



KAMK • University
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Energiahierarkia



Sisältö

1. Yleistä	3
2. Alueen tavoite-energiankulutus	4
– Energiatehokkuustoimenpiteet ja vaatimukset	5
3. Alueen energiajärjestelmät	11
– Aurinkosähkö	12
– Sähkön kulutuksenjousto	14
– Maalämpökaivot ja sprinklerialtaat	15
– Lämmön ja jäähdytyksen tuottojärjestelmät	16



1. Yleistä



Energiakäsikirja

- Tarkoitettu alueen toteuttajalle ja suunnittelijoille
- Määrittää alueen energiatehokkuutta ohjaavat suunnitteluratkaisut ja reunaehdot, sekä alueella hyödynnettävät energiatuotantomuodot
- Laadittu ensisijaisesti koko alueen tavoitteiden asetantaan ja toteutukseen, mutta tarkentuu myöhemmin huomioimaan myös rakentamisen vaiheistuksen.

2. Alueen tavoite-energiankulutus

Nettotarpeet

Lämpö 1400 MWh/a

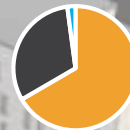
Sähkö 900 MWh/a

Jäähdytys 50 MWh/a

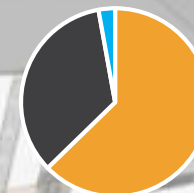
Rakennus 2



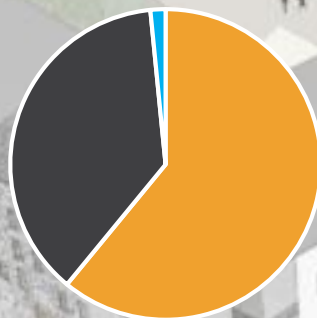
Rakennus 4



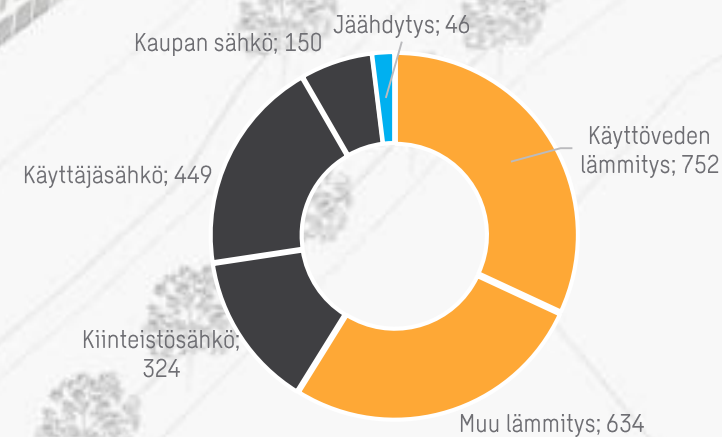
Rakennus 3



Rakennus 1



Korttelin energiatarpeen jakauma, MWh

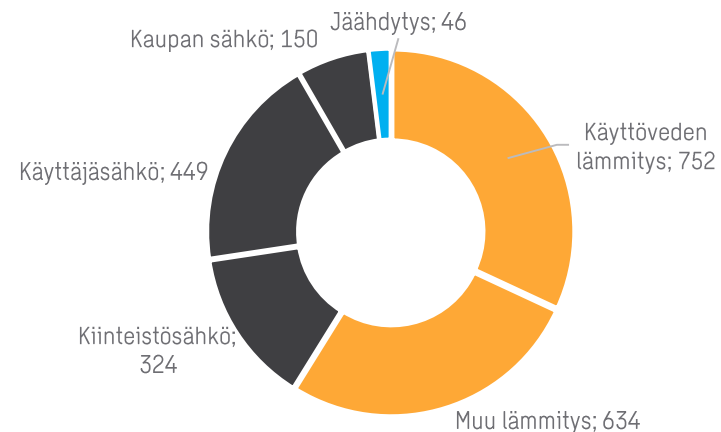


Kokonaiskuvan kannalta on hyvä ymmärtää mistä energiankulutus muodostuu ja miten eri osa-alueet suhteutuvat toisiinsa.

