

Viiskorven energia-analyysi

Saavutettava tiivistelmäraportti

Laadittu 4.9.2024

Espoon kaupunki



innokaupungit



Sisällys

1 Tausta	7 Energiaratkaisujen arviointi	11 Lisätoiminnan rakentamisen vaikutus	14 Yhtymäkohdat kaavoitukseen
2 Lyhenteet	7.1 Valitut energiakonseptit	11.1 Koulun sijainti	14.1.1 Vaikutuskeinot
3 Viiskorven alueen kuvaus	7.2 Karsitut energiakonseptit	11.2 Hepokorven datakeskus	14.1.2 Vaikutuskeinot
3.1 Alueen ominaispiirteet	7.3 Karsitut energiantuotantovaihtoehdot	11.3 Viiskorven datakeskus	14.2.1 Ohjauskeinot - kaavamerkinnät
3.2 Rakentaminen	7.4 Teknologiaikypsyy ja loppuasiakkaan näkökulma	11.4 Urheilukeskus	14.2.2 Ohjauskeinot – maankäyttö- ja tontinluovutussopimukset
3.3 Energiainfrastruktuuri	7.5 Asuinrakennusten vaihtoehtoiset ratkaisut	11.5 Vaiheistus	14.2.3 Ohjauskeinot – muut keinot
3.4 Rakentamisen skenaariot	8 Energiantuotannon elinkaarilaskenta	12 Rakentamisen ympäristövaikutukset	14.2.4 Ohjauskeinot – yksityisomisteiset tontit
4 Alueen kehityksen tavoitteet	8.1 Energiatase ja mitoitus - Skenaario A	12.1 Luonto	14.3.1 Tilantarpeet
4.1 Tavoitteet	8.2 Energiatase ja mitoitus - Skenaario B	12.2 Kasvihuonekaasupäästöt	14.3.2 Tilantarpeet
4.2 Energiaratkaisujen arviointikriteerit	8.3 Aurinkosähkötuotanto	13 Referenssialueet	14.3.3 Tilantarpeet
5 Energiankulutus	8.4 Elinkaarikustannukset	13.1.1 Hiedanranta, Tampere	14.4 Aurinkosähkö
5.1 Skenaario A	8.5 Päästölaskenta	13.1.2 Hiedanranta, Tampere	14.5 Hiilijalanjäljen huomioiminen kaavoituksessa
5.2 Skenaario B	9 Tilantarve ja sijoittelu	13.2.1 Aviapolis, Vantaa	
6 Energiantuotanto lähiluonnon näkökulmasta	9.1 Tilantarve – Konsepti 1	13.2.2 Aviapolis, Vantaa	
6.1 Alueen luonto	9.2 Tilantarve – Konsepti 2	13.3.1 Haurala, Lempäälä	
6.2 Energiaratkaisujen vaikutus lähiluontoon	9.3 Tilantarve – Konsepti 3	13.3.2 Haurala, Lempäälä	
	9.4 Sijoitteluperiaatteet		
	10 Energiankulutuksen ohjaus		
	10.1 Liikenne		
	10.2 Rakennukset		
	10.3 Asukkaat		
	10.4 Kulutusjousto		

Sisällys

15 Hankkeen toteutuspolku ja jatkotoimenpiteet

16 Hankkeen toteutusmallit

16.1 Energiahankkeen pääosapuolet

16.2.1 Energiahankkeen toteutusvaihtoehdot - Vaihtoehtojen kuvaus

16.2.2 Energiahankkeen toteutusvaihtoehdot - Vaikutus loppukuluttajan energian hintaan, esimerkki

16.3 Energiajärjestelmän toteutusvaihtoehtojen soveltuvuusanalyysi - Yhteenveto

17 Yhteenveto

17.1 Tavoitteet

17.2 Energiankulutus ja energiakonseptit

17.3 Energiantuotannon energialaskenta ja luonto

17.4 Energiantuotannon elinkaarilaskenta

17.5 Tilantarve ja sijoittelu

17.6 Alueen kehityksen ja muutosten vaikutukset

17.7 Omistus ja operointimallit

17.8 Toteutuspolku ja jatkotoimenpiteet

18 Yhteystiedot

1 Tausta

Granlund teki syyskuussa 2024 selvityksen Viiskorven runkokaavan luonnosvaiheeseen energiantuotannon ja –jakelun vaihtoehtoja ja niiden vaikutusta alueen tavoitteiden toteutumiseen. Tämä raportti on tiivistetty saavutettava versio raportista.

Selvityksessä arvioitiin alueelle soveltuvia ratkaisuja laadullisen arvioinnin kautta. Parhaiksi arvioiduista ratkaisuksista muodostettiin energiantuotannon ja –jakelun konseptit.

Konsepteille suoritettiin energiatase-, kustannus- ja päästölaskenta.

Selvityksen tavoitteena on tunnistaa alueelle parhaiten soveltuvien energiaratkaisujen tarpeet kaavassa.

Tämän selvitys tilasi Espoon kaupunki. Selvitys on Euroopan unionin osarahoittama ja kuuluu Kestävän tulevaisuuden kaupunginosat – hankkeeseen.

Selvityksen toteutti Granlund Oy. Selvityksen tekoon osallistuivat Markus Kurkinen, Emmi Kosomaa ja Charlotte Nyholm. Ratkaisujen vaikutuksia lähiluonnon kannalta arvioi Joel Jalkanen (Helsingin yliopisto).



Havainnekuva Viiskorven keskustasta. Espoon kaupunkisuunnittelukeskus.

2 Lyhenteet

BaU	Business as Usual, vertailutapaus, perusratkaisu
CaaS	Comfort as a Service, mukavuus palveluna -malli
CHC	Combined Heating and Cooling, yhdenaikaista lämmön ja kylmän tuotantoa lämpöpumpulla
CHP	Combined Heat and Power, yhdenaikainen sähkön ja lämmön tuotanto
EaaS	Energy as a Service, energia palveluna –malli
ILP	Ilmalämpöpumppu
IVLP	Ilma-vesilämpöpumppu
KL	Kaukolämpö
LCoE	Levelized Cost of Energy, energian kokonaiskustannus
LKV	Lämmin käyttövesi
LTO	Lämmöntalteenotto
MLP	Maalämpöpumppu
PV	Photovoltaic, aurinkosähkö
PVT	Photovoltaic Thermal, aurinkosähkö- ja –lämpöhybridipaneelit
SK	Sähkökattila
VJK	Vedenjäähdytyskone

3 Viiskorven alueen kuvaus



innokaupungit



- Alue sijaitsee Bodom-järven ja Pitkäjärven välissä
- Vilkkaasti liikennöity Kehä III kulkee alueen läpi
- Nykyisin alueella on elinkeinotoimintoja, kuten kauppoja, logistiikkaa ja pienteollisuutta
- Pääosin alue on peltoa, metsää sekä pientaloaluetta.
- Alueella on tunnistettu muutamia kulttuuriperintö- ja irtolöytöpaikkoja sekä muinaisjäännöksiä Museoviraston inventoinnissa
- Rakentamisen alueen lähistöllä ei ole pohjavesialueita.
- Maanpeitepaksuus alueella on vaihtelevaa, 0 metristä jopa kymmeneen metriin. Espoon karttapalvelun mukaan alueella on runsaasti hyvän geoenergiapotentiaalin alueita.
- Hepokorpeen on suunnitteilla suuri Microsoftin datakeskus, josta Fortumin on tarkoitus ottaa lämpöpumpuilla hukkalämpöä talteen Espoon kaukolämpöverkkoon. Datakeskusalue on noin 4 km päässä Viiskorven alueesta.



Granlund



Ekoilogiset yhteydet

- Maakunnallinen ekologinen yhteys
- Paikallinen ekologinen yhteys

Viriksiteirit ja -yhteydet

- Ulkoliiton pääreitti
- Ulkoliuretti
- (täydentävä yhteys / luontopaiku)
- Reittiyhteys katurivossa
- Pyräilyin pääreitti
- Latu, päävierasto
- Laturite
- Joukkoliikenteen runkoyhteys ja jk + pp

Ali- ja ylikulku

- Ailiuku
- Silta
- Yhteystarve: uusi
- kevyen liikenteen silta

Leikki- ja liikuntapaikat

- Leikkipaikka nykyinen
- Leikkipaikka uusi
- Liikuntapaikka nykyinen
- Liikuntapaikka uusi
- Urheilupuisto
- Uimaranta
- Lintutori

Viheralueet

- Natura-alue (SAC, luontodirektiivi), ei uusia reittejä
- Luonnonsuojelualue (POKE*)
- Ehdotettu suojelualue (POKE*)
- Eriytyn herkkä suojelualueen osa tai suojeltavaksi tarkoitettu alueen osa
- Herkkä luontoalue
- Huomioitava luontovarso
- Lähiluonto
- Puisto
- Muut viheralueet
- Lähipuisto
- Ekologinen saareke
- Hulevesien keskittetty hallintarakenne

Kaavavaron rakentamismäärä

- Keskustasäätöminnot 2-5 krs
- Asuminen 2-4 krs
- Asuminen 1-2 krs
- Elinkeinoitinnot
- Urheilupuisto
- (Ulkoliikenteä ja sisäliikennettä)

Vesistöt

- Vesiuomat
- Nykysijot
- Uudet virtausreitit
- Lähde
- Suo, kosteikko

Muut merkinnät

- Numeroitu kohdemerkintä, jonka selitys on raportissa "Käsitteiden viikori"
- viheralueverkosto
- ja hulevesien hallintasuunnitelma

*POKE tarkoittaa Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaavaa

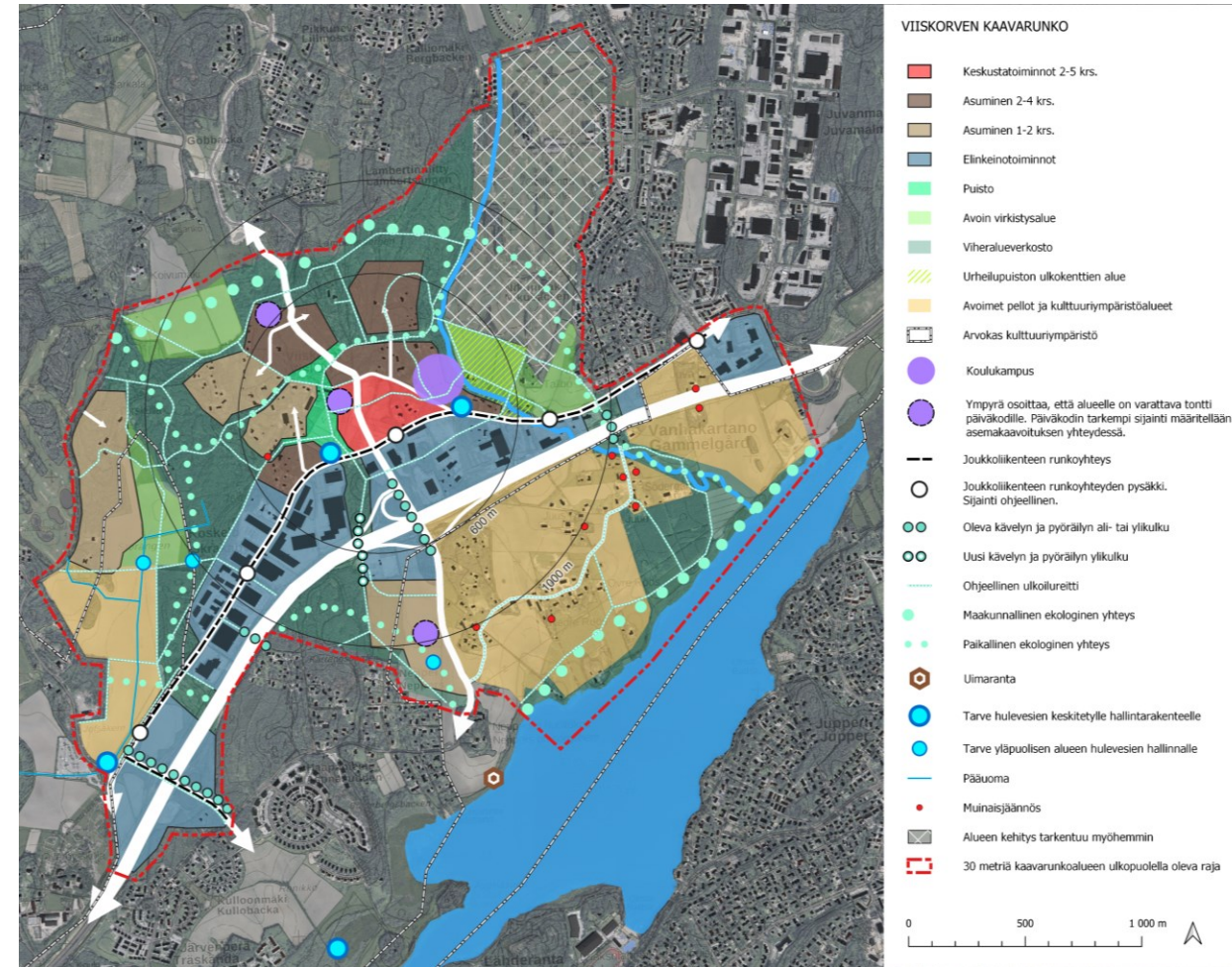
Viiskorpi, Viheralueverkoston suunnitelma, 25.1.2023

SITOWISE

3.2 Rakentaminen

Espoon Viiskorpeen, Kehä III:n viereen, ollaan luomassa uusi keskusta-alue. Alueelle tulee mahdollisesti seuraavia toimintoja.

- Koulukampus
- 4 päiväkotia
- N. 5 000 - 8 000 asukasta
 - Matalia asuinkerrostaloja sekä keskustatoimintojen alueelle korkeampia asuinkerrostaloja
- Urheilupuisto
 - Uimahalli
 - Jäähalli
 - Jalkapallokenttä sulatuksella
 - Pysäköintirakennus
- Kirjasto
- Kaava mahdollistaa myös elinkeinotoiminnan rakentamisen lisäämisen
- Myös nykyinen golf-kenttä on mahdollinen kehitysalue tulevaisuudessa



Kaavarunkoluonnos



Euroopan unionin
osarahoittama

innokaupungit



3.3 Energiainfrastruktuuri

Kaukolämpö

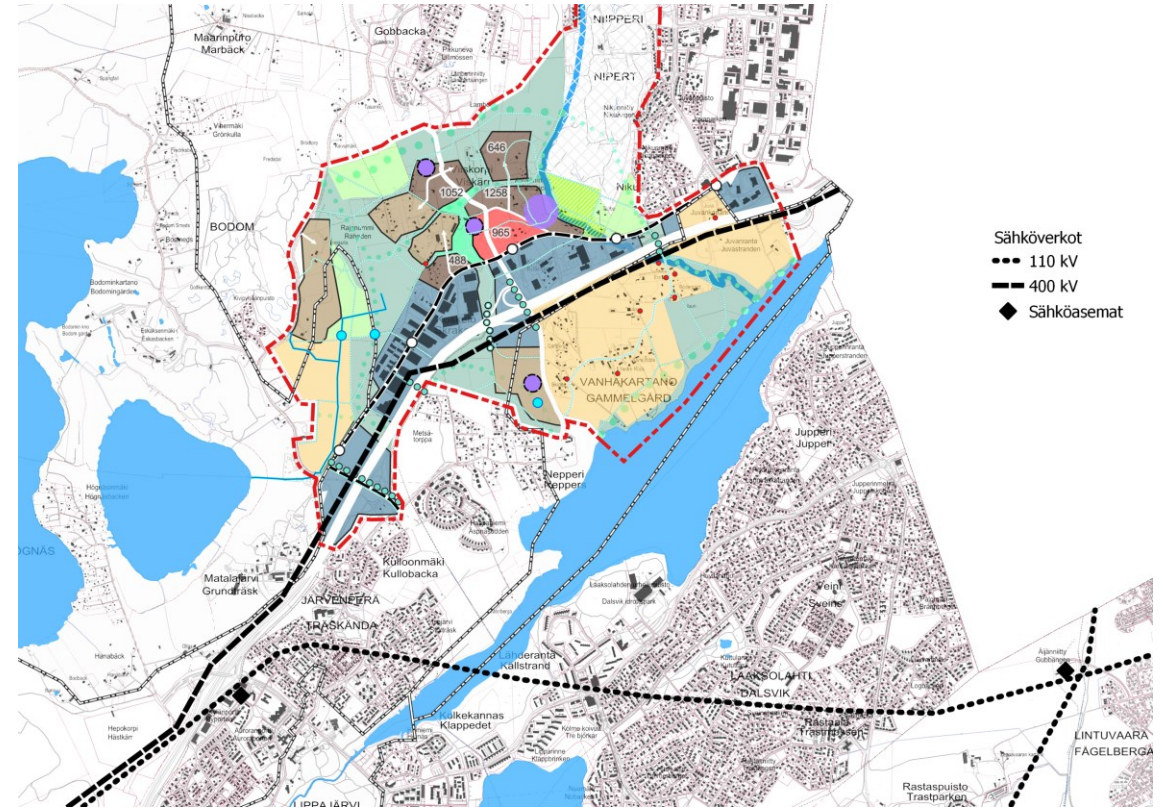
Fortumilla kulkee Viiskorven alueen läpi jo kaukolämpöverkko. Kaukolämpöputken koko on DN400, jonka siirtokapasiteetti on suuri, >37 MW.

Fortum mahdollistaa alueelle kaksisuuntaisen kaukolämpöverkon, jossa rakennukset tai korttelit voidaan lämmittää kaukolämmöllä, ja mahdolliset lauhteet ja hukkalämmöt voidaan syöttää verkkoon.

Kaukojäähdytys on myös mahdollisuus kaukolämpöverkon alueella. Ratkaisussa jäähdytys tuotetaan CHC:lla, ja lauhde voidaan syöttää verkkoon. Myös DN400-verkon vahvistaminen on mahdollista tarpeen mukaan.

Sähkö

Kuvassa on esitetty Viiskorven läpi kulkeva voimalinja. Alueen läpi kulkee Fingridin 400 kV-linja, joten tehoa on todennäköisesti tarjolla, mutta sähköasemalle on matkaa yli 3 km Koskelonsillalta. Auroranportissa on Caruna Espoon sähköasema.



Kuva: Viiskorven lähialueen sähköasemien sijainti ja sähköverkkojen reitit (110 ja 400 kV)



Euroopan unionin
osarahoittama

innokaupungit



3.4 Rakentamisen skenaariot

Viiskorven energiaratkaisujen tutkimiseksi on alueelle kehitetty kaksi rakentamisen skenaariota.

- Skenaarion A:n lähtökohta on 5000 asukasta.
- Skenaarion B:n lähtökohta on 8000 asukasta.

Suurimmat erot skenaarioiden välillä tulevat juuri asuinrakentamisessa, joita on skenaariossa B reilu 100 000 m² enemmän.

Asuinrakennusten jälkeen koulukampus, uimahalli, jäähalli ja pysäköintitalo ovat isoimpia rakennustyyppiejä alueella.

Julkiset palvelut ovat laajemmin koko Pohjois-Espoon käytössä, jonka takia niissä on vain vähän vaihtelua skenaarioiden välillä.

Rakentamisen laajuuden skenaariot rakennustyypeittäin		
k-m ²	Skenaario A	Skenaario B
Asuminen	171 004	279 294
Kerrostalo, keskusta	30 144	139 647
Kerrostalo, muut	140 860	139 647
Julkiset palvelut	49 014	53 014
Koulukampus	9 500	9 500
Päiväkot	4 000	8 000
Kirjasto	200	200
Uimahalli	8 000	8 000
Jäähalli	8 000	8 000
Urheiluhalli	3 000	3 000
Lämmitetty tekonurmi	7 314	7 314
Pysäköintitalo	9 000	9 000
Elinkeino	127 622	134 899
Toimisto	0	0
Ruokakauppa	3 000	6 000
Pienkauppa	9 129	13 406
Pienteollisuus ja varastot	115 493	115 493
Yhteensä	347 640	467 207

4 Alueen kehityksen tavoitteet



innokaupungit



4.1 Tavoitteet

Alla on esitetty alueen kehittämisen ja samalla energiajärjestelmän tavoitteet. Tavoitteet määritettiin tämän selvityksen yhteydessä pidetyssä työpajassa.

Hiilineutraalius-tavoitteet	(Energia) Omavaraisuus	Luonnonläheisyys ja monimuotoinen luonto	Soveltuvuus kylmäiselle asuinalueelle	Kestävä elämäntapa	Alueen houkuttelevuus	Kustannustavoitteet	Innovatiiviset energiaratkaisut
•Kestävä espoo •Clean heat •Kulutuksen päästöt •Rakentamisen päästöt	•Hepokorven datakeskushanke •Omavaraisuus asukkaiden näkökulmasta on palveluita •Osittain määrittelykysymys	•Lähiluonto ja puistot •Suojellut alueet ja herkät luontokohteet •Herkkä lajisto •Rakennettu viherympäristö riittävän monipuolisena eri kohteissa •300 m säteellä luonto/lähiluonto saavutettavissa •Luonto rakennetussa ympäristössä •Viherkatot vs aurinkopaneelikatot •Lepakkolajit •Haapatyttöperhonen •Matalajärven hydrologia •Liito-oravat	•Yhteisöllisyys •Pienipiirteinen rakentaminen •Yhteisölliset pihapiirit •Kylänraitit •Energia yhteisöt	•Paikallisviljely •Työpaikat lähellä •Työtiloja •Julkinen liikenne •Yksityisliikennettä ei tarvitsisi niin paljon •Liikkumisen ratkaisut •Energiankierrätys •Kulutuskäyttäytymisen	•Asuminen ja asukkaat •Yhteisöllisyys ja luonnonläheisyys •Energia kestävän elämäntavan kautta •Ekokyläajattelulle ykköspaikka	•Vaiheistuminen •Onko kalliita vs. onko realistisia matalan toteuman vaihtoehtoja, erityisesti mittavassa skenaariossa tämä voisi olla tutkittava •Rakentamisen laajuuden vaikutus energivaihtoehtoihin •On arvioitu, että rakentuisi ulkoa sisältä päin •Pienemmille taloille ei kovin raskasta investointia	•Hepokorven datakeskushanke •Fortumilta •Keskisyvät energiakaivot •Toteutettavuus prioriteetti •Pitkä aikajänne •Innovatiivisuus toimintamallit, kestävä eläminen, jne.



Euroopan unionin
osarahoittama

innokaupungit



4.2 Energiaratkaisujen arviointikriteerit

Alla on esitetty periaatteet ja pisteytykseen vaikuttaneet tekijät alueen tavoitteille.

