



ESPOON POHJOIS- JA KESKIOSIEN YLEISKAAVAN LÄMPÖENERGIAHUOLLON LÄHTÖKOHTIA



ESPOON POHJOIS- JA KESKIOSIEN YLEISKAAVA



Nyt valmistellaan Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaavaluonnosta. Tätä vaihetta on edeltänyt visio-työ, joka valmistui vuonna 2015. Kaavaluonnoksen valmisteluvaiheessa laaditaan monenlaisia maan-käyttöön liittyviä tarkasteluja, havaintomateriaaleja ja selvityksiä. Näiden tarkastelujen, selvitysten ja vaikutusten arvioinnin on tarkoitus kuvata, havainnollistaa sekä tarjota tietoa laajan kaava-alueen eri teemoista. Tieto on tarkoitettu kaikille osallisille, päätöksentekijöille ja suunnittelijoille.

Espoon ilmasto-ohjelman 2016–2020 mukaisesti Espoon kaupungin tavoitteena on hiilineutraalius vuoteen 2050 mennessä ja välitavoitteena on 60 % asukaskohtainen päästövähennys vuoden 1990 tasosta vuoteen 2030 mennessä. Yhtenä ilmasto-ohjelman hyötytavoitteena on uusiutuvien energi-anlähteiden käyttöönoton edistäminen. Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaavan tavoitteilla pyritään myös edistämään Espoon ilmastotavoitteita. Kaavan tavoitteena on muun muassa mahdollistaa laa-jempaa aluetta palveleva, uusiutuviin energianlähteisiin pohjautuva energiantuotanto sekä paikalli-nen uusiutuva energia.

Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaavan luonnosvaiheen aikana on laadittu kaksi alueen tulevia energiaratkaisuja käsittelevää selvitystä, jotka konkretisoivat sitä, miten hiilineutraaliutta ja ener-giaratkaisujen taloudellisuutta voidaan yleiskaava-alueella edistää erityisesti lämpöenergian tarpee-seen ja tuotantoon vaikuttamalla. Koska yleiskaavan aikajänne on hyvin pitkä ja alue rakentuu vai-heittain, tarkoituksenmukaisten energiaratkaisujen ennustaminen on haastavaa. Espoon pohjois- ja keskiosien lämpöenergiahuolto -selvityksessä on esitetty pitkän aikaskaalan visioita erilaisten ener-giantuotantomuotojen ja jakelujärjestelmien vaihtoehtoista kaava-alueella. Selvityksen on laatinut Esa Kemppinen Espoon kaupunkisuunnittelukeskuksesta. Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava -aluetyyppikohtaiset energiaratkaisut - raportissa taas on pyritty tunnistamaan alueen energiantuotan-nossa tarvittavat energiantarpeet, hukkalämmön hyödyntämismahdollisuudet ja alueelle soveltuvat verkostot hyödyntäen neljää esimerkkialuetta.

Yleiskaava-alueen hiilineutraaliutta tukevien ja taloudellisesti kannattavien energiaratkaisujen tunnis-taminen on prosessi, joka jatkuu yleiskaavatyön aikana, ja tarkentuu yksityiskohtaisemmassa kaavoi-tuksessa. Energiaratkaisuvaihtoehtojen työstämisessä ja jalkauttamisessa tulee lisäksi tehdä tiivistä yhteistyötä toimijoiden ja asukkaiden kanssa.

Toivon teille kiinnostavia lukuhetkiä tämän selvityksen parissa!

Petri Tuomala
Yleiskaavapäällikkö

Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaavan lämpöenergiahuollon lähtökohtia

10.3.2017

Esa Kemppinen

© Espoon kaupunki 2017

10.3.2017

Tiivistelmä

Tässä työssä tarkasteltiin Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava-alueen lämpöenergiahuollon toteuttamisen mahdollisuuksia Espoon kaupunkisuunnittelukeskuksen laatiman Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava - visio 2050:n ja Espoon kaupunginhallituksen vuonna 2015 päättämien kaavan tavoitteiden pohjalta. Ohjaavina teemoina olivat kestävä kehitys, uusiutuvien luonnonvarojen hyödyntäminen paikallisten ominaispiirteiden mukaisesti sekä uusien teknologioiden rooli lämpöenergiahuollossa.

Vastauksia etsittiin tulevan rakennuskannan lämpöenergiahuollon osalta kysymyksiin, kuinka paljon visioperiodin lopputilassa energiaa tarvitaan, missä ja millä keinoilla sitä tuotetaan, miten sitä jaetaan, ketkä sitä kuluttavat ja miten ekologisia energiaratkaisut ovat. Lähtökohtana oli, että sähköä on saatavissa koko alueella valtakunnan verkosta.

Selvityksessä tarkasteltiin tilannetta, jossa alueella olisi vuonna 2050 60000 uutta asukasta ja 11000 uutta työpaikkaa. Yhdyskuntarakenteen kasvun dynamiikkaa ei tarkasteltu, mutta energiaratkaisuiden osalta painotettiin modulaarisuuden ja skaalattavuuden tärkeyttä.

Lämpöhuollon pääenergiamuodoiksi valikoituivat ympärivuotisen käyttövarmuuden ja ekologisen tulevaisuusnäköymän perusteella kauko/alueämpö sekä maalämpö ajatuksella ”kerrostalot tiheään rakentamisen alueella kauko/alueämpöön ja pientalot väljemmän rakentamisen alueella maalämpöön”. Tukeviksi energiamuodoiksi suositeltiin aurinko- ja bioenergiaa (esimerkiksi varaavat takat) sekä lämpöpumppujen käyttöä tapauskohtaisesti.

Uusiutuvia energialähteitä hyödyntävän hajautetun energiatuotannon suosio kasvaa globaalisti, joten uusien teknologioiden kehityksen seuranta on tarpeellista. Ne voivat asettaa alueen tulevat energiavalinnat täysin uuteen valoon ekologisuuden, energiatehokkuuden ja edullisuuden takia. Näitä teknologioita ovat muun muassa vesistöenergia ja geotermiset syväreiät, joiden osalta ilmaista paikallista energiaa on käytännössä rajattomasti käytettävissä. Myös uusien liiketoimintamallien kehitystä, kuten ”energia palveluna”, on syytä seurata.

Laskelmat rakennusten lämmitysenergian tarpeelle tehtiin vuoden 2018 rakentamismäärien mukaan. Samalla oletettiin, että kolmessa vuosikymmenessä normit kiristynevät noin 30 prosentilla. Laskelmien perusteella arvioitiin, että kaikkien uusien rakennusten aiheuttama lämpötehon lisätarve alueella on noin 30 MW, josta keskitetyn tuotannon piirissä on 16 MW ja hajautetun 14 MW.

Mikäli sekä kauko/alueämpö että sähköenergia tuotettaisiin hiilineutraalisti, olisi alueen energiahuolto kestävä kehityksen piirissä. Maalämpöä hyödyntävät pientalovaltaiset alueet voisivat olla jokseenkin

10.3.2017

nettoenergiaomavaraisia esimerkiksi kalenterivuoden jaksoissa mitattuna.

Sisällysluettelo

Tiivistelmä.....	1
1 Johdanto.....	3
2 Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaavan tavoitteet	4
2.1 Yleiskaava-alue	5
3 Espoon pohjois- ja keskiosien asukasluvun ja uuden rakennuskannan arvio yleiskaavassa ..	7
4 Espoon pohjois- ja keskiosien energiahuolto	9
4.1 Yleisiä lämpöenergiahuollon periaatteita ja tavoitteita.....	9
4.2 Lämpöenergiahuollon toteuttamisen oletuksia ja työn rajaus	11
4.3 Uusiutuvat energianlähteet Espoon pohjois- ja keskiosissa	12
4.4 Lämpöenergiahuolto käytännössä	15
4.4.1 Kaukolämpö- ja kaasuverkko	16
4.4.2 Maalämmön käytettävyys.....	18
4.4.3 Aurinkoenergian käytettävyys.....	19
4.4.4 Bioenergian käytettävyys	19
4.4.5 Vesistöenergian käytettävyys	20
4.4.6 Tuulienergian käytettävyys.....	20
4.4.7 Uudet teknologiat	20
4.5 Lämpöenergiahuollon kaksi mallia Espoon pohjois- ja keskiosiin	21
4.6 Espoon pohjois- ja keskiosien lämpöenergiatarpeen arviointi	23
4.6.1 Lämpöenergiatarpeen laskeminen ja tulokset	24
5 Johtopäätökset	28
Viitteet.....	30

10.3.2017

1 Johdanto

Espoota kehitetään Espoo-tarinan mukaan aidoksi viiden kaupunkikeskuksen ja paikalliskeskusten verkostokaupungiksi, jossa vuonna 2025 asuu 300 000 asukasta [1]. Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava - Visio 2050 luotaa tätä tulevaisuudenkuvaa vielä neljännesvuosisadan verran kauemmaksi [2]. Siinä hahmotellaan 60000 uuden asukkaan ja 11000 työpaikan sijoittumista kaava-alueelle vuoteen 2050 mennessä. Espoon kaupunginhallitus on vuonna 2015 linjannut Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaavan tavoitteet, alue 722300 [3].

Suunnittelualue on alueena laaja, 169 km² eli yli 50 % Espoon maapinta-alasta, ja se on melko harvaan asuttu. Uuden suuren asukasjoukon sijoittaminen alueelle on tehtävänä monitahoinen. Eräs keskeisistä yhdyskuntasuunnittelun haasteista on energiahuollon toteuttaminen alueelle.

Tässä työssä kohteena on lämpöenerghuolto, sillä sähkön oletetaan tulevan alueelle valtakunnan verkosta. Työssä tarkastellaan, paljonko alueelle tarvitaan energiaa, miten sitä kannattaa tuottaa, varastoida ja jakaa, sekä miten ekologisuus saavutetaan ja miten tuotanto voisi sijoittua alueelle sopivasti teknistaloudellisessa mielessä ja älykkäästi ohjattuna. Laskelmat tehtiin vuoden 2018 rakentamismäärien mukaan kuitenkin olettaen, että normit tiukkenisivat vision tavoitevuotta lähestyttäessä arviolta 30 prosentilla.

Espoon rakennuskanta on laajalti Fortum Power and Heat Oy:n kaukolämpöverkossa. Päävoimala sijaitsee Suomenojalla. Fortumin kaukolämpöverkko ulottuu pohjoisimmillaan Pohjois-Espoon Kalajärvelle, noin 18 kilometriä linnuntietä Suomenojalta. Länsisuunnalla kaukolämpöverkko ulottuu Gumböleen noin viiden kilometrin päähän palvelukeskukseksi suunnitellusta Histan alueesta.

Laajuutensa ja asutuksellisen hajanaisuutensa vuoksi kaukolämpö-, tai vaihtoehtoisesti aluelämpöinfrastruktuurin rakentaminen koko kaava-alueelle ei liene perusteltavissa taloudellisena investointina, joten muitakin lämpöenerghian tuotantotapoja tulee hyödyntää. Tällöin päädytään hybridiratkaisuun, joka koostuu sekä keskitetystä että hajautetusta energiantuotannosta. Tässä työssä hybridiratkaisua pidetään lähtökohtana alueen lämpöenerghianhuollolle sen monipuolisuuden ja joustavan toteuttamisen vuoksi.

Tavoitteena on energiatehokas ja kestävä kehityksen mukainen lämpöenerghahuolto, joka painottaa modulaarisuutta ja skaalattavuutta alueen kasvudynamiikan hallitsemiseksi. Lisäksi tarkoituksena on tuoda esiin uusien teknologioiden potentiaalia vision aikaraamissa sekä lämpöenerghian älykästä ohjausta. Nämä tukevat kiertotalouden periaatetta ja ne voivat johtaa alueen lämpöenerghahuollon uudelle pohjalle. Etenkin alueella olevia uusiutuvia ja ilmaisia energianlähteitä käytännössä rajattomine saatavuuksineen (auringon säteily, maalämpö,

10.3.2017

syväreiät, vesistöenergia ja ilma) tulisi suosia. Niillä päästäisiin alueella kohti nettoenergiaomavaraisuutta ja irti tuontipolttoaineiden käytöstä.

Paikallisominaisuuksiin perustuvilla kiertotalouden mukaisilla lämpöenergiahuollon ratkaisuilla voidaan lisätä hajautettua energiantuotantoa ja luoda uutta paikallista liiketoimintaa. Lisäksi maankäytön suunnittelulla ja kaavoituksella voidaan edistää hajautetun energiantuotannon toimintaedellytyksiä.

2 Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaavan tavoitteet

Espoon kaupunginhallitus päätti 31.11.2015 Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaavan tavoitteet, alue 722300 [3]. Päätyistä kohdista useat liittyvät energiahuoltoon, asumisen, rakentamisen, työpaikkojen, uusiutuviin energialähteisiin pohjautuvan tuotannon tai kaavoituksen kautta:

1.1 Kaava-alueella varaudutaan Länsiradan myötä noin 60 000 uuteen asukkaaseen ja noin 11 000 uuteen työpaikkaan vuoteen 2050 mennessä. Mitoitus tarkentuu suunnittelutyön kuluessa.

1.2 Kaupunkirakenteen toiminnallista eheyttä vahvistetaan täydennysrakentamisella ja palvelut keskitetään sitä tukeviksi. Tuetaan pientalorakentamisen kehittymistä.

1.3 Mahdollistetaan Länsiradan uusien asemanseutujen rakentaminen.

1.4 Alueiden identiteettiä vahvistetaan korostamalla niiden ominaispiirteitä ja mahdollistamalla erilaiset asumisen muodot. Kehitetään monipuolista asuntokantaa sekä edistetään alueiden houkuttelevuutta ja viihtyisyyttä.

1.5 Kävelyn, pyöräilyn ja joukkoliikenteen edistämistä korostetaan alueiden suunnittelussa ja täydennysrakentamisessa. Parannetaan keskusten välisiä joukkoliikenneyhteyksiä ja lyhennetään matkaketjuja sekä edistetään kulkutapojen valintamahdollisuuksia.

1.6 Siniviherrakenne turvataan ekologisena ja toiminnallisena kokonaisuutena sekä kulttuuriympäristöjen monimuotoisuutta kehitetään alueen identiteetin ja vetovoimaisuuden vahvistajana.

