

# Siuntion SoTe-keskukselle kestävästi tuotettu aluelämmön ja –kylmän suunnittelu

Loppupalaveri 17.12.2021

Timo Ryyppö  
Siuntion Kunta



# Sisältö

1. Alueen energiankulutus - päivitykset
2. Alueverkkotarkastelu - päivitykset
3. Alue-energiajärjestelmän laskennan tulokset
4. Yhteenveto ja johtopäätökset
5. Omistus- ja operointimallit

# Alueen energiankulutus

17.12.2021



Granlund

# Alueen energiankulutus

## Yhteenveto

- Yhteenveto koko tarkastelualueen lämmitys- ja jäähdytysenergian kulutuksista on esitetty alla olevassa taulukossa

Rakennus	Pinta-ala	Lämmitysenergia	Lämmitysteho	Jäähdytysenergia	Jäähdytysteho
SoTe-keskus	4 540 kem2	646 MWh/v	276 kW	128 MWh/v	465 kW
Puukerrostalo 1	1 600 kem2	131 MWh/v	59 kW	5 MWh/v	18 kW
Puukerrostalo 2	1 900 kem2	155 MWh/v	71 kW	6 MWh/v	21 kW
Puukerrostalo 3	1 600 kem2	131 MWh/v	59 kW	5 MWh/v	18 kW
Puukerrostalo 4	2 250 kem2	184 MWh/v	83 kW	7 MWh/v	25 kW
Puukerrostalo 5	1 700 kem2	139 MWh/v	63 kW	6 MWh/v	19 kW
Puukerrostalo 6 (seniori)	1 900 kem2	155 MWh/v	71 kW	6 MWh/v	21 kW
Puukerrostalo 7 (seniori)	1 600 kem2	131 MWh/v	59 kW	5 MWh/v	18 kW
Palvelutilat 1	250 kem2	35 MWh/v	32 kW	4 MWh/v	25 kW
Palvelutilat 2	50 kem2	7 MWh/v	6 kW	1 MWh/v	5 kW
Palvelutilat 3	50 kem2	7 MWh/v	6 kW	1 MWh/v	5 kW
PT-kauppa	450 kem2	23 MWh/v	24 kW	59 MWh/v	23 kW
Päiväkoti	200 kem2	17 MWh/v	9 kW	1 MWh/v	6 kW
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>18 090 kem2</b>	<b>1 759 MWh/v</b>	<b>791 kW</b>	<b>235 MWh/v</b>	<b>609 kW</b>

# Alueverkkotarkastelu

17.12.2021

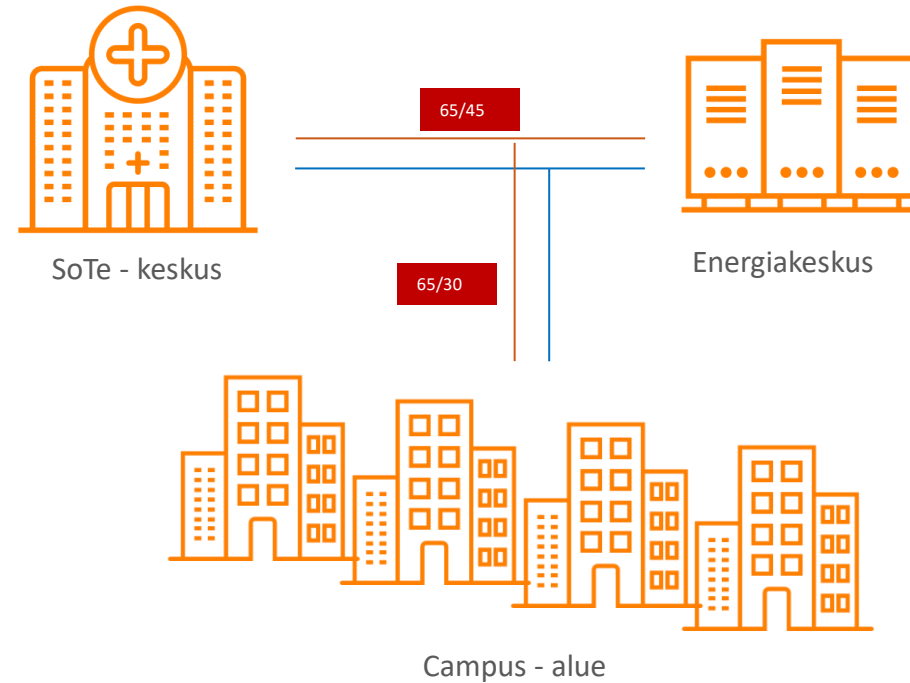


Granlund

# Alueverkkotarkastelu

## Valittu alueverkko

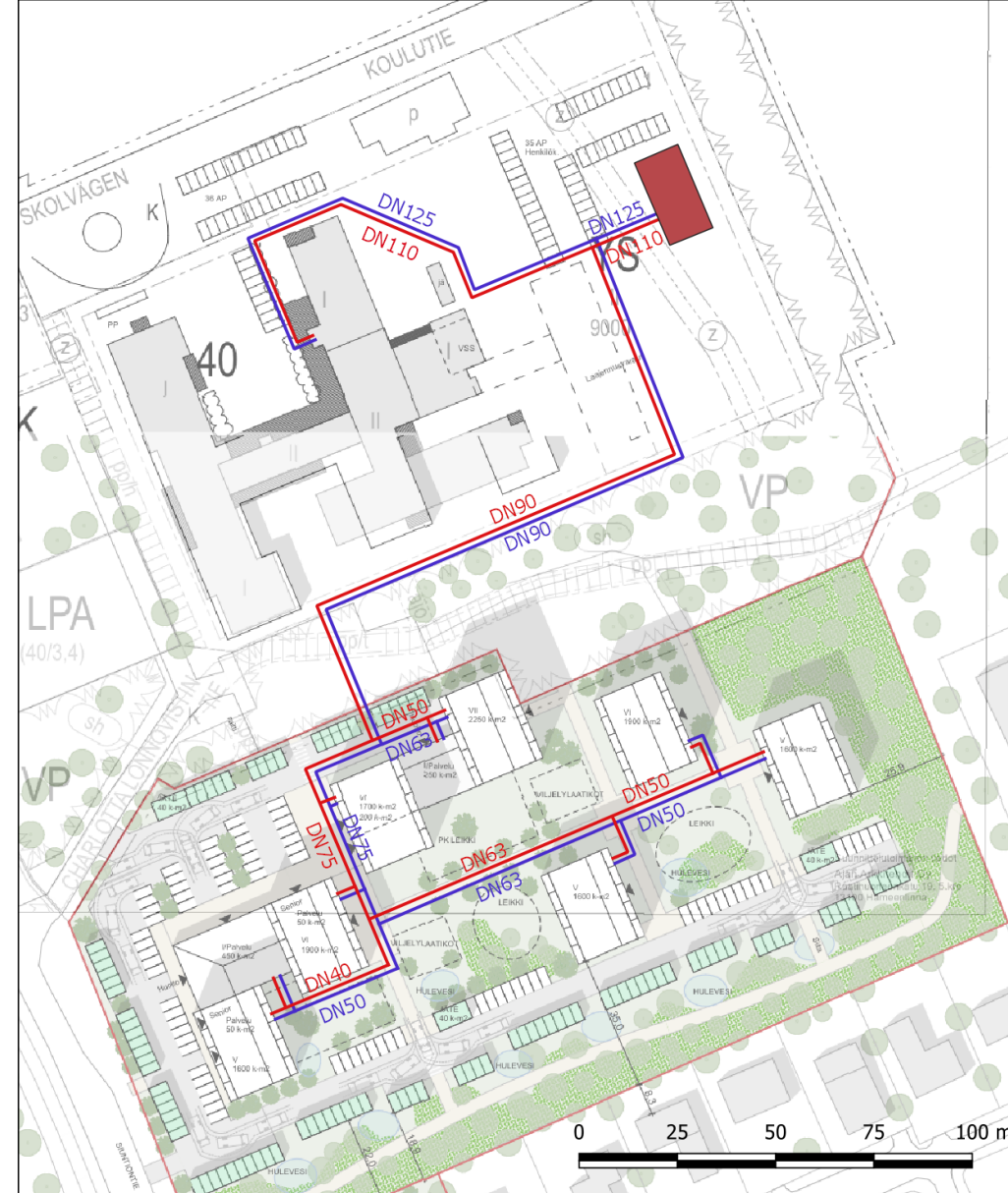
- Analyysin perustella valittiin vaihtoehto 1, jossa alueella on yhteinen matalalämpöverkko.
  - Alhaisimmat investointikustannukset.
  - Helpoin huollettavuus ja operointi.
  - Suurin potentiaali hyödyntää maalämpöä.



# Alueverkkotarkastelu

## Valitun järjestelmän mitoitus

- Oheisessa kuvassa esitetään SoTe-keskuksen ja Campus-alueen matalalämpö- ja jäähdytysverkkojen mitoitus.
  - Matalalämpöverkon putkikoot on esitetty **punaisella** ja jäähdytysverkon **sinisellä**.
- Energiakeskus on sijoitettu erilleen SoTe-keskuksesta tontin itäpäätyyn.
- Ensimmäisessä vaiheessa rakennetaan verkot Energiakeskuksen ja SoTe-keskuksen välille. Seuraavissa vaiheissa verkkoja laajennetaan Campus-alueelle alueen rakentumista mukailen.
- Molemmat verkot kannattaa toteuttaa muoviputkillla.
- Matalalämpöverkko on mitoitettu 65/45 °C mitoituslämpötiloilla SoTe-keskukselle ja 65/30 °C mitoituslämpötiloilla Campus-alueelle. Campus-alueella voidaan käyttää matalampaa paluulämpötilaa kerrostalojen lattialämmitysten vuoksi.
- Jäähdytysverkko on mitoitettu 8/16 °C mitoituslämpötiloilla.



- Energiakeskus
- Matalalämpöverkko
- Jäähdytysverkko

### Siuntion SoTe-keskuksen ja Campusin energiaverkot

Projekti: Siuntion SoTe-keskukselle kestävästi tuotettu aluelämmön ja -kylmän suunnittelu  
Asiakas: Siuntion kunta  
Päivämäärä: 2021-12-15



Granlund

# Verkkoinvestoinnit

## Matalalämpöverkko

	Pituus (m)	Investointi (k€)
DN25	16	2,5
DN32	13	2,1
DN40	194	36,3
DN50	86	20,2
DN63	153	41,4
DN75	102	31,3
DN90	386	127,5
DN110	305	122,3
<b>Yhteensä</b>	<b>1 255</b>	<b>383,6</b>

Investointikustannukset sisältävät putkimateriaalin ja kaivuutyöt. Pituudet on esitetty ns. ojametreinä. Putkimetrit saadaan kertomalla ojametrit kahdella (meno- ja paluuputki).

## Jäähdytysverkko

	Pituus (m)	Investointi (k€)
DN40	124	31,6
DN50	150	42,1
DN63	164	46,6
DN75	65	21,6
DN90	456	171,8
DN110	-	-
DN125	304	173,1
<b>Yhteensä</b>	<b>1 262</b>	<b>486,8</b>

Matalalämpöverkolle ja jäähdytysverkolle valittiin putkimateriaaliksi muovi asennuksen helppouden ja kustannustehokkuuden takia. Kustannustiedot perustuvat Uponorin Ecoflex-sarjaan. Kaivuutöiden kustannus on arvioitu Energiateollisuus ry:n kaukolämpöputkien toteutuneiden rakennuskustannusten tilaston mukaan.



# Alue- energiajärjestelmän laskennan tulokset

Tarkempi tarkastelu

17.12.2021



Granlund

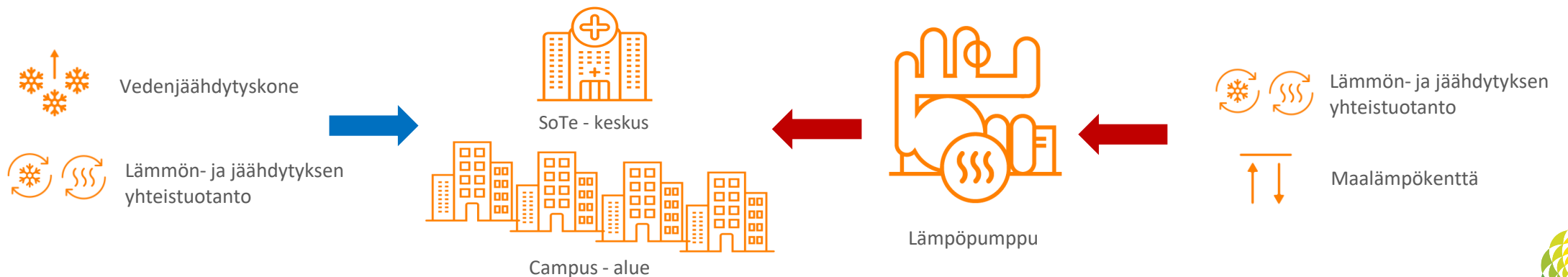
# Johdanto

- Selvityksen alkuvaiheessa valitulle alue-energiajärjestelmävaihtoehtoa on kehitetty edelleen.
- Mitoitukset ja elinkaarikustannuslaskelmat on päivitetty lämpöpumpputoimittajien ja muiden laitetoimittajien budjettitarjousten perusteella.
- Alueen rakentumisen vaiheistuminen on huomioitu. Energiajärjestelmän rakentuminen seuraa alueen vaiheistusta.