Energiatehokkuus

- Energiatehokkuus = nettoenergiantarpeen minimoiminen
- Lähtökohtaisesti noudatetaan energiatehokkuusasetuksia ja asetusten vertailuarvoja, mutta **paremminkin saa tehdä!**
- **Energiatehokas kokonaisuus saavutetaan parhaiten panostamalla hyvään suunnitteluun kriittisillä osa-alueilla**
- **Kriittisiä osa-alueita ovat:**
 - Ilmanvaihtojärjestelmä
 - Lämpimän käyttöveden jakelu
 - Älykäs rakennusautomaatio
 - Ikkunat

Korttelin energiatarpeen jakauma, MWh



Energiatehokkuus - Ilmanvaihtojärjestelmä

- Ilmanvaihtojärjestelmän energiatehokkuus koostuu pääasiassa neljästä tekijästä:
 - Lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde
 - SFP-luku, eli sähkön ominaiskulutus
 - Lämmitysmuoto
 - Huippuimurien minimointi
- Huoneistojen ilmanvaihto toteutetaan keskitetyillä ilmanvaihtokoneilla, jotta IV-koneiden tarvitsema lämmitys saadaan toteutettua vesikiertoisena. Lisäksi tämä mahdollistaa tuloilman jäähdytyksen.
- Keskitetyille IV-koneiden lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde maksimoidaan ja SFP-luku minimoidaan valitsemalla tavallista suuremmat konekoot. IV-konehuoneen koko on mitoitettava sopivan suureksi jo hyvissä ajoin.
 - LTO lämpötilahyötysuhde 80 ... 85 %
 - SFP-luku 1,6 kW/(m³,s)
- Huippuimurien sijasta on pyrittävä käyttämään tulo-poistoilmanvaihtoa lämmöntalteenotolla toissijaisissa tiloissa kuten porrashuoneissa. Huippuimurien aiheuttamat lämpöhäviöt ovat merkittäviä, vaikka niiden ilmamäärät olisivatkin pieniä.

Energiatehokkuus – Lämpimän käyttöveden jakelu

- Lämpimän käyttöveden tuottaminen ja jakelu muodostaa noin puolet koko alueen lämmitysenergiankulutuksesta ja kolmanneksen koko energian kulutuksesta ja on siten suurin yksittäinen energiankuluttaja.
- Lämpimän käyttöveden kulutus riippuu hyvin pitkälti asukkaiden käyttötottumuksista, mutta niitä voidaan ohjata oikeaan suuntaan.
- Huoneistokohtainen mittarointi
 - Nykyään jo vaatimus, mutta vähentää vedenkulutusta noin 8 % (lähde: Motiva)
- Paineenhallintajärjestelmä
 - Paineenalennus- tai vakiopaineventtiili runkolinjassa on halpa ja helppo tapa minimoida ylipaineesta johtuva ylimääräinen vedenkulutus.
 - Vähentää vedenkulutusta jopa 15 % ja vaikutus voidaan huomioida E-luvussa.
- Lämpimän käyttöveden kiertovesijohdon eristys
 - Kiertovesijohdon häviöt muodostavat jatkuvan ja suuren lämmitystarpeen, jonka minimoimisessa eristepaksuus on avainasemassa. Pyritään valitsemaan eristepaksuus siten, että se on keskimäärin 1,5 kertaa kiertojohdon halkaisija.