1.7 Energiaratkaisuissa luodaan edellytykset laajempaa aluetta palvelevalle, uusiutuviin energialähteisiin pohjautuvalle tuotannolle sekä paikallisesti tuotettavalle uusiutuvalle energialle.

1.8 Luodaan edellytykset järjestää yhdyskuntatekninen huolto kestäväällä tavalla ja varmistetaan sille riittävät alueet.

1.9 Strategiset alueet

Espoon keskuksen vetovoimaa ja elinvoimaisuutta vahvistetaan osana Espoon kaupunkiradan kasvu- ja kehityskäytävää. Edistetään

10.3.2017

lähialueiden kytkeytymistä kaupunkirataan erityisesti kävelyn, pyöräilyn ja joukkoliikenteen keinoin. Alueen roolia vahvistetaan läntisen seudun (Espoo, Kirkkonummi, Vihti) liikenteellisenä solmuna ja palvelurakenteen keskuksena. Aluetta kehitetään kaupunkimaisena, monipuolisten palvelujen ja kohtaamispaikkojen keskuksena. Keskustan läheisyydessä mahdollistetaan kaupunkimaisen pientaloasumisen täydentyminen.

Kehä III:n aluetta vahvistetaan työpaikka-alueena ja osana metropolialueen elinkeinovyöhykettä. Turunväylän ja Nupurintien käytävän merkitystä työpaikka-alueena vahvistetaan tulevan Länsiradan toteutumisen myötä ja mahdollistetaan seudullisen ekoteollisuusalueen toteutuminen.

Pohjois-Espoon ja Vihdintien käytävän merkitystä vahvistetaan seuturakenteessa. Kalajärven alueen yhteyksiä muualle Espooseen ja yli kuntarajojen parannetaan. Liikenneverkkoa kehitetään tasapuolisesti siten, että se tukee alueen elinvoimaisuutta sekä joukkoliikenteen järjestämistä.

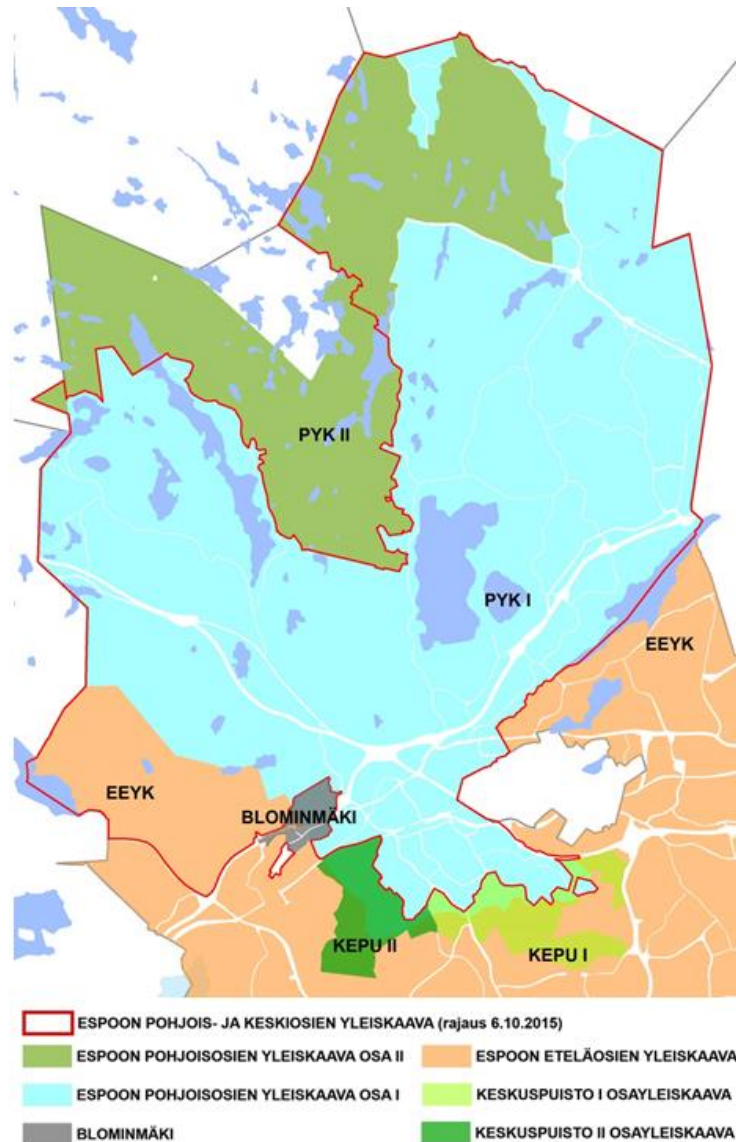
Päädetty tavoitteet toimivat tämän lämpöenergiahuoltoon keskittyvän selvityksen pohjana.

2.1 Yleiskaava-alue

Suunnittelualue käsittää seuraavat osat kuvan 1 mukaisesti:

- Espoon pohjoisosien yleiskaavan osan I
- Espoon pohjoisosien yleiskaavan osan II Vihdintien pohjoispuolisen osan sekä Vihdintien etelä puolelta Takkulan ja Velskolan alueet.
- Espoonkartanon alueen, jota rajaa etelässä Kehä III ja lännessä Lapinkyläntie
- Soittilan alueen Siikajärveltä.
- Lahnuksen ampumaradan alueen
- Kaukalahden alueelta Espoon eteläosien yleiskaavassa vahvistamaton alue, jossa ei ole voimassa olevaa yleiskaavaa

10.3.2017



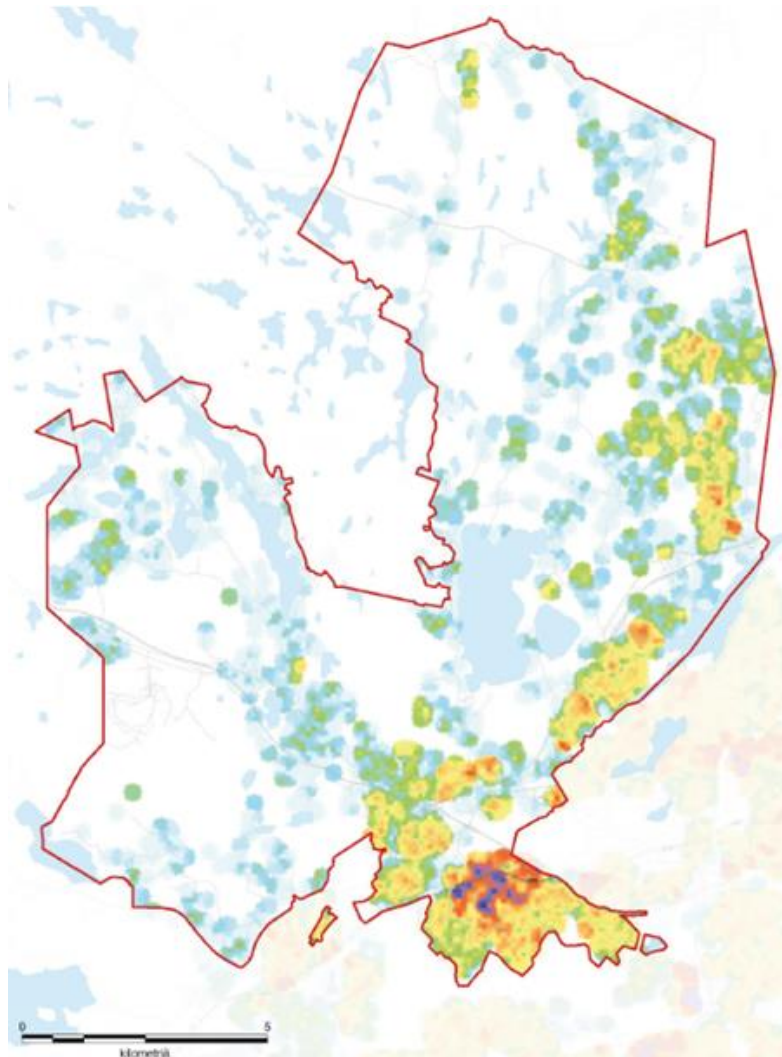
Kuva 1. Voimassa olevat yleiskaavat vireillä olevan Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaavan alueella.

Suunnittelualueesta noin 20 % on asemakaavoitettu (kesäkuu 2015). Asemakaavoittamattoman alueen yhdyskuntarakenne on muodostunut pääosin Espoon kaupunkisuunnittelulautakunnan hyväksymien suunnittelutarveratkaisujen valmisteluperiaatteiden mukaan.

Alue on pääosin yksityisessä omistuksessa ja alueella on useita yksityisiä maanomistajia.

Vuonna 2015 kaava-alueella oli noin 51000 asukasta. Suurin väestötiheys sijaitsee Espoon keskuksessa, joka on alueen ainoa kaupunkikeskus, kuva 2. Alueen ainoa palvelukeskus sijaitsee Kalajärvellä.

10.3.2017



Kuva 2. Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava-alueen väestötiheys vuonna 2016.

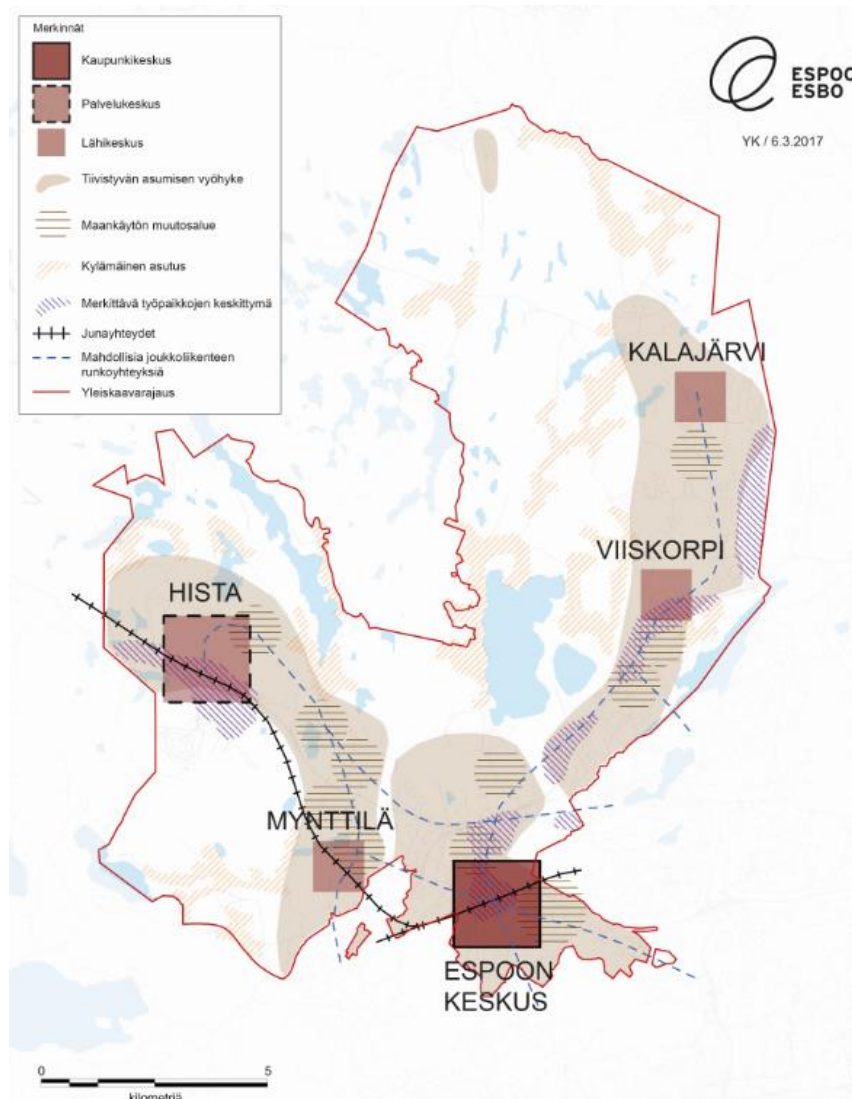
Vuonna 2015 Vanha-Espoon suuralueella asukkaita oli 40000 asukasta. Nuoksio-Nupuri-tilastoalueella oli asukkaita yhteensä 2000.

Pohjois-Espoon suuralueella asukkaita oli noin 11000. Vanhakartano-Röylä-tilastoalueella oli asukkaita yhteensä 7000 ja Kalajärvi-Lakisto-tilastoalueella noin 4000 asukasta.

3 Yleiskaava-alueen asukasluvun ja uuden rakennuskannan arvio yleiskaavassa

Asuinrakennusten lämpöenergian tarvetta arvioidaan tässä selvityksessä yleiskaavatyön yhteydessä laaditun alustavan rakentamisen laajuuden perusteella. Arviota varten yleiskaava-alue on jaettu läntiseen ja itäiseen puoleen sekä keskiosiin, kuva 3. Näistä kaksi ensimmäistä noudattelee pääliikenneväylien linjoja ja viimeinen keskittyy Espoon keskuksen läheisyyteen.

10.3.2017



Kuva 3. Yleiskaavaluonnoksen rajausta sekä maankäytön tavoitetilanne (2050)

Yleiskaavan tavoitteiden mukaan länsipuolen kehittäminen perustuu länsiradan toteutumiseen ja sen tuomaan uuteen joukkoliikennekapasiteettiin. Radan merkitystä on pidetty keskeisenä länsipuolen kasvukehityksen kannalta. Täten yleiskaavan luonnosvaiheessa on arvioitu, että länsipuoli on itäpuolta kerrostalovaltaisempi. Vastaavasti keskiosien uudet rakennustyytit voidaan olettaa pääosiltaan kerrostalovaltaisiksi, koska Espoon keskus ja sen lähiympäristö on pääosin asemakaavoitettu kerrostalovaltaisesti.

Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaavatyön yhteydessä tätä selvitystä varten laadittuja esimerkinomaisia arvioita uusien asukkaiden lukumäärästä ja aluetyyppien prosentuaalisesta osuudesta on esitetty alla. Arviot tarkentuvat suunnittelutyön kuluessa.

