

REmix-projekti

Rykmentinpuiston keisi – väliraportti

- energialaskenta, esimerkkiratkaisuja ja innovaatiotoiminta

22.10.2013

VTT

Uusiutuvan energian mahdollisuuksien arviointi Rykmentinpuistossa - osana REMix-projektia

Rykmentinpuisto toimii VTT:n REMix – Renewable Energy Technology Mix -projektin keisinä, jossa tarkastellaan uusiutuvan lähienergian käytön mahdollisuuksia, liiketoimintamalleja sekä innovaatioverkostoja alueellisissa energiaratkaisuissa. Tämän väliraportin tarkoituksena on tarkastella alueen uusiutuvan lähienergian mahdollisuuksia yleisellä tasolla alueen rakentumisen näkökulmasta.

Espoossa, 22.10.2013

Tapani Ryyänen

Ari Jussila

Ha Hoang

Tässä väliraportissa esitetyt laskelmat on tehty nimenomaisesti REMix-projektin tarpeisiin ja niistä lähtien, perustuen tekohetkellä käytettävissä olleisiin tietoihin. Raportti ei ole VTT:n virallinen näkemys Rykmentinpuiston kehittämisestä, vaan REMix-projektin keistarkastelu. Lopullinen Rykmentinpuiston keisraportti tullaan julkaisemaan osana REMix-projektin loppuraporttia.

SISÄLLYSLUETTELO

UUSIUTUVA LÄHIENERGIA.....	4
ALUEEN YLEISKUVA.....	5
ALUEEN ENERGIATASE.....	6
ENERGIARATKAISUIDEN TALOUDELLISUUS.....	9
INNOVAATIOTOIMINTA.....	14
YHTEENVETO	16

Uusiutuva lähienergia

Nykyaikaisen kiinteistön energiasuunnittelussa on kaksi lähtökohtaa: passiivenergiatalo tai nollaenergiatalo. Yksinkertaistettuna passiivenergiatalossa rakenteilla pyritään minimoimaan energian tarvetta kun taas nollaenergiatalossa voidaan itse tuotetulla uusiutuvalla energialla tasata energiatase. Molemmat vaihtoehdot vaativat investointeja, mutta nollaenergiatalo tarjoaa tilaajalle ja toteuttajalle enemmän vaihtoehtoja päämäärän saavuttamiseksi.

Uusiutuvan lähienergian tuotantomuotoja ovat lähinnä:

- lämpölaitos tai CHP (Combined Heat and Power)
 - o polttoaineena hake tai pelletti (puukuitu, turve)
- lämpöpumppu
 - o maalämpö, ilmalämpö, järvilämpö
- aurinkolämpö
- aurinkosähkö
- pientuulivoima

Näistä hakkeen ja pelletin käytön osalta lähienergiäkäsité on osaltaan riippuvainen polttoaineen alkuperästä. Esimerkiksi pelletti liikkuu maailmanlaajuisesti, jolloin voidaan syystä keskustella siitä, onko Suomessa poltettu Afrikkalainen pelletti lähienergiaa.

Hakkeen osalta haasteena laajalle käytölle on sen riittävyys eri alueilla. Mikäli haketta joudutaan kuljettamaan kaukaa, vaikuttaa tämä sen kustannustasoon käyttöpaikalle toimitettuna sekä kuten pelletinkin kohdalla, tulee lähienergian käsité kyseenalaiseksi. Hake myös poltetaan sekoituksena, jossa on pieni määrä toista polttoainetta, Suomessa yleensä turvetta, mutta huonon turpeen saatavuuden takia viime aikoina on jouduttu tässä käyttämään myös kivihiiltä.

Loput vaihtoehdot ovat käytännössä 100% lähienergiaa, varsinkin jos lämpöpumppujen vaatima sähkö tuotetaan paikallisesti.

Voidaan kuitenkin todeta, että kaiken kiinteistön tarvitseman energian tuottaminen Suomessa 100% lähienergialla ei ole käytännössä järkevää. Mikäli järjestelmät mitoitettaisiin huipputehontarpeen mukaan, tulisi investoinneista liian kalliita. Helpoin ratkaisu on erityisesti talvikaudella käyttää tarvittavana "ulkoisena" energiana valtakunnanverkosta ostettavaa sähköä, joka haluttaessa voidaan valita uusiutuvilla tuotettuna.

Huomattavaa on, että teknologia on vain yksi osa riskikokonaisuutta. Uusiutuvan energian teknologiat ovat pääsääntöisesti jo varsin luotettavia. Pilotointi niin teknologioiden kuin toimittajien osalta onkin tärkeä riskienhallinnan osa laajojen alueiden kehittämisen osalta. Näin saadaan oikeampi käsitys tuotosta, palveluiden laadusta ja käytettävyydestä. Myös asiakastarpeiden ymmärtäminen ja palvelutasojen määrittäminen kokemusten ja oppimisen kautta tukee parhaiten soveltuvien ratkaisuiden valintaa. Hankinnan kannalta tulee päättää, mikä osuus suunnittelulla ja pilotoinnilla on arvioiduista elinkaarikustannuksista, mitkä hyödyt tähän investoimalla odotetaan saavutettavan ja miten pilotointivaihe projektoidaan ja rahoitetaan.

Kunnalla on merkittävä rooli liiketoimintakonseptien käytännön toteutumisessa. Alueen kehittämistä ohjaa voimakkaasti kaavaprosessi, tontinluovutusehdot sekä energiaratkaisuihin liittyvät linjaukset.

Alueen lähienergian liiketoimintakonseptien kehittämiseksi jätettävä tila määritetäänkin kunnan toimesta hyvin varhaisessa vaiheessa.

Liitteessä 1 on esitetty esimerkki uusiutuvan energian mahdollisuuksista Rykmentinpuiston alueella. Perustana on ratkaisuiden eteneminen alueen rakentumisaikataulun ehtoilla sekä tarjonnan ja kysynnän joustava kohtaaminen elinkaarella.

Alueen yleiskuva

Rykmentinpuisto on tyypillinen laaja alue, jonka elinkaari on pitkä. Alue rakentuu vaihteittain useamman vuosikymmenen aikana. Tänä aikana käytettävissä olevat ratkaisut, ohjeistukset ja palveluntarjoajat muuttuvat. Päätöksissä tulisikin huomioida mahdollisuuksien pitäminen avoinna, sitoutumatta liian pitkälle vain tiettyihin ratkaisuihin. Tämä mahdollistaa myös asukkaiden ja alueen toimijoiden paremman osallistumisen vaikuttamiseen ja jatkuvaan innovaatiotoimintaan energiaratkaisuissa. Tämän kaltainen toiminta tukee samalla kunnan omaa kehittämistoimintaa, kuten "Innovaatiotoiminta" kappaleessa on todettu.

Alueella on myös muita tekijöitä, jotka lisäävät epävarmuutta rakentumisen ennustamiseen. Näitä ovat Helsinki-Vantaan lentoaseman uusien melurajojen vaikutus alueen itäosan rakentamiseen ja mahdollinen raideyhteyden rakentuminen alueen poikki. Lisäksi jo osittain rakennettu ja ensimmäisessä vaiheessa täydentyvä alue lähellä Hyrylän taajamaa vaatii nopeita energiaratkaisuita, jotka eivät vielä volyymiltään mahdollista suurten infraan kohdistuvien investointien tekemistä koko alueelle. Toisaalta tämä ensimmäinen alue mahdollistaa eri teknologioiden ja palveluiden pilotoinnin, mikä tukee kokemusten kautta oppimista alueen laajempien ratkaisuiden tekemiseksi.