Hiilineutraalius-tavoitteet	(Energia) Omavaraisuus	Luonnonläheisyys ja monimuotoinen luonto	Soveltuvuus kylmäiselle asuinalueelle	Kestävä elämäntapa	Alueen houkuttelevuus	Kustannustavoitteet	Innovatiiviset energiaratkaisut
• Hyvän hyötysuhteen lämpöpumpuille annettiin parempi pisteytys • Energiaa enemmän kuluttaville vaihtoehdoille annettiin huonompi pisteytys • Kaikki ratkaisut ovat kuitenkin vähähiilisiä polttavaan tekniikkaan verrattuna	• Sähkön ja kaukolämmön tuonti alueen ulkopuolelta heikentää • Alueella tuotettu tai talteen otettu energia parantaa • Alueen energiavirroista (sähkö, lämpö, jäähdytys) sähkön omavaraisuutta on vaikea nostaa muilla kuin aurinkopaneelilla tai pientuulivoimaloilla • Lämmityksen ja jäähdytyksen omavaraisuus on mahdollista, mutta ratkaisut kuluttavat eri määrät sähköä, joka tuodaan alueen ulkopuolelta	• Tilaa vievät ratkaisut arvioitiin heikommiksi • Erityisesti energiakaivot, runsas vaakaputkitus ja asennukset katoille (viherkattojen tilalle) heikensivät pisteytystä	• Pienen skaalan asuin-rakentamiseen soveltuville ratkaisuille annettiin parempi pisteytys	• Energiankierrätys ja energiankäyttöä ohjaavat tai siihen kannastuvat ratkaisut arvioitiin paremmiksi	• Helppous asiakkaalle • Ratkaisun tunnettuus • Ratkaisujen arvioitu ”brändiarvo” • Innovatiivisuus	• Ratkaisujen yleisen kustannustason mukaan arvioitu • Energiatehokkaat ratkaisut saavat paremman pisteytyksen • Matalampi alkuinvestoinnin tarve nostattaa pisteytystä	• Vähemmän levinneet ja toteutetut ratkaisut • Ratkaisuvaihtoehtojen listaamisessa ei haettu erityisen innovatiivisia ratkaisuja, vaan helpommin toteutettavia

5 Energiankulutus



innokaupungit



5.1 Skenaario A

- Skenaario A on Viiskorven rakentumisen pienempi vaihtoehto, jolloin asukkaita olisi noin 5 000 henkilöä.
- Kulutukset on arvioitu skenaarioiden kerrospinta-alojen perusteella.
- Skenaariossa on mukana yksi lämmitettävä jalkapallokenttä. Tämä aiheuttaa piikkejä lämmöntarpeessa, sillä lumien sulatus talvella kuluttaa paljon energiaa hetkittäin.
 - Lämmityksen ja jäähdytyksen tuntisarjat vuoden yli on esitetty seuraavalla dialla.
- Sähköntarve on arvioitu vastaavien rakennustyyppien tavoite-energiakulutuslaskelmien perusteella, ja on siksi suhteellisen tasaista vuoden yli. Kulutus vaihtelee päivänsisäisesti, mutta kausivaihtelu on pientä.
- Jäähdytysentarve erityisesti asuinrakennuksissa on pientä.
- Elinkeino on pääosin nykyistä kulutusta ja ei ole sen takia sisällytetty energiaratkaisun laskelmiin. Oletus on, että näissä on kaukolämpö.
- Koko alueen omavaraisuuden näkökulmasta kaikkien rakennustyyppien huomiointi on tärkeää.

Skenaarion A rakennusten vuosienergiankulutus

	Asuin-rakennukset	Julkiset palvelut	Yhteensä	Elinkeino	Koko alue yhteensä
Lämmitysenergia (MWh/v)	16 474	7 213	23 687	8 793	32 479
Jäähdytysenergia (MWh/v)	444	1 750	2 194	554	2 749
Sähköenergia (MWh/v)	4 301	2 896	7 197	5 312	12 509

Skenaarion A rakennusten tehontarve

	Asuin-rakennukset	Julkiset palvelut	Yhteensä	Elinkeino	Koko alue yhteensä
Lämmitysteho (kW)	7 024	2 956	9 980	6 932	15 563
Jäähdytysteho (kW)	2 368	951	3 319	566	3 813

5.2 Skenaario B

- Skenaario B on Viiskorven rakentumisen laajempi vaihtoehto, jossa olisi asuinrakentamista 8 000 henkilölle.
- Kulutukset on arvioitu skenaarioiden kerrospinta-alojen perusteella.
- Skenaarioon A verrattuna energiantarve kasvaa noin kolmanneksella.
- Suurin ero rakentamisessa tulee pääasiassa asuinrakentamisen kasvaneesta kerrosalasta.

Skenaarion B rakennusten vuosienenergiakulutus

	Asuin-rakennukset	Julkiset palvelut	Yhteensä	Elinkeino	Koko alue yhteensä
Lämmitysenergia (MWh/v)	25 110	7 685	32 795	9 608	42 402
Jäähdytysenergia (MWh/v)	830	1 810	2 640	1 023	3 664
Sähköenergia (MWh/v)	8 031	3 253	11 284	5 953	17 237

Skenaarion B rakennusten tehontarve

	Asuin-rakennukset	Julkiset palvelut	Yhteensä	Elinkeino	Koko alue yhteensä
Lämmitysteho (kW)	11 412	3 243	14 655	7 180	19 504
Jäähdytysteho (kW)	4 876	1 137	6 013	906	3 664

6 Energiantuotanto lähiluonnon näkökulmasta



innokaupungit



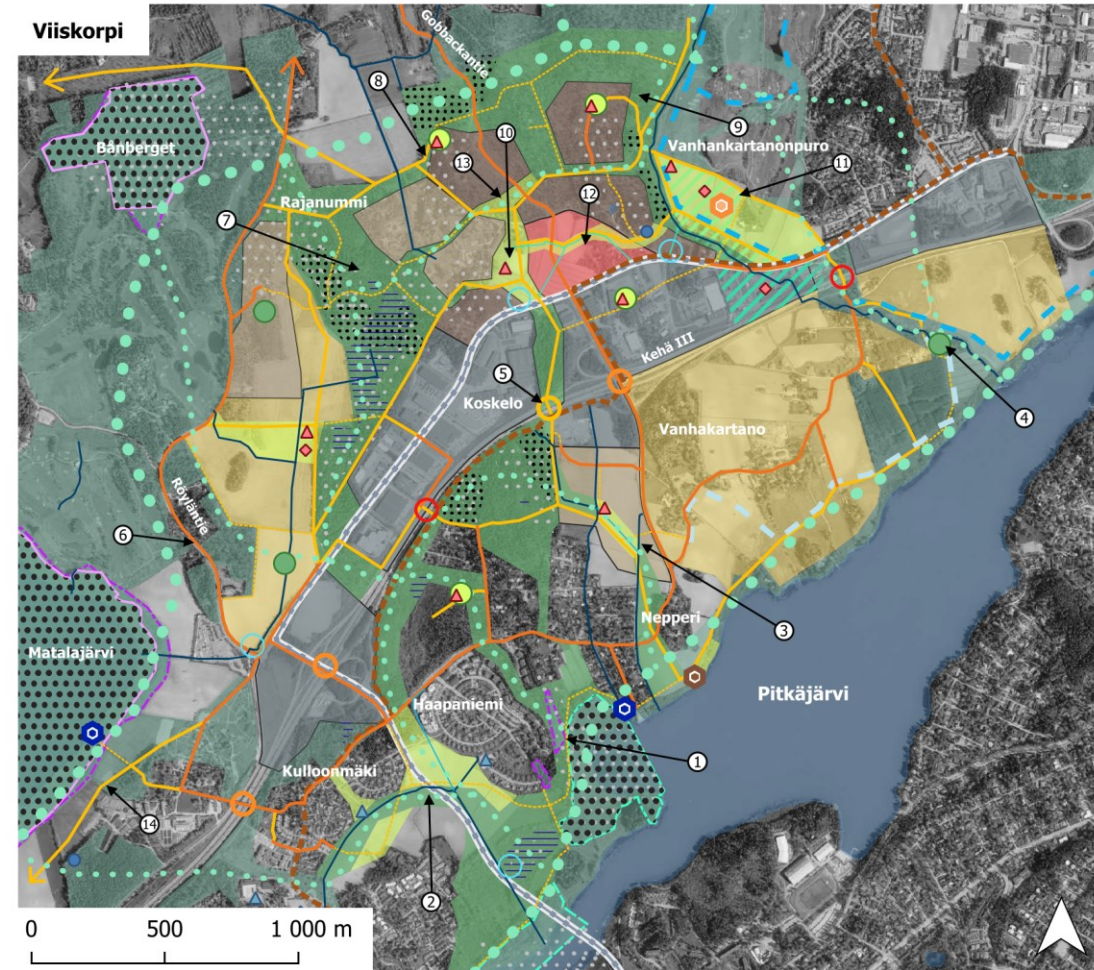
6.1 Alueen luonto

- Vaikutukset luontoon, virkistykseen ja vehreään kaupunkikuvaan muodostuvat ennen kaikkea sen perusteella, kuinka laajoja alueita tulee rakentaa / myllätä energiantuotannon tai –verkon vuoksi.
 - Herkimpien luontokohteiden, lähinnä Matalajärven, ympäristössä lisäksi melu.
 - Vesistöjen valuma-alueilla lisäksi rakentamisen aikaiset hulevesivaikutukset.
- Ehdottomia vältettäviä alueita tarkemmassa sijoitteluvaiheessa:
 - Suojelualueet & Natura-alueet
 - Haapatyttöperhosen todetut esiintymisalueet
 - Lepakoiden I-luokan kohteet, joissa lisääntymis- ja levähdyspaikka (LLP)
 - Liito-oravien ydinalueet
- Vahvasti vältettäviä alueita:
 - Arvokkaat luontotyyppikohteet
 - I- ja II-luokan lepakkokohteet
 - Liito-oravien elinympäristöt
- Lajit vaativat vähintään joidenkin kymmenien metrien suojavyöhykkeet, mutta tarkka rajausta elää maastonmuotojen yms. myötä.



Euroopan unionin
osarahoittama

innokaupungit



Viheralueverkoston suunnitelma



*POKE tarkoittaa Espoon pohjois- ja keskiosien yleiskaavaa

Viikori, Viheralueverkoston suunnitelma, 25.1.2023

SITOWISE

6.2 Energiaratkaisujen vaikutus lähiluontoon

- Energiakaivot vaativat laajojen alueiden mylläystä ja voivat johtaa pihojen kasvillisuuden poistoon laajalta alueelta.
 - Syvempiä kaivoja tarvitaan vähemmän, jolloin vaikutukset ovat pienempiä.
- Ilmavesilämpöpumpuilla ei ole merkittäviä vaikutuksia lähiluontoon.
- Lämpöpumpuilla kylmäaineiden myrkyllisyydestä voi aiheutua riskejä.
- Vedenjäähdytyskoneet ja ilmavesilämpöpumput voivat aiheuttaa ristiriidan sijoittelussa, jos ne vievät tilaa viherkatoilta. Muuten vaikutus on lähinnä kaupunkikuvallinen.
- Kiinteistökohtainen aurinkosähkö ja aurinkolämpö ovat ristiriidassa viherkattojen sekä vehreän kaupunkikuvan kanssa.
- Sähköntuotannon osalta vaikutukset lähiluontoon ja luonnon monimuotoisuuteen ovat pieniä, lukuun ottamatta suuria tuuli- ja aurinkopuistoja tai lähelle rakennettavaa pienydinvoimaa.
- Energiajakeluvaihtoehtoissa suurin vaikutus luonnonläheisyyden ja monimuotoisen luonnon kanssa tulee putkistojen rakennusvaiheen vaikutuksista. Eri energianjakeluvaihtoilla ei siten ole juurikaan eroa vaikutuksiltaan, pois lukien kokonaan hajautettu ratkaisu. Tässä vaihtoehdossa energiatekniikan tilatarpeet ovat suurempia ja energiantuotannon ja laitteistojen vaikutukset levittäytyvät laajemmalle alueelle. 5. sukupolven kaukolämmössä voi tulla sama vaikutus, kuin kokonaan hajautetussa ratkaisussa, jos energiantuotannon alueita hajautetaan.

7 Energiaratkaisujen arviointi



innokaupungit



7.1 Valitut energiakonseptit

Alkutarkastelun arvioinnista jatkotarkasteluun valitut tuotannon ja jakelun vaihtoehdot

Taulukossa on esitetty alkuvaiheen vaihtoehtojen arvioinnin perusteella konseptit jatkotarkasteluun. Konsepteissa on kolme eri verkostoratkaisua

- 5. sukupolven kaukolämpö: keskitetty hyvin matalalämpöinen verkko, josta voidaan tuottaa kiinteistölämpöpumpuilla lämmitystä tai jäähdytystä. Energiakaivoista saadaan ympäri vuoden suhteellisen korkealämpöistä energiaa verkkoon. Hukkalämmöt otetaan talteen kiinteistöissä ja ylijäämä syötetään jaettavaksi lämmitysverkkoon. Energiavarastot ja kulutusjousto tasaavat kulutusta.
- Lämpöverkko 60-70 °C: matalalämpöverkko keskistetyllä tuotannolla. IVLP valittiin perustuotannoksi, sillä syvät energiakaivot ovat usein vielä investoinneiltaan liian kalliita perusratkaisuissa. Matalat energiakaivot vievät koko alueen ratkaisuna runsaasti tilaa. Asuinrakennusten jäähdytys tuotetaan ilmalämpöpumpuilla.
- Rakennuskohtaiset ratkaisut: jokaisella rakennuksella on oma lämpöpumppuihin perustuva ratkaisunsa ja energiankierrätys.

Kaikissa ratkaisuissa sähkökattilalla katetaan huippulämmöntarve. Sähköntuotanto on rakennuskohtaista aurinkopaneeleilla. Pientuulivoima voi tulla kannattavaksi tulevaisuudessa. Sähkövarastot ja kulutusjousto tasaavat kulutusta ja tuotantoa ja mahdollistavat lisätuotot reservimarkkinoilta.

Konsepteja verrataan BaU-ratkaisuun, joka on Fortumin kaukolämpö.

Jatkotarkasteluun valittujen energiakonseptien kuvaus					
Konsepti	Energianjakelu ratkaisu	Perustuotanto	Huippu-tuotanto	Tukevat energiaratkaisut	Sähköntuotanto
Konsepti 1	5. sukupolven kaukolämpö	Energiakaivot 2 km	Sähkökattila	Hukkalämmön talteenotto, keskitetty CHC, kulutusjousto, energiavarastot	Rakennuskohtaiset PV/PVT, pientuulivoima, sähkövarastot, kulutusjousto
Konsepti 2	Lämpöverkko 60-70 °C	IVLP	Sähkökattila	Hukkalämmön talteenotto, keskitetty CHC, kulutusjousto, asuinrakennus ILP	Rakennuskohtaiset PV/PVT, pientuulivoima, sähkövarastot, kulutusjousto
Konsepti 3	Rakennuskohtaiset ratkaisut	Kerrostalot: energiakaivot 300-400 m, Keskusta ja suuret kohteet IVLP	Sähkökattila	Hukkalämmön talteenotto, keskitetty CHC, kulutusjousto, asuinrakennus ILP	Rakennuskohtaiset PV/PVT, pientuulivoima, sähkövarastot, kulutusjousto
BaU	Fortumin kaukolämpö	Kaukolämpö	Kaukolämpö	Hukkalämmön talteenotto, keskitetty CHC, kulutusjousto, asuinrakennus ILP	-

7.2 Karsitut energiakonseptit

Alkutarkastelun arvioinnissa karsitut vaihtoehdot

- Taulukossa on esitetty alkuvaiheen vaihtoehtojen arvioinnin jatkotarkastelun ulkopuolelle jääneet vaihtoehdot.

Alkutarkastelussa pois karsitut energiaratkaisut	
Energianjakeluratkaisu	Perustelu
Korttelikohtainen ratkaisu	Alue on matalan tiheyden rakentamista ja matalien asuinkerrostalojen aluetta. Alueelle voidaan miettiä korttelikohtaisia ratkaisuja, jotka ovat rakennuskohtaisen ja keskitetyn ratkaisun välistä, jos sopivia kortteleita tai kokonaisuuksia muodostuu alueelle. Urheilupuiston alue on suositeltava korttelikokonaisuudeksi.
Lämpöverkko: 2-putkea 90 °C	Lähellä perinteistä lämpöverkkoa. Korkean lämpötilan tuottaminen lämpöpumpuilla heikentää hyötysuhdetta ja kasvattaa verkon häviöitä. Innovatiivisuusaste on ratkaisussa matala.
Lämpöverkko: 2-putkea 30-40 °C	Hyvin matalan lämpötilan verkot tarvitsevat lämpöpumput kiinteistöihin vähintään lämpimän käyttöveden tuottamiseksi. 5. sukupolven kaukolämpö on hyvin samanlainen, mutta konseptia on viety eteenpäin.
Lämpöverkko: 3-putkiratkaisu (LKV ja muu lämmitys oma meno, yhteinen paluu)	3-putkiratkaisussa ylimääräinen putki tuo lisäkustannuksia verkon rakentamisessa. Hyöty lämmöntuotannon tehostumisesta, kun lämmityksen ja LKV:n tuotto erotetaan, on pieni.
4-putkiratkaisu, jossa yhdistetty lämmön ja jäähdytyksen jakelu toisessa menoputkessa vuodenajan mukaan, erilliset paluut, LKV yhdessä putkessa	Vaatii lisäinvestointeja useiden putkien vuoksi. Alueella on matala jäähdytystarve, muutamia kohteita lukuun ottamatta, joten jäähdytysverkosta tulee todennäköisesti kallis näiden alueiden alkupuolella. Yhdistetty lämmityksen ja jäähdytyksen putki tarkoittaisi sitä, että jatkuvan jäähdytystarpeen rakennusten jäähdytystä ei voida ratkaisulla kattaa. Pelkille asuinrakennuksille jäähdytyksen tuottaminen korkean jäähdytystarpeentiheyden kohteiden ulkopuolella on kallista. Järjestelmä lisäksi monimutkaistuu tässä ratkaisussa.

7.3 Karsitut energiantuotantovaihtoehdot

Alkutarkastelun arvioinnissa jatkotarkastelun ulkopuolelle jääneet vaihtoehdot

Alkutarkastelussa pois karsitut energiantuotantovaihtoehdot	
Tuotantoteknologia	Perustelu
Keskitetty aurinkosähkö	Ratkaisu on tilaa vievä, eikä edistä alueen tavoitteita pienipiirteisen rakentamisen, luonnon ja kylämaisyyden näkökulmasta.
Keskitetty suuren kokoluokan tuulivoima	
Pienydinvoima	Ratkaisu tarvitsee tilaa, on todennäköisesti liian suuri ratkaisu alueelle vielä pitkään. Suojaetäisyyskysymys on vielä ratkaisematta. Suomessa alkamassa vasta pilotointivaihe.
Polttokenno-CHP	Vaatii vedyn lähteen toimiakseen, on vielä kallis ratkaisu ja tuottaa sekä lämpöä, samanaikaisesti, jolloin tuotannon ohjaus hankaloituu.
Kaukojäähdytys	Matalan jäähdytystarpeen alueella kallis ratkaisu, ei edistä omavaraisuutta tai innovatiivisuutta. Vaatii suuren määrän asiakkaiden houkuttelua liittymään verkkoon.
Jätevesien lämmöntalteenotto, rakennuskohtainen	Jokaiseen rakennukseen tulisi tekniikkaa, joka vie tilaa. Pienillä virtaamilla kallis ratkaisu ja virtaamat vaihtelevia.
Jätevesien lämmöntalteenotto, keskitetty	Espoossa on jo jäteveden lämmöntalteenotto Suomenojalla, jossa virtaamasta saadaan suurempia ja tasaisempi.
Lämmön tai jäähdytyksen kausivarastointi	Kausivarastot ovat suuren kokoluokan hankkeita, jotka eivät sovellu alueen luonteeseen.
Maalämpö vaakakeruuputkistolla	Vaatii runsaasti tilaa. Soveltuu yksittäisiin pientalokohteisiin, joilla on tarpeeksi iso tontti.
Vedenjäähdytyskoneet	Perustekniikkaa. Mahdollinen jäähdytyksen huipputuotantomuoto. Ei innovatiivinen tai energiankierrätysratkaisu.
Absorptiojäähdytys	Heikosti toteutettava. Tarvitsee korkean lämpötilan lämmönlähteen jäähdytyksen tuottamiseksi.
Kiinteistötason aurinkolämpö	Energiaomavaraisuuden näkökulmasta lämmöntuotanto on helpompaa, kuin sähkön, joten aurinkosähkö on suositellumpi vaihtoehto katoille. Myös lämmön- ja sähköntuotannon hybridipaneelit ovat mahdollisia.

7.4 Teknologiakypsyys ja loppuasiakkaan näkökulma

Lämpöpumpputekniikka on Suomessa kypsää ja koeteltua. Uutena muutoksena ovat tulossa monia energialähteitä hyödyntävät lämpöpumput, sekä uudet kylmäaineet.

- Alle noin 350 m syvät energiakaivot ja niitä hyödyntävät lämpöpumput sekä ilma-vesilämpöpumput ovat laajalti käytetty
- Mitä syvempiä kaivoja tarkastellaan, sitä uudempaa niiden hyödyntäminen on. Syvemmälle mennessä kallioperän geologiaa ei yleensä paikkakohtaisesti tunneta, mikä voi aiheuttaa yllätyksiä mitä syvemmälle porataan. Lisäksi poraus- ja lämmönkeruutekniikka (kollektori) muuttuu, mistä koituu lisäkustannuksia.
- CHC-lämpöpumput (yhdistetty kylmän ja lämmön tuotanto) ovat periaatteessa normaaleja liuos-liuos-lämpöpumppuja, mutta niiden tuottolämpötilat voivat poiketa hieman tavallisesta.
- Kylmäaineissa trendinä on siirtyminen ilmastonmuutosvaikutuksiltaan neutraaleihin vaihtoehtoihin ja pois fluorattujen hiilivetyjen käytöstä, joilla on negatiivisia vaikutuksia ympäristöön. Korvaavat vaihtoehdot ovat luonnollisia kylmäaineita, kuten hiilidioksidi tai ammoniakki. Nämä voivat olla myrkyllisiä tai palavia, jolloin mm. lämpöpumppujen sijoitteluun ja tuuletukseen tulee suunnittelussa kiinnittää huomiota.

Energiaverkoissa sekä kaukolämpö- että kaukokylmäverkot ovat tunnettua ja testattua tekniikkaa. Uudet ratkaisut perustuvat pääasiassa matalampiin lämpötiloihin ja hajautettuun energiantuotantoon. Muuttuvat lämpötilat helpottavat eri lämmönlähteiden hyödyntämistä ja hukkaenergian jakamista, mutta vaikuttaa verkkoon liittyviin kuluttajiin niin, että matalammat lämpötilat tulee huomioida lämmitysverkostojen suunnittelussa.

