

KIVIRUUKIN ENERGIASUUNNITELMA



ESPOON KAUPUNKI
KAUPUNKISUUNNITTELUKESKUS
PL 4302070
ESPOON KAUPUNKI

Asiakaspalvelu p. (09) 816 25000
Julkaisu verkossa www.espoo.fi/yleiskaava

Tekijä:
Mika Huttunen

Taitto:
Mika Huttunen
Mirella Seppä

ISBN 978-951-857-903-1

Sisällys

Tiivistelmä	4
1. Johdanto	6
1.1 Alueen kuvaus	6
1.2 Energiasuunnitelman taustaa	6
2. Rakennusten energiatarkastelut	6
2.1 Rakennusten energiantarve.....	6
2.2 Energiavaihtoehtojen tarkastelu	8
2.2.1 Kaukolämpö	8
2.2.2. Kaasulämmitys	9
2.2.3 Sähkökattila.....	10
2.2.4 Maalämpö.....	11
2.2.5 Geoterminen lämpö.....	12
2.2.6 Matalalämpöverkko	13
2.2.7 Aurinkoenergia	13
2.2.8 Keskitetty jäähdytys.....	14
2.2.9 Kiinteistökohtainen jäähdytys	15
3. Energiajärjestelmän ominaisuuksia	16
3.1 Energian kausivarastointi.....	16
3.2 Älykäs energiajärjestelmä.....	17
3.3 Energiantuotannon kasvihuonekaasupäästöt.....	17
4. Suositellut vaihtoehdot energiajärjestelmäksi	18
4.1 Lämmitysjärjestelmä	19
4.1.1 Kaukolämpö	19
4.1.2 Maalämpö ja kaukolämpö.....	19
4.1.3 Maalämpö.....	19
4.1.4 Matalalämpöinen kaukolämpö.....	20
4.1.5 Aurinkoenergia	20
4.1.6 Yhdistelmäratkaisut	20
4.2. Jäähdytysjärjestelmä	21
4.3 Muut ominaisuudet	21
4.4. Yllätysratkaisu.....	22
5. Ohjauskeinot energiaratkaisujen edistämiseksi	22
5.1 Yleinen energiaohjaus	22
5.2 Kaupungin energiaohjaus Kiviruukissa.....	22
6. Yhteenveto.....	24
7. Lähdeluettelo	25

Tiivistelmä

Kiviruukin energiasuunnitelmalla ohjataan alueen rakentumista kestävästä kehitystä, ilmastonmuutoksen torjuntaa sekä Espoon hiilineutraaliustavoitteen saavuttamista edistäväksi alueeksi.

Kiviruukin energiajärjestelmän keskeisimmät tekijät ovat rakennusten lämmitys ja jäähdytys sekä järjestelmää tukevat ominaisuudet. Suositeltavat energiaratkaisut perustuvat pääosin yleisessä käytössä olevaan vähäpäästöiseen teknologiaan, kuten kaukolämpöön, maalämpöön ja aurinkoenergiaan. Alueen jäähdytysjärjestelmäksi sopivat parhaiten passiivisen yllämmöltä suojautumisen lisäksi kauko- ja aluejäähdytys, maakylmä sekä erilaiset lämpöpumppuratkaisut. Tärkein energiajärjestelmää tukeva ominaisuus on älykkään ohjauksen mahdollistama kulutusjousto. Muita mahdollisia ominaisuuksia ovat ylijäämäenergian hyödyntäminen ja energian varastointi.

Energiajärjestelmän lopullinen muoto ja toteutus ratkaistaan jatkosuunnittelussa. Järjestelmä voidaan toteuttaa monella tavalla, kunhan se on luotettava, kustannustehokas ja vähäpäästöinen.



Haluttujen energiaratkaisuiden ohjaaminen kohti toteutusta prosessin eri vaiheissa on tärkeää. Kaavoituksen rooli ohjauksessa on pääasiassa mahdollistava. Tarkempi ohjaus tehdään sidosryhmäyhteistyöllä ja mahdollisesti maankäyttösopimuksilla. Kiviruukin energiaohjauksen keskeisimpiä toimia jatkosuunnittelussa on ratkaista, käytetäänkö alueella maankäyttösopimukseen liitettävää energiakriteeristöä.



1. Johdanto

1.1 Alueen kuvaus

Kiviruukin noin 70 hehtaarin osayleiskaava-alue sijaitsee Espoon Kivenlahden tulevan metroaseman vaikutusalueella. Alue rajautuu etelässä Länsiväylään, lännessä Kauklahdenväylään ja pohjoisessa ja idässä Tillinmäen ja Kattilalaakson pientaloalueisiin. Osayleiskaavalla muutetaan alueella voimassa olevaa Espoon eteläosien yleiskaavaa.

Asumiseen alueita on esitetty yhteensä noin 28 hehtaaria. Asumisen aluevaraukset mahdollistavat noin 9 000 uuden asukaan sijoittumisen Kiviruukin alueelle. Työpaikka-alueita on varattu yhteensä noin 13 hehtaaria, joille voi sijoittua noin 3000 työpaikkaa. Palvelutyöpaikkojen ja asuntoalueille sijoittuvien työpaikkojen määräksi on arvioitu noin 500 työpaikkaa. Alueen tarkka mitoitus määräytyy vaiheittaisessa asemakaavoituksessa.

Kaava-alueen rakennuskanta muuttuu pienteollisuus- ja varastorakennuksista asuin- ja toimistokerrostalovaltaiseksi. Tämä muuttaa myös alueen energiatarpeita ja energiaverkostoja. Energia-alan toimijana alueella toimii laajempaakin tarvetta palveleva kaukolämpöä biopolttoaineilla tuottava laitos.

1.2 Energiasuunnitelman taustaa

Espoon kaupunginhallitus on määrittänyt Kiviruukin osayleiskaavan yhdeksi tavoitteeksi sen, että alueen suunnittelussa huomioidaan kestävä kehityksen kysymykset liittyen ilmastonmuutoksen torjuntaan. Kaupunkisuunnittelulautakunta päätti keväällä vuonna 2020, että Kiviruukin alueelle laaditaan energiasuunnitelma, jolla ohjataan Kiviruukin rakentamista kestävä kehitystä, ilmastonmuutoksen torjuntaa sekä Espoon hiilineutraaliustavoitteen saavuttamista edistäväksi alueeksi. (KSL 2020)

Espoon kaupungin kestävä energia ja ilmaston toimintasuunnitelman (SECAP) mukaan Kiviruukin kaupunginosan kehittämishanke sisältyy kärkihankkeisiin, jonka suunnittelussa tullaan hyödyntämään esimerkiksi uusiutuvaa energiaa ja innovatiivisia energijärjestelmiä. (SECAP 2019)

2. Rakennusten energiatarke

2.1 Rakennusten energiatarve

Kaavan mahdollistamien uusien rakennusten energiatarve määräytyy tässä selvityksessä eri rakennustyyppien laskennallisen tarpeen perusteella. Laskennalliset tarkastelut sisältävät lähtöarvoihin liittyviä arvioita ja yksinkertaistuksia. Tulosten on tarkoitus antaa jatko-suunnittelun tueksi riittävän tarkkoja tietoja.

Energiantuotannon tarkastelussa määritetään ensin alueen rakennusten energiankulutus, eli kuinka paljon rakennukset tarvitsevat lämpöä, jäähdytystä ja sähköä. Toisessa vaiheessa vertaillaan erilaisia energiantuotantokäytöksiä, joilla rakennusten energiatarve voidaan kattaa. Huolimatta mahdollisesta sähköntuotannosta alueella, suurimman osan sähköstä ajatellaan tulevan valtakunnallisesta verkosta. Tämän vuoksi tarkastelussa keskitytään pääasiassa lämmön ja jäähdytyksen tuotantoon ja kulutukseen.

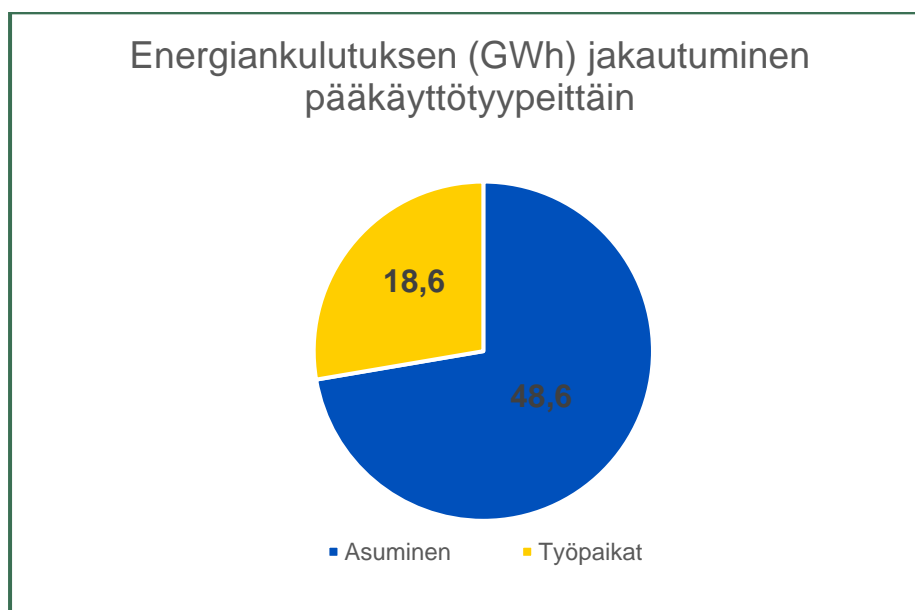
Rakennusten lämmitysenergian kulutus jakautuu tilojen, tuloilman ja käyttöveden lämmitykseen. Rakennusten energiatehokkuuden kehittyminen on vähentänyt tilojen ja

tuloilman lämmitykseen tarvittavaa energiaa. Energiatarpeen väheneminen ei kuitenkaan ole ollut viime vuosina erityisen nopeaa. Rakennusten energiatehokkuus on tärkeää, mutta kasvihuonepäästöjen vähentämisen kannalta on kustannustehokkaampaa keskittyä energiantuotannon päästöjen vähentämiseen kuin energiatehokkuuden kasvattamiseen.