10.3.2017

Arvioissa käytetyt aluetyypit ovat:

- C = Keskusta
- A1 = Tehokas ja tiivis kerrostalovaltainen alue
- A2 = Uudet ja tiivistyvät asumisen alueet
- A3 = Olemassa olevat ja täydentyvät pientaloalueet

Arvioissa on käytetty oletusta, jossa A2-tyyppisten alueiden uuden asumisen pientalo-osuus on arvioitu olevan 30 %. Vastaavasti A3-tyyppisillä alueilla osuus on arvioitu olevan 90 %. C- ja A1-alueilla ei ole arvioitu olevan uusia pientaloja.

Arvioiden perusteella länsipuolella olisi uusia pientaloasukkaita noin 20 %. Itäpuolella uusia pientaloasukkaita on arvioitu noin 40 %. Espoon keskuksen alueelle ei ole arvioitu uusia pientaloasukkaita.

Arvioinneissa on käytetty asumisväljyytenä 50 k-m² / henkilö.

4 Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaavan tai yleiskaava-alueen energiahuolto

4.1 Yleisiä lämpöenergiahuollon periaatteita ja tavoitteita

Lämpöenergiahuollon yleisiä periaatteita ovat häiriöttömästä saatavuudesta, kilpailukykyisestä hinnasta ja ympäristöystävällisyydestä huolehtiminen. Valtakunnan tasolla Suomen energiahuolto perustuu hajautettuun ja monipuoliseen energian tuotantojärjestelmään, ja energiaa pyritään tuottamaan kasvavassa määrin uusiutuvista energialähteistä. Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaavan tai yleiskaava-alueen lämpöenergiahuollon periaatteina ovat samaan tapaan keskitetyn ja hajautetun lämpöenergiatuotannon hyödyntämien, ekologisuus sekä energiatehokkuus. Uusiutuvia energialähteitä pyritään käyttämään alueellisesti perustellusti paikalliset luonto- ja miljööarvot säilyttäen.

Kaupunginvaltuusto hyväksyi Espoon asunto-ohjelman vuosille 2014 - 2016 kokouksessaan 9.6.2014. Asunto-ohjelma koostuu tavoiteosasta ja nykytilan kuvauksesta. Tavoiteosassa on esitetty 34 toimenpidettä, joiden tarkoituksena on muun muassa edistää uusiutuvien energialähteiden käyttöä ja parantaa asumisen energiatehokkuutta [4].

Lämpöenergiahuollon valinnalla vaikutetaan ilmastoon laatuun. Espoo ilmoittaa omassa ilmasto-ohjelmassaan tavoittelevansa hiilineutraalisuutta vuoteen 2050 mennessä [5]. Konkreettisia toimenpiteitä tämän saavuttamiseksi ovat muun muassa:

10.3.2017

- Edistetään uusiutuvien energianlähteiden käyttöönottoa. Tavoitteena on lisätä uusiutuvan energian osuutta tuotannossa ja kulutuksessa.
- Maankäytön suunnittelulla tuetaan vähäpäästöistä elämäntapaa. Kaavoituksella ohjataan ilmaston kannalta myönteiseen maankäyttöön, eri yhdyskunnan toimintojen sijoittumiseen ja rakentamiseen.

Lisäksi Espoo pyrkii edistämään kaukolämmön ja kaukokylmän tuottamista uusiutuvilla energialähteillä. Maalämmön hyödyntämistä helpotetaan poistamalla sille asetettuja rajoituksia. Kaavoituksessa lämpökaivoja on kokeiluluonteisesti osoitettu puistoihin ja lähelle yleisiä alueita.

Oman ilmasto-ohjelmansa lisäksi Espoo on sitoutunut pääkaupunkiseudun ilmastostrategiaan ja sen tavoitteisiin. Pääkaupunkiseudulla suurin päästöjen lähde on kaukolämpö. Hiilidioksidipäästöjen alentamisessa uusiutuvien polttoaineiden käyttö on avainasemassa [6].

Espoo on myös mukana kunta-alan energiatehokkuussopimuksessa (KETS). Energiatehokkuussopimuksen mukainen toiminta on jatkuva prosessi, joka ohjaa organisaatiota jatkuvaan energiatehokkuuden parantamiseen [7].

Muita tavoitteita Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava-alueen lämpöenergiahuollon osalta ovat muun muassa:

- Energiaratkaisut ovat elinkaarikustannuksiltaan ja huoltovarmuudeltaan perusteltavissa.
- Energiaa on riittävästi laadukkaaseen elämiseen, se on kohtuuhintaista, laadukasta ja saatavuudeltaan riskitöntä.
- Nettoenergiaomavaraisuus on etenkin pientalovaltaisilla alueilla tavoittelemisen arvoista esimerkiksi vuositasolla.
- Hajautettua pienenergiatuotantoa pyritään optimoimaan älykkään ohjauksen avulla kokonaisvaltaisesti, kriteereinä muun muassa päästöjen, kustannusten ja katkosten minimointi, kulutushuippujen leikkaus tai siirto jne. Pitemmällä tähtäimellä useita energiantuotantoyksiköitä voidaan tarvittaessa yhdistää älykkääksi virtuaalivoimalaksi (VPP, Virtual Power Plant).
- Lämpöenergiahuolto hyödyntää kiertotalouden periaatteita ja pyrkii käyttämään jo luodun energiamäärän mahdollisimman tarkasti hyväksi. Tämä korostaa energiavirtojen kokonaisvaltaisen suunnittelun merkitystä [8].

10.3.2017

- Kuluttajien kannalta energiahuolto on ongelmaton, luotettava, ekologinen ja energian hinta on ennustettava ja kilpailukykyinen.

4.2 Lämpöenergiahuollon toteuttamisen oletuksia ja työn rajaus

Kaavan tavoitevuosi (2050) on runsaan 30 vuoden päässä. Siihen mennessä yhdyskuntarakentamisen monilla osa-alueilla epäilemättä tapahtuu kehitystä; vanhaa teknologiaa poistuu ja uutta tulee tilalle.

Lämpöenergiahuollon näkökulmasta kiinnostavia asioita ovat muun muassa energian tuotantotekniikoiden, siirron, varastoinnin ja älykkään ohjauksen kehitys. Sekä myös se, miten energian kuluttaminen muuttuu yksilö- ja yhteisötasoilla; mennäänkö kohti suurempaa vai pienempää asukaskohtaista hiilijalanjälkeä ja kasvaako kansalaisten energiatietoisuus.

Energia-alalle on tulossa uusia liiketoimintamalleja uusine toimijoineen perinteisen tuottaja-siirtäjä/jakaja-kuluttaja- mallin jakautuessa kilpailun paineessa pienempiin osiin. Tämä monipuolistaa kuluttajan valinnan vaihtoehtoja. Esimerkiksi pientalon omistaja tai rivitaloyhtiö voi, vaikkapa aluksi tai pitemmäksikin aikaa, vuokrata maalämpöjärjestelmänsä ostamisen sijasta, pienentääkseen alkuinvestointeja. Myös esimerkiksi osuustoimintapohjainen aurinkosähkövoimaloiden hyödyntäminen kehittyi.

Tässä työssä lämpöenergiahuollon lähtöoletuksia ovat muun muassa:

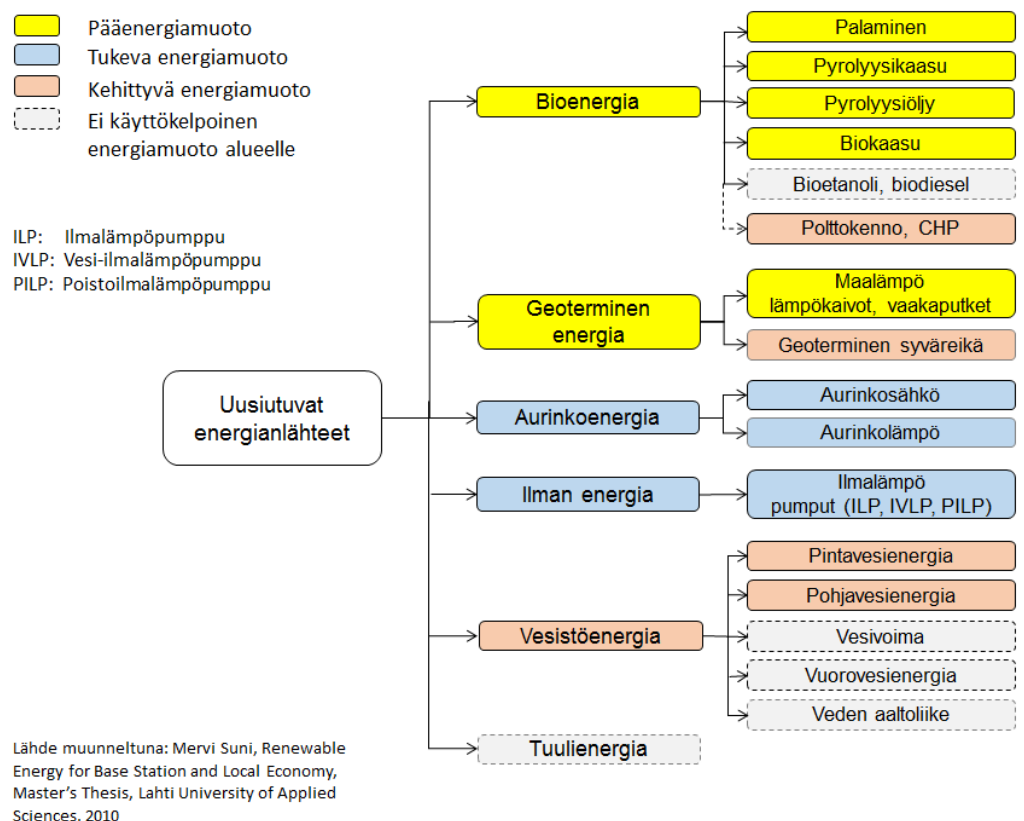
- Lämpöenergiahuollossa hajautetun energiantuotannon hyödyntäminen lisääntyy.
- Yksi lämpöenergiamuoto ei riitä tyydyttämään kaava-alueen tarpeita. Kustannustehokas lämpöenergiahuolto hybridimuotona hyödyntää useita energian tuotanto-, siirto-, jakelu- ja varastointimuotoja.
- Viilennyksen tarve lämpöenergiahuollossa lisääntyy.
- Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava-alueen asukasmäärä kasvaa pitkän aikavälin aikana, mikä edellyttää modulaarisia ja skaalattavia lämpöenergiaratkaisuja.
- Uusia teknologioita, toimijoita ja liiketoimintamalleja ilmestyy markkinoille.
- Koko kaava-alue on valtakunnan sähköenergiahuollon piirissä.
- Sekä sähkö että kaukolämpö voivat olla kaksisuuntaisia.

Työn rajauksena on, että kaukaisen tavoitevuoden vuoksi se ei tarjoa lämpöenergiajärjestelmiin liittyviä suunnitteluohjeita vaan pikemminkin suuntaviivoja, suuruusluokkatietoja ja vaihtoehtoja lämpöenergiahuollon toteuttamiseksi. Kaava-alueen sähköenergiahuoltoa ei käsitellä.

10.3.2017

4.3 Uusiutuvat energianlähteet Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaavan alueella

Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava-alueella on käytettävissä useita uusiutuvia energianlähteitä lämpöenergiahuoltoon. Osa näistä soveltuu myös sähkön tuotantoon, mutta asiaa ei tässä tarkastella lähemmin, koska sähkön on oletettu tulevan alueelle valtakunnan verkosta. Epäilemättä esimerkiksi osa alueen pientalojen asukkaista tuottaa sähköä aurinkosähköpaneelilla omiin tarpeisiinsa tai myytäväksi. Samoin voivat tehdä myös taloyhtiöt, kaupat jne. Kuva 3 esittää uusiutuvia energianlähteitä alueella ja sitä, miten ne sopivat lämpöhuollon pääenergiamuodoiksi ja tukeviksi energiamuodoiksi. Lisäksi on esitetty energialähteitä, jotka voivat osoittautua tärkeiksi tulevaisuuden lämpöenergiaratkaisuiden näkökulmasta.



Kuva 4. Uusiutuvien energianlähteiden valikoituminen lämpöhuollon pääenergiamuodoiksi ja tukeviksi energiamuodoiksi paikallisolosuhteiden perusteella tämän hetken tiedon mukaan. Teknologiakehitys tuo uusia vaihtoehtoja 2050 mennessä. Katkoviivalla ympäröidyt vaihtoehdot eivät ole ensisijaisia tai käyttökelpoisia alueella.

Alueen lämpöenergiahuoltoon eivät sovi vesivoiman eri muodot eivätkä tuulienergia, koska niitä ei ole saatavilla. Bioetanoli ja biodiesel soveltuvat paremminkin ajoneuvojen käyttöön kuin lämpöenergian tuotantoon.

10.3.2017

Sopivimmat uusiutuvan energian muodot lämpöhuollon pääenergiamuodoiksi ovat bioenergia ja geoterminen energia.

Bioenergia on biopolttoaineesta saatavaa energiaa. Biopolttoaineiden raaka-aineet voivat olla puupohjaisia tai jätettä kuten yhdyskunta-, maatalous- tai prosessiteollisuuden jätettä. Raaka-ainetta voidaan polttaa suoraan tai sitä voidaan käsitellä termisesti tai biokemiallisesti bakteerien avulla. Biomassaa kaasuttamalla tuotetaan synteetisikaasua, jota voidaan puhdistamisen jälkeen polttaa sekä lämpö- että sähköenergian tuottamiseksi. Biomassasta voidaan jalostaa bioetanolia ja biodieseliä. Bioenergian eri polttoaineet kuten hake, pelletit, bioöljy ja biokaasu sopivat alueverkon lämpökeskuksiin. Bioenergia edellyttää toimiakseen polttoainelogistiikan.

Maalämpökaivot sopivat yksittäisinä energianlähteinä omakoti- ja pientaloihin tai sitten useiden kaivojen muodostamina geokenttinä talojen ryhmille. Maalämpöä käytetään kasvavassa määrin myös pienkerrostalojen lämmönlähteenä, mutta tämä edellyttää riittävän suuruista tonttia lämpökaivojen toteuttamiselle. Valtaosa Espoon maasta sopii hyvin lämpökaivojen toteuttamiseen. Lämpökaivon hyödylliseksi käyttöä on arvioitu yli 60 vuotta.