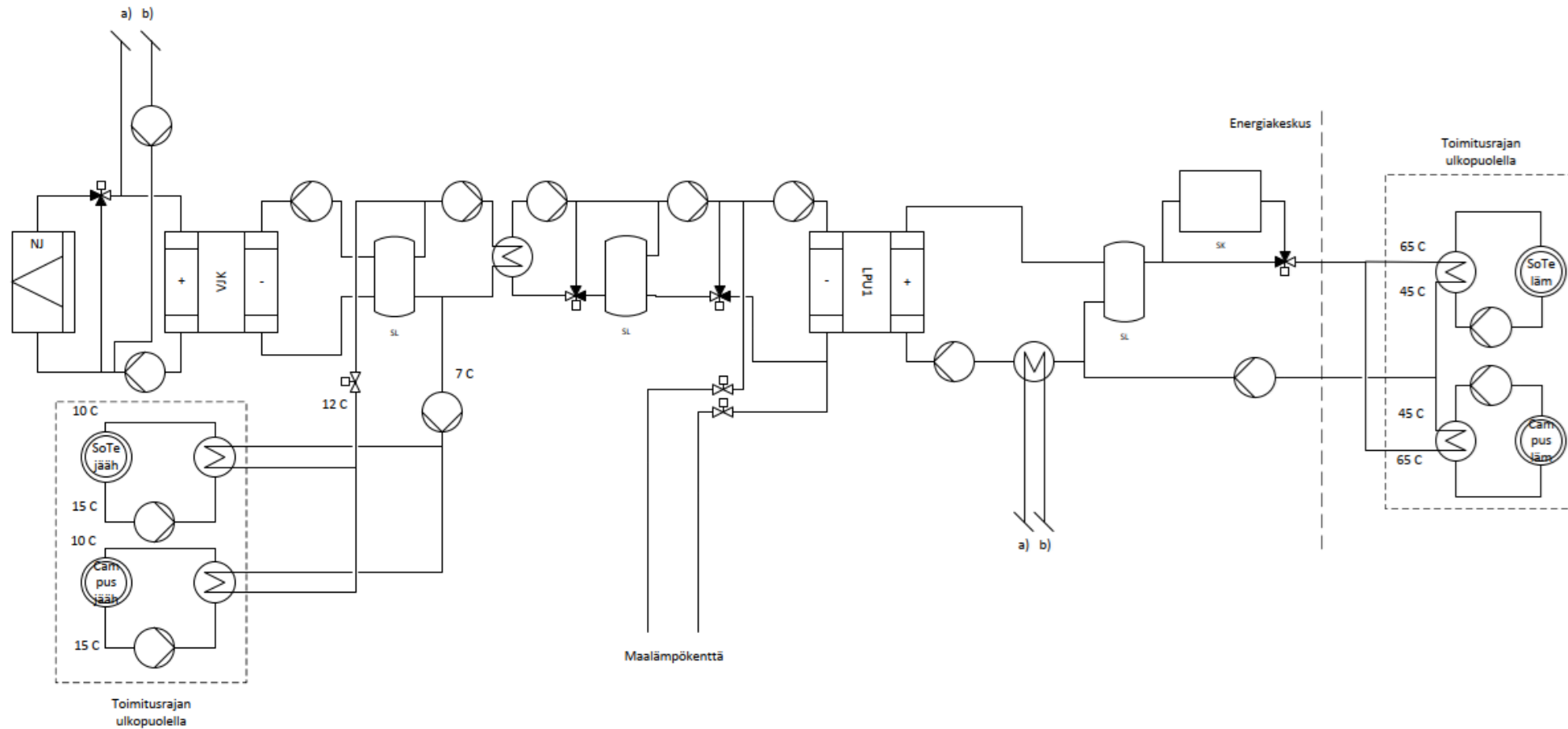
# Energiajärjestelmän konsepti

## *Yhteenvedo energiajärjestelmälle valitusta konseptista*

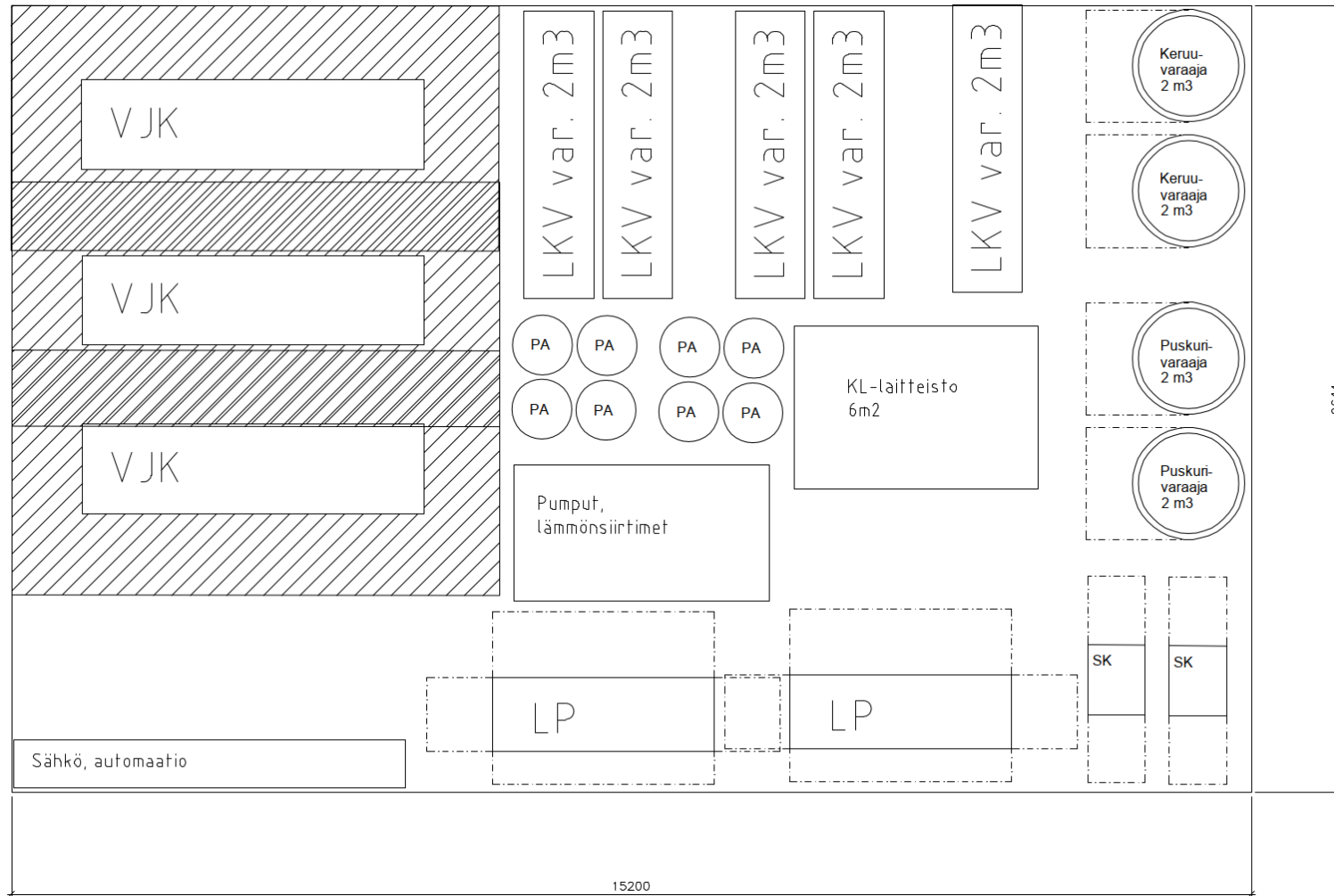
- Kartoituksen tulosten perusteella valittiin koko alueen kattava energiaverkko MLP + CHC – kombinaatiolla tarkempaan tarkasteluun. Huippulämmitys tapahtuu sähkökattiloilla. Jäähdytys tehdään CHC-lämpöpumpulla ja vedenjäähdytyskoneilla.
  - Lämmityksen ja jäähdytyksen yhteistuotanto koko alueella saadaan kattavasti käyttöön.
  - Suurempi lämpöpumpujärjestelmä saadaan mitoitettua, kun tilanteessa jossa olisi SoTe-keskus ja Campus-alue erillisenä → synergiahyödyt. Synergiahyödyt myös investoinneissa.
  - Sähköveroluokan muutoksen mahdollisesti tapahtuessa, alemmaa sähköveroluokkaa voitaisiin todennäköisesti soveltaa SoTe-keskuksen ja Campus-alueen kattavaan alueverkkoon.



# Energiakeskuksen virtauskaavio



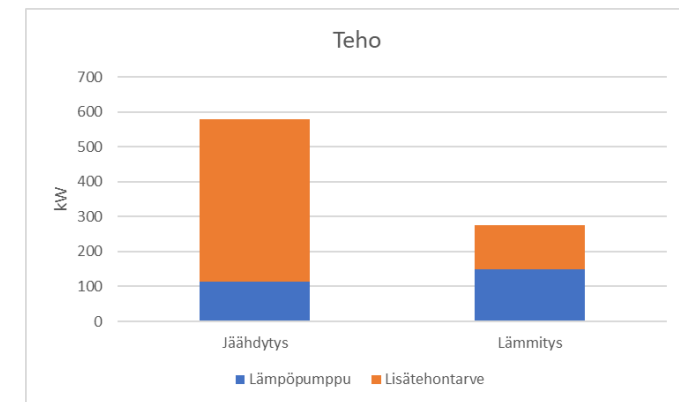
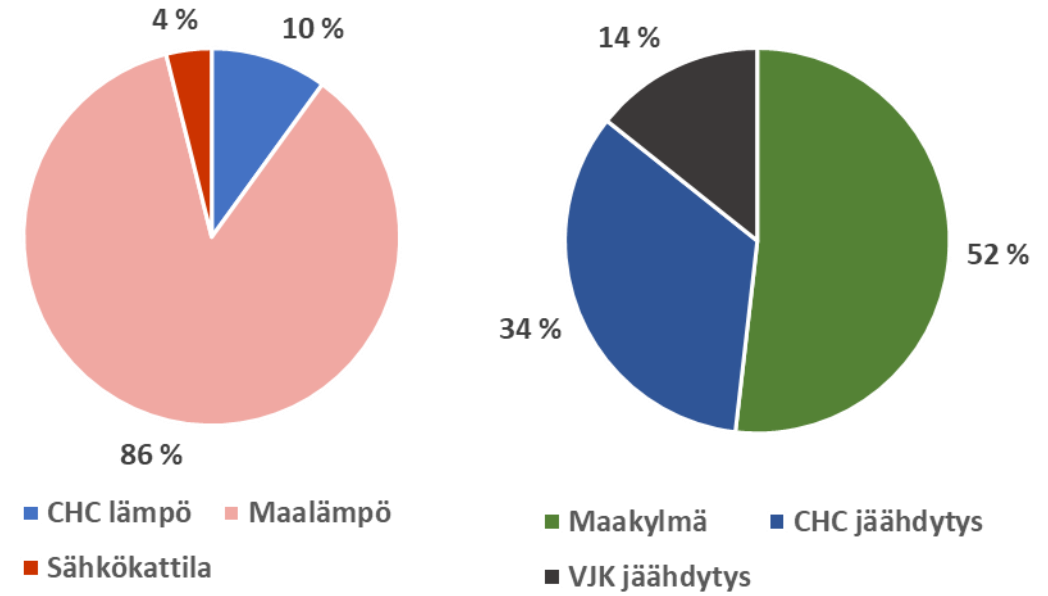
# Energiakeskuksen sijoituspiirustus



# Energiantuotannon osuudet

## SoTe-keskus

- Vaiheessa 1 valmistuu SoTe-keskus
  - Lämpöpumpputarjelmalla pystytään tuottamaan 96 % lämmityksen tarpeesta ja 86 % jäähdytyksen tarpeesta
  - Huipputehon tarvetta tarvitaan niin jäähdytyksessä kuin lämmityksessä. VJK – pystyttäisiin korvaamaan esimerkiksi suuremmalla lämpöpumpputarjelmalla.
- Vaiheen 1 lämpöpumpputarjelmä vaatisi n. 19 perinteistä maalämpökaivoa. Nämä kaivot voitaisiin korvata yhdellä, n. 800m keskisyvämlämpökaivoilla.

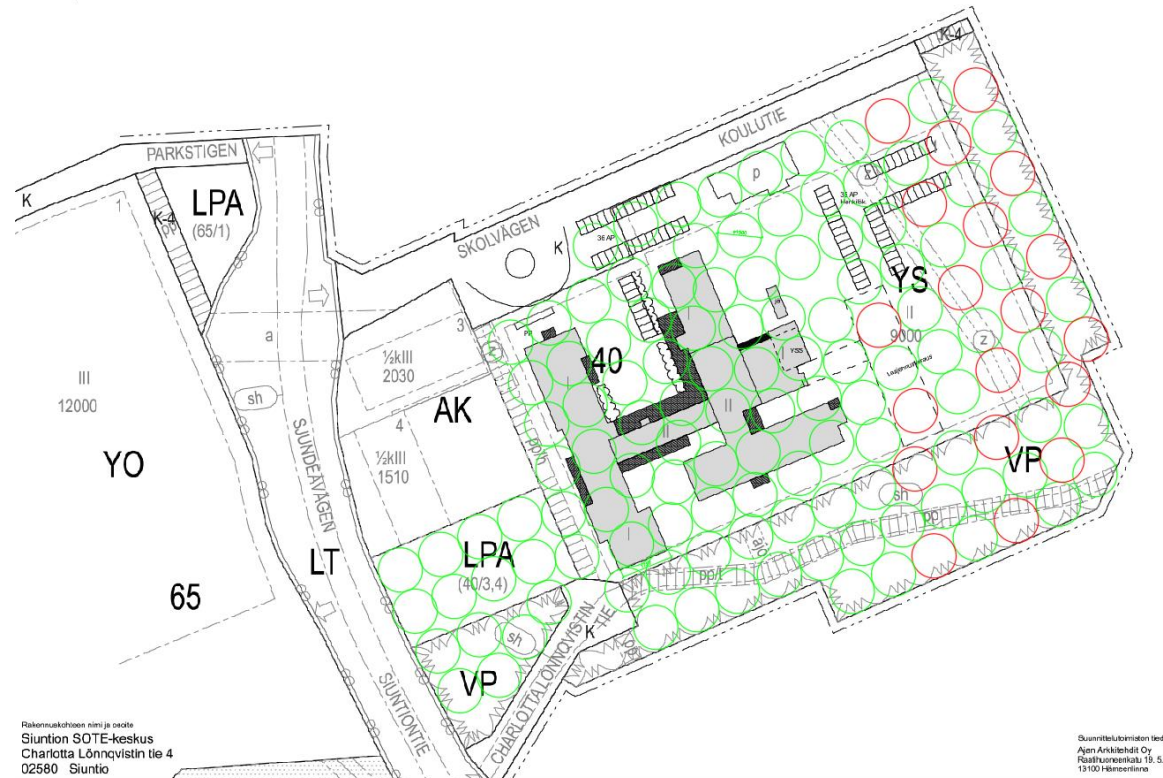


# Energiatuotannon osuudet

*Vaadittavat maalämpökaivot punaisella, SoTe*

Siuntio SOTE-keskus  
Asemapiirustus VE7

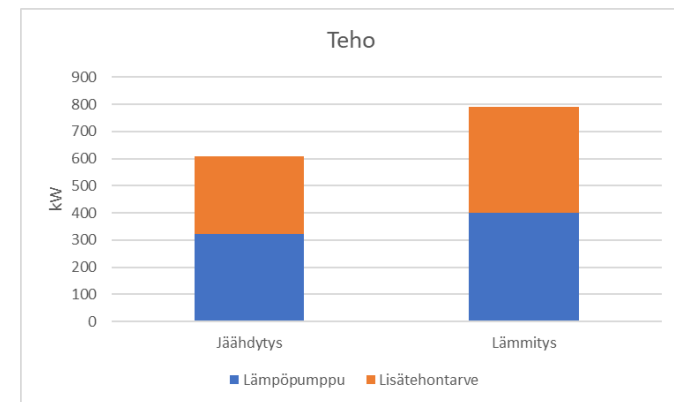
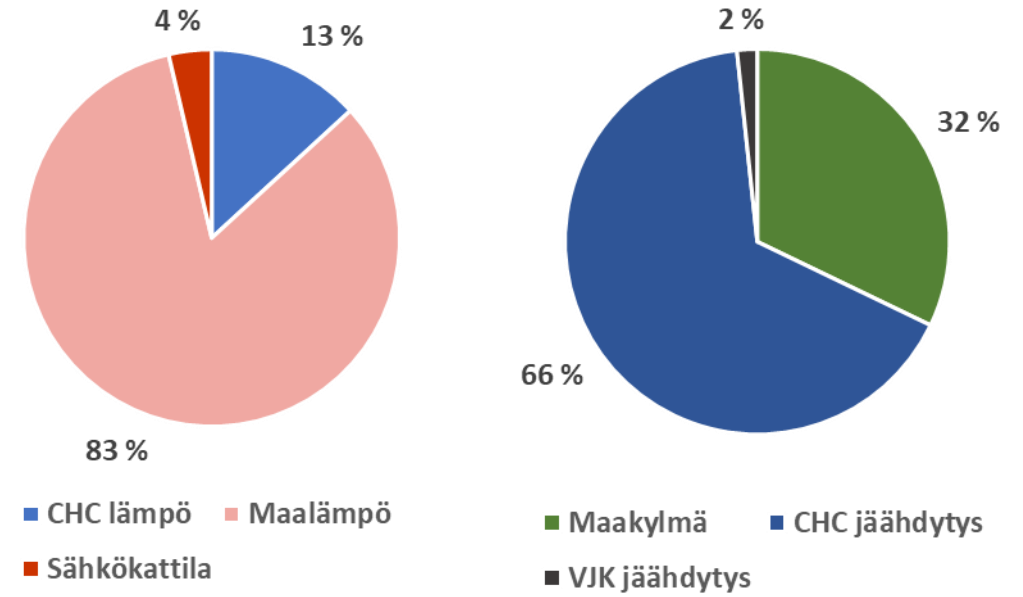
Mittakaava  
1:1000