Loppuasiakkaan näkökulmasta helpoin ratkaisu on keskitetty energiantuotanto- ja jakelu energiaverkkojen kautta. Tällöin vastuu on energiaoperaattorilla. Rakennus- tai korttelikohtaisissa lämpöpumppuratkaisuissa vastuussa on kiinteistön omistaja, esimerkiksi as. oy. Lämpöpumput ovat kuitenkin käyttöönoton jälkeen helppokäyttöisiä. Lämpöpumput vaativat huoltoa, ja ne voidaan ottaa etävalvontaan palveluntarjoajan toimesta, jolloin mahdolliset häiriötilanteet huomataan nopeasti, ja niihin reagoidaan. Myös lämpöpumppujen säädöt voidaan näin paremmin optimoida.

Itsenäisen ratkaisun ja energian ostamisessa palveluna erona on myös kustannusten määräytyminen ja laskutus.



innokaupungit



7.5 Asuinrakennusten vaihtoehtoiset ratkaisut

Asuinrakennusten ”kevyempi” ratkaisu

Asuinrakennusten lämmitys- ja jäähdytysratkaisuksi on mahdollista toteuttaa myös erilliset itsenäiset järjestelmät, jos esimerkiksi keskitetyn järjestelmän toteutuminen vaikuttaa epätodennäköiseltä.

- Yhdelle asuinrakennukselle riittää muutama tavanomainen 350 m syvä kaivo, jotka voi porata rakennuksen omalle tontille, tai tiiviimmin rakennetussa ympäristössä myös julkisille alueille. Energiakaivoista saadaan sekä lämmitystä että jäähdytystä.
- Myös IVLP-ratkaisu on yksinkertainen ja helppo ratkaisu. Ongelmaksi muodostuu lähinnä ulkoyksiköiden sijoittaminen ja talven kylmimpinä hetkinä kulutushuippujen kattaminen. Tähän ratkaisuun voidaan käyttää sähkövastuksia varaajissa tai sähkökattiloita.
- Teknisistä ratkaisuista riippuen myös poistoilmalämpöpumput ovat mahdollisia.
- Lisäksi alueen kaukolämpöverkko mahdollistaa helpon energiaratkaisun pienemmillä investoinneilla.
- Nämä ratkaisut on tehtävissä itsenäisesti, ja ovat perustekniikkaa.

Ratkaisut vaativat rakennuksiin oman energiatilan, johon tulee lämpöpumppu ja muut tarvittavat laitteistot tai kaukolämmön alajakokeskus. Suurta eroa tilantarpeen suhteen ei ole, mutta kaukolämmön alajakokeskusten tilantarve on pienempi. Energiajärjestelmän ylläpito jäisi taloyhtiölle tai kaukolämpöyhtiölle.

➤ Ilman ohjausta kaupungin tasolta, jokin edellä mainituista vaihtoehtoista toteutuu todennäköisesti keskitetyn järjestelmän sijaan.



innokaupungit



8 Energiantuotannon elinkaarilaskenta



innokaupungit



8.1 Energiatase ja mitoitus - Skenaario A

Energiatuotannon elinkaarilaskenta tehtiin kolmelle aikaisemmin esitellylle konseptille. Oikealla ylhäällä taulukossa on eri energiatuotantomuotojen tehomitoitus konsepteittain. Kuvaajassa on eri tuotantomuotojen tuottama energia vuositasolla.

Vertailukohtana toimii BaU (Business as Usual), jossa lämmöntalteenoton lisäksi lämmitys katetaan Fortumin kaukolämmöllä.

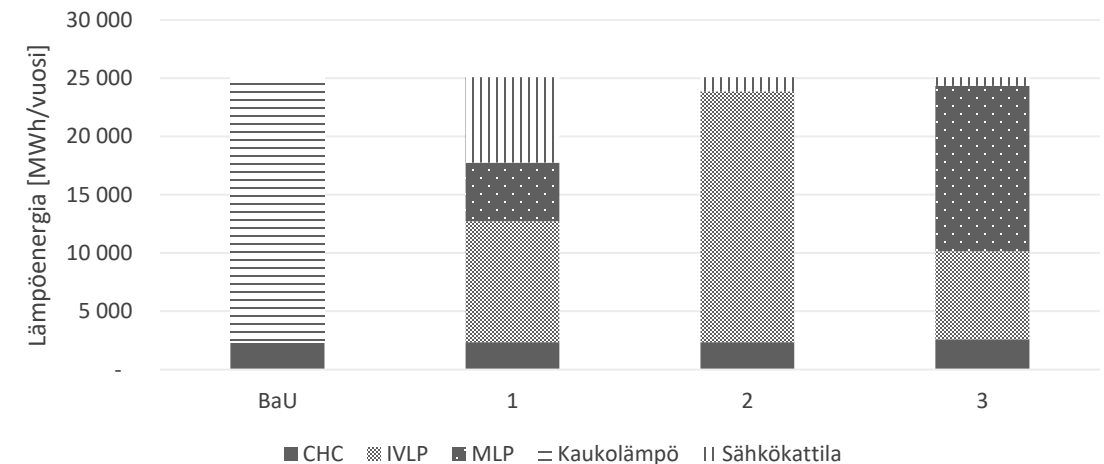
Pohjana näille kaikille on lämmöntalteenotto, joka kattaa noin 9 % lämmöntarpeesta kaikissa konsepteissa.

- Konseptissa 1 pohjakuorma tuotetaan lämmöntalteenotolla, IVLP:llä (noin 40 %) sekä n. 2 km syvillä energiakaivoilla (noin viideosa). 2 km syvien energiakaivojen poraaminen on kallista, jonka takia lämmöntuotantoa on täydennetty IVLP:llä. Sähkökattilan osuus on suuri, jopa n. 30 %.
- Konseptissa 2 suurin osa energiasta tuotetaan IVLP:llä kattaen 86 % kaikesta lämmöstä. IVLP:n ja lämmöntalteenoton jälkeen jäljelle jäävä 5 % katetaan sähkökattilalla.
- Konseptissa 3 keskustassa ja urheilukeskuksella on omat energiaratkaisunsa. Sen lisäksi asuinrakennuksilla ja keskustan ulkopuolella olevilla päiväkodeilla on jokaisella rakennuksella omat ratkaisunsa. Tässä ratkaisussa on vähemmän tarvetta putkivedoille, mutta investoinnit hajautettuihin ratkaisuihin nostavat kuitenkin kokonaisratkaisun kustannusta. Esimerkiksi yksittäisten asuinrakennusten kustannustehokkain energiapaitto lämpöpumpuilla on lähes 100 %, mikä nostaa huomattavasti alkuinvestointeja. Maalämmöllä tuotettaisiin noin 56 %, IVLP:llä noin 30 %, lämmöntalteenotolla noin 9 % ja loput noin 3 % sähkökattilalla.
- Vertailutapauksessa lämmön talteenotto kattaa noin 9 % ja kaukolämpö loput noin 91 %.

Skenaarion A tuotantovaihtoehtojen mitoitusvahvuudet

Mitoitusvahvuus		LTO	MLP	IVLP	Huippu- ja varatuotanto (SK/KL)
BaU	kW	350	-	-	8 743
Konsepti 1	kW	350	560	2 200	6 245
Konsepti 2	kW	350	-	5 650	6 931
Konsepti 3	kW	455	1 900	4 713	5 266

Skenaario A Energiatase



8.2 Energiatase ja mitoitus - Skenaario B

Energiatuotannon elinkaarilaskenta tehtiin kolmelle aikaisemmin esitellylle konseptille. Oikealla ylhäällä taulukossa on eri energiatuotantomuotojen tehomitoitus konsepteittain. Kuvaajassa on eri tuotantomuotojen tuottama energia vuositasolla.

Vertailukohtana toimii BaU (Business as Usual), jossa lämmöntalteenoton lisäksi lämmitys katetaan Fortumin kaukolämmöllä. Tämä on tämän skenaarion halvin vaihtoehto.

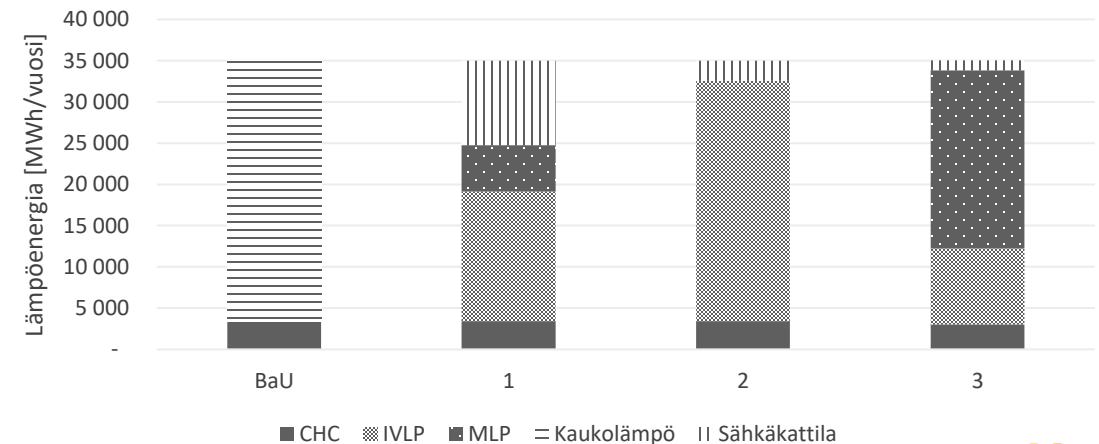
Pohjana näille kaikille on lämmöntalteenotto, joka kattaa noin 10 % lämmöntarpeesta kaikissa konsepteissa. Eroa tällä skenaarioon A on 1 %-yksikkö. Tämä johtuu siitä, että skenaariossa B ruokakauppojen kerrosala, ja samalla jäähdytystarve, kasvaa selvästi.

- Konseptissa 1 pohjakuorma tuotetaan lämmöntalteenotolla (n. 10 %), IVLP:lle (n. 45 %) sekä n. 2 km syvillä energiakaivoilla (n. 16 %). 2 km syvien energiakaivojen poraaminen on kallista, minkä takia niiden osuus kokonaisuudesta jää verrattain pieneksi. Loput noin 30 % jää tuotettavaksi sähkökattiloilla.
- Konseptissa 2 suurin osa energiasta tuotetaan IVLP:llä kattaten 83 % kaikesta lämmöstä. Jäljelle jäävä 7 % katetaan sähkökattilalla ja lämmöntalteenotolla (n. 10 %).
- Konseptissa 3 keskustassa ja urheilukeskuksella on omat energiaratkaisunsa. Sen lisäksi asuinrakennuksilla ja keskustan ulkopuolella olevilla päiväkodeilla on jokaisella rakennuksella omat ratkaisunsa. Tässä ratkaisussa on vähemmän tarvetta putkivedoille, mutta investoinnit hajautettuihin ratkaisuihin nostavat kuitenkin kokonaisratkaisun kustannusta. Esimerkiksi yksittäisten asuinrakennusten kustannustehokkain energiapeitto lämpöpumpuilla on lähes 100 %, mikä nostaa huomattavasti alkuinvestointeja. Konseptissa 3 energia tuotetaan pääasiassa maalämmöllä (noin 62 %). Lämmöntalteenotto kattaa noin 10 %, IVLP noin 26 % ja sähkökattila loput noin 3 %.
- Vertailutapauksessa lämmöntalteenotto kattaa noin 10 % ja kaukolämpö loput noin 90 %.

Skenaarion B tuotantovaihtoehtojen mitoitusvahvuudet

Mitoitusvahvuus		LTO	MLP	IVLP	Huippu- ja varatuotanto (SK/KL)
BaU	kW	550	-	-	13 398
Konsepti 1	kW	550	560	3 000	9 511
Konsepti 2	kW	550	-	7 000	10 270
Konsepti 3	kW	505	12 181	2 200	7 847

Skenaario B Energiatase



8.3 Aurinkosähkötuotanto

Molemmissa rakentamisen laajuuden skenaarioissa aurinkosähkötuotannosta saadaan n. 54 % omaan käyttöön.

- Skenaariossa A omakäyttö on n. 3 970 MWh/v ja kokonaistuotanto n. 7 330 MWh/v.
- Skenaariossa B omakäyttö on n. 5 930 MWh/v ja kokonaistuotanto n. 11 100 MWh/v.

Aurinkosähkötuotanto painottuu kesään, jolloin sähkönkulutus on matalampaa. Kustannustehokkaimmassa aurinkosähkömitoituksessa suurin osa sähköstä saadaan omaan käyttöön.

- Urheilukeskus, koulu, päiväkodit ja kaupat on oletettu kaksikerroksisiksi tasakatolla.
 - Aurinkosähkötuotantoa on oletettu tulevan niin paljon kun mitä katoille järkevästi mahtuu.
 - Katon suuntaus on oletettu etelä-pohjoiseksi.
 - Kattopinta-alasta on sitten varattu 90 % aurinkosähköjärjestelmille.
 - Myös asuinrakennuksissa aurinkopaneeleita on oletettu olevan niin paljon kun mahdollista.
 - Kerrostalot on oletettu keskusta-alueella 4-kerroksisiksi ja muualla 2-kerroksisiksi.
 - 2-kerroksisten asuinrakennusten katot on oletettu olevan harjakattoja sekä 60 % itä-länsisuuntaisia. Loput 40 % on oletettu etelä-pohjoissuuntaisiksi.
 - Harjakatto laskee hieman investointikustannuksia.
 - Itä-länsisuuntaus taas parantaa aurinkopaneelien tuottoa. Kaikkia rakennuksia harvemmin kuitenkin saadaan optimiin suuntaan, jonka takia 40 % katoista on oletettu olevan etelä-pohjoissuunnassa.
- Molemmissa skenaarioissa aurinkosähköä voitaisiin tuottaa vuoden tasolla lähes kulutuksen verran. Kulutuksen ja tuotannon yhdenaikaisuus on kuitenkin vain noin 54 %, jolloin lähes puolet alueen energiankulutuksesta tulisi alueen ulkopuolelta. Energiankäytön älykkäällä ohjauksella ja paneelien suuntauksella on siten merkittävä vaikutus alueen energiaomavaraisuuteen.

8.4 Elinkaarikustannukset

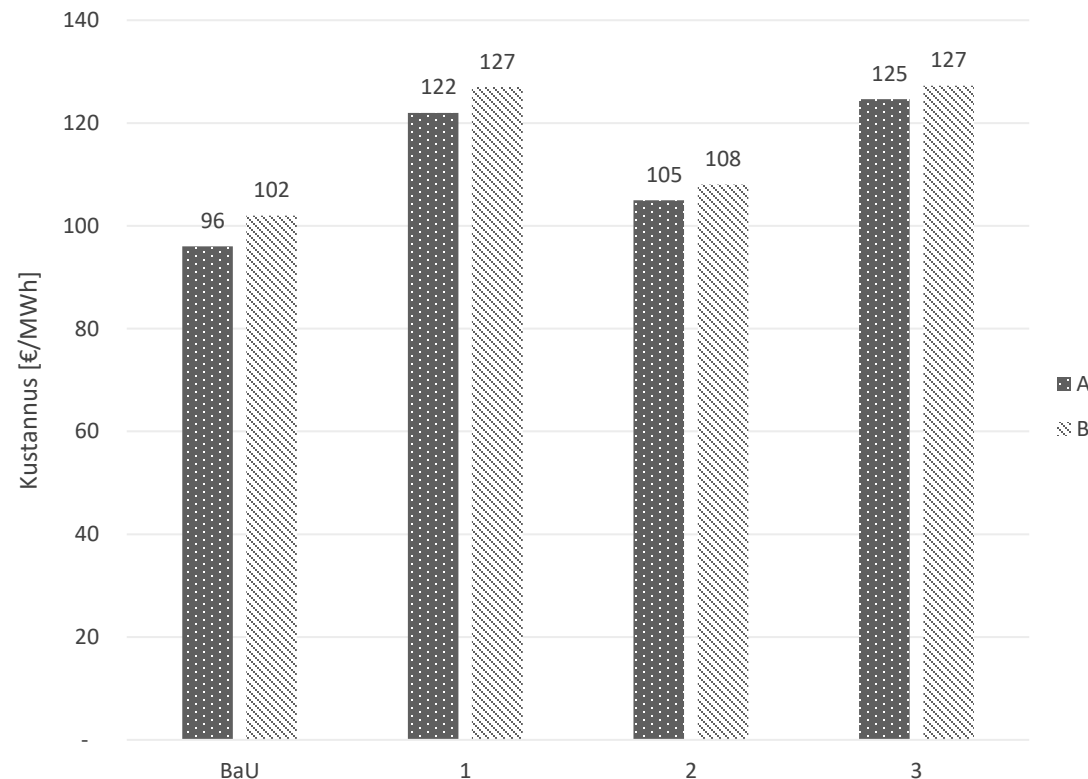
Oikealla olevassa kuvaajassa on eri ratkaisujen elinkaarikustannukset. Harmaalla on skenaario A ja raidoilla skenaario B.

- Diskonttauskorkona on käytetty 5 %, joka kuvastaa lainarahan hintaa. Tämä korko kuitenkin vaihtelee merkittävästi taloustilanteen ja omistusmallin mukaan.
- Elinkaarilaskenta tehtiin 25 vuoden ajanjaksolle.
- Kustannuksissa on huomioitu alkuinvestoinnit, energia- ja tehomaksut sekä huollot ja oletetut lämpöpumppujen kompressorien uusimiskustannukset.
- Elinkaarikustannuksiin on sisällytetty lämmitys, jäähdytys sekä sähkö. Vaihtoehtoissa on oletettu mahdollisimman paljon aurinkosähköä, joka nostaa investointikustannuksia. Kaikissa konsepteissa on kuitenkin oletettu sama lähtökohta, joten suhde eri konseptien välillä on oikea vaikka aurinkosähkö tulisi todellisuudessa vähemmän.

Energiaratkaisujen kustannusjärjestys on molemmissa skenaarioissa sama. BaU, eli kaukolämpövaihtoehto, on molemmissa halvin (96-102 €/MWh). Toiseksi halvin on keskitetyn matalalämpöverkon IVLP-ratkaisu (105-108 €/MWh). Kalliimmaksi vaihtoehtoiksi nousee syvät maalämpökaivot sekä hajautettu vaihtoehto (122-127 €/MWh).

- Skenaario B:n kaikki energiakonseptit ovat elinkaarikustannuksiltaan kalliimpia. Tämä johtuu siitä, että skenaariossa B on enemmän matalamman energiatihyeden asuinrakennuksia.
- Viilennys on kaikissa vaihtoehtoissa toteutettu hajautettuna. Kohteissa, joissa on vuoden ympäri jäähdytystä (jäähalli, ruokakaupat), käyttävät CHC-lämpöpumppua ja huiput katetaan VJK:lla. Asuinrakennuksissa on oletettu ilmalämpöpumput. Päiväkodeissa ja koulussa on oletettu VJK.
- Kaukolämpövaihtoehtoa puoltaa myös sen helppous, koska kaukolämpöyhtiö hoitaa ratkaisuun liittyvät huollot, liittymät sekä investoinnit. Muissa vaihtoehtoissa pitää selvittää operointimalli ja investoija, jotka voivat lisätä kustannuksia. Näitä asioita on avattu laajemmin [luvussa 16](#).

Kokonaisratkaisun elinkaarikustannukset (LCoE)



8.5 Päästölaskenta

Ehdotetuista energiaratkaisuista hiilidioksidipäästöt laskettiin kolmella eri tavalla käyttäen eri päästökertoimia. Käytetyt päästökertoimet ovat:

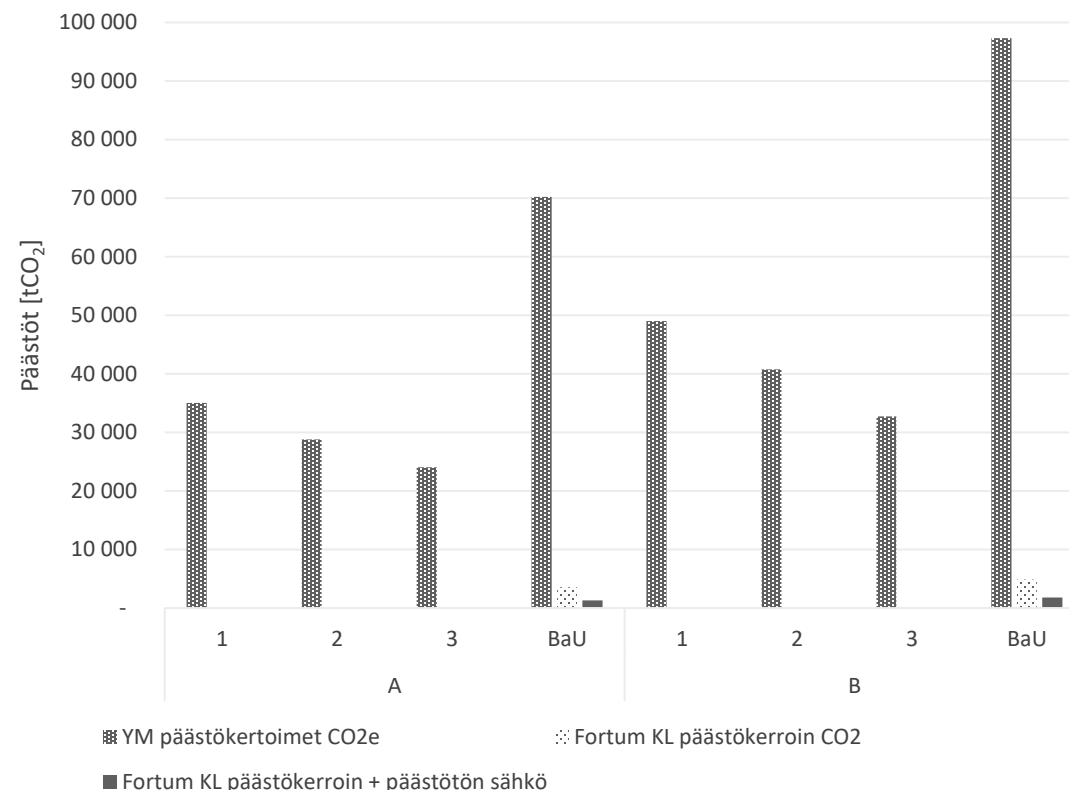
- Ympäristöministeriön skenaario CO₂e kehityksestä sähkölle
- Ympäristöministeriön CO₂e kehityksestä kaukolämmölle
- Fortumin arvioima CO₂-päästökerroin omalle kaukolämmölle huomioden tulevaisuuden suunnitelmat
- Päästöttömän sähkön päästökerroin

Kaikista vaihtoehtoista on laskettu päästöt käyttäen YM:n päästökertoimia (kuvaajassa tiheällä harmaalla pisteellä). Kyseiset päästökertoimet ovat hiilidioksidiekvivalenteja (huomioivat kaikki kasvihuonekaasut hiilidioksidi mukaan lukien) ja kattavat koko energian elinkaaren. Nämä päästökertoimet ovat kansallisia, eivätkä huomioi paikkakuntakohtaisia eroja. Fortumin oma päästökerroin sekä päästötön sähkö huomioivat vain hiilidioksidin ja vain tuotannon aiheuttamat käytönaikaiset päästöt. Tästä syystä laskenta ei ole täysin yhteneväinen ja täysin vertailukelpoinen. Fortumin kaukolämmön päästökerroin ja päästötön sähkö on esitetty kuvaajassa tummanharmaalla tasaisella täytöllä. Fortumin päästökerroin ja ympäristöministeriön päästökerroin sähkölle on esitetty kuvaajassa harvalla harmaalla pisteellä vaalealla pohjalla.