Alueen laajuus ja suunniteltu rakentamistiheys mahdollistavat alueen koko lämpöenergian tarpeen kattamisen lähienergialla. Sähköenergian tarpeesta kyetään jo nykyisellä teknologialla kattamaan huomattava osa. Lukuarvot on esitetty kohdassa "Alueen energiatase".

Alueelle on kaavailtu myös isoa ostoskeskusta. Ostoskeskusten rooli alueensa energiataseessa on merkittävä. Sekä lämmön, sähkön että jäähdytyksen tarve ostoskeskusten energiataseessa on suuri verrattuna lähes mihin tahansa ei-teolliseen kaupunkialueen kiinteistöön. Näiden kiinteistöjen pinta-alat mahdollistavat myös omaa kulutusta suuremman energian tuotannon, mikäli tämä huomioidaan suunnittelussa. Haasteena uusiutuvan energian taloudellisesti kannattavassa hyödyntämisessä on useimmiten alhaisen kulutuksen aikana tuotetun ylimääräisen energian hyödyntäminen ja vaihtoehtoisesti varastoiminen. Mitä laajemmin kyetään eri profiilin omaavia kiinteistöjä liittämään samaan optimoitavaan energiataseeseen, sitä parempaan kokonaistulokseen on mahdollista päästä. Tässä ostoskeskuksen muista ympäristönsä kiinteistöistä eroava energiaprofiili on hyödynnettävissä. Myös lähitöillä sijaitsevien uimahallin sekä lehtipainon energiaratkaisut ja suunnitelmat tulee mahdollisuuksien mukaan selvittää.

Rykmentinpuiston alue kilpailee useiden pääkaupunkiseudun asuinalueiden kanssa asukkaista ja liiketoiminnan sijoittumisesta. Koska kustannustaso rakentamisessa on käytännössä kaikille alueille sama, kilpaillaan rakentajien ja rakennuttajien kiinnostuksesta lähinnä tonttien hinnoilla ja luovutusehdoilla. Näin ollen tärkeäksi nousevat myös muut tekijät sekä niiden onnistunut tuominen esille kaavoitusprosessin, markkinoinnin ja neuvotteluiden aikana. Kuluttajien kiinnostus kestävään

kehitykseen ja uusiutuvan energian käyttöön tämän osana ovat tärkeä osa alueen puistomaisen vihreän imagon kannalta.

Rykmentinpuiston sijainti mahdollistaa sekä lähienergian että seudullisen energian ratkaisut. Mielenkiintoinen vaihtoehto olisi näiden yhdistelmä, jossa osa alueen energiatarpeesta (base load) katettaisiin lähienergialla ja huipputarve seudullisella energialla. Tämä olisi alueen elinkaariratkaisuiden joustavuuden, teknologioiden tehokkaan hyödyntämisen, energialähteiden hintakehitykseen liittyvän riskin hallinnan sekä asiakkaiden valinnanvapauden näkökulmasta hyvä vaihtoehto.

Alueen energiatase

Tässä vaiheessa Rykmenttipuiston osalta energiaselvityksessä tarkasteltiin rakennusten energiankulutusta ja sen tuotantomahdollisuuksia kahdessa tapauksessa:

1) Maalämpö (> 95 %) + uusiutuva (M)

- + Pienemmät lämmönsiirtohäviöt
- + "Ilmaista viilennystä"
- Sähkön osto (riippuvainen sähkön hinnasta)

2) Bio CHP laitos + Maalämpö (< 25 %) + uusiutuva (CHP)

- + Paikallisesti tuotettu lämpö ja sähkö (pienemmät sähkönsiirtohäviöt)
- + Ylimääräisen sähkön myynti
- + Tasaisempi tuotanto
- Investointi laitokseen & infrastruktuuriin (kaukoverkko)
- Kapasiteetin mitoitus ja lisääminen alueen kehityksen mukaan hankalaa
- Polttoaineen hankinta & logistiikka

Seuraavassa kuvassa on esitetty alueen energiatarve, siten kuin alueen rakentumisen on arvioitu toteutuvan jo osin rakennetusta "Keskustasta" lähtien.

- Vaihe 1: Keskusta
- Vaihe 2: Hyökkälä, Olympiakylä
- Vaihe 3: Huvilakylä, Puistokylä
- Vaihe 4: Koko alue

Vastaavat laskelmat on esitetty liitteessä 2.



Seraavalla sivulla olevassa taulukossa on esitetty yhteenvetona koko alueen energialuvut sekä esimerkkilaskelma sen tuottamisesta uusiutuvalla energialla. Vastaavat vaiheittaiset (1-4) luvut on esitetty liitteessä. Alueella on siis mahdollista tuottaa tarvittava energia uusiutuvalla lähienergialla. Taloudelliset luvut puolestaan perustuvat tämän hetken yhteen arvioon eri tekijöiden ennustetusta muutoksesta, eli korostettakoon esimerkinomaisuutta ja lähtöarvojen suurta merkitystä laskelmien lopputulokseen.

Vastaavasti tarvittavat tilatarpeet (m²) laskettuna järjestelmien keskimäärin tarvitsemilla määrillä ovat:

Maalämmön tilatarve	15 443
Aurinko katto	84 994
Aurinko alue	184 599
Tuuli katto	16 484
Tuuli alue	72 780

Tässä oleellisin luku on Maalämmön tilatarve, joka on hyvin mahdollista sijoittaa alueelle.

Vastaavasti CHP skenaariossa CHP laitoksen ja polttoaineen varastointi on helppo sijoittaa alueelle.

	M	CHP
Lämmöntarve [MWh]	63 584,75	63 584,75
Sähköntarve [MWh]	79 195,40	62 240,91
Maalämpö [MWh]	60 867,30	14 751,64
Aurinkolämpö [MWh]	1 798,50	1 798,50
Aurinkosähkö [MWh]	15 815,25	15 815,25
Tuulisähkö [MWh]	17 801,05	17 801,05
Ostettu lämpö [MWh]	1 637,41	47 034,61
Ostettu sähkö [MWh]	45 579,10	28 624,62
Ostetun lämmön hinta €	Sähkönä	9 849 047,33
Ostetun sähkön hinta €	13 549 424,51	8 509 319,05
Energian hinta yhteensä M€	13,55	18,36
Energiakerroin	77,48	81,59

	Vaihe 1 (2020)		Vaihe 2 (2025)		Vaihe 3 (2033)		Vaihe 4 (2040)	
	M	CHP	M	CHP	M	CHP	M	CHP
Energian hinta yhteensä M€	2,45	4	5,39	7,50	8,69	11,90	13,55	18,36
Energiakerroin	22,10	22	42,49	42,67	57,04	58,43	77,48	81,59
CO ₂ -päästöt t	3 562	6 115	6 848	10 347	9 193	14 394	12 489	19 981

Johtopäätöksenä voidaan todeta huomioiden nykyinen arvioitu hintakehitys ja e-kerroin, että maalämpö tulee näistä vaihtoehdoista halvemmaksi loppukuluttajalle kuin CHP. Maalämpö antaa myös alueen rakennuttua paremman keskimääräisen e-kertoimen koko alueelle. Luku on saatu kertomalla alueen energiatarve sen tuotantoon käytetyn energiamuodon kertoimen kanssa. Luku on indikaattori siihen miten ”paljon” hankittu energia on vaikuttanut luonnonvarojen kuluttamiseen. Maalämmössä on myös vähemmän CO₂-päästöjä (laskelmassa pohjana Suomen keskiluvut sähkön ja kaukolämmön päästöluvulle). Maalämmön käyttäminen vaatii toisaalta sähköä, mikä tarkoittaa että se pitäisi mahdollisesti tuottaa lauhdevoimalla, missä lämpö syntyisi sivutuotteena.