# Energiantuotannon osuudet

## SoTe + Campus

- Vaihe 3 käsittää SoTe-keskuksen ja Campus-alueen kokonaisuudessaan.
  - Jäähdytyksen kulutus kasvaa, mutta suhteessa lämmitykseen ei, joten energiankierrätyksen osuus pienenee hieman vaiheesta 2.
  - Lämpöpumppujärjestelmällä pystytään tuottamaan 96 % lämmityksen tarpeesta ja 98 % jäähdytyksen tarpeesta
  - Huipputehon tarvetta tarvitaan niin jäähdytyksessä kuin lämmityksessä. VJK – pystyttäisiin korvaamaan esimerkiksi suuremmalla lämpöpumppukapasiteetilla.
- Vaiheen 3 lämpöpumppujärjestelmä vaatisi n. 50 perinteistä maalämpökaivoa

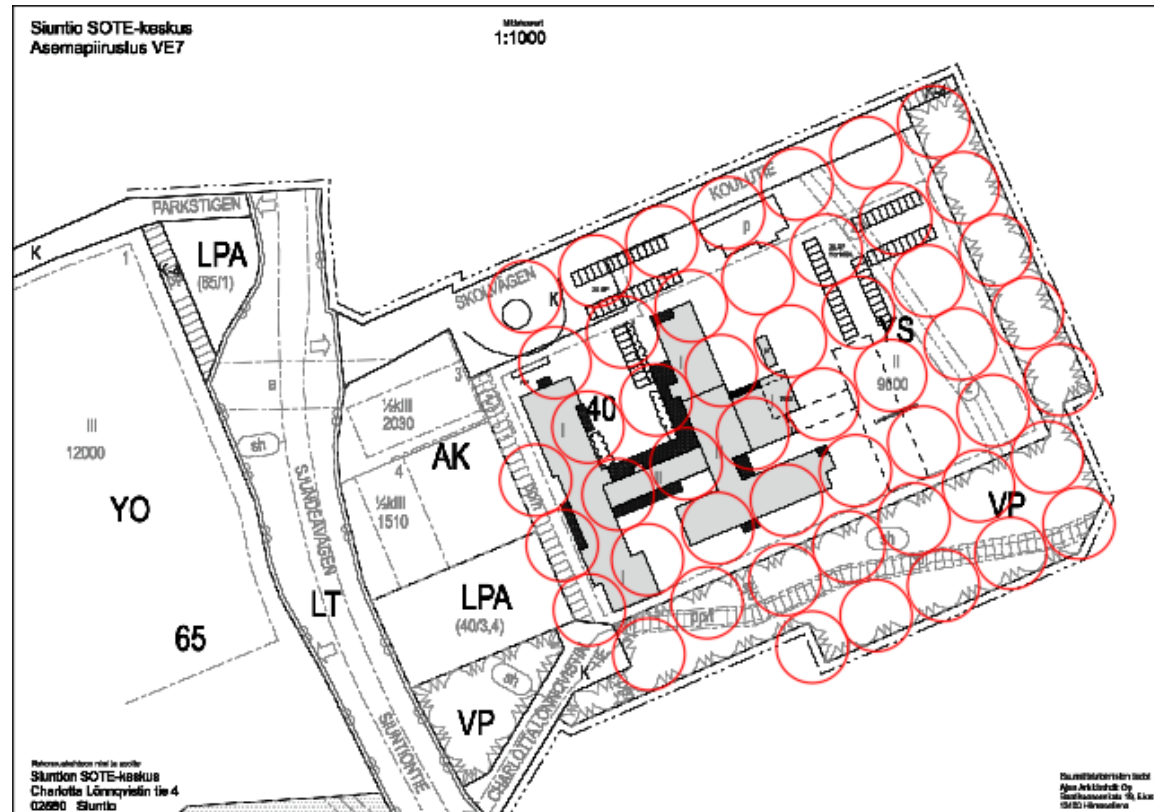




# Energiatuotannon osuudet

## Vaadittavat maalämpökaivot punaisella, SoTe + Campus

- Hahmoteltu perinteisten maalämpökaivojen paikat siten, että etäisyydet toisiinsa nähden 25m säteellä.
  - Kaivojen jäähdyttävä vaikutus toisiinsa nähden vähenee.
  - Tontilla on pinta-alaa riittävästi, joten ei ole tilasta puutetta.



# Energiajärjestelmän mitoitus

## Lämmitys

Energiajärjestelmän mitoitustiedot ja energiapitoasteet:

	SoTe	SoTe + Campus
Lämmitystehon tarve	276 kW	791 kW
<i>Lämpöpumppu</i>	150 kW	400 kW
<i>Sähkökattila</i>	127 kW	393 kW

Lämmitysenergian tarve	646 MWh/v	1 759 MWh/v
<i>CHC-lämpöpumppu</i>	65 MWh/v / 10%	232 MWh/v / 13%
<i>Maalämpöpumppu</i>	556 MWh/v / 86%	1 462 MWh/v / 83%
<i>Sähkökattila</i>	25 MWh/v / 4%	65 MWh/v / 4%

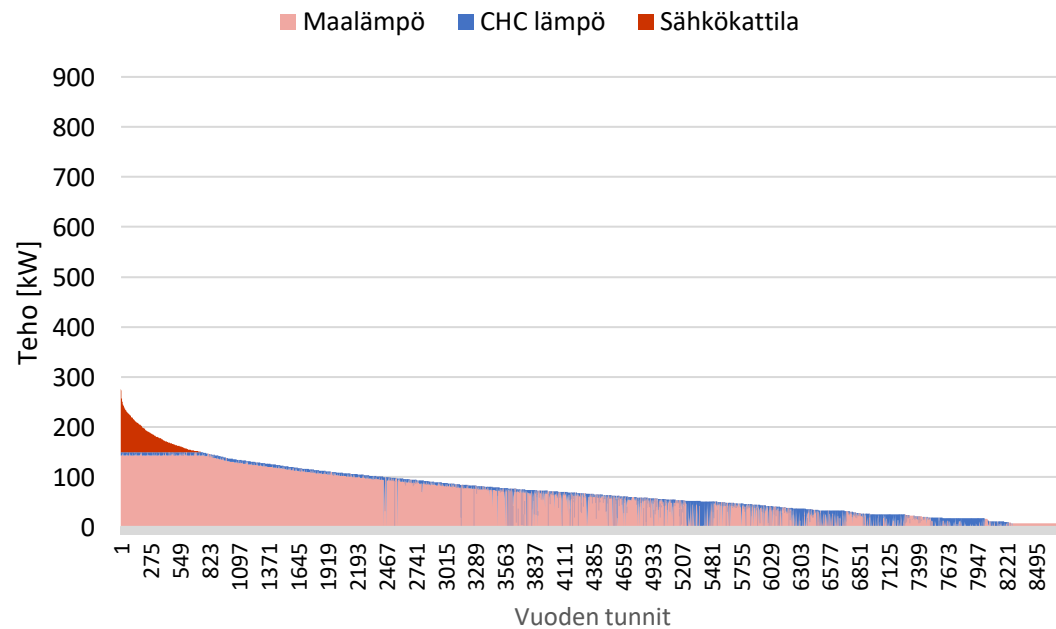
Ostoenergian kulutus		
<i>CHC-lämpöpumppu (sähkö)</i>	13 MWh/v	48 MWh/v
<i>Maalämpöpumppu (sähkö)</i>	168 MWh/v	442 MWh/v
<i>Sähkökattila (sähkö)</i>	25 MWh/v	65 MWh/v

- Oheisessa taulukossa on eriteltyä lämmöntuotannon mitoitus ja energiatase SoTe-keskuksen energiajärjestelmälle ja koko alueen laajuiselle energiajärjestelmälle.
- Molemmissa tapauksissa päästään 100% omavaraisuuteen lämmön tuotannossa.

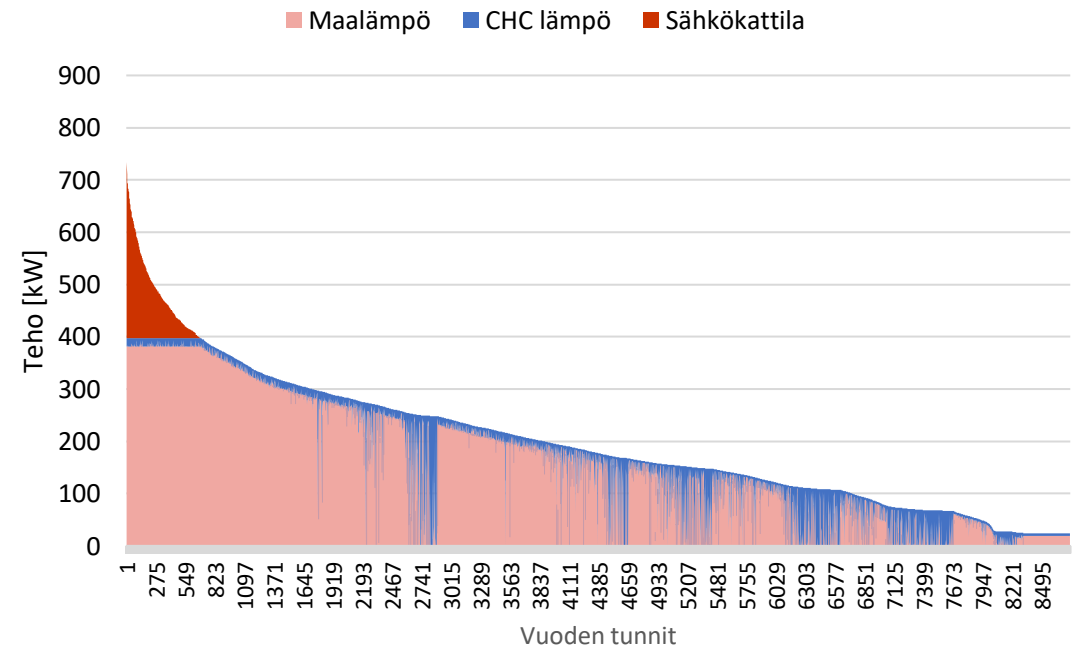
# Energiajärjestelmän mitoitus

## Lämmitys

Lämmöntuotannon pysyvyyskäyrä, SoTe



Lämmöntuotannon pysyvyyskäyrä, SoTe + Campus



# Energiajärjestelmän mitoitus

## Jäähdytys

Energiajärjestelmän mitoitus tiedot ja energiapitoasteet:

	SoTe	SoTe + Campus
Jäähdytystehon tarve	465 kW	609 kW
<i>Lämpöpumppu (max. käytetty teho)</i>	103 kW	275 kW
<i>Vedenjäähdytyskoneet</i>	350 kW	288 kW

Jäähdytysenergian tarve	128 MWh/v	235 MWh/v
<i>CHC-lämpöpumppu</i>	43 MWh/v / 34%	156 MWh/v / 66%
<i>Maakylmä</i>	66 MWh/v / 52%	76 MWh/v / 32%
<i>Vedenjäähdytyskoneet</i>	18 MWh/v / 14%	4 MWh/v / 2%

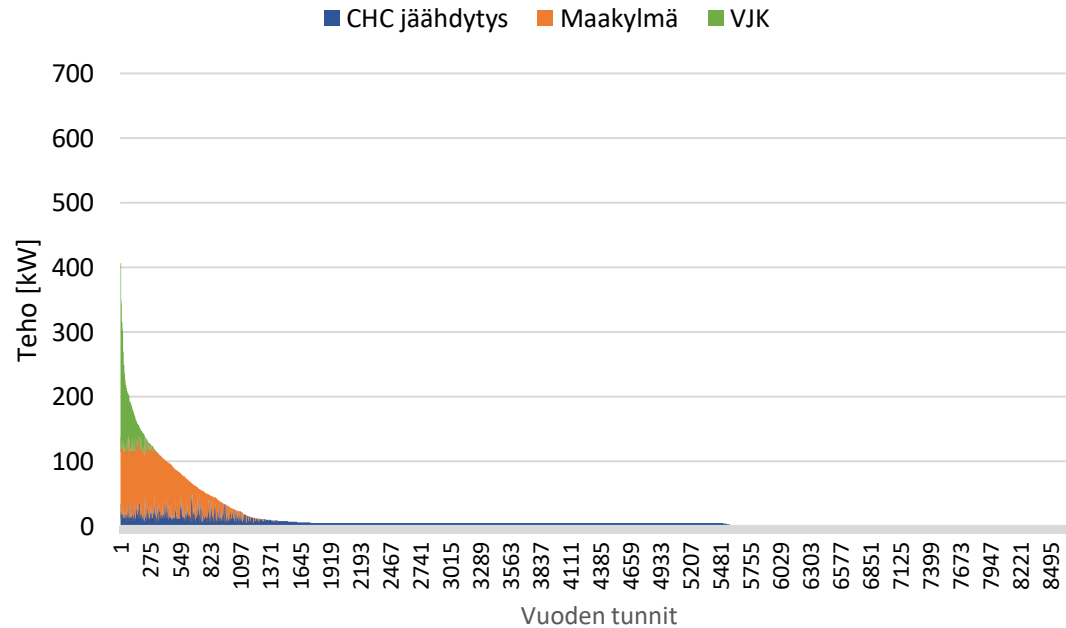
Ostoenergian kulutus		
<i>CHC-lämpöpumppu (sähkö)</i>	9 MWh/v	32 MWh/v
<i>Maakylmä (sähkö)</i>	4 MWh/v	5 MWh/v
<i>Vedenjäähdytyskoneet (sähkö)</i>	6 MWh/v	2 MWh/v

- Oheisessa taulukossa on eriteltyinä jäähdytyksen tuotannon mitoitukset ja energiatase SoTe-keskuksen energiajärjestelmälle ja koko alueen laajuiselle energiajärjestelmälle.
- SoTe-keskuksen tapauksessa päästään 86% ja koko alueen tapauksessa päästään 98% omavaraisuuteen jäähdytyksen tuotannossa.