Vaakaputket sopivat lämpöenergian tuottamiseen erikoistapauksissa, koska järjestelmä vaatii suuren maapinta-alan. Putkistot tai luupit, joissa keruuneste kiertää, asennetaan usein vesistön pohjaan.

Rakennusten viilentämiseen maalämpö sopii hyvin, koska järjestelmän keruupiirissä liikkuu valmiiksi kylmä vesi ja etyylialkoholin seos. Kyseessä on "ilmaiskylmä", ja se on edullista tuottaa. Viilennys tuodaan rakennuksiin lattian vesikierron tai lämmönvaihtimen ja puhaltimien avulla.

Geotermiset syväreiät voivat tuoda kokonaan uuden ekologisen vaihtoehdon Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaavan tai yleiskaava-alueen lämpöenergiahuoltoon. Syväreikiin perustuvat lämpökeskukset voivat tulevaisuudessa syrjäyttää perinteisiä lämpökeskuksia. Yksinkertaistettuna kahden syväreian järjestelmässä – välimatka 10-20 metriä maan pinnalla ja 100-200 metriä syvällä maassa - toisesta reiästä toimitetaan vettä maan uumeniin ja toisesta se otetaan kuumentuneena lämmönvaihtimen kautta lämpöhuollon käyttöön. Varsinaisia polttoaineita ei käytetä lainkaan, mutta pumpput käyttävät sähköä.

Esimerkiksi Espoon Otaniemessä on meneillään kokeilu, jossa syväreikien syvyys on noin 7 km ja tavoitteena noin 120-asteinen paluuvesi kaukolämmön käyttöön [9]. Lämpökeskuksen tehoksi on arvioitu 40 MW (Suomenojan voimalan kaukolämpöteho on noin 550 MW), mikä toimisi päälämpöenergiamuotoa yli 15000 omakotitalolle. Pariisissa puolestaan geotermistä energiaa on hyödynnetty 1970-luvulta alkaen kaukolämpöverkossa pumppaamalla 55–75 °C vettä 1500–2000 metrin syvyydestä suoraan yli 100000 asunnolle. Lundissa Ruotsissa

10.3.2017

pumpataan lämpöpumpuille 20 °C vettä 800 metrin syvyydestä. Lämpökeskuksen teho on 20 MW [9].

Edullisemmat, noin 3 kilometrin syväreit, voivat tuottaa Espoon alueella noin 40-asteista vettä [8]. Tämä sopii hyvin matalalämpöverkkoihin, jotka ovat hyvä tekninen ratkaisu Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava-alueella esimerkiksi lähienergiaverkoissa. Sekä maalämmön että syväreikien tapauksessa energiaressit ovat alueella ekologiset, ilmaiset ja käytännössä rajattomat.

Aurinkoenergia on hyvä tukevia energiamuoto sekä aurinkosähköpaneeleita että aurinkolämpökeräimiä käytettäessä, mutta näiden energiantuotto riippuu vuodenaikasta. Marraskuun alusta helmikuun loppuun tuotto on vain muutama prosentti vuotuisesta kokonaistuotosta. Aurinkopaneelien hinnat ovat laskusuunnassa tuotannon kasvaneiden mittakaavatekijöiden ansiosta. Menetelmiä hyötysuhteen parantamiseksi tutkitaan maailmanlaajuisesti.

Ilma on Espoon pohjois- ja keskiosissa kylmiä pakkaspäiviä lukuun ottamatta energiapitoinen syöte lämpöpumpuille. Resurssina se on, kuten aurinkoenergiakin, ekologinen, ilmainen ja saatavuudeltaan rajaton. Ilmalämpöpumppuja (ILP) on asennettu Suomeen jo satoja tuhansia kappaleita. Ne sopivat sekä lämmitykseen ja viilennykseen, mutta vuotuiset kustannukset ovat lämpökaivoa suuremmat. Ilmavesilämpöpumppua (IVLP) käytetään esimerkiksi Keski-Euroopan lauhkeilla alueilla päälämmitysmuotona. Suomessakin IVLP:tä voidaan käyttää päälämmitysmuotona, mutta pakkasilla sähkövastusten käyttö nostaa lämmityskustannuksia. IVLP:n käyttö edellyttää vesikiertoisen lämmitysjärjestelmän olemassaoloa. Poistoilmalämpöpumput (PILP) ottavat talteen lämpöenergiaa, joka muuten menisi rakennuksesta ulos. Siten niillä on tärkeä rooli energiatehokkuuden kasvattamisessa.

Useat biopolttoaineet sopivat myös pienimuotoiseen CHP-tuotantoon, (Combined Heat and Power) esimerkkinä polttokennot [10]. Tässä CHP:tä ei tarkemmin käsitellä, koska sen tuottamaa sähköä ei alueella välttämättä tarvita. Erikoistapauksissa polttokennolaitosta voi harkita alueelle, jossa biokaasua toimittava verkko on lähettyvillä.

Vesistöenergiaa hyödynnetään pintavesien osalta siten, että purosta, joesta, järvestä tai merestä pumpataan vettä maalla olevan lämmönvaihtimen kautta lämpöpumppujärjestelmän syötteeksi. Vesi kierrätetään takaisin vesistöön muuten muuttumattomana, paitsi että sen lämpötila on alentunut noin 1-2 asteella. Alentunutta veden lämpötilaa vastaava lämpömäärä on siirtynyt lämpöpumppujärjestelmän keruupiiriin ja siitä edelleen lämpöenergian tuottoon maalämpöjärjestelmää vastaavalla tavalla. Kyseessä on open-loop menetelmä [11].

Suomessa tekniikkaa on käytetty suurkapasiteettisissa järjestelmissä. Espoon Suomenojalla puhdistetusta jätevedestä kerätään lämpötehoa

10.3.2017

kaukolämpöverkoston syötteenä 2x20 MW [12]. Noin 1 MW:n järjestelmät sopisivat eräänä päälämpöenergiamuotona kaava-alueen pientalovaltaisille alueille, mutta niistä on Suomessa toistaiseksi vain vähän käytännön kokemuksia [13].

Pohjavesienergiaa voidaan hyödyntää samoin periaattein kuin pintavesistöenergiaa [14]. Kiertävä vesi on pintaveden sijasta pohjavettä, joka palautetaan samaa tapaan noin 1-2 astetta viileämpänä takaisin maan uumeniin. Etuna pohjavesienergian käytössä on melko stabiili lämpötila ja veden karikkeettomuus. Teknologiasta on Suomessa vain vähän kokemuksia. Yleiskaava-alueella on paikoitellen hyviä pohjavesiesiintymiä, joiden käytettävyyttä tulisi selvittää. Pohjavesi energianlähteenä on ekologinen, ilmainen ja käytännössä rajaton.

Kaiken kaikkiaan Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava-alueen paikallisosuhteet tarjoavat monia uusiutuvia energianlähteitä lämpöenergiahuollon tarpeisiin. Lämmityksen kustannusten kannalta kiinnostavia ovat lähteet, joiden energia on ilmaista ja joista energiaa on saatavilla käytännössä rajattomasti.

Hyvien energianlähteiden saatavuuden monipuolisuus yhdistettynä lämpö- ja viilennysenergian tuotanto-, siirto-, jakelu ja varastointiteknologioiden, älykkään ohjauksen ja liiketoimintamallien kehittymiseen luovat alueelle hyvän mahdollisuuden päästä ekologiseen, kustannustehokkaaseen ja varmatoimiseen lämpöenergiahuoltoon. Nettoenergiaomavaraisuus, esimerkiksi vuoden ajalta mitattuna, on tavoittelemisen arvoista.

4.4 Lämpöenergiahuolto käytännössä

Uudet asukkaat sijoittuvat kaupunkirakenteen erilaisille alueille. Tämän vuoksi lämpöenergiahuollon toteutus voisi noudattaa hybridimallia aluetyypeittäin seuraavasti:

- Tiiviissä kerrostalovaltaisissa keskustoissa (C- ja A1-aluetyypit) on keskitetty lämpöenergiahuolto.
- Olemassa olevilla ja täydentävillä pientalovaltaisilla alueilla (A3-aluetyypit) on hajautettu lämpöenergiahuolto.
- Näiden kahden välimaastossa (A2-aluetyypit) on jompikumpi tapauskohtaisesti.

Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava-alueelle sopivia keskitettyjä lämpöenergiahuollon järjestelmiä ovat kaukolämpö ja aluelämpö. Kaukolämmön tapauksessa lämpövoimala voi sijaita kaukana - monien kilometrien päässä - lämmitettävistä kohteista, kun taas teholtaan pienemmät aluelämpökeskukset pyritään sijoittamaan lähemmäksi lämmitettäviä kohteita. Molemmat järjestelmät voivat olla modulaarisia ja skaalattavia. Ne voivat tarjota myös viilennysenergiaa.

10.3.2017

Hajautetussa lämpöenergiantuotannossa on useita energianlähteitä, jotka voivat olla erityyppisiä, esimerkiksi geokenttiä, aurinkovoimaloita tai biolämpökeskuksia ja teholtaan erilaisia, lähtökohtaisesti alle 10 MW yksikköä kohti. Energialähteet voivat sijaita fyysisesti lähellä tai etäällä toisistaan ja niitä ohjataan yhtenä kokonaisuutena VPP-periaatteen mukaan. Yhdistämällä tuotantoprofiileiltaan erilaisia lähteitä alueellisten mahdollisuuksien mukaan, voidaan kasvattaa lämpöenergiahuollon toimitusvarmuutta.

Lähienergiaverkko on suppean maantieteellisen alueen paikallinen energiaverkko ja usein käyttäjiensä omistama ja operoima. Sen tarkoituksena on paikallinen lämpöenergiahuolto, joskus myös sähköenergiahuolto. Lähienergiaverkko voi myös olla ulkoistettu esimerkiksi "energia palveluna" konseptin mukaisesti, Liite 2. Tässä työssä lähienergiaverkkojen katsotaan palvelevan vain lämpöenergiahuoltoa, ja ne voivat olla osa hajautettua lämpöenergiantuotantoa. Energiaväylä on eräs tapa toteuttaa lähienergiaverkko [8].

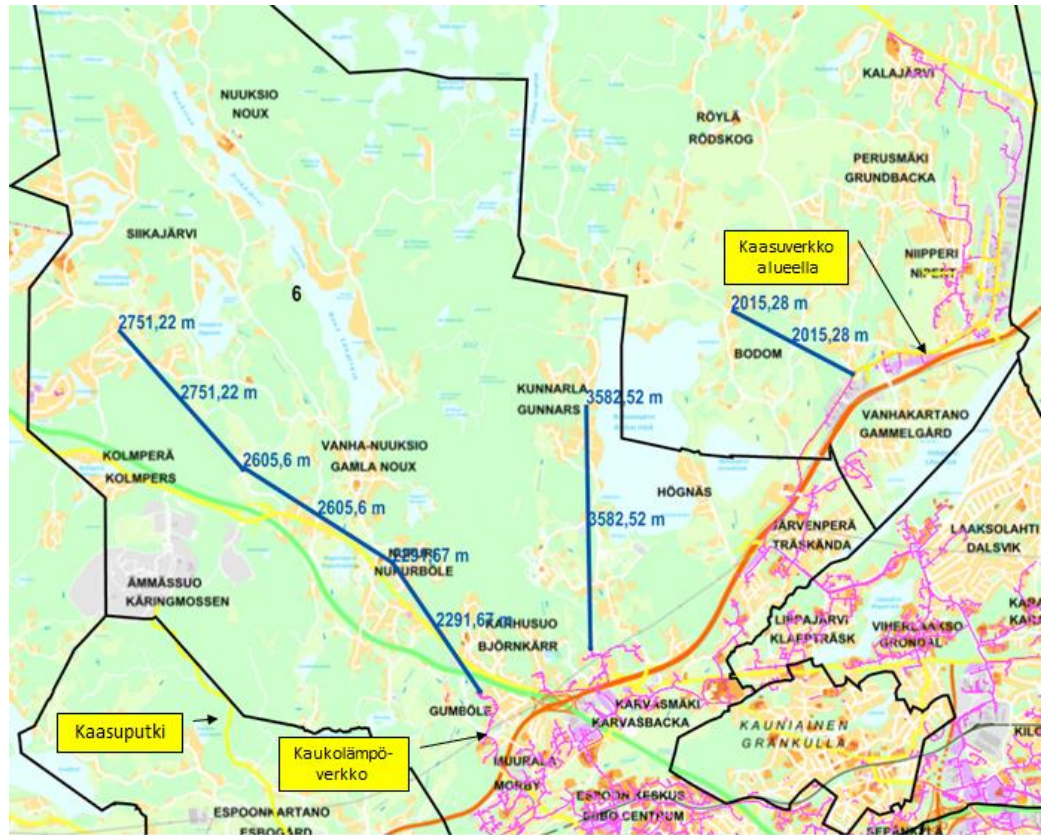
4.4.1 Kaukolämpö- ja kaasuverkko

Espoon pohjoisosassa Fortum Power and Heat Oy:n kaukolämpöverkko ulottuu Kalajärven alueelle noudatellen Niipperiin asti Kehä III:n linjausta. Riittävän lähellä Kehä III:a olevaa rakennuskantaa olisi suoraviivaista liittää tähän verkkoon.

Lännen suunnalla Fortumin kaukolämpöverkko ulottuu Gumböleen. Jatkamalla nykyistä kaukolämpöverkkoa noin viidellä kilometrillä Histaan tai kahdeksalla kilometrillä Siikajärvelle voisi alueen kerrostalokeskittymille ja osalle pientalojakin mahdollistua liittyminen kaukolämpöön.

Kuva 5 esittää Fortumin kaukolämpöverkon (vaaleanpunainen väri) maantieteellistä ulottuvuutta Espoon pohjois- ja itäosissa. Kuvassa näkyy myös kaasuverkko (keltainen väri), joka on sekä Koskelon että Ämmäsuon alueella Fortumin omistuksessa. Koskelon alueella kaasun toimittaja on Gasum Oy - nykyisin Suomen valtion täysin omistama yhtiö. Vuonna 2010 kaukolämpöverkoston kokonaispituus Espoon alueella oli noin 800 km ja siirtohäviöt 6,6 % [15].