Tämän lisäksi alueen energiankulutukseen kuuluu myös muita kohteita kuten ulkovalaistus (suurin tekijä katuvalaistus) sekä liikenne. Näitä ei tässä tarkastelussa oteta huomioon, mutta todettakoon niiden olevan erinomaisia kohteita innovatiiviselle kehittämiselle. Katuvalaistus on merkittävä osa alueiden viihtyisyyttä ja turvallisuutta, mutta se on myös yleisesti keskusteluissa säästötoimista päätettäessä. Mikäli katuvalaistus kyetään hoitamaan uusiutuvalla ja päästöttömällä lähienergialla, ei tätä ongelmaa ole. Alueen biojätteen määrä ei ole erityisen suuri, mutta huomioiden myös muun muassa alueelle tulevien elintarvikekauppojen sivuvirrat, lähienergiana tuotetulla biokaasulla voitaisiin kattaa merkittävässä määrin alueen julkisen liikenteen polttoainetarve. Samalla tämä loisi mahdollisuuden paikalliselle pienyrittäjyydelle.

Energiaratkaisuiden taloudellisuus

Todettakoon aluksi, että energian ja samoin uusiutuvan energian pitkän ajanjakson kustannuskehitys on hyvin vaikeasti arvioitavissa. Samoin eri tekijöiden yhteisvaikutus voi olla erittäin suuri. Myöskään ei voida sanoa, että kaikkien uusiutuvan energian muotojen kustannus- ja hintakehitys tulisi käyttäytymään samalla tavalla. Näin ollen alla olevat arviot ovat tämän hetken käsitysten mukaisia ja viitteellisiä. Laskelmat antavat kuitenkin sekä vertailupohjaa eri vaihtoehtojen välille, että laskentamallin, jota voidaan hyödyntää muuttamalla eri tekijöiden lähtöarvoja.

Maalämpö

Alkuinvestoinnin arviointi on haastavaa, koska se riippuu hyvin monesta tekijästä. Omakotitaloille löytyy valmiina suhteellisen hyviä arvioita, mutta miten paljon alkuinvestointi laskee, kun puhutaan huomattavasti suuremmasta alueesta, riippuu hyvin paljon kohteesta ja olosuhteista.

Todellisiin alkuinvestointeihin vaikuttaa merkittävästi myös erilaiset tuet. Näin ollen näiden saantimahdollisuus on selvitettävä huolellisesti ennen lopullista päätöksentekoa.

Vuotuiset käyttökustannukset koostuvat pitkälti maalämmön vaatimasta sähköstä. Yleensä laskelmissa käytetään hyötykerrointa (COP) 3, jolloin kolmen lämpö-MWh tuottaminen vaatii yhden sähkö-MWh.

Maalämpöratkaisun etuna on täysi riippumattomuus lämmöntuotannon raaka-aineiden ja sitä kautta myytävän lämmön hinnasta. Sähkörüippuvuus lisääntyy kuitenkin selvästi, jolloin sähkön hankinnan rooli kasvaa.

Rykmentinpuistossa ensimmäisenä rakentuva alue on osittain pohjavesialueella. Maalämpöasennukset voidaan kuitenkin tarvittaessa tehdä hyödyntämällä alueen pohjoisnurkkaa, joka ei ole pohjavesialueella, sekä ensimmäisen alueen itärajalle rajautuvia seuraavien rakennusalueiden viheralueita. Näin maalämpökenttä muodostuisi Rykmentinpuiston keskellä kulkeväksi kaistaleeksi, joka seuraisi puistoaluetta ja rakentuisi samalla kuin rakentaminen muutenkin.

Maalämmön kohdalla on muistettava, että maalämpökaivojen avulla voidaan tuottaa hyvin tehokkaasti myös maakyhmää. Kaukokylmän käyttö on yleistynyt voimakkaasti ja Rykmentinpuiston alueella on huomattavaa tarvetta myös viilennykselle paitsi asuintaloissa myös julkisissa rakennuksissa ja liiketiloissa. Kaukokylmän rakentaminen on strateginen päätös, joka vaatii investointeja kaukokylmäverkkoon, joka kannattaa tehokkuussyistä rakentaa samanaikaisesti kaukolämpöverkon kanssa.

CHP-voimala

Mittavan alkuinvestoinnin vuoksi mitoitus on hyvin tärkeää. Kaikelle kapasiteetille pitäisi löytyä ostaja eli investointi on ajoitettava oikein. Ensimmäinen CHP-voimala voisi mahdollisesti toimittaa energiaa myös läheiseen urheilukeskukseen, teollisuusalueelle tai muille lähialueen suuremmille kiinteistöille.

CHP-voimalan suurin operointikustannus muodostuu polttoaineesta. Todennäköisin polttoaine olisi hake, joka on tällä hetkellä selvästi pellettejä edullisempaa. Hakkeenkin hinta on kuitenkin ollut

nousussa käytön lisääntyessä ja korjuukustannusten noustessa. Lisäksi voi olla, että haketta joudutaan kuljettamaan hieman kauempaa, jolloin ollaan riippuvaisia myös kuljetuskustannuksista, jotka puolestaan linkittyvät vahvasti polttoaineen hintaan.

CHP-voimala vaatii myös huoltoa sekä jatkuvan valvonnan, joten siitä aiheutuu myös huolto- ja henkilöstökuluja.

CHP-voimala vaatii myös riittävän ison tontin sekä toimivat logistiikkajärjestelyt, jotta polttoaineen toimitus ja varastointi voidaan järjestää.

Tuulisähkö, aurinkosähkö ja aurinkolämpö

Toisin kuin CHP-voimalassa ja maalämmössä, näissä energiavaihtoehtoissa vuotuiset operointikustannukset ovat hyvin pienet eli käyttö on lähes kulutonta alkuinvestoinnin jälkeen. Tämän varjopuolena on se, että alkuinvestointi suhteessa energiantuotantopotentiaaliin on suurehko, joka johtaa pitkään takaisinmaksuaikaan.

Myös näihin puhtaisiin energiamuotoihin voi olla saatavissa investointitukia ja näiden saatavuus on syytä selvittää ennen päätöksentekoa. Haastavaa on, että tuet ja tukipäätökset tulevat jälkikäteen, mutta niiden myöntäminen voidaan arvioida melko varmaksi, mikäli investointi täyttää tukien myöntämiselle asetetut vaatimukset.

Synergiat ja muut päätöksentekoa ohjaavat asiat

Useita eri energiavaihtoehtoja käyttävässä energiaratkaisussa voidaan saavuttaa synergiaetuja, kun kaikkien ratkaisujen toimittajat tekevät yhteistyötä alusta asti. Synergioita voi syntyä mm. suunnittelussa, toteutuksessa, lupa-asioissa ja logistiikassa. Näin syntyvillä synergioilla voidaan parantaa yksittäisen energiavaihtoehtoon kannattavuutta verrattuna erillistoteutukseen. Suunnittelussa on hyvä varautua myös siihen, että kyetään esimerkiksi kaavan tilavarauksilla mahdollistamaan tulevaisuudessa kannattavaksi arvioidun tuotantomuodon toteuttaminen. Samoin verkkojen rakentamisen tulisi ottaa huomioon tulevat mahdollisuudet.

Päätöksenteossa tulee miettiä myös alueen imagoarvoa. Saadaanko alueelle enemmän asukkaita ja tontit myytyä paremmalla hinnalla, jos energia on tuotettu uusiutuvia muotoja käyttäen? Myös verotuloihin tulee kiinnittää huomiota. Syntykö alueelle uusia työpaikkoja ja yrityksiä uusiutuvan energian ansiosta? Päätöksenteossa tulisi miettiä myös kunnan arvoja ja strategiaa. Miten arvotetaan ja painotetaan kestävä kehityksen osatekijöitä?