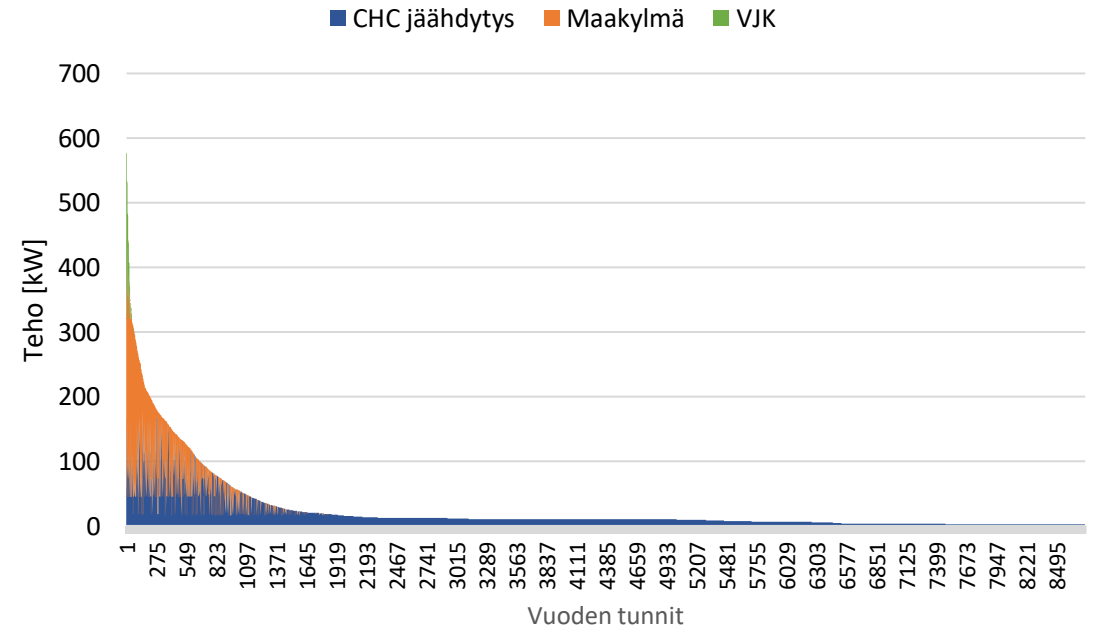
# Energiajärjestelmän mitoitus

## Jäähdytys

Jäähdytyksen tuotannon pysyvyyskäyrä, SoTe

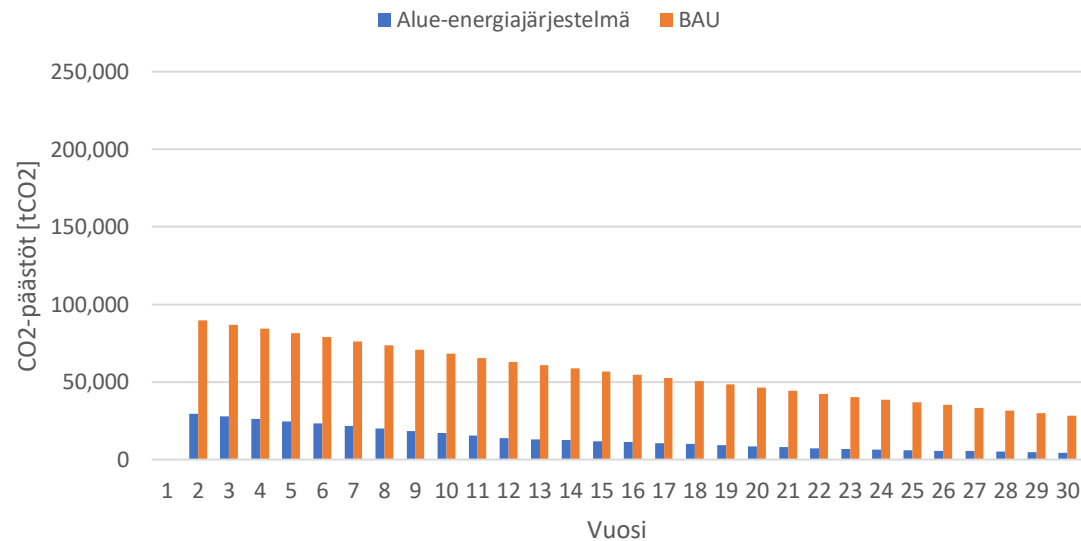


Jäähdytyksen tuotannon pysyvyyskäyrä, SoTe + Campus



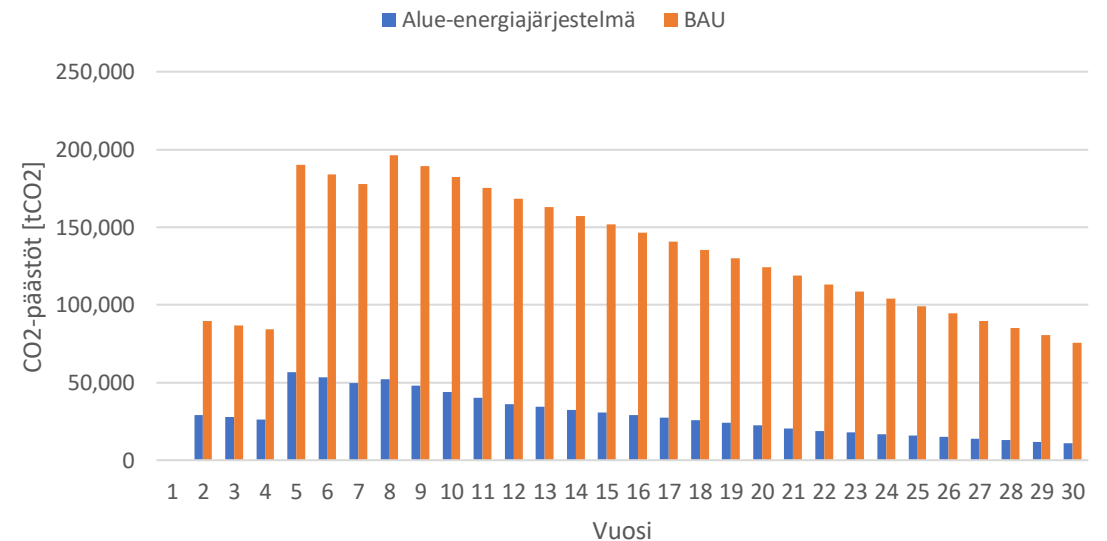
# Energiajärjestelmän päästöt

Päästöjen kehitys, SoTe



CO2-säästöt laskenta-ajalta **1 241 tCO2 / 76 %**  
verrattuna BAU-tapaukseen.

Päästöjen kehitys, SoTe + Campus



CO2-säästöt laskenta-ajalta **2 998 tCO2 / 78 %**  
verrattuna BAU-tapaukseen.

Päästökertoimina ja niiden ennusteina käytetty Ympäristöministeriön Rakennuksen vähähiilisyiden arviointimenetelmän mukaisia päästökertoimia ja ennusteita, ks. Liite 1.

# Investoinnit

Investointi	Huomioita	SoTe, k€	SoTe + Campus, k€
Kaivokenttä	19 kpl SoTe, 51 kpl SoTe + Campus	195	522
Maalämpöpumppu	150 kW SoTe, 400 kW SoTe + Campus	50	104
Sähkökattila	126 kW SoTe, 391 kW SoTe + Campus	24	56
Asennukset (MLP ja SK)		8	8
Keruuvaraaja ja puskurivaraaja asennuksineen		11	12
VJK asennuksineen	350 kW SoTe, 288 kW SoTe + Campus	142	10
LKV varaaja asennuksineen		20	40
Alajakokeskus		15	142
Lämmitysputkiston venttiilit, varusteet ja kiertopumput		10	15
Lämmönsiirrin		10	15
Sähköistys (keskukset + mittaus, kaapeloinnit)		20	30
Sähköliittymä	3x300 SoTe, 3x800 SoTe + Campus	33	86
Automaatiojärjestelmä		24	24
Varolaitteet ja mittarointi		10	20
Energiakeskuksen tila		20	20
Matalalämpöverkko		132	414
Jäähdytysverkko		173	487
Alajakokeskukset		15	150
Suunnittelu, hankinta, valvonta, projektin johto		30	63
Hankevaraus 15%		121	320
<b>Yhteensä</b>		<b>963</b>	<b>2 537</b>

- Oheisessa taulukossa on esitetty alue-energiajärjestelmien investointikustannukset tuhansina euroina.
- Energiakeskusten investointikustannukset perustuvat lämpöpumppujärjestelmätoimittajien budjettitarjouksiin.
- Kokonaisinvestointikustannukset ovat ensimmäiselle vaiheelle (SoTe-keskus) n. **1,0 milj. €** ja koko järjestelmälle täydessä laajuudessaan n. **2,5 milj. €**.

# Käyttö- ja kunnossapitokustannukset

K&K kustannukset	SoTe, k€	SoTe + Campus, k€
Sähkö, energia, siirto ja vero	20,5	53,7
Sähkö, tehomaksu + perusmaksu	4,8	13,0
Huollot	1,0	1,0
LP kompressorien uusimiset (15v välein)	17,0	34,0

- Oheisessa taulukossa on eritelty energiajärjestelmän käyttö- ja kunnossapitokustannukset, eriteltynä kustannuslajeittain.
- Lisäksi tietyille energiajärjestelmän komponenteille on oletettu jaksoitettuja huoltokustannuksia ja uusintainvestointeja laitteiden eliniän päätteeksi.



# Tulokset

## *Kannattavuudet*

- Keskimääräiset energiankustannukset ja kannattavuudet on laskettu ensimmäiselle vaiheelle (pelkkä SoTe-keskus) sekä vaiheelle 3 (koko alueen ollessa valmis)
  - Laskenta-aika 30 vuotta
  - Laskentakorko 3 %
  - Kaukolämmön ja sähkön hinta pysyvät samana
    - Herkkyystarkastelu tehty kaukolämmön ja sähkön hinnan eskalaatioilla
  - Investointien jäännösarvo huomioitu

# Tulokset

## Kannattavuudet

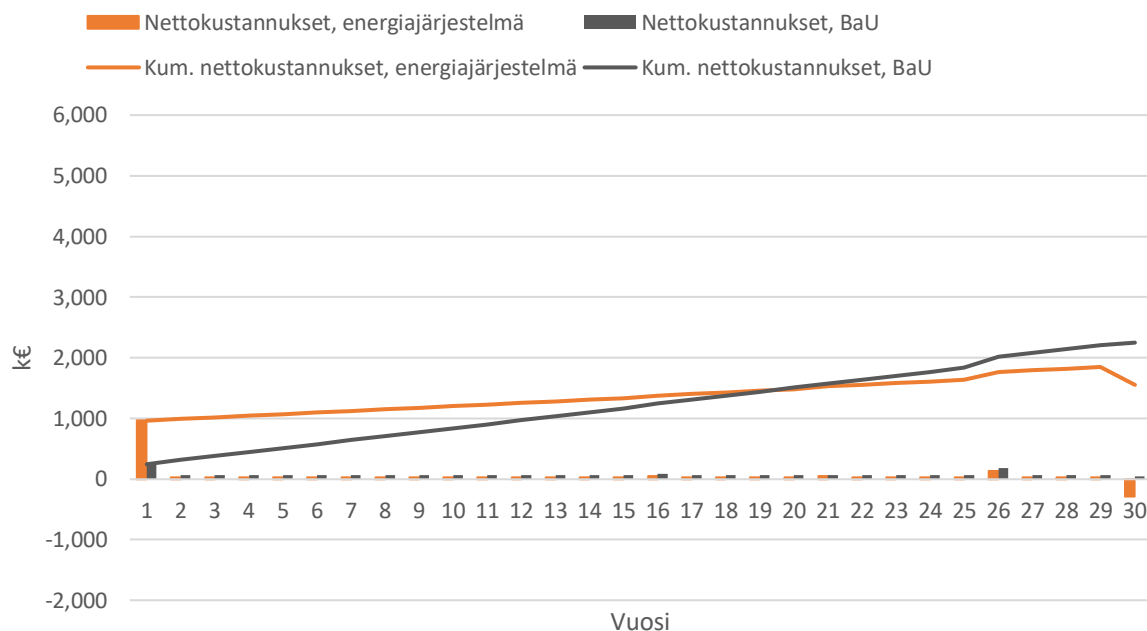
- Vaiheen 1 ja 3 energiajärjestelmän tuotantokustannukset ovat huomattavasti edullisemmat kuin BAU-järjestelmä, joka kuvastaa tilannetta, jossa alueelle tulisi kaukolämpö lämmityksen tuotantoon.
- Jos vaiheen 3 lämpöpumppukokoa kasvattaa, päästäisiin sähköveroluokan 2 piiriin, joka lisää kannattavuutta entisestään.
- Energiajärjestelmän sisäinen korko (IRR) on laskettu BAU-vaihtoehdon kustannuksia vasten. IRR on kohtuullinen 30 vuoden aikajänteellä.

	SoTe		SoTe + Campus		
	Energiajärjestelmä	BAU KL	Energiajärjestelmä	Energiajärjestelmä sähkövero 2	BAU KL
Keskimääräinen tuotantokustannus (€/MWh)	94,7	104,9	85,9	78,9	87,2
IRR (30 v)	6,1 %	-	4,1 %	5,0 %	-

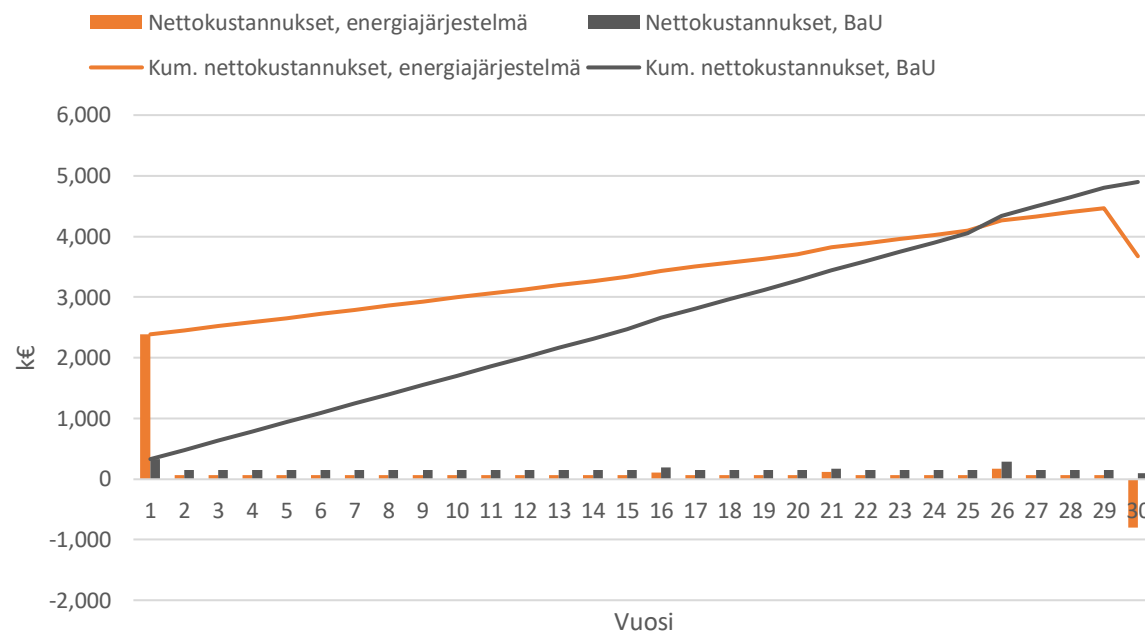
# Tulokset

## Takaisinmaksuaika

### Nettokustannukset, SoTe



### Nettokustannukset, SoTe + Campus



Kuvaajissa on esitettyä nettokustannukset ajan funktiona SoTe-keskuksen ja SoTe + Campus –alueen energiajärjestelmille. SoTe-keskuksen alueellisen energiajärjestelmän takaisinmaksuaika on n. **19 vuotta**, kun taas SoTe + Campus –alueen TMA on n. **26 vuotta**.