10.3.2017



Kuva 5. Kaukolämpöverkko (vaaleanpunainen) ja kaasuverkko (keltainen) Espoon pohjois- ja keskiosissa. Esillä on myös joitakin etäisyysmittoja. Lännen suunnalla kaukolämpöverkko päättyy Gumbölen alueella ja pohjoisen suunnalla Kalajärven alueella. Espoon keskiosissa on tiheä kaukolämpöverkko.

Mikäli kaukolämpöverkon laajentaminen ei vaikuta vartenotettavalta vaihtoehdolta jompaankumpaan tai molempiin ilmansuuntiin, on yleiskaava-alueen energiahuolto mahdollista toteuttaa aluelämpöverkkojen ja lähienergiaverkkojen yhdistelmällä hybridimallin mukaisesti. Tässä tapauksessa kysymys järjestelmän investoijasta/omistajasta ja operoijasta tulee pohdittavaksi.

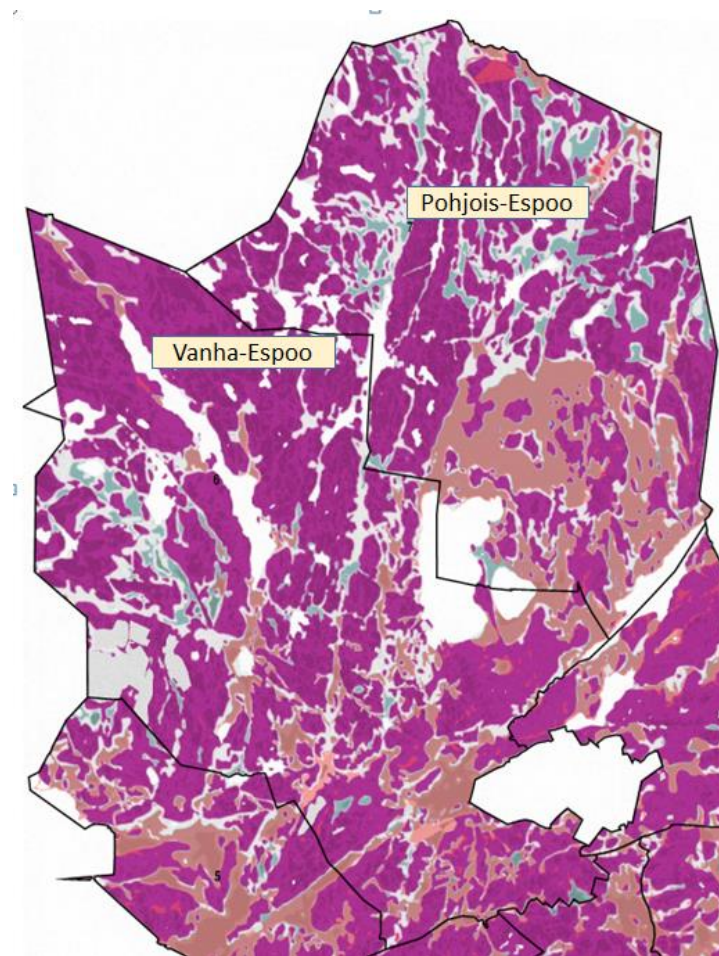
Pohjoisen suunnalla Koskelon alueella paikallinen teollisuus hyödyntää maakaasuverkkoa. Maakaasu on fossiilinen polttoaine, eikä se tue kestävä kehitystä. Toisaalta Gasum on alkanut toimittaa putkistossa biokaasua, mikä tukee kestävä kehitystä. Tulevaisuudessa Pohjois-Espoon suunnalla on siis rinnakkain kaksi putkistoa käyttävää ekologista lämpöenergianlähdettä, nimittäin kaukolämpö ja biokaasu.

Lännen suunnalla Ämmässuolla tuotetaan biokaasua kaatopaikasta keruuputkien avulla lähinnä alueen omiin tarpeisiin. Tämä kaasulähde kuitenkin ehtyy vuosien mittaan, eikä siitä ole näillä näkymin tulevaisuuden merkittäväksi energianlähteeksi esimerkiksi Histan alueella. Ämmässuon ja Kivenlahden lämpökeskuksen välisen kaasuputken käyttö lieene ollut vähäistä viime vuosina.

10.3.2017

4.4.2 Maalämmön käytettävyys

Espoon pohjois- ja keskiosien geoenergiakartan (Pohjois-Espoo ja Vanha-Espoo merkitty) perusteella, kuva 6, alueen maaperä on suureksi osaksi kallioista, joskin savipohjaisia laaksoja esiintyy paikoitellen. Niissä savikerroksen paksuus voi olla jopa yli 20 metriä. Osa savikoista on potentiaalisia sulfaattimaita, jotka aiheuttavat betonin haurastumista ja teräksen syöpymistä. Teräksen syöpyminen vuoksi maalämpökaivojen toteuttamisessa tulee käyttää erikoismateriaaleja, jotka nostavat hintaa.



Kuva 6. Espoon pohjois- ja keskiosien geoenergiakartta. Violetit osat ovat kallioisia alueita, jotka soveltuvat hyvin kallioon porattaville maalämpökaivoille. Harmaat alueet kuvaavat savikkoja ja ruskeahkot alueet potentiaalisesti happamia sulfaattimaita. Paksuimpia savikoita, joiden syvyys on yli 20 metriä, ei suositella maalämpökaivoille kustannussyistä. Kallioisten ja savisten alueiden välissä on tavallisesti moreeni- ja hiekkapitoisia alueita, jotka soveltuvat maalämpökaivoille.

Maalämpö sopii alueelle kustannustehokkaaksi pääenergiamuodoksi olettaen, että rakennukset kaavoitetaan tähän sopiville, esimerkiksi kalliopohjaisille tonteille. Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava-alueella maaperä sopii hyvin maalämpökaivojen toteuttamiseen. Muutamankaan metrin savikerrokset eivät estä maalämpökaivojen tekemistä, mutta nostavat niiden hintaa. Tavallisesti pientalon

10.3.2017

lämpöenergiahuollolle yksi maalämpökaivo on riittävä, mutta laajat kallioalueet mahdollistavat myös geokenttien perustamisen, jolloin useat rakennukset tai niiden ryppäät saisivat lämpöenergiansa siitä keskitetysti lähienergiaperiaatteen mukaisesti. Kaavamääräyksillä voidaan lämpökaivojen porausmahdollisuutta laajentaa esimerkiksi lähellä sijaitsevien puistojen alueelle.

Mikäli geokentän on määrä tuottaa runsaasti lämpötehoa, eli siinä olisi lukuisia lämpökaivoja, tulisi sille tehdä maavaraus. Lämpökaivojen minimietäisyys Espoossa on 15 metriä, jolloin hehtaarille voi sijoittaa noin 50 lämpökaivoa. Jos yhden 300 metriä syvän kaivon teho on 3 kW, on hehtaarilta saatava teho 150 kW, ja 1 MW:n geokenttä vaatii 7 ha maata.

Geokentän tapauksessa omistussuhteet, operointi ja liiketoimintamallit jäävät pohdittaviksi.

4.4.3 Aurinkoenergian käytettävyys

Varjostuksista vapaat rakennukset voivat hyödyntää aurinkoenergiaa joko aurinkosähkön tai aurinkolämmön avulla. Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava-alue on mäkistä, joten kaavoituksen keinoin voidaan mahdollistaa se, että etenkin etelän, kaakon ja lounaan puoleisilla rinteillä olevat rakennukset voisivat hyödyntää aurinkoenergiaa parhaalla mahdollisella tavalla joko katoille, seinille tai maastoon asennettavilla paneeleilla. Aurinkosähkön tuotanto kannattaa mitoittaa omiin tarpeisiin, ei myytäväksi. Mikäli halutaan rakentaa aurinkosähkövoimaloita, tulee niille tehdä maavaraukset varjottomille etelään viettävälle rinteelle. Esimerkiksi 265 kWp voimalaan tarvitaan aurinkopaneeleita 2400 m² ja maapinta-alaa enemmän.

4.4.4 Bioenergian käytettävyys

Puupohjainen biomassa on luonnollinen bioenergian lähde alueella, ja sitä on saatavissa eri muodoissa lähietäisyydeltä. Puuta voidaan hyödyntää biolämpökeskuksissa useissa eri muodoissa kuten hakkeena, pelletteinä tai puruna. Varaavalla takalla tai uunilla varustetuissa pientaloissa puu soveltuu tukevaksi lämpöenergian muodoksi.

Biolämpökeskus vaatii maavarauksen kaava-alueelle. Laissa ei ole suoranaista vaatimuksia suojaetäisyyksille, mutta 8-15 metrin etäisyyttä on sovellettu käytännössä hakelämpökeskuksille. Puuraaka-aineen logistiikka edellyttää rekka-autoille sopivaa tiestöä lämpökeskukseen. Samoin raaka-aineen varastointi lämpökeskuksen tontille edellyttää riittävää maa-alaa, mikä tulee huomioida kaavassa. Vaikka nykyiset biovoimalat ovatkin hiljaisia ja savuiltaan puhdistettuja, ne tulisi sijoittaa loitolle asuinrakennuksista esimerkiksi teollisuusalueelle, mikä myös tulisi ottaa huomioon kaavassa.

10.3.2017

4.4.5 Vesistöenergian käytettävyys

Vesistöjen vettä voidaan käyttää lämpöpumppujen syötteenä lämpöenergian tuottamisessa. Vesistöenergialla korvataan tavallisesti maalämpökaivojen käyttöä. Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava-alueella on paikoitellen olemassa lämpöenergiahuoltoa varten riittävän suuruisia vesiresursseja, jolloin energian saatavuus on jatkuvaa ja varmistettu kymmeniksi vuosiksi. Resursseja ovat suuret järvet ja vuolaat joet. Mikäli kaavoituskohte on veden äärellä, voidaan kaavaan varata maa-alue teknistä tilaa varten. Veden ottamiseen tarvitaan vesialueen omistajan lupa. Samaten veden keruu- ja poistoputkiston asentamiseen tarvitaan maanomistajan lupa.

4.4.6 Tuulienergian käytettävyys

Ämmäsuolla on mahdollista tuottaa jonkin verran tuulienergiaa, mutta ajallisen arvaamattomuutensa vuoksi se ei sovi pääenergiamuodoksi yleiskaava-alueelle.

4.4.7 Uudet teknologiat

Vakiintuneiden lämpöenergian tuotantoteknologioiden joukkoon on työntymässä uusia teknologioita, jotka voivat syrjäyttää tai korvata nykyisiä. Keksintöinä alla mainitut teknologiat eivät ole uusia, mutta niiden laajamittainen kaupallistaminen on vähitellen voimistunut maailmanlaajuisesti muun muassa kiristyneiden energiatehokkuus- ja ekologisuusvaatimusten vuoksi. On todennäköistä, että jo ensi vuosikymmenellä ne ovat laajemmin käytössä ja haastavat fossiilisilla polttoaineilla toimivia lämpöenergian tuotantotapoja esimerkiksi seuraavasti:

Geotermisten syväreikien (3-4 km) hyödyntäminen

- Noin 3 km syvät reiät lisäävät alueellisten matalalämpöverkkojen (40 °C) käyttöä ja vahvistavat hajautetun lämpöenergiahuollon suosiota. Siten 7 km syvien reikien poraus 120 °C:n saavuttamiseksi ei ole tarpeellista.
- Voi syrjäyttää paikallisia MW-tason (bio)lämpökeskuksia, koska polttoainelogistiikkaa ei tarvita.

Vesistöenergian hyödyntäminen

- Pinta- ja pohjavesienergia sopii pieniin lämpökeskuksiin ja lähteeksi lähienergiaverkoille.
- Pintavesimenetelmä on sidottu veden ääreen ja voi siellä syrjäyttää pieniä lämpökeskuksia ja geokenttiä.

10.3.2017

- Pohjavesimenetelmä on sidottu pohjavesiesiintymään, jonka tulee sijaita lähellä lämmitettävää kohdetta. Voi syrjäyttää pieniä lämpökeskuksia ja geokenttiä.

Polttokennotekniikka, CHP-tekniikan hyödyntäminen [10]

- Mahdollistaa lämmön ja sähkön samanaikaisen tuotannon pienvoimalana tai lähienergiaverkon tarpeisiin. Tarvitsee kaasulogistiikan.
- Voi syrjäyttää sähkön tuotantoa aurinkopaneeleilla sekä maalämmön tuotantoa geokentillä.
- Voi korvata MW-luokan hakelämpökeskuksen.

Uusilla teknologioilla on mahdollista luoda Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava-alueelle kokonaan uudenlainen lämpöenergiahuollon malli, joka hyödyntää ilmaisia, ekologisia ja rajattomasti saatavilla olevia energianlähteitä. Tuontipolttoaineita ei tarvittaisi lainkaan, eikä biopolttoaineita, elleivät ne ole paikallisesti jokseenkin edullisia. Edullinen polttoainekustannus kumulatiivisesti vuosien ajalta tarkasteltuna on avaintekijä energiainvestoinnin kannattavuuden - ja energian halvan hinnan - kannalta.

4.5 Lämpöenergiahuollon kaksi mallia Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava-alueelle

Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava-alueen lämpöenergiahuollon toteuttamiseen on tarjolla useita uusiutuvia energianlähteitä sekä niiden hyödyntämistapoja. Liitteessä 3 on esitetty päätöksentekokaavio, joka havainnollistaa vaihtoehtojen valintaa. Kahdessa seuraavassa vaihtoehdossa ohjenuorana on koeteltuihin lämpöenergiaratkaisuihin perustuva hybridimalli.

Kolmanneksi on esitetty tulevaisuuteen orientoitunut vaihtoehto, jonka lähtökohtana on uusien teknologioiden käyttö, ekologiset, ilmaiset ja paikallisesti rajattomasti saatavissa olevat energianlähteet.