Päästöt ovat molemmissa skenaarioissa suurimmat BaU:ssa, johtuen suurista YM:n päästökertoimista kaukolämmölle. Fortumilla on kuitenkin tavoitteena vähentää päästöt 5 %:iin vuoteen 2029 mennessä, jolloin päästöt ovat pienemmät kuin YM:n arvioissa. Fortumin päästökerroin ei kuitenkaan huomioi koko elinkaaren päästöjä, joten oikeasti päästöt löytyvät jostain näiden kahden luvun välistä.

- Konsepteissa 1-3 päästöjä syntyy vain sähköstä. Pienimmät päästöt on konsepteissa 3 molemmissa skenaarioissa lämpöpumppujen suuremman mitoituksen takia.
- Käyttämällä päästötöntä sähköä näitä päästöjä voidaan vähentää edelleen.
- Fortumin kaukolämpö hyödyntää paljolti sähköä lämpöpumpuissa ja sähkökattiloissa, mutta uusiutuvan sähkön käytöstä johtuen päästökerroin ilmoitetaan matalana. Kuitenkin myös alueelliset ratkaisut hyödyntävät samoja tuotantotapoja, ja voivat myös ostaa uusiutuvaa sähköä.

Konseptien hiilidioksidipäästöt tonneissa (50 v.)



9 Tila ja sijoittelu



innokaupungit



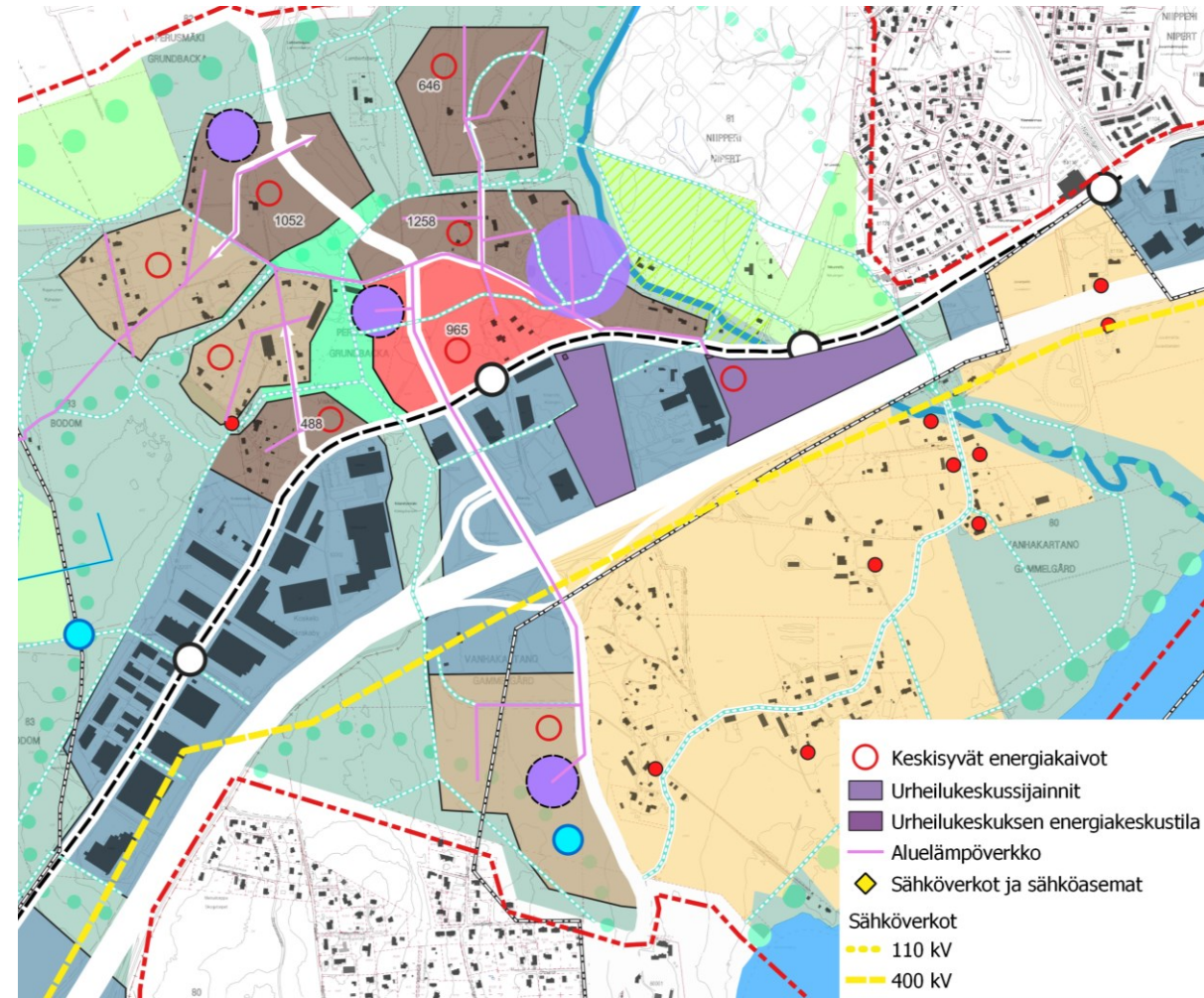
9.1 Tilantarve

Konsepti 1

Konsepti 1, 5. sukupolven kaukolämpö, hyödyntää hajautettua energiantuotantoa. Noin 2 km syvät energiakaivot tuottavat matalalämpöistä vettä alueverkkoon. Pienet hajautetut IVLP-laitokset tuottavat lämpöä energiakaivojen apuna. Rakennuksiin hajautetut lämpöpumput ja energiavarastot ottavat energian lämpöverkosta, ja tuottavat lämmitystä ja jäähdytystä rakennuksiin niiden tarvitsemassa lämpötilassa.

5. sukupolven kaukolämmössä lämpöpumput on hajautettu rakennuksiin. Asuinkerrostaloissa tilantarve on luokkaa 10-25 m². Keskisyvien energiakaivojen yhteydessä tarvitaan pieni pumppaamo ja sähkökaappi. Noin 2 km syvillä energiakaivoilla energiankeruun vaikutusalue on ympyrän muotoinen, ja se yltää kaivon keskipisteestä noin 25 m säteellä. Näin kahden energiakaivon väliseksi etäisyydeksi tulisi vähintään 50 m. Itse kaivo ei vaadi juurikaan tilaa. Kuitenkin tulisi varautua varakaivopaikalla siihen, että ensimmäinen porattu kaivo ei pääse tavoitesyvyyteensä. Energiakaivojen vaikutusalue on hyvä sijoittua energiatekniikan alueelle, ettei naapurikiinteistöjen maalämmön mahdollisuuksia rajoiteta. Samalle energiatekniikan alueelle voidaan sijoittaa hajautetut IVLP-tekniset tilat, jotka tuottavat lisäenergiaa 5. sukupolven verkkoon. Nämä vievät tilaa noin 80 m²/kpl.

Lisäksi urheilukeskuksen alueella hukkalämmön talteenoton energiakeskus vaatii omat tilansa. Tälle alustava tila-arvio on n. 100-140 m².



Kuva: Esimerkki alueen keskisyvien energiakaivojen hajautuksesta.

9.2 Tilantarve

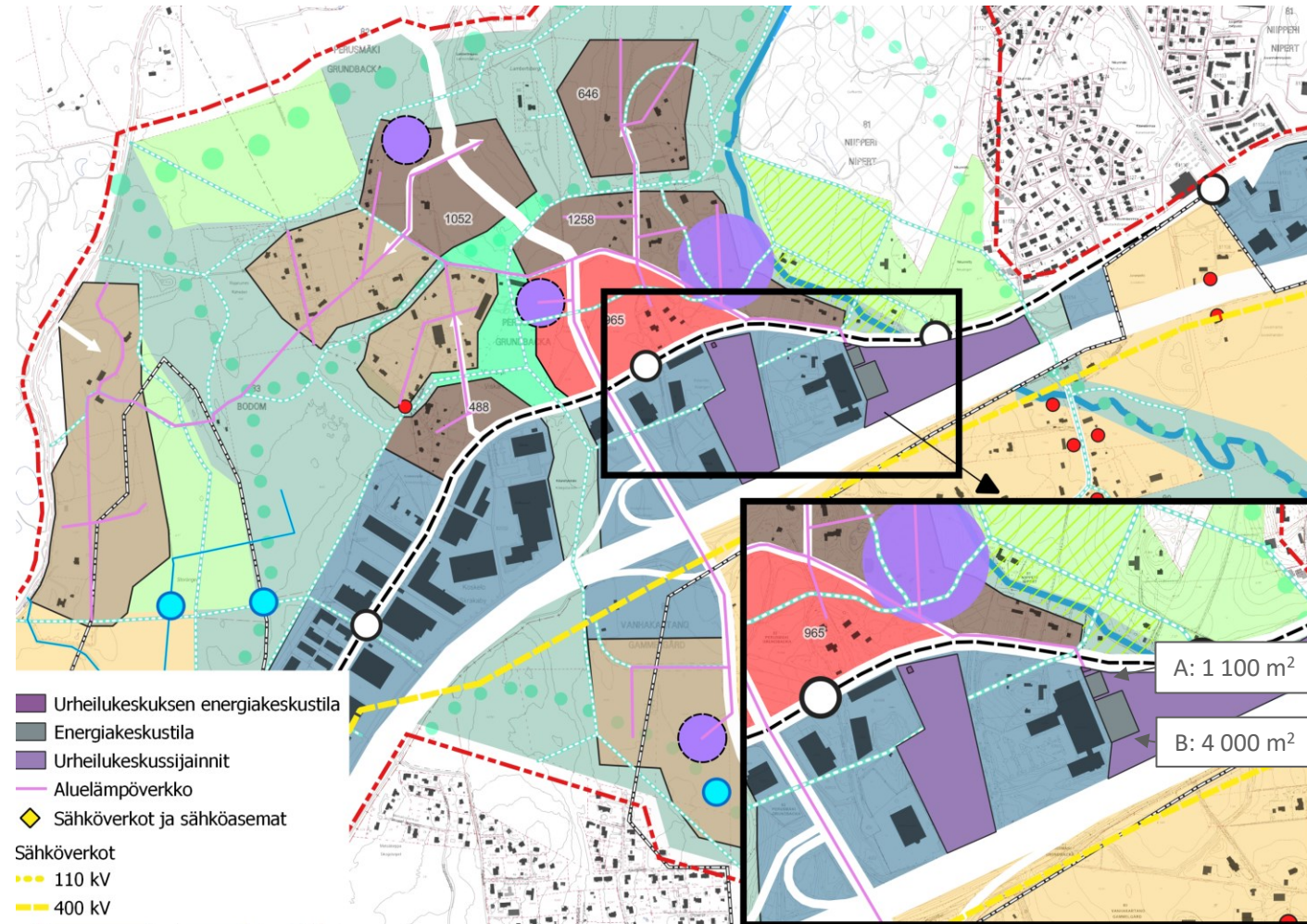
Konsepti 2

Konseptissa 2 aluelämpöverkkoon tuotetaan lämpö keskitetysti. Skenaariossa A IVLP-laitoksen vaatima alue olisi noin 1 100 m². Skenaariossa B tilantarve olisi jopa 4 000 m². Tilantarvetta voidaan vähentää asentamalla keräimet energiakeskuksen katolle. Tällöin tilantarpeet olisivat noin 900 m² ja 2 800 m².

Keskitetyn energialaitoksen lisäksi tarvitaan rakennuskohtaiset lämmönjakokeskukset, kuten normaalissa kaukolämmössä. Erillinen tilantarve on pieni, n. 2-4 m² per rakennus, riippuen tehontarpeesta.

Lisäksi urheilukeskuksen alueella hukkalämmön talteenoton energiakeskus vaatii omat tilansa. Tälle alustava tila-arvio on n. 100-140 m².

Kuvassa on esitetty violetilla kaks mahdollista urheilukeskussijaintia, joissa on pienellä tummalla alueella esitetty tilantarve urheilukeskuksen omalle energiakeskukselle ja harmaalla värillä skenaarion A pienempi ja skenaarion B suurempi aluelämpökeskus.



Kuva: Esimerkki alueen keskitetyn energiakeskuksen tilantarpeesta.

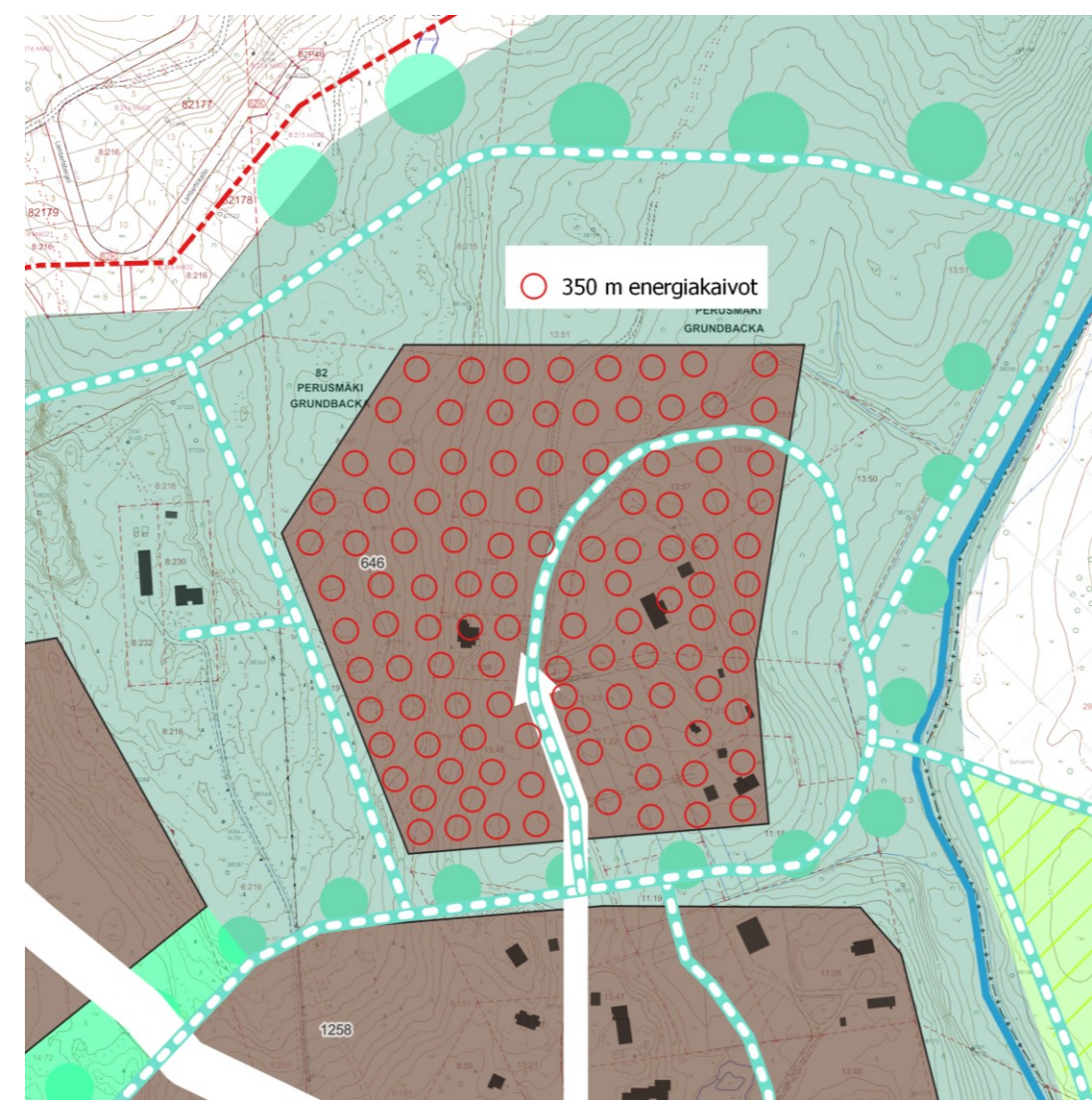
9.3 Tilantarve

Konsepti 3

Konseptissa 3 lämmön ja jäähdytyksen tuotanto on hajautettu, jolloin rakennuksiin tulee omat energiantuotannon laitteistot lämmönjakohuoneisiin. Tilantarve on noin 10-25 m² riippuen rakennuksen koosta.

Ratkaisussa hyödynnettäisiin perinteisiä energiakaivoja (n. 350 m syviä). Näiden energiakaivojen välinen suositeltu minimietäisyys on 15 metriä, jolloin yhden kaivon vaikutusalue on 7,5 m –säteinen ympyrä. Vaikutusalue ei saa ylittää kiinteistörajoja, jotta myös naapurikiinteistöllä on mahdollisuus energiakaivojen hyödyntämiseen. Itse energiakaivojen halkaisija on pieni, reilut 30 cm. Kokoomakaivojen kannen halkaisija on taas reilut 60 cm. Tämä kaivon kansi jää näkyviin maan pinnalle. Tilan ollessa kortilla, erityisesti tiheämmin rakennetuilla alueilla, kaivoja voidaan porata rakennusten alle, joko suoraan rakennusvaiheessa tai vinosti piha-alueelta maan pinnalta. Kuvassa oikealla on esitetty esimerkki miltä yhden alueen kaivomäärä näyttää alueella. Kaivojen välissä on vielä tilaa, mutta kaivoja voi tulla merkittävä määrä.

Keskusta-alueella voidaan lisäksi hyödyntää IVLP:tä, jolloin energiakaivojen tilantarve on pienempi. Energiatekniikan tila on suunnilleen saman kokoinen, mutta lisäksi tarvitaan keräimille tilaa ulkona, pihalla tai rakennusten katolla. Myös koko IVLP-yksikkö voidaan sijoittaa ulos. Keskusta-alueella oma aluelämpöverkko on myös mahdollinen keskitetyllä IVLP:llä sekä energiankierrätyksellä. Lisäksi urheilukeskuksen alueella hukkalämmön talteenoton energiakeskus vaatii omat tilansa. Tälle alustava tila-arvio on n. 100-140 m².



Kuva: Esimerkki alueen energiakaivojen vaikutusalueista.

9.4 Sijoittelu

Energiakeskus kannattaa sijoittaa mahdollisimman lähelle lämmöntalteenottokohteita, jolloin putkimatka lyhenee. Lisäksi energiakeskus tulisi sijoittaa lähelle lämpöverkon runkoa ja kulutusta. Tutkituissa tapauksissa lämmöntalteenottoa on kahdessa eri paikassa, urheilukeskuksessa sekä ruokakaupalla. Hyvä vaihtoehto on sijoittaa pienemmät CHC-lämpöpumput molempiin kohteisiin, koska nämä ovat aika kaukana toisistaan. Keskitetyt suuret energiakeskukset voidaan sijoittaa muun rakentamisen yhteyteen. Hyvä vaihtoehto on urheilukeskus, jossa on muutenkin tarjolla hyvin hukkalämpöä, ja jonne tarvitaan energiakeskus joka tapauksessa vähintään jäähdytyskoneille. Lisäksi alueella sähkönkulutus on suurta, jolloin vahvan verkon tarve alueella on jo suurempi. Lisäksi alue on korkeajänniteverkon lähetyvillä. Energiakeskus voidaan sijoittaa myös esimerkiksi pysäköintitalon yhteyteen. Kauempana asutuksesta myös ammoniakkilämpöpumput ovat mahdollisia.

Kaikkiin vaihtoehtoihin tarvitaan jonkin verran putkivetoja. BaU-vaihtoehdossa nämä vedot ovat kaukolämpöyhtiön vastuulla. Muissa ne pitää toteuttaa osana energiaratkaisua, jolloin ne ovat energiakumppanin vastuulla.

Aluelämpöverkkoreitin tulisi kulkea viheralueilla ja luontoalueilla kulkuväyliä pitkin, jolloin rakentamisen vaikutus luontoon on mahdollisimman pieni. Tämä on huomioitu esitetyissä verkkoreiteissä.

5. sukupolven kaukolämmössä voidaan energiantuotanto hajauttaa ja vaihteistaa rakentamisen tahdissa. Tällöin voidaan muodostaa erillisiä matalalämpöverkkoja eri alueille, jotka voivat toimia itsenäisesti, ja jotka voidaan yhdistää yhdeksi verkoksi alueen laajentuessa.

Putkireiteissä ja runkoputkien mitoituksessa on kuitenkin alusta alkaen huomioitava alueen lopullinen mitoitus, ettei putkikokoja tarvitse myöhemmin kasvattaa.



innokaupungit



10 Energiankulutuksen ohjaus



innokaupungit



10.1 Liikenne

Sähköautot edistävät alueen ilmanlaatua ja siirtymistä nopealla tahdilla kohti uusiutuvaa ja vähähiilisempää liikennettä. Sähköautojen lataus kasvattaa alueen sekä kiinteistöjen energiankulutusta, riippuen lataustottumuksista. Tämä kuitenkin kasvattaa aurinkosähkön tuotannon omakäyttöä, ja siten omalta osaltaan aurinkosähkön kannattavuutta. Sähköautojen latauksen pystyy myös kohdistamaan suurimman aurinkosähkön tuotannon hetkille, jolloin aurinkopaneelien asento ja lataustottumukset vaikuttavat toinen toisiinsa. Ilta-aurinkoon suunnatut paneelit mahdollistavat siten aurinkosähkön käyttämisen kotilataukseen töistä paluun jälkeen.

- Sähköautojen latausta varten voidaan asettaa määräys sähköautojen lataamisen valmiudesta esimerkiksi vähintään yhdelle latauspaikalle per asunto. Määräyksessä voidaan vaatia vain valmius, jolloin johdotus ja sähköistys tehtäisiin valmiiksi varautuen mahdollisiin latauspisteisiin, joihin voidaan halutessa investoida rakennusvaiheessa tai myöhemmin.

Liikenteen vähähiilisyyden edistämiseksi on alueella tehtävissä toimenpiteitä.