# Tulokset

## *Kannattavuudet, herkkyystarkastelu eskalaatioilla*

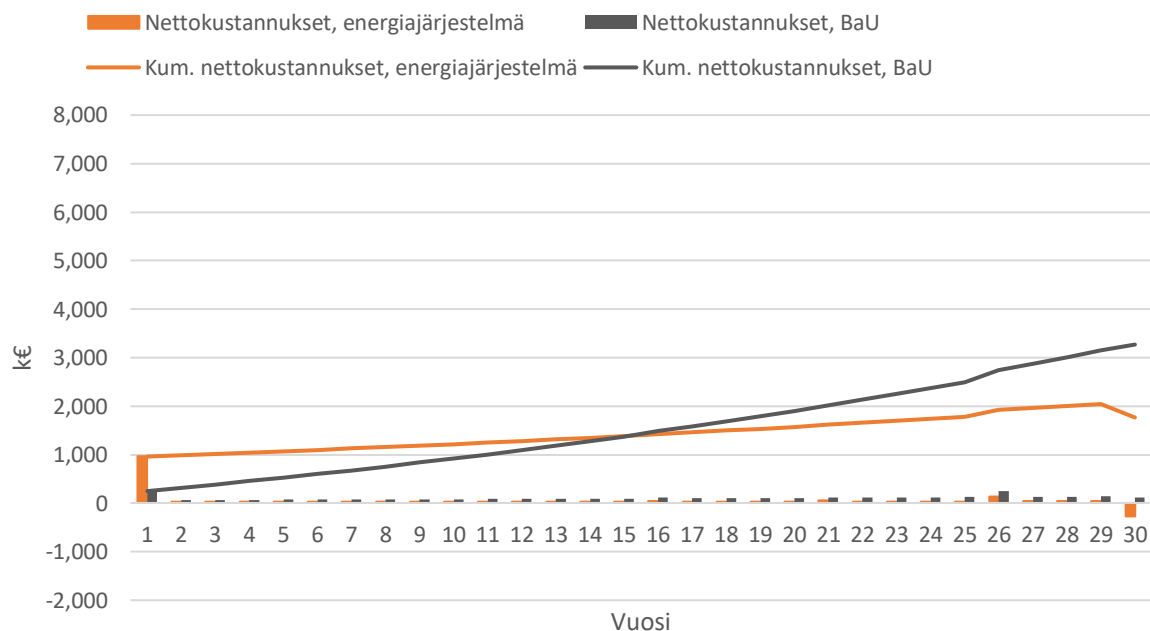
- Jos kaukolämmön hinnan eskalaationa käytetään 3 % ja sähkön hinnalle 2%, kannattavuus kasvaa entisestään ja IRR-tuotto on hyvä 30 vuoden aikajänteellä.
- Jos vaiheen 3 lämpöpumppukokoa kasvattaa, päästäisiin sähköveroluokan 2 piiriin, joka lisää kannattavuutta entisestään.

	SoTe		SoTe + Campus		
	Energiajärjestelmä	BAU KL	Energiajärjestelmä	Energiajärjestelmä sähkövero 2	BAU KL
Keskimääräinen tuotantokustannus (€/MWh)	102,9	143,1	94,2	85,1	123,8
IRR (30 v)	9,1 %	-	7,2 %	8,2 %	-

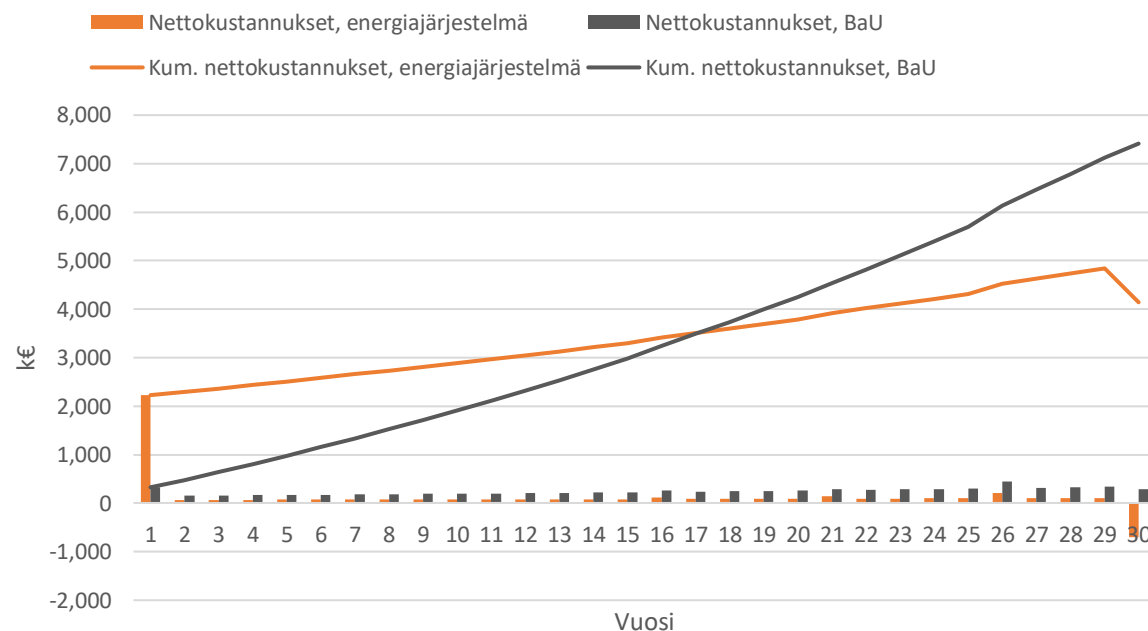
# Tulokset

## Takaisinmaksuaika, herkkyystarkastelu eskalaatioilla

### Nettokustannukset, SoTe



### Nettokustannukset, SoTe + Campus



Eskalaatiot (2% sähkön hinnalle ja 3% kaukolämmön hinnalle) vaikuttavat takaisinmaksuaikoihin olennaisesti. SoTe-keskuksen alueellisen energiajärjestelmän takaisinmaksuaika on näillä oletuksilla n. **15 vuotta**, kun taas SoTe + Campus – alueen TMA on n. **17 vuotta**.

# Yhteenveto ja johtopäätökset

17.12.2021



Granlund

# Yhteenveto ja johtopäätökset

- Tarkastelluista tuotantovaihtoehdoista optimaalinen on **maalämmön ja CHC-lämpöpumpun** yhdistelmä. Lämmön huipputuotannossa käytetään **sähkökattilaa**. Jäähdytys tuotetaan **CHC-lämpöpumpulla**, kun lämmön ja jäähdytyksen kysyntä on samanaikaista, ja huipputuotantoon käytetään **vedenjäähdytyskoneita**.
- Energiajärjestelmä on suunniteltu **modulaariseksi**. Tällöin voidaan aloittaa energiajärjestelmän rakentaminen SoTe-keskuksesta ja Campus-alueen myöhemmin rakentuessa energiajärjestelmää voidaan laajentaa sitä mukaa, kun Campus-alueelle nousee uusia rakennuksia.
- SoTe-keskuksen alue-energiajärjestelmää varten tarvitsee porata **19 lämpökaivoa**, kun taas koko alueen energiajärjestelmään niitä tarvitaan yhteensä **50 kappaletta**. Kaikki kaivot kannattaa sijoittaa energiakeskuksen läheisyyteen SoTe-keskuksen tontille.
- Alue-energiajärjestelmällä saavutetaan korkea omavaraisuusaste lämmön ja jäähdytyksen tuotannolle. Lämpöpumpuilla tuotetaan noin **96% lämmöstä**. Lämpöpumpuilla ja vapaajäähdytyksellä saadaan myös tuotettua n. **86% - 98% jäähdytyksestä**.
- Koko alueen laajuisella energiajärjestelmällä voidaan saavuttaa kokonaisuudessaan **suuremmat päästövähennykset**. SoTe-keskuksen energiajärjestelmä säästää CO<sub>2</sub>-päästöjä 30 vuoden laskenta-ajalla n. **1 200 tonnia / 76%**. Sote + Campus –alueen energiajärjestelmällä saavutetaan jopa n. **3 000 tonnin / 78%** päästövähennys.
- Tässä selvityksessä CO<sub>2</sub>-päästöt on laskettu käyttäen Ympäristöministeriön Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmän päästökertoimia. Mikäli energiajärjestelmälle ostetaan CO<sub>2</sub>-vapaata sähköä, on saavutetaan jopa **100%** päästövähennys. Tällöin SoTe-keskuksen energiajärjestelmä säästää n. **1 600 tonnia** CO<sub>2</sub>-päästöjä 30 vuoden laskenta-ajalla ja koko alueen energiajärjestelmällä saavutetaan jopa n. **3 800 tonnin** päästövähennys.

# Yhteenveto ja johtopäätökset

- Alue-energiajärjestelmän investointikustannukset ovat n. **1 milj. euroa** SoTe-keskuksen energiajärjestelmälle, ja n. **2,5 milj. euron** luokkaa koko alueen energiajärjestelmälle.
- Alue-energiajärjestelmä voidaan rajata pelkästään SoTe-keskukselle, tai se voidaan toteuttaa koko alueen laajuisena. Campus-alueen yhdistäminen alue-energiajärjestelmään **heikentää hieman** kannattavuutta ja takaisinmaksuaikaa.
- Alue-energiajärjestelmän kannattavuus (IRR) laskettuna BaU-ratkaisua vasten SoTe-keskukselle on noin **6%**, jos myös Campus-alue lisätään alue-energiajärjestelmään, laskee kannattavuus n. **4%** tienoille. Laajempi energiajärjestelmä on riittävän suuri, jotta se mahdollistaa tulevaisuudessa alemman sähköveroluokan (II), tällöin kannattavuus nousee noin **5%** luokkaan.
- Mikäli otetaan huomioon sähkön ja kaukolämmön hintamuutokset tulevaisuudessa, nousevat sähkөөn pohjautuvan lämpöpumppujärjestelmän kannattavuudet noin **3%-yks.** kautta linjan.
- Takaisinmaksuaika BaU-ratkaisuun verrattuna on SoTe-keskuksen energiajärjestelmälle noin **19 vuotta** ja koko alueen energiajärjestelmälle n. **26 vuotta**. Jos sähkön ja kaukolämmön tulevaisuuden hintamuutokset huomioidaan kuten yllä, niin takaisinmaksuajat ovat n. **15 vuotta** SoTe-keskukselle ja n. **17 vuotta** koko alueen järjestelmälle.



# Omistus- ja operointimallit

17.12.2021



Granlund

# Liiketoiminnan tekniset järjestelmät

## Taserajat ja toimitussisältö

### 1. Perinteinen, keskitetty energiantuotanto

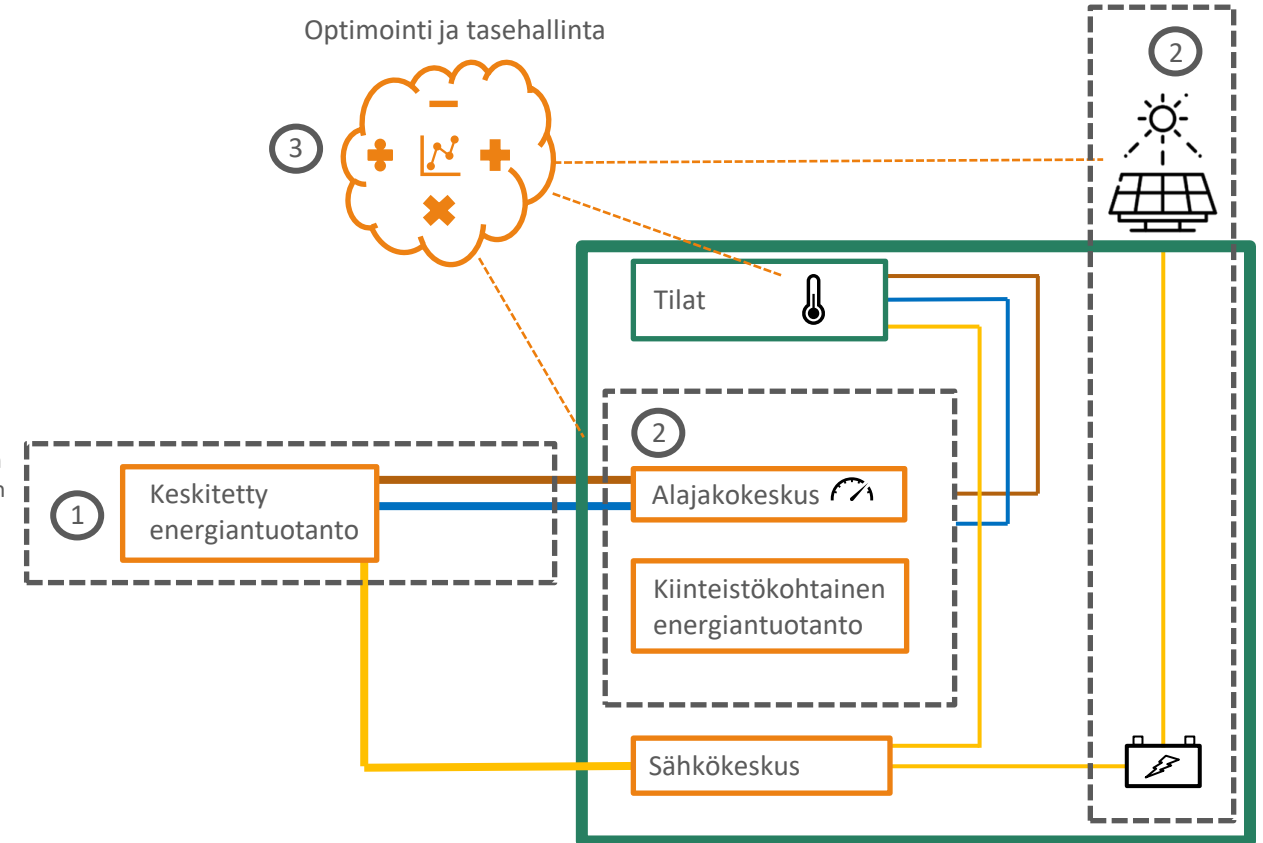
- Energian toimittajan toimitusrajaan kuuluu keskitetty energiantuotanto ja lämmityksen ja jäähdytyksen alueverkot.
- Lisäksi toimitusrajaan voi sisältyä kiinteistöjen alajakokeskukset, mutta perinteinen toimitusraja on kiinteistöjen tiloissa sijaitseva mittauskeskus
- Toimitusraja voidaan joissain tapauksissa jättää jopa korttelitasolle, jolloin korttelitason energiaverkkojen omistus ja operointivastuu jäisi kiinteistöjen omistajalle/-ille. Tämä lähtökohtaisesti monimutkaistaa omistusta ja operointia, sillä korttelit tulevat koostumaan useista eri toimijoista ja omistajista, jolloin yhteisten kortteliverkkojen omistuksesta pitäisi sopia eri toimijoiden kesken. Jako kortteli- ja alueverkkoihin ei tuo lähtökohtaisesti säästöjä, päinvastoin, tarvitaan lisäinvestointeja (lämmönsiirtimiä, venttiileitä ja pumppuja) ja hävitään lämpötilatasossa (vaikuttaa lämpöpumppujen käyttökustannuksiin), jos kortteliverkko jaetaan pääalueverkosta lämmönsiirtimellä.
- Toimitukseen kuuluu energian seuranta

### 2. Taserajan tuominen teknisiin tiloihin

- Toimitusraja tuodaan kiinteistöjen sisälle, jolloin energiantoimittaja investoi ja operoi alajakokeskuksia ja mahdollisesti kiinteistökohtaista energiantuotantoa
- Toimitukseen voi kuulua myös esim. aurinkoenergiajärjestelmä ja sen akun investoinnit ja operointi