Energiatehokkuus – Älykäs rakennusautomaatio

- Rakennusten käyttöönoton jälkeen on tärkeää seurata rakennuksen toimintaa myös energiankulutuksen ja sisäilmaston osalta. Panostamalla älykkääseen rakennusautomaatioon seuranta ja tarkka säätö on mahdollista. Seuranta ei itsessään paranna rakennuksen energiatehokkuutta, vaan se pienentää virheistä aiheutuvaa lisäenergiankulutusta löytämällä ne ajoissa ja tehokkaasti.
- Älykkäät termostaatit huoneistoissa
 - auttavat ensisijaisesti suurimpien säätövirheiden poistamisessa tilalämmityksestä. Lisäksi ne mahdollistavat sisälämpötilan optimoinnin paikalla/poissa tyyppisesti sekä olosuhteiden seurannan pidemmällä aikavälillä.
 - Älykkäiden termostaattien toimittajia ovat esimerkiksi Leanheat, SiMAP ja Fourdeg.
- Energiamittarointi
 - Kaukolämmön ja sähkön energiankulutuksen mittarointi tulee jo energiayhtiön kautta, mutta kiinteistökohtaisilla energiamittareilla kulutus voidaan jaotella tarkemmin.
 - Lämmityksen osalta suositellaan mittarointia seuraavalla jaolla:
 - Lämmin käyttövesi (sis. Lämpimän käyttöveden kiertojohdon)
 - Ilmanvaihtojärjestelmä
 - Tilalämmitys
 - Sähkön osalta suositellaan mittarointia seuraavalla jaolla:
 - Kiinteistö
 - Asukkaat
 - Muut käyttäjät, kuten liiketila tai päiväkot
 - Aurinkosähkön tuotanto

Energiatehokkuus - Ikkunat

- Uudisrakentamisen vertailuarvoista poiketen ikkunoiden U-arvon tavoitteeksi asetetaan 0,8 W/m²K. Tavoitearvo koskee koko ikkunapakettia sisältäen lasin ja karmin.
- Vaatimus on asetettu, koska taloudellisissa tarkasteluissa on huomattu U-arvon parantamisen olevan halpaa suhteessa säästöihin kunhan ikkunalasin g_g -arvo on 0,45 tai suurempi.
- Koska asuntojen tuloilma viilennetään, ikkunalasin g_g -arvo voi luultavasti olla melko suuri ja siten ikkunoiden U-arvon parantaminen taloudellisesti järkevä toimenpide.
- U-arvon tavoitteesta voidaan joustaa, jos kesäajan lämpötilahallinnan simulointien perusteella vaaditaan ikkunalasien g_g -arvoksi 0,4 tai vähemmän.

Energiatehokkuus – tiivistelmä toimenpiteistä ja karkeat kannattavuudet

Talotekniikka

Ilmanvaihtojärjestelmä:

- LTO lämpötilahyötysuhde > 80 %. Suositetaan roottoreita.
- SFP-luku keskitetyissä IV-koneissa < 1,6 kW/m³/s
- Pienetkin erillispoistot pyritään korvaamaan pakettikoneilla

Investointi	Säästö lämmössä	Säästö sähkössä	Takaisinmaksuaika
60 k€	10 %	3 %	10 vuotta

Älykäs rakennusautomaatio

Säätö ja mittarointi:

- Energiamittarointi energiatyypeittäin ja järjestelmittäin
 - Lämpö: IV, tilalämmitys, LKV
 - Jäähdytys: tuotettu jäähdytys
 - Sähkö: kiinteistö, asukkaat
- Älykkäät termostaatit huoneistoihin

Investointi	Säästö lämmössä	Takaisinmaksuaika
60 k€	Vähintään 2 %	Enintään 30 vuotta

Lämmöneristys

Ikkunoiden eristäminen:

- Ikkunapakettien (lasi + karmi) U-arvo keskimäärin 0,8 W/m²K.

Investointi	Säästö lämmössä	Takaisinmaksuaika
30 k€	3 %	20 vuotta

Käyttöveden lämmitys ja kulutus

Käyttövesijärjestelmä:

- Paineenalennusventtiili tai muu paineensäätöjärjestelmä
- LKV kiertojohtoon eristystasoon panostaminen
- Huoneistokohtainen mittarointi + kulutuksen seurantamahdollisuus ja ohjeistusta asukkaalle.