- Palveluiden sijoittuminen lähelle toisiaan ja asutusta vähentää tarvetta yksityisautoilulle
- Sähköautojen latauspaikkoja voidaan rakentaa palveluiden yhteyteen tai lähistölle
- Hyvät joukkoliikenneyhteydet ja tarvittaessa varaus joukkoliikenteen sähkölatauspaikalle
- Kasvavan sähkökulkuaajoneuvojen lataustehon liityntämahdollisuuksien huomioiminen alueen sähköverkon ja kiinteistöjen suunnittelussa
- Saavutettavien ja hyvin toisistaan erotettujen jalankulku- pyörä- ja ajoteiden kaavoitus
- Mahdollisuus aurinkopaneelien (katot/autokatokset) sähköntuotannon hyödyntämiselle sähköautojen latauksessa
- Vety liikennesovelluksissa ei ole vielä yleistynyt, mutta tällekin vaihtoehdolle on tulevaisuudessa mahdollisuus, johon voidaan varautua tankkausaseman alueen varauksella
- Sähköpolkupyörien latausmahdollisuus rakennuksiin
- Polkupyörien pesu/huoltopisteet



innokaupungit



10.2 Rakennukset

Rakennusten energiankulutuksen- ja tuotannon pohjataso määrittää pitkälti alueen energiankulutuksen ohjauksen ja energiajärjestelmän mahdollisuudet. Näihin on monia vaikutuskeinoja.

- Energiankulutusta voidaan madaltaa energiatehokkaalla rakentamisella ja passiivisilla ratkaisuilla
- Ilmanvaihdon hukkaenergioiden talteenotto
- Jäähdytyksen lauhteiden talteenotto
- Jäteveden lämmön talteenotto on usein liian kallista
- Tarpeenmukainen ohjaus
- Katoilla mahdollisuus tai vaatimus energiantuotantoon (esim. aurinkosähkö, aurinkolämpö, näiden hybridiratkaisu, pientuulivoima suuremmissa rakennuksissa) tai muuhun energiapositiiviseen/hiilineutraaliutta edeltävään ratkaisuun
- Tilat pihoilla ja tarvittaessa julkisilla alueilla energiankeräykseen (kaivot, lämpöpumppujen ulkoyksiköt)
- Ilmastonmuutoksen riskit huomioiva suunnittelu
 - Helleaallot ja nousevat hetkittäiset helteet → passiiviset ratkaisut ja jäähdytys
 - Viistosateet ja jäätymis/sulamissyklit
 - Leudot ja märät talvet → matalalämpöiset energiantuotantoratkaisut ja lämmitysverkostot, kuten lattialämmitys

10.3 Asukkaat

Rakennuksissa kulutettavan energian käyttöön vaikuttaminen mahdollistaa lämmön- ja jäähdytyksen tuotannon ja kulutuksen paremman optimoinnin. Kulutuksen muutoksella voidaan vaikuttaa kulutushuippujen suuruuteen tai optimoida energian kustannuksia. Näin energiajärjestelmän investointeja voidaan saada pienemmäksi.

Lisäksi mahdollisen oman aurinkosähkön tuotannon itse käytetyn osuuden kasvattaminen ja verkkoon myydyn sähkön osuuden pienentäminen laskevat energian kustannuksia. Yksi esimerkki tällaisesta käytöksestä voisi olla sähköautojen latauksen ajoittaminen aurinkosähkön tuotannon mukaan.

Energiankäytön ohjaamisessa tarvittava data, sen analysointi ja mittarointi mahdollistavat myös tiedolla johtamisen sekä uusia palveluita. Energiankäytön seurannan ja ohjaamisen data-infrastrukturi mahdollistaa samalla myös muun datan hyödyntämisen ja keräämisen, esimerkiksi julkisilta alueilta (esim. katuvalaistus).

- Alueen datan käytön toteuttamista voidaan helpottaa tontinluovutusehdoissa määritellyillä.
- Jo pelkästään energian hintojen ja asuntojen energian tai veden kulutuksen esittäminen esimerkiksi asuntojen seinille asennettavilla pienillä näytöillä voi ohjata kulutusta oikeaan suuntaan ja ajankohtaan.



innokaupungit



10.4 Kulutusjousto



Rakennuksille voidaan asettaa vaatimuksia kulutusjouston käyttöönotosta tai siihen varautumisesta.

Kulutusjoustolla tarkoitetaan energian tuotannon tai kulutuksen muuttamista normaalitilanteesta jonkun signaalin perusteella.

Insentiivinä joustoissa on yleensä joko ulkoinen hinta, jossa joustosta luvataan palkkio, tai energian kustannusten vähentäminen.

Nämä ratkaisut vaativat mittarointia, anturointia sekä yhteistyötä rakennusautomaation, toimilaitteiden sekä mahdollisen ulkoisen joustopalvelun välillä.

11 Lisätoiminnan rakentamisen vaikutus



innokaupungit



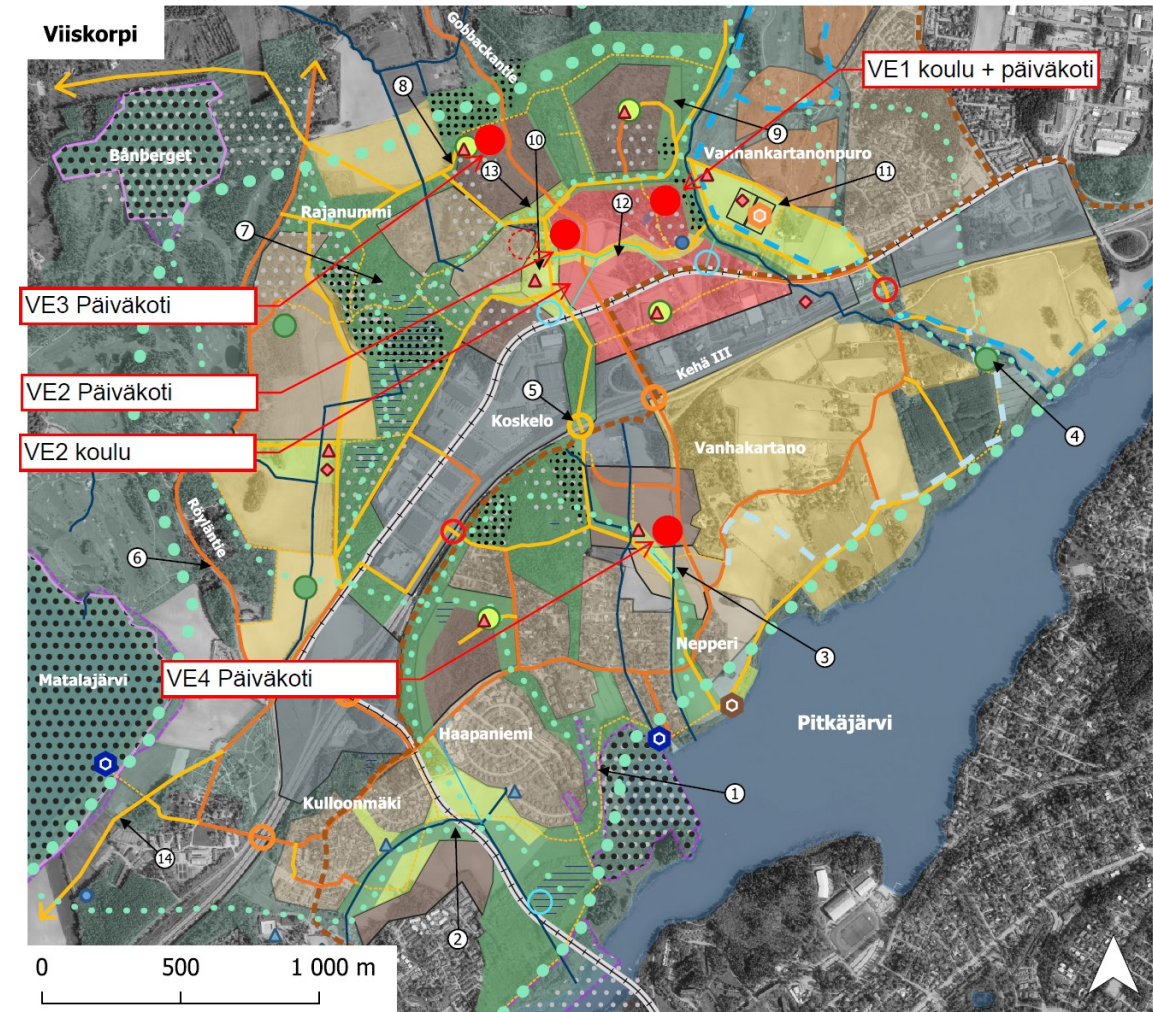
11.1 Koulun sijainti

Koululle on useampia mahdollisia sijaintivaihtoehtoja, joita on kaavoitustyön yhteydessä pohdittu. Näistä sijaintivaihtoehtoista kaksi on potentiaalisimpia: VE1 sijaitsisi golf-kentän vieressä, kun taas VE2 sijaitsisi linnuntietä noin 350 m lännempänä.

Koulun sijainnin valinta VE1:n ja VE2:n välillä ei juurikaan vaikuta energiaratkaisuun. Pienemmälle tontille siirtyminen rajoittaa perinteisen maalämmön tilaa, mutta kumpikin sijainti olisi keskusta-alueen lähistöllä.

Koulun olisi kuitenkin hyvä rakentua ympäröivän alueen kanssa yhdenaikaisesti, jolloin koulua varten ei tarvita erillistä energiaratkaisua.

Investointikustannuksissa on pieni etu, jos koulu (tai suuri kulutuskohde) sijaitsee lähempänä energiakeskusta ja energiaverkon runkoputkea.



Kuva: Viiskorpi, koulujen ja päiväkodin sijaintien vaihtoehdot.

11.2 Hepokorven datakeskus

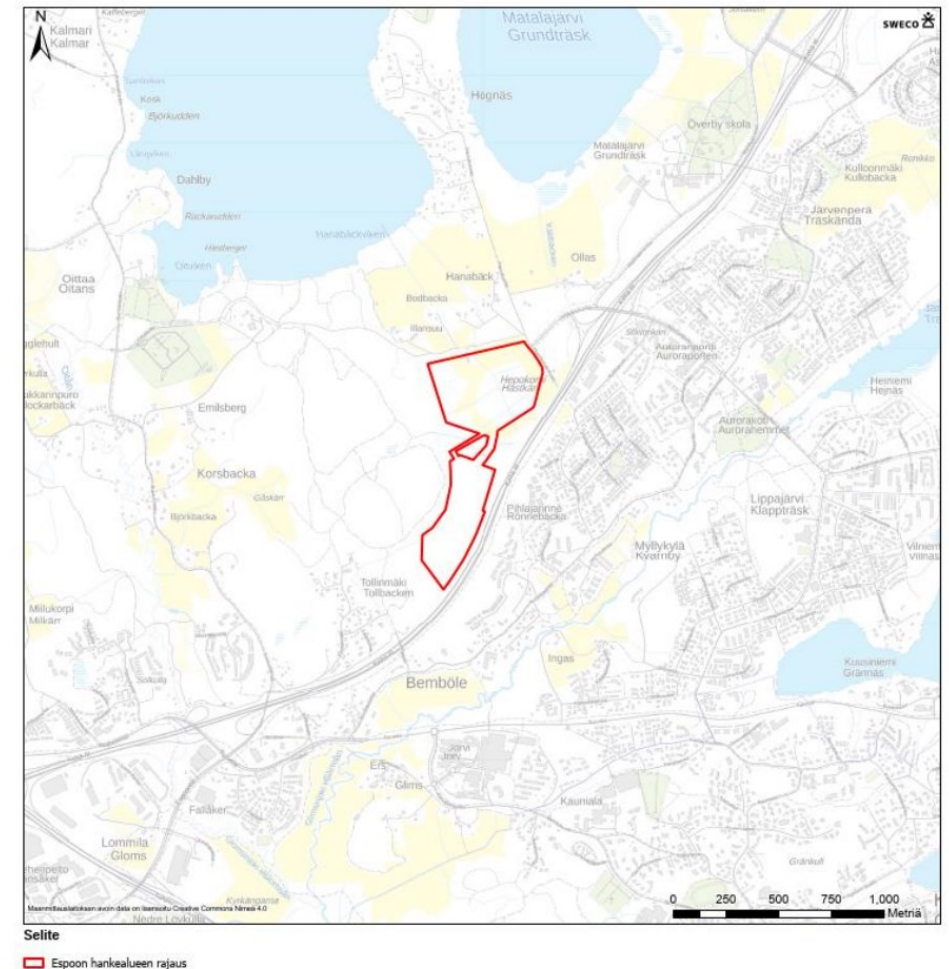
Espoon Hepokorpeen on arvioinnissa datakeskushanke. Esirakentaminen alueelle voisi alkaa 2024, ja neljän datakeskusrakennuksen rakentaminen vaiheistuisi 2024-2031 välille.

Microsoftin datakeskuksen hukkalämpö otettaisiin talteen Fortumin kaukolämpöverkkoon Fortumin lämpöpumppulaitoksella, jolloin lämpöä voidaan hyödyntää Espoon, Kirkkonummen ja Kauniaisten alueella.

Hankkeen IT-kapasiteetti olisi noin 173 MW ja kokonaissähköteho n. 211 MW. Kaukolämmön kokonaistehoksi on suunniteltu 180 MW.

Etäisyys hankealueelta Koskelontien, Juvankartanontien ja Gobbackantien risteykseen on noin 3,7 km, mutta Viiskorven alueella kulkee jo valmis kaukolämpöverkko.

Hepokorven datakeskuksen hukkalämpöjen käyttäminen alueen lähistöllä helpottaa kaukolämpöverkkoa ja vähentää lämpöhäviöitä verrattuna tilanteeseen jossa lämpö pitää siirtää kauemmas, mutta hukkalämmön merkitseminen kuuluvaksi Viiskorvelle ei välttämättä ole mahdollista tai tarpeellista.



Kuva: Microsoftin Espoon datakeskuksen YVA. Arviointiselostus. 29.01.2024. Ymparisto.fi.

11.3 Viiskorven datakeskus

Jos Viiskorven alueelle tulisi datakeskus, olisi sillä mahdollisesti suuri vaikutus energiaratkaisuun. Vaikutus riippuisi datakeskuksen koosta.

- Saatavilla olevan hukkalämmön määrä alueella kasvaisi
- Verkkoreitit ja putkikoot muuttuisivat
- Alueen sähkön- ja jäähdytyksenkulutus kasvaisi
- Datakeskuksen sähköliittymän rakentamisen ja mahdollisen keskitetyn energiakeskuksen liittymän rakentamisen kanssa voidaan saada synergiaetuja
- Keskitetyn verkkoratkaisun hyödyt kasvaisivat alueelle jaettavan talteenotetun lämmön määrän kasvaessa
- Lämpöenergiavarastojen tarve kasvaisi erityisesti kesällä syntyvän hukkalämmön takia
- Mahdollisen keskitetyn ratkaisun energiakeskuksen sijainti muuttuisi datakeskuksen luo. Urheilukeskuksessa olisi vain urheilukeskuksen hukkalämpöä kierrättävä energiatekniikka ja urheilukeskuksen kylmäntuotannon tekniikka
- Datakeskusten hukkalämmön talteenotto on usein hyvin kannattaa, mikä parantaisi alueen ratkaisun kustannustehokkuutta
- Fortum olisi mahdollinen kilpailija hukkalämmön ostajaksi mahdollisen Viiskorven aluelämpöverkon lisäksi
- Suurikokoinen datakeskus voi tuottaa lämpöä myös yli Viiskorven tarpeen



innokaupungit



11.4 Urheilukeskus

Urheilukeskuksen ratkaisuilla tulee olemaan merkittävä vaikutus alueen energiaratkaisuun.

- Urheilukeskuksen hukkalämmöt ovat merkittävä energianlähde alueella
- Urheilukeskus kuluttaa paljon sähköä (jäähdytykseen) sekä lämpöä
- Energian kulutusta ja tuotantoa voidaan myös tasata urheilukeskuksen sisällä riippuen tulevista toiminnoista
 - Esimerkiksi kylmäkoneiden hukkalämmön hyödyntäminen urheiluhalleissa, uimahallissa sekä tekonurmen sulatuksessa
- Erityisesti tekonurmen sulatus voi kuluttaa merkittävästi lämpöenergiaa talvella. Lisäksi tehontarve on suuri. Tämä vaikuttaa alueen energiataseeseen ja energiantuotannon ja –verkostojen mitoittamiseen.
- Urheilukeskus on energiavirtojen ja saatavilla olevan tilan takia luonteva alue energiakeskukselle
- Urheilukeskusalueella on mahdollinen hyvä sijaintipaikka keskisyville energiakaivoille, missä kaivot saadaan porattua niin, ettei niiden vaikutusalue yllä kiinteistörajoiden ulkopuolelle.
- Urheilukeskus voi olla myös merkittävä aurinkosähkön tuottaja Viiskorven alueella sopivista kattoaloista riippuen. Urheilukeskus olisikin hyvä mahdollinen energiayhteisö aurinkosähkön tuotannon jakamiseksi urheilukeskusalueiden toimintojen kesken.

11.5 Vaiheistus

Viiskorven alue on suunniteltu rakennettavan vaiheistuen useiden vuosien aikana. Rakentamisen vaiheistukseen on kiinnitettävä huomiota energajärjestelmän suunnittelussa.

- Maalämpökaivot kannattaa samalla alueella mahdollisuuksien mukaan porata samanaikaisesti kustannusten minimoimiseksi.
- Mahdolliset energiakeskukset (kortteli tai keskitetty koko alueen) tulee rakentaa ensimmäisessä vaiheessa, jotta heti ensimmäiset kuluttajat saavat lämpöä.
- Energiakeskusten lämpöpumppujen kapasiteetti voidaan toteuttaa modulaarisesti niin, että alueen kehittyessä energiakeskukseen voidaan lisätä lämpöpumppuja sitä mukaa kun rakennukset valmistuvat. Kapasiteettia ei kuitenkaan kannata pilkkoa liian pieniin osiin.
- Rakentamisen vaiheistuessa lämpöpumput voivat aluksi joutua toimimaan pienillä osatehoilla, mikä tulee huomioida suunnittelussa.
- Energiakeskuksen varauksissa tulee varautua alueen laajimpaan tilanteeseen.
- Lämpöpumppuratkaisuja voidaan asentaa modulaarisesti konttiratkaisuin.
- Kaukolämpöverkkoa on helppo laajentaa, mutta runkoputki tulee mitoittaa laajimman tarpeen mukaan, ja alueellisen vaiheistuksen tulisi tukea järkevää verkon rakentamisen reittiä, eikä esimerkiksi alkaa kauimmasta tai pienimmästä mahdollisesta paikasta, tai sieltä täältä.

Rakentamisen vaiheistuksen huomioiminen konsepteissa		
Konsepti	Verkostovaihtoehto	Vaiheistus
Konsepti 1	5. sukupolven kaukolämpö	Skaalautuu helposti alueittain. Konseptiin kuuluu hajautettu energiantuotanto ja energiakeskukset, jotka voidaan toteuttaa alueittain niiden valmistuessa. Valmistuvat alueet voidaan liittää yhteen yhdeksi verkoksi.
Konsepti 2	Lämpöverkko 60-70 °C	Skaalattavissa. Jakeluputkisto tulee mitoittaa lopullisen valmiin vaiheen energiantarpeen mukaan. Energiakeskusta laajennetaan modulaarisesti rakennusten valmistuessa. Vuosien vaiheistuksella kustannukset rasittavat ensimmäisiä rakennuksia.
Konsepti 3	Rakennuskohtaiset ratkaisut	Skaalautuvuus ja vaiheistus helppoa, kun ratkaisut eivät ole riippuvaisia toisistaan. Energiakaivojen sijoittelussa huomioitava mahdollisten tulevien naapurien yhtäläisten mahdollisuuksien turvaaminen.
BaU	Fortumin kaukolämpö	Skaalautuvuus ja vaiheistus helppoa. Rakennukset voidaan liittää yksittäin kaukolämpöverkkoon niiden valmistuessa. Verkon siirtokapasiteetti täytyy alusta alkaen mitoittaa laajimman tarpeen mukaan.

12 Rakentamisen ympäristövaikutukset



innokaupungit



12.1 Luonto

Vaikutukset

- Alueella: esim. vanhojen puiden kaataminen, vettä läpäisemättömien pintojen määrän lisääntyminen, säilyvien luontotyyppien heikentyminen ihmisen toiminnan vaikutuksesta
- Alueen lähistöllä: vesitasapainon häiriintyminen, ekologisten yhteyksien heikentyminen
- Alueen ulkopuolella: materiaalien hankinnan kautta syntyvät luontovaikutukset (esimerkiksi puun kaato, kiven louhint, hiekan kaivamine). Suurin osa rakentamisen luontovaikutuksista kohdistuu alueen ulkopuolelle.

Lieventämiskeinoja koko kaava-alueella

- Rakennustöiden ajoittaminen lintujen pesimäajan ulkopuolelle mahdollisuuksien mukaan
- Rakentamisen aikaisen hulevesien käsittely erityisesti Vanhakartanon kupeessa Pitkäjärven valuma-alueella
- Energiainfran keskittäminen muun rakentamisen alueille (kadut, parkkipaikat jne.) niin paljon kuin suinkin mahdollista.
- Materiaalitehokkuuden huomioiminen ja neitseellisten materiaalien minimoiminen, kiertotalouden edistäminen

12.2 Kasvihuonekaasupäästöt

Vaikutukset

- Kasvihuonekaasupäästöjä syntyy koko energia-infran elinkaarella materiaalien hankinnasta ja rakentamisesta ylläpitoon ja lopulta järjestelmän purkuun ja jätteiden loppusijoitukseen.
- Järjestelmästä riippuen päästöt voivat painottua eri vaiheisiin.
- Järjestelmäkohtaisesti on mahdollista laskea kasvihuonekaasupäästöjen ”takaisinmaksuaika”, eli ajanjakso jonka ajalla uusiutuvalla energialla saavutettu päästövähennys ylittää järjestelmän rakentamisen synnyttämät päästöt.

Lieventämiskeinoja koko kaava-alueella

- Putkireittien ym. pituuksien optimointi
- Energiainfran rakentamisen kytkeminen muuhun infrarakentamiseen siten, että katuja ei tarvitse avata ja rakentaa uudelleen moneen otteeseen.
- Hiilijalanjälkivertailut eri järjestelmien ja myös eri toimittajien välillä

13 Referenssialueet



innokaupungit



13.1.1 Hiedanranta, Tampere

Tampereen Hiedanrannan alueelle rakentuu uusi asuinalue ja sen energiajärjestelmä. Hiedanrannan energiakumppanina toimiva Tampereen Energia rakentaa alueelle energian hiilineutraaliuden mahdollistavan SmartNRG-lämpöverkon. Alueen tavoitteita ovat vastuullisuus, luonnonläheisyys ja sen suunnittelussa on ajateltu erityisesti lapsiperheitä.

Energiajärjestelmä perustuu matalalämpöiseen (60-90 °C), kaksisuuntaiseen kaukolämpöverkkoon, se hyödyntää polttoon perustumatonta lämpöä, kuten hukkalämpöä datakeskuksista, teollisuudesta ja alueelta sekä Tampereen Energian kaukolämpöä.

