävästi suurempia kuin muissa Pohjois-Karjalan maakunnan kunnissa. Useammassa Pohjois-Karjalan maakunnan kunnassa hoitoalan rakennusten

ominaislämmönkulutukset ovat suuremmat kuin keskimääräinen referenssiarvo. Ainoastaan Valtimon ja Ilomantsin kunnissa hoitoalan rakennusten ominaislämmönkulutukset ovat keskimääräistä referenssiarvoa matalammat. Opetusrakennuksien suurimmat ominaislämmönkulutukset ovat Joensuussa, Lieksassa ja Valtimossa.

Korjausrakentamisen yhteydessä toteuttavilla energiansäätö- ja energiatehokkuustoimilla voidaan vaikuttaa käytössä olevien rakennusten ominaislämmönkulutukseen. Valtakunnallisen ominaislämmönkulutuksen vaikutusprosentin on arvioitu olevan 9 - 50 % riippuen toteutetuista toimenpiteistä (Sitra, 2010).

Taulukko 6. Ominaislämmönkulutuksen rakennustyypeittäin.

Kunta	Ominaislämmönkulutus (kWh/m ³) rakennustyypeittäin							
	Asuinrakennukset	Hoitotalan rakennukset	Toimisto ja hallinto rakennukset	Kokoon-tumisra-kennuk-set	Ope-tusra-ken-nukset	Varas-tora-ken-nukset	Väes-tön-suoja	Muut
Referenssi	45	52	38	31	38	41	20	35
Ilomantsi	39	50		24	53			39
Joensuu	33	58	44	18	44		40	33
Juuka	84	62	32	15	36		48	84
Kitee	50	68	47	37	33	20	31	50
Kontiolahti	84	57	17	21	47	16		84
Lieksa	51	57	47	24	51		14	51
Rääkkylä		97		43	38		45	
Tohmajärvi	58	67	33	22	36		57	58
Valtimo		45	46	18	49			

3.2.5 Öljylämmitteisten rakennusten määrä

Pohjois-Karjalan maakunnan julkisomisteisten erillislämmitteisten rakennusten öljyn kulutus on ollut 8,6 GWh (taulukko 7 ja 8). Vuoden 2018 perustuvien tietojen perusteella Pohjois-Karjalassa on kaksi kuntaa, Ilomantsi ja Valtimo, joissa on rakennusten öljylämmityksestä siirrytty muihin lämmitysmuotoihin tai öljylämmitteistä rakennuksista on luovuttu. Kontiolahten ja Rääkkylän julkisomisteisten rakennusten määrä on arvioitu tilastokeskuksen rakennustietokannasta. Siun Sote kuntayhtymällä ei ole öljylämmitteisiä rakennuksia. Nurmeksen kunnan öljylämmitteistä rakennusten määrästä ei ole tarkkaa tietoa, vaikka öljynkulutuksen määrä on ollut tiedossa.

Taulukko 7. Öljylämmitteisten rakennusten määrä ja öljyn kulutus vuonna 2018.

Kaupunki/kunta	Öljylämmitteisten rakennusten määrä	Öljyn kulutus MWh	Öljyn kulutus m ³
Ilomantsi	0	0	0
Joensuu	14	1 700	170,0
Juuka	4	618	61,8
Kitee	2	735	73,5
Kontiolahti	6	1 140	114,0
Lieksa	4	980	98,0
Liperi	5	620	62,0
Nurmes	Ei tietoa	290	29,0
Outkumpu	2	140	14,0

Taulukko 8. Öljylämmitteisten rakennusten määrä ja öljyn kulutus vuonna 2018.

Kaupunki/kunta	Öljylämmitteisten rakennusten määrä	Öljyn kulutus MWh	Öljyn kulutus m ³
Polvijärvi	1	1 180	118,0
Rääkkylä	3	410	41,0
Tohmajärvi	4	750	75,0
Valtimo	0	0	0

4 Toimenpiteet

Energiataseisiin ja energia-analyysin perusteella on laadittu kuntaomisteisiin rakennuskokonaisuuksiin konkreettisia toimenpidesuosituksia. Valituilla toimenpidesuosituksilla tavoitellaan rakennusten energiankulutuksen vähennystä Pohjois-Karjalan maakunnallisella tasolla. Toimenpiteiden ja selvityshankkeiden toteutuksiin on mahdollista saada Työ- ja elinkeinoministeriön energiatukea. Tukimuodot esitetään ennen toimenpide-ehdotuksia.

4.1 Työ- ja elinkeinoministeriön energiatuet

Työ- ja elinkeinoministeriön energiatukea voidaan myöntää investointi- ja selvityshankkeille, jotka edistävät:

1. uusiutuvan energian tuotantoa tai käyttöä;
2. energiansäästöä tai energian tuotannon tai käytön tehostamista; tai
3. muutoin energiajärjestelmän muuttumista vähähiiliseksi.

Energiainvestointituen ulkopuolelle jäävät asunto-osakeyhtiöt, asuinkiinteistöt, maatilat tai niiden yhteydessä toteutettavat hankkeet, lukuun ottamatta sellaisia maatalan yhteydessä toteutettavia hankkeita, jossa tuotettava energia käytetään maatalouden tuotantotoiminnan ulkopuolella, valtionosuutta saavat perustamishankkeet, organisaatiot, joiden toiminta rahoitetaan valtion talousarviosta, valtion talousarviosta annetussa laissa (423/1988) tarkoitettuun taloushallinto-organisaatioon kuuluville virastoille, laitoksille ja muille toimielimille. Tukea haettaessa hakijan on ilmoitettava investoinnin kustannukset nettomääräisinä ja arvonlisäverottomina. (Business Finland 2019a).

4.1.1 Energiakatselmusten tuet ja energiansäästöä ja energiatehokkuutta edistävien investointien tuet.

Energiakatselmuksessa selvitetään ja analysoidaan katselmoitavan kohteen energian käyttö, energiansäästöpotentiaali sekä esitetään säästötoimenpiteet, niiden kannattavuuslaskelmat ja vaikutus kohteen kasvihuonekaasupäästöihin. Energiakatselmuksen avulla selvitetään myös mahdollisuudet uusiutuvien energialähteiden käyttöön.

Kuntien palvelurakennuksille voidaan toteuttaa kiinteistöjen energiakatsastus, energiakatselmus, seurantakatselmus ja käyttöönottokatselmus. Kuntien energia-alan kohteille voidaan toteuttaa kaukolämpökatselmus, lisäksi kunnille voidaan toteuttaa uusiutuvan energian potentiaalien ja uusiutuvan energian tuotannon ja lisäämiseen keskittyvä uusiutuvan energian kuntakatselmus. (Motiva 2018.)

Palvelukiinteistöjen energiakatselmuksiin sekä uusiutuvan energian kuntakatselmuksen toteuttamiseen on mahdollista saada valtion tukea työ- ja elinkeinoministeriöltä. Energiansäästöä ja energiatehokkuutta edistävien investointitukien tarkoituksena on edistää mm. energiansäästöä ja energiatehokkuutta. Energiakatselmusten tuki kohdistuu katselmukseen kokonaiskustannukseen, jotka muodostuvat työ- ja elinkeinoministeriöltä.

matkakustannuksista, ja mittalaittevuokrista. Tukien prosentuaaliset määrät vuonna 2019 ovat esitetty taulukossa 9 ja 10.

Taulukko 9. Energiakatselmusten prosentuaaliset tuet (Motiva 2018.)

Katselmus	Tukiprosentti [%]
Energiakatselmuksien, energiatehokkuussopimukseen liittyneet kunnat	50
Energiakatselmuksien, kun ei liittynyt energiatehokkuussopimukseen	40
Uusiutuvan energian kuntakatselmus, kaikki kunnat	50

Taulukko 10. Energiansäästön ja energiatehokkuuden säästöinvestointien prosentuaaliset tuet (Motiva 2018.)

Investointihankkeet	Tukiprosentti [%]
Energiatehokkuussopimukseen liittyneet yhteisöt	20
Kun aiemmassa käytetään ESCO-palvelua	25
Muille kuin energiatehokkuussopimukseen liittyneille yrityksille ja yhteisöille, kun käytetään ESCO-palvelua.	15
Uutta teknologiaa sisältäville hankkeille myönnetään tapauskohtaisesti korotettua tukea (20–40 %) myös energiatehokkuussopimusten ulkopuolisille yrityksille ja kunnille.	20-40

4.1.2 Investointituet uusiutuvan energian säästöinvestointeihin

Investointituen tarkoituksena on edistää mm. uusiutuvan energian tuotantoa. Tavanomaiseen uusiutuvan energian säästöinvestointien etusijalla ovat hyvin valmistellut hankkeet ja huolellisesti laaditut tukihakemukset. Hanketta ei saa aloittaa ennen myönteistä tukipäätöstä. Säästöinvestointien tuet uusiutuvan energian tavanomaisen teknologian hankkeisiin on esitetty taulukossa 11.

Taulukko 11. Uusiutuvan energian säästöinvestointien prosentuaaliset tuet (Motiva 2018.)

Uusiutuvan energian investointi	Tukiprosentti [%]
Lämpökeskushankkeet (puupolttoaineet)	10-15
Lämpöpumppuhankkeet	15
Aurinkolämpöhankkeet	20
Kaatopaikkakaasuhankkeet	15-20
Pienvesivoimahankkeet	15-20
Pientuulivoimahankkeet	15-20
Pien-CHP-hankkeet	15-20
Aurinkosähköhankkeet 30.4.2019 asti	25
Aurinkosähköhankkeet 1.5.2019 alkaen	20
Biokaasuhankkeet	20-30

Uuden teknologian uusiutuviin energialähteisiin liittyviin investointeihin tuen osuus on enintään 40 %. Uudella teknologialla tarkoitetaan sellaisia uudenlaisia ratkaisuja,

joita ei ole Suomessa laajasti kokeiltu. Tyypillisesti kyse on ensimmäisestä tai ensimmäisistä demonstraatiolaitoksista. Uuden teknologian käyttöönottoon liittyy yleensä vastaavaan tavanomaisen teknologian hankkeeseen nähden ylimääräisiä kustannuksia tai riskejä. Uuden teknologian ratkaisut ovat keskeisiä pitkän aikavälin energia- ja ilmastotavoitteiden kannalta. (Valtioneuvosto 2017.)

4.1.3 ESCO-palveluliiketoimintamalli uusiutuvan energian investointeihin

Uusiutuvan energian käyttämistä edistäviin hankkeisiin voidaan hyödyntää ESCO-palveluliiketoimintamallia. ESCO-palveluliiketoiminnassa ulkopuolinen energia-asiantuntija, ESCO-toimija, toteuttaa kunnan investointeja ja toimenpiteitä energiankäytön tehostamiseksi sekä energiansäästämiseksi. Energiatehokkuustoimenpiteet toteutetaan kokonaistoimituksena, johon voi sisältyä ESCO-toimijan hankkima rahoitus. ESCO-toimijapalveluun liittyy takuu syntyvästä energiansäästöstä. Energiansäästöinvestoinnit ja palvelun kustannukset ESCO-palveluntarjoajalle maksetaan palvelukauden säästöillä, jotka syntyvät pienentyneistä energiakustannuksista.

4.2 Maalämpöpumppuratkaisut

Öljylämmitteisissä kohteissa voidaan vähentää lämmityksestä aiheutuvia hiilidioksidipäästöjä ja säästää lämmitykseen käytettävän polttoaineen kustannuksia asentamalla kohteisiin maalämpöpumppuja. Öljylämmityksestä valmiina oleva vesikiertoinen lämmönjakojärjestelmä voidaan säilyttää ja vaihtaa lämmönlähteeksi maalämpö. Maalämmöllä saavutetaan selkeä hyöty etenkin silloin, kun lämmitettävä kiinteistöala on suuri. Maalämmön käytön lisäämistä edistää geoenergiapotentialiselvitykset, jotka voidaan laatia koko maakunnan kattavana tai pienemmille kokonaisuuksille alueellisena maalämpökarttana. Joko koko maakunnan kattava maalämpökartta tai alueellinen kartta on maalämmön käytön edistämiseksi kannattava liittää kaupunki/kunta/maakunnalliseen karttapalveluun.

Maalämpöpumppeihin liittyvä potentiaalitarkastelu on toteutettu alueellisena kokonaistarkasteluna kaikille Pohjois-Karjalan alueen erillislämmitteisille rakennuksille olettaen öljyn kulutuksen olevan taseen mukainen. Lisäksi maalämpöpumppeihin liittyviä tarkasteluja on toteutettu kunnille kohde- tai kokonaisuuskohtaisesti. Valinta on perustunut kohteiden ja kokonaisuuksien öljynkulutukseen. Tarkastelussa oletetaan, että maalämmöllä voidaan tuottaa 97 % rakennuksen vaatimasta lämmitysenergiasta. Lämmitystavan muutoksen- (MWh/a) ja kasvihuonekaasupäästövähennyksen laskennassa (CO₂-vähenemä) on huomioitu käytetyn energian lisäksi lisäenergian tarve (sähköllä) huippukuorman kattamiseksi, sekä maalämpöpumppujen energian kulutus.

Taulukko 12. Maalämpöpumppeihin liittyvä tarkastelu.