### 3. Toiminnan laajentaminen perinteisten palvelujen ulkopuolelle

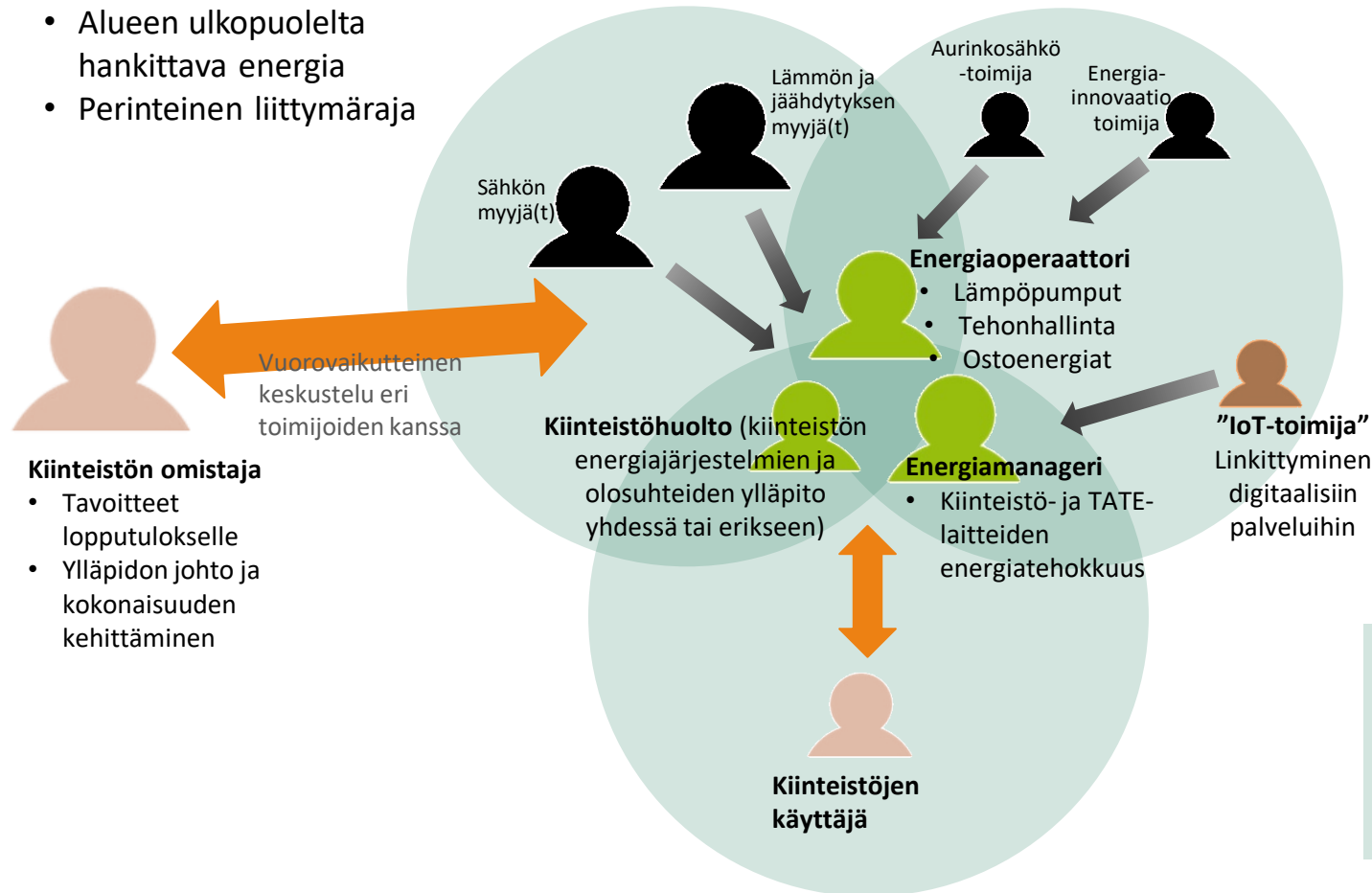
- Lämmön ja sähkön tehonhallintapalvelu, sähkön tasehallinta ja sähköjärjestelmien operointi, virtuaalivoimalaitospalvelut
- Olosuhdepalvelut, esimerkiksi lämpötila, valaistus, ilmanvaihto



# Alueellisen energiajärjestelmän toimijat ja roolit

## Energian hankinta

- Alueen ulkopuolelta hankittava energia
- Perinteinen liittymäraja



## Alueellinen energiajärjestelmä

- Energiapalvelujen resurssitehokas käyttö nojaa yhä enemmän energianhallinnan kokonaisuuteen perinteisen energian hinnan kilpailuttamisen sijaan
- Toteutus vaatii roolien ja vastuiden määrittelyä
  - Mistä lähteistä energia hankitaan?
  - Miten tuotantoa operoidaan alueellisesti?
  - Miten kulutuskohteita ohjataan?

**Tavoiteltu lopputulos:** Tarvittavat energiapalvelut, erinomaiset käyttäjäolosuhteet ja tekninen toimivuus mahdollisimman kustannustehokkaasti ja sujuvasti sekä alueellisten kestävyystavoitteiden toteutuminen.

## Energian kulutuskohteet

- Kiinteistölaitteet
- Käyttäjälaitteet

# Energiaoperaattorin mahdollisia rooleja ja palveluvaihtoehtoja



# Päävastuullisen energiaoperaattorin liiketoimintalaajuusvaihtoehtoja

## Peruslaajuus (ns. alueellinen toimija perinteisen taserajan sisällä)

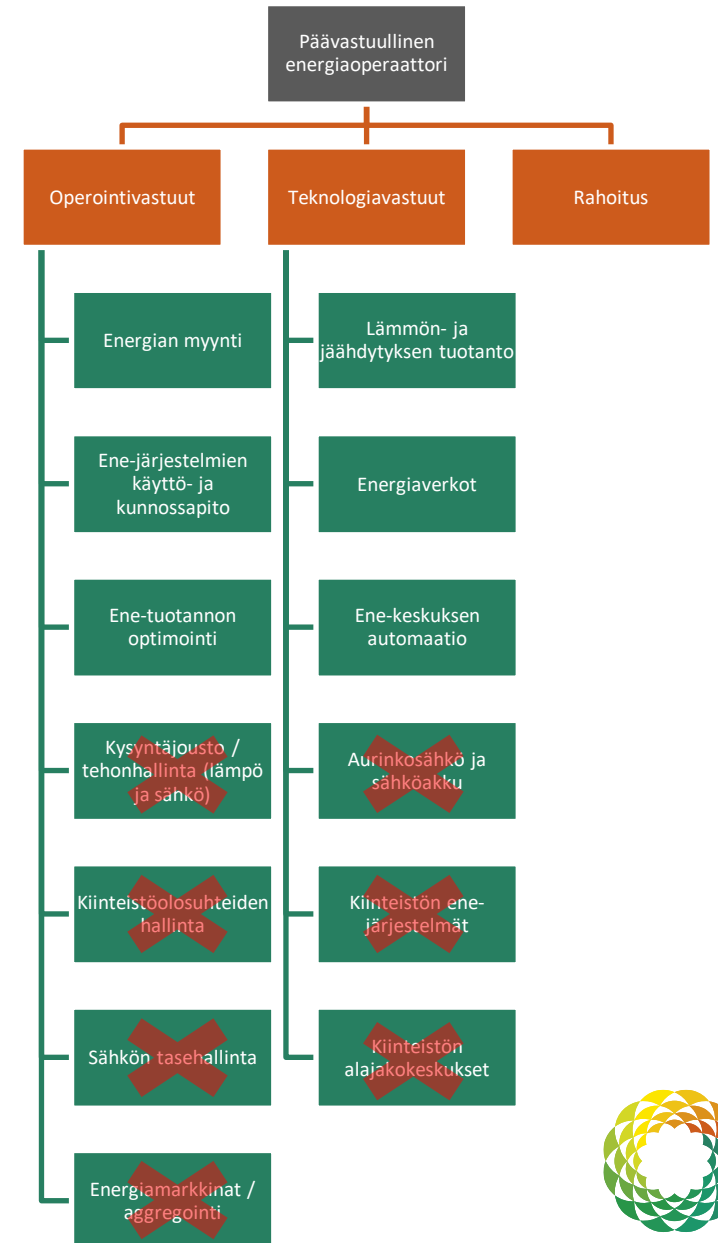
Peruslaajuudessa energiaoperaattori vastaa alueellisesta energian tuotannosta, jakelusta ja myynnistä tietyn alueen kiinteistöjen tarpeisiin seuraavien energialajien osalta: lämpö ja jäähdytys (ei sisällä ravintoloiden, kauppojen ja muiden vastaavien toimijoiden kylmäntuotantoa). Energiaoperaattori voi toimittaa kuitenkin edellä suluissa esitettyjen toimijoiden kylmäntuotannon lauhteen jäähdytyksen, jolloin lauhde voidaan ottaa talteen alueellisesti.

Peruslaajuudessa energiaoperaattori hankkii sähköä vain omiin tarpeisiinsa. Kiinteistöt hankkivat sähkön itsenäisesti tai hankkivat sähkötuotantojärjestelmien, kuten aurinkosähkö ja sähköakku, operointiin ja sähkön tasehallintaan ulkopuolisen operaattorin.

Energiaoperaattorin investointi-/vastuunaja kulkee kiinteistöjen teknisissä tiloissa lämmön- ja jäähdytyksen jakelun päämittauskeskuksissa.

Energiaoperaattori investoi edellä kuvatun tarpeen mukaiset energian tuotantoon, kierrättämiseen, varastointiin ja jakeluun liittyvät järjestelmät, kuten lämpöpumput, mahdollisen maalämpökentän, tarvittavan automatiikan ja mittaroinnin, muuntajat, energiavarastot, sekä näihin liittyvät siirtoputkistot/kaapeloinnit energiakeskukselle ja energiakeskukselta kiinteistöjen teknisille tiloille.

Energiaoperaattori tekee sopimukset ja investoi oman energiatuotantonsa kannalta tarvittavat energialiittymät (esim. kaukolämpö/-jäähdytys ja sähkö).



# Päävastuullisen energiaoperaattorin liiketoimintalaajuusvaihtoehtoja

## Laajennettu malli (ns. Energy as a Service, EaaS)

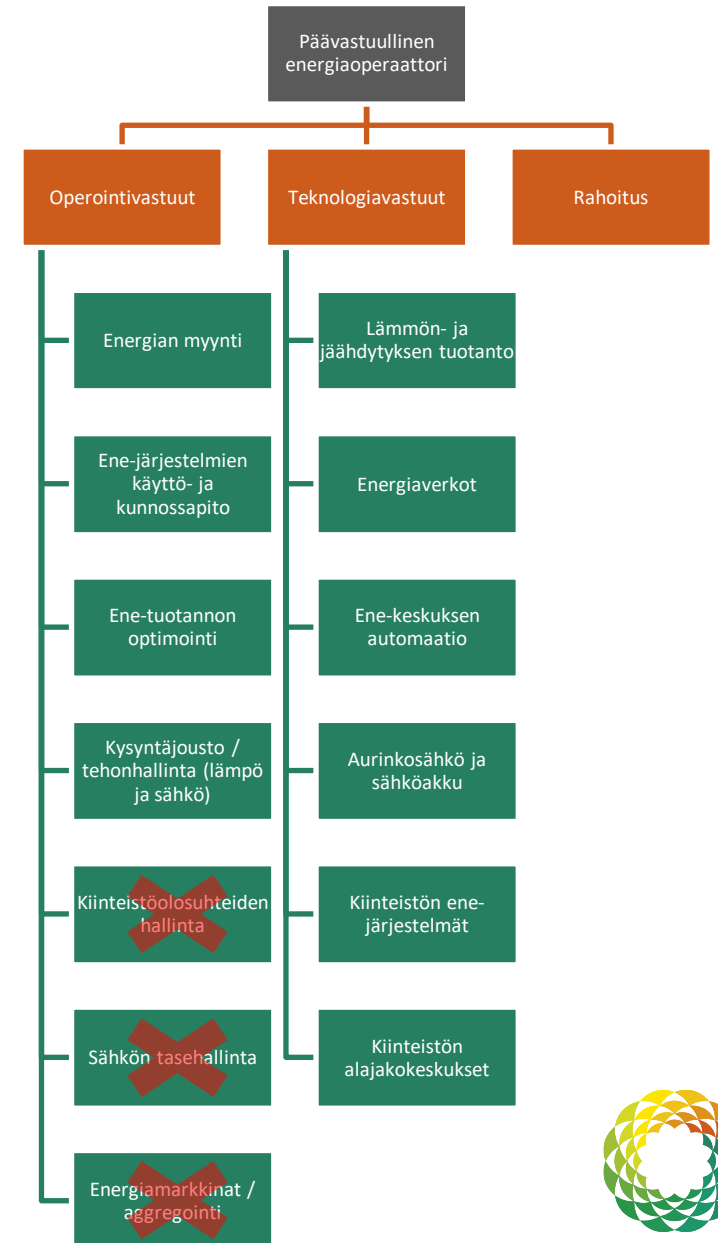
Laajennettu EaaS-malli on muuten sama kuin peruslaajuus, mutta tässä tapauksessa energiaoperaattori vastaa myös kiinteistöjen alajakokeskuksista, muista mahdollisista kiinteistöihin sijoitettavista energiajärjestelmistä, kuten kiinteistökohtaisista lämpöpumpuista.

Laajennetussakaan mallissa jäähdytyksen tuotanto ei lähtökohtaisesti sisällä ravintoloiden, kauppojen ja muiden vastaavien toimijoiden kylmäntuotantoa.

Energiaoperaattorin omistaessa kiinteistöjen alajakokeskukset ja operoidessa niitä, tämä parantaa mahdollisuuksia toteuttaa kysyntäjoustojärjestelmä ja -palvelu, joka huomioi koko energiajärjestelmän, ei vain kiinteistöjä.

Laajennetussa mallissa energiaoperaattori vastaa myös alueellisista tai kiinteistöihin sijoitettavista sähköntuotantojärjestelmistä, niiden tuotannosta, jakelusta ja operoinnista tietyn alueen kiinteistöjen tarpeisiin. Jäljelle jäävän sähkön kiinteistöt hankkivat itsenäisesti tai hankkivat sähkön tasehallintaan ulkopuolisen operaattorin.

Energiakumppanin investointi-/vastuuraja kulkee kiinteistöjen teknisissä tiloissa lämmön- ja jäähdytyksen alajakokeskuksissa, joiden jälkeen on energian päämittaukset.