Herkkyyshanalyysi

Alla olevissa taulukoissa on laskettu takaisinmaksuaikaa esimerkinomaisesti pientuulivoimalainvestoinnille useissa eri tapauksissa. Kuten luvuista nähdään, on lähtöparametrien eroilla todella suuri vaikutus lopputulokseen. Vasemman puoleisessa taulukossa tarkastellaan yritysasiakasta ja oikean puoleisessa kotitalousasiakasta.

Suuri yritys- tai muu yhteisöasiakas

Sähkön hinta	90	€/MWh		
alkuinvestointi:	35 000	€		
operointi:	0	€/v		
Sähköntuotanto:	10	MWh/v		
vuotuinen säästö:	900	€		
Takaisinmaksuaika:	39	v		
Investointivuosi				
	Teknologian hintakehitys (%/v)			
		Energian hintakehitys (%/v)		
		2 %	4 %	6 %
2013		29	23	20
2020	-2 %	23	18	14
	0 %	26	19	16
	2 %	29	21	17
2030	-2 %	19	11	8
	0 %	22	14	10
	2 %	29	19	13

Kotitalousasiakas

Sähkön hinta	150	€/MWh		
alkuinvestointi:	35 000	€		
operointi:	0	€/v		
Sähköntuotanto:	10	MWh/v		
vuotuinen säästö:	1 500	€		
Takaisinmaksuaika:	23	v		
Investointivuosi				
	Teknologian hintakehitys (%/v)			
		Energian hintakehitys (%/v)		
		2 %	4 %	6 %
2013		19	16	15
2020	-2 %	15	12	10
	0 %	17	13	11
	2 %	19	15	12
2030	-2 %	10	7	5
	0 %	14	9	7
	2 %	19	13	9

Erityisesti yritys- tai yhteisöasiakkaan takaisinmaksuaika sähkönhinnan pysyessä muuttumattomana on hyvin korkea eli 39 vuotta. Tämä ei kuitenkaan kerro koko totuutta, koska energian hinta on ollut viime vuosikymmenet nousussa ja lisäksi useat uusiutuvan energian teknologiat ovat halventuneet suhteessa tuotettuun energiamäärään. Laskelmissa on kolme vaihtoehtoista energian hintakehityspolkua: Ensimmäisessä vaihtoehdossa kehitys noudattelee yleistä keskimääräistä kuluttajahintojen nousua (2%/v) ja kahdessa jälkimmäisessä nousu on hieman voimakkaampaa. Teknologian hinnalle on myös kolme vaihtoehtoista skenaariota: Ensimmäisessä hinta laskee n. 2% vuodessa, toisessa hinta säilyy ennallaan ja kolmannessa vaihtoehdossa hinta seuraa yleistä hintakehitystä.

Näistä vaihtoehtoisista skenaarioista nähdään, että takaisinmaksu voi esimerkiksi kotitalousasiakkaalla vaihdella 5 ja 23 vuoden välillä. Tämä ero on niin merkittävä, että voidaan hyvin todeta, että pitkälle menevissä laskelmissa on oleellista tarkastella kannattavuutta useilla eri parametrien arvoilla ja pyrkiä arvioimaan näiden todennäköisyyksiä. Näiden parametrien arvot vaikuttavat pitkän aikavälin kannattavuuteen selvästi enemmän kuin esim. 10 % välitön muutos hankintahinnassa.

Näin ollen investointi uusiutuvaan energiaan on sitä kannattavampi, mitä nopeammin energiaa kallistuu. Investointi tulevaisuudessa saattaa olla myös hyvin paljon kannattavampi kuin nykyhetkenä, koska teknologia on ehkä ehtinyt halventua energian hinnan samalla noustessa. Tämä on hyvä ottaa huomioon suurissa hankkeissa, joissa rakentaminen (ja sitä kautta myös energiaratkaisujen toteutus) ajoittuu hyvin pitkälle aikavälille.

Tämän tyyppinen herkkyysanalyysi pätee parhaiten pientuulisähkölle, aurinkosähkölle ja aurinkolämmölle. Maalämpö ja CHP-voimala eivät ole yhtä herkkiä muutoksille energian hinnoissa, koska niiden operointiin vaaditaan myös energiaa, joka tasoittaa tätä vaikutusta.

Hinta-arvioita

Alla olevista karkeista hintatarkasteluista huomataan, että maalämmöllä ja CHP-voimalalla voidaan hyvissä olosuhteissa päästä noin 10 vuoden takaisinmaksuaikaan, jopa hieman alle, eli ne ovat nykyhinnoillakin mahdollisia vaihtoehtoja. Aurinko- ja tuulienergiassa on nykyisillä hinnoilla pitkähköt takaisinmaksuajat, mutta kun huomioidaan energianhinnan nouseva trendi sekä tekniikan hinnan lasku (suhteessa tehoon), niin ero tasoittuu huomattavasti (käsitelty edellisen sivun herkkyyksianalyysi-laskelmassa). Laskelmissa vuotuinen säästö on laskettu käyttämällä energiavaihtoehtona sähköä tai kaukolämpöä. Takaisinmaksuajat perustuvat nykyhetken vuotuisen säästöön eikä niissä ole tehty oletuksia energiamuotojen tai teknologioiden tulevasta hintakehityksestä.

Karkeita hinta-arvioita erilaisten uusiutuvaan energiaan perustuvien ratkaisujen hinnoista:				
Huomautus: luvut ovat hyvin karkeita suuntaa antavia arvioita, joilla on lähinnä tarkoitus kuvata eri vaihtoehtojen takaisinmaksuajan suuruusluokkaa. Näiden lukujen varaan investointipäätöksiä ei voi perustaa, vaan todelliset kulut on selvitettävä huolellisesti ennen päätöksiä.				
Kotitalousasiakas	€/MWh		Tuotanto MWh/v	Investointi €/MWh
Sähkön hinta	150			
Kaukolämmön hinta	75			
Tuulisähkö	alkuinvestointi (€):	35 000	10	3 500
	operointi (€/v):	0		
	vuotuinen säästö (€):	1 500		
	Takaisinmaksuaika (v):	23		
Aurinkosähkö	alkuinvestointi (€):	15 000	5	3 000
	operointi (€/v):	0		
	vuotuinen säästö (€):	750 €		
	Takaisinmaksuaika (v):	20		
Aurinkolämpö:	alkuinvestointi (€):	8 000	5	1 600
	operointi (€/v):	0		
	vuotuinen säästö (€):	375 €		
	Takaisinmaksuaika (v):	21		

Karkeita hinta-arvioita erilaisten uusiutuvaan energiaan perustuvien ratkaisujen hinnoista:

Huomautus: luvut ovat hyvin karkeita suuntaa antavia arvioita, joilla on lähinnä tarkoitus kuvata eri vaihtoehtojen takaisinmaksuajan suuruusluokkaa. Näiden lukujen varaan investointipäätöksiä ei voi perustaa, vaan todelliset kulut on selvitettävä huolellisesti ennen päätöksiä.