Ratkaisu vaiheistuu rakentamisen tahdissa. Ensin rakentuva Pohjoiskortteli on liitetty Tampereen Energian perinteiseen kaukolämpöön. Alueverkko kuitenkin eriytetään matalalämpöverkoksi rakentuvalla shunttiasemalla. Jäähdytys toteutetaan kortteli- tai kiinteistökohtaisesti maaviileällä. Ratkaisuun kuuluu myös aurinkopaneelit tarpeen mukaan ja optiona on lämmönohjaus lämpötilojen hallinnan avulla, mikä mahdollistaa energiankulutuksen optimoinnin.



Kuva: Pohjoiskorttelin havainnekuva. Tampereen kaupunki, Arkkitehdit MY

13.1.2 Hiedanranta, Tampere

Energiaratkaisua edistettiin jo alueen kaavoituksen ja suunnittelun yhteydessä.

- Kunnallistekniikan yleissuunnitelmassa lämpöverkon runkoverkon reitit määritetty ja kokonaisuus hahmoteltu jo yleiskaavatasolla
- Alueen rakentumisen vaiheistus ja tehokkuus tärkeää, jotta saadaan järkevät linjat ja tehokas alue lämpöverkolle
- Tontinluovutusehdot ovat olleet pääasiallinen ohjauskeino.
 - Tyypitaloselvitys tehty: Betonirakenteisen tyypitalon osalta on laskettu esimerkiksi päästöt ja kustannukset. Laskennan perusteella on määritetty alueen tavoitteita edistävistä työkaluista ja ratkaisuista energiatehokkuus/hiilitehokkuustyöpaletti, joita voidaan hyödyntää tontinluovutuskilpailussa ja suunnittelussa.
 - Kaksi tontinluovutuskilpailua järjestetty:
 1. Alueen markkinahintatason selvittämiseksi ilman erityisiä vastuullisuusvaatimuksia.
 2. Sisällytetty kestävyysvaatimukset, joista saa pisteitä. Pisteet jakautuvat ehdottomiin vaatimuksiin sekä suositeltuihin vaatimuksiin.
 - Ehdottomat vaatimukset: Vähähiiliset keinot, rakennusautomaatio ja talotekniikan integrointi siihen, alueellinen data-alusta, energiamittarit, olosuhdemittarit, talotekniikan energiatehokkuus ja soveltuvat painetasot, CO₂-laskelma, rakentamisen aikaiset jätteen käsittely ja vähäpäästöinen työmaa
 - Suositellut vaatimukset: tuottavat lisäpisteitä hakijalle, esim. hiilineutraali tai vähähiilinen sähkö, A-energialuokka, U-arvot.
- Kokemuksena hankkeella oli, että vaikka kaukolämpöyhtiöt voivat käyttää lämmöntuotannossa paljon uusiutuvia, maalämpöpumput auttavat kuitenkin energia- ja päästölaskelmissa paljon ja niiden hyvä uusiutuvan energian brändiarvo aiheuttavat sen, että monet suosivat maalämpöä.

<https://www.tampereenenergia.fi/energiaratkaisut/smart-nrg-alueelliset-ratkaisut/smart-nrg-hiedanranta/>



innokaupungit



13.2.1 Aviapolis, Vantaa

Vantaalle, Helsinki-Vantaan lentokentän välittömään läheisyyteen rakentuvalla Aviapoliksen alueella hyödynnetään uudenlaista energiakumppanuutta energiantuotannossa ja –jakelussa. Alueen merkittävimpiin kuuluva kehitysyhtiö AVIA Real Estate ja Vantaan Energia solmivat energiakumppanuussopimuksen alkuvuodesta 2024. Vantaan Energia toimittaa energian kokonaispalveluna.

Suunniteltu energiaratkaisu kattaisi vähintään puolet alueen lämpöenergiantarpeesta paikallisesti tuotetulla energialla. Loppupuolisko energiasta katetaan Vantaan Energian kaukolämmöllä.

Energiaratkaisu perustuu kortteli- tai aluekohtaisiin ratkaisuihin, joissa tuotettua lämmitystä ja viilennystä voidaan jakaa korttelin tai alueen kiinteistöille tai koko alueelle hybridiverkkoa hyödyntäen. Paikallisen tuotannon muotoa ei ole rajoitettu, vaan se voi perustua esim. ilma-vesilämpöpumppeihin, energiakaivoihin tai kaukolämmön paluuvettä hyödyntäviin lämpöpumppeihin.

<https://www.vantaanenergia.fi/vantaan-aviapolikseen-innovatiivinen-hiilineutraali-energiaratkaisu/>



Kuva: Pohjoiskorttelin havainnekuva. Tampereen kaupunki, Arkkitehdit MY



innokaupungit



13.2.2 Aviapolis, Vantaa

Alueen suunnittelussa huomioitiin energiaratkaisu ja energiakumppanin hankinta jo varhaisessa vaiheessa. Hanke edistää hiilineutraali Vantaa 2030 –tavoitetta. Energiaratkaisuja on työstetty myös Vantaan kaupungin kanssa ja ne huomioidaan alueen asemakaavoissa. Koska ratkaisu on teknologianeutraali ja saattaa perustua monien ratkaisujen yhdistelmään, asemakaavan rooli on mahdollistaa nämä ratkaisut esimerkiksi sallimalla erilaisten teknologioiden sijoittaminen tontille tai rakennusten julkisivuille.

- Hybridiratkaisussa ei olla lukittauduttu yhteen tekniseen ratkaisuun, vaan energia voi olla eri teknologioilla tuotettua – esimerkiksi maalämmöllä, ilma-vesilämpöpumpuilla tai kaukolämmön paluuviedellä.
- Vantaan Energia toteuttaa energiaratkaisut kokonaispalvelumallilla ja vastaa energian tuotannosta ja jakelusta kiinteistöille sekä järjestelmän operoinnista.
- Kortteleissa yhteispysäköintihallissa on varattu tila energiakeskukselle
- Maalämpö on Aviapoliksen alueella rajallisesti hyödynnettävissä, koska alue rakennetaan tiiviisti. Vantaa mahdollistanut maalämmön sijoittamiselle oman tontin ulkopuolelle.
- Kortteleiden rakentumisen vaiheistus on tärkeää huomioida myös energiaratkaisun suunnittelussa:
 - Energiakeskus tulee rakentaa jo ensi vaiheessa, jotta sillä voidaan palvella jo ensimmäisenä valmistuvan kiinteistön tarpeita.
 - Kortteihin rakennetaan energiakeskus, johon keskittyy uusiutuvan energian tuotanto ja kaukolämpöliittymä.
 - Mahdollinen maalämpökaivojen poraus kannattaa myös toteuttaa jo alkuvaiheessa poraten kaikki tarvittavat kaivot kerralla.
 - Energiakeskuksen lämpöpumppuinvestointeja voi kuitenkin osin vaiheistaa palveltavan aluekokonaisuuden rakentumisen vaiheistusta peilaten.

13.3.1 Haurala, Lempäälä

Hauralan alueen osayleiskaavan energiaselvityksen yhteydessä tarkasteltiin erilaisten energiaratkaisujen vaatimaa kaavoitusta ja luvitusta.

- Ratkaisujen tilatarpeet kuvattiin havainnollisesti.
- Alue-energiajärjestelmään liittymistä ei voida lain mukaan edellyttää rakennuttajalta kaavassa. Alue-energiajärjestelmän toteutumista voidaan kuitenkin ohjata ja edistää. Alue-energiajärjestelmän edistäminen on aloitettava hyvissä ajoin aluehankkeen alussa.
- Kaavoituksessa huomioitava tilavaraukset energiakeskukselle, putkistoille sekä energiakaivoille.
- Uusiutuva energia helpompi huomioida kaavoituksessa kuin alueellinen energiajärjestelmä. On syytä tehdä teknologianeutraalisti, sillä kaavan määräykset vaikuttavat pitkälle tulevaisuuteen, jolloin uusia teknisiä ratkaisuja voi olla käytössä.



Kuva: Hauralan eteläosan osayleiskaava-alueen havainnekuva.
Arkkitetoimisto Jussi Partanen.

13.3.2 Haurala, Lempäälä

- Tarkempaan tarkasteluun energiaselvityksessä valittiin ilma-vesilämpöpumput sekä perinteinen maalämpö skaalautuvuuden, saatavuuden, tekniikan kypsyyden sekä kustannustason perusteella. Sähköntuotantoon valittiin aurinkosähkö realistisimmaksi tuotantomuodoksi.
- Kannattavin energiantuotannon päätuotantomuoto on lähes kaikissa rakennuskohtaisissa vaihtoehtoissa maalämpöpumppu. Ilma-vesilämpöpumppu tulee kilpailukykyisemmäksi suuremmissa rakennuksissa ja aluetasolla.
- Myös kaukolämpö on hyvin kilpailukykyinen.
- Mahdollista saavuttaa suuria päästövähennyksiä. Maalämmöllä päästövähennykset ovat suurempia suuremman energiatehityksen ja paremman hyötysuhteen takia (jopa yli 50 % verrattuna kaukolämpöön).
- Kaavoituksessa on tärkeää mahdollistaa riittävästi tilaa useille vaihtoehtoisille energiantuotantoratkaisuille. Eniten tilaa tarvitsee mahdollinen aluelämpöverkko, alue-energiakeskus sekä mahdollinen aurinkosähkökenttä. Lisäksi maalämmön kaivoille voidaan mahdollistaa porauspaikkoja myös tonttien ulkopuolelta tai tonttien rajoille, erityisesti tiheän energiankulutuksen alueilla.
- Kaavoituksen on oltava joustava ja pitkäikäinen, minkä takia tarkemmat vaatimukset suositellaan annettavaksi tontinluovutusehdoissa- ja sopimuksissa. Teknologiat ja kustannukset kehittyvät, jolloin teknologiakohtaiset kaavamääräykset eivät ole alueen eduksi.

14 Yhtymäkohdat kaavoitukseen



innokaupungit



14.1.1 Vaikutuskeinot

- Tietyn energiantuotantomuodon määrääminen kaavan tai tontinluovutusehtojen kautta on lähtökohtaisesti lainvastaista.
- Ohjaaminen toiminnallisten vaatimusten ja tavoitteiden kautta on mahdollista.
 - Ohjaavat ja mahdollistavat määräykset, aluevaraukset, pakottavat raja-arvot, rakennusten sijoittelu, rakentamistapa, materiaali, viherkertoimet, kattojen hyödyntäminen.
 - Hiilijalanjälkeä ja energiatehokkuutta koskevat vaatimukset (keinovalikoima esim. ”toteuta 3/5”).
 - ”Rakennukset on varustettava maasta tai ilmasta saatavaa energiaa hyödyntävillä järjestelmillä.”
 - Voi johtaa tonttikohtaiseen tarkasteluun kokonaisuuden sijaan.
- Kaavassa rakennuksille voidaan antaa vaihtoehtoja, joista jokin täytyy täyttää. Esimerkiksi:
 - uusiutuvan energian tuotantoa
 - muuta ympäristöön edullisesti vaikuttavaa
 - katoille aurinkolämpökeräimet tai aurinkopaneelit
 - viherkatto tms.

14.1.2 Vaikutuskeinot

- Kaavalla voidaan mahdollistaa eri energiantuotantotapoja.
 - Tarvittava tila energiakaivoille.
 - Tila teiden varsilla kaikille putkille ja infrastruktuurille.
 - Tila energiakeskukselle tai –keskuksille.
 - Ulkonäköön vaikuttavien teknisten ratkaisujen, kuten lämpöpumppujen salliminen julkisivulle, erilliset tekniset tilat.
 - Tonttien ulkopuolisen maa-alueen osoittaminen energiakaivoille.
- Kaavoituksen on hyvä olla joustavaa sen pitkäikäisyyden vuoksi (uudet teknologiat ja hintakehitys).
- Yhteistyö ja rakennusyhtiöiden sitouttaminen tavoitteisiin tontinluovutuskilpailun ja –prosessin yhteydessä edesauttavat toivotun ratkaisun löytymistä.
 - Tontinluovutusehtojen ohjevalikoimaa voidaan myöhemmin joustavasti muuttaa.
 - Esim. noudatettava rakennustapaohjetta, myyntihinnan alennus perustuen energiatehokkuuteen, vakuus kriteerien saavuttamiselle.
 - Tontinluovutuskilpailu voi tulla kalliiksi rakennusliikkeelle ja järjestäjälle: kohteen pitää olla kiinnostava. Laskelmat eivät välttämättä ole vertailukelpoisia.
 - Tontinluovutusehdot eivät kuitenkaan ole hyödynnettävissä, jos maan omistaa yksityiset toimijat. Tällöin mahdollisuutena voi olla maankäyttösopimus, mutta tätä on tutkittava

14.2.1 Ohjauskeinot - kaavamerkinnot

- Uusiutuvan energia käyttöönottoa on helpompi edistää kuin erityisesti alue-energiajärjestelmien. Tämä on kuitenkin syytä tehdä teknologianeutraalisti, sillä kaavan määräykset vaikuttavat pitkälle tulevaisuuteen, jolloin uusia teknisiä ratkaisuja voi olla käytössä. **Osayleiskaavan kaavamerkinnoissa** huomioitavissa esimerkiksi:
 - Sallitaan tekniikan sijoittaminen joustavasti tontille ja julkisivulle, esimerkiksi ILP, ilmalämpökeräimet, lämpöpumppujen tekniset tilat.
 - Kohdamerkinnoin osoitettava yhdyskuntateknisen huollon alueet ja maalämpökaivojen sijainnit.
 - Mahdollistetaan viheralueiden, urheilukenttien, teiden, pysäköintialueiden ja vastaavien alueiden käyttö lämpökaivoille.
 - Kevyenliikenteen väylille voidaan laittaa lisäys että alue ”jolla maalämpökaivojen poraus ja putkitus sallittua”.
 - Mahdollistetaan yhteiskäyttöalueita, jolloin sama lämpöpumppu(rakennus) tai esimerkiksi syvempi energiakaivo palvelee useampaa pien- tai rivitaloa.
 - Voidaan määrätä energiatehokkaiden ja ympäristöystävällisten ratkaisujen suosimisesta rakentamisessa ja energiahuollossa (teknologianeutraalista). Lisäksi voidaan vaatia uusiutuvien energiamuotojen edistämistä.
 - Eri kaavamerkintäalueille voidaan sallia yhdyskuntateknisen huollon tiloja.
 - Vähäisen asuntoalueen omaan tarpeeseen tarkoitettu lämpökeskus voidaan osoittaa asumista palvelevalle yhteiskäyttöiselle korttelialueelle.
 - Melun huomioiminen äänisuunnittelulla, äänen ja värinän vaimennuksilla sekä sijoittelulla. Voidaan antaa lisäys: ”ympäristöhaittoja aiheuttamattomia”.
 - Maalämpöön ohjattaessa ja varautumisessa on hyvä turvata naapurikiinteistöjen tasa-arvoinen maalämmön riittävyys. Tämä voidaan tehdä vaatimalla tarvittaessa mallinnusta, esimerkiksi yli 10 kaivon kentässä tai yli 100 m syvissä kaivoissa.
 - Jotta mahdollistetaan myös rakennuskohtaiset lämpöpumppuratkaisut, tulee niille varata tarpeeksi tilaa teknisiin tiloihin, huomioiden myös varaajien ja lämpöpumppujen tilantarve. Tulevaisuudessa rakennuskohtaiset energiavarastot, kuten sähköakustot sekä faasimuutoslämpövarastot voivat tulla kannattaviksi, jolloin näillekin ratkaisuille tulisi löytyä tilaa.
 - Voidaanko energiantuotantoon varattu tekninen tila laskea pois rakennusoikeudesta?



innokaupungit



14.2.2 Ohjauskeinot – maankäyttö- ja tontinluovutus sopimukset

- Yksityinen maanomistus on alueella yleistä. **Maankäyttösopimusten** hyödyntämistä ohjauskeinona kannattaa tarkastella tarkemmin. Kaavan sisällöstä ei maankäyttösopimuksissa lain mukaan voida sopia, mutta on syytä keskustella sopimusjuristien kanssa siitä, missä määrin sopimuksessa voidaan velvoittaa kaavan mahdollistamien ratkaisujen hyödyntämistä.
- Osa vaikutuskeinoista kannattaa sisällyttää **tontinluovutus sopimusten** ehtoihin, joissa niitä on helppo muuttaa ajan kuluessa tai tonteittain.
 - Tontinluovutus sopimuksessa voidaan asettaa rajoja, esimerkiksi E-lukuraja ja uusiutuvien edistäminen.
 - Tässä tapauksessa ei kuitenkaan ole takeita toteutumisesta, sillä tontin luovutuksen sopimusten rajojen ja vaatimusten seurantaa on hankala toteuttaa.
 - Velvoite esimerkiksi maalämpö- tai kunnallisteknisen yleissuunnitelman tekemisestä.
 - Tontinluovutuskilpailujen ehdot: E-luvusta ja uusiutuvien hyödyntämisestä voidaan antaa laatupisteitä. Vaatimusten kustannusvaikutus voidaan huomioida tontin hinnassa, jossa tontin hinta tai vuokra voi olla esimerkiksi sidottu vaatimuksien täyttymiseen tai elinkaaren hiilijalanjälkeen.
 - Rakennusten ratkaisuissa voidaan edellyttää lämmitysverkostojen mitoitusta matalalle lämpötilalle ja esimerkiksi lattialämmityksen suosimista, mikä tehostaa lämpöpumppujen käyttöä.
 - Tontinluovutusehdoissa tai sopimuksissa voidaan myös määrätä liittyminen alue-energiajärjestelmään.

14.2.3 Ohjauskeinot – muut keinot

- Alue-energiajärjestelmään liittymistä ei voida nykyisellä maankäyttö- ja rakennuslailla edellyttää rakennuttajalta kaavassa. Alue-energiajärjestelmän toteutumista voidaan kuitenkin ohjata ja edistää.
- **Prosessiin ja aikatauluihin** liittyviä mahdollistavia tekijöitä:
 - Alue-energiajärjestelmän edistäminen on aloitettava hyvissä ajoin aluehankkeen alussa.
 - Valmiiksi pureskeltu alue-energiajärjestelmä selvityksineen operaattoreille.
 - Sopimusasiat, sitoutuminen ja osapuolien suuri määrä ovat aluejärjestelmiä hankaloittavia ongelmia. Alue-energiajärjestelmä voidaan myös pilkkoa pienempiin aluejärjestelmiin, mutta tällöinkin tontilla (kortteli) voi olla useita osapuolia.
 - Monet operaattorit haluavat valmiin sitoutumisen aluejärjestelmään, osalle riittää osittainen sitoutuminen. Alue-energiajärjestelmän helpoin aloitus tai kohde olisikin esimerkiksi kaupungin vuokrataloyhtiöihin, kaupungin päätöksellä.
 - Operaattorit eivät näe liiallista rajoittamista ja alueverkkoon pakottamista hyvänä erityisesti asuinrakennusalueella, sillä se johtaa negatiiviseen mielipiteeseen operaattoreita kohtaan.
 - Pitkä vaiheistus kasvattaa alkuinvestointiriskiä, mikä vähentää mahdollisia operaattoreita (korko- ja lyhennysmaksut).
- **Kaavan viitesuunnitelmassa** huomioitavia mahdollistavia tekijöitä:
 - Suurempi rakennus- ja energiatiheys alueelle (esim. suurempi kerrosala tontille tai tiiviimmät tontit), jolloin putki- ja energiantuotantoinvestoinneille saadaan parempi kulutus ja kate yksikköä kohden. (Vrt. pitkän putkireitin rakentaminen pientä kulutusta varten ei ole kannattavaa.)
 - Tilavaraukset energiakeskukselle, putkistoille sekä energiakaivoille.
 - Rakennusten ikkunapinta-alan suuntaaminen etelään vähentää lämmityksen tarvetta jotain prosentteja, riippuen rakennuksesta, mutta lisää jäähdytyksen tarvetta kesällä. Tämä pitää huomioida jäähdytyksensuunnittelussa. Ylilämpenemistä voidaan myös estää ikkunoiden varjostuksella, esimerkiksi markiisein tai lehtipuiden avulla

14.2.4 Ohjauskeinot – yksityisomisteiset tontit

Viiskorven kaava-alueella on paljon tontteja yksityisessä omistuksessa. Ohjauskeinot eri energiaratkaisuihin yksityisen tontin omistuksen suhteen ovat vähissä.

- Kaavalla voidaan edistää haluttuja ratkaisuja mahdollistamalla tarpeeksi tilaa alueelta ja suosimalla esimerkiksi energiatehokkaita ja ympäristöystävällisiä ratkaisuja ja uusiutuvan energian tuotantoa.
- Maankäytösopimuksen ohjausmahdollisuuksia suositellaan tutkittavaksi. Sopimusjuristien kanssa suositellaan keskusteltavan siitä, missä määrin sopimuksessa voidaan velvoittaa kaavan mahdollistamien ratkaisujen hyödyntämistä.

Yksityisen maanomistuksen tapauksessa suositellaankin tavoitteiden edistämistä erityisesti maanomistajien ja kaupungin välisen yhteistyön kautta.

- Neuvottelemalla maanomistajien kanssa
- Esittelemällä mahdollisia ratkaisuja ja niiden etuja
- Tontin ostajilla ja rakennuttajilla tai sijoittajilla voi olla omia tavoitteitaan. Tällöin on maanomistajan kannalta myyntivaltti, jos voidaan osoittaa että alueelle on suunniteltu ja mietitty mm. energiatehokkaita ja ympäristöystävällisiä ratkaisuja.

14.3.1 Tilantarpeet

- Yksi merkittävimmistä kaavaan vaikuttavista sekä kaavan ohjauskeinona energiajärjestelmään vaikuttavista asioista on tilantarve ja tilavaraus. Eniten tilaa tarvitsevat energiakaivot.
- Maalämpökaivojen etäisyys toisistaan on optimointikysymys. Suositellut minimietäisyydet on esitetty viereisessä taulukossa. Laskennassa käytetty etäisyys on 20 m.
- Maalämpökaivoilla pääsy tarvitaan käytännössä vain kokoomakaivolle, joka jää maan pinnalle. Tällöin itse maalämpökaivot vievät hyvin vähän tilaa rakentamisen jälkeen. Rakentamisen aikana rakennusmaan sijoitus (esim. kontti) sekä porauskalusto vaativat tilaa.
- Jos rakennustoissa pitää liikkua juuristojen päällä, ne tulee suojata. Maalämmön rakentamisen vaikutukset ympäristöön ovat merkittäviä, erityisesti luonnonmukaisilla alueilla.
- Itse energiakeskus tutkituissa tapauksissa vaatii karkeasti arvioiden noin 150 m² tilaa, johon sisältyy myös muuntamo. Maalämpö- ja ilma-vesilämpöpumppujen energiakeskuksen tilantarve on samaa luokkaa, mutta ilma-vesilämpöpumput vaativat lähes saman verran ilmalämmön keräinkenttää varten. Keräinkenttä voidaan myös sijoittaa energiakeskuksen katolle. Tilavaraukseen on hyvä laittaa lisävaraa eri teknisten ratkaisujen ja laajennusvaran takia.