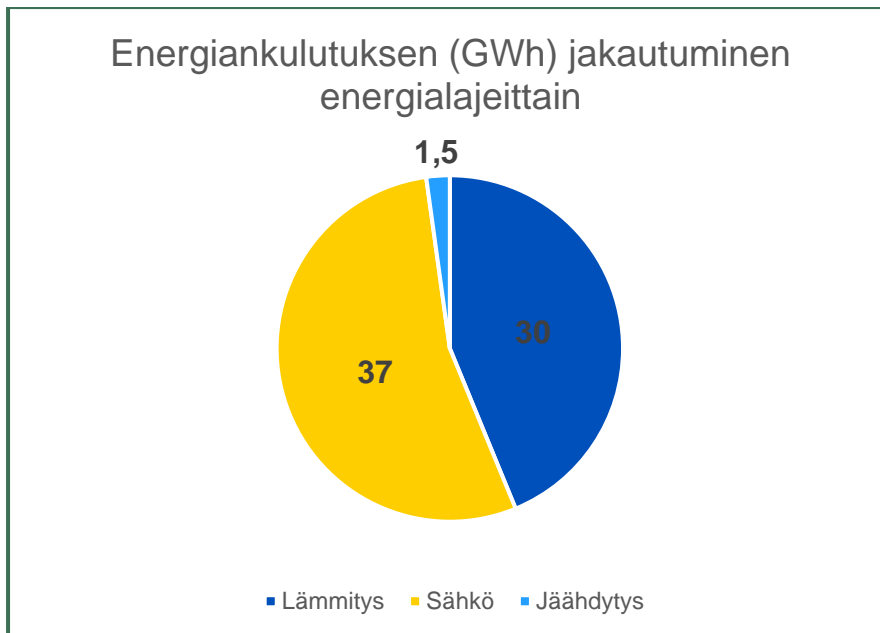
Kiviruukin uusien rakennusten energiankulutusta alueen rakennuttua ei voi arvioida tarkasti. Riittävään tarkkaan arvioon on kuitenkin mahdollista päästä. Muutokset rakentamistavoissa ja energiatehokkuuskehityksessä alueen rakentumisaikana vaikuttavat luonnollisesti paljon tulevaisuuden energiankulutukseen. Laskelmissa oletetaan rakennusten vastaavan energiankulutukseltaan lähes nollaenergiarakennuksia. Hieman harhaanjohtavasta nimestään huolimatta lähes nollaenergiarakennukset kuluttavat kokonaisuudessaan merkittävän määrän energiaa. Lisäksi rakennuksen energiatehokkuus ei juuri vaikuta käyttöveden lämmittämiseen.

Lähes 80 prosenttia alueen uudesta kerrospinta-alasta tulee olemaan asumista, ja lähes kaikki jäljelle jäävä ala työpaikkoja. Asumisen energiakulutus olisi tällöin kuvan 1 mukaisesti lähes 50 gigawattituntia vuodessa. Alueen työpaikoilla kulutettaisiin alle 20 gigawattituntia energiaa vuodessa. Asuminen ja toimistotyöpaikat eroavat energiankulutukseltaan siten, että vuoden aikana asumisessa lämmönkulutus on suurin energiaerä, kun se toimistoissa on sähköenergia. Kaavan mahdollistamien rakennusten lämmönkulutus alueen rakennuttua on noin 30 gigawattituntia vuodessa sisältäen sekä tilojen että käyttöveden lämmityksen. Sähköä kuluu noin 37 gigawattituntia vuodessa ja jäähdytysenergiaa noin 1,5 gigawattituntia vuodessa, kuten kuvasta 2 ilmenee.

Tarvittavan energiamäärän lisäksi energijärjestelmän oleellinen ominaisuus on eri energialajeihin tarvittava teho. Lämpötehtarve vaihtelee paljon vuodenaikojen ja säiden mukaan. Kesällä lämpöä tarvitaan lähes pelkästään lämpimän käyttöveden tuotantoon. Sähköntarve on melko tasaista läpi vuoden. Kaikkein suurimmat tehontarpeen vaihtelut syntyvät jäähdytyksessä, vaikka sen energiantarve on kokonaisuudessaan pieni. Suurta tehontarvetta pyritään yleensä välttämään, koska se aiheuttaa usein suuria kustannuksia ja päästöjä.



Kuva 1. Kiviruukin uusien rakennusten energiankulutuksen (GWh) jakautuminen asumiselle ja työpaikoille.



Kuva 2. Kiviruukin uusien rakennusten energiankulutuksen (GWh) jakautuminen energialajeittain.

2.2 Energiavaihtoehtojen tarkastelu

2.2.1 Kaukolämpö

Kaukolämpö on Suomessa hyvin yleinen lämmitysmuoto. Espoon väestöstä yli 80 prosenttia asuu kaukolämmitetyssä talossa. (Energiateollisuus ry 2020) Kaukolämpöä voidaan tuottaa monilla eri tavoilla. Kaukolämpö onkin energian jakelumuoto, eikä energian tuotantotapa. Espoon alueella kaukolämmön tuottaja ja jakelija on Fortum Power and Heat. Espoon kaukolämmön tuotanto on siirtymässä suunnitelmien mukaan nopealla aikataululla pois fossiilisten polttoaineiden käytöstä. Vuonna 2030 Espoossa kulutettavan kaukolämmön on määrä olla hiilineutraalia.

Kiviruukissa suunnittelualueen läpi kulkeva kaukolämmön runkolinja haaroineen mahdollistaa uudisrakennusten liittämisen kaukolämpöverkoston verkostoa paikoin laajentamalla. Alueella on kaukolämpöä biopolttoaineilla tuottava Fortumin lämpölaitosalue, jossa käytetään pääpolttoaineina kuivattuja puuperäisiä polttoaineita (puupellettejä ja metsähaketta). Fortum on ilmoittanut tarjoavansa alueelle rakennettaviin kiinteistöihin kaukolämpöä. Alueen nykyinen kaukolämpöverkosto ja lämpölaitoksen sijainti näkyy kuvassa 3.



Kuva 3. Kaukolämpöverkoston. Runkolinjat merkitty leveämmällä mustalla viivalla. Lämpölaitoksen sijainti merkitty oranssilla ympyrällä.

Vakiintunutta ja luotettavaa tekniikkaa.

Lämpöä voidaan tuottaa monella tavalla.

Ei vaadi loppukäyttäjältä paljon huolenpitoa.

Pieni alkuinvestointi kuluttajalle.

Mahdollistaa ylijäämälämmön hyödyntämisen.

Pienet päästöt, jos lämmöntuotanto on hiilineutraalia.

Energian hinta ja energiantuotannon päästöt riippuvat kaukolämpöyhtiön toimista.

Verkoston rakentaminen melko suuri investointi energiayhtiölle.

2.2.2. Kaasulämmitys

Kaasulämmityksessä kaasua poltetaan kattilassa, jolla tuotetaan lämpöä tilojen ja käyttöveden lämmitykseen. Kaasu on yleensä fossiilista maakaasua tai maakaasun ja uusiutuvan biokaasun sekoitusta.

Alueen itäpuolella kulkeva maakaasuputkisto mahdollistaa ainakin periaatteessa myös kaasuun pohjautuvat energiaratkaisut. Tällaisia ovat esimerkiksi rakennuskohtaiset

kaasukattilat tai pienet lämpöä ja sähköä tuottavat laitokset. Kaasuverkostoa olisi kuitenkin laajennettava alueelle, mikäli kaasua alettaisi käyttää laajamittaisesti.

Ympäristövaikutuksiltaan kaasuun perustuva lämmitys on moniselitteinen. Maakaasua on fossiilinen polttoaine, ja siten sen käyttöä ei voi suositella, vaikka se onkin fossiiliseksi polttoaineeksi vähäpäästöinen. Verkostossa voidaan toisaalta siirtää myös biokaasua tai synteettisesti valmistettua kaasua. Tässä tilanteessa kaasuun perustuva energiaratkaisu voisi olla päästöjenkin näkökulmasta kannatettava.