Investointi	Säästö lämmössä	Takaisinmaksuaika
-	8 %	-

Energiatehokkusparannuksen suhteessa määräystasoon

Parannus	Tavoite	Määräys
IV-koneiden lämpötilahyötysuhde	80 %	73 %
IV-koneiden SFP-luku	1,6 kW/m ³ /2	1,8 kW/m ³ /2
Ikkunapakettien U-arvo	0,8 W/m ² K	1,0 W/m ² K
Energiamittarit	Piireittäin / järjestelmittain Sähkö: kiinteistö / käyttäjä	Energiamuodoittain
Älykäs ohjaus	Älykkäät termostaatit	-
KV paineenhallinta	Paineenalennusventtiili	-

3. Alueen energiajärjestelmät

- Alueen kiinteistöjen energiajärjestelmissä hyödynnetään ilmaisenergioita kaukolämpöön ja verkkosähkөөn tukeutuen.
- Jäähdytys ja ilmanvaihdon etulämmitys tuotetaan passiivisesti maalämpökaivoilla, joiden tukena käytetään sprinklerialtaita huipputehojen leikkaamiseen.
 - Huomioimalla, että sprinklerialtaissa riittää varastointikykyä tasoittamaan päivän jäähdytystehontarve tasaisesti koko vuorokaudelle, voidaan maalämpökaivojen mitoitus tehdä tehon sijaan energian perusteella, jolloin tarvittava maalämpökaivojen määrä tippuu jopa kolmannekseen!
- Sähköä tuotetaan paikallisesti aurinkopaneeleilla.
- Kaikki lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät ovat rakennuskohtaisia
- Sähköntuotanto voi olla joko rakennus- tai aluekohtaista riippuen energiayhteisö laajuudesta.

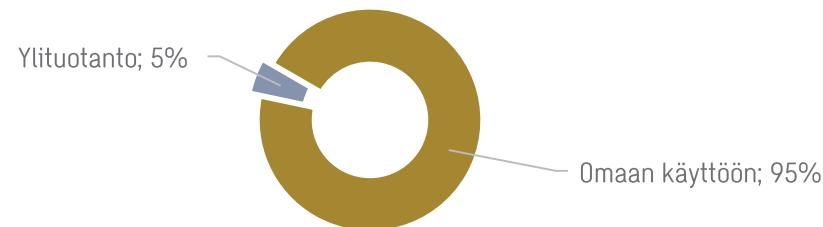
Aurinkosähkö – Uusiutuva energia



Havainnollistava kuva paneelien sijoittelusta ja laajuudesta (825 m²), jossa ylituotanto olisi karkeasti noin 5 % minimitasolla. Merkittyjen alueiden koossa oletettu, että noin puolet sen pinta-alasta on paneelia.

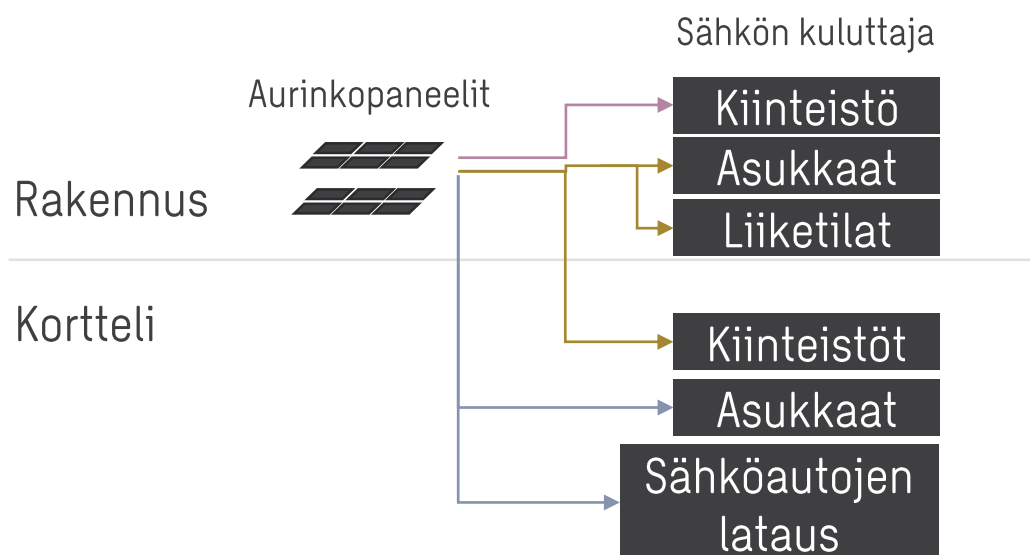
- Aurinkopaneelien määrä mitoitetaan siten, että 95 % tuotetusta sähköstä saadaan hyödynnettyä suoraan rakennuksessa / alueella. Loput 5 % voidaan myydä verkkoon tai jättää hyödyntämättä.

