

KOUVOLAN KAUPUNKI

Selvitys uusiutuvaan energiaan perustuvien järjestelmien käytön mahdollisuuksista ja niiden vaikutuksista nykyisten energiamuotojen käyttöön Kouvolan keskusta-alueella

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO.....	1
2	NYKYTILANNE.....	1
3	LÄHTÖAINEISTOT	2
4	LÄHIENERGIASANASTO	3
5	GEOENERGIA	3
5.1	Analyysin kuvaus ja oletukset.....	3
5.2	Analyysin tulokset.....	4
6	AURINKOENERGIA	8
6.1	Aurinkosähkötarkastelu	8
7	PIENTUULIVOIMA.....	11
7.1	Analyysin kuvaus ja oletukset.....	11
7.2	Analyysin tulokset.....	12
8	HYBRIDIRATKAISUT SEKÄ VARASTOINTIMAHDOLLISUUDET	13
8.1	Hybridiratkaisut	13
8.2	Lämmön varastointimahdollisuudet	14
9	VAIKUTUSTEN ARVIOINTI.....	15
9.1	Vaikutuksia energiajärjestelmään.....	15
9.2	Asukkaille ja kiinteistöomistajille kohdistuvia vaikutuksia	15
10	JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET.....	16
11	KIRJALLISUUS	17



Kuva 1. Aurinkopaneelijärjestelmä asuinkerrostalossa (©FCG 2016).

14.2.2018

Selvitys uusiutuvaan energiaan perustuvien järjestelmien käytön mahdollisuuksista ja niiden vaikutuksista nykyisten energiamuotojen käyttöön Kouvolan keskusta-alueella

1 JOHDANTO

Fossiilisten polttoaineiden hinnannousu ja rajallisuus sekä ilmastonmuutos ovat johtaneet uusiutuvien energiaratkaisuiden lisääntyvään hyödyntämiseen. Aluesuunnittelulla, paikallisten- ja hajautettujen energialähteiden käyttöönotolla ja vähäpäästöisillä tai hiilineutraaleilla energiamuodoilla on ilmastonmuutoksen hillitsemisessä ratkaiseva rooli. Lisäksi energiatehokkuus on laajentunut koskemaan kokonaisia yhdyskuntia, ei vain yksittäisiä rakennuksia.

Aluesuunnittelussa on alettu ymmärtää uusiutuvien energialähteiden ja hajautettujen tuotantojärjestelmien tarjoamat mahdollisuudet paikalliseen päästövapaaseen energiantuotantoon. Työn tarkoitus on tuottaa selvitys uusiutuvaan energiaan perustuvien järjestelmien käytön mahdollisuuksista ja niiden vaikutuksista nykyisten energiamuotojen käyttöön Kouvolan keskusta-alueella. Työ liittyy suoraan Kouvolan ydinkeskustan osayleiskaavatyöhön.

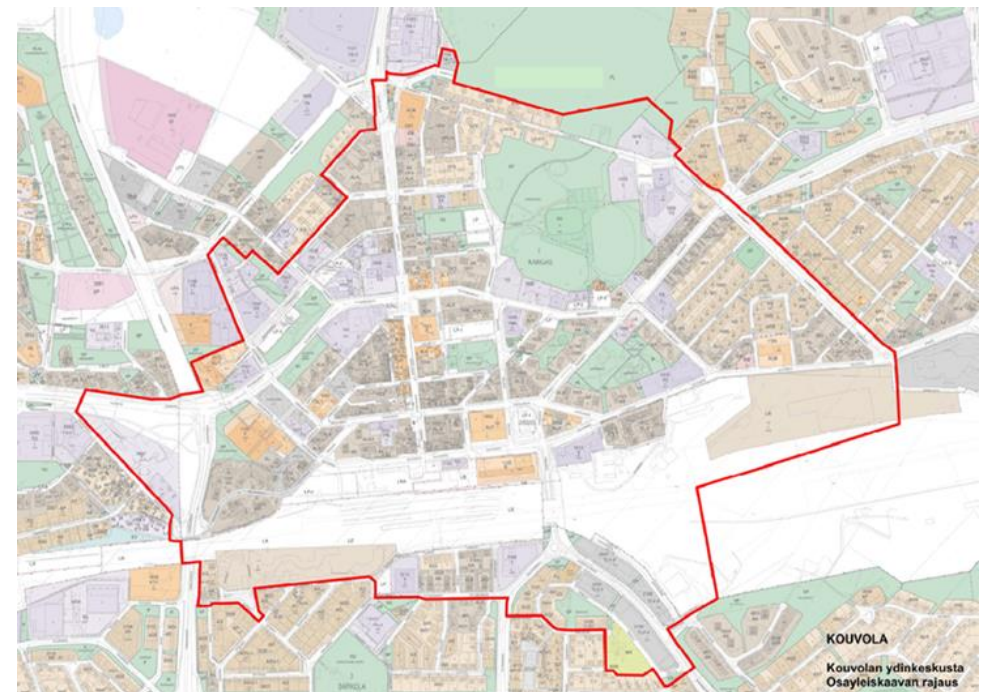
Selvityksessä on laadittu aluksi nykytilanteen analyysi, jossa määritellään alueen energiantuotantoon liittyvät lähtötiedot paikkatietotarkastelun ja kaupungin omien energiavoitteiden ja energian tuotantomuotojen kautta. Nykytilanteen analyysin jälkeen selvitetään mahdollisuudet tuottaa alueella sen tarvitsema energia paikalliset energialähteet huomioiden.

Selvityksessä tarkastellaan energiantuotantolähteiden paikallisia mahdollisuuksia aurinkoenergian, pientuulivoiman ja geoenergian osalta. Energiaselvitys palvelee aluesuunnittelua, erityisesti kaavoitusta ja ohjaa energiantuotantoa energiatehokkaaseen suuntaan sekä soveltaa uusia kestävyttä tukevia käytäntöjä.

Hanketta on ohjannut Kouvolan kaupungin asettama projektityöryhmä, johon ovat kuuluneet kaupungin puolelta kaavoitusarkkitehti Kaisa Niilo-Rämä ja ympäristöasiantuntija Timo Martikainen sekä energianeuvoja Tommi Tuomi. FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy:ssä selvityksen ja analyysin ovat laatineet Jan Tvrđy (projektipäällikkö), Vilppu Karjalainen ja Hans Vadbäck.

2 NYKYTILANNE

Kouvolassa tuotetusta sähköstä 94 % ja kaukolämmöstä 66 % tuotettiin uusiutuvilla energiamuodoilla vuonna 2016. Kouvolassa sähköenergian ja kaukolämmön energian tuottajana toimii KSS Energia. Yrityksen verkon toimialueella Kouvolassa ja Iitissä käytettiin vuonna 2016 sähköä 660 gigawattituntia, kun vuonna 2015 vastaava määrä oli 629 gigawattituntia. Sähkön käyttö kasvoi 4,9 prosenttia. Toimialueella on 51 472 sähkönkäyttöpaikkaa.



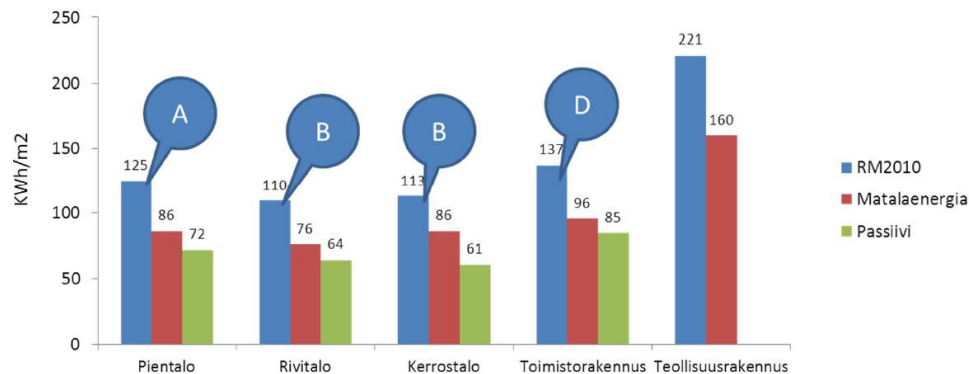
Kuva 2. Kouvolan ydinkeskustan osayleiskaavan raja.

Suurin osa osayleiskaava-alueella (kuva 2) sekä viereisten alueiden olemassa olevista kiinteistöistä on liittynyt kaukolämpöön. Osayleiskaava-alueella oli vuonna 2016 noin 4 300 asukasta ja noin 5 700 työpaikkaa (Tilastokeskus, 2017) sekä 570 rakennusta. Rakennuksista noin 300 on asuinrakennuksia ja 100 liike- tai julkisia rakennuksia (MML, 2017). Selvitysalueella sijaitsevien rakennusten kattopinta-ala on yhteensä noin 27

14.2.2018

hehtaaria. Rakennustyyppien keskimääräisiä energiankulutuksia Suomessa eri energiatehokkuustasoilla on esitetty kuvassa 3.

Kouvolan kaupungin ympäristöohjelman 2017–2020 mukainen energiansäästötavoite on -1 %/vuosi. Uusi energiatehokkuussopimus on allekirjoitettu vuonna 2016 ja siinä on 7,5 % säästötavoite vuoteen 2025 mennessä (= 17 201 MWh). Tavoite sisältää kaupungin omien kiinteistöjen, katuvalojen, liikennevalojen ja pumppaamojen energiankulutuksen (Kouvolan kaupunki, 2017). Kouvolan kaupunki teetti energiakatselmuksen vuonna 2015.



Kuva 3. Rakennustyyppien keskimääräisiä energiankulutuksia eri energiatehokkuustasoilla (energialuokat kuvattu sinisiin ympyröihin, VTT 2012).

3 LÄHTÖAINEISTOT

Kouvolan kaupunki, maaperäkairaukset

Maanpeitteen paksuus arvioitiin Kouvolan kaupungin maaperäkairauksen pistemäisistä tiedoista.

Geologian tutkimuskeskus, 1:100 000.

Aineisto sisältää Geologian tutkimuskeskuksen vuosina 1948–2007 mineraalisten raaka-ainevarojen kartoituksen, yhteiskunnan kiviaineshuollon ja tieteellisen tutkimuksen tarpeisiin tuottamaa aineistoa. Tämä aineisto sisältää kivilajitiedot aluerajauksina, kalliopie-

rähävainto- ja kairauspisteet sekä olennaiset tektoniset havainnot, litologiset primäärirakenteet, malmimineraalit ja metamorfiset indeksimineraalit. Tässä työssä aineistoa käytettiin lähtötietoaineistona kivilajien määrittelemiseksi tutkittavilla alueilla. Kivilajien lämmönjohtavuudella on merkitystä geoenergiapotentiaalin kannalta.

Maanmittauslaitos, maastotietokanta

Maanmittauslaitoksen Maastotietokanta on koko Suomen kattava maastoa kuvaava aineisto. Sen tärkeimpiä aineiston keräyskohteita ovat liikenneväyläverkosto, rakennukset ja rakenteet, hallintorajat, nimistö, maankäyttö, vedet ja korkeussuhteet. Geoenergiapotentiaaliselvityksessä maastotietokannasta käytetään lähtötietona maanpeiteluokkia.

Maanmittauslaitos, ortokuvat

Maanmittauslaitoksen ortokuvat ovat koko maan kattava ilmakuva-aineisto. Ortokuva vastaa geometrialtaan karttaa. Maastoresoluutio on 0,5 metriä. Ortokuvia päivitetään 3–10 vuoden välein. Kouvolan kunnan alueen viimeisimmät ilmakuvaukset on tehty vuonna 2017.

Maanmittauslaitos, laserkeilaus

Laserkeilaustekniikka perustuu laserkeilaimen lähettämiin laserpulsseihin ja tarkkaan paikannukseen. Maanmittauslaitos tuottaa yhteiskunnan eri tarpeisiin laserkeilausaineistoja, joiden perusteella saadaan kolmiulotteista tietoa maanpinnalla sijaitsevista kohteista sekä tarkkaa tietoa maanpinnan muodoista ja korkeuseroista.

Suomen ympäristökeskus, pohjavesialueet

Aineisto sisältää vedenhankintaa varten kartoitetut ja luokitellut pohjavesialueet ja niiden suojavyöhykkeet. Pohjavesialueet on luokiteltu käyttökelpoisuutensa ja suojelutarpeensa perusteella kolmeen luokkaan: I vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue, II vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue, III muu pohjavesialue. Pohjavesialueilla kairauksen tekemiseen liittyy erilaisia rajoituksia ja ohjauksia eri kuntien alueella. Rajoitukset on huomioitu geoenergiapotentiaalin selvityksessä.

KSS Energia, haastattelu

Vaikutusten arviointi toteutettiin haastattelun perusteella. Haastattelu toteutettiin videoneuvottelulla ja siihen osallistuivat KSS Energia Oy:n puolelta uusien energiaratkaisujen johtaja Petri Pelli, KSS Verkko Oy:n kunnossapitopäällikkö Jyri Tompuri ja KSS Lämpö Oy:n toimitusjohtaja Ilmo Penttilä. Vaikutusten arvioinnissa on tavoitteena lyhyesti kuvata vaikutuksia energijärjestelmään (verkkoon) sekä vaikutuksia KSS Energia Oy:n toimintaan.

14.2.2018

4 LÄHIENERGIASANASTO

Geoenergia

Geoenergialla tarkoitetaan vesistöistä, maa- tai kallioperästä saatavaa lämmitys- ja jäähditysenergiaa. Maahan, kallioperään ja vesistöihin varastoitunut energia on pääosin peräisin auringon lämpösäteilystä. Tätä vesistöön, maahan ja kallioperään varastoitunutta lämpöenergiaa hyödynnetään lämpöpumpputekniikan avulla.

Aurinkoenergia

Aurinkoenergia on auringon säteilemän energian hyödyntämistä sähkö- tai lämpöenergiana, yleensä aurinkokennon tai aurinkokeräimen avulla. Aurinkoenergiaa on käytetty perinteisesti paikalliseen sähkön- ja lämmöntuotantoon alueilla, jossa ei ole mahdollisuutta saada sähköä verkosta.

Pientuulivoima

Suomen tuulivoimayhdistyksen (2014) mukaan ”Tuulivoima on tuulen eli ilman virtauksen liike-energian muuntamista tuuliturbiineilla sähköksi. Tuulivoima on uusiutuvaa energiaa, joka on peräisin auringon säteilyenergiasta.”

Bioenergia

Bioenergialla tarkoitetaan biopolttoaineista saatua energiaa. Bioenergiaa saadaan Suomessa esimerkiksi puusta (polttopuu, hake, pelletti, briketti), peltokasveista, turpeesta sekä yhdyskuntien, maatalouden ja teollisuuden energian tuotantoon soveltuvista orgaanisista jätteistä.

5 GEOENERGIA

5.1 Analyysin kuvaus ja oletukset

Mahdollisuus hyödyntää geoenergiaa riippuu voimakkaasti maakerroksen paksuudesta, kallioperän ominaisuuksista ja pohjaveden pinnan korkeusasemasta (Juvonen ym., 2013). Mitä paksumpi maanpeite on, sitä kalliimpaa on energiakaivon tai -kaivokentän poraus. Myös kallioperän ominaisuuksilla, kuten lämmönjohtavuudella on suora yhteys energiakaivon energiantuottoon ja -tehoon (W/m). Alueellisen kallioperän ominaisuudet vaikuttavat siis geoenergiaporauksen kustannuksiin ja samalla koko menetelmän kannattavuuteen.

Maanpeitteen paksuuden analyysi

Maanpeitteen paksuus laskettiin maaperäkairausten pistemäisistä tiedoista. Analyysin tueksi käytettiin maanmittauslaitoksen KM-2 korkeusmallia (mpy, kaltevuus) ja olemassa olevaa geomorfologiaa käsittelevää aineistoa (OIVA – harjut, kallioalueet, moreeni-muodostumat, yms.). Tämän työn yhteydessä ei ole tehty uusia erillisiä porauksia maanpeitteen paksuuden selvittämiseksi.

Kallioperä- ja lämmönjohtavuusanalyysi

Kallioperän ominaisuuksien tiedot alueilla on saatu GTK:n kallioperäaineistoista sekä lämmönjohtavuusarvot julkaisusta ”Peltoniemi, S. ja Kukkonen I.: Kivilajien lämmönjohtavuus Suomessa, yhteenveto mittauksista 1964 – 1994”. Eri kivilajeilla on erilainen lämmönjohtavuus, joka vaikuttaa geoenergian hyödyntämisen kannattavuuteen.

Lopullinen geoenergiapotentialiaaliaineisto

Edellä esitellyt analyysit yhdistettiin spatiaaliseen data-analyysiin perustuvalla monimuuttujaisella mallinnuksella (kuva 4), jolla saatiin yhdistettyä lopullinen geoenergiapotentialiaaliaineisto.

14.2.2018

Aineisto: Kallioperän ominaisuudet (KO)					
jäsenyysarvo	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
luokka	1	2	3	4	5
kivilajin lämmönjohtavuus [W/mK]	> 3.50	3.30–3.50	3.10–3.30	2.55–3.10	< 2.55
Aineisto: Maapeitteen paksuus (MP)					
jäsenyysarvo	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
luokka	1	2	3	4	5
maapeitteen paksuus [m]	< 5	5–10	10–20	20–30	> 30
Aineisto: Ehdottomat kieltoalueet (EK)					
jäsenyysarvo	1.00			0.00	
arvo	ei ole			on	
Geoenergiapotentiaalin luokka (GL = KO _{j,arv} × MP _{j,arv} × EK _{j,arv})					
jäsenyysarvo	1.00–0.90	0.9 – 0.6	0.3 – 0.6	0.1 – 0.3	0.10–0.00
luokka	Erittäin hyvin soveltuvat alueet	Hyvin soveltuvat alueet	Kohtalaiset alueet	Ei suositeltavat alueet	Erittäin huonosti soveltuvat alueet

Kuva 4. Eri analyysien yhdistäminen geoenergiapotentiaalikartan luomiseksi.

5.2 Analyysin tulokset

Maapeitteen paksuus

Hyödynnettäessä kallioperää lämmönlähteenä, on maanpeitteen paksuudella vaikutusta investointikustannuksiin. Lisäkustannukset muodostuvat porausreikään asennettavasta suojaputkesta ja mahdollisesti tarvittavasta syvemmästä porauksesta. Suojaputkea tarvitaan estämään maa-aineksen ja pintavesien valuminen energiakaivoon. Suojaputkena käytetään muoviputkea, mutta pääsääntöisesti maa-aineskerroksen ollessa yli kolme metriä käytetään teräsputkea. Maanpeitteen paksuus vaikuttaa lisäporaustarpeeseen, sillä maaperän lämmönsiirto-ominaisuudet ovat heikommät kuin kallioperässä.

Maanpeitteen heikompi lämmönsiirto pitää kompensoida lisäämällä energiakaivon syvyyttä, jotta saavutetaan laskennallisesti määritelty riittävä aktiivinen keruupiirin pituus. Maanpeitteen paksuus osayleiskaava-alueella on esitetty kuvassa 5.

Kallioperä ja lämmönjohtavuus

Kivilajien lämmönjohtavuus on merkittävin kivilajien ominaisuuksista, joka vaikuttaa geenergian hyödynnettävyyteen. Energiakaivon ja ympäröivän kallion välille muodostuu lämpötilaero, kun energiakaivosta otetaan lämpöenergiaa. Kivilajin lämmönjohtavuudesta ja myös kallioperässä esiintyvistä pohjavedestä riippuu, miten hyvin energiakaivosta otetun lämpöenergian tilalle tulee korvaavaa lämpöä ympäröivästä kalliosta. Kivilajin lämmönjohtavuus vaikuttaa siihen, miten syvä energiakaivo tarvitaan kohteeseen. Suomen kivilajien lämmönjohtavuuksien keskiarvo on 3,24 W/(mK) (Peltoniemi, 1996). Geoenergiapotentiaalin selvityksessä on käytetty kirjallisuudessa esitettyjä lämmönjohtavuusarvoja.

Kivilajien lämmönjohtavuuksien perusteella tarkastelualue (kivilaji on yhtenäisesti Viborgiitti ja lämmönjohtavuus 3,47 W/mK) on Suomen kivilajien lämmönjohtavuuksien keskiarvoon (3,24 W/mK) verrattuna hieman parempi.

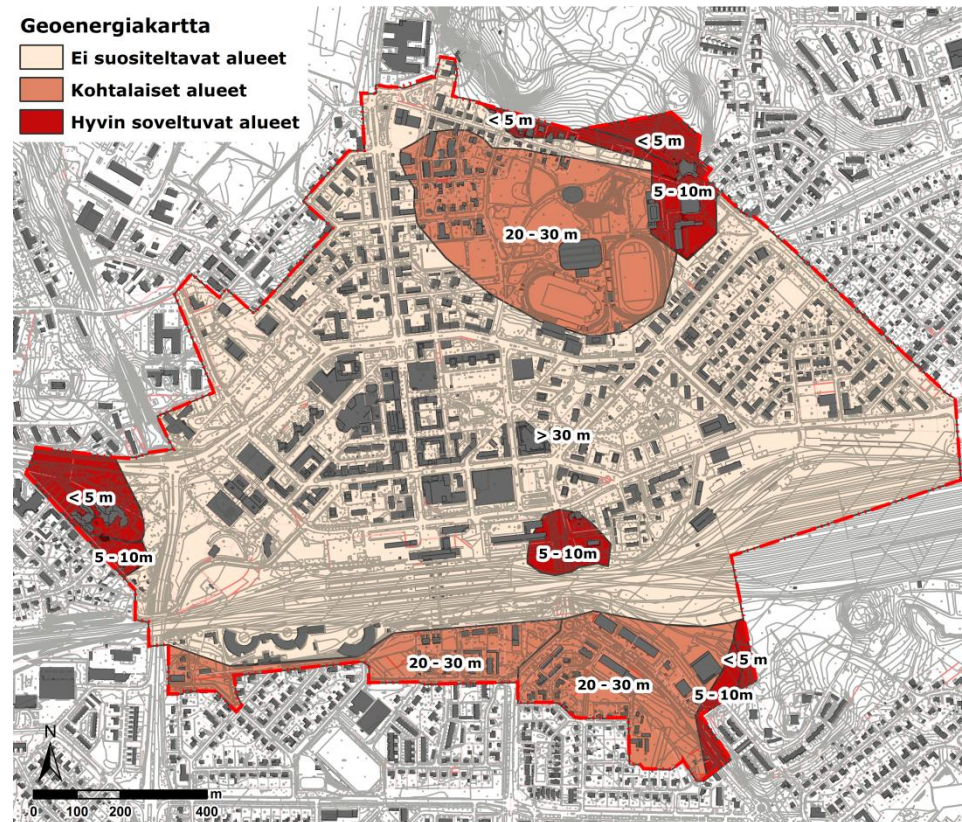
Geoenergiapotentiaali

Kaava-alueen kivilajien lämmönjohtavuus on erinomainen. Maanpeitteen paksuus on paikoittain ohut, joka tekee geotermisen energian hyödyntämisestä osalla kaava-alueesta kannattavampaa. Maanpeitteen paksuuden arviointi kuitenkin perustuu asiantuntija-arvioon ja todellisuudessa vaihtelee merkittävästi myös tällä alueella.

Yleisesti ottaen geoenergiapotentiaalikartan (kuva 5) ja analyysin perusteella geoenergiapotentiaali on suuressa osassa keskimääräistä heikompi maanpeitteen paksuudesta johtuen. Alueilla, joissa on paksumpi maanpeite, kannattaa tutkia mahdollisuutta hyödyntää maalämpöä vaakaputkiston avulla. Urheilupuiston alue sekä radan eteläpuolella sijaitsevat alueet soveltuvat keskusta-alueetta paremmin geenergian hyödyntämiseen. Parhaiten soveltuvia alueita on Kouvolatalon ympäristössä, Tunnelikadun ympäristössä sekä Urheilupuiston uimahallin pohjoispuolella.

Alueen maaperään varastoitunutta aurinko- ja geotermistä energiaa voidaan hyödyntää keräyspiirin ja lämpöpumpun avulla rakennusten lämmityksessä ja jäähdytyksessä. Investointiin sisältyy lämpökaivojen poraaminen, lämmönkeruuputkistojen ja liitäntöjen hankinta ja asennus sekä itse pumppuyksikkö. Kaivojen on oltava tietyllä etäisyydellä toisistaan. Keskitetyssä maalämpöratkaisussa on huomioitava tarve erilliselle huoltorakennukselle. Lämmönjakelu matalaenergiaverkossa edellyttää myös, että verkkoon liitetyt rakennukset ovat riittävän lähellä toisiaan. Keskitetyn ratkaisun investoinnin kannattavuuden kannalta rakentamisen tulisi olla lähes samanaikaista.

14.2.2018



Kuva 5. Geoenergiapotentiaali ja maakerrospaksuudet selvitysalueella.

Geoenergiakaivojen mitoitus ja kustannukset

Maankäyttö- ja rakennuslain rakentamista koskevat asetukset uudistetaan vuoteen 2018 mennessä siten, että rakentamisen energiatehokkuuden olennaiset tekniset vaatimukset tulisivat uusien rakennusten osalta sisältämään vaatimuksen lähes nollaenergiarakennuksista. Uudisrakennukset tulee rakennuksen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla suunnitella ja rakentaa lähes nollaenergiarakennuksiksi. Velvoite siirtyä uudisrakentamisessa lähes nollaenergiarakentamiseen sisältyy uudelleenlaadittuun Euroopan parlamentin ja neuvoston rakennusten energiatehokkuudesta antamaan direktiiviin. Direktiivissä säädetään lähes nollaenergiarakennuksen määritelmästä ja määräajoista, joilla lähes

nollaenergiarakennuksiin tulee siirtyä. Maankäyttö- ja rakennuslaissa määritellään direktiivin mukaisesti, mitä lähes nollaenergiarakennuksella tarkoitetaan.

Uudisrakentamisen energiatehokkuutta määritettäessä energiantarpeet muunneltaisiin edelleen yhteenlaskettavaan muotoon kullekin energiamuodolle määritettävien energiamuodon kertoimien avulla. Energiatehokkuuden vertailuluku (E-luku), jonka yksikkönä käytetään kWh_E/(m²a), on energiamuotojen kertoimilla painotettu rakennuksen laskennallinen ostoenergiankulutus rakennuksen lämmitettyä nettoalaa kohden vuodessa. Rakennuksen energiatehokkuuden vertailuluku lasketaan energiamuodoittain eritellystä rakennuksen laskennallisesta ostoenergiankulutuksesta energiamuotojen kertoimia käyttäen kaavalla:

$$E = \frac{f_{\text{kaukolämpö}} Q_{\text{kaukolämpö}} + f_{\text{kaukojäähdytys}} Q_{\text{kaukojäähdytys}} + \sum f_{\text{polttoainei}} Q_{\text{polttoainei}} + f_{\text{sähkö}} W_{\text{sähkö}}}{A_{\text{netto}}}$$

jossa:

E on energiatehokkuuden vertailuluku, kWh_E/(m² a);
 Q_{kaukolämpö} on kaukolämmön kulutus vuodessa, kWh/a;
 Q_{kaukojäähdytys} on kaukojäähdytyksen kulutus vuodessa, kWh/a;
 Q_{polttoainei} on polttoaineen i sisältämän energian kulutus vuodessa, kWh/a;
 W_{sähkö} on sähkön kulutus vuodessa, missä on otettu huomioon vähennykset rakennukseen kuuluvalla laitteistolla ympäristöstä vapaasti hyödynnettävästä energiasta otettu energia siltä osin, kuin se on käytetty rakennuksessa, kWh/a;
 f_{kaukolämpö} on kaukolämmön energiamuodon kerroin;
 f_{kaukojäähdytys} on kaukojäähdytyksen energiamuodon kerroin;
 f_{polttoainei} on polttoaineen i energiamuodon kerroin;
 f_{sähkö} on sähkön energiamuodon kerroin;
 A_{netto} on rakennuksen lämmitetty nettoala, m².

Energiamuodon kertoimien lukuarvot annetaan valtioneuvoston asetuksella. Myös näitä lukuarvoja tarkastellaan lakiuudistuksen yhteydessä. Tässä työssä on E-luvun laskennassa rakennusten ostoenergian osalta käytetty ehdotettuja uusia kertoimia (Valtioneuvoston asetus rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista, taulukko 1).

Taulukko 1. Eri energiamuotojen kertoimet.

Energiamuoto	Ehdotetut uudet kertoimet	Nykyiset kertoimet
Sähkö	1,20	1,70
Kaukolämpö	0,50	0,70
Kaukojäähdytys	0,28	0,40
Fossiiliset polttoaineet	1,00	1,00
Rakennuksissa käytettävät uusiutuvat polttoaineet	0,50	0,50

14.2.2018

Uusien rakennusten energiatehokkuuden vähimmäisvaatimuksena vertailuluku ei saa ylittää asetettuja raja-arvoja. Tässä työssä tarkasteltujen kiinteistöjen E-lukuina on käytetty ehdotettuja uusia raja-arvoja (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta).

Taulukko 2. Kiinteistöjen käyttötarkoituksen mukaiset energiatehokkuuden vertailuluvut.

Rakennustyyppi	Ehdotetut uudet E-luvut
Pientalo, 140 m ²	116
Rivitalo ja enintään kaksikerroksinen asuinkerrostalo	105
Vähintään kolmikerroksinen asuinkerrostalo	90
Toimistorakennus	100

Energiatehokkuuden vertailulukuihin pääsemiseksi rakennusten energiatehokkuuden (taulukko 2) tulee parantua nykyvaatimuksista ja lämmitykseen käytettävän energian on oletettu vähenevän asuinrakennusten osalta vähintään 15 % nykyisillä rakentamismääräyksillä rakennettujen kiinteistöjen kulutuksesta. Tämä tarkoittaa seuraavien rakennusluokkien mukaisia arvioituja taulukossa 3 esitettyjä lämpöindeksejä (sisältää lämmityksen ja käyttöveden energian):

Taulukko 3. Selvityksen laskelmissa käytetyt lämpöindeksit.

Rakennustyyppi	Lämpöindeksi 2020 – kWh/r-m ³
Pientalo	20,4
Rivi- ja ketjutalo	28,9
Asuinkerrostalo	25,5
Toimistorakennus	21,6

Lämpöindeksien arvioinnissa on hyödynnetty tilastoitua aineistoa toteutuneista rakennusten lämmitysenergian kulutuksista (Motiva / Palvelusektorin ominaiskulutuksia 2009–2014, Energiateollisuus / kaukolämmönkäyttöraportti 18.9.2013). Mitoittavana ulkolämpötilana on käytetty -32 °C ja vuoden keskilämpötilana 3,2 °C.

Porauskustannukset

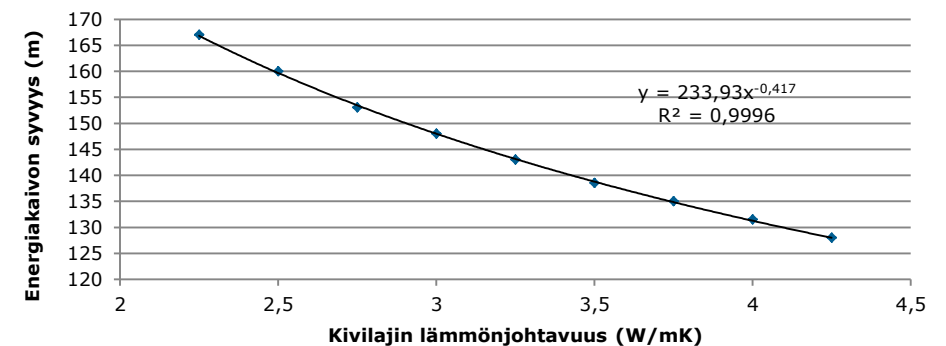
Porauskustannuksia ja maanpeitteen paksuuden vaikutusta kustannuksiin on kysytty kolmelta energiakaivojen poraajalta: Rototec Oy, Suomen Porakaivo Oy ja PT Energia

Poraus Oy (taulukko 4). Kaikilla toimijoilla on samansuuntainen hintavaikutusmekanismi, joskin Rototec eroaa kahdesta muusta siinä, että heidän näkemyksen mukaan lisäporaustarve alkaa vasta, kun maanpeite ylittää 15 metriä. Tyypikiinteistöjen laskelmissa on käytetty Suomen porakaivon hintatietoja. Esitetyt porauskustannukset sisältävät poraamisen lisäksi keruuputkiston sekä kylmäaineliuoksen täytön.

Taulukko 4. Maanpeitteen paksuuden vaikutus energiakaivon porauskustannuksiin.

	Rototec	Suomen porakaivo	PT Energia Poraus
Perusreikä (€/m)	28	28	28
Suojaputki (€/m)	60	40	30
Lisäporaus	Yli 15 m maanpeite	½ x maanpeite	Yli 3 m maanpeite
Maanpeitteen aiheuttama lisäkustannus (€)	0-15 m: 60 €/m yli 15 m: maanpeite x 60 + (maanpeite - 15) x 28	yli 0 m: maanpeite x 40 + ½ x maanpeite x 28	yli 3 m: 3 x 28 + (maanpeite - 3) x 44,36
Esim. kun maanpeite on 5 m niin lisäkustannus / kaivo	360 €	270 €	173 €
Esim. kun maanpeite on 20 m niin lisäkustannus / kaivo	1340 €	1080 €	838 €
Lisäkustannusta kuvaava laskentakaava	$172,38e^{0,76x}$, $R^2=0,99$	$181,64e^{0,66x}$, $R^2=0,98$	$119,35e^{0,70x}$, $R^2=0,98$

Kallioperän geofysikaaliset ja geologiset tekijät vaikuttavat energiakaivon syvyyteen (kuva 6).



Kuva 6. Kivilajin lämmönjohtavuuden vaikutus energiakaivon syvyyteen (Lähde: Nina Leppäharju, 2008)

14.2.2018

Näistä tärkein on kivilajin lämmönjohtavuus, sillä mitä parempi lämmönjohtavuus, sitä pienempi lämmönkeruupiiri tarvitaan saman tehon saamiseksi. Tämän selvityksen laskelmissa on käytetty yhden porakaivon aktiivisyydenä 100–270 metriä. Syvemmällä kaivoilla saataisiin kaivojen lukumäärä pienemmäksi. Kaivoja porataan nykyään aina 400 metriin saakka. Suurempia geoenergiajärjestelmiä suunniteltaessa on välttämätöntä tehdä terminen vastetesti eli TRT-mittaus (Thermal Response Test) kallioperän soveltavuuden varmistamiseksi ja oikean aktiivisyyden määrittämiseksi.

Lisäksi energiakaivon aktiivisyyteen vaikuttavat kallioperän huokoisuus, ruhjeet, pohjaveden korkeusasema ja pohjaveden virtaus. Tässä työssä on oletettu, että pohjavesi täyttää energiakaivon vähintään koko kallioperän osuudelta, eikä merkittäviä pohjaveden virtauksia esiinny.

Lämmitysenergian tarve on laskettu aiemmin esitettyjen lämpöindeksien sekä tyyppikiinteistön lämmitettävän tilavuuden mukaan.

Kullekin tyyppikiinteistölle laskettiin tarvittava energiakaivon aktiivisyys. Laskennassa käytettiin mitoitusohjelmaa NIBE DIM (versio 1.24.0.1). Lämpöpumpun (pumppujen) mitoitusperusteena käytettiin lähes 100 %:n energiapitoa sekä 60 %:n tehopeittoa, eli talvipakkasilla lämmityspiikit katetaan sähkövastuksilla. Tällöin pumput eivät ylikuormitu ja pumppujen käyntiaika on elinjakokustannusten kannalta edullisin. Laskennalliseen energiakaivojen kokonaissyvyyteen lisättiin vielä 5 metriä pohjapainolle ja lietepesälle sekä maanpeitteen paksuuden verran suojaputkellista reikää. Mitoituksessa energian ottoon vaikuttavat mm. kallioperän lämmönjohtavuus sekä lämpöpumpun teho, joka vaikuttaa esimerkiksi keruupiirin vesi-etanoli liuoksen määrään ja virtausnopeuteen. Tässä luvussa on esitetty energiakaivojen mitoituksen ja porauskustannusten tulokset kohdealueittain.

Kustannusten vertailu eri geoenergiapotentiaaliluokissa tyyppikiinteistöittäin

Osayleiskaava-alueen tyyppikiinteistöinä käytettiin pientaloa, rivitaloa, asuinkerrostaloa ja toimistorakennusta (kuva 7). Energiakaivojen mitoitus ja porauskustannuslaskelmat tehtiin hyvin soveltuville ja ei soveltuville luokille. Lopputuloksena saatiin kustannuserot eri luokkien väliin sekä kaivojen määrä ja kokonaissyvyys. Esimerkiksi asuinkerrostalo-kiinteistöillä (lomitettava kerrosala 5 000 k-m²) kokonaislämmitysenergian tarve on 383 MWh/a. Mikäli kaikkien kiinteistöjen lämmitys toteutettaisiin geoenergialla siihen hyvin soveltuvalla alueella, energiakaivojen (8 kpl) vaatima kokonaismaapinta-ala olisi 675 m², kun energiakaivojen vähimmäisetäisyys toisistaan on 15 metriä ja kaivojen keskiisyys 280 metriä.

		Hyvin soveltuva	Ei soveltuva
		Luokka 2	Luokka 4
Maapitteen paksuus	m	5	30
Kallioperän lämmönjohtavuus	W/mK	3,47	3,47

		Pientalo		Rivitalo	
		140	900	21	78
		4	9	21	78
Lämmitettävä kerrosala	m ²	140	900	21	78
Asukkaita	lkm	4	9	21	78
Kokonaislämmitysenergia	MWh/a	9	9	21	78
Geoenergiapotentiaali					
		Luokka 2	Luokka 4	Luokka 2	Luokka 4
energiapito	%	100	100	96	96
tehopeitto	%	100	100	58	58
Lämpöpumppu	kWh/m	NIBE F1155-12	NIBE F1155-12	NIBE F1145-17	NIBE F1145-17
Energian otto	W/m	62	62	141	141
Tehon otto	MWh/a	23	23	32	32
Tarvittava lisäenergia	MWh/a	0	0	3	3
Aktiivinen kaivosyvyys *)	m	106	106	405	405
Kaivojen lkm (ä 100-270 m)	kpl	1	1	2	2
Kaivon kokonaissyvyys	m	116	141	213	238
Porauskustannukset	€	3518	5568	12468	16568
Porauskustannukset / asukas	€	880	1392	594	789
Luokkien 1 ja 4 kustannusero	€				
		-2050		-4100	
Maalämpöjärjestelmän investointikustannus	€	15000	17050	30000	34100
Takaisinmaksuaika		27 vuotta 8 kuukautta	30 vuotta 4 kuukautta	6 vuotta 5 kuukautta	7 vuotta 3 kuukautta
Sisäinen korkokanta IRR	%	4	3	16	14

		Asuinkerrostalo		Toimistorakennus	
		5000	8800	8800	8800
		110	383	674	674
Lämmitettävä kerrosala	m ²	5000	8800	8800	8800
Asukkaita	lkm	110	383	674	674
Kokonaislämmitysenergia	MWh/a	383	383	674	674
Geoenergiapotentiaali					
		Luokka 2	Luokka 4	Luokka 2	Luokka 4
energiapito	%	98	98	96	96
tehopeitto	%	65	65	56	56
Lämpöpumppu	kWh/m	3xNIBE F1345-30	3xNIBE F1345-30	3xNIBE F1345-60	3xNIBE F1345-60
Energian otto	W/m	133	133	125	125
Tehon otto	MWh/a	33	33	34	34
Tarvittava lisäenergia	MWh/a	7,8	7,8	30,3	30,3
Aktiivinen kaivosyvyys *)	m	2147	2147	4027	4027
Kaivojen lkm (ä 100-270 m)	kpl	8	8	16	16
Kaivon kokonaissyvyys	m	280	305	260	285
Porauskustannukset	€	64880	81280	120800	153600
Porauskustannukset / asukas	€	590	739		
Luokkien 1 ja 4 kustannusero	€				
		-16400		-32800	
Maalämpöjärjestelmän investointikustannus	€	120000	136400	240000	272800
Takaisinmaksuaika		5 vuotta 1 kuukautta	6 vuotta 10 kuukautta	6 vuotta 12 kuukautta	7 vuotta 9 kuukautta
Sisäinen korkokanta IRR	%	20	17	17	15

Kuva 7. Porauskustannusten ja kannattavuuden vertailu eri geoenergiapotentiaaliluokissa tyyppikiinteistöittäin.

14.2.2018

Maalämmönkeruuverkko (ns. vaakaputkijärjestelmä)

Vaakaputkisto sopii erityisesti taajamien ulkopuolelle mm. maaseudulle sekä taajamissa avonaisille alueille kuten parkkipaikoille, pesäpallostadioneille, yleisurheilukentille sekä logistiikka-alueiden suurille asfalttikentille. Esimerkiksi suuren pysäköintialueen viereiset jo olemassa olevat rakennukset on mahdollista muuttaa hyödyntämään pysäköintialueelle rakennettavaa maalämmönkeruuverkkoa.

Etelä-Suomessa tyypillinen ominaisteho asennuksissa on 12 – 15 W/m. Maassa oleva putki asennetaan noin 1 metrin syvyyteen ja putkivälin on oltava vähintään 1,5 metriä. Maaperän laatu ja koostumus vaikuttavat merkittävästi sen lämmöntalteenottokykyyn. Osayleiskaava-alueella vuotuinen lämpömäärä on tasolla 30 – 40 kWh/m (sora/hiekkamaa, Määttä 2015). Tällöin 100 x 30 metrin kokoiseen pysäköintialueeseen asennetun vaakaputkijärjestelmän teoreettinen tuotanto on noin 60 – 80 MWh / vuosi.

On huomioitava, että kaavan toteutusvaiheessa vaakaputkisto ei todennäköisesti ole enää taloudellisesta näkökulmasta kannattavin ratkaisu esimerkiksi syväenergiakaivoihin verrattuna.

Johtopäätökset

Geoenergian tehokasta tuotantoa ja käyttöä voidaan suositella, mikäli kaavaratkaisu mahdollistaisi (riittävä aluevaraus) sopivan kokoisten geoenergiakenttien toteuttamisen. Esimerkiksi selvityksessä tyyppikiinteistönä käytetty asuinkerrostalo (110 MWh/vuosi; 5 000 k-m²) tarvitsee maapinta-alaa energiakaivokentälle noin 30 x 25 metriä, kun kaivosyvyys on 280 metriä. Syvempiä kaivoja käytettäessä kaivojen määrä vähenee ja vastaavasti myös tarvittava maapinta-ala. Kiinteistökohtainen ratkaisu on toteutettavissa tontin rajojen sisällä, kun energiakaivokenttä tehdään osittain tai kokonaan rakennuksen alle.

6 AURINKOENERGIA

Aurinkoenergia on auringon säteilemän energian hyödyntämistä sähkö- tai lämpöenergiana, yleensä aurinkokennon tai aurinkokeräimen avulla.

Aurinkoenergiaa on käytetty perinteisesti paikalliseen sähkön- ja lämmöntuotantoon alueilla, joissa ei ole mahdollisuutta saada sähköä verkosta. Nykyisin aurinkoenergiaa hyödynnetään myös kaupunkien keskustassa kesämökkien ja erämaakohteiden lisäksi. Aurinkosähköjärjestelmien yleistyessä niitä on alettu hyödyntää paikallisessa sähköntuotannossa myös verkkoon kytketyissä kohteissa, jolloin ne tuottavat osan rakennuksen käyttämästä sähkö- tai lämmitysenergiasta. Aurinkoenergia sopii hyvin energialähteeksi melkein minkä tahansa tavanomaisen energianlähteen kanssa, kuten öljyn, puun, pelletin, lämpöpumpun, maalämmön tai kaukolämmön kanssa. Aurinkosähköjärjestelmä

voidaan liittää myös valtakunnalliseen sähköverkkoon, jolloin se syöttää oman kulutuksen yllättävän osan yleiseen sähköverkkoon.

Auringonsäteilyn määrä Suomessa on lähes samaa suuruusluokkaa kuin Keski-Euroopassa, missä aurinkoenergiaa hyödynnetään paljon. Vaihtelut vuodenaikojen mukaan ovat Suomessa suuremmat, joulukuussa aurinkonsäteilyä ei ole juuri ollenkaan. Etelä-Suomessa jokainen neliometri vastaanottaa vuoden aikana vaakatasossa laskettuna noin 1000 kilowattituntia aurinkonsäteilyä. Optimaaliseen kulmaan asennettuna, aurinkosäteilyn määrä lisääntyy noin 15 %.

Rakennusten katoille kiinnitettävien aurinkopaneelien sekä aurinkokeräimien hyödyntämisestä on mahdollista tukea alueen kaavoituksessa, esimerkiksi rakennuksen sijoittamisella ja suuntaamisella tontilla sekä sopivan rakennusalan määrittämisellä asemakaavituksen yhteydessä.

Kaava-alueelle on mahdollisuus rakentaa useisiin kohteisiin (etelään suunnatut rinteet, radanvarsi) paikallinen aurinkoenergiavoimala. Myös olemassa olevan rakennuskannan ulkopuoliset alueet, kuten radan varsi, voivat olla aurinkoenergialle potentiaalisia alueita.

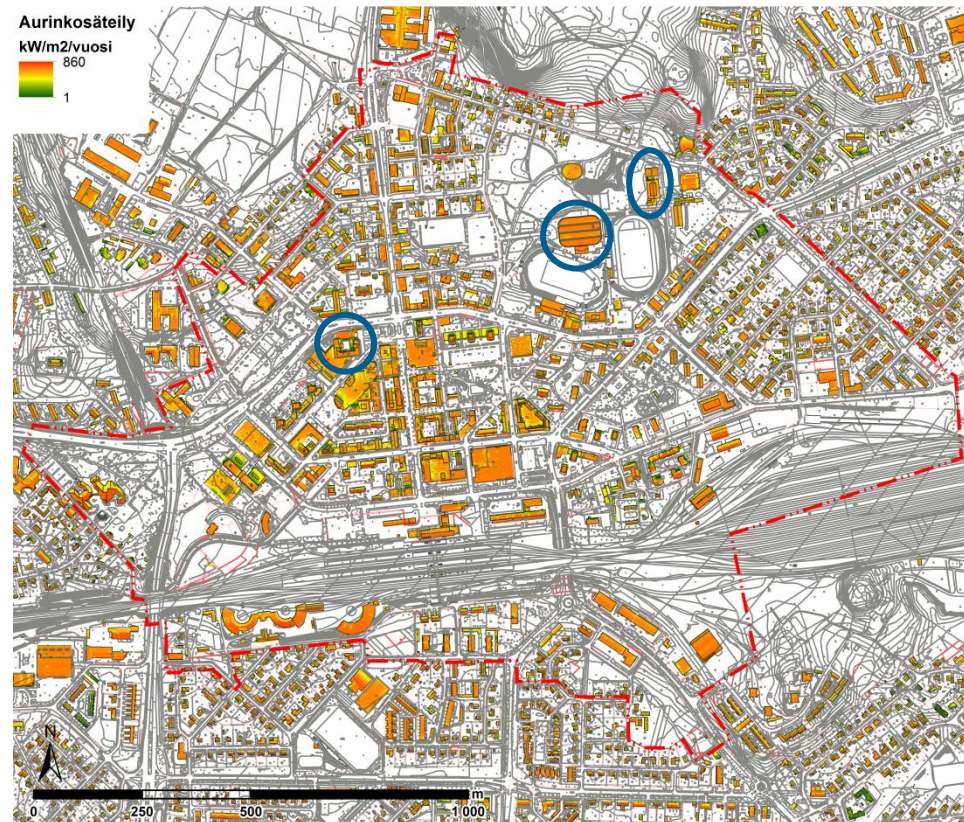
6.1 Aurinkosähkötarkastelu

Työssä tarkasteltiin tarkemmin yksittäisten kiinteistöjen soveltuvuutta aurinkosähkön tuotantoon sekä aurinkosähköjärjestelmien investointien kannattavuutta. Aurinkosähköjärjestelmien suunnittelun lähtökohtana on hyödyntää kiinteistöjen etelän suuntaan avautuvia kattopintoja niin suurelta alalta kuin asennusteknisesti on kustannustehokasta. Kuitenkin, jos kiinteistön sähkönkulutus on alhainen suhteessa käytettävissä olevaan kattopintaan, investoinnin kannattavuus kärsii aurinkosähköjärjestelmän ylimeritoituksesta. Koska veroton ”itselleen myynti” ei ole tällä hetkellä mahdollista, on kaikki tuotettu sähkö käytettävä ko. kiinteistössä tai myytävä sopimusperusteisesti käytettäväksi jossain muualla. Kulutuksen ajalliseen jakautumiseen voidaan vaikuttaa, aurinkosähkön ajalliseen tuotantoon taas ei. Kaupunki valitsi selvitykseen kuvassa 8 ja taulukossa 5 esitetyt kiinteistöt.

Taulukko 5. Tarkasteluun valitut kohteet.

Kiinteistö	Osoite
Kouvolan kaupungintalo	Torikatu 10
Jäähalli	Topinkuja 1
Urheilupuiston koulu	Palomäenkatu 29

14.2.2018



Kuva 8. Aurinkosäteily rakennusten katoilla (kW/m²/vuosi). Aurinkoenergiatarkasteluun valitut rakennuskohteet on korostettu sinisellä ympyrällä – Kouvolan kaupungintalo, Jäähalli (Lumon Areena) ja Urheilupuiston koulu.

Kiinteistöjen sähkönkulutus

Tarkasteluun valittujen kiinteistöjen sähkön kuukausittaiset kulutustiedot saatiin Kouvolan kaupungin edustajalta. Aurinkosähköjärjestelmien elinkaarilaskelmia varten on tunnettava myös kiinteistön tuntikohtainen sähkönkulutus, koska aurinkosähkön tuotanto vaihtelee voimakkaasti päivä/yösyklin mukaisesti. Aurinkosähköjärjestelmän mitoitus täytyy tehdä tuntitasoisen kulutus sekä aurinkosähkön tuotannon simulointitulokset huomioiden, jotta vältytään mitoittamasta kannattavuuden kannalta liian suurta järjestelmää.

Työssä käytettiin tuntidatana käyttötarkoitukseltaan vastaavien tyyppi kiinteistöjen dataa, jota on kohdennettu vastaamaan selvityksessä olleiden kiinteistöjen kulutusta.

Aurinkosähköjärjestelmällä korvataan ostosähköä ja investoinnin kannattavuus perustuu pääosin tuotetun aurinkosähkön määrään ja sillä korvattavan ostosähkön hintaan. Ostosähkön hintaan vaikuttaa merkittävästi siirtomaksu sekä siirtomaksuun kytketty sähkövero, joilta vältytään kokonaan, kun sähkö tuotetaan kiinteistössä itse. Yli oman kulutuksen tuotettu sähkö voidaan syöttää siirtoverkkoon ja myydä erillisellä sopimuksella. Myytävästä sähköstä saatava korvaus ei useinkaan perustele aurinkosähköjärjestelmän ylilimitusta. Sähkön hintana työssä käytettiin tilastokeskuksen yritys- ja yhteisöasiakkaan keskimääräistä hintaa vuodelta 2016 (vuosikulutus yli 500 MWh ja alle 1999 MWh). Taulukkoon 6 on koottu valittujen kiinteistöjen vuosittaiset sähkön kulutustiedot.

Taulukko 6. Valittujen kiinteistöjen sähkönkulutus.

Kiinteistö	Sähkön kulutus MWh/vuosi
Kouvolan kaupungintalo	673,8
Jäähalli	1907,0
Urheilupuiston koulu	107,5

Aurinkosähkön tuotanto

Aurinkosähkön tuotanto on simuloitu PVsyst -aurinkosähköohjelmistolla. Simulointia varten arvioitiin ilmansuunnaltaan tarkoituksenmukainen ja käytettävissä oleva kattopinta-ala. Tarkasteltavista kohteista kaupungintalolla ja jäähallilla on tasakatto, jolloin aurinkopaneelit asennetaan telineisiin 15° kulmalla. Urheilupuiston koulussa on harjakatto, jolloin paneelit asennetaan katon kaltevuuden suuntaisesti eteläisemmälle lappeelle. Hyödynnettävä kattopinta-ala on arvioitu ilmakuviista sekä rakennuksista käytettävissä olevista piirustuksista. Koko kattopinta-alasta efektiivistä paneelipintaa on lopulta vain noin 25 – 30 %.

Kaupungintalon ja jäähallin sähkönkulutus on suurta sähköntuotantoon hyödynnettävään kattopinta-alaan verrattuna. Näissä rakennuksissa mitoituksen lähtökohdaksi on otettu kaikki hyödynnettävissä oleva kattopinta, koska myytävää ylijäämäsähköä ei pääse juuri syntymään. Urheilupuiston koulussa ei ole käytetty kaikkea mahdollista kattopinta-alaa järjestelmän ylilimitoituksen välttämiseksi.

Taulukossa 7 on esitetty simuloinnin tulokset. Koska kyseessä on yleiskaavatasoinen selvitys, tuotannon simuloinnissa ei ole otettu huomioon yksityiskohtaisia häviötekijöitä kuten varjostuksista ja inverttereistä aiheutuvia häviöitä.

14.2.2018

Taulukko 7. Valittujen kiinteistöjen aurinkosähkön tuotanto.

Kiinteistö	Aurinkosähköjärjestelmän teho kWp	Aurinkosähkön tuotanto MWh/vuosi
Kouvolan kaupungintalo	51,3	45,3
Jäähalli	182,0	152,0
Urheilupuiston koulu	28,7	22,1

Jos kaikki taulukon 7 investoinnit toteutuisivat, voitaisiin kiinteistöissä tuottaa yhteensä noin 219 MWh aurinkosähköä vuosittain.

Elinkaarituottolaskelmat

Aurinkosähkön kannattavuutta arvioidaan ensisijaisesti vertailemalla voimalan tuottaman sähkön hintaa 25 – 30 vuoden käyttöiän aikana ostosähkön hintaan. Aurinkoenergiainvestointien kannattavuutta voi tarkastella laskemalla investoinnin nettonykyarvo (net present value, NPV), joka on tulo- ja menovirtojen nykyarvojen erotus. Investointien taloudellisen kannattavuuden arviointimenetelmänä voi käyttää myös sisäistä korkokantaa (internal rate of return, IRR), joka kertoo kuinka monen prosentin tuottoasteen investointi antaa pääomalle. Tässä työssä on käytetty sisäistä korkokantaa.

Takaisinmaksuaika ei ole yksin soveltuva menetelmä eikä anna oikeaa kuvaa aurinkoenergiainvestoinnin kannattavuudesta, koska aurinkopaneelien käyttöikä on noin 30 vuotta ja järjestelmä on teknisesti toimintavarma.

Järjestelmän investointikustannukseen vaikuttaa kokoluokka, asennustapa sekä katon katemateriaali. Käytetty hintataso perustuu toteutuneisiin hintoihin sekä konsultin kokemuseräiseen arvioon. "Avaimet käteen" -ominaishinta (€/Wp) on kallis kokoluokaltaan pienille järjestelmille sekä huopakattoasenteisille tasa- tai harjakatoille. Edullisempi ominaishinta toteutuu suurille järjestelmille ja peltikattoasennuksille.

Kannattavuuslaskennassa käytettiin taulukkoon 8 koottuja laskentaparametreja ja oletuksia. Kannattavuuslaskennassa huomioitiin aurinkosähköjärjestelmän investointi, ostosähkön korvaus sekä käyttö- ja huoltokustannukset 25 vuoden tarkastelujaksolta. Taulukossa 9 on esitetty simulointitulokset sekä investointien kannattavuus.

Taulukko 8. Laskennassa käytettyjä parametriarvoja ja oletuksia.

Laskentaparametrit ja oletukset	Arvo	Yksikkö
Järjestelmän investointikustannus (laitteet ja asennus)	1,0 – 1,7	€/Wp
Energiatuki investoinnista	25	%
Sähkön ostohinta siirron ja verojen kanssa	8,54	€ snt/kWh
Sähkön hinnan nousu	2	%/vuosi
Tarkastelujakson pituus	25	vuotta
Diskonnttokorko	4	%
Invertterien vaihdon kustannus investoinnista (15 v. jälkeen)	10	%
Aurinkovoimalan vuosittainen sähköntuotannon vähenemä	0,5	%/vuosi
Aurinkosähköjärjestelmän teho	Kattopinta-alan mukaan	kWp
Aurinkosähköjärjestelmän tuntitason tuotto	Mallinnettiin PVSyst ohjelmalla	kWh/v
Aurinkosähkön myynnin tai ylijäämän osuus	Mallinnettiin PVSyst ohjelmalla	%/vuosi
Kiinteistön sähkönkulutusprofiili	Käyttötarkoitukseltaan vastaava tyyppiikiinteistö	kWh
Aurinkosähkön osuus vuotuisesta sähkönkulutuksesta	Mallinnettiin PVSyst ohjelmalla	%

Taulukko 9. Valittujen kiinteistöjen aurinkosähköinvestointien kannattavuus.

		Kaupungintalo	Jäähalli	Urheilupuiston koulu
Sähkön kulutus	MWh/vuosi	674	1 907	107
Aurinkosähköjärjestelmän teho	kWp	51,3	197,0	28,7
Aurinkopaneelien pinta-ala	m ²	349	1 340	195
Paneelien vaatima asennusala	m ²	720	2 520	390
Aurinkosähkön tuotanto	MWh/vuosi	45,3	163,0	22,1
Investointikustannus	€	78 400	199 100	47 700
Investointituki (25%)	€	19 600	49 775	11 925

14.2.2018

Investointituki huomioituna	€	58 800	149 325	35 775
Oman tuotannon arvo	€/vuosi	3 869	13 920	1 848
Sisäinen korkokanta IRR	%	5,0 %	8,8 %	2,6 %

Johtopäätökset

Urheilupuiston koulua lukuun ottamatta investointien sijoitetun pääoman tuotto on hyvä. Urheilupuiston koulun huonoa kannattavuutta heikentää kiinteistökokonaisuuden alhainen sähkön kulutus sekä rakennuksen epäsuotuisa suuntaus aurinkoenergian tuotannon näkökulmasta. Laskelmissa on tehty kompromissi järjestelmän koon sekä sijoitetun pääoman tuoton välillä, jotta investointikustannus pysyisi pienenä. Suuremmat järjestelmät antaisivat paremman tuoton investoinnille.

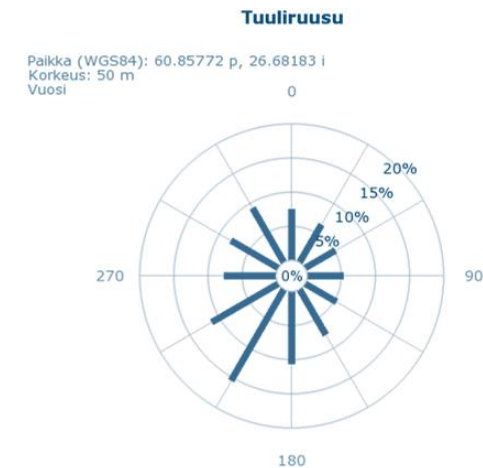
Järjestelmien mahdollista tarkempaa suunnittelua varten on syytä huomioida rakennusten katoilla sijaitsevat rakenteet. Erityisesti jäähallin katolla olevat suuret rakennelmat aiheuttavat varjostushäviötä rakennuksen pohjoisosissa sijaitseville paneeleille, ja tätä kautta ne heikentävät investoinnin kannattavuutta.

Parhaiten aurinkosähköjärjestelmien hankinnat soveltuvat sellaisiin kohteisiin, joihin aurinkosähköratkaisu sopii arkkitehtuurisesti parhaiten ja joissa siitä on mahdollista saada positiivista julkisuusarvoa tai se palvelee koulutuksellista tarkoitusta. Mahdolliset suunnitelmissa olevat kattoremontit on hyvä huomioida investointien aikataulutuksissa.

7 PIENTUULIVOIMA

7.1 Analyysin kuvaus ja oletukset

Pientuulivoimalat ovat teholtaan vähäisempiä kuin teolliseen tuotantoon käytetyt voimalaitokset. Pientuulivoimaloita ovat voimalat, joiden potkurin pinta-ala on alle 200 m², joka tarkoittaa käytännössä alle 50 kW tehoa. Pientuulivoima on hyvä vaihtoehto alueilla, joissa on tiheää asutusta eikä alueelle voida sijoittaa suurikokoista tuulivoimalaa. Yhä useammin pientuulivoimaloita asennetaan myös sähkönjakelun piirissä oleviin taloihin. Tuuliselle paikalle sijoitettu pientuulivoimala on energiataloudellisesti ja ympäristön suhteen hyvä vaihtoehto hajautettuun energiantuotantoon (Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2014).



Kuva 9. Kouvolan keskustan tuulen suhteelliset osuudet eri suunnista 50 m korkeudessa (Lähde: Tuuliatlas 2017)

Tässä selvityksessä tarkastellaan vain rakennusten katoille sijoitettavia pientuulivoimaloita ja niiden potentiaalia. Katoille sijoitettava pientuulivoimapotentiaali keskittyy lähinnä asuinkerrostalojen ja teollisuusrakennusten katoille. Pientuulivoimaloiden malleina käytettiin Windside WS-0,60City (vuosituotanto 160 kWh/v, keskituulella 5 m/s) sekä Windside WS-2CityG (vuosituotanto 700 kWh/v, keskituulella 5 m/s).

Pientuulivoimalan investointikustannukseen vaikuttaa rakennuksen korkeus, asennusta pa sekä katon katemateriaali. Voimaloiden ns. "Avaimet käteen" -ominaishinnat ovat: Windside WS-0,60City 8 800 euroa/kpl (alv. 0 %) ja Windside WS-2CityG 15 700 euroa/kpl (alv. 0 %). Hinnat on tarkistettu tammikuussa 2018 suoraan toimittajalta ja oletuksena on käytetty tarkasteluun valitun kiinteistön ominaisuustietoja.

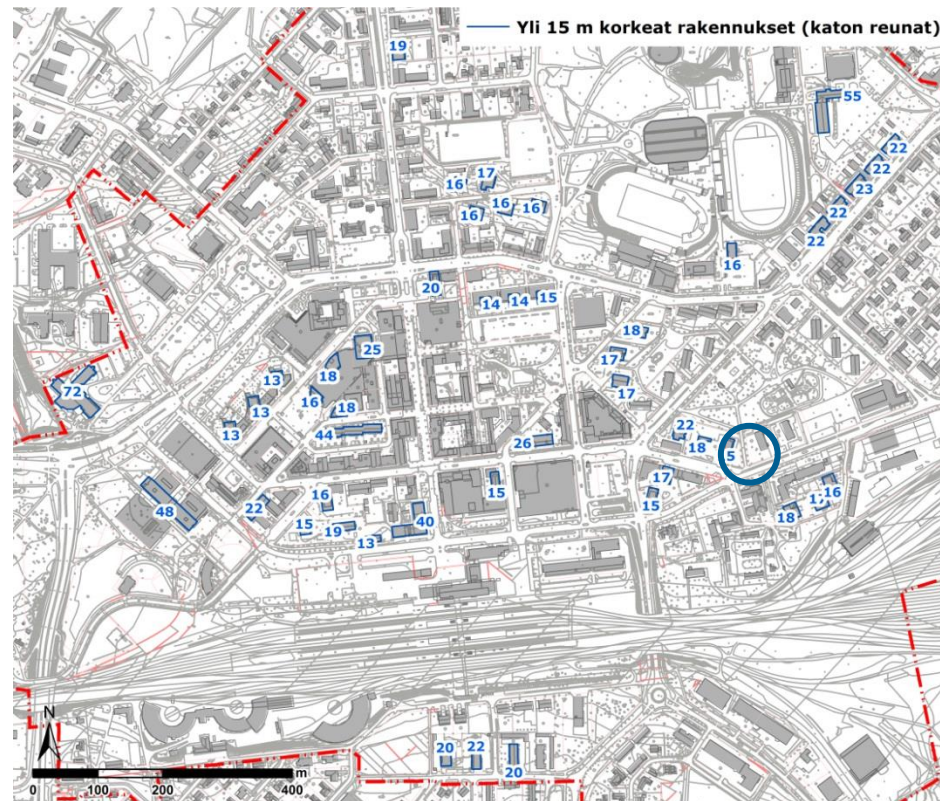
Tarkastelussa voimalat on sijoitettu 5 metrin välein katon reunalle (Windside 2015). Todellisuudessa on taloudellisesti järkevä sijoittaa turbiinit vain reunoihin, jotka ovat eniten eksponoitu tuulen suuntiin, eli tuuliruusun suuntiin 120° – 330° (kuva 9).

Kannattavuuslaskennassa käytettiin taulukkoon 8 koottuja laskentaparametreja ja oletuksia. Kannattavuuslaskennassa huomioitiin pientuulivoimajärjestelmän investointi, ostosähkön korvaus sekä käyttö- ja huoltokustannukset 25 vuoden tarkastelujaksolta. Taulukoissa 10 ja 11 on esitetty simulointitulokset sekä investointien kannattavuus.

14.2.2018

7.2 Analyysin tulokset

Osayleiskaava-alueen korkeat rakennukset (yli 15 m, yhteensä 49 kpl), joiden katot sijaitsevat 6 metriä ympäröiviä rakennuksia tai esteitä korkeammalla ovat pientuulivoimalle potentiaalisia sijoituspaikkoja. Näiden kerrostalojen katot ovat potentiaalisia sijoituspaikkoja pystyakselisille tuuliturbiineille. Lisäksi korkeammat julkiset rakennukset, kuten koulut, soveltuvat usein erinomaisesti pientuulivoimalle. Analyysin ja mitoituksen mukaan olisi mahdollista sijoittaa tarkastelualueelle noin 1 050 katoille sijoitettavia pientuulivoimaloita (kuva 10). Niiden energiatuotanto on yhteensä noin 168 MWh / vuosi.



Kuva 10. Yli 15 metriä korkeat rakennukset osayleiskaava-alueella sekä niiden kattojen reunoille sijoitettavien pientuulivoimaloiden määrä.

Pientuulivoimatuotantoa (katoille sijoitettavat) voidaan suositella, mikäli kaavaratkaisu mahdollistaisi korkeaa rakentamista, esimerkiksi yli viisikerroksisten rakennusten sijoittamista. Yleisesti pientuulivoimatuotanto on kannattavampi vaihtoehto korkearakentamiskohteissa.

Kannattavuuden tarkasteluun valittiin osoitteessa Kouvolankatu 38 sijaitseva kuusikerroksinen asuinkerrostalo (kuva 10). Tarkastelussa kyseisen kiinteistön katolle todettiin olevan mahdollista sijoittaa yhteensä 15 pientuulivoimalaa.

Taulukko 10. Valitun kiinteistön pientuulivoimainvestointien kannattavuus voimalamallilla WS-0,60City.

Voimalan malli: WS-0,60City		Kouvolankatu 38
Pientuulivoimaloiden	lkm	15
Sähkön tuotanto (tuuli 5 m/s)	MWh/vuosi	2,4
Investointikustannus	€	132 000
Investointituki (25 %)	€	33 000
Investointituki huomioituna	€	99 000
Oman tuotannon arvo	€/vuosi	205
Sisäinen korkokanta IRR	%	0,1 %

Taulukko 11. Valitun kiinteistön pientuulivoimainvestointien kannattavuus voimalamallilla WS-2CityG.

Voimalan malli: WS-2CityG		Kouvolankatu 38
Pientuulivoimaloiden	lkm.	15
Sähkön tuotanto (tuuli 5 m/s)	MWh/vuosi	10,5
Investointikustannus	€	235 500
Investointituki (25 %)	€	58 875
Investointituki huomioituna	€	176 625
Oman tuotannon arvo	€/vuosi	897
Sisäinen korkokanta IRR	%	-4,5 %

Taulukoista 10 ja 11 voidaan todeta, että pientuulivoiman sijoittaminen tarkasteltuun kiinteistöön ei ole kannattavaa investointeihin sijoitetun pääoman tuoton näkökulmasta.

14.2.2018

Investointien sisäinen korkokanta (internal rate of return, IRR), joka kertoo kuinka monen prosentin tuottoasteen investointi antaa pääomalle, jää molemmilla voimalamalleilla lähelle nolaa.

Pientuulivoiman osalta on kuitenkin syytä muistaa, että heikosta investoinnin kannattavuudesta huolimatta tuulivoimalan hankinta on ennen kaikkea päätös uusiutuvan energian puolesta. Jokaisella itse tuotetulla kilowattitunnilla säästää 0,75 kg hiilidioksidipäästöjä hiilellä tuotettuun sähköön verrattuna (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, 2011). Lisäksi muita syitä hyödyntää pientuulivoimaa ovat esim. ekologisuus, varajärjestelmänä toimiminen sähkökatkojen varalle, varautuminen tulevaisuuteen ja mahdolliseen sähkönhinnannousuun, kiinteistön arvon kasvattaminen sekä etenkin uudiskohteissa energialuvun laskeminen. Yrityspuolella myös ns. green image on iso tekijä pientuulivoiman hyödyntämiseen.

8 HYBRIDIRATKAISUT SEKÄ VARASTOINTIMAHDOLLISUUDET

8.1 Hybridiratkaisut

Geoenergia ja aurinkolämpö

Geoenergiaa on käytettävissä samalla teholla läpi vuoden erityisesti, kun lämmönlähteenä käytetään kallioperää. Aurinkolämmön tuotanto vaihtelee sääolosuhteiden, vuorokauden ja vuodenaajan mukaan. Eniten aurinkolämpöä on käytettävissä kesällä keskipäivän aikaan. Tällöin lämmönkulutus on kuitenkin yleensä vähäistä ja "ilmaisenergia" menetetään ilman lämmönvarastointia. Aurinkolämpö ja geoenergia eivät yleensä ole kustannustehokas yhdistelmä.

Geoenergia ja aurinkosähkö

Aurinkosähköjärjestelmät ovat kannattavia investointeja, kun järjestelmän mitoitus on tehty vastaamaan omaa kulutusta. Sijoitetulle pääomalle saadaan hyvä tuotto, mutta investoinnin takaisinmaksuaika voi olla pitkä. Investoinnilla korvataan verkosta ostettavaa sähköä ja investoinnin kannattavuus riippuu ostosähkön hinnasta (sisältäen energiamaksun, siirtomaksun ja verot).

Aurinkosähkö sopii erinomaisesti täydentämään geoenergiajärjestelmää, jossa käytetään lämpöpumppua lämmitys- ja viilennysenergian tuottamiseen. Aurinkosähkön tuotannolla vähennetään lämpöpumpun tarvitseman sähkön ostoa verkosta.

Aurinkosähkö/aurinkolämpö ja pientuulivoimala

Aurinkosähköjärjestelmät ovat kannattavia investointeja, kun järjestelmän mitoitus on tehty vastaamaan omaa kulutusta. Sijoitetulle pääomalle saadaan hyvä tuotto, mutta investoinnin takaisinmaksuaika voi olla pitkä. Pientuulivoimaloihin perustuvassa ratkaisussa investointi on korkea ja takaisinmaksuaika pitkä. Aurinkolämmön ja pientuulivoimalan tuottama sähkö ei yleensä ole kustannustehokas yhdistelmä. Aurinkosähköjärjestelmän ja pientuulivoimalan yhdistelmä voi olla sopiva ääriolosuhteissa tai ns. off-grid ratkaisussa.

Geoenergia ja kaukolämpö

Yksittäisissä kiinteistöissä geoenergia-kaukolämpö -hybridiratkaisun kustannustehokkuus ei ole riittävä. Lämmitysratkaisuna ei ole taloudellisesti perusteltua rakentaa kiinteistöön kaukolämpöliittymä sekä geoenergiajärjestelmä, vaikkakin tällainen yhdistelmä toimitusvarmuuden kannalta olisikin kiinnostava.

Alueratkaisuna geoenergia-kaukolämpö -yhdistelmä voi osoittautua perustelluksi. Erityisesti uudisrakennusalueilla, joissa kiinteistöjen lämmitykseen riittää kaukolämpöä matalampi lämpötilataso, peruskuorman tuottaminen geoenergialla ja täydennysenergian hankkiminen kaukolämpöverkosta voi olla perusteltua. Alueellinen matalalämpötilaverkko kytkeytyy varsinaiseen kaukolämpöverkkoon lämmönsiirtimen välityksellä. Matalalämpötilaverkkoa operoiva toimija käyttää lämmönsiirintä yhtenä lämmönlähteenä kaupallisen sopimuksen pohjalta. Mikäli matalalämpötilaverkkoa operoi sama toimija kuin kaukolämpöverkkoakin, niin operaattori voi optimoida tuotantoa geoenergian ja kaukolämmön välillä hintojen vaihdellessa (sähkön ja kaukolämmön tuotannossa käytettävät polttoaineet). Lämpöpumpputekniikkaa sovellettaessa on mahdollista rakentaa myös alueellinen viilennysverkko. Viilennysenergia on ikään kuin ilmaisenergiaa, koska viilennyksessä syntyvä lauhdelämpö otetaan talteen ja käytetään kiinteistöjen käyttöveden tuotannossa.

Aurinkolämpö ja kaukolämpö

Aurinkolämpö-kaukolämpö -hybridiratkaisun kustannustehokkuus ei ole riittävä yksittäisissä kiinteistöissä. Lämmitysratkaisuna ei ole taloudellisesti perusteltua rakentaa kiinteistöön kaukolämpöliittymä sekä aurinkolämpöjärjestelmä. Samoin kuin geoenergia-kaukolämpöratkaisussa, alueratkaisuna yhdistelmä voi osoittautua perustelluksi. Erityisesti uudisrakennusalueilla, joissa kiinteistöjen lämmitykseen riittää kaukolämpöä matalampi lämpötilataso, peruskuorman tuottaminen aurinko- tai geoenergialla ja täydennysenergian hankkiminen kaukolämpöverkosta voi olla perusteltua. Toisaalta hyvällä sijainnilla geoenergiaan perustuva ratkaisu on kustannustehokkaampi kuin aurinkoenergiaan perustuva ratkaisu.

14.2.2018

Biolämpövoimala (micro CHP)

Pienen biovoimalaitoksen polttoainevaihtoehdot ovat puu, turve sekä peltobiomassat koosta ja teknisestä ratkaisusta riippuen. Oleellinen osa sähkön ja lämmön tuotantokustannusta on käytettävissä olevien polttoaineiden saatavuus ja hintataso. Aluelämpöverkon piirissä ratkaisu ei ole taloudellisesti kannattavaa. Viimeaikaisissa keskusteluissa tulevat esille myös erilaiset hybridiratkaisut, esimerkiksi biokaasu CHP ja lämpöpumpun yhdistelmät, jotka voivat tulevaisuudessa merkittävästi vaikuttaa kannattavuuteen. Ratkaisu voi hyödyntää kaukolämpöverkon piirin ulkopuolella sijaitsevilla suurkiinteistöillä, kylpylöissä, uimahalleissa ja jäähalleissa tai maatalousrakennuksissa (Karjalainen, 2012).

8.2 Lämmön varastointimahdollisuudet

Kiinteistöjen viilennyksen lauhde-energian talteenotto

Lämpöpumpppua käytetään Suomen olosuhteissa sekä kiinteistöjen lämmitykseen, että viilennykseen. Kiinteistöt toimivat kesäaikana passiivisina aurinkolämmön kerääjinä. Kiinteistöön kertyneen aurinkoenergian määrä riippuu useista tekijöistä:

- sääolosuhteista, eli auringon säteilyenergian määrästä sekä tuulen jäähdyttävästä vaikutuksesta
- kiinteistön rakenteellisista tekijöistä, kuten seinien ja ikkunoiden eristyksistä, ikkunoiden pinta-alasta sekä ikkunoiden ilmansuunnista.

Olkoon lämpöpumpun lämmönlähteenä maaperä, energiakaivo tai vesistö niin viilennyksen sivutuotteena syntyvä lämpö ("hukkalämpö") palautetaan lämmönlähteeseen. Tämä on geoenergiajärjestelmään luontaisesti kuuluva energianvarastoinnin toiminnallisuus. Lämmönlähteeseen palautettu lämpö voidaan huomioida keruupiirin mitoituksessa ja tällä tavoin hieman pienentää laskennallista keruupiirin kokoa. Mitoitushyötyä ei yleensä voida huomioida palautettaessa hukkalämpö vesistöön.

Maaperävarastointi

Maaperää lämmön lähteenä käyttävän geoenergiajärjestelmän keruupiiri asennetaan noin metrin syvyyteen. Lämpötila vaihtelee metrin syvyydellä normaalisti noin +2 asteesta +15 asteeseen. Lämpimin se on alkusyksyllä ja kylmin alkukevällä. Lämmityskauden aikana maalämmön lämmönkeruuputkisto voi jäähdyttää ympäröivää maaperää useilla asteilla, ja keväällä maaperä voi putken ympärillä olla alimmillaan jopa -10 °C pakkasen puolella.

Kytkemällä aurinkolämpö maapiiriin voidaan maalämpöjärjestelmän lämmönkeruupiirin toimintakykyä elvyttää, jolloin maalämpöpumpun hyötysuhde ja teho paranevat. Samal-

la maalämpöpiirin matala lämpötila pitää aurinkokeräimen hyötysuhteen mahdollisimman korkeana. Maaperään lämpöä varautuu erityisen tehokkaasti keväällä ja vielä alkukesälläkin, jolloin maa ei ole vielä täysin lämmennyt talven jäljiltä.

Energiakaivovarastointi

Oikein mitoitetuna energiakaivon lämpötilataso alenee aluksi hieman vuosi vuodelta, ja saavuttaa melko vakaan tason noin 5 käyttövuoden jälkeen. Väärin mitoitettu energiakaivo jatkaa jäähtymistä ja saattaa jäätyä jo alle kymmenessä vuodessa. Jäätyminen sinänsä ei estä järjestelmää toimimasta. Keruupiirin kiertonesteenä käytetään etanoli-vesiliuosta, jonka jäätympiste on vähintään -17 °C. Alhainen energiakaivon lämpötila kuitenkin heikentää lämpöpumpun hyötysuhdetta.

Maaperävarastointia suurempi hyöty lämmön varastoinnista saadaan kytkemällä aurinkolämpöjärjestelmä energiakaivoon. Aurinkolämmön siirtäminen lämpökaivoon elvyttää tehokkaasti lämpökaivoa lämmityskauden jäljiltä, joskin osa aurinkolämmöstä saattaa karata pohjavesivirtauksien myötä. Elvytystarve on suurin niin sanotuilla kuivakaivoilla, joissa ei ole vesivirtauksia. Kallioperävarastoinnin kautta maalämpöpumpulle saadaan parempi hyötysuhde, lämpökerroin ja suurempi teho, kuten maapiirin yhteydessäkin.

Kaukolämpöverkko lämpövarastona

Kaukolämpöverkon hyödyntäminen lämpövarastona on lähinnä teoreettinen vaihtoehto eikä varsinaisesti voida puhua varastoinnista. Ideaalilanteessa kiinteistöissä syntyvä hukkalämpö siirrettäisiin kaukolämpöverkkoa hyödyntäen käytettäväksi muualla. Ratkaisun toteuttamiskelpoisuutta heikentää sekä tekniset että taloudelliset tekijät. Hukkalämpö on pääsääntöisesti matalalämpötilaista, joten sen siirtäminen lämpimämpään kaukolämpöverkkoon edellyttäisi lämpötilan nostoa sekä meno- että paluupuolelle syötettäessä. Tästä hukkalämmön "priimaamisesta" aiheutuu lisäkustannuksia. Kiinteistöissä aurinkokeräimillä tuotetun lämmön lämpötilataso riittää sellaisenaan ilman lisätoimenpiteitä kaksisuuntaiseen tuotantoon, mutta ongelmana on tuotannon ajoittuminen alhaisen lämmön kysynnän ajankohtaan. Toisekseen kaupallisessa mielessä syötettävän lämmön tulisi olla kaukolämmön tuotantokustannuksia edullisempaa, jotta lämmön verkkoon syöttäminen olisi liiketaloudellisesti perusteltua. Lisäksi kaukolämpöyhtiöllä tulisi olla valmiudet kaksisuuntaiseen lämmöntuotantoon.

Lämpöakku/-varaaja varastointi

Lämpöakku tai -varaajaa käytetään lyhytaikaiseen varastointiin. Geoenergiajärjestelmissä ei ole tarvetta käyttää erillistä lämpövarastoa, mutta erityisesti aurinkolämpöjärjestelmässä lämpövarasto on oleellinen puskuri tasaamaan päiväajan tuotannon ja yöajan kulutuksen eroja. Puskurivarasto mahdollistaa aurinkolämpöjärjestelmän ylimitoitamisen hetkelliseen kulutukseen nähden. Mitoitusperusteena käytetään yleensä käyttöveden kulutusta vuorokaudessa, joka on keskimäärin sama kesällä ja talvella. Mikäli

14.2.2018

geoenergiajärjestelmän lämmönlähteenä käytetään vesistöä kallioperän asemesta, niin on järkevämpää palauttaa viillennyksen lauhde-energia mieluummin lämpövarastoon kuin vesistöön, jos tällainen lämpövarasto on käytettävissä.

9 VAIKUTUSTEN ARVIOINTI

Tässä osiossa kuvataan mahdollisia vaikutuksia energiajärjestelmään (verkkoon) sekä KSS Energia Oy:n toimintaan sekä asukkaille ja kiinteistöomistajille kohdistuvia vaikutuksia (kustannukset, toimintamallit).

9.1 Vaikutuksia energiajärjestelmään

KSS Energia tuottaa sähköä, kaasua ja kaukolämpöä Kouvolan seudun koteihin ja yrityksiin sekä myy sähköenergiaa ja -osaamista myös muualle Suomeen. Lähes 75 prosenttia Kouvolan kaukolämmöstä tuotetaan tehokkaasti lämmön ja sähkön yhteistuotantona. Uusiutuvaan energiaan (lämmön- ja sähkön tuotanto) perustuvat järjestelmät kilpailevat jonkin verran olemassa olevan KSS Energia Oy:n liiketoiminnan kanssa ja vaikuttavat liikevaihdon suuruuteen. KSS Energia Oy:n energiatuotanto perustuu nykyään laajaan yhteistyöhön paperiteollisuuden kanssa yhteisomistuksessa olevan ja paperitehtaan yhteydessä sijaitsevan biovoimalaitoksen kautta. Pääosa kaukolämmöstä tuotetaan lämmön ja sähkön yhteistuotantona biopolttoaineilla (puun kuori, metsätähdde). Vara-lämpö- ja huipputeholaitoksissa käytetään polttoaineena maakaasua.

Uusiutuvan energian sektorin edistäminen tuottaa KSS Energia Oy:lle uusia liiketoimintamahdollisuuksia, joihin toimija on halukas lähtemään mukaan esimerkiksi toteuttajana tai sijoittajana. Vastaavasta roolista on jo kokemusta aurinkoenergiajärjestelmien osalta; mm. sähköautolatauspisteet ovat jo osa liiketoimintaa, samoin kuin energiatehokkuus-ratkaisu- ja energianmittausneuvonta. Positiivista kokemusta on myös ylijäämälämmön siirtämisestä kaukolämpöverkkoon. Toisaalta hajautetun uusiutuvan energian käytön ja suosion merkittävästi nykyistä nopeampi kasvu saattaisivat johtaa energiankulutuksen ja asiakkaiden määrän vähenemiseen, jolloin olemassa oleva tuotantokapasiteetti voisi jäädä vajaakäytölle ja johtaa sitä myöden kiinteiden kustannusten nousuun nykyisessä energiatuotannossa. Jos näin kävisi merkittävässä määrin, olisi kiinteiden kustannusten oikeudenmukainen jakoperuste nykyistä haasteellisempi.

9.2 Asukkaille ja kiinteistöomistajille kohdistuvia vaikutuksia

Uusiutuvaan energiaan perustuvien järjestelmien käyttöönotosta kohdistuu asukkaille ja kiinteistöomistajille lähinnä taloudellisia ja imagollisia vaikutuksia.

Myönteisiä suoria taloudellisia vaikutuksia syntyy sähkön ja lämmitysenergian ostotarpeen pienentämisestä. Hyvä esimerkki voi olla aurinkoenergian käyttö jäädytetyissä rakennuksissa, jolloin tuotto ja kulutus ovat samanaikaista.

Mikäli kiinteistökohtaisella ratkaisulla korvataan merkittävässä määrin olemassa olevaa alueellista ratkaisua, on mahdollista, että alueella ja alueen ulkopuolella oleville asiakkaille (kuluttajille) syntyy vaikutuksia energian hinnan kasvun muodossa (koska paikallisen verkoston operaattorin kiinteät kustannukset jäävät ennalleen).

Kiinteistökohtaisen energiatuotannon kiinteitä kustannuksia ovat investoinneista johtuvat pääomakulut ja muun muassa suunnitellut vuosihuollot, vakuutukset ja erilaiset liittymismaksut esimerkiksi ulkopuoliseen sähkö- tai lämpöverkkoon. Asukkaille ja kiinteistöomistajille syntyy investointikustannuksia, joiden takaisinmaksuaika voi olla pitkä. Toisaalta sisäistä korkokantaa tarkistaen, investoinnit voivat olla hyvin perusteltuja. Sopiva keino alkuinvestointien hallitsemiseksi ovat teknologian kehittämiseen ja pilotointiin tarvittavat tuet, joiden avulla voidaan kattaa osa alkuinvestoinneista. Muut tuet ovat esimerkiksi:

- Kotitalousvähennys 50 % työkustannuksista vähennettynä 100 € omavastuulla per hakija (tyypillisesti kotitalousvähennykset kattoivat 14 – 18 % kokonaisinvestoinnista).
- Työ- ja elinkeinoministeriö myöntää energiatukea hankkeisiin, jotka säästävät, tehostavat yrityksen energiankäyttöä tai edistävät uusiutuvien energialähteiden käyttöä. Energiatukihakemuksia vuonna 2017 hoiti Tekes. Aurinkosähköhankkeiden tyypillinen tukimäärä vuonna 2016 oli noin 25 % hyväksytyistä kustannuksista.

14.2.2018

10 JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET

Kouvolan keskustan alueelle tehdyn energiaselvityksen perusteella voidaan todeta, että olemassa olevan kaukolämpöverkoston lisäksi tarkastellut lähienergiälähteet voivat tukea olemassa olevaa ja tulevaa yhdyskuntarakennetta kaava-alueella. Mikäli nämä otetaan huomioon jo suunnitteluvaiheessa, voidaan huomattavasti vaikuttaa tulevan yhdyskuntarakenteen energiatehokkuuteen sekä syntyviin kasvihuonekaasupäästöihin. Kaavoituksessa muodostettava lähienergiatuottopotentiali voidaan laskea helposti. Tämä on välttämätöntä, jos kaavoitetaan nettonollaenergiarakentamiseen tarkoitettua aluetta. Energiatuotantotapa ja käytetty energialähde, rakenne- ja talotekniikka sekä liikenne vaikuttavat keskeisesti alueiden energiatehokkuuteen.

Uudessa maankäyttö- ja rakennuslaissa edellytettyjen energiatehokkuuden vertailulukujen saavuttaminen pelkäästään rakennusten lämmöneristystä ja hukkaenergioiden talteenottoa hyödyntämällä tulee olemaan haastavaa sekä kallista. Kuitenkin kaikki kiinteistöjen energiatehokkuutta parantavat toimenpiteet sekä ostoenergian tehokasta hyödyntämistä ja kierrätystä tukevat toimenpiteet tulisi harkita ensisijaisina toimenpiteinä. Yleensä oikein mitoitettuna energian käyttöä ja kierrätystä tehostavat toimenpiteet ovat kustannustehokkain ja ekologisin tapa edesauttaa kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä. Kiinteistöjen energiaomavaraisuutta voidaan lisätä omalla energiatuotannolla.

Energiaratkaisuja voidaan mahdollistaa kaavoituksessa tilavarauksin ja rakentamisen ohjaamisella. Hajautettua energiatuotantoa voidaan edistää kaavoituksessa sopivilla suunnitteluperiaatteilla, esimerkiksi:

- Keskitetyille maalämpökentille (energiakaivoille tai -kaivokentille), syväenergiakaivoille tai aurinkovoimaloille osoitetaan tilavaraukset. Energiatuotannon alueita voidaan osoittaa ET- (yhdyskuntateknisen huollon alue) ja EN- (energiahuollon alue) kaavamerkinnoin.
- Lämmönjakelu matalaenergiaverkossa (ns. energiaväylä) edellyttää, että verkkoon liitetyt rakennukset ovat riittävän lähellä toisiaan sekä rakennusten käyttötarkoituksen vaihtelee (asuin-, toimisto-, palvelu- ja teollisuusrakennukset). Keskitetyn ratkaisun investoinnin kannattavuuden kannalta rakentamisen tulisi olla lähes samanaikaista (toteutuksen vaiheistus).
- Kiinteistökohtainen geoenergiaratkaisu on toteutettavissa tontin rajojen sisällä, kun energiakaivokenttä tehdään osittain tai kokonaan rakennuksen alle.
- Aurinkopaneelien asentamiseen voidaan kannustaa suuntaamalla rakennusten katonlappaita otolliseen ilmansuuntaan tai osoittamalla näitä koskevia yhteiskäyttöratkaisuja (Ympäristöministeriö, 2015). Kattojen tulee olla harja-, pulpetti- tai aumakattoja kaltevuudeltaan 20–40 asteen kulmassa. Harjan suunnan tulee olla ensisijaisesti itä-länsisuuntaisesti.

- Pientuulivoimatuotantoa (katoille sijoitettavat pientuulivoimalat) voidaan tukea, mikäli kaavaratkaisu mahdollistaa korkearakentamista.

Auringon säteilyenergian aktiivinen hyödyntäminen on teknologian kehittymisen ja hintojen alenemisen myötä tullut kustannustehokkaaksi keinoksi. Aurinkolämpöä ja/tai –sähköä hyödyntämällä voidaan edesauttaa tiukentuvien E-lukuvaatimusten täyttymistä. Tarkastelualueella aurinkoenergiaa (sähköä ja lämpöä) voidaan hyödyntää kiinteistökohtaisilla ratkaisuilla. Pientuulivoimatuotantoa (katoille sijoitettavat pientuulivoimalat) voidaan tukea, mikäli kaavaratkaisu mahdollistaisi yli viisikerroksisia rakennuksia. Pientuulivoima on hyvä täydennys aurinkosähköjärjestelmään. Lisäksi rautatien lähiympäristöön olisi mahdollista rakentaa paikallinen aurinkoenergiavoimalaitos.

Vuoden 2021 alusta tulee voimaan EU-direktiivi, joka edellyttää kaikkien uusien rakennusten olevan lähes nollaenergiataloja (nZEB). Kiinteistöjen lämmitysenergian tarve vähenee ja viilennysenergian tarve lisääntyy. Trendiennusteen mukaan jäädytystarpeen kasvu vuoteen 2030 mennessä on noin 2 prosenttia vuodessa (VTT, 2015). Vesikeskustai ilmalämmitys mahdollistaa energialähteen vaihdon tai useamman energialähteen yhtäaikaisen käytön. Kaava-alueella on edellytykset hyödyntää jonkin verran geoenergian mahdollisuuksia. Geoenergiajärjestelmä lämpöpumppuineen pystyy vastaamaan kiinteistöjen energiankäytössä tapahtuviin muutoksiin.

Alueella reaaliaikaista energiatuotannon- sekä kulutuksen mittausta tulee kehittää. Paikallinen energianeuvonta sekä asukkaiden ohjaaminen tukevat myösärkevään energiankäyttöön. Hajautetut ja paikalliset energiatuotantomuodot mahdollistavat lisäksi alueen monimuotoisempaa kehitystä mm. luomalla uutta yritystoimintaa ja vahvistamalla alueidentiteettiä. Lisäksi hajautetut ja paikalliset energiaratkaisut parantavat energian saatavuutta ja vähentävät hukkaenergian syntyä. Paikallisuus on usein merkittävää myös ympäristönäkökulmasta.

14.2.2018

11 KIRJALLISUUS

Energiateollisuus (2013). Kaukolämmönkäyttöraportti 18.9.2013

Finlex 588/2013. Sähkömarkkinalaki.

Juvonen, J. & Lapinlampi, T. (2013). Energiakaivo – Maalämmön hyödyntäminen pientaloissa. Ympäristöopas 2013. Ympäristöministeriö. 64 s.

Karjalainen, T. (2012). Pienimuotoisen lämmön ja sähkön yhteistuotannon tilannekatsaus –laitteet ja niiden käyttöönotto. Oulun yliopisto.

Kouvolan kaupunki (2017). Energiatehokkuus –toimenpiteitä. <https://www.kouvola.fi/index/asumineniymparisto/ymparistoohjelma/kouvolalaisiaekotekoja/energiatehokkuus-toimenpiteita.html> (viitattu 10.12.2017)

Leppäharju, N. (2008). Kalliolämmön hyödyntämiseen vaikuttavat geofysikaaliset ja geologiset tekijät.

MML (2017). Maanmittauslaitoksen maastotietokanta 2017.

Motiva (2017). Palvelusektorin ominaiskulutuksia 2009-2014.

https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta/tem_n_tukemat_energiakatselmukset/tilastotietoa_katselmuksista/palvelusektorin_ominaiskulutuksia (viitattu 10.12.2017)

Motiva (2010). Selvitys hajautetusta ja paikallisesta energiantuotannosta erilaisilla asuinalueilla. Loppuraportti 12 / 2010.

Määttä, M. (2015). Maalämpö – uusiutuvaa lähienergiaa. Metropolia Ammattikorkeakoulu.

Peltoniemi, S. (1996). Relationship between thermal and other petrophysical properties of rocks in Finland. Helsinki University of Technology, Espoo, 100 s.

Suomen Tuuliatlas (2017). < http://www.tuuliatlas.fi/mallinnus/mallinnus_2.html> (viitattu 23.10.2017)

Suomen Tuulivoimayhdistys ry (2014). Pientuulivoima. < <http://www.tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta/pientuulivoima> > (viitattu 23.10.2017)

Tilastokeskus (2017). Tilastokeskuksen ruututietokanta 2016.

VTT (2012). Ekotaajaman suunnitteluperiaatteet. < <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2012/T24.pdf>> (viitattu 8.1.2018)

VTT (2015). Rakennusten jäähdytysmarkkinat. Energiateollisuus ry. < https://energia.fi/files/399/Rakennusten_jaahdytysmarkkinat_18-12-2015.pdf> (viitattu 8.1.2018)

Windside (2015). Strong and Durable. <<http://www.windside.com/products>> (viitattu 6.12.2017)

Ympäristöministeriö (2015). Ilmastotavoitteita edistävä kaavoitus. Näkökulmia kunta-kaavoitukseen. Suomen ympäristö 3/2015.