Yritys- tai muu yhteisöasiakas		€/MWh		Tuotanto	Investointi
Sähkön hinta		90		MWh/v	€/MWh
Kaukolämmön hinta		60			
Maalämpö -suurella mittakaavassa	alkuinvestointi (€):	600 000	2 000	300	
	operointi: käyttösähkö (€/v)	60 000			
	vuotuinen säästö (€):	60 000			
	Takaisinmaksuaika (v):	<input type="text" value="10"/>			
CHP-voimala	alkuinvestointi (€):	5 000 000	5 000	1 000 sähkö	
	operointi: hake (€/v)	432 000	15 000	333 lämpö	
	käyttösähkö (€/v)	180 000			
	huolto (€/v)	50 000			
	palkat (€/v)	45 000			
	yht. (€/v)	707 000			
	vuotuinen säästö (€):	643 000			
Takaisinmaksuaika (v):	<input type="text" value="8"/>				
Tuulisähkö	alkuinvestointi (€):	35 000	10	3 500	
	operointi (€/v):	0			
	vuotuinen säästö (€):	900			
Takaisinmaksuaika (v):	<input type="text" value="39"/>				
Aurinkosähkö	alkuinvestointi (€):	15 000	5	3 000	
	operointi (€/v):	0			
	vuotuinen säästö (€):	450			
Takaisinmaksuaika (v):	<input type="text" value="33"/>				
Aurinkolämpö:	alkuinvestointi (€):	8 000	5	1 600	
	operointi (€/v):	0			
	vuotuinen säästö (€):	300			
Takaisinmaksuaika (v):	<input type="text" value="27"/>				

Innovaatiotoiminta

REmix-hankkeen loppuvaiheessa innovaatiotoiminnan tarkastelu tulee olemaan keskeisessä roolissa. Seuraavassa nostetaan esille eräitä syitä sille, miksi alueellinen innovaatioverkosto on uusiutuvan lähienergian ratkaisuiden kehittämisessä tärkeässä roolissa.

Rykmentinpuiston rakentumisen elinkaari on sekä ajallisesti pitkä että vaiheittainen. Alueen valmistumisen voidaan arvioida tapahtuvan noin 20-30 vuoden aikana. Tänä aikana rakentaminen ja sen vaatimukset muuttuvat, mutta erityisesti energiateknologia ja siihen liittyvät palvelut tulevat kehittymään. Myös energialähteiden hintakehitys ja hyödyntämismahdollisuudet ovat vaikeasti ennustettavissa. Asiakstarpeiden ja trendien muutos vaikuttaa kysyntään, mikä vaatii alueen elinkaaren kestävästä aluekehittämisen keskustelua. Tästä syystä tulisi pitkäaikaisessa aluekehittämisessä kiinnittää huomiota vaihtoehtojen joustavuuteen, oppimiseen sekä alueen toimijoiden aktiiviseen ja verkostoituneeseen innovaatiotoimintaan.

Rykmentinpuiston osa-alueet rakentuvat keskustan suunnasta jo osin rakennetusta alueesta lähtien, jolloin alueella tulee olemaan hyvin eri elinkaarensa vaiheessa olevaa kiinteistökantaa. Tämä tulee huomioida innovaatioverkoston toiminnassa ja erityisesti sen rakenteessa, johon toimijoiden profiiliin muuttuminen tulee vaikuttamaan.

Alueen osallistuvan kehittämisen jatkuminen yli usean kymmenen vuoden kehittämisvaiheen ja tätä seuraavan käyttö- ja uusimisvaiheen aikana, vaatii aktiivista toimintaa ja aktiivisia toimijoita. Tämä tulee huomioida jo suunnitteluvaiheessa ja luoda alueelle tarvittavat roolit ja toimijat. Kunnan rooli aktiivisuuden ylläpidossa on oleellinen, mutta vielä tärkeämpää on luoda olosuhteet, rakenteet ja mahdollisuudet aktiivisille toimijoille. Kunnan resurssit ovat kuitenkin rajalliset, jolloin huomiota tulee kiinnittää sekä kunnan resurssien kehittämiseen että muiden alueen toimijoiden motivoimiseen. Alueen toimijoiden aktiivinen osallistaminen lähtee mahdollisuudesta vaikuttaa, mikä puolestaan on riippuvainen vaihtoehtojen joustavuudesta sekä uusien teknologioiden ja palveluiden käyttöönoton mahdollisuudesta.

Toimijoita ja näiden rooleja on käyty läpi seuraavassa.

Rakennuttajat ja rakennusyhtiöt

Rakennuttajien ja rakentajien rooli on toteuttaa tehokkaasti markkinoilla määrittyvät tavoitteet ja tuoda omaan osaamiseensa perustuvia vaihtoehtoja esille. Oikein toteutetussa innovaatioympäristössä tämä osaaminen saadaan käyttöön jo suunnitteluvaiheen alussa, yhtenä esimerkkinä kilpailullinen neuvottelumenettely. Kumppaniverkostossa talotekniikan ja energiajärjestelmien toimittajat ovat oleellisessa osassa.

Asukkaat

Alueelle kohdistuva kysyntä on viimekädessä kiinni asukkaista. Nykyiset asukkaat ovat alueen "myyjä" ja Rykmentinpuiston vahva identiteetti tukee heidän aktiivisuuttaan kertoa näkemyksiään niin alueen toimijoille kuin potentiaalisille uusille asukkaille. Asiakstarpeisiin reagoiminen ja vastaaminen vaatii yhteistyötä alueen toimijoiden kesken sekä joustavia ratkaisuita.

Arkkitehdit

Alueen tulee kokonaisuutena olla sekä miellyttävä että toiminnallisesti onnistunut. Energiaratkaisut eivät saa olla liian hallitsevassa roolissa Rykmentinpuiston yleisilmeessä, mutta kestävä kehityksen imagon brändi sallii ja osin vaatii niiden tuomisen julkisivuihin ja yhteisille alueille. Arkkitehdin tärkein tehtävä uusiutuvan lähienergian osalta onkin luoda onnistunut symbioosi teknologian, visuaalisuuden ja käytännöllisyyden välille, vuorovaikutteisessa yhteistyössä muiden verkoston jäsenten ja sidosryhmien kanssa.

Energiapalveluiden tuottajat

Rykmentinpuisto on merkittävä alue kokonaisenergian käytöltään ja kiinnostaa varmasti monia energianpalveluiden tuottajia. Energia (lämpö, sähkö, kylmä) itsessään on vain osa alueella tarvittavista palveluista. Näiden lisäksi tarvitaan mm asiakkaille suunnattua tiedotusta, suunnittelua, hallintaa, huoltoa, rahoitusta, mittauksia ja seuranta. Mielellään nämä saataisiin yhdeltä luukulta ja yhdestä palvelunumerosta.

Toisaalta kehittämisessä tulee lähteä alueen ja asiakkaan kokonaisuuden kannalta eli löytää eri palveluiden väliset synergiat. Muita alueen energiaratkaisuihin liittyviä palveluita ovat mm liikenne ja pysäköinti, ICT, liiketoiminnan tilapalvelut, kunnan palvelut (esim koulut, päiväkodit, liikunta). Monet näistä ovat energiapalveluiden käyttäjiä, mutta esim ICT:n tarvitsemat maakaapeloinnit kannattaa suunnitella sekä toteuttaa yhdessä energian tarvitseman infran ja kiinteistöliittymien kanssa. Näiden lisäksi muiden asiakaspalveluiden toteuttamista yhteisen asiakasrajapinnan kautta (yksi palvelukeskus johon kaikissa asioissa voidaan ottaa alueella yhteyttä) kannattaa harkita. Tämän yhteistyön mahdollistaminen vaatii alueen innovaatioverkostolta toimintakykyä ja aktiivisuutta heti aluesuunnittelusta lähtien.