Vaihtoehto 1. Kaukolämpö plus maalämpömalli, missä kaukolämpöverkko ulotetaan Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava-alueelle siinä laajuudessa kuin se on taloudellisesti perusteltavissa. Tällöin:

- Kerrostalot liittyisivät kaukolämpöverkkoon. Kuumina ajanjaksoina verkko tarjoaisi myös kaukokylmää. Tukeva energiamuoto olisi aurinkosähkö, jota hyödynnettäisiin kiinteistösähkön lähteenä. Lämmön talteenottotekniikoita otettaisiin käyttöön.
- Pientalot hankkisivat lämpöenergiansa ja viilennyksensä maalämmöllä omalta tontilta. Tukevia energiamuotoja

10.3.2017

olisivat aurinkosähkö, aurinkolämpö ja polttaminen (varaava takka). Vesikiertoinen lattialämmitys olisi ensisijaisesti käytössä. Lämmön talteenottotekniikoita otettaisiin käyttöön.

- Välimaastoon jäävät tilanteet, kuten toimistot, kaupat, koulut, urheiluhallit, teollisuustilat jne., ratkaistaan tapauskohtaisesti. Pientalojen ryppäät voisivat muodostaa itsenäisiä tai muihin linkittyneitä lähienenergiaverkkoja. Esimerkiksi kaupat ja toimistot saattavat haluta omaehtoisia ratkaisuja (mm. maalämpö).

Vaihtoehto 2. Aluelämpökeskusten plus maalämmön malli, jossa Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava-alueella ei olisi nykyistä laajemmassa määrin kaukolämpöä saatavilla. Lämpöenergiahuolto toteutettaisiin muutamalla (noin 2...4 kpl) aluelämpökeskuksella, jotka hyödyntäisivät uusiutuvia energialähteitä. Tällöin:

- Kerrostalot liittyisivät aluelämpöverkkoon. (Espoon keskuksen uudet rakennukset liittyisivät alueella olemassa olevaan kaukolämpöverkkoon). Kuumina ajanjaksoina verkko tarjoaisi myös kaukokylmää. Tukeva energiamuoto olisi aurinkosähkö, jota hyödynnettäisiin kiinteistösähkön lähteenä. Lämmön talteenottotekniikoita otettaisiin käyttöön.
- Pientalot hankkisivat lämpöenergiansa ja viilennyksensä maalämmöllä omalta tontilta. Tukevia energiamuotoja olisivat aurinkosähkö, aurinkolämpö ja polttaminen (varaava takka). Vesikiertoinen lattialämmitys olisi ensisijaisesti käytössä. Lämmön talteenottotekniikoita otettaisiin käyttöön.
- Välimaastoon jäävät tilanteet, kuten toimistot, kaupat, koulut, urheiluhallit, teollisuustilat jne., ratkaistaan tapauskohtaisesti. Pientalojen ryppäät voisivat muodostaa itsenäisiä tai muihin linkittyneitä lähienenergiaverkkoja. Esimerkiksi kaupat ja toimistot saattavat haluta omaehtoisia ratkaisuja (mm. maalämpö).

Uusiin teknologioihin perustuva ja tulevaisuuteen orientoitunut lämpöenergiahuoltoratkaisu voisi koostua muutamasta (noin 2-4 kpl) syväreikiin (3-4 km) perustuvasta lämpökeskuksesta matalalämpöverkkoineen, tusinasta laajasta geokentästä (kaivojen syvyys yli 400 m) lähienenergiaverkkoineen ja pientalojen erillisistä maalämpökaivoista siten, että alueen energiantarve katettaisiin myös kasvun aikana. Tukevat energiamuodot hyödyntäisivät aurinkoenergiaa ja lämpöpumppuja. Lämmön talteenottotekniikoita otettaisiin käyttöön. Matalalämpöverkot ja kallioperä toimisivat ajoittaisina

10.3.2017

energiavarastoina. Kiertotalouden periaatetta ja VPP-älyohjausta sovellettaisiin tehokkaasti.

Vaihtoehtoon 1 ratkaisu perustuu nykyisin Espoossa vallalla olevaan toimintamalliin sekä maalämmön käyttöön. Lisäksi se on skaalautuva ja muuttumassa hiilineutraaliksi, ensin kaukolämmön osalta (viimeistään 2030) ja tulevaisuudessa myös sähköenergian osalta.

Talokohtaisen maalämmön käytön tekee suoraviivaiseksi se, että pientalon omistaja tekee tarvittavat investoinnit laitteistoihin. Myös vuokraaminen esimerkiksi leasing-toimintana tulee kyseeseen. Houkuttelevuutta lisää se, että maalämmön elinkaarikustannus nykyisillä kaukolämmön hinnoilla on pienempi kuin kaukolämmön. Lisäksi maalämpö on kaukolämpöä ekologisempi ratkaisu.

Maalämpö on murtanut myyttiä, että keskitetty järjestelmä olisi aina käyttäjälleen edullisin. Koska maalämpö hankitaan oman tontin alueelta, on pientalon asukas riippumaton siitä, kuinka lähellä tai kaukana kaukolämpöliittymä sijaitsee. Mikäli pientalojen ryppäät haluavat muodostaa geokenttiin perustuvia lähienergiaverkkoja, voidaan ne toteuttaa kustannustehokkaasti matalalämpöisinä.

Vaihtoehto 2 on teknisesti samantapainen kuin vaihtoehto 1, muuta se sisältää muun muassa seuraavia asioita pohdittaviksi:

- Millainen on infrastruktuurin toteuttamisen rahoitus- ja omistusmalli (lämpökeskukset, jakeluverkot, varastointi, älykäs ohjaus jne.)?
- Kuka operoi järjestelmää?
- Miten taataan energian hinnan kilpailukykyisyys ja ennustettavuus?

Myös vaihtoehto 2 on skaalautuva alueen asukasmäärän kasvaessa. Vaihtoehto 2 soveltuu hajautettuna järjestelmänä paremmin VPP-konseptiin, missä verkon kaikkia lämpökeskuksia ohjattaisiin keskitetysti optimaalisen kokonaisuuden kannalta, myös lähienergiaverkot moduuleina huomioiden. Optimointikriteereitä olisivat muun muassa lämpöenergiahuollon luotettavuus, energiatehokkuus, ja ekologisuus. Lisäksi vaihtoehtoon 2 lämpökeskuksissa tulee käyttää biopolttoaineita (tulevaisuudessa ehkä syväreikiä), joten ratkaisu on kestävän kehityksen periaatteen mukainen heti käyttöön ottamisesta alkaen.

Molemmat vaihtoehdot mahdollistavat kaksisuuntaisen energiakaupan.

4.6 Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava-alueen lämpöenergiatarpeen arviointi

Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava-alueen lämpöenergian tarpeen arvioinnissa pyritään esittämään suuruusluokkatietoa, koska tarkkojen ennusteiden laatiminen ei ole järkevää kaukaisen

10.3.2017

tavoiteajankohdan aiheuttaman epävarmuuden takia.
Suuruusluokkatietoja voidaan hyödyntää alueen suunnittelutyössä.

Vuonna 2010 kaikkien Espoon rakennusten tilavuus oli yhteensä noin 74 miljoonaa kuutiometriä ja lämmitysenergian kulutus noin 2800 GWh/a. Asuintalojen kokonaistilavuus puolestaan oli noin 33 miljoonaa kuutiometriä ja lämmitysenergian kulutus vastaavasti noin 1900 GWh/a. Asuintalojen lämmitysenergian kulutus oli siis 68 % (1900 GWh/a / 2800 GWh/a) Espoon kaikkien rakennusten lämmitysenergian kulutuksesta [15].

Tätä 68 prosentin suhdelukua käytetään oletuksena, kun alueelle tässä työssä arvioidusta asuintalojen lämmitysenergian tarpeesta johdetaan koko alueen kaikkien rakennusten tarvitsema lämmitysenergian määrä – kertomalla luvulla 1/0,68. Suhdelukuun perustuva arviointitapa on likimääräinen ja suuntaa antava, koska uutta rakennuskantaa tunnetaan vain osin. Esimerkiksi koulujen, päiväkotien ja urheiluhallien lukumäärä, kerrosala ja lämpöenergian kulutus tunnetaan likimäärin, koska ne määräytyvät asukasluvun mukaan. Teollisuusrakennusten, lämmitettävien varastojen jne. osuutta ei tunneta. Näiden ei-asuintalojen lämmitysenergian tarpeen oletetaan siis sisältyvän suhdelukuun, joka myös implisiittisesti olettaa, että Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava-alue muistuttaa energiankulutukseltaan läheisesti muuta Espoota – alue olisi lämpöenergian kulutusprofiililtaan ”Espoo minikoossa”.

4.6.1 Lämpöenergiatarpeen laskeminen ja tulokset

Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava-alueen tarvitseman lämpöenergian arvioinnin lähtökohtana ovat yleiskaavatyön yhteydessä hahmotellut uusien asukkaiden lukumäärä sekä rakennettavat asuinkerrosneliömetrit. Käytettävissä olivat tätä työtä varten laaditut alustavat arviot länsipuolen, itäpuolen ja keskiosien asukasluvusta, sekä arviot länsipuolen ja itäpuolen pien/rivitalojen sekä kerrostalojen asuinkerrosneliömetreistä. Keskiosien asuinkerrosneliömetreistä ei ollut listausta, mutta alue oletetaan kerrostalovaltaiseksi.

Lämpöenergiatarpeen laskemisessa käytettiin seuraavia oletuksia:

- Asuntojen lämmöntarve laskettiin vuoden 2018 rakentamismäärien mukaan, ja niiden oletettiin tiukkenevan vuoteen 2050 mennessä 30 %, mikä pienensi vastaavasti lämmöntarvetta.
- Kaikkien rakennusten asumisväljyydeksi oletettiin 50 k-m²/asukas.
- Alueen asuinrakennusten lämpöenergian kulutukseksi oletettiin 68 % alueen kaikkien rakennusten lämpöenergian kulutuksesta.

10.3.2017

- Huipputehon aikainen energiankulutus arvioitiin pieneksi, ja laskettu energianpeitto vastaavasti suureksi, yli 99 % [8]. Huipputehon tarvetta pyritään edelleen vähentämään energian älykkään ohjauksen avulla.
- Laskelmat on tehty vain uusille rakennuksille, eikä se huomioi nykyistä lämpöhuollon infrastruktuuria eikä lämmitystavan vaihtajia esimerkiksi sähköstä/öljystä kauko/aluelämpöön.
- Lämmönsiirtoverkkojen häviöitä ei otettu huomioon.

Sähköenergian tarve laskettiin samalla, koska suuruusluokkatieto voi hyödyttää pienimuotoisen CHP-voimalan toteuttamista alueelle (esimerkiksi polttokennoon perustuva), mikäli asia osoittautuu hyödylliseksi. Laskujen tulokset on esitetty taulukossa 1 ja varsinaiset laskutoimitukset lähtötietoineen liitteessä 4. Tuloksia käsitellään ensisijaisesti tehoina.

Taulukko 1. Yleiskaava-alueen länsipuolen, itäpuolen ja keskiosien asuinrakennusten lämpöenergian ja sähköenergian tarve sekä vastaava tehontarve. Energiantarve on laskettu vuoden 2018 rakentamismäärien mukaan, joita on tiukennettu 30 prosentin oletuksella.

	Pientalot lämpöenergian tarve [MWh], a (A2, A3)	Pientalot lämpötehon tarve [MW], (A2,A3)	Kerrostalot lämpöenergian tarve [MWh], a, (C1, A1)	Kerrostalot lämpötehon tarve [MW], (C1, A1)	Pien- ja kerrostalojen lämpöenergian tarve yhteensä [MWh], a (C, A1, A2, A3)	Pien- ja kerrostalojen lämpötehon tarve yhteensä [MW], (C, A1, A2, A3)
Länsipuoli	39406	4,5	48236	5,5	87642	10,0
Itäpuoli	42913	4,90	16454	1,9	59367	6,8
Keskiosa	0	0	25900	3,0	25900	3,0
yhteensä	82319	9,4	90590	10,3	172910	19,7
	Pientalot sähköenergian tarve [MWh], a (A2, A3)	Pientalot sähkötehon tarve [MW], (A2,A3)	Kerrostalot sähköenergian tarve [MWh], a, (C1, A1)	Kerrostalot sähkötehon tarve [MW], (C1, A1)	Pien- ja kerrostalojen sähköenergian tarve yhteensä [MWh], a (C, A1, A2, A3)	Pien- ja kerrostalojen sähkötehon tarve yhteensä [MW], (C, A1, A2, A3)
Länsipuoli	16531	1,9	26074	3,0	42605	4,9
Itäpuoli	17149	2,0	8894	1,0	26043	3,0
Keskiosa	0	0	14000	1,6	14000	1,6
yhteensä	33680	3,8	48968	5,6	82648	9,4

Nähdään, että esimerkiksi länsipuolen aluetyyppien (C, A1, A2, A3) lämpötehon tarve on 10 MW. Suhdelukua käyttämällä saadaan länsipuolen koko uuden rakennuskannan lämpötehon tarpeeksi noin 15 MW (=10/0,68). Vastaavasti itäpuolen koko uuden rakennuskannan lämpötehon tarve on noin 10 MW (=6,8/0,68) ja keskiosien noin 4,4 MW (=3/0,68). Kokonaistarve on siis pyöristettynä 30 MW (=19,7/0,68).

Vastaavalla tavalla voidaan taulukon 1 perusteella laskea asemakaava-alueen eri osien lämpötehontarve sen mukaan, ovatko aluetyypit kauko/aluelämmön piirissä (C- ja A1-aluetyypit) vai maalämmön piirissä (A2- ja A3-aluetyypit), taulukko 2.

10.3.2017

Taulukko 2. Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava-alueen länsipuolen, itäpuolen ja keskiosien uusien asuinrakennusten lämpötehontarve vuonna 2050. Tässä on oletettu, että C- ja A1- aluetyypit ovat kauko- tai aluelämmön piirissä ja A2- ja A3- aluetyypit maalämmön piirissä.