Yksinkertainen ja varmatoiminen. Pieni investointi. Tehoa voidaan säätää nopeasti.	Maakaasu fossiilinen polttoaine, biokaasun tai synteettisen kaasun saatavuus ainakin tällä hetkellä rajallista. Melko korkeat käyttökustannukset.
---	--

2.2.3 Sähkökattila

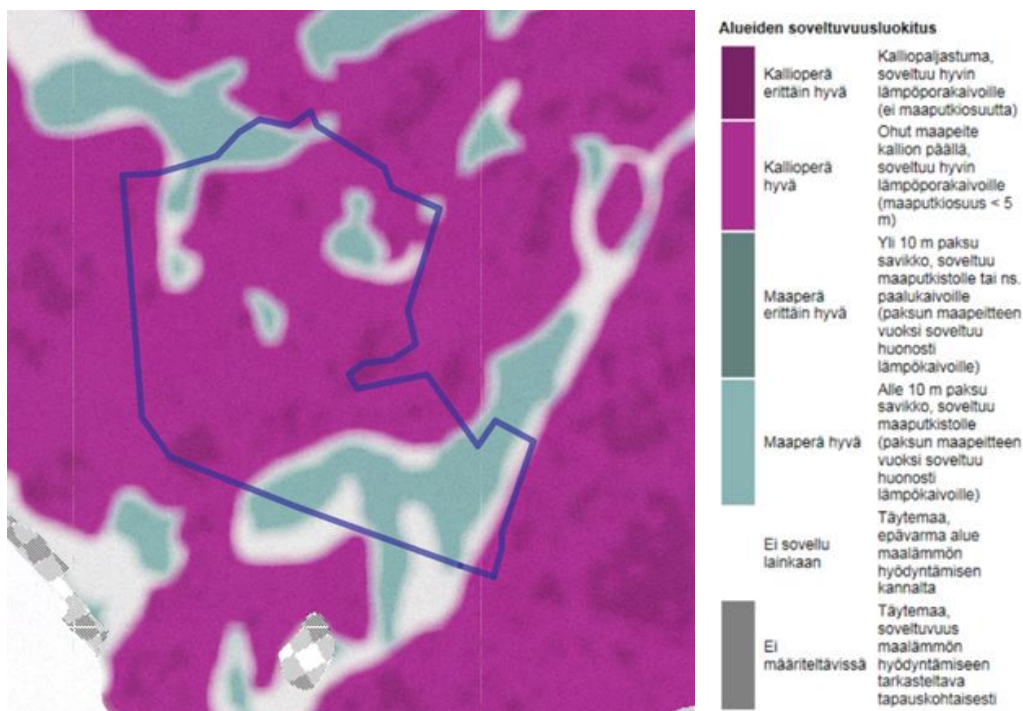
Sähkökattilassa sähkövastus lämmittää varaajassa olevan veden, jota käytetään tilojen ja käyttöveden lämmitykseen. Sähkökattilaa voidaan käyttää päälämmitysjärjestelmänä tai esimerkiksi maalämpöjärjestelmän rinnalla tuottamaan lämpöä huipputehontarpeen aikana. Sähkön käytön suoraan veden lämmittämiseen suuressa mittakaavassa ilman lämpöpumppua voi sanoa olevan vanhanaikaista ja energiaa tuhlaavaa. Pienessä mittakaavassa, tai varajärjestelmänä sähkökattilalla voi olla käyttöä nykyaikaisessakin järjestelmässä.

Yksinkertainen ja toimintavarma. Pieni investointi.	Melko suuret käyttökustannukset. Päästöt riippuvat sähkön tuotantojärjestelmästä. Sähköä voidaan käyttää energiatehokkaammin lämpöpumppujen avulla.
--	--

2.2.4 Maalämpö

Maalämpöjärjestelmässä hyödynnetään maaperään, kalliioon tai veteen varastoitunutta auringon lämpöä. Normaalia syvemmissä lämpökaivoissa lämpöä saadaan myös maapallon ytimestä kalliioon johtuvasta energiasta sekä lämpimistä pohjavesivirtauksista. Tyypillinen maalämpökaivo on noin 300 metriä syvä. Maalämpökaivojen keskinäinen etäisyys on oltava vähintään 15 metriä, mikä johtaa kerrostaloissa melko suuriin maa-alavaatimuksiin. Rajoitteena maalämmön käytössä voivat olla myös alueen epäsopiva maaperä, pohjavesialueet sekä erilaiset maanpäälliset ja maanalaiset rakenteet. Maalämpöjärjestelmä mitoitetaan yleensä siten, että sillä voidaan tuottaa suurin osa rakennuksen vuotuisesta energiantarpeesta, mutta ei kuitenkaan kaikkea energiaa.

Kaava-alueen maaperä soveltuu enimmäkseen hyvin maalämmön hyödyntämiseen. Kuvan 4 mukaisesti alueen kaakkoisosassa ja muutamalla muulla osa-alueella on savipeitettä, joka voi vaikeuttaa maalämpökaivojen toteuttamista. Lisäksi tiiviisti rakennetuilla alueilla on luultavasti vaikea löytää tarpeeksi tilaa maalämpökaivoille. Mikäli sopivia alueita maalämpökaivoille löytyy, järjestelmä voidaan toteuttaa joko keskitettynä tai kiinteistökohtaisena. Keskitetty maalämpöjärjestelmä tarkoittaa sitä, että erillinen lämpökaivojen alue palvelee useita kiinteistöjä. Keskitetty maalämpöjärjestelmä vaatii siis kaivokentän perustamisen sopivalle paikalle. Maalämpöjärjestelmän avulla on mahdollista kattaa myös kesäaikainen jäähdytystarve vähäpäästöisesti vapaajäähdytyksellä, jolloin järjestelmä toimii ilman melko paljon energiaa kuluttavaa kompressoria. Lämpökaivoille sopivan tilan puutetta voi kompensoida normaalia syvemmillä lämpökaivoilla, jolloin kaivoja tarvitaan lukumääräisesti vähemmän syvemmällä vallitsevan korkeamman lämpötilan takia. Tällöin on tapauskohtaisesti verrattava suurempia porauskustannuksia saatavaan hyötyyn.



Kuva 4. Geoenergiakartta kertoo maaperän soveltuvuudesta maalämmön hyödyntämiseen. (Espoon karttapalvelu 2020)



Vakiintunutta tekniikkaa.
Pienet kasvihuonekaasupäästöt.
Hyvä hyötysuhde lämmityksessä.
Mahdollisuus jäähdytykseen erittäin hyvällä hyötysuhteella.
Energian hinta suojattu suurelta nousulta.

Suuri investointi.
Lämpökaivot vaativat tilaa.

2.2.5 Geoterminen lämpö

Maaperän lämpötila kasvaa syvyyden mukana. Syvillä lämpökaivoilla voidaan hyödyntää syvän maaperän korkeaa lämpötilaa. Esimerkiksi 2000 metrin syvyydessä lämpötila on Etelä-Suomessa noin 40 celsiusastetta, kun se normaaleissa 300 metrin kaivoissa on 7 celsiusastetta. (Seismologian instituutti 2020) Syvälämpökaivoja tarvitaan lukumääräisesti huomattavasti normaaleja kaivoja vähemmän, joten ne sopivat paremmin tiiviisti rakennetuille alueille. Yksi syvä lämpökaivo vastaa jopa kymmeniä normaaleja kaivoja. Niitä ei kuitenkaan voi käyttää rakennusten jäähdytyksessä normaalien lämpökaivojen tapaan korkean lämpötilan vuoksi.

Syväkaivot ovat vielä uutta teknologiaa, josta ei ole paljon kokemusta. Ratkaisun teknisestä toiminnasta ja kustannuksista pitkällä aikavälillä ei siten ole täyttä varmuutta. Tämän vuoksi ratkaisua ei voi tässä kehitysvaiheessa varauksetta suositella Kiviruukin energiaratkaisuksi. Geotermisen lämmön hyödyntäminen on kuitenkin erittäin kiinnostava nousussa oleva vaihtoehto, jonka kehitystä ja käytöstä saatuja kokemuksia on seurattava.



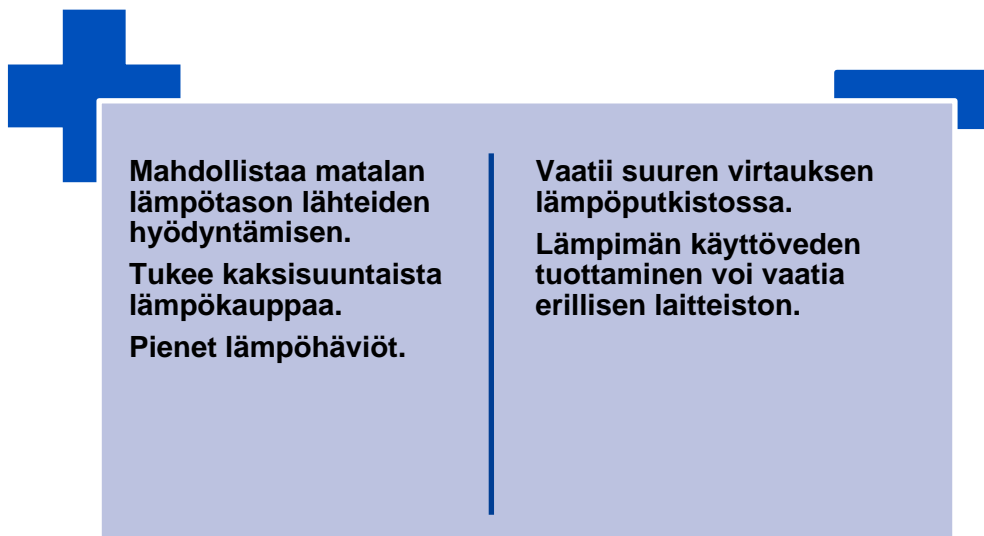
Erittäin hyvä hyötysuhde lämmityksessä.
Pieni kaivojen lukumäärä mahdollistaa sijoituksen tiiviisti rakennetuille alueille.
Pienet päästöt.

Teknologiasta vähän kokemuksia.
Ei mahdollista vapaajäähdytystä.

2.2.6 Matalalämpöverkko

Matalan lämpötilan verkosto vastaa toimintaperiaatteeltaan tavanomaista kaukolämpöverkkoa. Erona on verkostossa kiertävän veden lämpötila. Matala lämpötila mahdollistaa tavallista laajemman valikoiman erilaisia lämmönlähteitä. Verkostoon voidaan tuottaa lämpöä perinteisen lämpölaitoksen lisäksi esimerkiksi maalämpöjärjestelmällä, muilla lämpöpumpuilla, aurinkolämmöllä tai ylijäämälämmöllä. Matalat lämpötilatasot antavat paremmat lähtökohdat kaksisuuntaiselle lämpökaupalle, jossa kuluttaja voi myydä ylijäämälämpönsä verkkoon. Lisäksi matalalämpöverkoston lämpöhäviöt ovat pienemmät.