Energiakaivojen suositeltu minimietäisyys eri kohteista

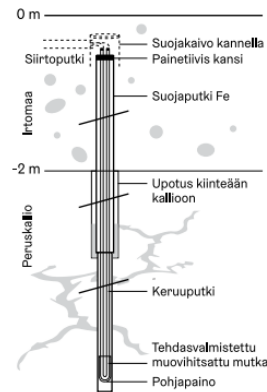
Kaivojen ja putkien etäisyydet	Suosittu minimietäisyys (Espoon/Helsingin kaupunki/SYKE)
Yksittäisten kaivojen etäisyys	15 m
Kaivojen etäisyys kentässä	>15-20 m
Tontin raja	7,5 m
Tontin raja, Espoon kaupungin kadut ja puistot	4 m
Katualueen keskilinja	7,5 m
Rakennus	3 m
Puusto: maisemapuut ja arvokkaat puut / suuret puut / katupuut	1,5 m latvuksen ulkoreunasta / 6 m rungon keskeltä, useampi kaivo 10 m / 2,5 m rungon keskeltä tai kantavan kasvualustan ulkopuolelle
Lämpöputket ja kaukolämpöjohdot	3 m
Verkko- ja sähköjohdot	3 m
Muu putkisto, omat	3 m
Muiden viemärit ja vesijohdot	5 m
Kaasuverkosto	5 m
Rengaskaivo, talousvesi	20 m
Porakaivo, talousvesi	40 m
Tunnelit ja luolat	25 m
Jätevedenpuhdistamon purkupaikka: Harmaat / Kaikki jätevedet	20/30 m

14.3.2 Tilantarpeet

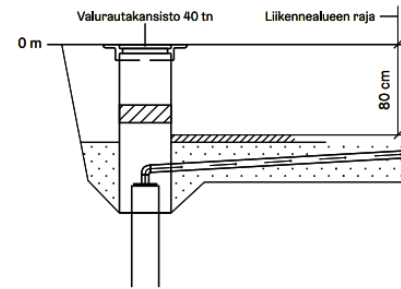
- Oheisissa kuvissa on esitetty esimerkkipoikkileikkaukset ja mitat energiakaivoista sekä miten kaivot ja lämpöverkko voidaan sijoittaa katualueelle.
- Energiakaivosta näkyviin voi jäädä valurautakansi, mutta erityisesti piha- ja viheralueilla kaivosta ei välttämättä jää näkyviin mitään.
- Useampi energiakaivo on monesti yhdistetty yhteiselle kokoomakaivolle, jonne on hyvä jättää huoltoyhteys, ja jonka kansi jää näkyviin maan pinnalle.

Kaupunkiympäristön julkaisuja 2021:20,
Maalämpökaivot yleisillä alueilla Helsingissä, 2021.

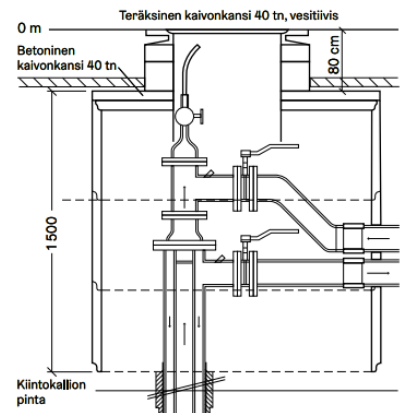
Kuva 5. Tyypillinen energiakaivo piha-alueella.



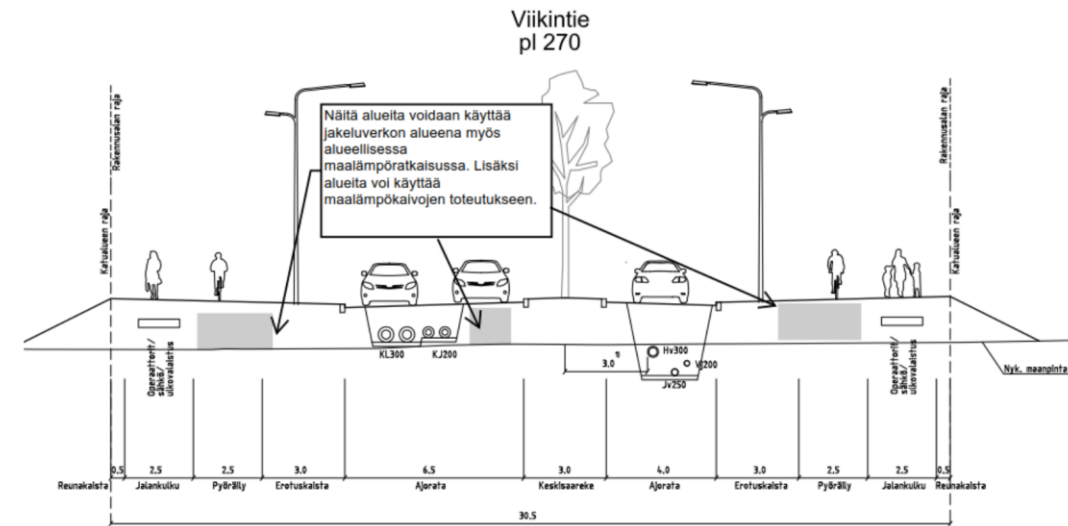
Kuva 6. Tyypillinen energiakaivo liikennealueella.



Kuva 7. Keskisyvän geotermisen energiakaivon yläosan poikkileikkaus.



Ote Karhunkaatajan KTYS, Viikintien tyyppipoikkileikkauksesta.
Laatija: Sitowise
24.8.2018. Merkinnät Sweco 10/2020, Alueellisten
maalämpöratkaisujen periaatteet maankäytön suunnittelussa ja
toteutuksessa -raportissa.



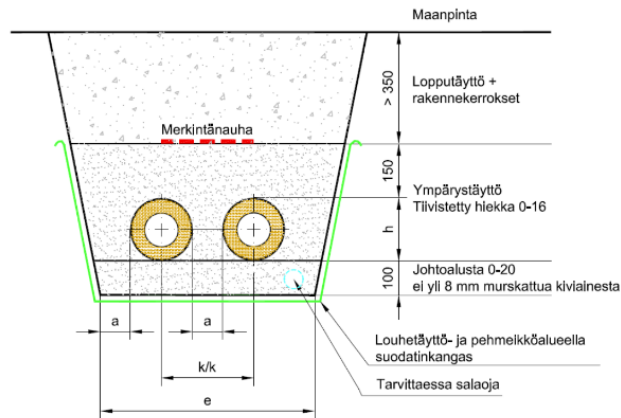
Euroopan unionin
osarahoittama

innokaupungit



14.3.3 Tilantarpeet

2MPUK-JOHTO. TYYPPIPIIRUSTUS. KANAVAN POIKKILEIKKAUS



HUOM! Liitoskohdissa tulee huomioida hitsaus- ja liitostöiden vaatima työvara

HUOM! Haarutuskohdissa tulee peittosyvyyden olla haaraputken päältä mitattuna vähintään 400 mm

HUOM! Luiskakaltevuus määritetään maaperäolosuhteiden mukaan työturvallisuus huomioiden

DN	Elementti	Putket					Kanava			Täyttö	Kaivu	Pinta 1)	Pinta 2)
	tilavuus m³/m	d _e mm	s mm	k/k mm	vesitilavuus dm³/johto-m	h mm	e mm	a mm	m³/m	m³/m	m²/m	m²/m	
15	0,019	21,3	2,0	260	0,47	110	670	150	0,56	0,58	0,95	1,35	
20	0,025	26,9	2,0	275	0,82	125	700	150	0,59	0,61	0,99	1,39	
25	0,025	33,7	2,3	275	1,33	125	700	150	0,59	0,61	0,99	1,39	
32	0,031	42,4	2,6	290	2,17	140	730	150	0,62	0,65	1,03	1,43	
40	0,031	48,3	2,6	290	2,92	140	730	150	0,62	0,65	1,03	1,43	
50	0,040	60,3	2,9	310	4,67	160	770	150	0,66	0,70	1,07	1,47	
65	0,051	76,1	2,9	330	7,76	180	810	150	0,70	0,75	1,12	1,52	
80	0,063	88,9	3,2	350	10,69	200	850	150	0,75	0,81	1,17	1,57	
100	0,098	114,3	3,6	400	18,02	250	950	150	0,85	0,95	1,29	1,69	
125	0,123	139,7	3,6	430	27,58	280	1010	150	0,92	1,04	1,36	1,76	
150	0,156	168,3	4,0	465	40,36	315	1080	150	1,00	1,16	1,45	1,85	
200	0,251	219,0	4,5	600	69,27	400	1400	200	1,35	1,60	1,80	2,20	
250	0,393	273,0	5,0	700	108,65	500	1600	200	1,61	2,00	2,04	2,44	
300	0,493	323,9	5,6	760	153,59	560	1720	200	1,77	2,26	2,18	2,58	
400	0,792	406,4	6,3	910	243,60	710	2020	200	2,20	2,99	2,54	2,94	
500	1,005	508,0	6,3	1000	385,51	800	2200	200	2,47	3,47	2,76	3,16	
600	1,272	610,0	7,1	1100	557,60	900	2400	200	2,78	4,05	3,00	3,40	

Täyttö, Kaivu ja Pinta laskettu kuvan mukaisilla minimimitoilla ja luiskakaltevuudella 5:1.

Täyttö = Rakenneteoreettinen m³/m

Pinta 1) = Kaivannon pinta

Kaivu = Kiintoteoreettinen m³/m

Pinta 2) = Kaivannon pinta + asfaltti 200 mm kaivannon reunojen yli

- Viereisessä kuvassa on esitetty esimerkki lämpökanavan poikkileikkauksesta.
- Kanavan leveys on helposti yli metrin ja syvyys yli puoli metriä.
- Aluelämpöverkolle tulisi olla hyvä pääsy mahdollisia huoltotarpeita ajatellen.
- Aluelämpöverkko voidaan asentaa katujen rakentuessa liikenneväylien alle tai tarvittaessa väylien viereen.

Energiategollisuus, 2018, Kaukolämpöjohtojen suunnittelu- ja rakentamishjeet, Suositus L11/2013



Euroopan unionin
osarahoittama

innokaupungit



14.4 Aurinkosähkö

- Katon kaltevuudella ei ole suurta merkitystä aurinkosähkön kannattavuuteen tai tuotannon suuruuteen. Suurempi merkitys on katon suuntauksella.
 - Pohjois-eteläsuuntaus mahdollistaa suurimman aurinkosähköntuotannon paneelia kohden kun taas itä-länsisuuntaus mahdollistaa kummankin harjakaton lappeen hyödyntämisen aurinkosähkön tuotantoon. Tämä olettaen, että rakennuksilla on symmetrinen kattorakenne lappeiden osalta.
 - Vaihtoehtona on kasvattaa etelän tai lounaan suuntaista lapetta pulpettikattomaiseksi, jolloin etelään voidaan asentaa enemmän paneeleita.
 - Energiakulutuksen vuorokaudenajaisella ajoittumisella on kuitenkin suuri merkitys. Riippuen esimerkiksi sähköauton latauksen ajankohdasta, aurinkosähkön tuotanto voidaan kohdistaa näille suuremman kulutuksen tunneille, ja saada siten parempi tuotto ja omavaraisuus. Erityisesti edellä mainitun merkitys korostuu, kun sähkön tukkuhinta laskee, ja verkkoon myytävän sähkön arvo pienenee. Tällöin siirron osuus ostosähkön hinnasta kasvaa suhteellisesti, ja paneelien tuotto on yhä kannattavampaa käyttää itse siirtomaksujen (ja verojen ja energian) kustannusten pienentämisessä.
- Asuinrakennusten energiatiheys vaikuttaa erityisesti aurinkosähkön hyödynnettävyyteen kulutuksen kasvaessa. Energiakaivojen osalta tilan ei pitäisi muodostua vielääkään ongelmaksi. Rakennuskohtaiset oman LP-järjestelmän energiakustannukset jopa laskevat, kun samalla asennus- ja poraustyöllä voidaan kerralla rakentaa suurempitehoinen järjestelmä. Myös etelän alueen keskitetyn ratkaisun osalta suuruuden ekonomia tehostuu.

14.5 Hiilijalanjäljen huomioiminen kaavoituksessa

- Muuntojoustavuus (mm. rakenneratkaisut, runkosyvyydet, valonsaanti) pidentää rakennuksen elinkaarta.
- Maaperän huomioiminen rakennettavien alueiden sijoittelussa (heikolle maaperälle perustaminen on hiili-intensiivistä).
- Kellaritilojen minimoiminen.
- Rakennusmateriaalit: uusiutuvien, kierrätettyjen ja kierrätettävien materiaalien suosiminen.
- Massatasapaino: maamassojen hyödyntäminen alueella, jolloin vältetään pitkät kuljetusmatkat.
- Olemassa olevan puuston ja kasvillisuuden säästäminen hiilinieluinä (Olevat puut varastoivat huomattavasti enemmän hiiltä kuin pienet istutettavat taimet ja ovat myös luonnon monimuotoisuuden kannalta tärkeitä.).
- Mahdollisten olemassa olevien rakennusten ja rakenteiden hyödyntäminen.
- Infran optimointi: mahdollisimman paljon olemassa olevan infraverkoston hyödyntämistä ja uuden verkoston tehokas hyödyntäminen.
- Suunnittelualan suhde kaupungin olemassa olevaan liikenne- ja palveluverkkoon: joukkoliikenteen kannattavuuden parantaminen ja ilman autoa kuljettavien matkojen mahdollistaminen (ja houkuttelevaksi tekeminen), kevyen liikenteen reittien huolellinen suunnittelu.
- Hiilijalanjäljen huomioiminen massoitellussa.

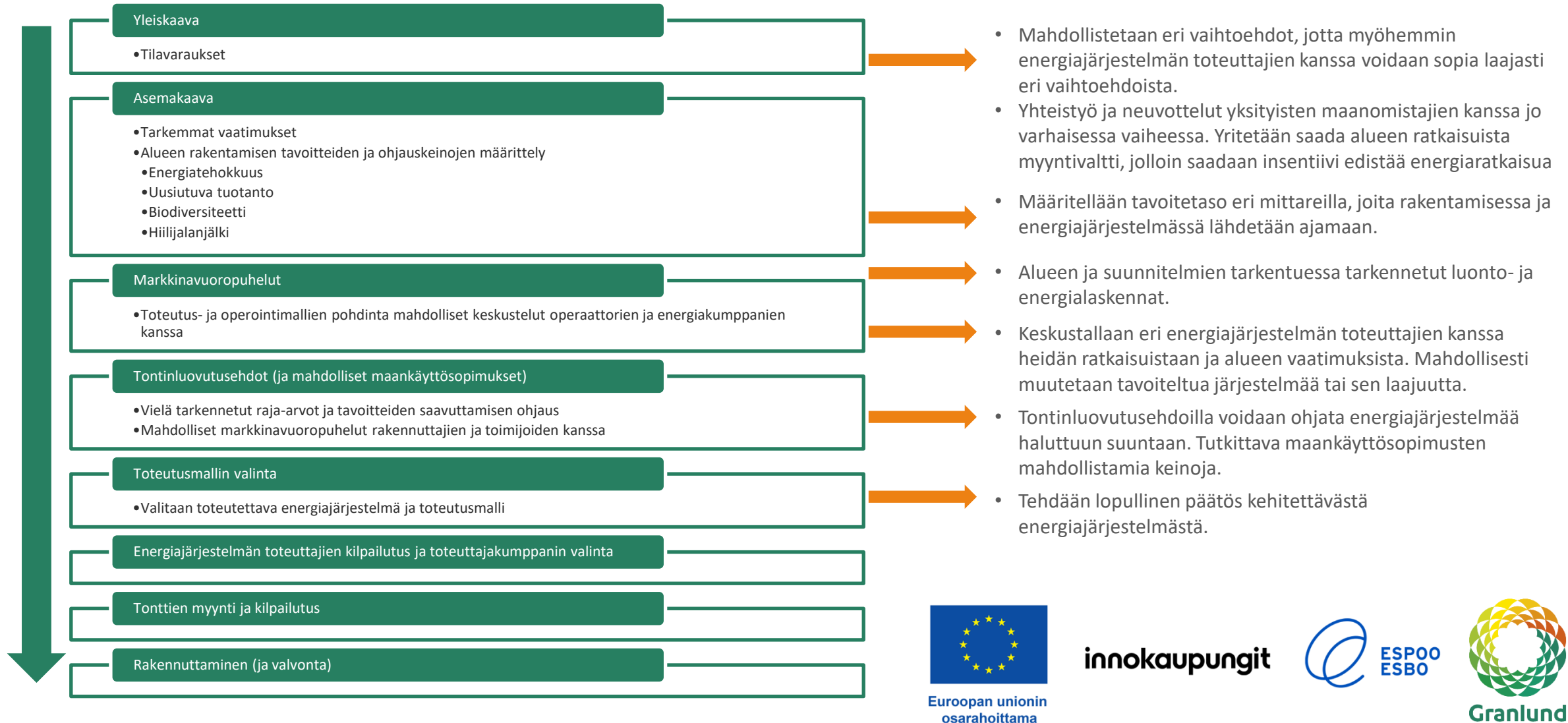
15 Hankkeen toteutuspolku ja jatkotoimenpiteet



innokaupungit



15 Hankkeen toteutuspolku ja jatkotoimenpiteet



16 Hankkeen toteutusmallit



innokaupungit



16.1 Energiahankkeen pääosapuolet

Palveluyhtiö

- Erillinen perustettava palveluyhtiö vastaa alueen energiajärjestelmän kehittämisestä ja toiminnasta
- Mahdollinen energiahankkeen toteuttaja

Paikallinen energiayhtiö

- Toimittaa kaukolämpöä ja sähköä
- Yleensä myös alueen sähkön jakeluverkon haltija
- Myös potentiaalinen alueen energiaoperaattori

Energiapalvelun tuottaja

- Erillinen palveluntoimittaja voi toimia päävastuullisena energiaoperaattorina
- Lisäksi esim. erillinen aurinkosähkötoimittaja, sähkön tasehallinta jne.

16.2.1 Energiahankkeen toteutusvaihtoehdot

Vaihtoehtojen kuvaus

Energian toimittaja: **Oma investointi, palveluyhtiö**

- Palveluyhtiö on erikseen tarkoitusta varten perustettava yhtiö, joka toteuttaa energiajärjestelmän ja hoitaa sen operoinnin. Palveluyhtiön omistajalla olisi vahvimmat mahdollisuudet räätälöidä innovatiivinen energiajärjestelmän toteutus ja vaikuttaa järjestelmän toimintaan. Tarvittava kyvykkyys hankitaan oikeilla osakkuuksilla ja kumppanuusmalleilla.

Energian toimittaja: **Oma investointi, energiayhteisö**

- Energiayhteisö tuottaa, toimittaa, kuluttaa, aggregoi tai varastoi energiaa tai tarjoaa energiatehokkuuspalveluja, sähköajoneuvojen latauspalveluja tai muita palveluja jäsenilleen. Energiayhteisön ensisijainen tarkoitus on rahallisen voiton sijasta tuottaa ympäristöön, talouteen tai sosiaaliseen yhteisöön liittyviä hyötyjä jäsenilleen tai alueelle, jossa yhteisö toimii. Energiayhteisö voi muodostua periaatteessa minkä tahansa energiahyödykkeen ympärille (sähkö, lämpö, jäähdytys, polttoaineet). Sähköä lukuun ottamatta muiden energialajien kohdalla markkinasääntely on vähäistä, joten energiayhteisön perustamisen rajoitteet ovat lähinnä teknis-taloudellisia. Tässä tapauksessa energiayhteisö voisi muodostua alueen kiinteistöjen välille jakamaan yhteistä energiantuotantoa.

Energian toimittaja: **Oma investointi, kiinteistökohtaiset ratkaisut**

- Varsinkin alueen uudisrakennusten osalta kysymykseen voisi tulla myös perinteisempi toteutustapa lämpöpumppujärjestelmälle, jossa kiinteistön omistaja investoija omistaa tarvittavat energiantuotantolaitteistot ja hankkii niiden ylläpidon ja operoinnin palveluna. Tässä vaihtoehdossa energian jakeleminen kiinteistöjen välillä ei ole toteutettavissa.

Energian toimittaja: **Paikallinen energiayhtiö**

- Paikallinen energiayhtiö toimittaa kaukolämpöä rakennuksiin tai alueverkkoon. Sähkö ostetaan markkinoilta. Taserajana pidetään tyypillisesti rakennuksen mittauskeskusta. Palveluihin voidaan sisällyttää mm. energian seurantaa. Nykyisin monilla energiayhtiöillä on valmius ja kiinnostusta toimia myös alueellisten energiajärjestelmän omistajana ja operoijana. Monilla energiayhtiöillä alkaa myös olla kokemusta lämpöpumppuratkaisujen operoinnista asiakaskiinteistössä.

Energian toimittaja: **Palveluntuottaja**

- Ulkopuolinen energiapalveluita tarjoava yritys, joka investoi tarvittavan energiantuotannon ja alueellisen siirtoinfrastruktuuriin, sekä vastaa sen käytöstä ja kunnossapidosta. Alueellisen energiajärjestelmän lisäksi energiaoperaattori voi ottaa vastuulleen rakennuksiin sijoitettavia laitteita, mm. lauhdelämpöpumppuja. Energiaoperaattori voi toimia perinteisen taserajan (mittauskeskus) puitteissa tai taseraja voidaan ulottaa rakennuksen teknisiin tiloihin, jolloin operaattori vastaa myös kaukolämmön ja –jäähdytyksen alajakokeskuksista. Palveluvalikoima on myös tyypillisesti laajempi aina olosuhdepalveluihin ja lämmön ja sähkön tehonhallintaan.