	C1, A1- aluetyypit, kauko/aluelämmön tehontarve	A2, A3- aluetyypit, maalämmön tehontarve
Länsipuoli	8 MW	7 MW
Itäpuoli	3 MW	7 MW
Keskiosat	5 MW	-
YHTEENSÄ	16 MW	14 MW

Tuloksista nähdään seuraavaa:

- A2- ja A3- aluetyyppien rakennusten omatoiminen lämpöenergiahuolto pienentää oleellisesti kauko/aluelämpökeskusten tehontarvetta.
- Kaava-alueen itäpuolen uuden keskitetyn lämpöenergian tarve, 3 MW, lienee mahdollista kattaa nykyisellä kaukolämpöverkolla tarpeellisin laajennuksin; riippuu Fortumista.
- Mikäli kaukolämpöä ei ole saatavilla, on vaihtoehtona kattaa lämpöenergian tarve esimerkiksi yhdellä 3 MW:n biolämpökeskuksella, joka sijoittuisi tiheään rakennetulle alueelle.
- Kaava-alueen länsipuolen uuden keskitetyn lämpöenergian tarve, 8 MW, on mahdollista kattaa jatkamalla nykyistä kaukolämpöverkkoa esimerkiksi Histan alueelle; riippuu Fortumista.
- Mikäli kaukolämpöä ei ole saatavilla Histan alueelle, on vaihtoehtona kattaa lämpöenergian tarve esimerkiksi yhdellä 8 MW:n biolämpökeskuksella, joka sijoittuisi Histaan, tai kahdella pienemmällä lämpökeskuksella, joista toinen olisi Histan alueella ja toinen mahdollisesti Nupurin tai Mynttilän alueella.

10.3.2017

10.3.2017

5 Johtopäätökset

Espoon kaupunki korostaa Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava-alueen kehittämisessä kestävän kehityksen periaatetta. Lämpöenergiahuollon ratkaisuiden valinnassa tämän periaatteen toteuttaminen on entistä paremmin mahdollista ekologisten ja kustannustehokkaiden teknologiavaihtoehtojen kehittyessä. Tässä työssä on tarkasteltu Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava-alueen lämpöenergiahuollon vaihtoehtoja ja mahdollisuuksia oletuksella, että sähköenergia on saatavissa - omaehtoisien pienimuotoisen sähköntuotannon ohella - valtakunnan verkosta.

Yhdyskuntarakenteena alueella olisi pientaloasutusta sekä kerrostalovaltaisia keskittymiä (C, A1, A2, A3). Tämän vuoksi varteenotettava tapa toteuttaa lämpöenergiahuolto on hybridimalli, joka koostuisi sekä keskitetystä että hajautetusta lämpöenergiantuotannosta teknistaloudellisista ja ekologisista lähtökohdista toteutettuna.

Hybridimallissa kaukolämpö, tai vaihtoehtoisesti aluelämpö, toimisi keskitettynä pääenergiamuotona kerrostaloalueilla ja maalämpö hajautettuna pääenergiamuotona pientalovaltaisilla alueilla. Kaukolämpövaihtoehdossa ratkaisu edellyttäisi kaukolämpöverkon ulottamista Gumbölestä lännen suuntaan sekä laajennuksia pohjoisen suunnalla, muun muassa Viiskorven alueelle. Tukeva energiamuoto olisi aurinkoenergia - pientaloalueella myös bioenergia eri muodoissaan. Lämpöpumppuja ja lämmön talteenottoa hyödynnettäisiin kiertotalouden periaatteen mukaisesti.

Mikäli kaukolämpöverkon laajentuminen läntiseen tai pohjoiseen suuntaan ei ole näköpiirissä, voidaan lämpöenergiahuolto toteuttaa sen sijaan erillisillä aluelämpökeskuksilla, alustavasti arvioiden noin 2...4 yksiköllä. Nämä keskuksat sekä useimmat lähienergiaverkot voidaan liittää toisiinsa virtuaalivoimalaksi parhaan energiatehokkuuden saavuttamiseksi.

Energiahuoltoratkaisujen valinnoissa tulee kiinnittää huomiota kasvun dynamiikkaan, sillä 60000 uuden asukkaan sijoittuminen alueelle kestää pitkään. Ratkaisujen tulee siksi olla modulaarisia ja skaalautuvia. Lisäksi on huomioitava kapasiteetin riittävyyden kannalta, että osa nykyisistä sähköä tai polttoöljyä käyttävistä pientaloista saattaa liittyä lähienergiaverkkoon lisäten käyttäjien määrää.

Uusien teknologioiden kehitystä tulee seurata, jotta niitä voi markkinoille kypsyminen jälkeen ottaa tarvittaessa joustavasti käyttöön.

Yleiskaava-alueella olevia uusiutuvia, ekologisista ja ilmaisia energianlähteitä käytännössä rajattomine saatavuuksineen (aurion säteily, maalämpö, syväreit, vesistöenergia ja ilma) tulisi suosia. Niillä päästäisiin alueella kohti nettoenergiaomavaraisuutta.

10.3.2017

Tässä työssä käytettyjen asukasmäärien perusteella laskettiin Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava-alueen uuden lämpöenergian ja lämpötehon tarve vuodelle 2050. Rakentamismääräysten oletettiin tiukkenevan noin 30 prosenttia energiankulutuksen osalta vuoden 2018 normeista.

Länsipuolen koko uusi rakennuskanta tarvitsee lämpötehoa noin 15 MW, itäpuolen noin 10 MW ja keskiosien noin 5 MW. Huipputehon aikainen kulutus oletettiin pieneksi energiavirtojen älykkään ohjauksen ansiosta. Kokonaistehontarve on noin 30 MW, josta hybridimallin mukaan kauko/alueämpö kattaisi noin 16 MW (C ja A1 aluetyypit) ja maalämpö ja/tai muu uusiutuva energiamuoto noin 14 MW (A2, A3 aluetyypit). Rajanveto eri aluetyyppien lämpöenergiahuollossa ei ole ehdoton vaan pikemminkin tapauskohtainen.

Espoon kaupunki voi käyttää ohjausta yleiskaava-alueen lämpöenergiahuollon linjaamisessa. Välineitä tähän ovat muun muassa yleiskaavoitus, asemakaavoitus, maankäyttösopimukset, luvat, suositukset ja ohjeet, sijoittamisoikeudet ja rasitteet, tontinluovutusehdot, infrastruktuuri-investoinnit, penimuotoiset pilotoinnit ja vaikkapa tontinluovutuskilpailut [16].

Energiateeman ottaminen esiin jo yleiskaavatyön varhaisessa vaiheessa antaa hyvät mahdollisuudet suunnata alueen rakentamista kestäväen kehityksen huomioon ottamiseen ja uusiutuvan energian käyttöön.

Yleiskaavaan sisällytetyt suuntaviivat lämpöenergiahuollosta helpottavat kaavamääräysten ja muun ohjeistuksen sisällyttämistä asemakaavoihin.

10.3.2017

Viitteet

- [1] Espoo-tarina 10 6 2013.pdf. Saatavissa: www.espoo.fi
- [2] Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava - Visio 2050, Espoon kaupunkisuunnittelukeskus, yleiskaavayksikkö, 2015. Saatavissa: www.espoo.fi
- [3] Espoon kaupunki, kaupunginhallituksen pöytäkirja 30.11.2015, 1060/10.0202/2014, Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaavan tavoitteet, alue 722300.
- [4] Asunto-ohjelma 2014-2016, Espoon kaupunginvaltuusto, 9.6.2014.
- [5] Espoon ilmasto-ohjelma 2016-2020. Saatavissa: [https://www.google.fi/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=espoo+ilmasto-ohjelma+2016-2020&*>](https://www.google.fi/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=espoo+ilmasto-ohjelma+2016-2020&*>https://www.google.fi/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=espoo+ilmasto-ohjelma+2016-2020&*>)
- [6] Pääkaupunkiseudun ilmastostrategia 2030, Tiivistelmä, YTV, 2007
- [7] KETS. Saatavissa: <http://www oulu.fi/sites/default/files/content/files/Motiva.pdf>
- [8] Sweco Talotekniikka Oy, Pohjois- ja Keski-Espoon yleiskaava, aluetyypiset energiaratkaisut, 2017.
- [9] Geoterminen energia. Saatavissa: https://fi.wikipedia.org/wiki/Geoterminen_energia
- [10] Anneli Ojapalo, Tapio Pulkkinen (toim.), Polttokennot-ohjelman loppuraportti 2007-2013, TEKES raportti 1/2014.
- [11] Mike Martin, Water Source Heat Pump (WSHP) report, University of Edinburgh, 2015. Saatavissa: http://www.heatandthecity.org.uk/_data/assets/pdf_file/0003/176880/A_H_and_P_LECF_feasibility_study_2015_02_19_final.pdf
- [12] Suuret lämpöpumput kaukolämpöjärjestelmässä, Loppuraportti 29.8.2016, Energiateollisuus, Valor Partners Oy. Saatavissa: http://energia.fi/files/993/Suuret_lampopumput_kaukolampojarjestelmasa_Loppuraportti_290816_paivitetty.pdf
- [13] <http://carusel.ibeacon.fi/vihreaa-tulevaisuutta/>
- [14] Teppo Arola, Groundwater as an energy resource in Finland, Academic Dissertation, Department of Geosciences and Geography, A36, Helsinki 20215.
- [15] WSP, Espoon uudistuvan energian kuntakatselmus, WSP, 2012.

10.3.2017

[16] Alueelliset energiaratkaisut-klinikan tulospörtti, elokuu 2012, RAKLI, ERA 17. Saatavissa: http://www.rakli.fi/media/klinikat/alueelliset-energiaratkaisut/alueelliset_energiaratkaisut_tulosraportti_elokuu_2012.pdf

[17] Aino Siippainen, Paula Hakola, RESCA, Suurten kaupunkien uusiutuvat energiaratkaisut ja pilotit, Olemassa olevien tulosten kartoitus, Hermia, 2012. Saatavissa: <http://arkisto.hermiagroup.fi/@Bin/1145292/RESCA%20Olemassa%20olevat%20tulokset%20RAPORTTI%2023%205%202012.pdf>

10.3.2017

LIITE 1. Sanastoa.

Aluelämpö	Rajoitetun alueen keskitetty lämmitys ilman sähkön ja lämmön yhteistuotantoa.
CHP-laitos	Energiantuotantolaitos, joka tuottaa sekä sähköä että lämpöä yhteistuotannolla hyvällä kokonaishyötysuhteella. Hyötysuhdevaatimus on yleensä vähintään 75 % (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2004/8/EY, liite II).
Energialähde	Aine tai ilmiö, josta voidaan saada energiaa joko suoraan, muuntamalla tai siirtämällä.
Energiatase	Erittely tiettyyn järjestelmään tulevista ja sieltä lähtevistä energiavirroista.
Energiatehokkuus	Energian käytön tehokkuus; pienemmällä energian ominaiskulutuksella saadaan suurempi tuotos aikaan.
Geoterminen energia	Maansisäinen energia/lämpö, joka on maankuoreen johtuvaa energiaa ja joka syntyy maan sisuksissa tapahtuvien radioaktiivisten hajoamisten seurauksena. Geoterminen energia on vain osittain sama asia kuin maalämpö, joka on lähes kokonaan maankuoreen - noin parinkymmenen metrin syvyyteen asti - sitoutunutta auringon ja ilman lämpöenergiaa. Geoterminen energia on 100 prosenttisesti uusiutuvaa energiaa.
Geoterminen syväreikä	Useita kilometrejä syvä kohtisuora reikä, tai useampia, maankuoreessa. Niillä pyritään hyödyntämään syvällä maankuoreessa vallitsevaa kuumuutta lämpöenergian tuotannossa. Suomessa sadan asteen lämpötila saavutetaan noin 6...8 kilometrin syvyydessä ja 40 °C:n lämpötila 3...4 kilometrin syvyydessä, mikä sopii matalalämpöratkaisuihin lämpöenergiahuollossa.
Kaukolämpö	Kaukolämmöllä tarkoitetaan keskitettyä lämmöntuotantoa ja lämmönjakelua. Lämmitysvesi toimitetaan jakeluverkon välityksellä kuluttajalle kiinteistön ja käyttöveden lämmitykseen.
Kerrosneliömetri (k-m ²)	Kerrosala on rakennuksen kerrosten yhteenlaskettu pinta-ala. Kerrosalaan lasketaan yleensä kunkin kerroksen pinta-ala aina ulkoseinien ulkopintaan asti.
Lähienergia	Lähienergia on käyttäjien itse säästämää, tuottamaa tai omistamaa puhdasta energiaa, sisältäen laajasti käsitettynä sekä lämpö- viilennys- että

10.3.2017

sähköenergian. Tässä työssä lähienergiaverkkojen katsotaan palvelevan vain lämpöenergiahuoltoa. Lähienergiaverkoissa pyritään älykkääseen energian ohjaukseen kiertotalouden periaatteiden mukaan, ja esimerkiksi pienimuotoisesti tuotettua ylijäämäsähköä pyritään myymään valtakunnan verkkoon.

Lämpökaivo	Peruskallion lämpöä ja lämmönjohtavuutta hyödyntävä maalämmön muoto, jossa porataan halkaisijaltaan 100...150 mm:n ja syvyydeltään 100...300 metrin reikiä, tavallisimmin pystysuoria, kallioperään lämmön keräämiseksi muoviletkussa olevan keruunesteen avulla. Lämpökaivo hyödyntää syvyytensä perusteella geotermistä energiaa. Omakotitalon tarpeisiin yksi lämpökaivo on yleensä riittävä. Tässä työssä sanoja maalämpökaivo ja lämpökaivo pidetään synonyymeinä, mutta sanaa energiakaivo ei käytetä.
Lämpökeskus	Energiantuotantolaitos, joka tuottaa yksinomaan lämpöenergiaa.
Maalämpö	Vakiintunut nimi maan kuoreen varastoituneelle lämpöenergialle.
Primäärienergianlähde	Tässä työssä viitataan polttoaineisiin, kuten kivihiili, puu, maakaasu, öljy jne.
Syväreikä	kts. geotermisen syväreikä.
Uusiutuva energialähde	Uusiutuvalla energialähteellä tarkoitetaan tässä työssä puu-, peltobiomassa- ja jäteperäisiä polttoaineita, aurinkoenergiaa, tuuli- ja vesivoimalla tuotettua sähköä sekä lämpöpumppujen lämmön lähdettä, vesistöenergia mukaan lukien
Uusiutumaton energialähde	Uusiutumattomilla energialähteillä tarkoitetaan tässä fossiilisia polttoaineita (öljy, kivihiili, maakaasu) sekä turvetta (hitaasti uusiutuva polttoaine).
Vesistöenergia. open loop	Vesistöenergialla tarkoitetaan tässä työssä sitä, että pintavesistöstä (puro, joki, järvi, meri) pumpattu vesi lämmittää lämpöpumpun keruunestettä lämmönvaihtimen kautta. Tämän jälkeen vesi lasketaan takaisin vesistöön esimerkiksi 1...2 astetta viileämpänä, ja lämpöpumppu synnyttää lämpöä (tai viilennystä) normaaliin tapaansa. Myös pohjavettä voidaan hyödyntää. Sen etuna pintavedeen verrattuna on melko tasainen lämpötila läpi vuoden.