Aurinkosähkön tavoitemitoitus



- Mitä suurempi järjestelmä, sen kannattavampi, kunhan ylituotantoa ei ole liikaa.
- Aurinkopaneelien määrän tarkka mitoitus kannattaa tehdä myöhemmin, kun on tiedossa kuinka laajasti aurinkosähköä voidaan hyödyntää ja kuinka hyvin niille löytyy kattopintaa. Parhaat kattopinnat aurinkopaneeleille ovat noin 30 - 45 asteen kulmassa etelään kallistuvat katot. Tasakatto ja kaakkoon tai luoteeseen suunnatut katot toimivat myös hyvin aurinkopaneeleille.

Aurinkosähkön hyödyntäminen



- Mitä laajemmin tuotettua aurinkosähköä voidaan hyödyntää, sitä suurempi ja kannattavampi järjestelmästä saadaan.
 - **Minimitaso:** rakennuksien katolla tuotettu aurinkosähkö voidaan käyttää vain sen rakennuksen kiinteistösähköön. Tämä on tyypillinen aurinkosähköjärjestelmän taso.
 - **Hyvä taso:** rakennuksien katolla tuotettu aurinkosähkö voidaan hyödyntää koko alueen kiinteistösähköön tai sen rakennuksen koko sähköntarpeeseen.
 - **Paras taso:** rakennuksien katolla tuotettu sähkö voidaan hyödyntää koko alueen koko sähköntarpeeseen, eli kiinteistösähkön lisäksi myös käyttäjien sähkönkulutukseen.
- Minimitasoa laajempi hyödyntäminen vaatii niin kutsuttujen energiayhteisöjen muodostamista, missä kiinteistön tuottama sähkö voidaan hyvityslaskennan avulla laskea käytettäväksi asukkaiden toimesta. Lainsäädäntö tätä menettelytapaa varten on tullut juuri valmiiksi:
<https://tem.fi/-/energiayhteisot-helppottamaan-itse-tuotetun-sahkon-jakamista-naapurustossa>

Sähkön kulutuksenjousto

- Rakennusautomaatiojärjestelmävaatimuksissa esitettävä halutut toimenpiteet sähkön kulutuksenjoustoön liittyen:
 - Tutkitaan mahdollisuus merkittävimpien kuormakokonaisuuksien vuorotteluun ja synkronoidaan energiankulutus tasaiseksi.
 - Optimoidaan aurinkosähkön käyttö siirtämällä kuormitusta tuottoisaan aikaan.
 - Ohjataan kuluttamaan sähköä edullisen energian aikaan ja vähentämään kulutusta kalliin energian aikaan.
 - Huomioidaan rakennusautomaatiossa optio kysyntäjoustoön osallistumisesta merkittävimpien kuormien osalta.