Kunta

Kunnan tehtävänä on mahdollistaa alueen innovaatioverkoston toiminta sekä toimia siinä aktiivisena jäsenenä. Strategisessa päätöksenteossa tulee muistaa kehittämisen raamit ja käydä aktiivista keskustelua muiden toimijoiden kanssa. Kunnan hyöty tulee alueen kiinnostavuuden kautta, joka tukee uusien alueiden kehittämistä ja markkinointia.

Tutkimus- ja kehittämisverkostot

Alueellisten energiaratkaisuiden tutkimus on hyvin aktiivista niin Suomessa kuin kansainvälisesti. Haasteena voidaan pitää hyvien pilotointikohteiden puuttumista, sillä suunnitteluvaiheessa on lukuisia alueita, joissa uusiutuvan energian ratkaisut ovat mukana merkittävässä määrin, mutta toteutusvaiheessa olevia on hyvin vähän. Tästä syystä tutkimuksen kiinnostus toteutukseen ehtivien alueiden osalta on suuri. Tätä kiinnostusta tulisi hyödyntää paitsi alueiden suunnittelussa myös pilotointien rahoituksessa ja toteutuksessa sekä tulosten seurannassa ja verifiointissa. Myös vertailu alueiden ja ratkaisuiden kesken on mahdollista kansainvälisissä hankkeissa. Esim EU:n seitsemännessä puiteohjelmassa oleva "RHC - Renewable Heating and Coolin, European Technology Platform" (<http://www.rhc-platform.org>) -kokonaisuus on teknologian kehittämisen lisäksi tarkastelemassa myös liiketoimintamallien kehittämistä alueiden toteutuksessa. Tutkimushankkeissa voidaan kohteiden tarkastelua jatkaa elinkaaren ylitse aktiivisella osallistumisella ja hakeutumisella kunkin vaiheen kannalta keskeisiin hankkeisiin.

Yhteenveto

Rykmentinpuisto on Tuusulan kunnalle iso hanke, joka kilpailee muiden pääkaupunkiseudun aluekehittämishankkeiden kanssa investoinneista ja asukkaista. Alueen houkuttelevuus on riippuvainen paitsi sijainnista ja tonttien sekä kiinteistöjen hinnoista, myös kestävän kehityksen ja asumisen imagosta.

Alueen rakentuminen pitkän ajanjakson aikana luo vaatimuksia kyetä joustavasti reagoimaan energiaratkaisuiden ja niiden kustannusrakenteen kehittymiseen. On todennäköistä, että kahdenkymmenen vuoden kuluttua paras ratkaisu ei ole enää sama kuin tällä hetkellä. Myös energiatehokkuuden kehittyminen alentaa alueen keskimääräistä energiatarvetta, erityisesti lämpöenergian osalta.

Eri energiavaihtoehtojen taloudelliseen arvioimiseen liittyy erityisesti pitkän aikavälin vuoksi epävarmuuksia niin teknologian kehittymisen, polttoaineiden hintakehityksen ja saatavuuden, tukipolitiikan kuin kuljetuskustannusten osalta. Rykmentinpuiston alueella on kuitenkin teknisesti mahdollista toteuttaa merkittävässä määrin uusiutuvalla lähienergialla niin lämmön, kylmän kuin sähkön tuotantoa. Suurin ongelma liittyy sähkön hankintaan, mutta myös siltä osin on mahdollista pyrkiä korkeampaan omavaraisuusasteeseen alueen laajentuessa volyymiltään CHP-laitoksen kannalta kannattavalle tasolle.

Vaiheittainen rakentuminen mahdollistaa myös vaiheittaisen etenemisen energiaratkaisuissa. Asteittainen eteneminen, jossa oppiminen ja seuranta ovat tärkeässä roolissa, on hyvä tapa myös kokonaisriskien hallinnan kannalta.

Rykmentinpuiston energiaratkaisuiden päätöksenteko vaatii ensisijaisesti kaikkien osapuolten yhteistyötä ja avointa keskustelua. Ratkaisuiden tarjoajat tulee ottaa keskusteluun mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta kyetään huomioimaan käytettävissä oleva osaaminen ja ratkaisuvaihtoehdot. Kunnan rooli keskustelun kävijänä ja prosessin johtajana yli toimialarajojen on avain onnistuneeseen elinkaariratkaisuun.

Liite 1: Esimerkki uusiutuvan energian mahdollisuuksista Rykmentinpuiston alueella

VTT, 2013
Ryynänen, Jussila, Hoang

REmix, Rykmentinpuisto-keisi
Maalämpöskenaario,



Maalämpö / -kylmä

1) Vaihe I (katso Väliraportin vaihejako)

2) Vaihe II

3) Vaihe III

Aurinkosähkö ja aurinkolämpö, kiinteistökohtainen

4) Lukio

5) Päiväkoti 1

6) Yhteiskoulu

7) Päiväkoti 2

P) Uusiutuvan energian teknologioiden pilotointi

- aurinkosähkö, aurinkolämpö, pientuulisähkö

X) "Ostarienergia"

C) Kartalle on merkitty myös vaihtoehtoisen "CHP"-skenaarion
laitoksen mahdolliset sijainnit, sekä

D) Mahdollisia pienimuotoisten korttelikohtaisten
lämpökeskusten sijoituspaikkoja. Näiden sijoittamisessa tulee
huomioida mm. polttoainelogistiikka, tuulen suunta (kuvasa ala
vasemmalta) ja arkkitehtoniset tekijät. Tähän liittyen

Dx) Alueen yhteinen polttoainevarasto (esim. hake) voidaan
sijoittaa erikseen alueen laidalle, jolloin rekkaliikenne suuntautuu
tähän pisteeseen, josta tapahtuu jakelu alueen pieniin laitoksiin
(oma varastointitilan tarve vähenee). Varasto ja jakelu voisi
tarjota yhden pienyrittäjämahdollisuuden alueelle.

Huomioita

- 1-3) Maalämpökenttää laajenee alueen rakentumisen myötä ja voi sijaita rakentuvan vaiheen ulkopuolella. Syyinä tähän on pohjavesialueen sijoittaminen vaiheen 1 alueella, johon ei tulla sijoittaa maalämpöputkistoa. Maalämmön vaatima pinta-ala on suhteessa pieni, joten sen sijoittelulle on useita vaihtoehtoja. Maalämpöaluetta voidaan käyttää tehokkaasti myös kylmän tuotannossa, jota voidaan myydä kotitalouksien lisäksi liike- ja teollisuuskiinteistöille.
- 4-7) Kattojen kaltevuudet ja suunnat huomioitava kaavoituksessa. Aurinkolämpöpaneelien mitoituksen lähtökohtana kiinteistön lämpimän käyttöveden tarve. Kouluilla ja päiväkodeilla merkittävä rooli kestävä kehityksen mahdollisuuksien yleisessä tiedottamisessa ja asennekasvatuksessa.
- P) Alueelle harkittavien teknologioiden, palveluiden ja toimittajien pilotointi on tärkeä osa laajempien asennusten hankinnan päätöksentekoon tarvittavan tiedon ja kokemuksen keräämistä. Tuotettu lämpö ja sähkö voidaan hyödyntää viereisissä kiinteistöissä sekä liikuntakeskuksessa. Samalla esittely ja tiedotuskanava.
- X) Ison ostoskeskuksen laajan pinta-alan hyödyntäminen uusiutuvan energian tuotannossa. Ostoskeskuksen rooli alueen energian tuottajana ja kuluttajana.
- Peruskenaarion lisäksi voidaan energiantuotantoa alueella täydentää hajautetulla uusiutuvan energian tuotannolla. Tämä tulee erityisesti kyseeseen alueen äärialueilla, joihin lämpöverkon vetäminen ei välttämättä ole taloudellisin vaihtoehto tai kiinteistön halutessa tuottaa energiansa itse.
 - kiinteistökohtaiset maalämpö, aurinkolämpö, aurinkosähkö, pientuuli (ratkaisut voivat olla esillä osana pilotointia)
 - korttelikohtaiset (esim. osuuskunta) ratkaisut
- C) CHP laitoksen vaatima tilantarve on noin 5000m² kun kyseessä on 2MW laitos. Vertailun vuoksi tämä on noin jalkapallokentän suuruinen alue. Sijoituksen kannalta myös polttoainelogistiikka haketta käytettäessä on otettava huomioon sijoittelussa.