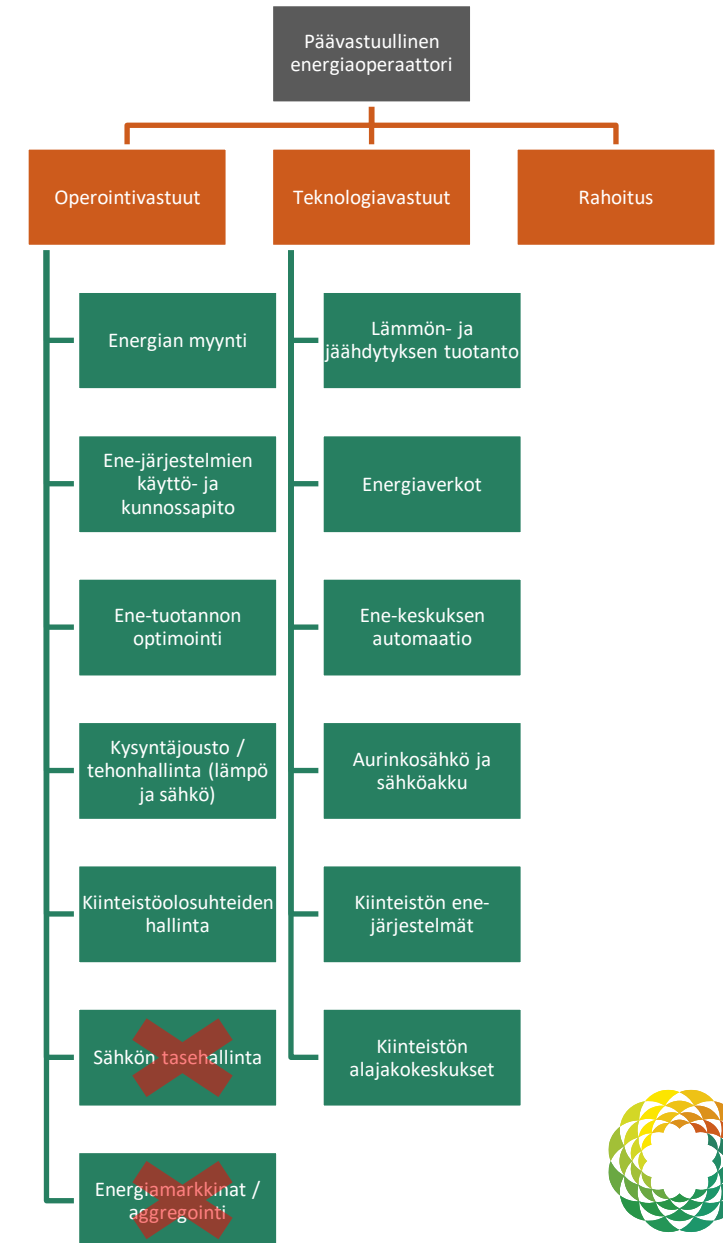
# Päävastuullisen energiaoperaattorin liiketoimintalaajausvaihtoehtoja

## Laajennus olosuhdepalveluihin (ns. Comfort as a Service, CaaS)

CaaS-malli (Comfort as a Service) kattaa laajennetun EaaS-mallin sisällön, mutta tässä mallissa energiaoperaattorin vastuu ulottuu kiinteistöjen teknisiin tiloihin tulevien energiaa käyttävien laitteiden investointeihin ja operointiin.

CaaS-mallissa siirrytään energian myymisestä olosuhteiden myymiseen, mikä tekee tästä mallista merkittävästi haastavamman kuin EaaS-malli. Pelkän energian myyminen ei ole mahdollista silloin, kun palvelutoimittajan vastuulla on suoraan sisäilmaolosuhteisiin vaikuttavia energiaa käyttäviä järjestelmiä ja laitteita (kuten IV-koneet). Vaikka CaaS-mallin investointivastuu voidaan rajoittaa edellä kuvattuihin järjestelmiin ja laitteisiin, joudutaan operointivastuu ulottamaan huonetilojen päätelaitteille asti. Olosuhteisiin liittyvän palvelulupauksen toteuttaminen ei ole mahdollista, ellei palvelutoimittajalla ole ohjausmahdollisuutta huonetilojen päätelaitteille asti.

On mahdollista, että hallinnolliset-/vastuukysymykset estävät CaaS-mallin toteutumisen. On myös mahdollista, että CaaS-malli nähdään siinä määrin haastavaksi liiketoimintamalliksi, että tämä kannattaa hoitaa ulkopuolisen palveluntoimittajan toimesta.



# Päävastuullisen energiaoperaattorin liiketoimintalaajuusvaihtoehtoja

## Laajennus sähköpalveluihin (ns. Electricity as a Service, ElaaS)

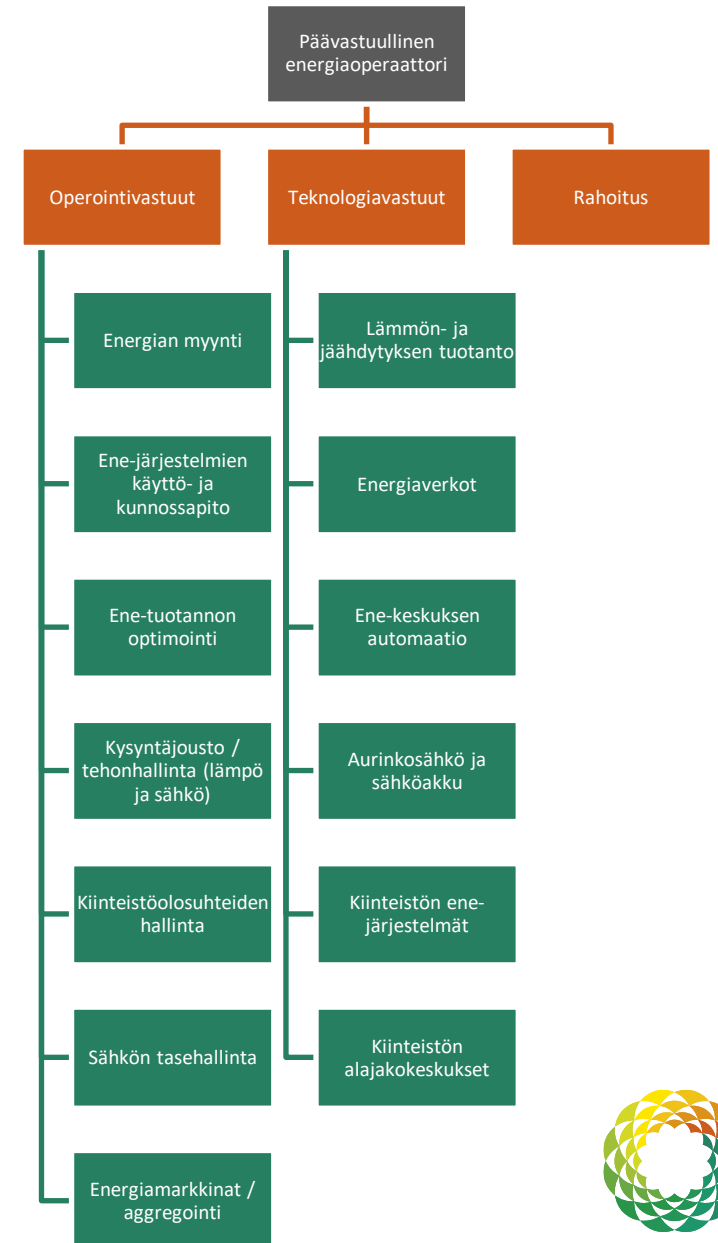
Tässä tapauksessa energiaoperaattori vastaa soveltuvin osin myös sähkön mynnistä ja jakelusta alueella ja voisi toteuttaa virtuaalivoimalaitospalveluita (aggregoida sähkökuormia optimoiden koko alueen energiajärjestelmää). Energiaoperaattori vastaa myös sähköjärjestelmien investoinneista vastaavasti.

Sähkön myyntiin, siirtoon ja jakeluun liittyy merkittävästi enemmän lainsäädäntöä, määräyksiä, rajoitteita ja veroteknisiä kysymyksiä kuin lämpö- ja jäähdytysenergian tapauksessa. Ennen kuin laajennetun ElaaS-mallin mukaista kehitystä kannattaa jatkaa pidemmälle, pitää vähintään selvittää vastaus seuraavaan kysymykseen:

- Millä edellytyksillä ja verokäsittelyllä energiakumppani (osakeyhtiö) voi hankkia sähköä markkinoilta ja myydä sitä kiinteistöosakeyhtiöille ja/tai asunto-osakeyhtiöille alueellisessa sähköverkossa paikallisen jakeluverkon alueella?

On mahdollista, että edellä kuvattu kysymys muodostuu merkittäväksi rajoitteeksi tai esteeksi ElaaS-mallin toteutukselle.

ElaaS-mallissa pitää kuluttajille luoda mahdollisuus ostaa sähköä vapaasti markkinoilta.





# Yhtiömallien soveltuvuusanalyysi

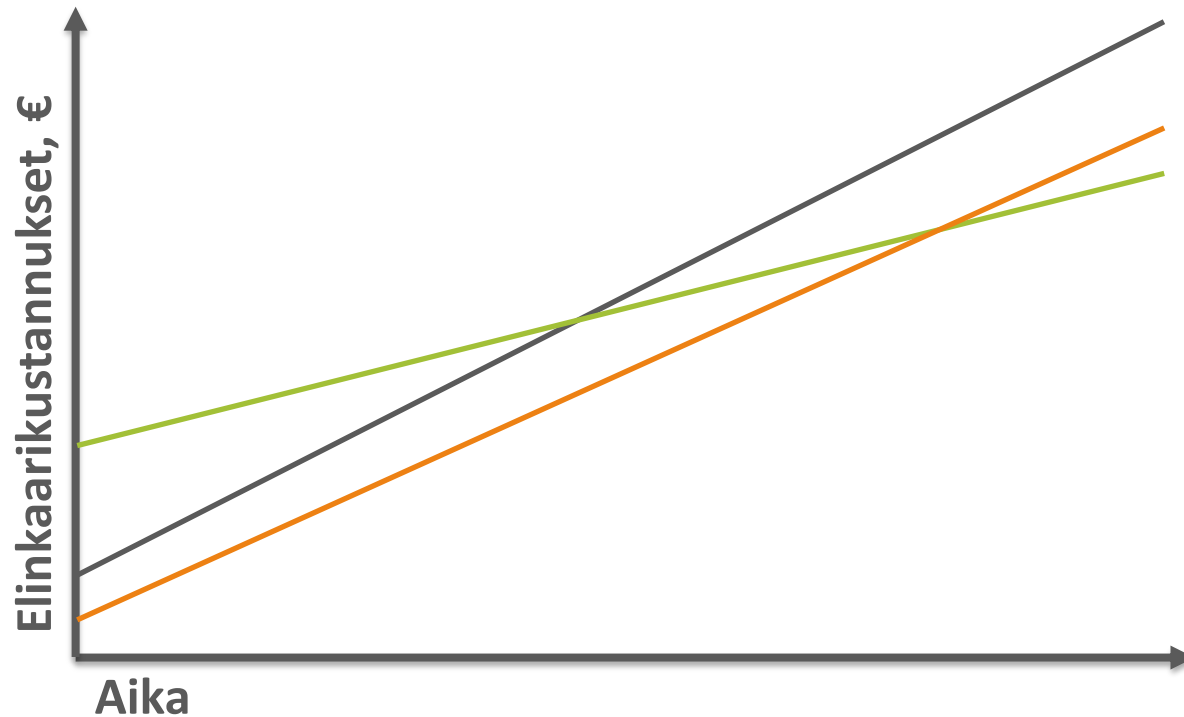
## Lähtötilanne

	Palveluyhtiö	Palveluntuottaja	Energiayhtiö	Energiayhteisö
<b>Intressit liiketoimintaan</b>	Palveluyhtiö olisi omistautunut tehtävänsä (koska perustetaan tarkoitusta varten). Sillä olisi todennäköisesti halua toteuttaa räätälöityä ja innovatiivinen ratkaisu. Kunnalla olisi omistamansa palveluyhtiön kautta mahdollisuus vaikuttaa energijärjestelmän toteutukseen ja toimintaan.	Palveluntuottajilta löytyy halua ja kyvykkyyttä toteuttaa ja operoida räätälöityjä ja innovatiivisia ratkaisuja. Kaikki markkinavuoropuheluun osallistuneet energiaoperaattorit olivat hyvin kiinnostuneita hankkeesta.	Paikallinen energiayhtiö toimii myös palveluntuottajana kiinteistö- ja aluetason hankkeissa, joten kyseessä oleva hanke on sen ydinliiketoimintaa.	Kiinteistönomistajien vahvin intressi on pienentää energialaskua ja päästöjä sekä toteuttaa haluamansa energiaratkaisut. Soveltuun parhaiten korttelikohtaisiin energiaratkaisuihin.
<b>Kyvykkyys ja osaaminen kyseessä olevaan liiketoimintaan</b>	Tarvittava kyvykkyys hankitaan oikeilla osakkuuksilla ja kumppanuusmalleilla.	Tarvittava kyvykkyys löytyy joko energiaoperaattorilta tai toteutuskumppaneilta (esim. maalämpöjärjestelmän toteutus ulkoistettuna).	Tarvittava kyvykkyys löytyy joko paikalliselta energiayhtiöltä tai toteutuskumppaneilta (esim. maalämpöjärjestelmän toteutus ulkoistettuna).	Ei omaa kyvykkyyttä, osaaminen tulee kilpailuttaa ja hankkia palveluina. Riskinä, että kyvykkyys ei riitä arvioimaan sopivia urakoitsijoita ja tarvittavia palveluntoimittajia, jolloin kokonaisuus voi jäädä rikkonaiseksi.
<b>Vaikutus loppukäyttäjän energian hintaan</b>	Tuottovaatimus riippuu osakkaista ja rahoittajista, mutta tuottovaatimus ei tässä tapauksessa ole ainoa tavoite, vaan hiilineutraalius ja innovatiivisuus painavat päätöksenteossa.	Loppuasiakkaan energian hinta muodostuu todennäköisesti asiakkaan vaihtoehdoisen ratkaisun (kaukolämpö) pohjalta. Loppupeleissä energian hinta on todennäköisesti vähintään kaukolämmön tasoa tai hieman korkeampi.	Riippuu yhtiön strategiasta liittyen uuteen liiketoimintaan. Tyypillinen oman pääoman tuottovaatimus perinteisessä liiketoiminnassa luokkaa 8–12 % (10 vuoden suora takaisinmaksuaika on jo hyvä).	Energiaa tuotettaisiin Mankala-periaatteen mukaisesti omakustannushinnalla. Lakiuudistuksen myötä tulevaisuudessa mahdollista välttää sähkövero omassa sähköntuotannossa, joka tapahtuu kiinteistön rajojen sisällä. Tässä tapauksessa kuitenkin alueella olisi useampia kiinteistöjä, joten energiayhteisömalli ei sovellu. Yleisesti iso kysymys on, saadaanko tällä mallilla optimaalinen kokonaisuus, jota ohjataan ja operoidaan myös optimaalisesti, ja miten tämä näkyy elinkaaren aikaisessa kustannuksessa?



# Yhtiömallien soveltuvuusanalyysi

*Vaikutus loppukuluttajan energian hintaan, esimerkki*






















- Energiayhtiö, perinteinen hinnoittelu
- Energiayhteisö (tai kiinteistökohtaiset loppukuluttajan investointina)
- Palveluyhtiö

- Energiayhtiön perinteinen hinnoittelu painottuu elinkaarelle, tuottovaatimus määrää kulmakertoimen
- Kiinteistönomistajan omat ratkaisut vaativat ison alkuinvestoinnin, mutta potentiaalisesti säästöä syntyy elinkaaren aikana
- Palveluyhtiön hinnoittelu riippuu osakkaista, mutta investointikykyä ja halukkuutta uusiin ratkaisuihin löytyy

# Yhtiömallien soveltuvuusanalyysi

## Yhteenveto

-  Soveltuu hyvin
-  Soveltuu kohtalaisesti
-  Soveltuu heikosti / ei sovellu

Palveluyhtiö	Peruslaajuus	EaaS	CaaS	EaaS
Palveluyhtiö				
Palveluntuottaja				
Energiayhtiö				
Energiayhteisö				

- Lähtökohtaisesti kaikki mallit soveltuvat alueelle, kysymys on lähinnä oikeanlaisista osakkuuksista ja kumppanuuksista.
- Kunnan intresseissä on todennäköisimmin energiantuotannon ulkoistaminen palveluntuottajalle.
- Markkinavuoropuhelun perusteella valitut energiaoperaattorit tarjoavat EaaS-tason palvelua.
- Etenkin CaaS- ja EaaS-malleihin voisi olla järkevää hakea ulkopuolinen palveluntoimittaja. Mikäli tähän palvelutasoon halutaan, täytyy energiaoperaattoreita pyytää erikseen tarjoamaan laajempaa palvelua.
- Energiayhteisö voisi olla vaihtoehtona lähinnä Campus-alueen sisäisiin ratkaisuihin (esim. kerrostaloyhtiöiden yhteinen maalämpöjärjestelmä).