10.3.2017

Vesistölämpö, closed-loop	Järjestelmässä lämpöpumppu noutaa lämpöä vesistön pohjaan upotetulla muoviputkella. (Maalämpökaivossa lämpöpumppu noutaa lämpöä porakaivossa olevalla muoviputkella).
Voimalaitos	Energiantuotantolaitos, joka tuottaa sähköä

10.3.2017

LIITE 2. Energiahuollon liiketoimintamallien kehittyminen.

Asuinkerrostalojen osalta Espoon lämpöenergiahuolto perustuu valtaosin kaukolämmön käyttöön. Pientalojen osalta lämmitysmuotojen kirjo on laaja sisältäen sähköön, öljyyn, kivihiileen, turpeeseen, puuhun ja maalämpöön perustuvia ratkaisuita osaksi siksi, että rakennukset ovat kaukolämpöverkon ulottumattomissa. Näistä neljän ensimmäisen lämmitystavan osuus on vähitellen väistymässä maalämmön kasvattaessa osuuttaan.

Sähköverkko ulottuu koko Espoon alueelle, missä kotitaloudet ovat pääosin paikallisen jakelijan - tällä hetkellä Caruna - asiakkaita. Sähkön tuottajan kotitaloudet voivat valita nykyään muutamasta vaihtoehdosta.

EU:n alueella hajautunut energiahuolto sekä lämmön että sähkön osalta on tullut yhä suosittumaksi. Siinä esimerkiksi yhden suuren lämpökeskuksen tilalla tai rinnalla on pienempiä lämpökeskuksia sekä pientuottajia, jotka hyödyntävät uusiutuvia energialähteitä [17]. Tuotantotapojen kokonaisuudesta voidaan muodostaa älykkäästi ohjattu teknistaloudellisesti ja ekologisesti tehokas virtuaalivoimala, VPP (Virtual Power Plant). Hajautetun mallin hyötyjä ovat muun muassa:

- Uusiutuvien ja paikallisten energioiden hyödyntäminen
- Päästöjen väheneminen
- Energiaomavaraisuus ja energian kotimaisuus
- Riippumattomuus energiantarjoajista
- Energiansaannin varmuus
- Lyhyet energiansiirtomatkat
- Energian hinnan tasaisuus

Hajautetun energiahuollon trendi luo liiketoimintamahdollisuuksia – ja liiketoimintamalleja - uusille toimijoille, jotka pyrkivät saamaan osuutensa kasvavasta markkinasta. Energia-alan arvoketju siis jakautuu pienemmiksi osiksi, ja perinteinen energian tuottaja-siirtäjä/jakelija-kuluttaja- malli täydentyy uusilla toimijoilla. Kilpailu toimialalla voimistuu.

Tässä työssä esiin tuotu lämpöenergiahuollon hybridimalli on yhteensopiva hajautetun mallin kanssa. Hajautettu lämpöenergiahuolto sopii sovellettavaksi Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava-alueella siksi, että suunniteltu rakennuskanta on monipuolinen ja siksi että alue on maantieteellisesti suuri ja asutuksellisesti laajalle levinnyt.

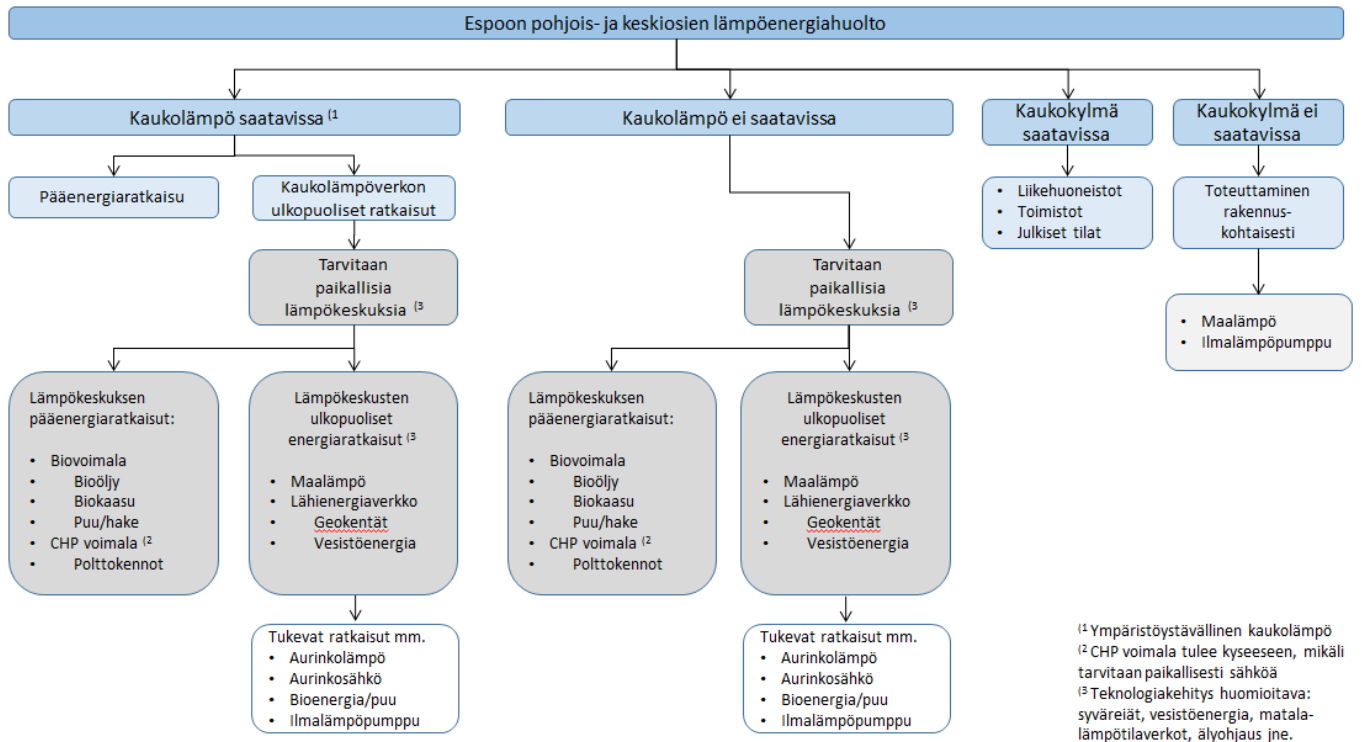
10.3.2017

Taulukossa, alla, on esitetty mahdollisia muutoksia liiketoimintamalleissa [16].

Nykyään	Tulevaisuudessa
Rakennusten omistajat, käyttäjät ja asukkaan ovat energian käyttäjiä	Rakennusten omistajat, käyttäjät ja asukkaat ovat energian käyttäjiä ja tuottajia
Huolehditaan laitteista itse	Erikoistunut toimija tarjoaa käytön ja kunnossapidon
Omistetaan lämpöpumppu tms.	Vuokrataan lämpöpumppu tms.
Rahoitetaan investointi itse	Toimittaja/kumppani voi rahoittaa investoinnin
Omistetaan maata/kattopinta-alaa	Vuokrataan alaa energiatuotantoa varten
Hankitaan yksi järjestelmä kerrallaan	Ostetaan kokonaisratkaisuja

10.3.2017

LIITE 3. Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaava-alueen lämpöenergiahuollon valinnan havainnollistaminen. Sähköenergia saadaan alueelle valtakunnan verkosta.



10.3.2017

LIITE 4. Kaava-alueen länsipuolen, itäpuolen ja keskiosien asuinrakennusten lämpöenergian ja sähköenergian tarve sekä vastaava tehontarve. Energiantarve on laskettu vuoden 2018 rakentamishormien mukaan, joita on tiukennettu 30 prosentin oletuksella.

	PIENTALOT, LÄNSIPUOLI					KERROSTALOT, LÄNSIPUOLI				
	C Keskusta	A1 Tehokas ja tiivis kerrostalo- valtainen alue	A2 Uudet ja tiivistävät asumisen alueet	A3 Olemassa olevat ja täydentyvät pientalo- alueet	Yhteensä	C Keskusta	A1 Tehokas ja tiivis kerrostalo- valtainen alue	A2 Uudet ja tiivistävät asumisen alueet	A3 Olemassa olevat ja täydentyvät pientalo- alueet	Yhteensä
Uudet asukkaat [kpl]	0	0	3365	1715	5080	2670	15947	7851	191	26665
Uudet k-m2	0	0	168225	85725	253950	132500	798700	392525	9525	1333250
2018 normi, Energiankulutus [kWh/m2],a										
Tilat ja IV lämmitys	35	35	45	60		35	35	45	60	
Käyttövesi	35	35	35	35		35	35	35	35	
Jäähdytys	4	4	4	1,5		4	4	4	1,5	
Sähkö	40	40	36	36		40	40	36	36	
Yhteensä [kWh/m2],a	114	114	120	132,5		114	114	120	132,5	
Energiankulutus koko ala [MWh],a										
Tilat ja IV lämmitys	0	0	7570	5144		4638	27955	17664	572	
Käyttövesi	0	0	5888	3000		4638	27955	13738	333	
Jäähdytys	0	0	673	129		530	3195	1570	14	
Sähkö	0	0	6056	3086		5300	31948	14131	343	
Lämpöenergiankulutus yhteensä [MWh],a	0	0	14131	8272	22403	9805	59104	32972	919	102800
Lämpöenergiankulutus, 30% tiukennus [MWh],a	0	0	9892	5791	15682	6864	41373	23080	643	71960
Vastaava tehon tarve [MW]	0	0	1,1	0,7	1,8	0,8	4,7	2,6	0,1	8,2
Sähköenergian kulutus [MWh], a	0	0	6056	3086	9142	5300	31948	14131	343	51722
Sähköenergian kulutus, 30% tiukennus [MWh], a	0	0	4239	2160	6400	3710	22364	9892	240	36205
Vastaava tehon tarve [MW]	0	0,0	0,5	0,2	0,7	0,4	2,6	1,1	0,03	4,1

	PIENTALOT, ITÄPUOLI					KERROSTALOT, ITÄPUOLI				
	C Keskusta	A1 Tehokas ja tiivis kerrostalo- valtainen alue	A2 Uudet ja tiivistävät asumisen alueet	A3 Olemassa olevat ja täydentyvät pientalo- alueet	Yhteensä	C Keskusta	A1 Tehokas ja tiivis kerrostalo- valtainen alue	A2 Uudet ja tiivistävät asumisen alueet	A3 Olemassa olevat ja täydentyvät pientalo- alueet	Yhteensä
Uudet asukkaat [kpl]	0	0	2095	5965	8060	1985	4368	4887	663	11903
Uudet k-m2	0	0	104730	298260	402990	99250	218400	244370	33140	595160
2018 normi, Energiankulutus [kWh/m2],a										
Tilat ja IV lämmitys	35	35	45	60		35	35	45	60	
Käyttövesi	35	35	35	35		35	35	35	35	
Jäähdytys	4	4	4	1,5		4	4	4	1,5	
Sähkö	40	40	36	36		40	40	36	36	
Yhteensä [kWh/m2],a	114	114	120	132,5		114	114	120	132,5	
Energiankulutus koko ala [MWh],a										
Tilat ja IV lämmitys	0	0	4713	17896	22608	3474	7644	10997	1988	24103
Käyttövesi	0	0	3666	10439	14105	3474	7644	8553	1160	20831
Jäähdytys	0	0	419	447	866	397	874	977	50	2298
Sähkö	0	0	3770	10737	14508	3970	8736	8797	1193	22696
Lämpöenergiankulutus yhteensä [MWh],a	0	0	8797	28782	37579	7345	16162	20527	3198	47231
Lämpöenergiankulutus, 30% tiukennus [MWh],a	0	0	6158	20147	26306	5141	11313	14369	2239	33062
Vastaava tehon tarve [MW]	0	0	0,7	2,3	3,0	0,6	1,3	1,6	0,3	3,8
Sähköenergian kulutus [MWh], a	0	0	3770	10737	14508	3970	8736	8797	1193	22696
Sähköenergian kulutus, 30% tiukennus [MWh], a	0	0	2639	7516	10155	2779	6115	6158	835	15887
Vastaava tehon tarve [MW]	0,0	0,0	0,3	0,9	1,2	0,3	0,7	0,7	0,1	1,8

10.3.2017

PIENTALOT, ETELÄPUOLI / KESKIOSAT - EI OLE						KERROSTALOT, ETELÄPUOLI / KESKIOSAT				
						C Keskusta	A1 Tehokas ja tiivis kerrostalo- valtainen alue	A2 Uudet ja tiivistyvät asumisen alueet	A3 Olemassa olevat ja täydentyvät pientalo- alueet	Yhteensä
Uudet asukkaat [kpl]						5000	5000			10000
Uudet k-m2						250000	250000			500000
2018 normi, Energiankulutus [kWh/m2],a										
Tilat ja IV lämmitys						35	35			
Käyttövesi						35	35			
Jäähdytys						4	4			
Sähkö						40	40			
Yhteensä [kWh/m2],a						114	114			
Energiankulutus koko ala [MWh],a										
Tilat ja IV lämmitys						8750	8750			17500
Käyttövesi						8750	8750			17500
Jäähdytys						1000	1000			2000
Sähkö						10000	10000			20000
Lämpöenergiankulutus yhteensä [MWh],a						18500	18500			37000
Lämpöenergiankulutus, 30% tiukennus [MWh],a						12950	12950			25900
Vastaava tehon tarve [MW]						1,5	1,5			3,0
Sähköenergian kulutus [MWh], a						10000	10000			20000
Sähköenergian kulutus, 30% tiukennus [MWh], a						7000	7000			14000
Vastaava tehon tarve [MW]						0,8	0,8			1,6