Muita uusiutuvan energian ratkaisuita sekä huomioita alueelta

Ryynänen, Jussila, Hoang

Mahdollisuuksia alueen energiatehokkuuden parantamiseksi ja ympäristövaikutusten vähentämiseksi:

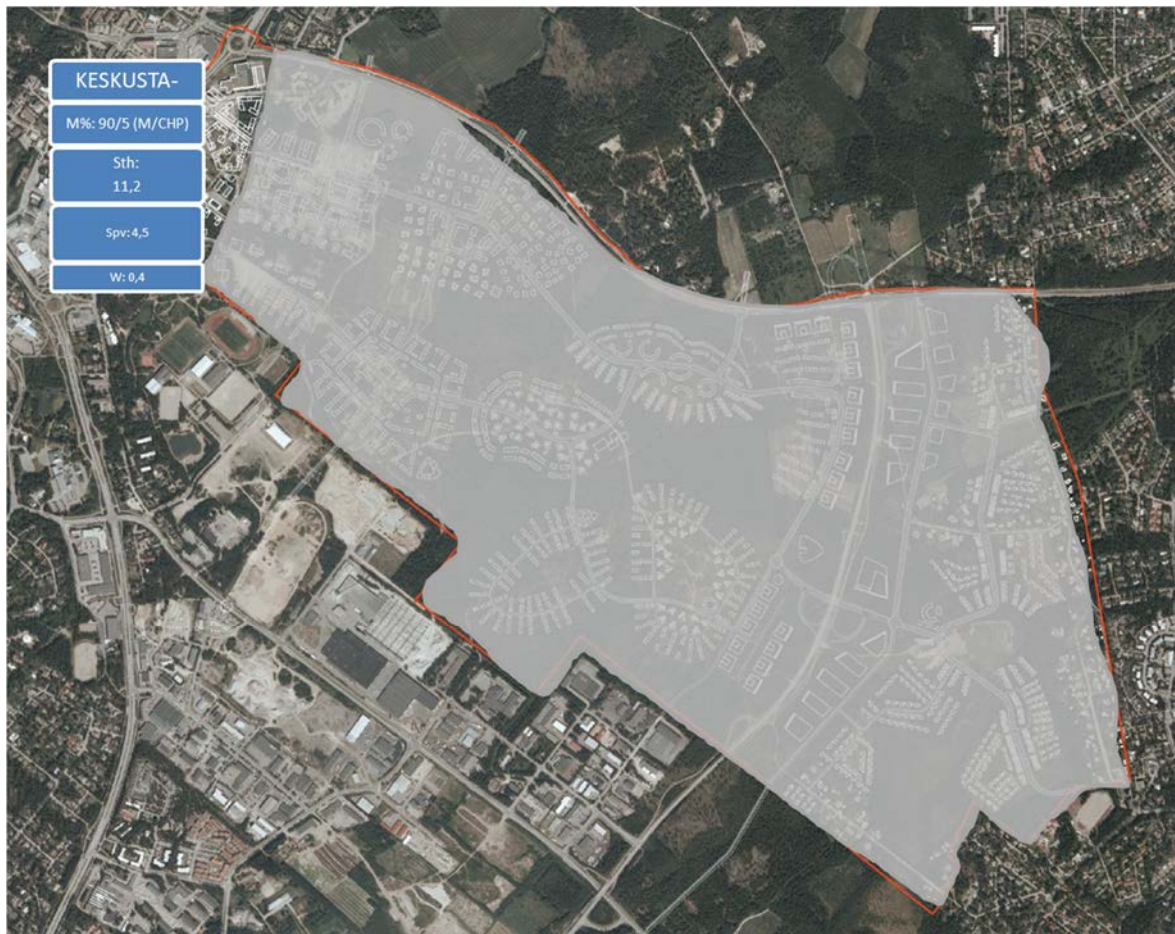
- I) Jätteiden käsittely ja hyödyntäminen alueella: biojätteestä biokaasua, poltettavat lämmöksi CHP tai lämpökattilassa, kierrätys, metallit talteen.
- II) Lämmöntalteenotto jätevedestä, isommat putket viedään lämmityskustusten läpi (maalämpö, lämpökattila yms.).
- Lämmitys/energiakeskukset korttelikohtaisia tai palvelevat pienempää aluetta, jossa talotekniikka rakennuksissa yhtenäistetty (esim. patteriverkosto, lämmönvaihdin, lattialämmitys, koneellinen ilmanvaihto, energiakulutus etc.)
- III) Parkkipaikoja rakennusten alle (kauppakeskus ja toimistorakennukset) jolloin tilan alempi lämpötila voidaan käyttää rakennusten jäähdytykseen lämpimällä kaudella. Samoin junanradan tunneleita voidaan hyödyntää.
- IV) Koska rakennusten tulee olla tiiviisti rakennettuja, tulee niiden viilennys olemaan tärkeä. Tässä voidaan hyödyntää myös passiiviset menetelmät, kuten maaviilennys, jolloin ylimääräistä lämpöä viilennyksestä ja aurinkokehäräimistä on mahdollista varastoida maahan (riippuu maanperästä). Maaviilennys on tehokkaampi kun ilmalämpöpumppu, mutta vaatii, että taloon tulee keruu lämpökaivosta. Yksi vaihtoehto olisi, että lämpökeskuksista tulee sekä lämpöputki että viilennysputki.
- V) Alueella voidaan kehittää palvelua, jotka edistää energiatehokkuutta ja ympäristöystävällisyyttä. Esim. yhteinen kylmä varasto (jääkaappi), sähköpyörät ja niiden latauspisteet (aurinkosähköllä), monitoreita joilla asukkaat voisivat seurata ja verrata alueen energiankäyttöä ja CO2 päästöjä, energiamittareita, muita laiteita ja sääntöjä jotka mahdollistavat energian ostamisen ja myymisen (tai lainaaminen) asukkaiden välillä ja energiayhtiöille etc.

Muita huomioita:

- Kattokaltevuuksissa ja suunnissa huomioitava aurinkopaneelien (PV+lämpö) asennus
- Passiiviset rakennusten sijoittelun ja etelä-pohjoinen suuntien hyödyntämismahdollisuudet (mm. markiisit)
- Rakennusten aiheuttama varjostus huomioitava, erityisesti kerrostalokortteleissa
- Julkisten rakennusten (esim. koulut, päiväkodit) toimivat tiedotuksen ja kasvatuksen välineinä sekä alueen imagon luojina, näissä uusiutuvan energian mahdollisuudet ja kestävä kehityksen tuominen esille tärkeää
- Alueen vaiheittainen pitkäaikainen rakentuminen vaatii ratkaisulta joustavuutta. Ratkaisuiden on oltava skaalautuvia, jolloin jo alkuvaiheen toteutus on liiketaloudellisesti kannattava, mutta skaalautuu koko alueen tarpeisiin.
- Käyttäjien valinnanvapauden, teknologian kehittymisen sekä polttoaineiden hinta/saatavuuskehityksen kannalta sopimukset ja verkkojen omistajuudet ovat oleelliset. Lämmön ja sähkön tuotantotapojen ja palveluiden tuottajien valitsemisen on oltava asiakkaiden ja kunnan päätettävissä riittävän lyhyillä ajanjaksoilla.
- Uusiutuvan energian ei tarvitse olla arkkitehtonisesti piilotettava ongelma. Sijoittelu ja muotoilu antaa mahdollisuuden tuoda ratkaisut esille positiivisesti ja näyttävästi. Lämpökeskuksenkaan ei tarvitse olla tylsä kantti kertaa kantti peltilaatikko, vaan se voi olla kiinnostava osa maisemaa tai sulautua ympäristöönsä.
- Alueella tarjottavat energiapalvelut ratkaisevat käyttäjien ja rakentajien halukkuuden. Helppous ja saatavuus.