# Operaattorivaihtoehtojen vertailu

## Markkinavuoropuhelu

- Kontaktoimme viisi potentiaalista energiaoperaattoriehdokasta markkinavuoropuhelua varten:
  - Adven
  - Auris energiaratkaisut
  - Helen
  - One1
  - St1
- Kaikki kontaktoimamme energiaoperaattoriehdokkaat ilmaisivat kiinnostuksensa hanketta kohtaan.
- St1 ei vastannut kyselymateriaaliimme määräajassa, joten heidän vastauksiaan emme saaneet mukaan vertailuun.
- Seuraavilla sivuilla on esitettyä vertailu energiaoperaattorien markkinavuoropuhelun vastauksista liittyen tarjottavan energiapalvelun sisältöön, tuottovaatimukseen, toteutustapaan ja hinnoittelumalleihin.

# Operaattorivaihtoehtojen vertailu

## Markkinavuoropuhelu

	Adven	Auris Energiaratkaisut	Helen	One1
<b>Tarjottavan energiapalvelun sisältö</b>	Palvelu sisältää energiakeskuksen ja alue-energiaverkkojen toteutuksen, investoinnit, operoinnin ja ylläpidon. Lisäksi aurinkopaneelit energiakeskuksen yhteydessä.	Energiakeskuksen ja alueverkkojen investoinnit ylläpidon ja operoinnin. Ei tarjoa itse sähkөөn liittyviä energiapalveluita (mm. aurinkopaneelit), vaan nämä hoidetaan mahdollisten kumppanien kautta, jotka solmivat suorat sopimukset kiinteistöjen kesken.	Energiaa palveluna kattaen investoinnin, käytön ja energian myynnin. Lisäksi aurinkosähkön kahdensuuntainen myynti järjestyy, sekä sähköautojen lataus. Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmän optimointi ja tehonhallinta järjestyy sovittavassa laajuudessa.	Energiakeskuksen ja alue-energiaverkkojen investoinnit, ylläpidon ja operoinnin. Kahdensuuntainen energianmyynti mahdollinen, mikäli tarpeen. Sähkön myynti (aurinkopaneelit, sähköautojen lataus) järjestyy. Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmän optimointi ja tehonhallinta, sekä sähkön tasehallinta onnistuu kumppanien kautta.
<b>Palvelun laajuus</b>	EaaS	EaaS	EaaS	EaaS

# Operaattorivaihtoehtojen vertailu

## Markkinavuoropuhelu

	Adven	Auris Energiaratkaisut	Helen	One1
<b>Tuottovaatimukset lämpöpumppu-järjestelmälle</b>	Adven sitoutuu asiakkaalta/konsultilta saatujen lähtötietojen ja mitoitusien pohjalta määritettyyn LP-järjestelmän suorituskykyyn ja hinnoitteluun. Sopimukselle määritetään vaihteluväli (+/- 15%) lämmön ja viilennystarpeen osalta. Jos tarpeet muuttuvat pysyvästi suunnitellusta, osapuolet sitoutuvat neuvottelemaan sopimuksen uudestaan. Ei palkkio- tai sanktiomallia.	Auris Energiaratkaisujen energiapalvelun hinnoittelu kannustaa tuottamaan energiaa Asiakkaalle aina tehokkaimmalla käytettävissä olevalla tuotantomuodolla. AER kantaa riskin, mikäli lämpöpumput eivät pääse yhdessä sovittuihin tuotantoarvoihin.	Asiakas sitoutuu palveluun (€/MWh), jolloin Helen vastaa laitoksen optimaalisesta käytöstä.	One1 sitoutuu teknologisen kehityksen mukaiseen tuottoon. Järjestelmän suunnittelun tulee vastata toteumaa.
<b>Lämpökaivojen toteutustapa</b>	Avoimia toteutustavalle. Ehdotettu ratkaisu perinteisillä lämpökaivoilla, mutta tarkastelevat mielellään myös keskisyviä lämpökaivoja osana kokonaisuutta. Adven tekee itse lämpökaivokentän simuloinnit 50 vuoden ajalle huomioiden mm. kaivokentän sijoittelun, kallioperän ominaisuudet, sekä kiinteistöjen lämmitys- ja viilennystarpeet.	AER:n palvelu perustuu yhteistyökumppanien hyödyntämiseen. Tämän johdosta kohteeseen voidaan toteuttaa joko perinteinen tai keskisyvä lämpökaivoratkaisu. Kumppanivalinta tehdään aina kohdekohtaisesti luotettavien ja kokeneiden toimijoiden kanssa.	Perinteiset maalämpökaivot ensisijaisena toimitusvaihtoehtona, keskisyvät lämpökaivot kilpailutetaan kumppaniverkoston kautta.	Lämpökaivot toteutetaan sen hetkisten parhaiden tietojen ja todennettujen ratkaisujen pohjalta. Ei pilottialueeksi. Toteuttanut kumppanien kanssa useita maalämpökohteita.

# Operaattorivaihtoehtojen vertailu

## Markkinavuoropuhelu

	Adven	Auris Energiaratkaisut	Helen	One1
<b>Hinnoittelun osa-alueet</b>	Kiinteä tehomaksu €/kk Energiamaksu lämmitykselle €/MWh Energiamaksu jäähdytykselle €/MWh Hyvitysmalli mahdollisten lauhdelämpöjen hyödyntämiselle (esim. PT-kauppa). Määräaikainen sopimus, tyypillisesti 20 vuotta, minkä jälkeen jatkuu 5 v jaksoissa. Mahdollisuus lunastaa tuotantolaitteisto sopimuskauden aikana.	Perusmaksu €/kk Energiamaksu €/MWh Jäähdytyksen osalta sovitaan myöhemmin, perustuuko se mitattuun vai sovittuun määrään.	Palvelumaksu €/kk, sopimusperusteisesti Energiamaksu lämmitykselle ja jäähdytykselle €/MWh, mitattuna Lisäksi kertaluonteinen sopimusmaksu €	Hinnoittelu voidaan rakentaa eri tavoin, riippuu mm vastuurajasta. Perusmaksu/palvelumaksu Energiamaksu Lisäksi tarvittaessa esim. palvelutasokomponentti
<b>Hinnoittelun sidonnaisuus</b>	Tehomaksu on indeksoitu ja tarkistetaan kerran vuodessa. Energiamaksujen hinnat tarkistetaan kerran vuodessa. Hintamuutokset perustuvat sähkön hintakomponenttien mahdollisiin muutoksiin (sähkön hankintahinta, siirto ja verot). Sähkön energiahinnan mahdollisista kiinnityksistä voidaan sopia tarkemmin (tyypillisesti esim. 5v kiinteä hinta).	Perusmaksu sisältää investointikomponentin, joka on tyypillisesti sidottu korkokehitykseen sekä käyttö- ja kunnossapidon kuukausimaksun, joka on tyypillisesti indeksoitu teollisuuden tuottajahintaan. Lisäksi perusmaksu voi sisältää sähköhankinnan kiinteistä perusmaksuja. Mitattuun lämmön tuotantoon perustuva energiamaksu on tyypillisesti sidottu sähkön hankintahintaan, joka on mahdollista kiinnittää esimerkiksi kahden vuoden jaksoina. Jäähdytyksen hintasidonnaisuus niin ikään sähkön hintaan.	Hinnoittelu sidotaan indeksiin sopimuksen mukaisesti.	Tässä vaiheessa ei vielä lisätietoa.
<b>Vaikuttaako alueen vaiheistus hinnoitteluun</b>	Sopimukset tehdään kiinteistö- ja taloyhtiökohtaisesti. Tehomaksut astuvat voimaan vaiheistuksen myötä.	Mikäli alueverkko on mahdollista rakentaa vaiheittain, helpottaa se ensimmäisen vaiheen kustannuspainetta. Energiaoperaattorilla ei ole mahdollista tehdä alueverkkoon liittyviä laajennuksia ilman, että sillä on sitovia sopimuksia niiden maksusta.	Ei, alueet liittyvät järjestelmään vaiheistuksen mukaisesti.	Vaiheistuksella on todennäköisesti jokin vaikutus, mutta tässä iso tekijä on rakentamisen varmuudesta ja sovitanko mahdollinen kumppanuus vaiheittain vai koko hankkeeseen.

# Energialiiketoiminnan kannattavuus

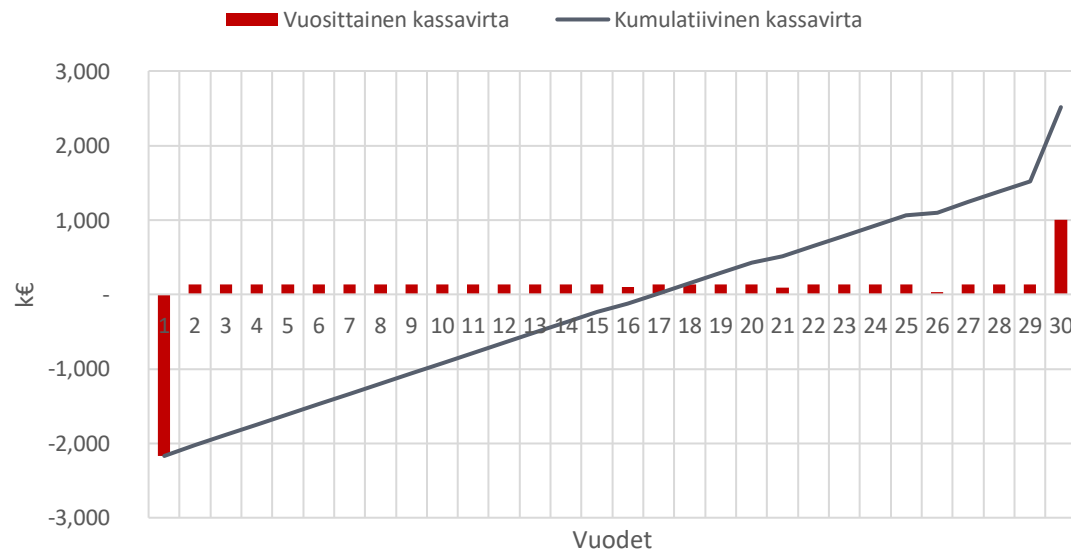
Liiketoiminnan **IRR 10 %**, **30 v** sopimuksella, jolloin suora takaisinmaksuaika noin **10,5 vuotta**

IRR:n ollessa luokkaa 4 % energian hinta loppuasiakkaalla on BaU:n tasolla

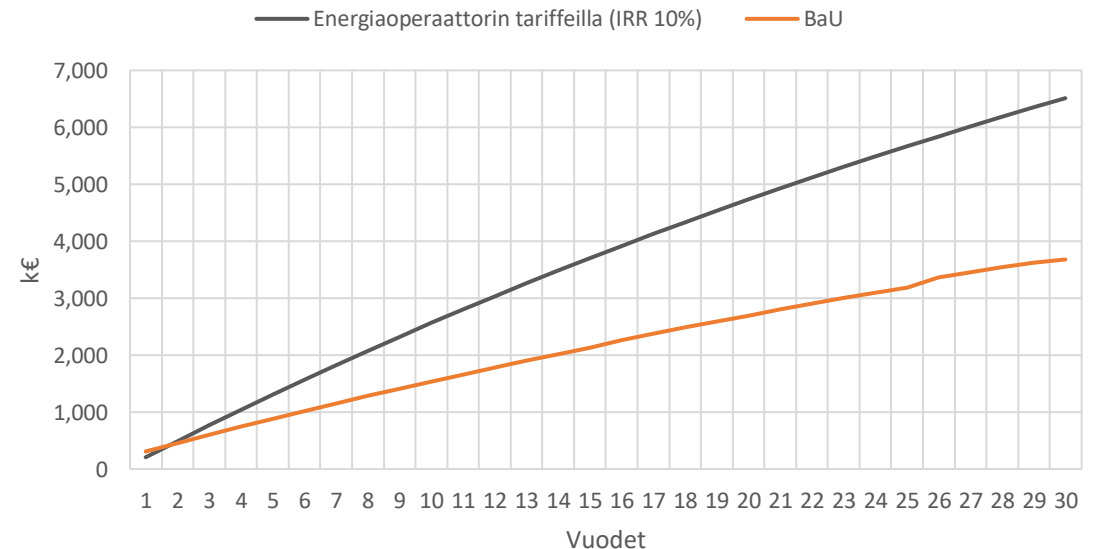
Keskimääräinen energian hinta loppuasiakkaalle 30 vuoden aikana (2 %, asiakkaan rahan hinta):

- Energiaoperaattorin tariffeilla **152,6 €/MWh**
- BaU **86,3 €/MWh**

Suora takaisinmaksuaika



Elinkaarikustannukset asiakkaan näkökulmasta





# Jatkotoimenpiteet

**Markkinavuoropuhelu**, valitaan potentiaalisimmat energiaoperaattoriehdokkaat jatkoneuvotteluihin.

**Energiahankkeen kehitysvaihe**, luodaan markkinavuoropuhelun oppien perusteella tarkemmat vaatimukset ja mahdollisesti eri laajuusvaihtoehtoja energiajärjestelmäkokonaisuudelle sekä operaattorin rooleille ja vastuille.

**Jatkoneuvottelut**, iteratiivinen neuvotteluvaihe ja hankkeen kehitys yhdessä energiaoperaattoriehdokkaiden kanssa. Mahdollisuus karsia energiaoperaattoriehdokkaita. Lopputuloksena syntyy pohja sopimukselle energiakumppanuudesta.

**Hankemallin valinta**, lyödään hankemalli lukkoon hankkeen kehitysvaiheen ja jatkoneuvottelujen pohjalta.

**Kilpailutus**, mikäli kilpailutus tarvitaan, luodaan tarkempi kilpailutusmateriaali (kriteeristö ja pisteytys jne.).

**Esisopimus**, esisopimusneuvottelut ja esisopimuksen laadinta valitun energiaoperaattorin kanssa.

## **Toteutussopimus**

➤ **Energiahankkeen suunnittelu ja toteutus**, energiaoperaattori suunnittelee ja toteuttaa energiajärjestelmän.

# Yhteystiedot

## **Oskari Fagerström**

Ryhmäpäällikkö DI, alueelliset energiaratkaisut

[oskari.fagerstrom@granlund.fi](mailto:oskari.fagerstrom@granlund.fi)

+358 50 382 3813

## **Andreas Lund**

Asiantuntija DI, alueelliset energiaratkaisut

[andreas.lund@granlund.fi](mailto:andreas.lund@granlund.fi)

+358 40 1828 231