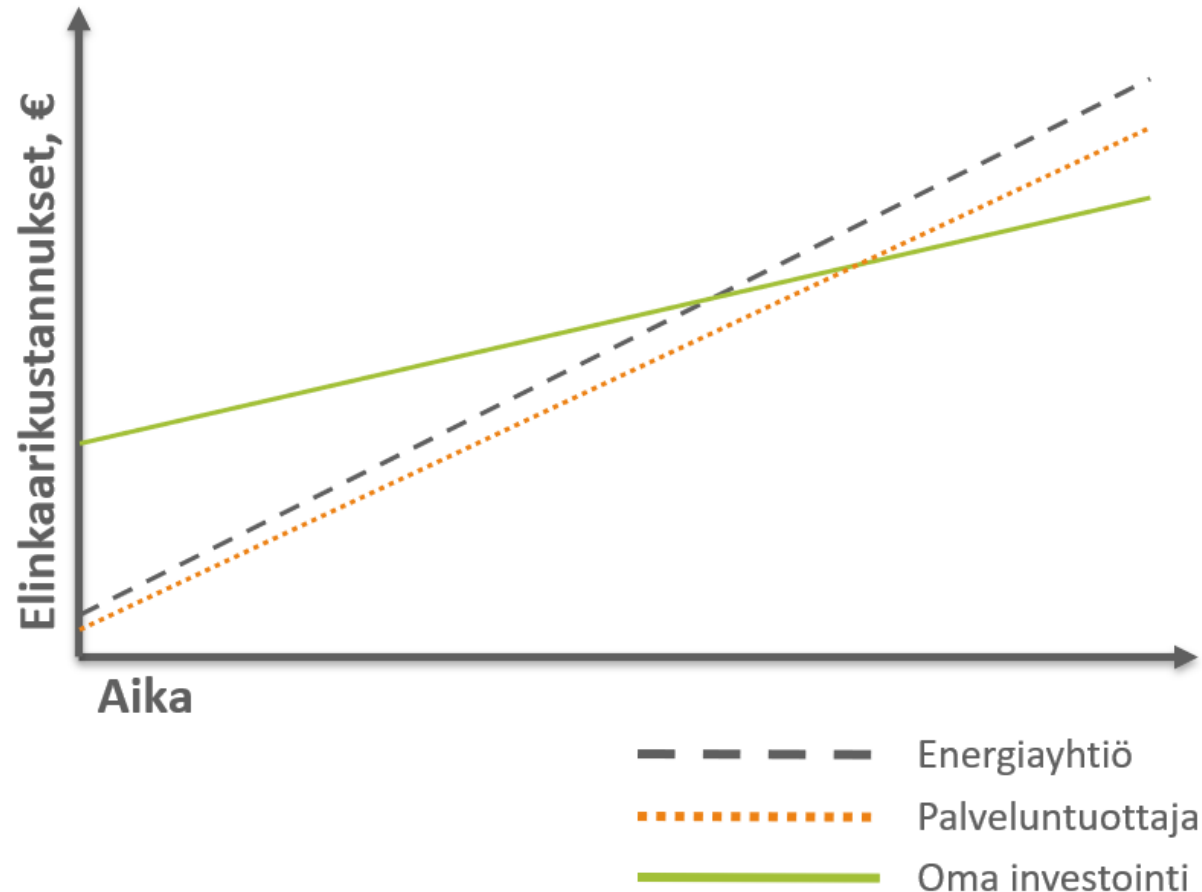


innokaupungit



16.2.2 Energiahankkeen toteutusvaihtoehdot

Vaikutus loppukuluttajan energian hintaan, esimerkki



- Kiinteistönomistajan omat ratkaisut vaativat ison alkuinvestoinnin, mutta potentiaalisesti säästöä syntyy elinkaaren aikana. Järjestelmän komponenttien eliniän päätyttyä tulee uusintainvestoinnit.
- Energiayhtiön hinnoittelu painottuu elinkaarelle, tuottovaatimus määrää käytönaikaisten kustannusten tason ja kumulatiivisten kustannusten kertymänopeuden.
- Energiapalvelun hinnoittelu riippuu tuottovaatimuksesta, mutta investointikykyä ja halukkuutta uusiin ratkaisuihin tyypillisesti löytyy.

16.3 Energiajärjestelmän toteutusvaihtoehtojen soveltuvuusanalyysi

Yhteenveto

Energiajärjestelmän toteutusvaihtoehtojen yhteenveto

Toteutusvaihtoehto	Palvelun laajuus		
	Perinteinen	EaaS	CaaS
Oma investointi (palveluyhtiö)	3	2	1
Oma investointi (energiayhteisö)	2	1	1
Energiayhtiö	3	3	2
Palveluntuottaja	3	3	3

3 Soveltuu hyvin

2 Soveltuu kohtalaisesti

1 Soveltuu heikosti / ei sovellu

EaaS = Energy as a Service, kuluttaja ostaa energiaa esim. energiayhtiöltä

CaaS = Comfort as a Service, kuluttaja ostaa sisäolosuhteita energian sijasta

- Lähtökohtaisesti kaikki mallit ovat toteutettavissa alueelle.
- Oma investointi energiajärjestelmään on mahdollinen vaihtoehto, mutta vaatii investoijalta asiantuntemusta ja suuremman roolin ottamista. Tämä vaihtoehto voidaan toteuttaa erikseen joko perustettavan palveluyhtiön tai energiayhteisön kautta.
- Markkinoilla toimivat energiaoperaattorit tarjoavat tyypillisesti EaaS-tason palvelua. Tämän vaihtoehdon vahvuutena on sen helppous. Energiaoperaattorit pyrkivät kilpailukykyiseen hinnoitteluun ja ovat valmiita toteuttamaan uusia ratkaisuja. Mikäli pyritään CaaS-mallin palvelutasoon, täytyy energiaoperaattoreita pyytää erikseen tarjoamaan laajempaa palvelua.
- Monet energiayhtiöt tarjoavat nykyään samantapaista palvelua kuin energiaoperaattorit. Energiayhtiöllä on mahdollisuus integroida paikallisia ratkaisuja laajempaan energiajärjestelmään.



Euroopan unionin
osarahoittama

innokaupungit



17 Yhteenveto



innokaupungit



17.1 Yhteenveto

Tavoitteet

- Alueen tavoitteita voidaan tiettyyn pisteeseen asti edistää energiaratkaisuilla. Pääosin tavoitteet kuitenkin koskevat rakennuksia.
- Hiilineutraaliustavoitteita voidaan edistää energiankäyttöä ohjaamalla, energia- ja hiilitehokkaalla rakentamisella sekä vähäpäästöisillä energiankierrätys ja –tuotantoratkaisuilla.
- Omavaraisuutta alueella voidaan parantaa aurinkosähkön tuotannolla ja ulkoilmasta sekä energiakaivoista kerättävällä energialla ja energiankierrätyksellä. Erityisesti aurinkosähkön yhteydessä kulutuksen ohjaus auttaa omavaraisuudessa.
- Luonnon läheisyys ja monimuotoinen luonto voidaan huomioida energiajärjestelmän suunnittelussa sijoittamalla energiatekniikka muutenkin rakentamisen vaikutuksen alaiselle alueelle. Kuitenkin esimerkiksi putkireitit ja energiakaivot rajoittavat lähiluontoa viemällä tilaa. Keskitettyjen ratkaisujen energiakeskusalueet eivät vie merkittävästi tilaa alueen muuhun rakentamiseen suhteutettuna.
- Pienipiirteinen rakentaminen ei ole eduksi keskitetyille energiajärjestelmille, jotka hyötyvät tiiviistä rakentamisesta ja kulutuksesta. Alueen suunnittelussa putkireittien järkevyyt, rakentamisen vaiheistus sekä rakennusten ryhmittely tulee tehdä energiaverkon rakentaminen mielessä pitäen putkikustannusten minimiomiseksi.
- Kestävää elämäntapaa voidaan edistää energiatehokkuudella sekä energiankulutuksen ja käytön datalla. Mitä paremmin ja helpommin energiantuotannon- ja kulutuksen dataa on saatavilla, sitä helpommin kulutusta voidaan ohjata automaation tai käyttäytymisen kautta kestävämmäksi. Yksi datan käyttökohde on kulutusjousto, jolla alueelle saadaan lisätuottoja ja voidaan laskea energian kustannuksia. Kunnianhimoisimmassa tapauksessa alueen joustokyvyyistä voidaan aggregoida virtuaalivoimala (VPP, virtual power plant), joka toimii keskitetysti yhdessä energiankustannusten vähentämiseksi, tuotannon ja kulutuksen tasapainottamiseksi, reservimarkkinoilla sekä kulutuksen huipputehojen leikkaamiseksi.
- Alueen houkuttelevuutta parantaa energiaratkaisujen kustannustehokkuus, päästöttömyys ja helppous loppukäyttäjälle. Näitä voidaan edistää keskitetyissä ratkaisuissa. Myös innovatiivisuudella on arvonsa alueen houkuttelevuudessa ja energiaratkaisujen kehityksen edistämisessä, mutta tämä tuo kustannuksia. Innovatiivisuutta voidaan kuitenkin edistää omistus- ja operointimalleilla ja datan älykkäällä hyödyntämisellä. Innovatiivisuutta voidaan myös edistää tutkimalla pientuulivoiman ja aurinkolämpö/aurinkosähköpaneelien mahdollisuuksia kilpailutuksen yhteydessä.



innokaupungit



17.2 Yhteenveto

Energiankulutus

- Suurin energiankulutus ja kerrosala alueella koostuu asuinkerrostaloista. Jäähdytystarvetta asuinrakennuksilla on vähän, se on piikikästä ja keskittyy kesälle. Opetusrakennuksilla on suurempi energiankulutus neliötä kohden kuin asuinrakennuksilla. Ruokakaupoilla erityisesti jäähdytystä tarvitaan paljon. Lisäksi urheilukeskuksen kulutus on suurta, sekä lämmityksen että jäähdytyksen osalta. Urheilukeskukseen tuleva mahdollinen lämmitetty tekonurmi voi talvella kuluttaa huomattavasti energiaa suurella teholla, mikä tulee huomioida suunnittelussa ja suositeltavaa on rajoittaa tehon ja energian kulutusta, käyttötarkoitus huomioiden. Lämmön tarve alueella on n. 23 700 – 32 800 MWh/v, jäähdytyksen 2 200 – 2 600 MWh/v ja sähkön 7 200 – 11 300 MWh/v skenaarioissa A ja B.
- Suositeltavaa on keskittyä erityisesti urheilukeskuksen kulutukseen, energiajärjestelmän suunnitteluun ja hukkalämpömahdollisuuksiin.

Energiakonseptit

- Energiantuotanto- ja jakeluvaihtoehtoja alueella on lämmityksen ja jäähdytyksen osalta useita. Selvityksessä päädyttiin neljään tutkittavaan vaihtoehtoon. Näitä olivat 5. sukupolven lämpö- ja kylmäverkko keskisyvillä energiakaivoilla ja IVLP:llä, 60-70-asteinen matalalämpöverkko IVLP:llä, rakennuskohtaiset ratkaisut perinteisellä maalämmöllä sekä IVLP:llä, ja Fortumin kaukolämpö. Ratkaisut hyödynsivät myös hukkalämpöä erityisesti urheilukeskuksesta ja kaupoista. Asuinrakennusten jäähdytys tuotettiin muissa kuin 5. sukupolven kaukolämmössä ilmalämpöpumpuilla ja maakylmällä. Katoille asennettavat aurinkopaneelit tuottavat alueelle omavaraista sähköä.
- Lisäksi alueella on hyvä hyödyntää lämpöenergiavarastoja pienemmässä mittakaavassa, erityisesti 5. sukupolven kaukolämmön ratkaisussa. Nämä lisäävät hieman tilantarvetta. Sähköenergiavarastot voivat olla rakennuskohtaisia ratkaisuja tapauskohtaisesti harkiten. Kulutusjoustoon varautumista suositellaan. Jälkikäteen asennettuna toiminnallisuudet ovat helposti rajoittuneempia ja käyttöönotto kalliimpaa. Aurinkopaneelien sijaan uudenlaiset hybridipaneelit ovat vaihtoehto katoille. Nämä paneelit tuottavat sekä lämpöä että sähköä.

17.3 Yhteenveto

Energiantuotannon energialaskenta

- Jäähdytyksen hukkalämpöjen kierrätyksellä saadaan katettua alueen lämmöntarpeesta noin 9-10 %.
- 5. sukupolven ratkaisussa (konsepti 1) n. 2 km syvien energiankaivojen energiapeitto jää pieneksi, sillä tekniikka on vielä kallista. Apuna konseptissa on IVLP, mutta kokonaisenergiapeitto jää pieneksi, ja konsepti tukeutuu vahvasti sähkökattiloihin lämmöntuotannossa, mikä heikentää järjestelmän kannattavuutta. Jos konseptia jatkokehitetään, on syytä tarkastella kustannustehokkaita mahdollisuuksia energiapeiton kasvattamiseksi.
- Keskitetty matalalämpöverkko –ratkaisussa (konsepti 2) energiapeitto saatiin korkeaksi, ja sähkökattilaa käytetään vain kylmimpinä talvitunteina.
- Rakennuskohtaisissa lämpöpumpuissa (konsepti 3) maalämpö tuottaa yli puolet lämmöntarpeesta ja IVLP yli kolmanneksen keskusta-alueella.
- Katoille asennetuilla aurinkopaneeleilla on mahdollista kattaa huomattava osa alueen sähkönkulutuksesta. Huomiota tuleekin kiinnittää kulutuksen ohjaukseen, että tuotettua aurinkosähköä voidaan kuluttaa alueella mahdollisimman paljon.

Luonto

- Viiskorven alueella on merkittäviä luontokohteita. Pitkäjärven ja Matalajärven alueella on erityisen huomion alueita. Lisäksi alueella on herkkiä ja huomioitavia alueita asuinalueiden välissä. Näihin alueisiin on hyvä pitää suojaetäisyys ja sijoittaa mahdolliset energiantuotannon alueet kauemmas kemikaalien ja melun mahdollisten haittojen vuoksi. Rakentamista näille alueille ei luonnollisesti tule.
- Verkkoreittejä tulee suunnitella niin, että ne kulkevat kulkureittejä pitkin luontoalueilla, rakentamisen vaikutuksen minimoimiseksi. Lisäksi energiantuotannon alueet tulee keskittää muun rakentamisen yhteyteen. Esimerkiksi pysäköintitalo olisi mahdollinen energiakeskuspaikka tai urheilukeskus.

17.4 Yhteenveto

Energiantuotannon elinkaarilaskenta

- Tarkastelluista ratkaisuista alustavan laskennan perusteella elinkaarikustannustehokkain (matalin LCoE) on BaU-ratkaisulla (Fortumin kaukolämpö). Hieman tätä elinkaarikustannuksiltaan kalliimpi ratkaisu on erillinen matalalämpöverkko IVLP:llä ja sähkökattilat huipputuotantona.
- Kallein ratkaisu koko alueen näkökulmasta on erilliset ratkaisut, jossa energiantuotantoon käytetty sähkö on hieman muita ratkaisuja kalliimpaa pääasiassa siirtohinnoista johtuen.
- Päästöjen kannalta konsepti 3 on tehokkain ratkaisu. Konsepti 3 käyttää merkittävästi maalämpöä hyvällä hyötysuhteella suoraan rakennuksissa, ja konseptin energiapetto on suuri, joten sen sähkönkulutus on myös pienempi. Fortum on jo pitkällä hiilineutraalin kaukolämpöjärjestelmän toteuttamisessa, mikä näkyy myös päästöissä. Kansalliseen päästökertoimeen verrattuna Fortumin päästöt (tulevaisuuden suunnitelmat huomioiden) ovat huomattavasti pienemmät. Ne ovat myös pienemmät kuin muiden skenaarioiden lämpöpumppuratkaisujen päästöt, joissa laskenta toteutettiin käyttäen kansallisia päästökertoimia. Kuitenkin myös alueellisissa lämpöpumppuratkaisussa on mahdollista käyttää hiilineutraalia sähköä, jolloin päästöt saadaan jopa Fortumin ratkaisua alemmaksi. Tämä kuitenkin kasvattaa sähkön hankinnan kustannuksia.
- Suositeltavaa on tehdä parhaiden valittujen konseptien tarkempi laskenta tavoitteena kustannusten vähentäminen, erityisesti kun tiedot tarkentuvat. Lisäksi on hyvä aloittaa keskustelut hyvissä ajoin eri energiakumppanien kanssa.

17.5 Yhteenveto

Tilantarve ja sijoittelu

- Keskitetty energiaratkaisu vie eniten tilaa energiakeskusten rakennusten osalta. Keskitetty IVLP-laitos voi lopullisesta kulutuksesta riippuen olla jopa 1 100 – 4 000 m². Lisäksi energiakaivot ja energiaverkostojen putkistot vievät tilaa.
- Rakennuskohtaiset tilantarpeet ovat kaikissa ratkaisuissa kohtuullisia ja samaa suuruusluokkaa. 5. sukupolven kaukolämmössä rakennuksiin tulee kuitenkin hieman monimutkaisempi järjestelmä, mikä voi energiavarastojen takia olla normaalia ratkaisua suurempi. Lisäksi 5. sukupolven kaukolämmössä Viiskorven alueelle voidaan sijoittaa hajautettuja keskisyviä energiakaivoja ja pienempiä IVLP-laitoksia. Erityisesti keskisyvien energiakaivojen vaikutusalue ulottuu laajalle, 25 m päähän kaivon keskipisteestä. Lisäksi on huomioitava mahdollisuus sille, että ensimmäinen porattava energiakaivo ei yllä tavoitesyvyyteen, jolloin tarvitaan myös varakaivopaikka. Jos kaivot jäävät merkittävästi tavoiteltua matalammaksi, ja kaivojen keruulämpötila jää myös matalaksi, voidaan tarvita lämpöpumput keruunesteen lämpötilan nostamiseksi sopivalle tasolla, mikä lisää kustannuksia.
- Energiakeskussijainnin valinnassa tulee huomioida tulevan verkon reitti, mahdolliset hukkalämpölähteet, sähköliittymä ja saatavilla oleva tila sekä energiakeskukselle, että mahdollisille energiakaivoille. Lisäksi energiakeskukselle on edullista sijaita suuren kulutuskohteen lähellä. Viiskorven alueella sopiva kohde olisi urheilukeskus. Urheilukeskuksessa tuotettavaa lämpöä, jäähdytystä ja sähköä voitaisiin myös hyödyntää koko urheilukeskuksen alueella energiayhteisöperiaatteella.

17.6 Yhteenvedo

Alueen kehityksen ja muutosten vaikutukset

- Viiskorven alueen rakennusten sijainti, kerrosalat ja rakennustyyppit voivat vielä muuttua. Suurimmat vaikutukset syntyvät urheilukeskuksen toimintojen ja sijainnin muuttuessa, tai jos alueelle rakentuu datakeskus.
- Urheilukeskuksen sijainti ja toiminnot vaikuttavat energiataseeseen, keskitetyn ratkaisun verkkoreitteihin ja energiakeskussijaintiin. Jos Viiskorven alueelle tulisi datakeskus, olisi sillä huomattavat vaikutukset mahdolliseen energiaratkaisuun. Riippuen datakeskuksen koosta, alueen hukkaenergiamahdollisuudet ja energiantuotannon lähteet muuttuisivat. Datakeskus vaikuttaisi merkittävästi alueen energiankulutukseen, ja sitä kautta koko alueen päästöihin ja omavaraisuuteen. Lisäksi datakeskus vaikuttaisi verkkoreitteihin, putkikokoihin ja energiakeskus voitaisiin sijoittaa sen läheisyyteen. Fortumilla olisi todennäköisesti myös halua ottaa datakeskuksen hukkalämpö kaukolämpöverkkoon, mutta Viiskorven alue-energiaratkaisussa datakeskuksen hukkalämpö todennäköisesti toisi kustannushyötyjä.
- Skaalautuvuus on tärkeä huomioida energiaratkaisussa alueen vaiheistuessa vuosien aikana ja rakentamisen laajuuden ollessa epävarmaa. Skaalautuvuuteen voidaan varautua vaiheistamalla alue verkkoreittien suhteen järkevällä tavalla järjestyksessä ja mahdollisimman suurella tonttien tehokkuudella. ”Käyttämättömät” verkon osuudet kasvattavat kustannuksia ensimmäisillä verkkoon liittyvillä asiakkailla. Skaalautuvuutta voidaan huomioida myös energiantuotannon vaiheistamisella. Tällöin varaudutaan infran suhteen laajimpaan odotettuun kulutukseen, mutta energiantuotantoyksiköitä voidaan hankkia ja asentaa vain tarvittava määrä alueen vaiheistuessa. Tällöin voidaan jakaa investointeja useammalle vuodelle ja vähentää yli-investoinnin riskiä.

17.7 Yhteenveto

Omistus- ja operointimallit

- Lähtökohtaisesti kaikki mallit ovat toteutettavissa alueelle.
- Oma investointi energiajärjestelmään on mahdollinen vaihtoehto, mutta vaatii investoijalta asiantuntemusta ja suuremman roolin ottamista. Tämä vaihtoehto voidaan toteuttaa erikseen joko perustettavan palveluyhtiön tai energiayhteisön kautta.
- Markkinoilla toimivat energiaoperaattorit tarjoavat tyypillisesti EaaS-tason palvelua. Tämän vaihtoehdon vahvuutena on sen helppous. Energiaoperaattorit pyrkivät kilpailukykyiseen hinnoitteluun ja ovat valmiita toteuttamaan uusia ratkaisuja. Mikäli pyritään CaaS-mallin palvelutasoon, täytyy energiaoperaattoreita pyytää erikseen tarjoamaan laajempaa palvelua.
- Monet energiayhtiöt tarjoavat nykyään samantapaista palvelua kuin energiaoperaattorit. Energiayhtiöllä on mahdollisuus integroida paikallisia ratkaisuja laajempaan energiajärjestelmään.

17.8 Yhteenveto

Toteutuspolku ja jatkotoimenpiteet

- Ohjauskeinoista paras ja joustavin on tontinluovutusehdot.
- Kaavoituksessa voidaan mahdollistaa energiaratkaisut varaamalla tilaa energiakeskukselle ja energian keruulle. Lisäksi voidaan huomioida jo tehokkaat verkkoreitit, vaiheistus ja tonttien tehokkuus.
- Alueen tavoitteiden ja mittarien määrittämiseksi voidaan tehdä esiselvityksiä. Tarkentuneiden tavoitteiden ja suunnitelmien avulla voidaan laatia tarkennetut energia- ja vastuullisuusselvitykset.
- Selvitysten ja tavoitteiden jälkeen, hyvissä ajoin, voidaan pitää markkinavuoropuheluja mahdollisten energiakumppanien kanssa. Tässä vaiheessa energiaratkaisu voi vielä muuttua ja tarkentua keskustelujen perusteella.
- Tontinluovutusehdoissa voidaan antaa tarkemmat vaatimukset eri ratkaisuksista.
- Valitaan alueen energiaratkaisun toteutusmalli, kilpailutetaan energiakumppanit ja laaditaan ja allekirjoitetaan energiakumppanuussopimus.
- Alueella on paljon yksityisomisteisia tontteja. Näissä tapauksissa tontinluovutusehdot eivät ole mahdollinen ohjauskeino. Maankäyttösopimusten mahdollistamia keinoja suositellaan tutkittavaksi sopimusjuristien kanssa.
- Alueen tavoitteiden saavuttamiseksi suositellaankin läheistä yhteistyötä yksityisten maanomistajien kanssa. Maanomistajien kanssa voidaan neuvotella, ja heille voidaan esittää valmiita suunnitelmia ja konsepteja alueelle. Vastuullisuus on nousemassa yhä tärkeämmäksi kriteeriksi sijoittajilla, jolloin energiatehokkaista ja ympäristöystävällisistä ratkaisuista ja suunnitelmista alueelle voidaan saada myyntivaltti ja sitä kautta etua maanomistajille.

18 Yhteystiedot

Markus Kurkinen

Projektipäällikkö, DI
markus.kurkinen@granlund.fi
+358 40 480 7397

Emmi Kosomaa

Asiantuntija, DI
emmi.kosomaa@granlund.fi
+358 45 896 5901



innokaupungit