Liite2: Vaiheittaiset laskelmat

Vaihe 1



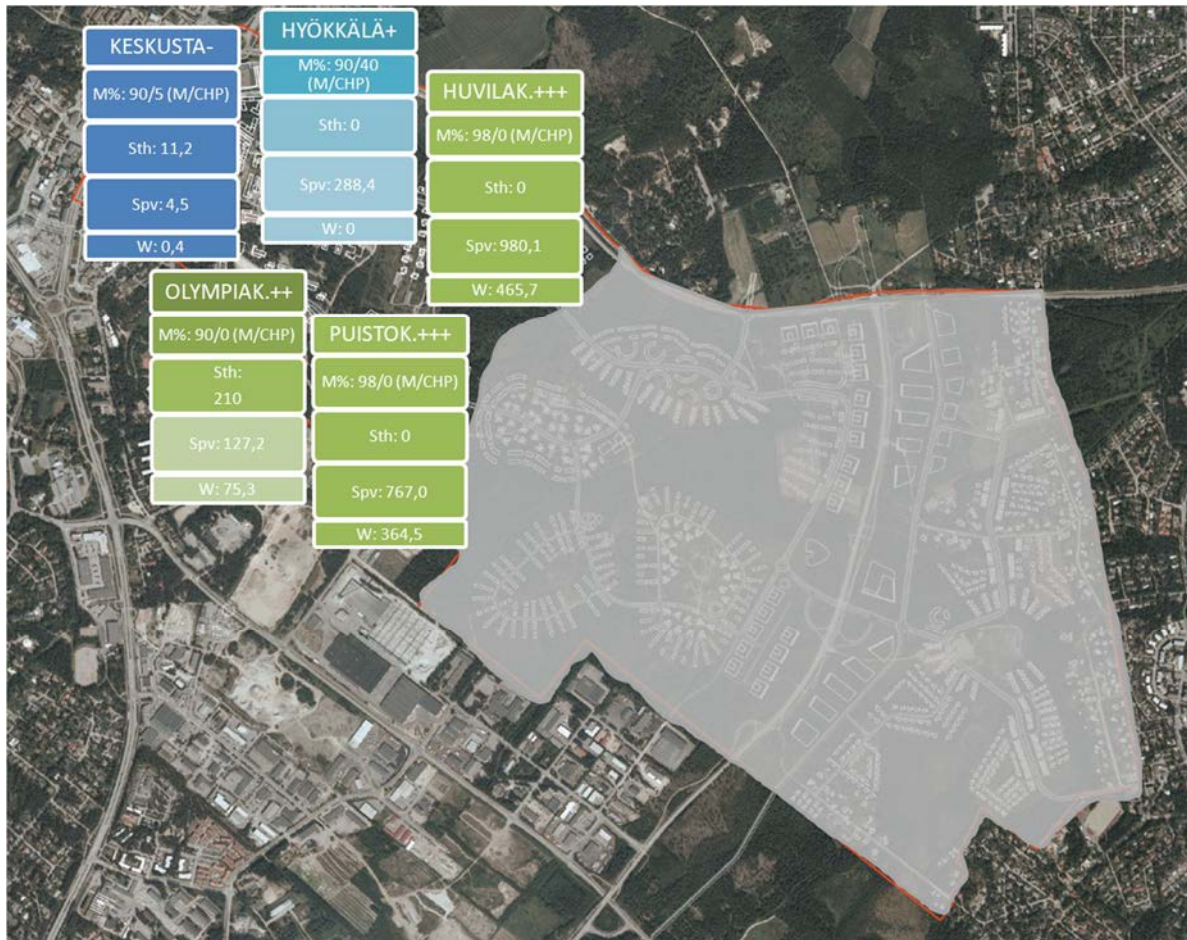
	M	CHP
Lämmöntarve [MWh]	18 240,00	18 240,00
Sähköntarve [MWh]	13 003,80	6 012,74
Maalämpö [MWh]	16 416,00	912,00
Aurinkolämpö [MWh]	11,20	11,20
Aurinkosähkö [MWh]	4,48	4,48
Tuulisähkö [MWh]	0,36	0,36
Ostettu lämpö [MWh]	1 812,80	17 316,80
Ostettu sähkö [MWh]	12 998,96	6 007,90
Ostetun lämmön hinta €	Sähkönä	2 864 198,17
Ostetun sähkön hinta €	2 446 167,02	1 130 577,27
Energian hinta yhteensä M€	2,45	3,99
Energiakerroin	22,10	22,34

Vaihe 2



	M	CHP
Lämmöntarve [MWh]	28 332,00	28 332,00
Sähköntarve [MWh]	25 489,92	15 757,73
Maalämpö [MWh]	25 498,80	4 220,80
Aurinkolämpö [MWh]	221,20	221,20
Aurinkosähkö [MWh]	420,09	420,09
Tuulisähkö [MWh]	75,70	75,70
Ostettu lämpö [MWh]	2 643,06	23 890,00
Ostettu sähkö [MWh]	24 994,14	15 261,94
Ostetun lämmön hinta €	Sähkönä	4 214 195,41
Ostetun sähkön hinta €	5 385 100,11	3 288 254,14
Energian hinta yhteensä M€	5,39	7,50
Energiakerroin	42,49	42,67

Vaihe 3



	M	CHP	
Lämmöntarve [MWh]		38 705,00	38 705,00
Sähkötarve [MWh]		36 625,77	23 335,51
Maalämpö [MWh]		35 664,34	4 220,80
Aurinkolämpö [MWh]		221,20	221,20
Aurinkosähkö [MWh]		2 167,16	2 167,16
Tuulisähkö [MWh]		905,94	905,94
Ostettu lämpö [MWh]		2 819,46	34 263,00
Ostettu sähkö [MWh]		33 552,68	20 262,41
Ostetun lämmön hinta €	Sähkönä		6 647 021,35
Ostetun sähkön hinta €		8 693 193,24	5 249 806,83
Energian hinta yhteensä M€		8,69	11,90
Energiakerroin		57,04	58,43

Vaihe 4



	M	CHP	
Lämmöntarve [MWh]		63 584,75	63 584,75
Sähköntarve [MWh]		79 195,40	62 240,91
Maalämpö [MWh]		60 867,30	14 751,64
Aurinkolämpö [MWh]		1 798,50	1 798,50
Aurinkosähkö [MWh]		15 815,25	15 815,25
Tuulisähkö [MWh]		17 801,05	17 801,05
Ostettu lämpö [MWh]		1 637,41	47 034,61
Ostettu sähkö [MWh]		45 579,10	28 624,62
Ostetun lämmön hinta €	Sähkönä		9 849 047,33
Ostetun sähkön hinta €		13 549 424,51	8 509 319,05
Energian hinta yhteensä M€		13,55	18,36
Energiakerroin		77,48	81,59