Kohde	Lämmitystavan muutos MWh/a	CO₂ -vähenemä t CO₂-ekv.
Pohjois-Karjala	6 687	1 799
Lieksa; opetusrakennukset	344	92
Rääkkylä; hoitoalan rakennukset	40	11
Polvijärvi, rivitalokiinteistöt	914	246
Tohmajärvi; Asuntoranta	277	75
Tohmajärvi; Värtsilän koulu	178	70

KÄYTÄNNÖN KOKEMUS:

lin kunta on luopunut viimeisten vuosien aikana öljylämmityksestä lähes kaikissa kunnan kiinteistöissä. Useiden vanhempien koulujen öljylämmitys on korvattu kokonaan maalämmöllä, josta esimerkkinä Pohjois-lin koulu. Tässä pinta-alaltaan 1 090 m² kokoisessa koulussa siirryttiin maalämpöön vuonna 2013. Investointikustannukseksi kertyi 120 000 €, mutta vuotuisen säästön ollessa 29 000 €, takaisinmaksuajaksi ei kertynyt kuin 4,1 vuotta. Päästövähennyksiä tällä investoinnilla saavutetaan 85 000 kg CO₂-ekv vuodessa.

4.3 Ilmalämpöpumppuratkaisut

Öljylämmitteisissä ja sähkölämmitteisissä kohteissa voidaan vähentää lämmityksestä aiheutuvia hiilidioksidipäästöjä ja säästää lämmitykseen käytettävän polttoaineen ja sähkön kustannuksia asentamalla kohteisiin ilma-ilmalämpöpumppuja ja ilma-vesilämpöpumppuja. Ilma-ilmalämpö- ja ilma-vesilämpöpumput soveltuvat etenkin pienempiin rakennuksiin.

Optimaalisin ilmalämpöpumppujen ja ilma-vesilämpöpumppujen käyttöaika on keväisin ja syksyisin, jolloin ulkoilmanlämpötila voidaan hyödyntää tehokkaammin. Talvella käyttöä voi rajoittaa alhainen ilmanlämpötila. Laitteiden eduksi luetaan ylläpitolämmitystoiminto, jolle laite voidaan asettaa. Ylläpitolämmitystoiminnosta on etenkin hyötyä rakennuksissa, joiden käyttöaste on pieni ja epäsäännöllinen.

Ilma-ilmalämpöpumppuihin liittyvä tarkastelu on toteutettu alueellisena kokonaistarkasteluna kaikille Pohjois-Karjalan alueen rakennuksille olettaen rakennusten sähkölämmitykseen liittyvän kulutuksen olevan taseen mukainen. Lisäksi ilmalämpöpumppuihin liittyviä tarkasteluja on toteutettu kunnille kohde- tai kokonaisuuskohtaisesti. Valinta on perustunut kohteiden ja kokonaisuuksien sähkönkulutukseen sekä mahdolliseen öljyn kulutukseen.

Tarkastelussa oletetaan, että ilmalämpöpumpulla voidaan tuottaa 65 % kohteen lämmitysenergiankulutuksesta ja loppu katetaan kohteen nykyisellä lämmitysenergialla.

Lisäksi on oletettu, että ilmalämpöpumpun lämmöstä 50 % tuotetaan ilmalla ja 50 % sähköllä. Pohjois-Karjalan maakunnan osalta oletetaan, että loppu energiantuotanto katetaan nykyisellä lämmönlähteellä, eli sähköllä. Polvijärven rivitalokiinteistöjen sekä Kontiolahtien kaikkien sähkölämmitteisten rakennusten loppulämmöntarve oletetaan katettavan sähköllä ja Tohmajärven osalta lopun energian tarpeen oletetaan katettavan öljyllä.

Taulukko 13. Ilmalämpöpumppeihin liittyvä tarkastelu.

Kohde	Lämmitystavan muutos MWh/a	CO ₂ -vähenemä t CO ₂ -ekv.
Pohjois-Karjala	1 930	152
Polvijärvi; rivitalokiinteistöt	380	30
Kontiolahti; kaikki sähkölämmitteiset kiinteistöt	850	68
Tohmajärvi; Värtsilä kylätalo	71	16

KÄYTÄNNÖN KOKEMUS:

Puhoksella Leino-Vihtavaaran kylätalossa on otettu käyttöön ilma-vesilämpöpumppu öljylämmityksen rinnalle vuonna 2016. Asennetun ilma-vesilämpöpumpun nimellisteho on 16 kW ja sillä lämmitettävän kiinteistön koko on 575 m². Pumpun investointikustannus ilman asennus/korjauskustannuksia oli 14 000 €, mutta tällä ilma-vesilämpöpumpulla voidaan saavuttaa vuodessa 51,3 MWh energiansäästö sekä 3 200 € rahallinen säästö. Yhden pumpun lisäämisellä voidaan tässä kohteessa saavuttaa vuoden aikana 13,4 t CO₂-ekv päästövähennys.

4.4 Aurinkosähkön hyödyntäminen

Aurinkosähköä hyödyntämällä voidaan lisätä uusiutuvien energialähteiden käyttöä ja katetaan kohteiden omaa sähkönkulutusta niissä kuntien ja kaupunkien kiinteistöissä, jotka ovat kauko- tai aluelämpöverkossa ja korvata kohteiden suurta sähköenergian käyttöä.

Kunta- ja kaupunkistrategiaa tilojen käytön ja aurinkopaneeli-investoinnin suhteen tulisi toteuttaa siten että lähtökohtaisesti päiväkotit ja päiväkotit/koulukohteet ovat kesäisin vuosittain samat päivystyskohteet. Tällöin aurinkopaneelisiin tehtävä investointi suunnitellaan kohteisiin koko vuoden käytön perusteella. Kiertävä kohteiden päivystysvuoro vaikuttaa investoinnin takaisinmaksuaikaan merkittävästi. Vaihtoehtoisena investoinnin lähtökohtana käytetään näkökulmaa, jossa aurinkosähköntuotannolla pyritään kattamaan ilmaston vaatima sähköntarve. Ilmaston tarve säilyy julkisissa kohteissa, kuten kouluissa ja päiväkodeissa kesäisin, vaikka kohteet olisivat suljettuina.

Aurinkosähköön liittyvä hyödyntämistarkastelu on toteutettu alueellisena kokonaistarkasteluna kaikille Pohjois-Karjalan alueen hoito-alueen, opetuksen-, sekä kokoontumisrakennuksina toimiville kiinteistöille. Muutosta laskettaessa on oletettu kiinteistöjen sähkönkulutuksen olevan taseen mukainen.

Auringon kokonaissäteilyn määrä vaakatasolle on eteläisimmässä Suomessa 980 kWh/m²/a ja Keski-Suomessa 890 kWh/m²/a. Pohjois-Karjalalle käytetään aurinkosäteilyn Keski-Suomen arvoa 890 kWh/m²/a. Energiankäytön muutosta, eli aurinkosähkön tuotantopotentiaalia laskettaessa, aurinkosähköä oletetaan käytettävän rakennusten suoraan sähkölämmitykseen. Sähköntuotantopotentiaalin hyötysuhteena on käytetty 15 % aurinkosähkölle.

Taulukko 14. Aurinkosähköön liittyvä tarkastelu.

Kohde	Uusiutuvan energian lisäys MWh/a	Uusiutuvan energian lisäys %
Pohjois-Karjala; hoitoalan rakennukset	300	66
Pohjois-Karjala; kokoontumisrakennukset	1 200	55
Pohjois-Karjala; opetusrakennukset	300	93

KÄYTÄNNÖN KOKEMUS:

Lappeenrannan kaupunki on investoinut viime vuosina aurinkoenergiaan ja nyt Lappeenrannan seudulla tuotetaan asukaslukuun suhteutettuna enemmän aurinkovoimaa kuin muualla Suomessa. Kaikista Suomen aurinkovoimaloista 8,2 % sijaitsee Lappeenrannassa. Vuonna 2016 paneeleita asennettiin mm. päiväkodin- ja paloaseman katoille. Vuonna 2015 otettiin käyttöön Lappeenrannan-Lahden teknillisen yliopiston 208,5 kW aurinkosähkövoimala Lappeenrannan kampuksella, tämän aurinkovoimalan investointikustannukset olivat 460 000 € ja sillä saavutetaan vuodessa 36 t CO₂-ekv päästövähennys.

4.5 Pellettiratkaisut

Öljylämmitystä voidaan korvata myös pellettiratkaisulla. Öljylämmityksestä valmiina oleva vesikiertoinen lämmönjakojärjestelmä voidaan säilyttää ja vaihtaa öljykattilan tilalle pellettikattila tai liittää ulkoinen pellettijärjestelmä. Pelletti soveltuu päälämmitysmuodoksi kohteissa, joissa lämmön kulutus on suhteellisen suurta. Pellettilämmitys toimii vaihtoehtona myös maalämmölle.

Pellettilämmityksen yhtenä ratkaisumuotona voidaan käyttää ns. pellettikonttiratkaisuna. Pellettikontit ovat EN 1090-standardin mukaisia teräsrunkoisia lämpökeskuksia

pelletille, joissa on valmiina asennettuna kaikki lämpökeskuksen tarvitsemat laitteet. Pellettikonttiin voidaan liittää mukaan erillinen pellettisiilo. Kontti voidaan maisemoida ympäröiviä rakennuksia vastaavaksi. Kontit ovat siirrettäviä ja tarpeen mukaan skaalautuvia. Mikäli rakennuksesta myöhemmin luovutaan, voidaan kontti siirtää toiseen kohteeseen.

Vaihtoehtoisen ratkaisuna suorille investoinneille ovat ns. yrittäjävetoiset toiminnot, jossa yrittäjä, yritys, tai osuuskunta ottavat lämpöyrittäjyyden tuottamisen haltuun ja myyvät uusiutuvaa energiaa kuten pellettilämpöä sovittuun hintaan kunnalle. Lämpöyrittäjä hankkii pellettilämmityksessä käytettävän polttoaineen sekä huolehtii lämpökeskuksen toiminnasta. Tuloa lämpöyrittäjä saa kiinteistöön tai lämpöverkkoon tuotetusta energiasta, sekä pellettijärjestelmän huollosta ja ylläpidosta. Lämpöyrittäjyys lisää paikallista yrittäjyyttä, sekä elinvoimaisuutta. Lisäksi lämpöyrittäjyys voi toimia sivutulonlähteenä maaseudulla.

Pellettilämpöön liittyvä potentiaalitarkastelu on toteutettu alueellisena kokonaistarkasteluna kaikille Pohjois-Karjalan alueen erillislämmitteisille kiinteistöille olettaen öljyn kulutuksen olevan taseen mukainen. Lisäksi pellettilämpöön liittyviä tarkasteluja on toteutettu kunnille kohde- tai kokonaisuuskohtaisesti. Valinta on perustunut kohteiden ja kokonaisuuksien öljynkulutukseen. Lämmitystavan muutoksen- (MWh/a) ja kasvi-huonekaasupäästövähennyksen laskennassa (CO₂-vähenemä) on oletettu pellettilämmityksellä tuotettavan kaiken lämmitysenergiatarpeen.

Taulukko 15. Pellettilämpöön liittyvä tarkastelu.

Kohde	Lämmitystavan muutos MWh/a	CO ₂ -vähenemä t CO ₂ -ekv.
Pohjois-Karjala; öljylämmitteiset kiinteistöt	7 660	2 274
Kitee; rivi- ja pientalot	234	70
Outokumpu; paritalo	75	22

KÄYTÄNNÖN KOKEMUS:

Mannerjärven puutarha Maskussa siirtyi vuonna 2012 täysin öljylämmityksestä pellettilämmitykseen. Pannuhuoneeseen asennettiin 900 kW pellettikattila, jolla toteutetaan 4 500 m² kasvihuoneiden lämmittäminen kokonaisuudessaan. Koska pellettilämmitys korvasi olemassa olleen öljylämmityksen, uudessa lämmitystavassa voitiin hyödyntää jo olemassa ollutta putkistoa. Investointikustannuksiksi kertyi 400 000 €, mutta tämän investoinnin myötä säästöä laskettiin kertyvän vuodessa 50 000 €. Kun raskas polttoöljy korvataan pelletillä täysin, on mahdollista saavuttaa vuodessa jopa 370 t CO₂-ekv päästövähennys.

4.6 Energiatehokkuussopimukset

Energiatehokkuussopimukset ovat valtion ja toimialojen välisiä vapaaehtoisia sopimuksia. Ne ovat ensisijainen keino edistää energian tehokasta käyttöä Suomessa ja ovat tärkeä osa Suomen energia- ja ilmastostrategiaa. Energiatehokkuussopimusten avulla Suomi pystyy täyttämään EU:n sille asettamat kansainväliset energiatehokkuusvelvoitteet ilman lainsäädännön uudistamista tai pakkokeinoja. (Energiatehokkuussopimukset, 2018a). Uusin energiatehokkuussopimuskausi kattaa vuodet 2017-2025, johon sisältyy kaksi jaksoa: sopimusjakso 2017-2020 (4 vuotta) ja

sopimusjakso 2021-2025 (5 vuotta). Lähtökohtaisesti HINKU-kuntien oletetaan olevan liittyneen kuntien energiatehokkuussopimukseen.

Energiatehokkuussopimukseen liittymisessä on kunnille monia etuja. Näkyvin muutos sopimuksesta on energian tehokkaasta käytöstä aiheutuvat kustannussäästöt. Energiakustannusten pieneneminen parantaa toiminnan kannattavuutta ja näkyy tuloksessa. Tarkoituksenmukainen ja tehokas energiankäyttö vähentää lisäksi energiankäytöstä aiheutuvia hiilidioksidipäästöjä ja on osa Suomen ja koko maailman ilmastomuutoksen vastaista työtä. Sopimuksen vapaaehtoisuus antaa liittyjälle mahdollisuuden toteuttaa energiatehokkuustoimia ja -investointeja tarvelähtöisesti, omassa tahdissa. Energiatehokkuussopimukseen liittyneet kunnat saavat myös isomman prosentuaalisen tuen energiansäästö ja energiatehokkuuden säästöinvestointeihin. (Energiatehokkuussopimukset, 2018b.)

Energiatehokkuussopimukseen ja energiakatselmointiasioissa energianeuvontaa Pohjois-Karjalassa toteuttaa vuosina 2019-2023 Energiaviraston rahoituksella Kareliammattikorkeakoulu. Energianeuvonnan puitteissa on tavoitteena järjestää mm. kunnittaisia teematilaisuuksia. Lisäksi energianeuvojaa voi myös pyytää eri tapahtumiin esittelemään ja puhumaan energiateemasta.

Rakennusten ominaislämmönkulutusten tietojen perusteella on laadittu muutamia laskennallisia kohdekohtaisia energiansäästötoimenpiteitä. Lähtökohtaisesti energiansäästötoimenpiteet tulisi kohdentaa kohteisiin kohteen energiakatselmuksen jälkeen, tässä raportissa on esimerkein esitetty vaikutusmahdollisuuksia kohteiden energiansäästöön ja ominaislämmönkulutukseen. Taulukossa 14 esitettyjen esimerkkien energiankulutuksen muutos kuvaa muodostunutta lämmitysenergian säästöä rakennuksen energiankulutuksessa toimenpiteen jälkeen. Ominaislämmönkulutuksen muutos kuvaa kohteen ominaislämmönkulutuksessa tapahtuvaa muutosta toimenpiteen jälkeen olettaen muun toiminnan pysyvän lähtötilanteen tasolla, valaistuksen muutoksella saavutetaan energiansäästö käyttösähkönkulutuksessa, rakennuksen ominaislämmönkulutus ei muutu.

Ikkunoiden tiivistämisen toimenpiteellä pienennetään ilmanvaihdon aiheuttamaa energiankulutusta tiivistämällä rakennuksen ikkunat. Rakennuksen ilmanvuotokertoimen

oletetaan olevan n. 0,4 l/h ennen tiivistystä ja tiivistyksen jälkeen ilmanvuotokertoimeksi saavutetaan 0,2 l/h. Lämmityskauden pituudeksi on arvioitu 7 kk, sisälämpötilaksi 22 °C ja keskiarvolämpötila on käytetty lämmityskauden Joensuun keskiarvolämpötilaa -3,3 °C. Rakennusten tilaavuuksina on käytetty ilmoitettuja kohdetilavuuksia.

Valaistuksen muutokseen liittyvä toimenpide kuvasta energiansäästövaikutusta käytösähkössä, kun valaistustehoa muutetaan vaihtamalla lampputyypin (5 kW) pienempehtehoiseen (2 kW). Keskimääräiseksi päivittäiseksi käyttöajaksi on arvioitu 12 h/vrk ja työpäivien määräksi 251 työpäivää/vuosi. Valaistuksen käyttöajan muutos kuvaa tilannetta, jossa valaistuksen käyttöaika (15 h/vrk) arkipäivisin muutetaan rakennusautomaation aikaohjelman muutoksella paremmin tilojen käyttöaika (10 h/vrk) vastaavaksi. työpäivien määräksi 251 työpäivää/vuosi. Valaistuksen tehoksi on oletettu 5 kW.

Taulukko 16. Energiansäästötoimenpiteitä, esimerkkejä.

Kohde	Energiankulutuksen muutos MWh/a	Ominaislämmönkulutus muutos, kWh/m³
Ikkunoiden tiivistäminen, musiikkiopisto, Tohmajärvi	15	8
Ikkunoiden tiivistäminen, hoitoalan rakennukset Kitee	478	9
Valaistuksen tehon muutos, Valtimotalo	9	
Valaistuksen käyttöajan muutos, Liperin pääkirjasto	6,3	

KÄYTÄNNÖN KOKEMUS:

lin kunta tuli mukaan energiasopimukseen 2012. Energiatehokkuussopimuskaudelle 2008-2016 asetettu energiansäästö tavoite oli 1 790 MWh, mutta tämän sopimuskauden lopussa lin kunta saavutti peräti 3 477 MWh energiansäästön. Tällä sopimuskaudella lin kunnan tavoitteena oli päästä öljyn käytöstä eroon, jota on pystytty myös hyvin toteuttamaan muuttamalla öljylämmitteisten kiinteistöjen lämmitystapaa mm. maalämpöön. lin kunta raportoi ensimmäisellä sopimuskaudella 81 energiaa säästävää toimenpiteestä, joihin se investoi noin 1,7 miljoonalla eurolla.

lin kunta on mukana myös uudella sopimuskaudella 2017-2025, jolloin mukana sopimuksessa on koko kuntakonserni, mutta energia-alan on liityttävä oman sopimuksen piiriin.

5 Yhteenveto

Pohjois-Karjalan maakunnalle laaditussa rakennusten energiankulutus selvityksessä kartoitettiin Pohjois-Karjalan maakunnan julkisten rakennusten energiankulutus. Energiankulutukseen perustuen tavoitteena on tunnistaa vaikuttavimpia toimenpiteitä, sekä tekijöitä, joilla voidaan vähentää rakennusten energiankulutusta ja aikaansaada päästövähennyksiä koko Pohjois-Karjalan maakunnan tasolla.

Selvityksen lähtötietoina on käytetty Pohjois-Karjalan maakunnan kaupunkien, kuntien ja kuntayhtymien omistamien rakennusten energiankulutustietoja (lämpö- ja sähkö), sekä vedenkulutustietoja. Lähtötiedot on kerätty kunnista julkisten toimijoiden henkilökohtaisin tiedonannoin, sekä julkisista lähteistä. Selvitys toteutettiin osana CLEAN-hanketta, jossa tavoitteena on selvittää, kuinka vähähiilisiä ratkaisuja voidaan hyödyntää rakennetun ympäristön energiatehokkuuden suorituskyvyn parantamisessa.

5.1 Yhteenveto energia-analyysistä

Pohjois-Karjalan julkisen sektorin rakennuksissa käytettiin vuonna 2018 energiaa yhteensä 275 GWh. Rakennusten lämmitykseen energiaa kului 185 GWh, joka vastaa 67 % koko Pohjois-Karjalan maakunnan julkisen sektorin rakennusten kokonaisenergiankulutuksesta. Käytösähköä kului 83 GWh ja veden lämmitykseen kului energiaa reilut 8 GWh. Pohjois-Karjalan maakunnan julkisomisteisista rakennusten 92 %, lämpenee kauko- ja aluelämmöllä. Erillislämmitteisten rakennusten yleisin lämmitysmuoto on öljy.

Pohjois-Karjalan maakunnan julkisomisteisissa rakennuksissa käytettiin uusiutuvaan energiaa 67 %, eli 185 GWh:n verran. Merkittävimmät energianlähteet olivat puupolttoaineet (hake ja pelletti) 65 %:n osuudella. Toiseksi eniten käytettiin turvetta, yhteensä 71 GWh ja kolmanneksi eniten kevyttä polttoöljyä 11,5 GWh. Pohjois-Karjalan maakunnan julkisessa omistuksessa olevia erillislämmitteisiä öljyllä lämpiäviä

rakennuksia on 45 kappaletta, kevyttä polttoöljyä käytettiin näiden lämmittämiseen 8,6 GWh.

5.2 Yhteenveto toimenpiteistä

Energia-analyysin perusteella on tunnistettu toteutettavissa olevia konkreettisia uusiutuvaan energiaan ja energiasäätöön liittyviä toimenpiteitä, joilla voidaan vähentää energiankulutusta Pohjois-Karjalan maakunnassa, sekä maakunnan kunnissa. Toimenpide-ehdotusten vaikutukset koko maakunnan tasolla ja yksittäisten kohteiden osalta on esitetty alla olevissa taulukoissa 17, 18 ja 19. Toimenpiteiden toteutuskelpoisuutta on arvioitu kunta- ja kaupunkikohtaisella tasolla, sekä maakuntatasolla. Maakuntatason toimenpiteen on arvioitu käytännön kokemukseen perustuen toteutuskelpoinen koko maakunnan alueella. Ehdotettujen toimenpiteiden toteutuskelpoisuus on esitetty case-esimerkein aiemmassa kappaleessa 3, erillisinä ”Käytännön toteutus”-toimenpiteinä.

Taulukko 17. Lämmitystapakohtaiset toimenpiteet ja toteutustaso Pohjois-Karjalan maakunnassa.

Kohde	Lämmitystapa	Toteutustaso
Maalämpöpumput, Pohjois-Karjala	Öljy	Kunta-, kaupunki-, alue, ja maakuntataso
Maalämpöpumput, Lieksa; opetusrakennukset	Öljy	Kaupunkitaso
Maalämpöpumput, Rääkkylä; hoitoalan rakennukset	Öljy	Kuntataso
Maalämpöpumput, Polvijärvi, rivitalokiinteistöt	Öljy	Kuntataso

Taulukko 18. Lämmitystapakohtaiset toimenpiteet ja toteutustaso Pohjois-Karjalan maakunnassa.

Kohde	Lämmitystapa	Toteutustaso
Maalämpöpumppu, Tohmajärvi; Asuntoranta	Öljy	Kuntataso
Maalämpöpumppu, Tohmajärvi; Värtsilän koulu	Öljy	Kuntataso
Ilmalämpöpumput, Pohjois-Karjala	Sähkö	Maakuntataso
Ilmalämpöpumput, Polvijärvi; rivitalokiinteistöt	Sähkö	Kuntataso
Ilmalämpöpumput, Kontiolahti; kaikki sähkölämmitteiset kiinteistöt	Sähkö	Kuntataso
Ilmalämpöpumppu, Tohmajärvi; Värtsilä kylätalo	Öljy	Kuntataso
Aurinkosähkö, Pohjois-Karjala; hoitoalan rakennukset	Sähkö	Maakuntataso
Aurinkosähkö, Pohjois-Karjala; kokonutumisrakennukset	Sähkö	Maakuntataso
Aurinkosähkö, Pohjois-Karjala; opetusrakennukset	Sähkö	Maakuntataso
Pellettiratkaisu, Pohjois-Karjala; öljylämmitteiset kiinteistöt	Öljy	Maakuntataso
Pellettiratkaisu, Kitee; rivi- ja pientalot	Öljy	Kuntataso
Pellettiratkaisu, Outokumpu; paritalo	Öljy	Kuntataso

Taulukko 19. Lämmitystapakohtaiset toimenpiteet ja toteutustaso Pohjois-Karjalan maakunnassa.

Kohde	Lämmitystapa	Toteutustaso
Energiansäästötoimenpide, Ikkunoiden tiivistäminen, musiikkiopisto, Tohmajärvi	Sähkö	Kuntataso
Energiansäästötoimenpide, Ikkunoiden tiivistäminen, hoitoalan rakennukset Kitee	Sähkö	Kuntataso
Energiansäästötoimenpide, Valaistuksen tehon muutos, Valtimotalo	Sähkö	Kuntataso
Energiansäästötoimenpide, Valaistuksen käyttöajan muutos, Liperin pääkirjasto	Sähkö	Kuntataso

Toimenpiteiden vaikutukset kohdekohtaisiin lämmitystavan muutokseen, päästöihin, uusiutuvan energian lisäykseen, energiansäästöön ja ominaislämmönkulutukseen on esitetty kootusti kappaleesta 4 alla olevissa taulukoissa 20–26. Myös laskentaoletukset ovat lyhyesti kirjattu taulukoihin 20–26.

Taulukko 20. Toimenpide-ehdotusten vaikutukset lämmitystapakohtaisiin päästöihin Pohjois- Karjalan maakunnassa.

Kohde	Lämmitystavan muutos MWh/a	CO ₂ -vähenemä t CO ₂ -ekv.	Laskenta oletukset
Maalämpöpumput, Pohjois-Karjala	6 687	1 799	Maalämmöllä voidaan tuottaa 97 % kiinteistön vaatimasta lämmitysenergiasta, huomioitu lisäenergiatarve (sähköllä) ja maalämpöpumppujen energian kulutus
Maalämpöpumput, Lieksa; opetusrakennukset	344	92	Maalämmöllä voidaan tuottaa 97 % kiinteistön vaatimasta lämmitysenergiasta, huomioitu lisäenergiatarve (sähköllä) ja maalämpöpumppujen energian kulutus
Maalämpöpumput, Rääkkylä; hoitoalan rakennukset	40	11	Maalämmöllä voidaan tuottaa 97 % kiinteistön vaatimasta lämmitysenergiasta, huomioitu lisäenergiatarve (sähköllä) ja maalämpöpumppujen energian kulutus

Taulukko 21. Toimenpide-ehdotusten vaikutukset lämmitystapakohtaisiin päästöihin Pohjois- Karjalan maakunnassa.

Kohde	Lämmitystavan muutos MWh/a	CO ₂ -vähenemä t CO ₂ -ekv.	Laskenta oletukset
Maalämpöpumput, Polvijärvi, rivitalokiinteistöt	914	246	Maalämmöllä voidaan tuottaa 97 % kiinteistön vaatimasta lämmitysenergiasta, huomioitu lisäenergiantarve (sähköllä) ja maalämpöpumppujen energian kulutus
Maalämpöpumppu, Tohmajärvi; Asuntoranta	277	75	Maalämmöllä voidaan tuottaa 97 % kiinteistön vaatimasta lämmitysenergiasta, huomioitu lisäenergiantarve (sähköllä) ja maalämpöpumppujen energian kulutus
Maalämpöpumppu, Tohmajärvi; Värtsilän koulu	178	70	Maalämmöllä voidaan tuottaa 97 % kiinteistön vaatimasta lämmitysenergiasta, huomioitu lisäenergiantarve (sähköllä) ja maalämpöpumppujen energian kulutus

Taulukko 22. Toimenpide-ehdotusten vaikutukset lämmitystapakohtaisiin päästöihin Pohjois- Karjalan maakunnassa.

Kohde	Lämmitystavan muutos MWh/a	CO₂ -vähenemä t CO₂-ekv.	Laskenta oletukset
Ilmalämpöpumput, Pohjois-Karjala	1 930	152	Ilmalämpöpumpulla voidaan tuottaa puolet energiantarpeesta ilmasta ja puolet sähköllä.
Ilmalämpöpumput, Polvijärvi; rivitalokiinteistöt	380	30	Ilmalämpöpumpulla voidaan tuottaa puolet energiantarpeesta ilmasta ja puolet sähköllä
Ilmalämpöpumput, Kontiolahti; kaikki sähkölämmitteiset kiinteistöt	850	68	Ilmalämpöpumpulla voidaan tuottaa puolet energiantarpeesta ilmasta ja puolet sähköllä

Taulukko 23. Toimenpide-ehdotusten vaikutukset lämmitystapakohtaisiin päästöihin Pohjois- Karjalan maakunnassa.

Kohde	Lämmitystavan muutos MWh/a	CO ₂ -vähenemä t CO ₂ -ekv.	Laskenta oletukset
Ilmalämpöpumppu, Tohmajärvi; Värttilä kylätalo	71	16	Ilmalämpöpumpulla voidaan tuottaa puolet energiatarpeesta ilmasta ja puolet sähköllä
Pellettiratkaisu, Pohjois-Karjala; öljylämmitteiset kiinteistöt	7 660	2 274	Pellettilämmityksellä voidaan kattaa 100 % lämmöntarpeesta.
Pellettiratkaisu, Kitee; rivi- ja pientalot	234	70	Pellettilämmityksellä voidaan kattaa 100 % lämmöntarpeesta.
Pellettiratkaisu, Outokumpu; paritalo	75	22	Pellettilämmityksellä voidaan kattaa 100 % lämmöntarpeesta.

Taulukko 24. Toimenpide-ehdotusten vaikutukset lämmitystapakohtaisiin päästöihin Pohjois- Karjalan maakunnassa.

Kohde	Uusiutuvan energian lisäys MWh/a	Uusiutuvan energian lisäys %	Laskenta oletukset
Aurinkosähkö, Pohjois-Karjala; hoitoalan rakennukset	300	66	Auringon säteilyn Keski-Suomen arvo, käyttökelpoinen kattopinta-ala 50 % kerrosalasta
Aurinkosähkö, Pohjois-Karjala; kokoontumisrakennukset	1 200	55	Auringon säteilyn Keski-Suomen arvo, käyttökelpoinen kattopinta-ala 10 % kerrosalasta
Aurinkosähkö, Pohjois-Karjala; opetusrakennukset	300	93	Auringon säteilyn Keski-Suomen arvo, käyttökelpoinen kattopinta-ala 50 % kerrosalasta

Taulukko 25. Toimenpide-ehdotusten vaikutukset lämmitystapakohtaisiin päästöihin Pohjois- Karjalan maakunnassa.

Kohde	Energiankulutuksen muutos MWh/a	Ominaislämmönkulutus muutos, kWh/m ³	Laskenta oletukset
Energiansäästötoimenpide, Ikkunoiden tiivistäminen, musiikkiopisto, Tohmajärvi	15	8	Rakennuksen ilmanvuo- tokerroin 0,4 1/h ennen tiivistystä ja tiivistyksen jälkeen 0,2 1/h. Lämmi- tyskauden pituus 7 kk, sisälämpötila 22 °C ja ulkoilman keskiarvoläm- pötila -3,3 °C.
Energiansäästötoimenpide, Ikkunoiden tiivistäminen, hoitoalan rakennukset Kitee	478	9	Rakennuksen ilmanvuo- tokerroin 0,4 1/h ennen tiivistystä ja tiivistyksen jälkeen 0,2 1/h. Lämmi- tyskauden pituus 7 kk, sisälämpötila 22 °C ja ulkoilman keskiarvoläm- pötila -3,3 °C.

Taulukko 26. Toimenpide-ehdotusten vaikutukset lämmitystapakohtaisiin päästöihin Pohjois- Karjalan maakunnassa.

Kohde	Energiankulutuksen muutos MWh/a	Ominaislämmönkulutus muutos, kWh/m ³	Laskenta oletukset
Energiansäästötoimenpide, Valaistuksen tehon muutos, Valtimotalo	9		Vanha lampputyyppi (5 kW) uusi pienempitehoinen (2 kW). Keskimääräiseksi päivittäiseksi käyttöaika 12 h/vrk ja työpäivien määrä 251 työpäivää/vuosi.
Energiansäästötoimenpide, Valaistuksen käyttöajan muutos, Liperin pääkirjasto	6,3		Valaistuksen käyttöaika 15 h/vrk, uusi käyttöaika 10 h/vrk. Työpäivien määrä 251 työpäivää/vuosi. Valaistuksen teho 5 kW

Pohjois-Karjalan maakunnan julkisomisteisten rakennusten energiankulutukseen liittyvissä toimenpiteissä keskeisintä on vaikuttaa öljylämmitteisten rakennusten määrän vähentämiseen. Vähentäminen voidaan toteuttaa kohdistamalla toimenpiteitä rakennusten lämmitystapamuutokseen ja yli kuntarajojen tapahtuvaan yhteistyöhön, esimerkiksi aluekohtaisin maalämpökartoituksin tai vaihtoehtoisesti hyödyntämällä maakunnallista lämpöyrittäjäyrytoimintaan puupohjaisissa lämmitystaparatkaisuisissa.

Rakennusten ostosähkön kulutusta voidaan vähentää lisäämällä uusiutuvan energiantuotantoa julkisomisteisissa kiinteistöissä esimerkiksi aurinkosähköä tuottamalla. Rakennusten ominaislämmönkulutustietoihin perustuen Pohjois-Karjalan maakunnassa tulisi myös toteuttaa rakennuskohtaisia energiakatselmuksia ja niiden pohjalta laadittuja räätälöityjä energiansäästötoimenpiteitä.

6 Lähteet

Energialoikka. 2019. Iin koulun lämmitys maalämmölle. [Internetsivut]. Saatavissa:

<https://www.energialoikka.fi/pohjois-iin-koulun-lammitys-maalammolle/>

Energialoikka. 2019. Ilmavesilämpöpumppu öljylämmityksen rinnalle Leino Vihtavaaran kylätalossa. [Internetsivut]. Saatavissa:

<https://www.energialoikka.fi/ilma-vesilampopumppu-oljylammituksen-rinnalle-leino-vihtavaaran-kylatalossa/>

Energialoikka. 2019. Lappeenrannan teknillinen yliopisto perusti aurinkovoimalan. [Internetsivut]. Saatavissa:

<https://www.energialoikka.fi/lappeenrannan-teknillinen-yliopisto-perusti-aurinkovoimalan/>

Energialoikka. 2019. Kasvihuoneiden lämmitysmuodon muutos öljystä pellettiin Maskussa. [Internetsivut]. Saatavissa: <https://www.energialoikka.fi/kasvihuoneiden-lammitysmuodon-muutos-oljysta-pellettiin-maskussa/>

Energiateollisuus. 2019. Kaukolämpötilasto. [Internetsivut]. Saatavissa: https://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/kaukolampotilasto.html

Greenreality. 2019. Aurinkovoiman mallikaupunki [Internetsivut]. Saatavissa:

<https://www.greenreality.fi/teot/aurinkovoiman-mallikaupunki>

Energiatehokkuussopimukset. 2018a. [Internetsivut]. Saatavissa: <http://www.energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/energiatehokkuussopimukset/>

Energiatehokkuussopimukset. 2018b. Hyödyt liittyjälle. [Internetsivut]. Saatavissa: <http://www.energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/liittyjalle/#hyodyt-liittyjalle>

Energiatehokkuussopimukset. 2018c. Iin kunnan ympäristösitoumukset ja jalkauttaminen. [Internetsivut]. Saatavissa: <http://www.energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/wp-content/uploads/lin-kunnan-ymp%C3%A4rist%C3%B6sitoomukset-ja-jalkautus.pdf>

Kuntaliitto. 2019. Tietoja pienistä lämpölaitoksista. [Internetsivut]. Saatavissa: <https://www.kuntaliitto.fi/asiantuntijapalvelut/yhdyskunnat-ja-ymparisto/tietoja-pienista-lampolaitoksista>

Maanmittauslaitos. 2019. Suomen pinta-ala kunnittain. [Internetsivut]. Saatavissa: https://www.maanmittauslaitos.fi/sites/maanmittauslaitos.fi/files/attachments/2019/01/Suomen_pa_2019_kunta_maakunta.pdf

Motiva. Energiakatselmukset. 2018. [Internetsivut]. Saatavissa: https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energiakatselmukset

Motiva. 2019. Laskukaavat: Lämmin käyttövesi. [Internetsivut]. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kiinteiston_energian_kaytto/kulutuksen_normitus/laskukaavat_lammin_kayttovesi](https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kiinteiston_energian kaytto/kulutuksen_normitus/laskukaavat_lammin_kayttovesi)

Pohjois-Karjalan Maakuntaliitto. 2019. CLEAN. [Internetsivut]. Saatavissa:

<https://www.pohjois-karjala.fi/clean>

Pohjois-Karjalan Maakuntaliitto. 2018. Maakunnan väkiluvun lasku jyrkentyi. Ajan-

kohtaista, 15.2.2018. [Internetsivut]. Saatavissa: <https://www.pohjois-karjala.fi/-/maakunnan-vakiluvun-lasku-jyrkentyi>

Sitra. 2010. Energiaskenaarioiden järjestelmävaikutukset ja niiden taloudelliset, ympäristölliset ja yhteiskunnalliset seuraukset. [Internetsivut]. Saatavissa: https://kirafoorum.fi/wp-content/uploads/2018/01/Energiaskenaarioiden-j%C3%A4rjestelm%C3%A4vaikutukset_sitran_selvityksia_2010.pdf

Tilastokeskus. 2019a. Maakuntien avainluvut. [Internetsivut]. Saatavissa:

http://pxnet2.stat.fi/explorer/Kuntien_avainluvut_2017/maakuntapylvaat.html

Tilastokeskus. 2019b. Rakennukset ja kesämökit. [Internetsivut]. Saatavissa:

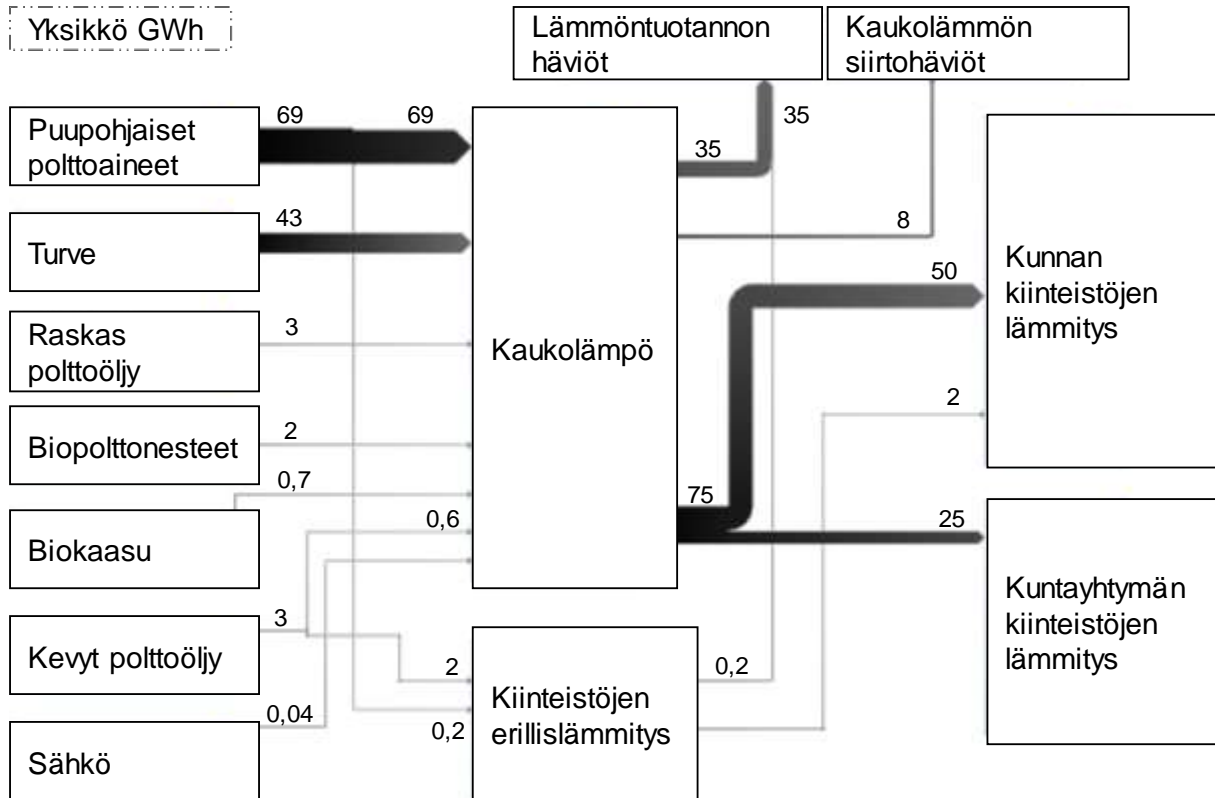
http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_asu_rakke/?tablelist=true

VisitKarelia, Pohjois-Karjala. 2019. Tietoa Pohjois-Karjalasta. [Internetsivut]. Saata-

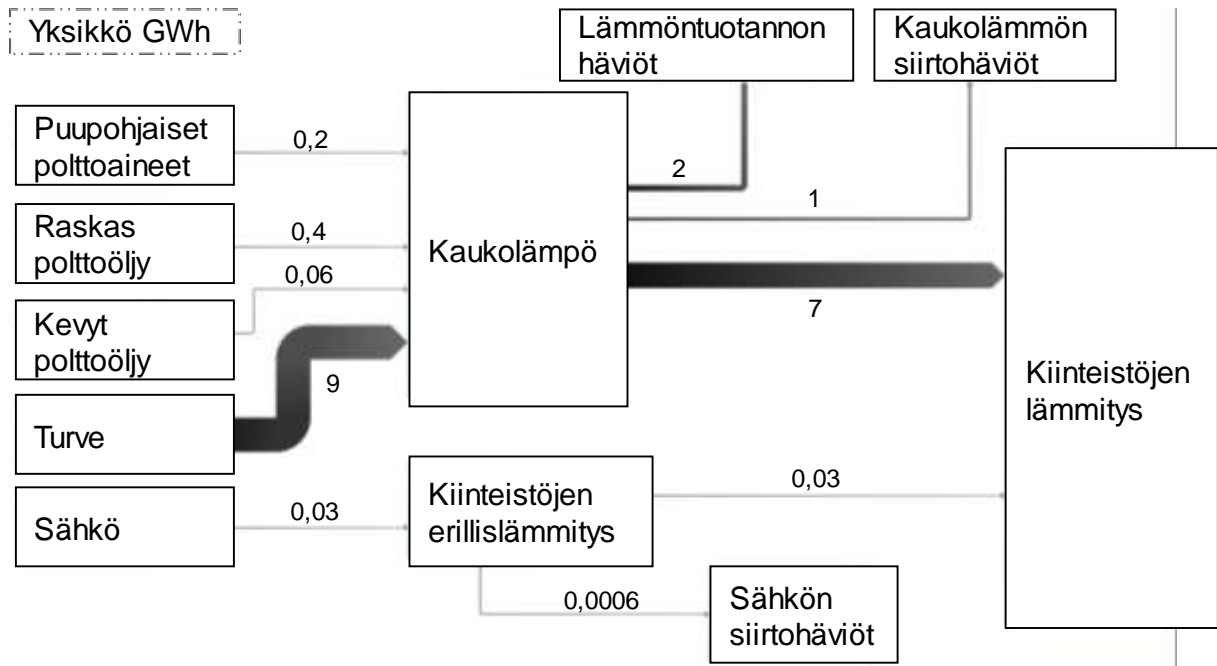
vissa: <https://www.visitkarelia.fi/fi/Info/Tietoa-Pohjois-Karjalasta>

LIITE 1 Kuntakohtaiset lämpöenergiataseet

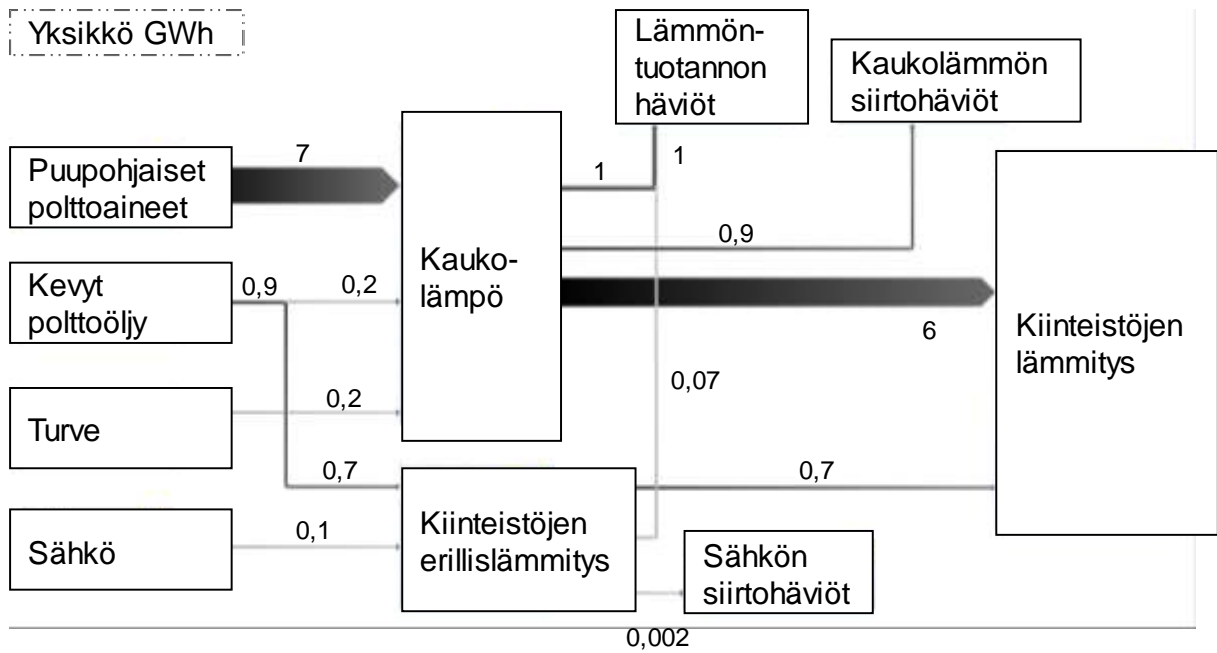
Joensuu (sisältää Siun sote -kuntayhtymän omistamat rakennukset)



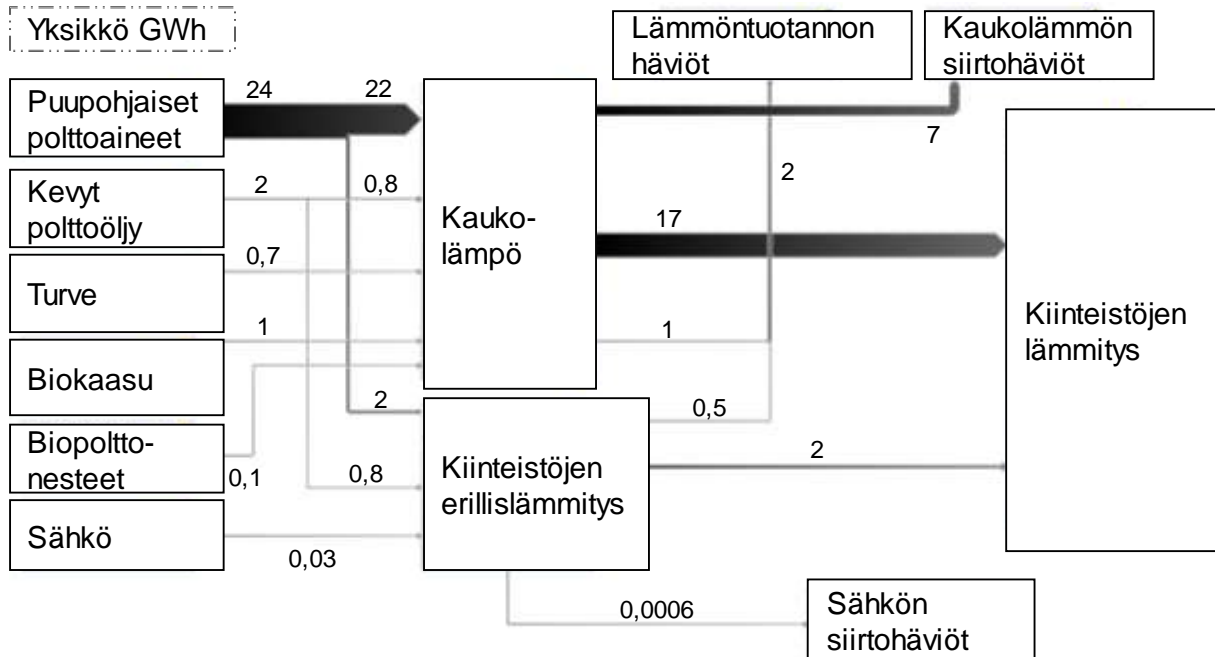
Ilomantsi



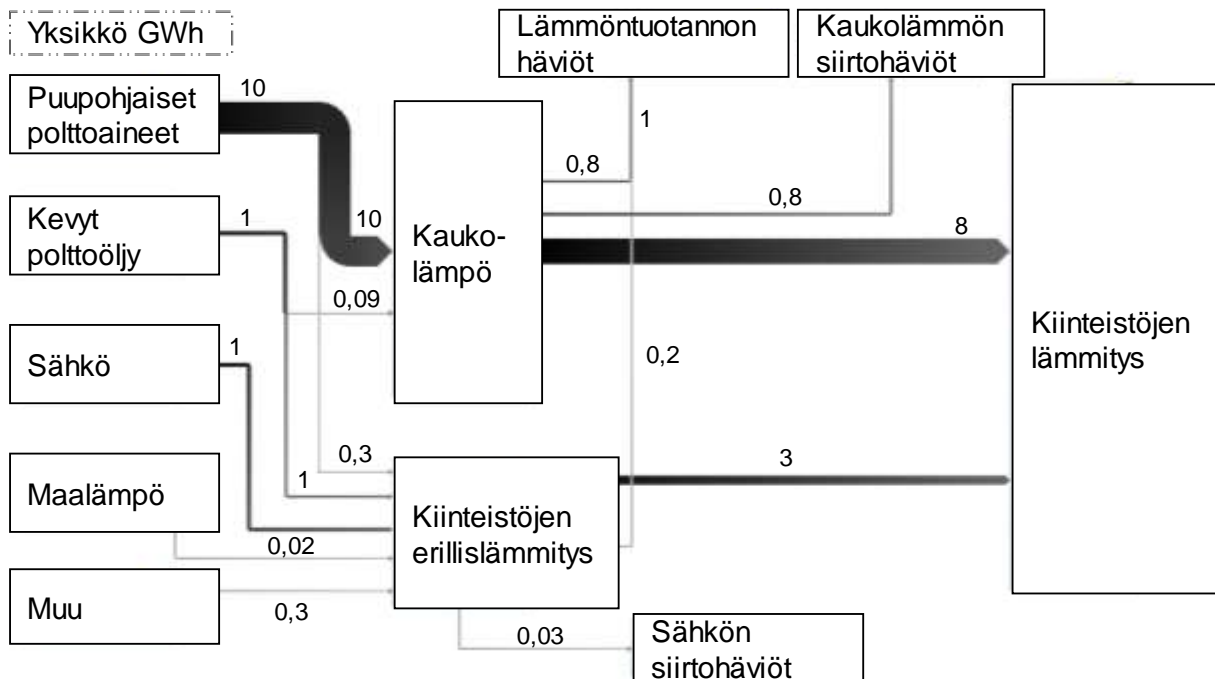
Juuka



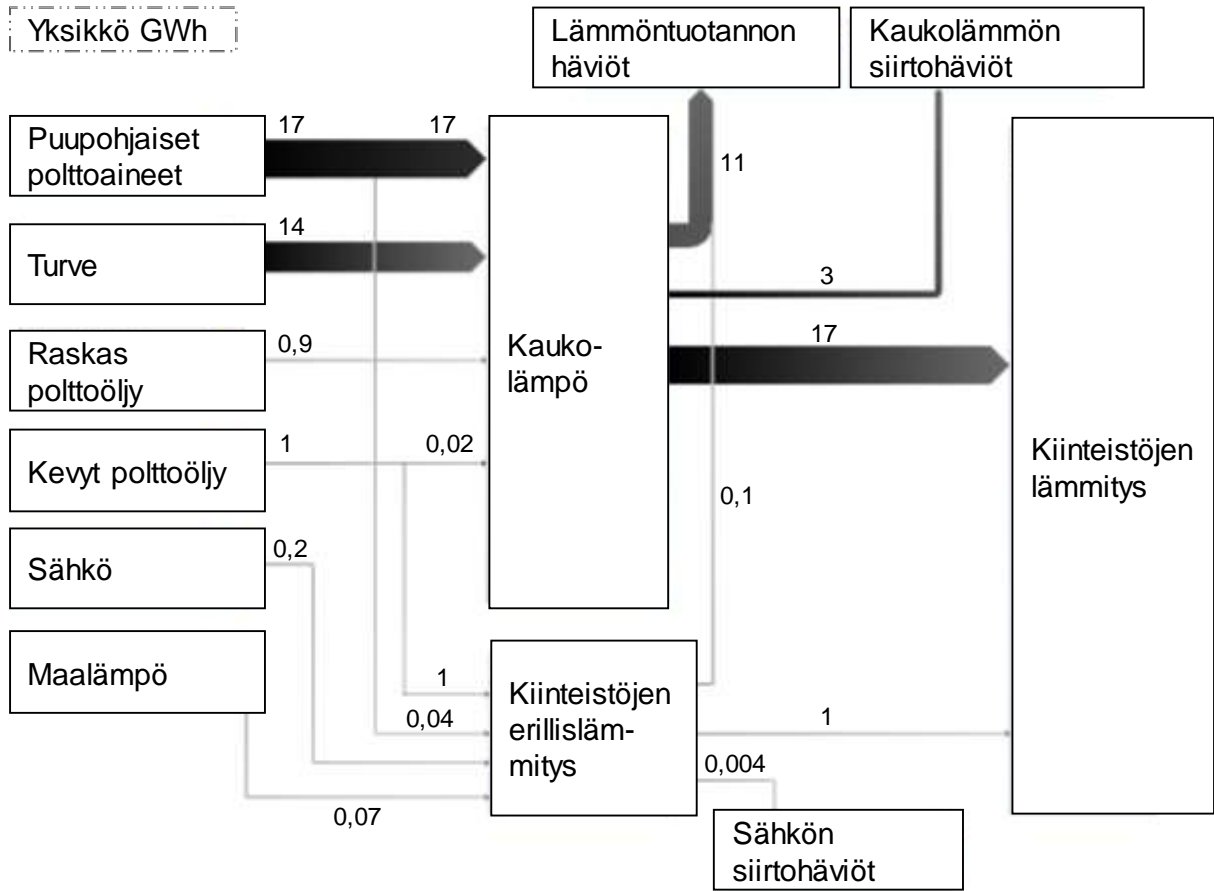
Kitee



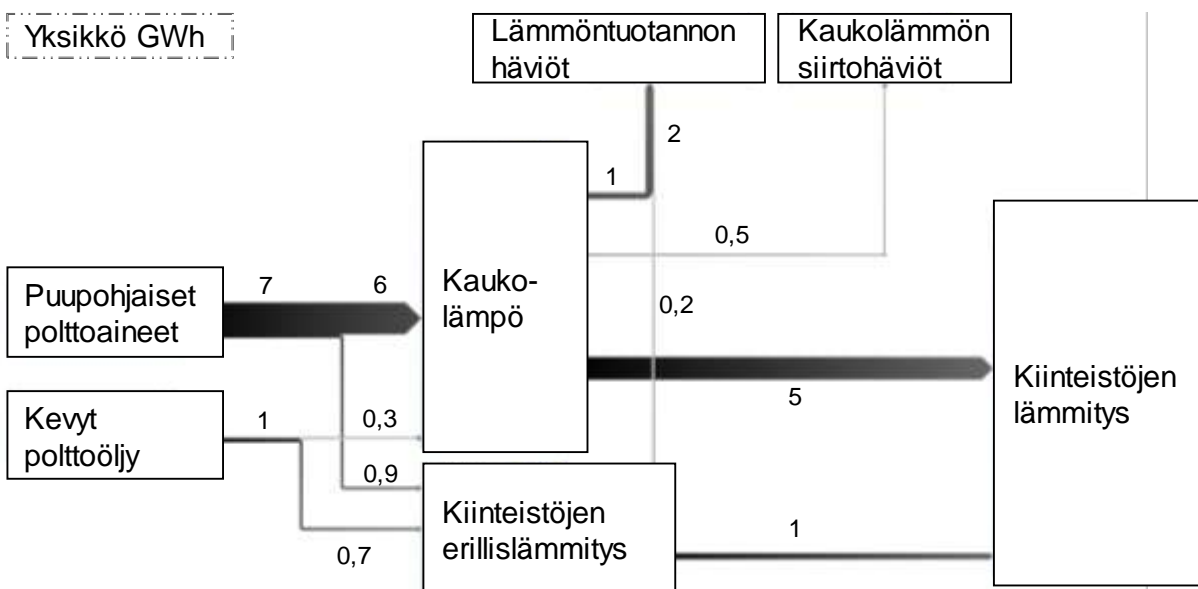
Kontiolahti



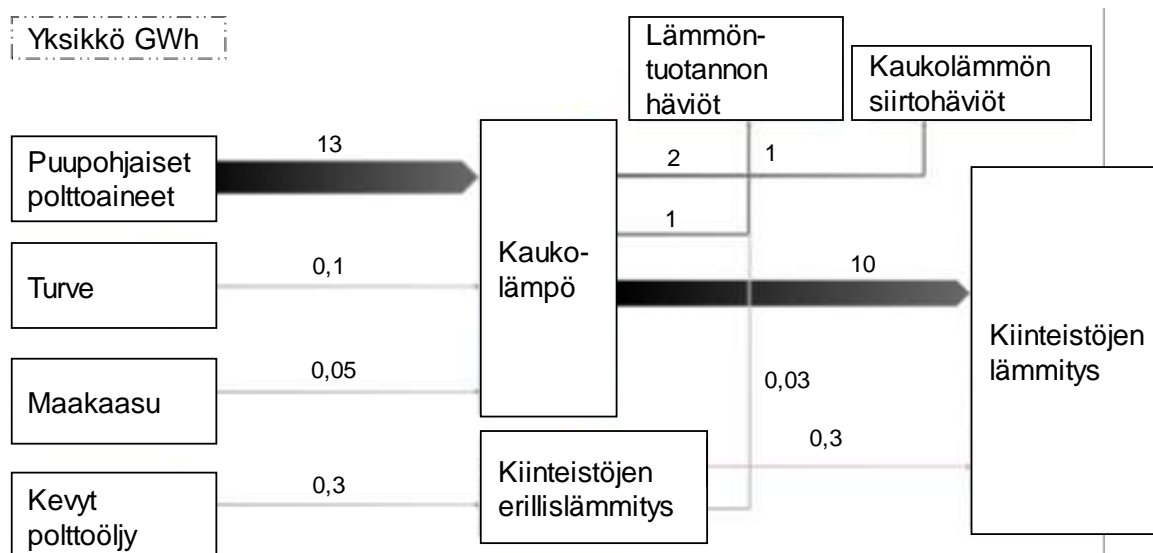
Lieksa



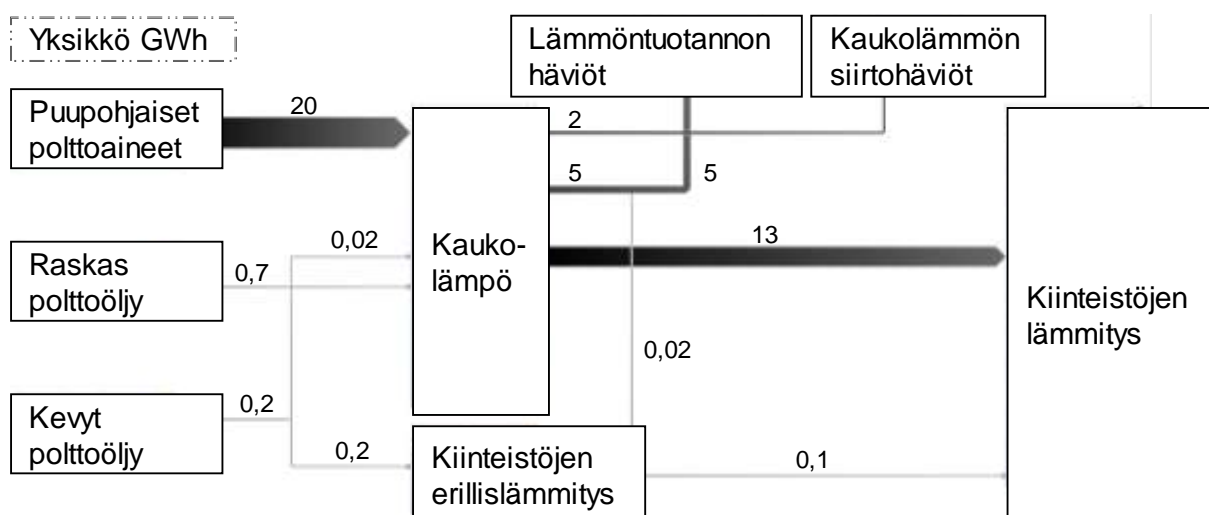
Liperi



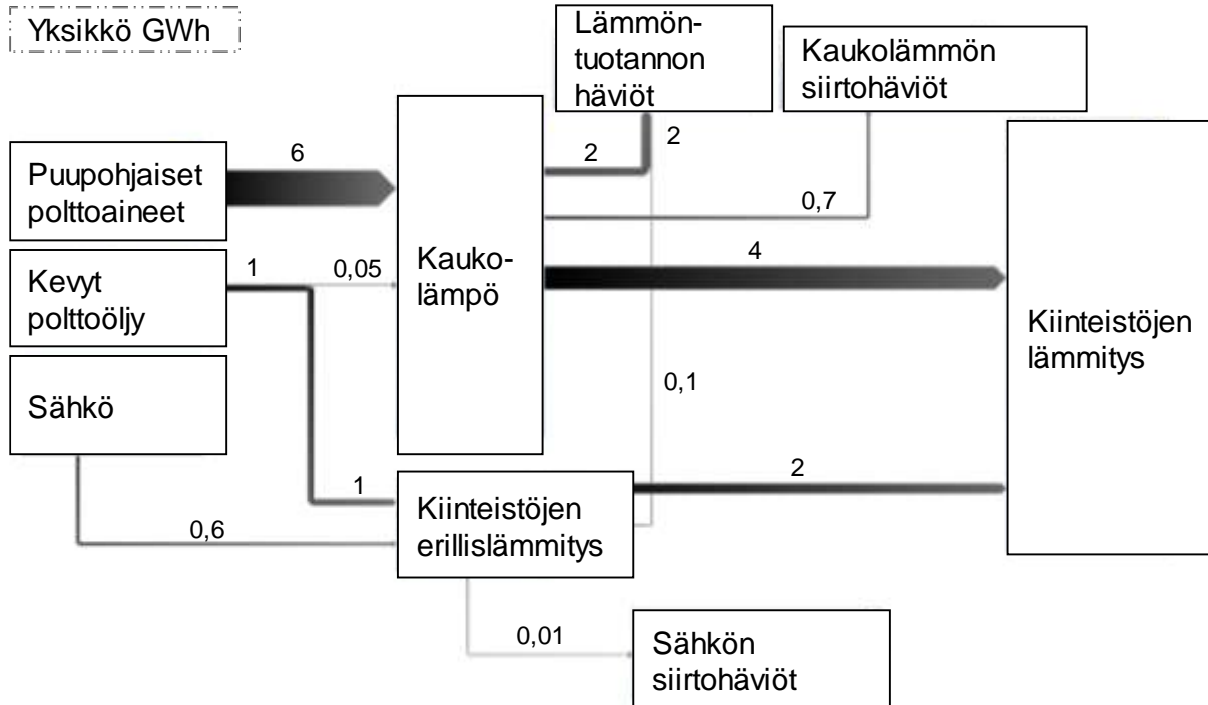
Nurmes



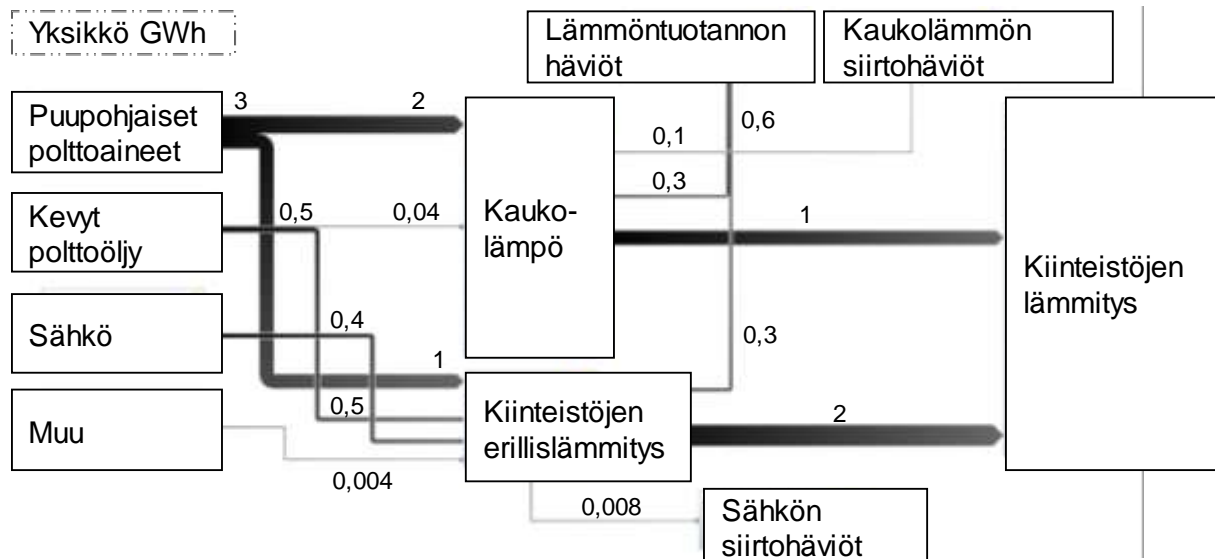
Outokumpu



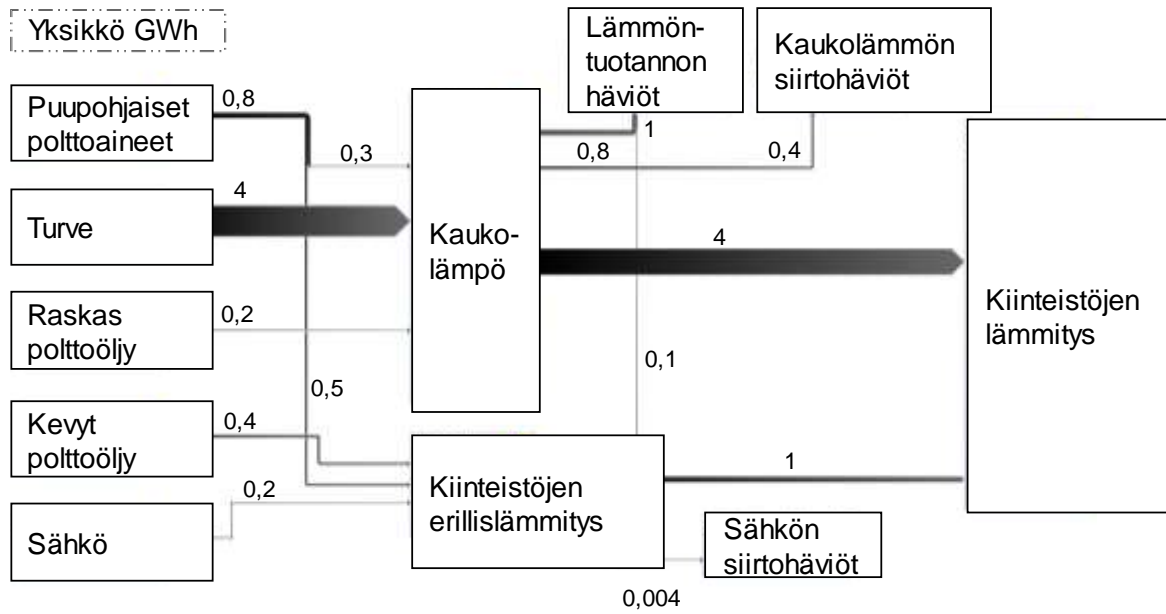
Polvijärvi



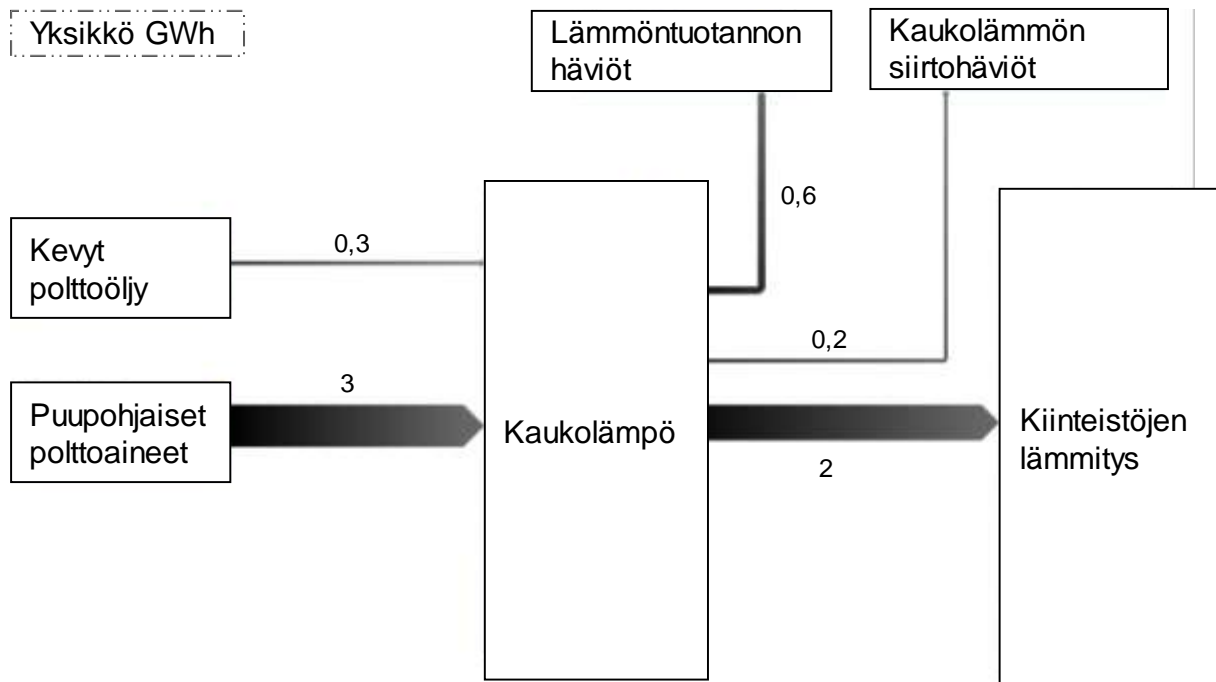
Rääkkylä



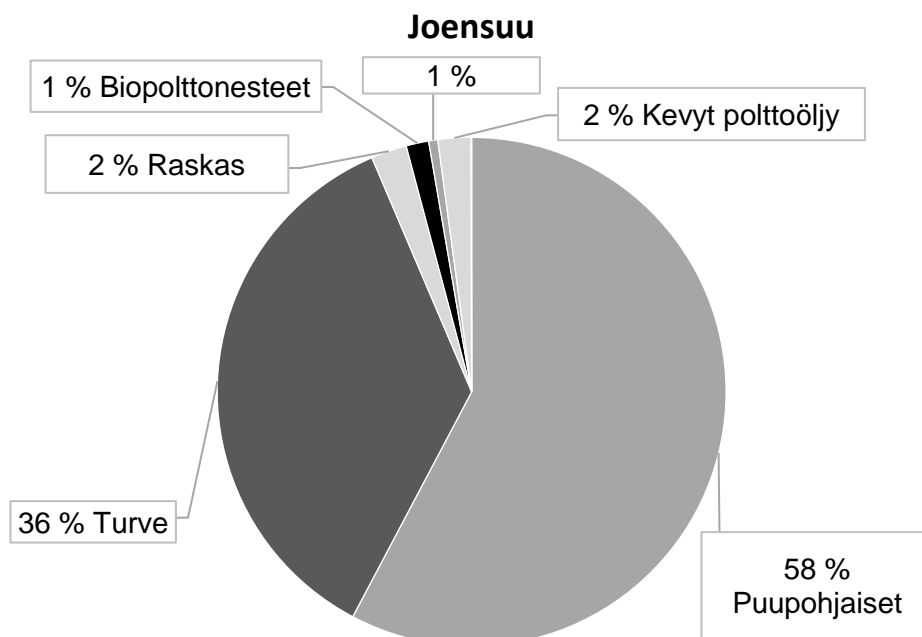
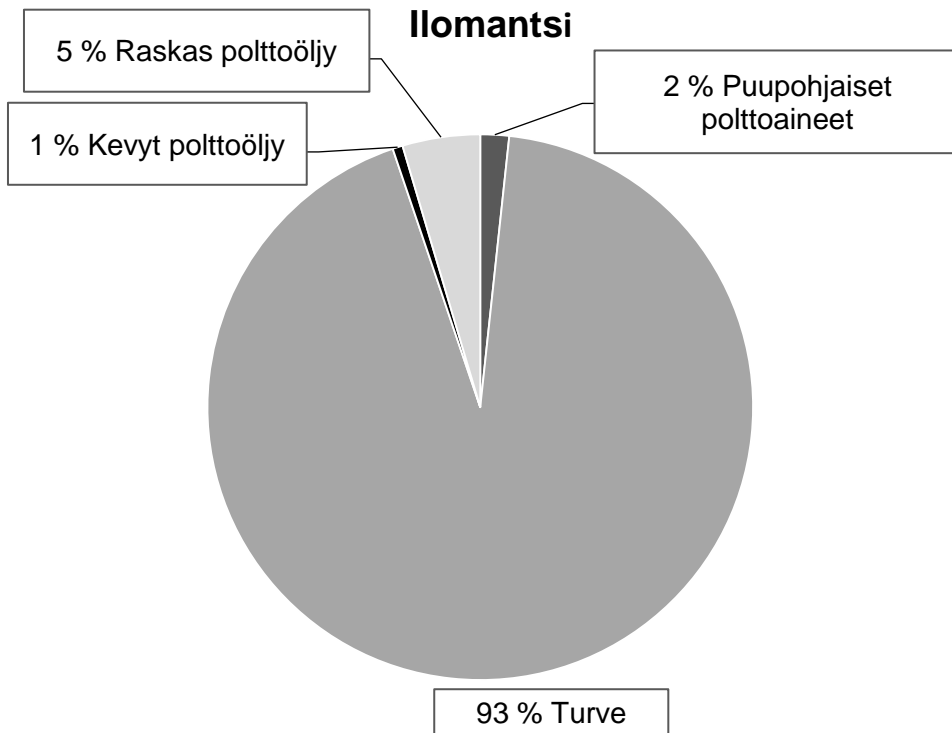
Tohmajärvi

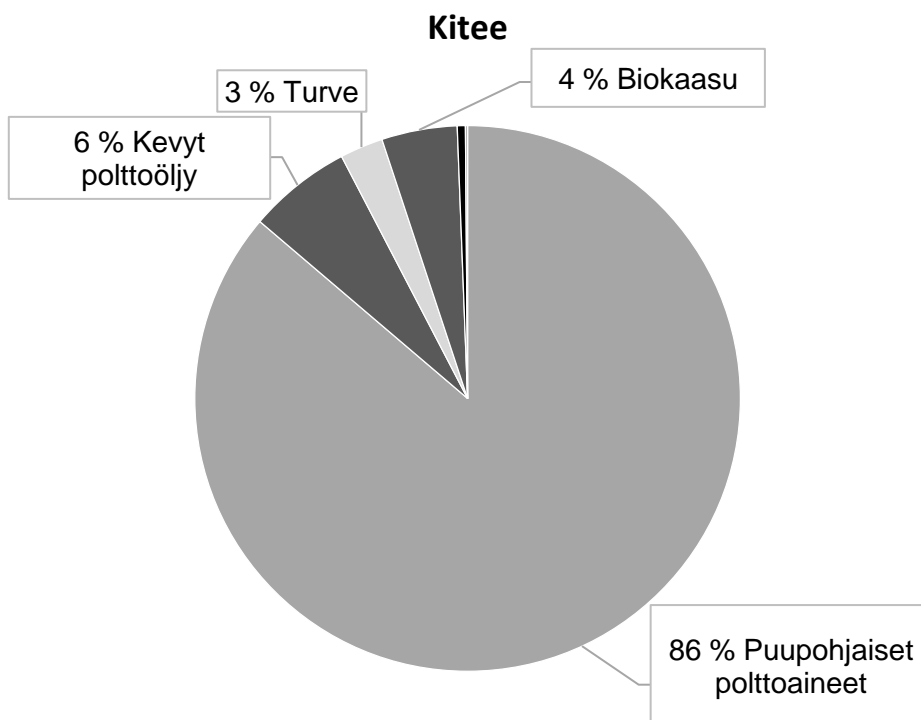
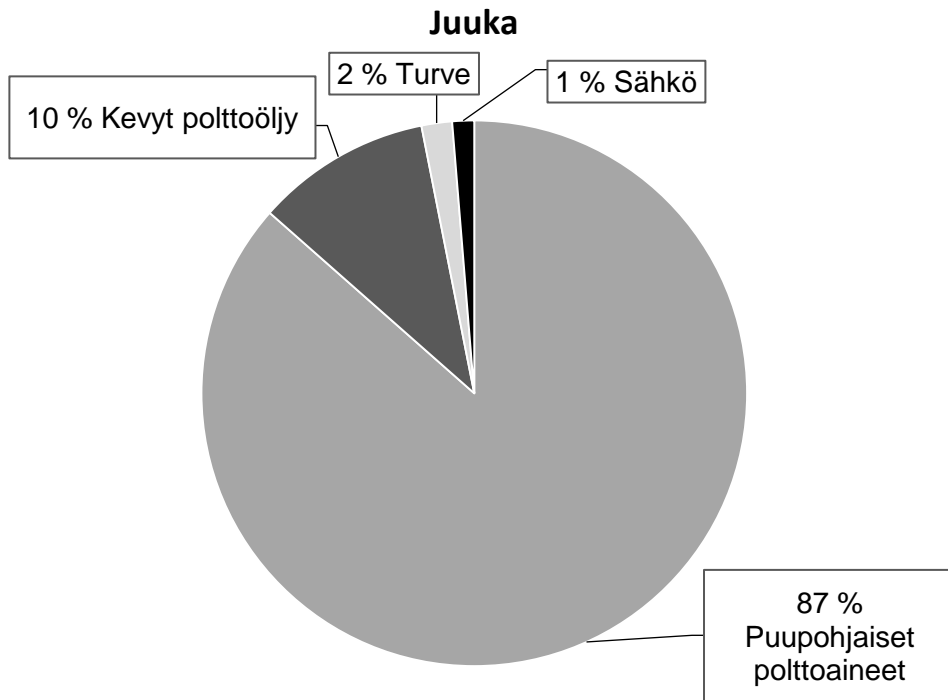


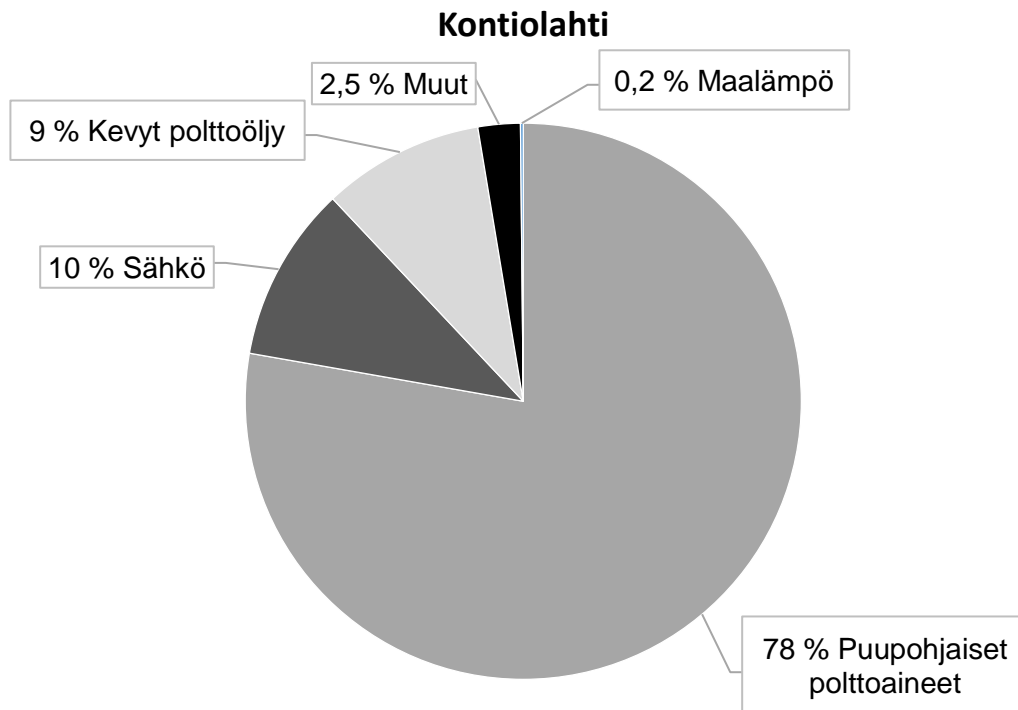
Valtimo

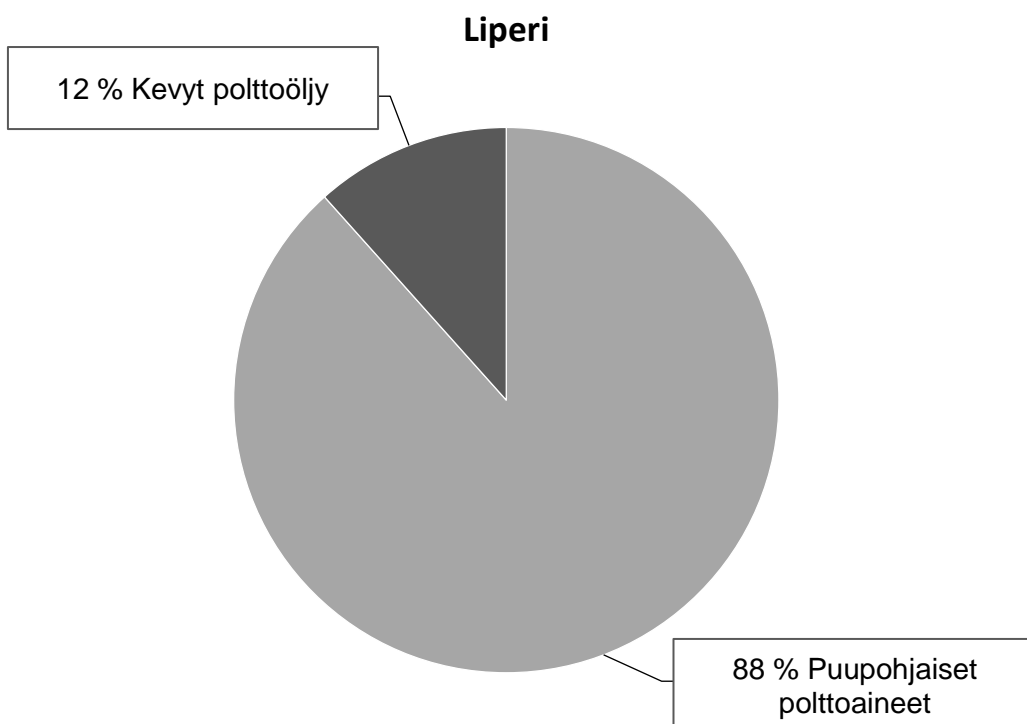
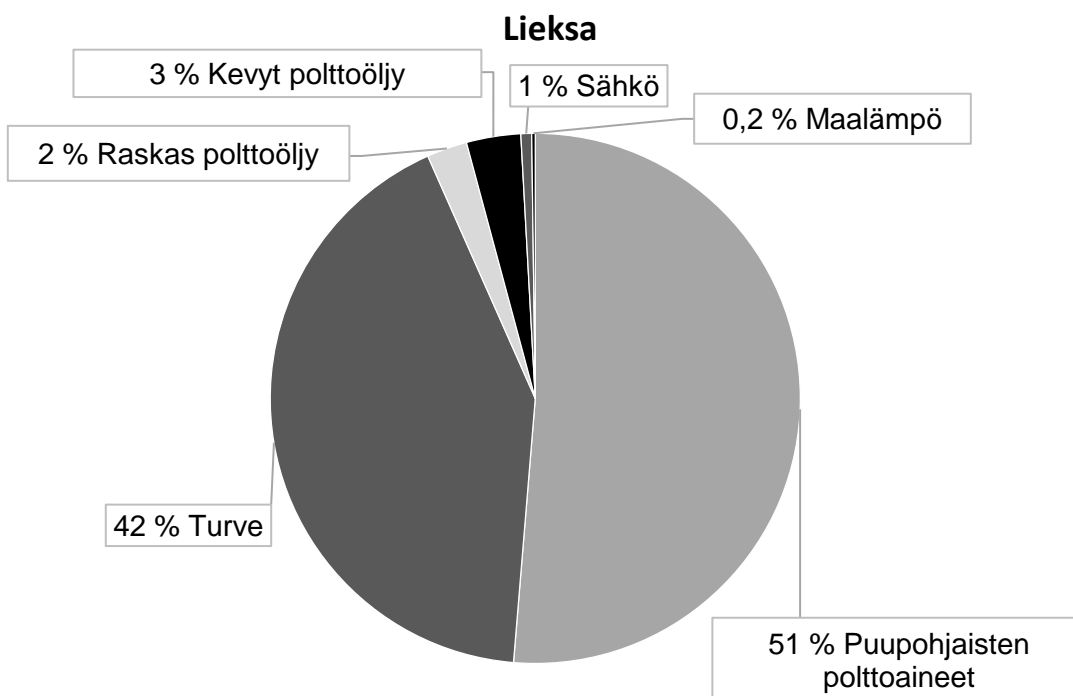


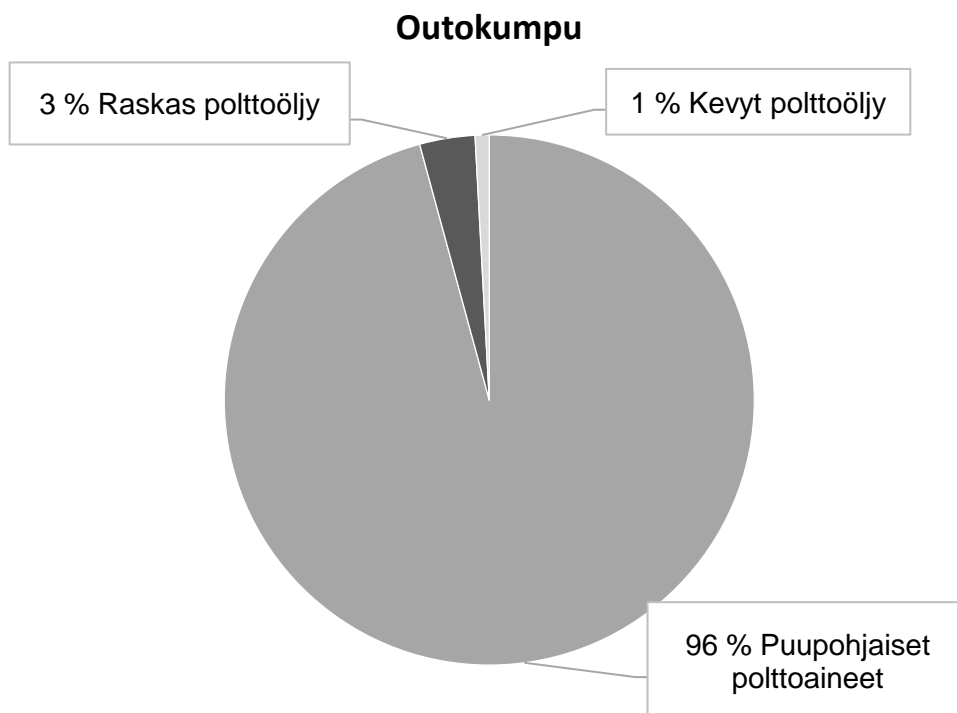
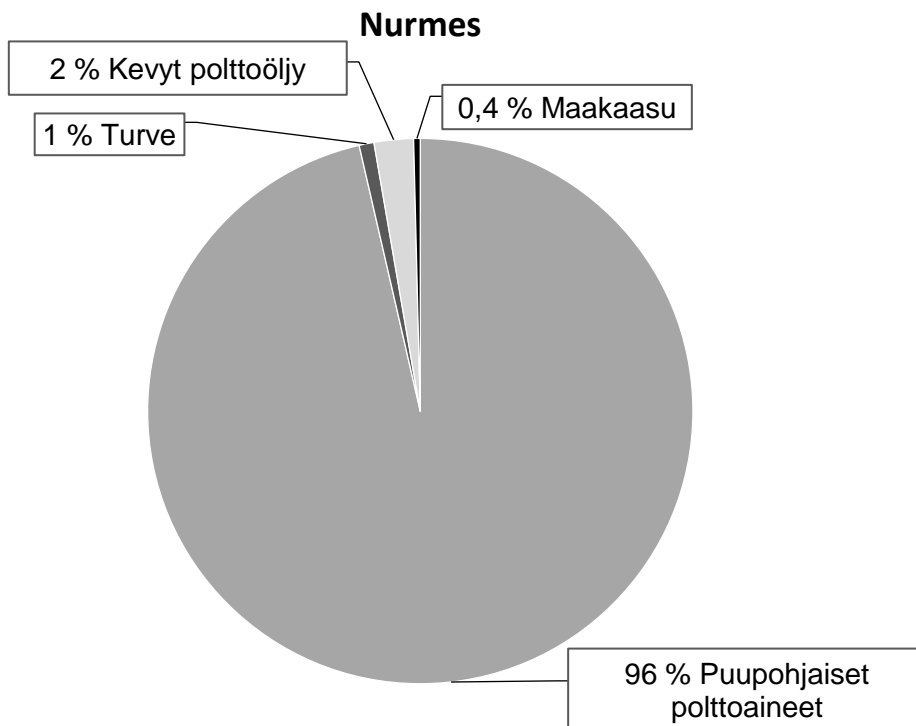
LIITE 2. Lämmityksen polttoainejakaumat



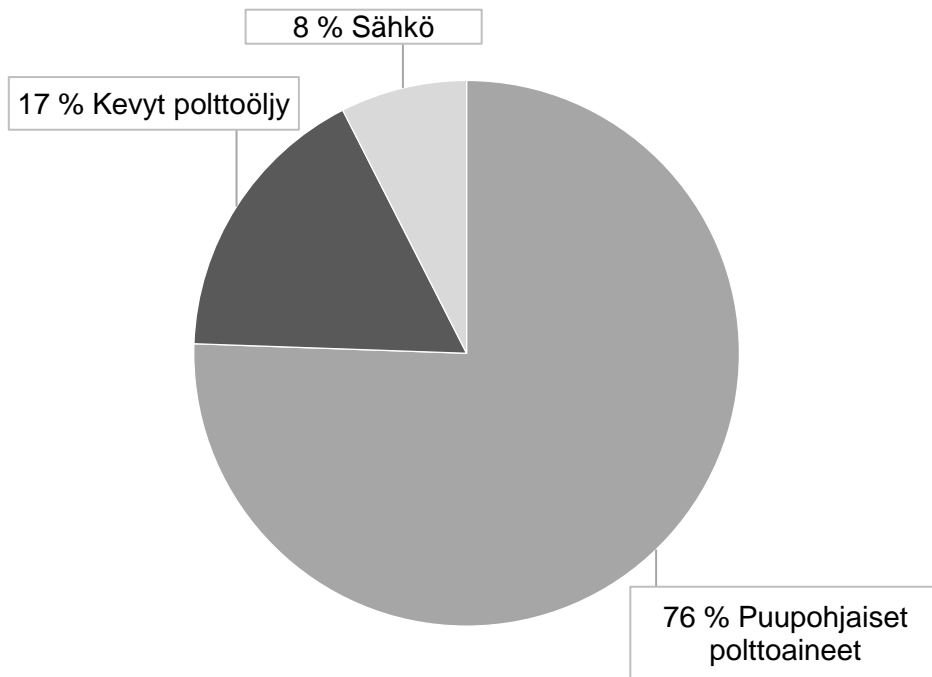








Polvijärvi



Rääkkylä