Matala lämpötila verkostossa tuo myös haasteita ja lisävaatimuksia järjestelmälle. Jos verkoston lämpö ei riitä lämmittämään käyttövedettä 60 asteen lämpötilaan legionellabakteerin kasvun ehkäisemiseksi, on järjestelmään liitettävä erillinen lisälämmitysratkaisu.

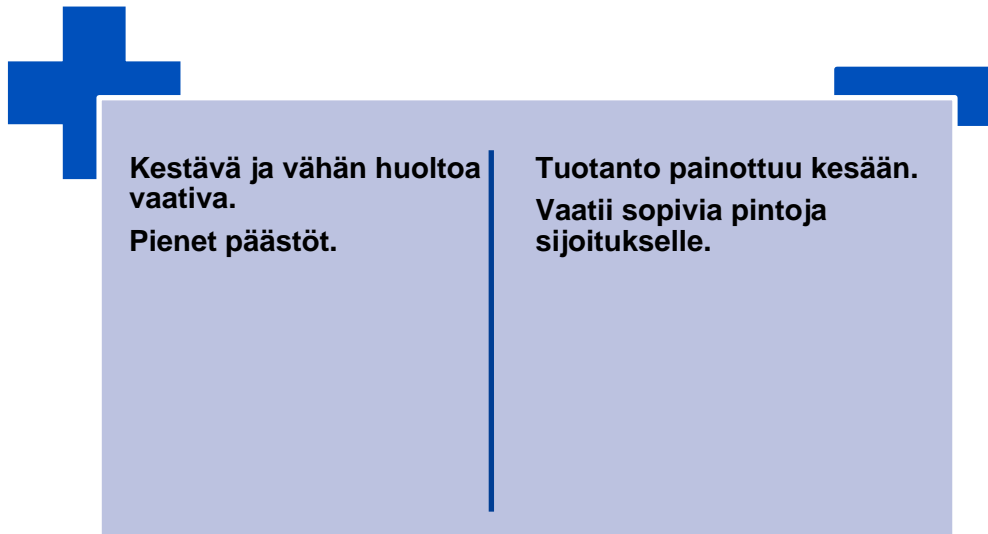


2.2.7 Aurinkoenergia

Aurinkoenergian tuotanto on voimakkaassa kasvussa Suomessakin. Kattopintoja ja muita laajoja auringon säteilyä saavia pintoja voidaan hyödyntää aurinkosähkön ja -lämmön tuotannossa aurinkosähköpaneelilla ja aurinkolämpökeräimillä. Aurinkosähkön tuotanto on tällä hetkellä yleensä taloudellisesti kannattavampaa kuin aurinkolämmön tuotanto. Aktiivinen, eli koneilla tapahtuva ja passiivinen, eli ilman koneita tapahtuva auringon lämpöenergian hyödyntäminen on syytä huomioida yhtenä kaavoituksessa yhteensovitettavana tekijänä. Aurinkoenergian passiivisessa hyödyntämisessä massoittelemisen ja aukotuksen etelään ja länteen suuntaaminen vähentää lämmitysenergian tarvetta. Tällöin on kuitenkin huomioitava ylijäämälämpöä suojaaminen kesällä.

Mahdollisuudet aurinkoenergian hyödyntämiseen Kiviruukissa ovat kokonaisuutena melko hyvät. Tosin korkean ja tiiviin rakentamisen alueella kattopinta-ala suhteessa kerrosalaan jää vähäiseksi. Tämä vaikeuttaa aurinkosähkön merkittävää tuotantoa näissä kohteissa. Lisäksi aurinkopaneelien kanssa samasta kattopinnasta kilpailevat usein viherkatot. Mahdollinen etelään kohti kasvava rakennusten korkeus aiheuttaa varjostusongelmia, mikä on huomioitava jatkosuunnittelussa aurinkoenergian tuotantoa rajoittavana tekijänä. Etelään suunnatuilta kattopinnoilta saadaan yleisesti suurin aurinkoenergian tuotto. Tulevaisuudessa on luultavasti mahdollista hyödyntää kiinteistöjen julkisivujakin aurinkoenergian tuotannossa. Huolimatta mahdollisesta aurinkosähkön tuotannosta suurin osa alueen sähköenergiasta

tulee lähtökohtaisesti valtakunnallisesta sähköverkosta. Aurinkoenergia on Suomessa lähes aina pääenergiajärjestelmää tukeva energiamuoto.



2.2.8 Keskitetty jäähdytys

Perinteinen kaukojäähdytys toimii samalla periaatteella kuin kaukolämmitys, lämmön sijaan keskitetyllä järjestelmällä jaetaan vain jäähdytystä. Espoossa kaukojäähdytysverkostosta ja jäähdytysenergian tuotannosta vastaa Fortum. Jäähdytysverkosto on tällä hetkellä saatavilla vain pienelle osalle Espoon kiinteistöistä. Espoossa kaukokylmää tuotetaan tällä hetkellä pääasiassa Suomenojalla lämpöpumppujen ja tarvittaessa meriveden avulla. Suomenojan lämpöpumput hyödyntävät jäteveden puhdistamolta tulevaa vettä tuottaessaan samanaikaisesti lämpöä ja kylmää.

Kaukojäähdytyksen päästöjen laskenta ei ole yksiselitteistä tilanteessa, jossa samalla järjestelmällä tuotetaan lämpöä ja kylmää. On osittain valintakysymys, kuinka paljon järjestelmän kokonaispäästöistä kohdennetaan jäähdytykselle. Jos kylmän ajatellaan olevan lämmöntuotannon sivutuote, sen tuotantoa voidaan pitää lähes päästöttömänä. Yleisesti kaukokylmää voidaan kuitenkin pitää vähäpäästöisenä.

Alueellisella tai korttelikohtaisella jäähdytysverkostolla voitaisiin palvella rajatumpaa käyttäjäjoukkoa. Lämpöpumppujen lisäksi jäähdytyksen tuotannossa olisi tällöin mahdollista hyödyntää suurta järjestelmää paremmin myös maakylmää. Maakylmää kerättäisi tällöin maalämpöjärjestelmän lämmityskaudella viilentämästä kaivokentästä.

<p>Perinteinen kaukojäähdytys vakiintunutta teknologiaa.</p> <p>Varmatoiminen.</p> <p>Vähäinen ylläpitotarve.</p> <p>Mahdollisuus vähäpäästöisyyteen.</p>	<p>Perinteisen kaukojäähdytyksen elinkaarikustannukset ja hiilijalanjälki riippuvat energiayhtiöstä ja käytetystä teknologiasta.</p> <p>Saatavuus Espoossa ollut hyvin rajoitettua.</p>
---	---

2.2.9 Kiinteistökohtainen jäähdytys

Vedenjäähdytyskoneikot

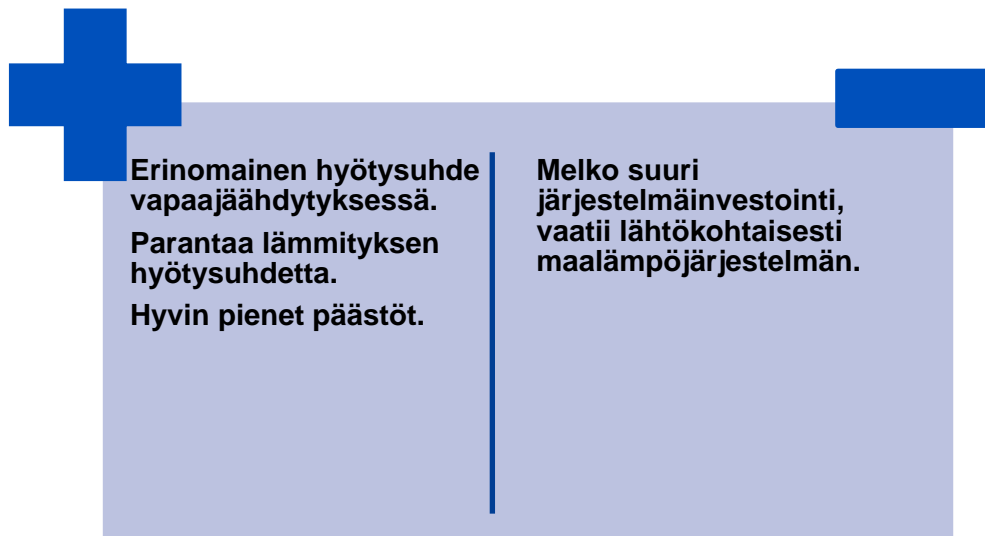
Vedenjäähdytyskoneikko koostuu kompressoriyksiköstä sekä lauhduttimesta, joka siirtää jäähdytyksessä syntyvän lämmön ulkoilmaan. Lauhduttimet asennetaan yleensä kiinteistöjen katoille. Laitteiston ympäristöystävällisyys riippuu koneikossa käytetyn sähkön tuotannon päästöistä. Laitteiston energiatehokkuutta voidaan parantaa hyödyntämällä lauhduttimesta saatava lämpö rakennuksen lämmönkulutuksessa. Tällöin voidaan puhua hybridilämpöpumpusta.

<p>Vakiintunutta teknologiaa.</p> <p>Mahdollisuus vapaajäähdytykseen rajoitetusti.</p>	<p>Voi aiheuttaa melua.</p> <p>Melko suuri huoltotarve.</p> <p>Ei energiatehokas, jos lauhdelämpöä ei hyödynnetä.</p>
--	--

Maakylmä

Maalämpöjärjestelmää voidaan hyödyntää kiinteistökohtaisen jäähdytyksen tuotannossa, kuten aiemmassa maalämpöä käsitelleessä luvussa kerrottiin. Tällöin maasta otetaan lämpöä lämmityskaudella, jolloin maaperä kylmenee. Jäähdytystä maaperää voidaan kesäkaudella hyödyntää vapaajäähdytyksessä rakennusten viilennyksessä erittäin hyvällä hyötysuhteella, koska järjestelmän eniten energiaa kuluttavaa komponenttia, kompressoria,

ei tarvitse käyttää. Jäähdytyskaudella lämpöä vastavuoroisesti varastoituu maaperään, mikä parantaa lämmityksen hyötysuhdetta.



3. Energiajärjestelmän ominaisuuksia

3.1 Energian kausivarastointi

Jotkin uusiutuvan energia muodot asettavat yleistyessään uusia vaatimuksia energiajärjestelmälle. Tuuli- ja aurinkoenergian tuotanto on kasvussa, mutta tuulen ja auringon energiaa ei ole saatavilla tasaisesti. Joskus energiaa on tarjolla enemmän kuin kulutusta, ja toisinaan toisinpäin. Energian saatavuus tuottajalle vaikuttaa luonnollisesti hintaan, jolla energiaa myydään kuluttajalle. Tämä luo tarpeen energian varastoinnille.

Suuret lämpövarastot, joissa varastoidaan lämpöä kesäkaudelta talvikaudelle ovat Suomessa melko harvinaisia. Lämpöä voidaan varastoida vesimassaan tai maaperään. Lämmön pitkäaikainen varastointi vaatii suuren kokoluokan ollakseen energiataloudellisesti kannattavaa. Tämä tarkoittaa yleensä kymmenien tuhansien tai satojen tuhansien kuutiometrien varastoja. Tällöin lämpö pysyy varastossa ilman erillistä eristystä. (Motiva 2020) Kiviruukin tapauksessa kyseeseen voisi tulla lähinnä lämmön varastoiminen maaperään. Tämä vaatisi kuitenkin jatkotutkimuksia teknistaloudellisesta toteutettavuudesta. Yleensä energiaa kannattaa varastoida vain, jos sille ei ole välitöntä käyttöä. Toisaalta jo nyt yleisessä käytössä olevat maalämpöjärjestelmät varastoivat toimiessaan maaperään vuoroin lämpöä ja vuoroin kylmää sen mukaan, käytetäänkö järjestelmää lämmitykseen vai jäähdytykseen.

Sähkön varastointi on lämmön varastointia vaikeampaa saada toteutettua taloudellisesti kannattavasti. Sähköakku on pienessä kokoluokassa yleinen, mutta suuressa kokoluokassa kallis tapa sähkön varastointiin. Merkittävänä tutkimuskohteena on tällä hetkellä ylijäämänsähkön käyttäminen vedyn tai jonkun synteettisen polttoaineen tuotantoon. Energia olisi tällöin varastoituneena kaasuna tai nesteinä, jota voisi käyttää energian tuotannossa haluttuna ajankohtana. Sähkön laajamittainen varastoinnin suunnittelu ei ole ajankohtainen aihe Kiviruukissa tämän energiasuunnitelman puitteissa.

3.2 Älykäs energiajärjestelmä

Voimakkaasti nousevana trendinä rakennusten energiankäytössä on energiajärjestelmän älykkyys. Älykkyys tarkoittaa tässä energiajärjestelmän joustavuutta ja tilanteen mukaista toimintaa. Se voi pitää sisällään vanhojen järjestelmien optimoitua käyttöä tai uuden teknologian liittämistä järjestelmään. Älykkäät energiajärjestelmät mahdollistavat korkean energiatehokkuuden ja sitä kautta pienemmät kustannukset ja päästöt. Älykäs energiajärjestelmä voi sisältää rinnakkaisia energiantuotantoyksiköitä, joita ohjataan erilaisilla algoritmeilla ja logiikoilla. Rakennusten automaatiojärjestelmät on tällöin suunniteltava siten, että järjestelmän tuottama tieto on sen hyödynnettävyyden vuoksi koneluettavaa.

Älykästä energiajärjestelmää voidaan soveltaa Kiviruukissa lämpöenergiankäytöstä aiheutuvien kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen hyödyntämällä alueella kulutusjousto ja energian kierrätystä. Kulutusjousto mahdollistaa järjestelmätasolla energiankulutuksen tilanteenmukaisen ohjauksen, jolla vältetään laajaa samanaikaista alueellista energiakäyttöä viihtyisyysolosuhteiden huonontumatta. Suuri samanaikainen energiankäyttö aiheuttaa yleensä korkeita kasvihuonekaasupäästöjä energian tuotannossa kasvavan tehontarpeen vuoksi. Suuren tehontarpeen aikana joudutaan usein käyttämään korkeita kustannuksia ja päästöjä aiheuttavia energiantuotantotapoja. Kulutusjousto toteutetaan käytännössä esimerkiksi käyttämällä hyväksi rakennusten lämmönvaraamiskykyä. Suuren rakennuksen lämmitystehoa voidaan vähentää lyhytaikaisesti sisäolosuhteiden huonontumatta varsinkin, jos rakenteiden lämpötilaa on ensin hieman nostettu.

Energian kierrättäminen on yksi keino vähentää tarvittavan energian määrää ja aiheutuneita päästöjä. Ylijäämäenergian hyödyntämistä helpottaa, jos alueen energiarakenne on sekoittunut. Tämä mahdollistaa ylijäämäenergian siirtämisen suoraan sen tarvitsijalle tai kaukolämpöverkoston. Tällöin tarvitaan samanaikaista ylijäämälämmön tuotantoa ja kysyntää. Kiviruukin älykkään energiajärjestelmän tarkempi suunnittelu tehdään jatkosuunnitteluvaiheissa.

3.3 Energiantuotannon kasvihuonekaasupäästöt

Energiantuotannon elinkaariset päästöt koostuvat useista tekijöistä. Näitä ovat esimerkiksi polttoaineen valmistus, kuljetus ja poltto. Myös ilman polttamista tapahtuva energiantuotanto vaatii erilaisten laitteistojen käyttöä. Laajasti ajatellen näiden laitteistojen valmistaminen ja lopulta käytöstä poisto aiheuttaa päästöjä. Yleensä kuitenkin energiantuotannon päästöiksi lasketaan yksinkertaisuuden vuoksi vain energian tuotantohetkellä syntyvät päästöt.

Kiviruukissa kaavaratkaisun mahdollistama tiivis kaupunkirakenne auttaa vähäpäästöisen ja tehokkaan energiajärjestelmän luomisessa alueelle. Alue sijaitsee kaukolämmön runkolinjan varrella. Verkostoa laajentamalla uudet rakennukset voidaan tarvittaessa liittää kaukolämpöjärjestelmään. Paikallisen energiayhtiön tavoite on olla hiilineutraali vuoteen 2030 mennessä, jolloin kaukolämmöstä tulee ympäristöystävällinen lämmitysmuoto. Muita vähäpäästöisiä alueelle sopivia energiaratkaisuja ovat erilaiset lämpöpumput, joita voi käyttää sekä lämmitykseen että jäähdytykseen.

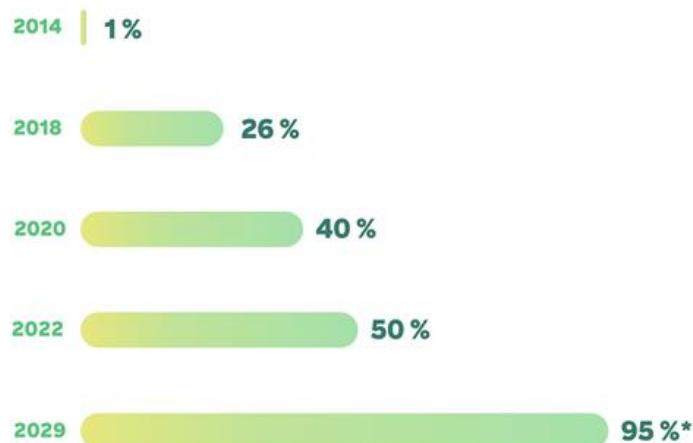
Osayleiskaava-alueelle tulee suurimmaksi osaksi asuinrakentamista, minkä vuoksi alueen jäähdytysenergiantarve on alueen rakennuttua suhteellisen vähäistä verrattuna toimisto- ja liiketilavaltaisiin alueisiin. Jäähdytystarve on alueella mahdollista toteuttaa ympäristöystävällisesti lämpöpumppujen lisäksi maakyilmällä tai kaukokylmällä. Maakyilmä vaatii toteutuakseen lämpökaivoja ja kaukokylmä sen, että energiayhtiö investoi

jäähdytysverkostoon. Jos jäähdytykseen käytetään vedenjäähdytyskoneikkoja, on pieniin päästöihin pääsemiseksi käytettävä vähäpäästöisesti tuotettua sähköä.

Suurin osa alueen rakentamisesta toteutetaan kerrostaloina, joiden vaipan ala on pieni suhteessa kerrosalaan. Uudet rakennukset ovat myös lähtökohtaisesti melko energiatehokkaita. Pienen käytönaikaisen energiankulutuksen ansiosta uusien rakennusten energiankäytöstä aiheutuvat päästöt tulevat olemaan suhteellisen pieniä. Kiviruukin lämpöenergiankäytöstä aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä voidaan lisäksi vähentää hyödyntämällä alueella aurinkoenergiaa ja kulutusjoustoja.

Alueen hiilidioksidipäästöjen kannalta ratkaisevinta on kaukolämmön- ja sähköntuotannon päästökertoimien kehitys, minkä vuoksi on tärkeää mahdollistaa paikallisen energiayhtiön siirtyminen uusiutuvien energianlähteiden käyttöön mahdollisimman nopeasti. Oletettavasti lähes kaikki alueen rakennukset lämmitetään kaukolämmöllä, erilaisilla lämpöpumpuilla, bioenergialla tai aurinkoenergialla. Kaikki nämä vaihtoehdot ovat vähäpäästöisiä suunnitelmien toteututtua, joten lämmitysvaihtoehtojen suhteellisilla osuuksilla ei ole suurta merkitystä kasvihuonekaasupäästöihin.

Alla oleva kuva 5 kertoo, kuinka Espoossa käytetyn kaukolämmön on määrä muuttua hiilineutraaliksi. Tässä energiasuunnitelmassa tehdyt päätelmät ja suositukset perustuvat siihen, että kuvassa esitetty kehityskulku toteutuu ilman merkittävää poikkeamaa huonompaan suuntaan.



*Huoltovarmuuden vuoksi tietty osuus maakaasua jää kapasiteettiin. Tämä osuus kompensoidaan.

Kuva 5. Hiilineutraalin kaukolämmön osuus Espoossa. (Fortum 2020a)

4. Suositellut vaihtoehdot energiajärjestelmäksi

Tässä osiossa esitetään päävaihtoehtoja Kiviruukin energiantuotannon, kulutuksen ja energiajärjestelmän toteutukseen siten, että alue toteuttaisi sille asetettuja tavoitteita. Nämä tavoitteet ovat kestävä kehityksen edistäminen, ilmastonmuutoksen torjunta sekä Espoon hiilineutraaliustavoitteen edistäminen. Energiateknologioiden ja energiajärjestelmien keskeisimmät ominaisuudet niitä arvioitaessa ovat luotettavuus, kustannustehokkuus ja vähäpäästöisyys. Alla esitetään ratkaisuja liittyen alueen rakennusten lämmitykseen, jäähdytykseen ja laajemmin koko energiajärjestelmän ominaisuuksiin. Vaihtoehtoja ei ole esitelty paremmuusjärjestyksessä, mikä tahansa niistä voi osoittautua toteutettavuudeltaan parhaaksi jatkosuunnittelussa ja toteutusvaiheessa. Suositusten pohjana ovat tässä luvussa

esitettävien perusteluiden lisäksi aiemmin luvuissa 2 ja 3 esitetyt teknologiakuvaukset ja perustelut.

4.1 Lämmitysjärjestelmä

4.1.1 Kaukolämpö

Kaukolämpöön perustuvaa rakennusten lämmitysjärjestelmää voidaan pitää vankkana perusvaihtoehtona Kiviruukissa. Alueella on jo olemassa kaukolämpöverkostoa, jota Fortum on ilmoittanut olevansa valmis laajentamaan ja kehittämään vastaamaan tulevaisuuden haasteita. Kaukolämmön on määrä olla hiilineutraalia vuoteen 2030 mennessä, joten ratkaisua voi pitää ekologisesti kestävä. Fortum on ilmoittanut tarjoavansa alueelle rakennettaviin kiinteistöihin kaukolämpöä mahdollisesti täydennettynä muilla alueellisilla energiaratkaisuilla, jotka voivat mahdollistaa myös rakennusten jäähtäytymisen. Fortum on kiinnostunut kehittämään alueelle myös lämpöpumpputuotantoa. (Fortum 2020b) Yhtenä uutena vaihtoehtona lämmön tuottamisena verkostoon voisi olla teollisen kokoluokan ilma-vesilämpöpumppu, joka siirtää lämpöpumpun avulla ilmasta lämpöä kaukolämpöveteen.

Kaukolämpö on mahdollista nähdä Fortum-sidonnaisena jäykkänä vanhana ratkaisuna, tai monia lämmöntuotantotapoja mahdollistavana kehittyvänä teknologiana. Jatkosuunnittelussa kaukolämpöratkaisun kehittäminen vaatisi yhteistyötä ainakin Fortumin ja Espoon kaupungin kesken.

4.1.2 Maalämpö ja kaukolämpö

Maalämmön ja osatehoisen kaukolämmön yhdistelmä on mahdollinen vaihtoehto Kiviruukissa. Maalämpöjärjestelmää ei ole yleensä suurten investointi- ja käyttökustannusten takia taloudellisesti kannattavaa mitoittaa tuottamaan kaikkea vuoden kuluessa tarvittavaa lämmitysenergiaa. Suurten lämmönkulutuksen huippuhontarpeiden aikana on suositeltavaa käyttää samanaikaisesti rinnakkaista lämmitysjärjestelmää kokonaiskustannusten optimoimiseksi. Käytännössä rinnakkaisen järjestelmän, tässä tapauksessa kaukolämmön, käyttö jää yleensä vuositasolla melko vähäiseksi. Tällainen kaksinkertainen järjestelmä voi aiheuttaa ristiriitatilanteita energiatoimijoiden kesken. Fortum joutuisi tässä tapauksessa investoimaan kaukolämpöinfrastruktuuriin, vaikka sen käyttö olisi vähäistä. Tilanne voi aiheuttaa Fortumille painetta nostaa kaukolämpöliittymän ja myydyn energian hintaa. Tämä ratkaisu vaatisi siis jatkosuunnittelussa edellä kuvatun mahdollisen ristiriitatilanteen huomioimista.

4.1.3 Maalämpö

Maalämpö voi osoittautua toimivaksi ratkaisuksi Kiviruukkiin. Maalämpöratkaisu tarkoittaa tässä sitä, että kiinteistökohtainen tai kiinteistöryhmäkohtainen maalämpöjärjestelmä mitoitetaan tuottamaan lähes kaiken vuoden mittaan tarvittavan energian, mutta ei kaikkea. Suurimpien kulutushuippujen ajaksi maalämpöjärjestelmä tarvitsee tuekseen jonkin muun järjestelmän. Tässä tapauksessa tuo tukeva järjestelmä olisi kuitenkin pienimuotoinen sekä kooltaan että investoinniltaan. Yleisesti käytetty tukijärjestelmä on sähkökattila. Maalämpöjärjestelmä vaatii suuren investoinnin, mutta sen jälkeen energian tuottaminen on edullista. Koska suurin osa energiasta tulee

ilmaisenergiana maasta, energian tuotantokustannukset ovat melko hyvin suojassa suurelta kasvulta, vaikka sähkön hinta nousisi.

Kaukolämpöverkosta irrallinen maalämpöjärjestelmä ei ole sidoksissa kaukolämmön mahdollisiin hinnannousuihin tai muihin negatiivisiin tekijöihin, mutta se ei toisaalta voi hyödyntää kaukolämpöverkoston mahdollisuuksia esimerkiksi ylijäämälämmön kierrätyksessä.

Maalämpöpumput tarvitsevat sähköä toimiakseen, mutta sähköntuotannon päästöt ovat jo nyt melko pieniä, ja niiden oletetaan laskevan melko nopeasti tulevaisuudessa. Maalämpöratkaisu on siis ekologinen. Suurena haasteena Kiviruukissakin on maalämpökaivojen tilantarve. Syvät lämpökaivot voivat kuitenkin olla ratkaisemassa tätä ongelmaa jo lähitulevaisuudessa. Jatkosuunnittelussa on perehdyttävä lämpökaivojen porauksen kehitykseen sekä tutkittava, löytyykö alueelta sopivaa paikkaa useita rakennuksia palvelevalle kaivokentälle.

4.1.4 Matalalämpöinen kaukolämpö

Matalalämpöisen kaukolämpöjärjestelmän toteuttaminen Kiviruukkiin vaatisi jatkoselvitystä. Matalalämpöinen kaukolämpö vastaa toimintaperiaatteeltaan tavanomaista kaukolämpöverkkoa, vain lämpötila verkossa on alhaisempi. Järjestelmä mahdollistaa matalien lämpötilojen lämmönlähteiden hyödyntämisen. Lämpöä voidaan tällöin tuottaa maalämpöjärjestelmällä, muilla lämpöpumpuilla, aurinkolämmöllä tai ylijäämälämmöllä.

Mikäli Kiviruukkiin päätetään rakentaa matalalämpöverkosto, on jatkosuunnittelussa kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, onko verkostoon kerättävissä ylijäämälämpöä alueelta. Ylijäämälämpöjen hyödyntämismahdollisuuksista kerrotaan tarkemmin kohdassa 4.3. Järjestelmän toteuttaja olisi luultavasti Fortum, joten luonnollisesti sen sitoutuminen toteutukseen olisi ratkaisevan tärkeää.

4.1.5 Aurinkoenergia

Passiivista ja aktiivista aurinkoenergiaa kannattaa käyttää tukemaan pääasiallista energiajärjestelmää kaikissa yllä esitetyissä tapauksissa. Vähimmillään ainakin aurinkoenergian käyttöönottoon kannattaa varautua jatkosuunnittelussa. Aurinkoenergian tukeminen ei välttämättä vaadi voimakasta suunnittelua tai kaavallista ohjausta. Aurinkopaneeleiden asennus ei vaadi yleensä lupaa, ja niitä asennetaankin uusiin rakennuksiin usein markkinaehtoisesti. Aurinkosähkön hyödyntämistä haitannut lainsäädäntö on todennäköisesti muuttumassa lähitulevaisuudessa. TEM:n älyverkkotyöryhmän loppuraportissa syksyiltä 2018 ehdotetaan, että kiinteistöissä tuotettu ja kulutettu sähköenergia voitaisiin hyödyntää ilman sähkönsiirtomaksua ja veroja. (TEM 2018) Tämä lainsäädännön muutos tekisi aurinkosähkön tuotannosta kiinteistöissä nykyistä kannattavampaa. Kaupunkisuunnittelulautakuntakin on ottanut kantaa aurinkoenergian puolesta päättäessään, että Kiviruukin massoittelussa tulee huomioida passiivisen ja aktiivisen aurinkoenergian hyödyntäminen. (Kaupunkisuunnittelulautakunta 2020)

4.1.6 Yhdistelmäratkaisut

Rakennusten lämmöntarve voidaan kattaa myös erilaisia tekniikoita yhdistävällä hybridijärjestelmällä. Tällöin voidaan yhdistää aiemmissa esimerkeissä esitettyjä yhdistelmiä monipuolisemmin esimerkiksi kaukolämpöä, maalämpöä ja muita lämpöpumppuja sekä aurinkolämpöä hyödyntäviä ratkaisuja. Tämä mahdollistaa

tapauskohtaisen optimoinnin sekä sen, ettei tarvitse sitoutua vain yhteen teknologiaan ja sen toimittajaan. **Tällaiset yhdistelmäratkaisut vaativat kehittyneen ohjausjärjestelmän.** Ohjausjärjestelmä voidaan säätää tarpeen mukaan minimoimaan kustannuksia, tarvittavan energian määrää tai päästöjä. Tämän vaihtoehdon toteutuminen riippuu paljolti eri energiateknologioiden ja ohjausjärjestelmien kehityksestä lähitulevaisuudessa. Koska tällaisen järjestelmän toteutus on normaalia monimutkaisempaa, on sille perusvaihtoehtoja vaikeampaa löytää rahoittaja, toteuttaja ja operaattori. Näihin haasteisiin vastaaminen vaativat panostusta jatkosuunnittelussa ja toteutusvaiheessa, mikäli tätä vaihtoehtoa halutaan edistää.

4.2. Jäähdytysjärjestelmä

Monissa uusissakin kerrostaloasunnoissa on liian korkea lämpötila kesällä. Asuntojen lämpötasapaino on oleellinen tekijä asumismukavuuden ja terveyden kannalta. Vaikka ilmasto on edelleen lämpenemässä, monet rakennuttajat ja asunnonhankkijat eivät ole halukkaita panostamaan asuntojensa keskitettyihin tai kiinteistökohtaisiin viilennysratkaisuihin.

Passiivista, ilman koneita tapahtuvaa liialta lämmöltä suojautumista kannattaa käyttää aina kun se on kohtuudella mahdollista. Passiivisia keinoja ovat esimerkiksi rakennuksen massoittelu ja sijoittelu, suojaavat rakennusosat, kasvillisuus sekä erikoislasit ikkunoissa. **Passiivisen suojauksen lisäksi rakennuksiin on syytä rakentaa jokin koneellinen jäähdytysjärjestelmä, tai vähintään varautua sen liittämiseen järjestelmään myöhemmin.** Kaupunkisuunnittelulautakunta on pitänyt asiaa tärkeänä päättäessään, että Kiviruukin kaavamääräyksissä ohjataan alueellisiin tai korttelikohtaisiin jäähdytys- ja viilennysratkaisuihin.

Suositteluvia vähäpäästöisiä koneellisia jäähdytysmenetelmiä ovat kaukojäähdytys, maakylmä sekä erilaiset muut lämpöpumput varsinkin silloin, kun jäähdytyksessä syntyvä lauhdelämpö hyödynnetään. Jäähdytysjärjestelmän laajuus voi vaihdella perinteisen kaukojäähdytyksen tasolta alueellisiin, korttelikohtaisiin ja kiinteistökohtaisiin ratkaisuihin. Lopullinen ratkaisu näiden välillä tehdään jatkosuunnittelussa. Sähkönkäyttöön perustuvissa jäähdytysjärjestelmissä käytetyn sähkön tuotannon päästöt ovat luonnollisesti tärkeitä järjestelmän ekologisuuden kannalta. Fortumin kaukojäähdytysverkostoa on Espoossa saatavilla harvoissa paikoissa. Perinteisen kaukojäähdytysverkon mahdollinen toteutus Kiviruukkiin on siis paljolti kiinni Fortumin ja rakennuttajien ratkaisuista.

Jatkosuunnittelussa on keskityttävä ohjaamaan energiyhtiötä ja rakennuttajia kohti keskitettyä viilennysjärjestelmää.

4.3 Muut ominaisuudet

Kiviruukin energijärjestelmään on erittäin suositeltavaa integroida älykästä ohjausta, olipa valittu energian tuotantotapa ja jakelutapa mikä tahansa. Muunlainen ratkaisu ei ole perusteltavissa ottaen huomioon tulevaisuuden vaatimukset ja energijärjestelmien yleisen kehityksen. Kaukolämpöjärjestelmään liittyvää kulutusjoustoja on tarjolla jo nykyisin. Kulutusjouston avulla vältetään kulutuspiikkien aiheuttamia suuria kustannuksia ja päästöjä. Älykkään ohjausjärjestelmän tarkka määrittely ja suunnittelu riippuu Kiviruukkiin valitusta energijärjestelmästä.

Alueen uudet rakennukset tulevat olemaan lähes kaikki asuinkerrostaloja ja toimistokerrostaloja. Tällaisista rakennuksista ei yleensä synny suuria määriä hukkalämpöä,

jota voisi hyödyntää tai kierrättää alueella. Hukkalämmön hyödynnettävyyteen vaikuttaa sen lämpötilataso, energiamäärä tietyinä ajanjaksona ja ajankohta, jolloin hukkalämpöä on tarjolla. Kesällä hukkalämpöjä syntyy talvea helpommin, mutta tarvetta niille on vähemmän. Toimistoissa hukkalämpöä voi syntyä kuitenkin kesäisin siinä määrin, että sen hyödyntämismahdollisuudet on syytä tutkia jatkosuunnittelussa.

Energian pitkäaikaisen kausivarastoinnin kannattavuus Kiviruukin alueella on vielä epävarmaa sekä lämmön että sähkön osalta. Jatkosuunnittelussa on syytä seurata varastointitekniikoiden kehittymistä ja muualta saatuja kokemuksia.

Vähäisten kasvihuonekaasupäästöjen kannalta Kiviruukin energijärjestelmä on järjestettävissä monin eri tavoin, aiemmissa luvuissa esitetyt rajoitteet huomioiden. Keskeisimpänä edellytyksenä tässä työssä suositeltujen energijärjestelmien vähäpäästöisyydelle on kaukolämmön ja sähkön tuotannon päästöjen väheneminen ennakkoidulla tavalla.

4.4. Yllätysratkaisu

On mahdollista, että tässä työssä esitetyistä päävaihtoehdoista mikään ei ole Kiviruukissa hallitsevin energiantuotantotapa tai energijärjestelmä alueen rakennuttua. Käynnissä oleva energiamurros, alueen pitkä rakentumisaika sekä yleinen teknologinen ja yhteiskunnallinen kehitys voivat johtaa ennalta arvaamattomiin kehityskulkuihin myös alueellisten energiaratkaisujen kohdalla. Tämän vuoksi olisi tärkeää mahdollistaa jatkosuunnittelussa joustavasti erilaisia energiaratkaisuja silloin kun se on mahdollista kohtuullisin panostuksin. Sopiva yllätyksiin varautumisen taso ratkaistaan tapauskohtaisesti vertaamalla varautumisen vaatimia resursseja tulevaisuudessa mahdollisesti saataviin hyötyihin. **Energijärjestelmän muuntojoustavuuteen voidaan vaikuttaa suhteellisen vähäisellä panostuksella esimerkiksi helpottamalla rakennusten teknisten tilojen sijoittamista.**

5. Ohjauskeinot energiaratkaisujen edistämiseksi

5.1 Yleinen energiaohjaus

Rakennuksiin liittyviä energiaratkaisuja ohjataan monin eritasoisin keinoin. Ohjaus alkaa kansainvälisestä energiapolitiikasta ja päättyy yksittäisen alueen yksittäisten rakennusten ohjaamiseen. Tähän väliin jäävät valtion ohjauskeinot, joita ovat esimerkiksi verotus, tukimekanismit ja lainsäädäntö. Myös alueen asukkaat ja muut toimijat voivat ohjata energiaratkaisuja. Paikallinen energiayhtiö voi toimillaan mahdollistaa ja tehdä houkutteleviksi joitakin energiaratkaisuja. Seuraavaksi esitetään kuitenkin pääasiassa niitä ohjauskeinoja, joita Espoon kaupunkiorganisaatiossa voidaan käyttää Kiviruukkiin haluttujen energiaratkaisujen edistämiseen.

5.2 Kaupungin energiaohjaus Kiviruukissa

Jotta alueellinen energiaohjaus olisi tehokasta, sitä on tehtävä koko suunnittelu- ja rakennusprosessin ajan. Kiviruukin energiaohjaus on alkanut Espoon kaupunginhallituksesta, joka on asettanut Kiviruukin osayleiskaavan tavoitteeksi kestävä kehityksen kysymysten huomioimisen liittyen ilmastomuutoksen torjuntaan. Kaupunkisuunnittelulautakunta on jatkoksi päättänyt, että Kiviruukin alueelle laaditaan

energiasuunnitelma, jolla ohjataan alueen rakentumista kestävästä kehitystä, ilmastonmuutoksen torjuntaa sekä Espoon hiilineutraaliustavoitteen saavuttamista edistävänä alueeksi. Kaupunkisuunnittelulautakunta on lisäksi ohjannut ottamaan alueen kaavamääräyksissä huomioon toimintojen sijoittelussa energiataloudellisuuden. Kaupunkisuunnittelulautakunnan mukaan massoittelussa tulee huomioida passiivisen ja aktiivisen aurinkoenergian hyödyntäminen sekä ylälämmöltä suojautuminen passiivisin keinoin. Kiviruukissa tulee myös pyrkiä alueellisiin tai korttelikohtaisiin jäähdytys- ja viilennysratkaisuihin.

Kaupungin energiaohjauskeinot Kiviruukissa voivat koskea kaavoitusta, maankäytösopimuksia, rakentamista ja rakennusten käyttöä. Kaupungin ohjaavaan rooliin kuuluvat myös rakentamisen seuranta, valvonta ja energia-asioista viestintä. Ohjauskeinojen on oltava keskenään yhteensopivia ja samaan suuntaan koko prosessin ajan ohjaavia. Kaupungin suorittaman ohjauksen luonne on yleensä pääasiassa mahdollistavaa. Tällöin voidaan esimerkiksi varata alueita uusiutuvan energian tuottamiseen tai sallia maalämpökaivojen poraaminen oman tontin ulkopuolelle yleisille alueille. Jos tiukempi ohjaus katsotaan tarpeelliseksi, on otettava käyttöön muitakin keinoja. Parhaaseen tulokseen päästään, jos kaupungilla ja alueen rakentamisesta vastaavilla on samansuuntaiset näkemykset energiajärjestelmien toteutuksesta. Kumppanuuskaavoitusta voidaan käyttää tällöin yhtenä ohjauskeinona. Kumppanuuskaavoituksessa kaavoitusta tehdään yhdessä rakentajien kanssa, jolloin voidaan yhdessä suunnitella alueen energiajärjestelmiä niiden toteuttajien kanssa.

Kaavoitettaessa yksityisessä omistuksessa olevaa maata kaupungin voimakas energiaohjaus on vaikeammin toteutettava kuin kaupungin omalla maalla. Kiviruukissa rakennettava maa on valtaosin yksityisessä omistuksessa. Yksityisellä maalla toimittaessa kaupunki voi ohjata energiaratkaisuja kaavamääräysten lisäksi maankäytösopimuksilla, joihin liitetään energiakriteereitä. Yksityiskohtaiset, tiettyyn teknologiaan sidotut kaavamääräykset voivat aiheuttaa ongelmia tulevaisuudessa. Energiateknologioiden nopea kehitys voi johtaa tilanteeseen, jossa kaavamääräykset vanhenevat ja voivat pahimmillaan jopa haitata toivottua kehitystä ja parhaiden energiaratkaisuiden käyttöönottoa. Maankäytösopimukseen sitä vastoin on mahdollista liittää monipuolisia ja joustavia energiakriteereitä, mikäli maanomistajien ja kaupungin näkemykset ovat riittävän yhdenmukaisia sopimuksen aikaansaamiseksi.

Maankäytösopimuksissa voidaan käyttää esimerkiksi Finnoon keskusta-alueelle määritellyn mallin mukaisesti pakollisia ja vapaaehtoisia kriteereitä. (Granlund Consulting 2018) Pakollisten kriteereiden on hyvä liittyä energiatehokkuuden huomioimiseen rakennusten suunnittelussa siten, että niissä määritetään energiatehokkuuden ohella tärkeimmät suunnitteluvaatimukset. Valinnaiset kriteerit käsittelevät jatkoksi konkreettisia toimia koskien energiatavoitteiden teknisiä ratkaisuja ja edistämistä sekä menettelytapoja. Valinnaiset energiakriteerit voidaan pisteyttää suhteessa niiden vaikuttavuuteen ja alueen energiatavoitteisiin. Valinnaisten kriteerien yhteispistemäärälle asetetaan minimitaso. Valinnaisten kriteerien käyttö on myös järkevää rajallisten resurssien näkökulmasta. Valinnaisuus ohjaa resursseja kohdentumaan sinne, missä niiden käytöllä saadaan suurin mahdollinen päästövähennys pienimmällä panostuksella. Kiviruukin energiaohjauksen keskeisimpiä toimia jatkosuunnittelussa onkin ratkaista, käytetäänkö alueella edellä kuvatun kaltaista maankäytösopimukseen liitettävää energiakriteeristöä.

Tehokkaaseen energiaohjaamiseen tarvitaan kaupungin omien yksiköiden lisäksi erilaisia sidosryhmiä. Kiviruukissa keskeisiä toimijoita ovat Fortum ja alueen maanomistajat. Fortum on jo ilmaissut halunsa olla kehittämässä Kiviruukin energiajärjestelmää. Alueen maanomistajien sitoutuminen energiajärjestelmän kehittämiseen on tärkeää. Jos tavoitteena on toteuttaa sellainen perusratkaisu poikkeava energiajärjestelmä, joka vaatii

maanomistajien sitoutumista ja panostusta, on heidät otettava mukaan suunnitteluun mahdollisimman varhain.

6. Yhteenveto

Kiviruukin energiasuunnitelmassa esitetään ratkaisuja, joilla ohjataan alueen rakentumista kestävää kehitystä, ilmastonmuutoksen torjuntaa sekä Espoon hiilineutraaliustavoitteen saavuttamista edistäväksi alueeksi. Selvityksessä määritetään ensin alueen rakennusten energiatarpeet, jonka jälkeen kuvataan erilaisia energiaratkaisuja ja energiajärjestelmien ominaisuuksia. Lopuksi esitellään Kiviruukiin parhaiten sopivia energiaratkaisuja ja energiaohjausta.

Pääkriteereinä energiaratkaisua arvioitaessa ovat luotettavuus, kustannustehokkuus ja vähäpäästöisyys. Esitetyistä energiateknologioista osa on vakiintuneita, osa vasta yleistymässä olevia. Suositeltavat energiaratkaisut perustuvat pääosin yleisessä käytössä olevaan, kustannustehokkaaseen teknologiaan, kuten kaukolämpöön, maalämpöön ja aurinkoenergiaan. Energia-alan nopean kehityksen vuoksi on kuitenkin mahdollista, että parhaimmiksi vaihtoehtoisiksi osoittautuvat jotkin uudet teknologiat, tai nyt yleisessä käytössä olevien teknologioiden uudet versiot. Tällaisia voivat olla esimerkiksi erilaisten lämpöpumppujen monipuoliset yhdistelmät. Alueen jäähdytysjärjestelmäksi sopivat parhaiten passiivisen yllämmöltä suojautumisen lisäksi kauko- ja aluejäähdytys, maakylmä sekä erilaiset lämpöpumppuratkaisut.

Hyvään alueelliseen energiajärjestelmään kuuluu muitakin ominaisuuksia kuin energian tuotanto, jakelu ja kulutus. On ratkaistava myös esimerkiksi ohjausjärjestelmä, mahdollinen energian varastointi ja ylijäämäenergian hyödyntäminen. Kiviruukin energiajärjestelmään on syytä yhdistää älykästä ohjausta, olipa järjestelmä muuten millainen tahansa. Energian pitkäaikaisen kausivarastoinnin kannattavuus Kiviruukin alueella on vielä epävarmaa sekä lämmön että sähkön osalta. Jatkosuunnittelussa on syytä seurata energian varastointitekniikoiden kehittymistä ja muualta saatuja kokemuksia.

Pienten kasvihuonekaasupäästöjen kannalta Kiviruukin energiajärjestelmä on järjestettävissä monin eri tavoin, aiemmissa luvuissa esitetyt periaatteet ja rajoitteet huomioiden. Kaukolämpö, maalämpö ja muut lämpöpumput täyttävät vähäpäästöisyyden kriteerit. Keskeisimpänä edellytyksenä tässä työssä suositeltujen energiajärjestelmien vähäpäästöisyydelle on kuitenkin kaukolämmön ja sähkön tuotannon päästöjen väheneminen ennakkoidulla tavalla.

Valitun energiaratkaisun ohjaaminen kohti toteutusta eri vaiheissa on oleellista. Kiviruukin energiaohjauksen keskeisimpiä toimia jatkosuunnittelussa on ratkaista, käytetäänkö alueella maankäyttösopimukseen liitettävää energiakriteeristöä. Alueen toimijat on syytä ottaa varhaisessa vaiheessa mukaan energiasuunnitteluun.

7. Lähdeluettelo

- Energiateollisuus ry (2019). Kaukolämpötilasto 2019.
<https://energia.fi/uutishuone/materiaalipankki/kaukolampotilasto.html#material-view>
- Espoon karttapalvelu (2020). Geoenergiakartta. <https://kartat.espoo.fi/ims>
- Fortum (2020a) Hiilineutraalin kaukolämmön osuus Espoossa. <https://www.fortum.fi/espoo>
- Fortum (2020b) Lausunto Kiviruukin osayleiskaavaluonnokseen 840400. 5.6.2020
- Granlund Consulting Oy (2018) Finnoon keskusta-alueen energiasuunnitelma (2018)
<https://espoo.emmi.fi//cSvP2DxpS5xG>
- KSL (2020). Kaupunkisuunnittelulautakunta. Pöytäkirja 1.4.2020
<https://espooprodfi.oncloudos.com/cgi/DREQUEST.PHP?page=meetingitem&id=2020500572-4>
- Motiva (2020). Kausivarastointi.
https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelman_kaytto/aurinkolammon_varastointi/kausivarastointi (26.9.2020)
- SECAP (2019). Espoon kaupungin kestävän energian ja ilmaston toimintasuunnitelma Sustainable Energy and Climate Action Plan of Espoo under the Covenant of Mayors (CoM).
<https://www.espoo.fi/download/noname/%7BED4C444A-543F-42E7-8545-DCE5F071B726%7D/121480>
- Seismologian instituutti (2020). Geotermisen energian eri muodot.
<https://www.helsinki.fi/fi/seismologian-instituutti/maanjaristykset/geotermisen-energia-ja-indusoidut-maanjaristykset/geotermisen-energian-eri-muodot> (27.9.2020)
- TEM (2018). TEM:n älyverkkotyöryhmän loppuraportti (24.10.2018) Keskeiset ehdotukset.
https://tem.fi/documents/1410877/2132296/%C3%84lyverkkoty%C3%B6ryhm%C3%A4n_keskeiset_ehdotukset_241018/3800ce98-68bc-da20-52e9-494722cfc2bd/%C3%84lyverkkoty%C3%B6ryhm%C3%A4n_keskeiset_ehdotukset_241018.pdf