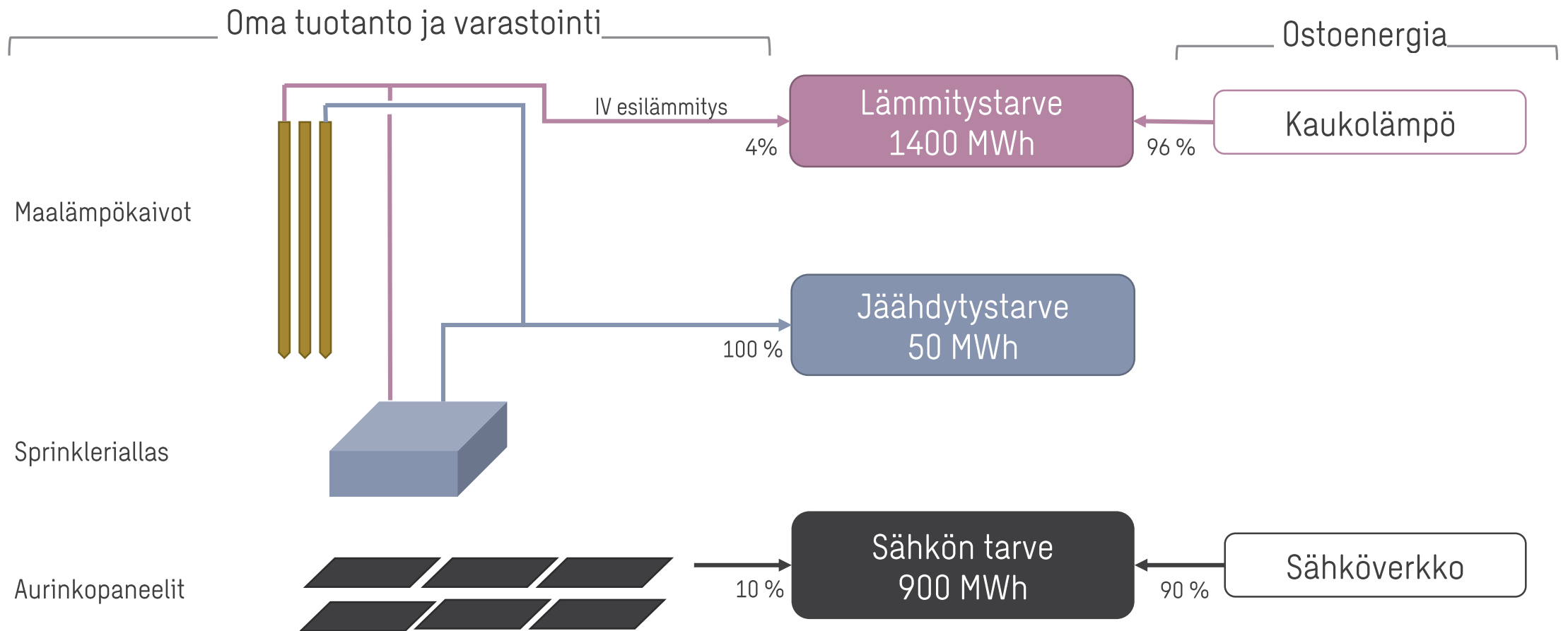
Maalämpökaivot ja sprinklerialtaat

- Maalämpökaivot mitoitetaan tuottamaan rakennusten tarvitsema tuloilman viilennys. Arvioitu huipputeho korttelin alueella 200 kW.
- Laskelmien perusteella tarvittavien kaivojen määrä on 6 – 10 kpl ja aktiivisyvyys noin 200 m.
- Sprinklerialtaita käytetään tasoittamaan jäähdytyksen tehopiikkejä. Tämä vaatii jäähdytyspiirin viemisen sprinklerialtaille ja altaaseen soveltuvan lämmönsiirtimen asentamista. Ilman sprinklerialtaiden hyödyntämistä kaivojen tarve nousee 20 kappaleeseen.
- Maalämpökaivoja ja sprinklerialtaita käytetään myös talvella IV-koneiden raitisilman esilämmittämiseen. Tällä tavoin leikataan kaukolämmön huipputehoa ja jäähdytetään maalämpökaivoja kesää varten.



Havainnollistava kuva maalämpökaivojen sijoittelusta (10 kpl) rakennuskohtaisesti. Jokaisella rakennuksella myös oma sprinkleriallas.

Periaatekaavio rakennuksen energiajärjestelmästä



Energiamäärät ja osuudet ilmoitettu koko korttelille

Alueen energiajärjestelmien komponentit



-  Kaukolämpökeskus
-  Maalämpökaivo
-  Sprinkleriallas
-  Aurinkopaneelikenttä (josta noin 50% paneelia)

Kaikki energiajärjestelmät rakennuskohtaisia.

Ainoana mahdollisena poikkeuksena aurinkopaneelit, jos rakennukset päätetään liittää yhdeksi energiayhteisöksi.



Sammonkaaren energiasuunnitelma

28.1.2020



KAMK • University
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus

Vipuvoimaa

EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto