



Kuva: Arkkitehtitoimisto AJAK

SAVILAHDEN ÄLYKKÄÄT ENERGIAVERKOT -SELVITYS

MATERIAALIKOOSTE / TAUSTARAPORTTI
13.12.2018

KONSULTIN VASTUUN RAJAUS

Tässä raportissa kuvataan Ramboll Finland Oy:n ("Konsultti") Kuopion kaupungille ("Asiakas") tekemän selvitystyön tulokset. Selvitysten tarkoitus ja laajuus sekä selvityksiin liittyvät oletukset ja rajaukset sekä Rambollin vastuun rajoitukset selvityksiä koskien on sovittu Asiakkaan kanssa.

Tämä raportti perustuu Konsultille haastatteluissa ja kyselyissä ilmaistuihin tietoihin, Asiakkaan toimittamaan dokumentaatioon sekä julkisesti saatavilla olevaan tietoon. Raportti pyrkii antamaan tarkoituksenmukaista tietoa kohteena olevasta asiasta, huomioiden kuitenkin kyseessä olevien selvitysten tavanomaiset lähtökohdat sekä selvitysten tekemiselle varatun ajan sekä konsultin käyttöön annetut tiedot. Raportti heijastaa selvityksen ajankohdan tilannetta ja käytettävissä olevaa tietoa. Konsultti ei anna takeita tai vakuutuksia tiedon virheettömyydestä tai aukottomuudesta eikä ota vastuuta tiedon virheistä tai puutteista tai mistään raportissa esitetystä informaatiosta tai johtopäätöksistä.

Konsultti on laatinut tämän raportin yksinomaan Asiakkaalle. Ellei Asiakkaan ja Konsultin välillä ole toisin sovittu, Konsultin vastuu perustuu konsulttitoiminnan yleisiin sopimusehtoihin KSE 2013.

JOHDON YHTEENVETO

Johdon yhteenveto on koottu erilliseen esittelymateriaaliin.

SAVILAHDEN ÄLYKKÄÄT ENERGIAVERKOT -RAPORTIN SISÄLTÖ

1. Projektin lähtökohdat, tavoitteet ja toteutus
2. Benchmarking-tarkastelun yhteenveto
3. Markkinakatsaus älyverkon keskeisistä teknologioista
4. Tavoitetila/visio Savilahden älykkäälle energiaverkolle
5. Toimijoiden näkemykset ja toteutettavuustarkastelut
6. Kaupungin käytettävissä olevat ohjauskeinot
7. Rahoitus- ja TKI- mahdollisuudet
8. Esitetyn vision vaikutusten arviointi
9. Yhteenveto, etenemisen roadmap ja keskeiset toimijat
10. Loppusanat

Lähdeluettelo

Liite 1: Benchmarking-tarkastelu

ÄLYKKÄÄT ENERGIAVERKOT- SELVITYKSEN TAUSTALLA KUOPION SAVILAHTI-PROJEKTI, SMARA-HANKE JA SAVE-MALLI

- Kuopion seudun Savilahti-projekti on alueellinen strateginen kärkihanke ja myös merkittävä hanke kansainvälisesti, valtakunnallisesti ja seudullisesti. Alueen tavoitteena on kasvaa 2020 luvulla 34 000 toimijan keskittymäksi, ja olla vetovoimainen ja nykyaikainen kasvua sekä kehitystä tukeva ympäristö.
- Savilahden alueella oppilaitokset (yliopisto, AMK, SAKKY), uudet työpaikat ja asuminen tuovat kokonaisuutena uusia rakentamismahdollisuuksia alueelle Savilahti -projektin tavoitteiden mukaan noin 500 000 kem2.
- SmaRa -hanke on Savilahti-projektia tukeva EU-rahoitteinen osaprojekti, jossa selvitetään kaupunkikehittämisessä toteutettavissa olevia vähähiilisyyttä edistäviä ja älykkäitä ratkaisuja. SmaRa -hanke ja Savilahden vähähiilinen energiamalli, SaVE-malli, ovat toimineet tämän työn lähtötietona.



Kuvan lähde: Kuopion kaupunki

SELVITYSTYÖN TAVOITE: ESITTÄÄ ÄLYKKÄIDEN SÄHKÖVERKKOJEN RATKAISUT SAVILAHDEN UUTTA KAUPUNGINOSAA VARTEN

- Kuopion kaupungin Savilahti-projekti ja Savilahden smarteimmat ratkaisut -hanke (SmaRa) teettivät tämän selvityksen älykkäiden sähköverkkojen tarjoamista mahdollisuuksista energiatehokkuuden parantamisessa sekä kysyntäjouston ja vähähiilisuuden edistämiseksi Savilahden kaupunginosassa.
 - Selvityksen tavoitteena on nostaa esiin ja arvioida erilaisia älykkäiden sähköverkkojen ratkaisuja, joita on mahdollista hyödyntää Savilahden uudessa kehittyvässä kaupunginosassa ja esittää järjestelmiä joihin tulevaisuudessa kannattaa varautua.
 - Selvityksen tavoitteena on tunnistaa ratkaisut sähköisen älyverkon osalta ja huomioida vaikutukset lämpö- ja jäähdytysverkkoon niiltä osin kuin ne vaikuttavat keskenään.
 - Selvityksessä huomioidaan Savilahteen aiemmin tehdyt selvitykset, kuten Savilahden vähähiilinen energiamalli SaVe-hankkeen tulokset sekä Konsultin kokemuseräinen tieto.
- Älykkäällä sähköverkolla, älyverkolla, tarkoitetaan Työ- ja elinkeinoministeriön Älyverkkovision määritelmän mukaisesti laajaa toiminnallista kokonaisuutta eli palvelualustaa, joka kattaa sähkön fyysisen siirron ja jakelun lisäksi muun muassa tuotannon, hajautetut resurssit, sähköjärjestelmän joustot ja erilaiset älyverkkosovellukset ja joka yhdistää fyysisen sähkönsiirron tukku- ja vähittäismarkkinoille
- Älykkäillä ratkaisuilla energiaverkossa on mahdollista lisätä alueen energiajärjestelmän tehokkuutta, joustavuutta ja varmuutta sekä edistää vähähiilistä tuotantoa ilmastonmuutoksen tuomien tarpeiden mukaan. Älykkäillä ratkaisuilla on myös mahdollista kasvattaa viihtyvyyttä asumisessa ja toimitiloissa, parantaa oppimisviihtyvyyttä sekä tuoda kiinteistönomistajalle taloudellisia etuja esimerkiksi sähkön kysyntäjouston ja kokonaisvaltaisen energiankäytön optimoinnin kautta. Älyverkko tuo kuluttajat mukaan monipuolisemmin ja mahdollistaa toimijoille parempien palveluiden tuottamisen niin rakentamisessa kuin liikenteessä.



SELVITYSTYÖN TOTEUTTI RAMBOLL FINLAND OY ELO-MARRASKUUSSA 2018

- Selvitystyön toteutti Ramboll Finland Oy. Työryhmässä toimivat seuraavat Ramboll Finlandin asiantuntijat:
 - Mirja Mutikainen, projektipäällikkö
 - Kreetta Manninen, projektikoordinaattori ja asiantuntija
 - Markku Ahonen, asiantuntija
 - Jukka Jalovaara, asiantuntija
 - Mika Kovanen, asiantuntija
 - Jukka Kopra, asiantuntija
- Selvitystyön ohjausryhmä kokoontui neljä kertaa. Ohjausryhmän puheenjohtajana toimi projektipäällikkö Tapio Kettunen (Kuopion kaupunki), ja ohjausryhmään kuuluivat projektipäällikkö Retu Ylinen (Kuopion kaupunki), teknologiapäällikkö Jarmo Voutilainen (Kuopion kaupunki), asiantuntija Jorma Takkinen (Kuopion Energia) ja verkkopäällikkö Lauri Siltanen (Kuopion Sähköverkko Oy).

Päävaihe	I Käynnistys	II Tavoitetilan määrittely	III Toteutettavuuden tarkastelu	IV Vaikutusten arviointi	V Tulosten ja raportin viimeistely ja esittely
Aikataulu	8/2018	8-9/2018	9-10/2018	10/2018	11/2018
Keskeiset tehtävät	Työn käynnistys	Savilahden älyverkon tavoitetilan määrittely ja ensimmäisen kyselyn toteutus sidosryhmälle.	Savilahden älyverkon toteutettavuuden tarkastelu ja sidosryhmän näkemysten huomioiminen.	Savilahden älyverkon vaikutukset eri älyverkon osapuolille ja sidosryhmän näkemysten selvittäminen toisella kyselyllä.	Raportointi ja työn luovuttaminen Asiakkaalle.

SAVILAHDEN ÄLYKKÄÄT ENERGIAVERKOT -RAPORTIN SISÄLTÖ

1. Projektin lähtökohdat, tavoitteet ja toteutus
2. Benchmarking-tarkastelun yhteenveto
3. Markkinakatsaus älyverkon keskeisistä teknologioista
4. Tavoitetila/visio Savilahden älykkäälle energiaverkolle
5. Toimijoiden näkemykset ja toteutettavuustarkastelut
6. Kaupungin käytettävissä olevat ohjauskeinot
7. Rahoitus- ja TKI- mahdollisuudet
8. Esitetyn vision vaikutusten arviointi
9. Yhteenveto, etenemisen roadmap ja keskeiset toimijat
10. Loppusanat

Lähdeluettelo

Liite 1: Benchmarking-tarkastelu

BENCHMARKING–TARKASTELUN TAVOITTEENA OLI TUNNISTAA RATKAISUJA, JOITA VOIDAAN HYÖDYNTÄÄ SAVILAHDESSA

Benchmarking-tarkastelussa käytiin läpi yhteensä 12 kohdetta

Kotimaiset kohteet

- Kalasataman alue, Helsinki
- LUT Green Campus, Lappeenranta
- Energiayhteisö LEMENE, Lempäälä
- Hiukkavaaran alue, Oulu
- Skanssi, Turku (fokus: energialiite)
- Sundomin kylä, Vaasa (fokus: luotettavuus)
- Wasa Station-kortteli, Vaasa

Kansainväliset kohteet

- Royal Seaportin alue, Tukholma, Ruotsi
- Gotlannin saari, Ruotsi
- Bornholmin saari, Tanska
- Nordhavnin alue, Kööpenhamina, Tanska
- Texelin saari, Hollanti

VALITUISTA BENCHMARK-KOHTEISTA ARVIOITIIN JA KUVATTIIN SAVILAHDEN KEHITTÄMISEN NÄKÖKULMASTA OLEELLISIA ASIOITA

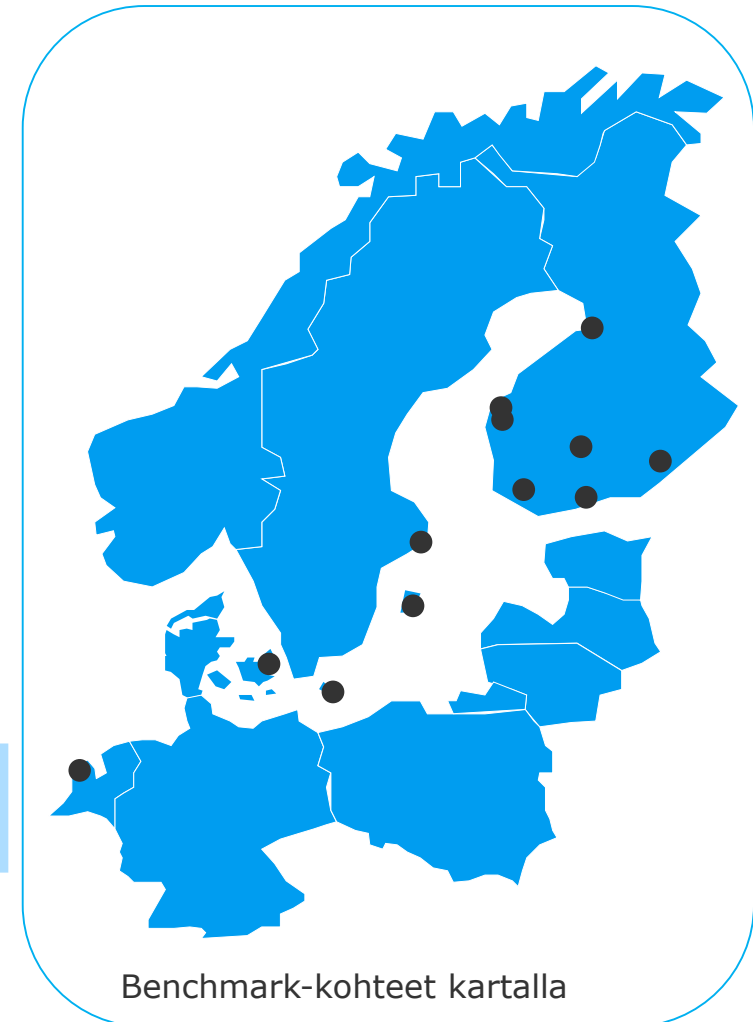
Benchmark- tarkastelussa jokaisesta kohteesta arvioitiin ja kuvattiin asioita, jotka ovat relevantteja Savilahden älyverkkojen kehityksen näkökulmasta.

- Alueelle asetetut tavoitteet ja tavoitellut hyödyt; miten niitä on saavutettu / ollaan saavuttamassa
- Energian tuotannon rajapinta (energiaverkkoon, älykkääseen sähköverkkoon)
- Älykkään sähköverkon rajapinta energiamarkkinaan (sähkömarkkinaan)
- Energianhallinta ja energiadatan käsittely
- Rakennusten rajapinta älykkääseen sähköverkkoon
- Infrastruktuurin rajapinta älykkääseen sähköverkkoon
- Käytetyt ohjauskeinot ja mekanismit, joilla ohjattu kohti älykästä sähköverkkoa

Yhteenveto benchmark-tarkastelusta on seuraavilla sivuilla alla kuvatulla tavalla muodostettuna

Asiakokonaisuus	Relevantteimmat kotimaiset kohteet ja niiden ratkaisut lyhyesti	Relevantteimmat kansainväliset kohteet ja niiden ratkaisut lyhyesti
-----------------	---	---

Kattava kohteiden tarkastelu on raportin liitteenä 1.



Benchmark-kohteet kartalla

YHTEENVETO BENCHMARK-KOhteista ESILLENOUSSEISTA

ASIakokONAISUUKSISTA 1/2

Asiakokonaisuus	Relevanteimmat kotimaiset kohteet ja niiden ratkaisut lyhyesti	Relevanteimmat kansainväliset kohteet ja niiden ratkaisut lyhyesti
Älykäs sähköverkko (Kysyntäjousto)	Kalasatama: Kaksisuuntainen sähköverkko mahdollistaa aurinkoenergian, sähkövaraston sekä rakennusten eri kuormien yhdistämisen. LUT Green Campus: Kampuksella toimii älykäs sähköverkko ja energianhallintajärjestelmä, jonka avulla on integroitu aurinko- ja tuulivoimaa, sähkövarasto, rakennusten kuormanhallinta sekä sähköautojen latauspisteitä.	Bornholm: Saarella tutkittiin reaaliaikaisen hintasignaalin vaikutusta kysyntäjoustoon. Tutkimus toteutettiin asuntojen automaattisilla sähkölämmitysjärjestelmillä. Texel: Saaren asukkaiden kotitalouslaitteisiin asennettiin automaatiojärjestelmät sekä älymittareita joiden avulla asukkaat osallistuivat automaattisesti kysyntäjoustoon ja voivat tarkkailla omaa energiankulutustaan tarkemmin.
Älykäs energia-verkko (Myös lämmitys ja jäähdytys kysyntäjoustossa)	LEMENE: Alue pyrkii energiaomavaraisuuteen hyödyntämällä aurinkoenergiaa, mikrogrid hallintajärjestelmää, kaasumootoreita, polttokennoja sekä sähkövarastoja. Alueen sähköverkko toimii suljettuna jakeluverkkona.	Royal Seaport: Kehityshanke Tukholmalaisen kaupunginosan kehittämistä fossiilivapaaksi vuoteen 2030 mennessä. Hyödyntää laaja-alaisesti älykkäitä energiaratkaisuita, kuten aurinkovoimaa, sähkövarastoja, kysyntäjoustoa, sähköistä liikennettä sekä älykodinkoneita. Nordhavn: Kööpenhaminalainen kaupunginosa, joka toimii kokeellisena alustana uusille energiaratkaisuille. Alueella tehdään laajaa tutkimustyötä joiden tavoitteena on yhdistää sähkö- ja lämmitysjärjestelmät ja energiatehokkaat rakennukset sekä sähköinen liikenne älykkääseen, joustavaan ja optimoituun energiajärjestelmään
Luotettava sähköverkko (Sähkön toimitus-varmuuden kasvattaminen)	Vaasa Sundom: Etäohjattavat muuntamot, automaattinen vianhallintajärjestelmä Kalasatama: Etäohjattava muuntamo sekä rengasverkko	Gotlanti: Verkon luotettavuutta parannettiin lisäämällä automatiikkaa vianhallintajärjestelmään.
Uusiutuvan sähkön-tuotannon edistäminen	Jokaisessa Benchmark kohteessa on tavoitteena uusiutuvan sähköntuotannon edistäminen jollain tasolla. Isoimmat kohteet kotimaassa ovat LEMENE, Kalasatama ja LUT ja kansainvälisesti Royal Seaport, Gotlanti, Texel sekä Nordhavn. Gotlannissa on erityisesti otettu tavoitteeksi lisätä tuulivoiman kapasiteettia saarella kysyntäjouston sekä verkonhallinnan avulla.	
Omavaraisuuteen pyrkiminen	LEMENE: Energiayhteisön tavoitteena on toimia energiaomavaraisena. Alueen sähköverkko toimii suljettuna jakeluverkkona, joka priorisoi omaa tuotantoa. Verkko on kuitenkin kytketty myös kantaverkkoon, josta voidaan tuoda sähköä tarvittaessa.	Texel: Saari haluaa olla energianeutraali vuoteen 2020 mennessä. Neljä energiatavoitetta: 1. Vähentää energiankulutusta. 2. Lisää uusiutuvan energian tuotantoa saarella 3. Käyttää uusiutuvaa energiaa kun sitä on saatavilla säilyttäen mukavuuden 4. Älykkäämpää käyttöä nykyiselle energiainfralle

YHTEENVETO BENCHMARK-KOhteista ESILLENOUSSEISTA

ASIakokONAISUUKSISTA 2/2

Asiakokonaisuus	Relevanteimmat kotimaiset kohteet ja niiden ratkaisut lyhyesti	Relevanteimmat kansainväliset kohteet ja niiden ratkaisut lyhyesti
Rakennusten ja infran rooli osana älykästä järjestelmää	Kalasatama: kiinteistöautomaatio, Tontinluovutusehdoista esimerkkejä: taloteknisissä järjestelmissä tulee olla avoimet ja kaksisuuntaiset kommunikaatorajapinnat, sähkökuormat tulee olla ohjattavissa ja tontin autopaikoista 1/3 tulee olla sähköautopaikkoja Hiukkavaara: Pientalot Skanssi: Kiinteistöautomaatio, samat Tontinluovutusehdot kuin Kalasatamassa, lisäksi kaksisuuntaisuuden turvaaminen kaukolämmössä	Royal Seaport: Kiinteistöautomaatio, kiinteistöjen omat aurinkopaneelit sähkövarastot ja älykodinkoneet Gotlanti: Kysyntäjousto Vattenfallin älykotituotteilla (esim. Lämmityksen älykäs ohjaus) Bornholm: Kiinteistöautomaatio Nordhavn: Kiinteistöautomaatio Texel: Asunnoissa älymittarit kulutuksen seurantaan varten sekä automaattista ohjausta
Tiedonkeruu ja -hallinta	Kalasatama: Energiadatan palveluoperaattori LUT Green Campus: 5G-alusta Wasa Station: "Energiaväylä" ja siihen liitetty älykkyys	Royal Seaport: Mikroverkon hallintajärjestelmä Nordhavn: Keskitettyä datan hallintaa tehdään DTU:n toimesta. Koko energiaverkon hallintajärjestelmä
Ohjaus kaavoituksella, ehdoilla ja määräyksillä	Turku ja Kalasatama: Tontinluovutusehdot/ Energialiite Hiukkavaara: Tontinluovutusehdot	
Ohjaus tavoitteilla ja yhteishankkeilla	Kalasatama: Yhteishanke Hiukkavaara: Integroiva kaupunkisuunnittelu	Royal Seaport: Vahva tuki kaupungilta, tavoite fossiilivapaa alue 2030 Bornholm: EcoGrid-hankkeen demonstraatiokohde Nordhavn: Tuki valtion tasolta, tavoite Fossiilivapaa alue 2025

SAVILAHDEN ÄLYKKÄÄT ENERGIAVERKOT –RAPORTIN SISÄLTÖ

1. Projektin lähtökohdat, tavoitteet ja toteutus
2. Benchmarking-tarkastelun yhteenveto
3. Markkinakatsaus älyverkon keskeisistä teknologioista
4. Tavoitetila/visio Savilahden älykkäälle energiaverkolle
5. Toimijoiden näkemykset ja toteutettavuustarkastelut
6. Kaupungin käytettävissä olevat ohjauskeinot
7. Rahoitus- ja TKI- mahdollisuudet
8. Esitetyn vision vaikutusten arviointi
9. Yhteenveto, etenemisen roadmap ja keskeiset toimijat
10. Loppusanat

Lähdeluettelo

Liite 1: Benchmarking-tarkastelu

MARKKINAKARTOITUS ÄLYVERKON ERI OSAPUOLIA KOSKEVISTA KESKEISISTÄ TEKNOLOGIOISTA

Markkinakartoituksen tarkoituksena oli tuottaa tietoa uusimmista käytännöistä ja teknologioista Savilahden energiaverkkojen tavoitetilän määrittämiseksi.

Älyverkkoratkaisujen markkinoiden selvitys on tehty dokumenttianalyysinä, jonka perusteella on tunnistettu uusimman nykytiedon mukaiset trendit ja nostettu esiin merkittävimmät teknologiat sekä niiden kehitysnäkymät tarkastellen tulevaisuutta. Analyysissa on tarkasteltu

- Teknologia- ja kehitysnäkymiä sähköverkon (teknisen, fyysisen) näkökulmasta
- Teknologia- ja kehitysnäkymiä energiantuotannon sekä varastoinnin näkökulmasta
- Teknologia- ja kehitysnäkymiä rakennusten näkökulmasta
- Teknologia- ja kehitysnäkymiä liikenteen ja latausinfraan näkökulmasta
- Teknologia- ja kehitysnäkymiä datan käsittelyn sekä sähkömarkkinoiden näkökulmasta

Kartoituksen alussa tuodaan esille oleellisimpia teknologioihin liittyviä kokonaislinjauksia. Sen jälkeen keskeisiä teknologioita arvioidaan alla kuvattujen otsikkojen valossa.

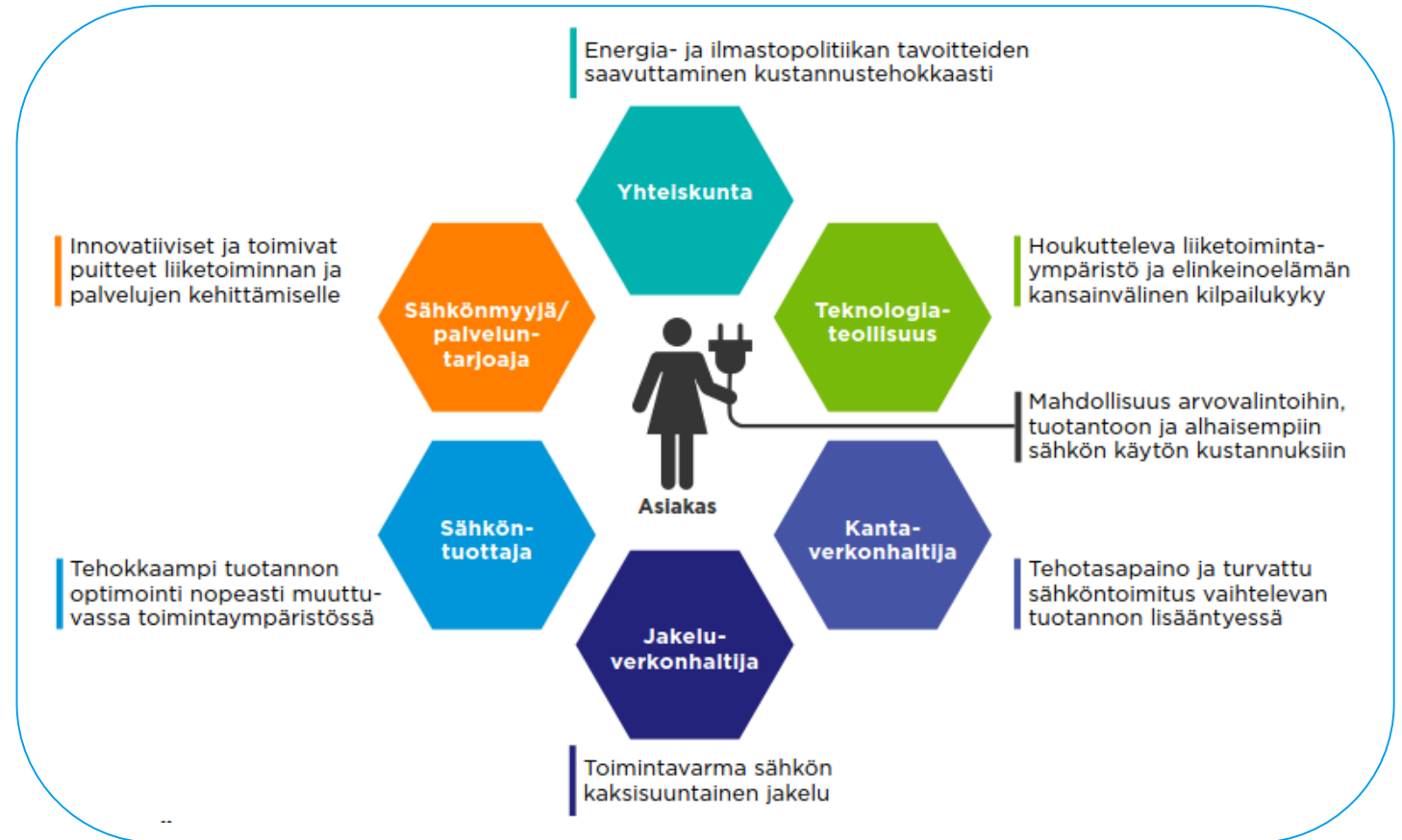
Teknologia	Teknologian nykytila	Teknologian kehitysnäkymät
------------	----------------------	----------------------------



TEKNOLOGIAKARTOITUKSEN TAUSTALLA SELVITYKSEN AIKANA VALMISTUNUT SUOMEN KANSALLINEN ÄLYVERKKOVISIO

- Suomen Työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) vuonna 2016 muodostaman Älyverkkotyöryhmän laatima Älyverkkovisio (10/2018) määrittelee älyverkon käsitteen seuraavasti:
 - *Laaja toiminnallinen kokonaisuus – palvelualusta – joka kattaa sähkön fyysisen siirron ja jakelun lisäksi muun muassa tuotannon, hajautetut energioresurssit, sähköjärjestelmän joustot ja erilaiset älyverkkosovellukset ja joka yhdistää fyysisen sähkönsiirron tukku- ja vähittäismarkkinoihin*
- Euroopassa edistetään tällä hetkellä älyverkkojen kehitystä energiapolitiikan toimin tutkimuksen, innovaatioiden ja pilotoinnin, standardoinnin ja DSO/TSO roolien kehityksessä

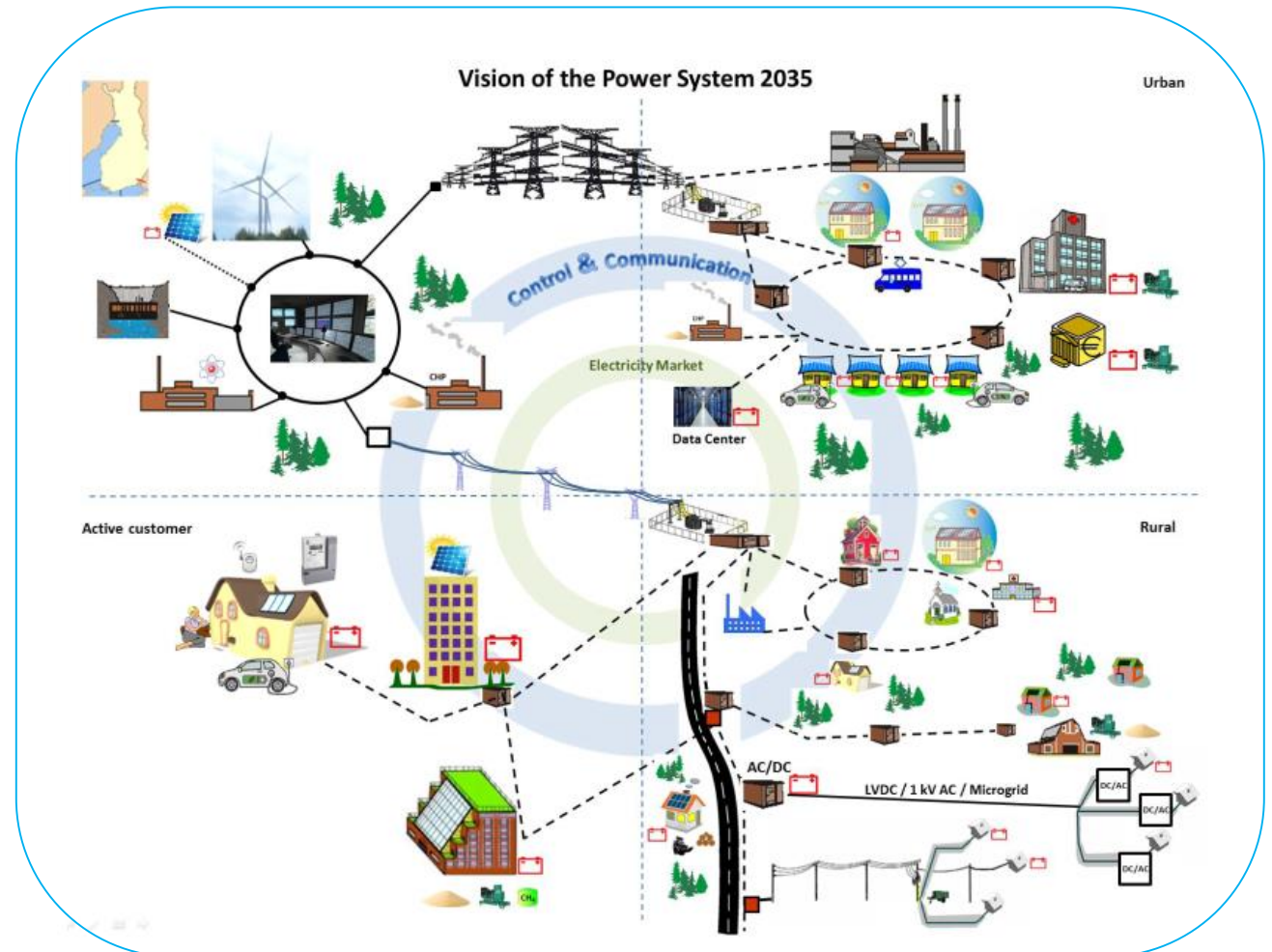
Lähde: kuva ja asiasisältö, TEM Joustava ja asiakaskeskeinen sähköjärjestelmä, Älyverkkotyöryhmän loppuraportti 2018



KARTOITUKSEN TAUSTALLA ON USEITA TIETEELLISIÄ JULKAISUJA JA JÄRJESTELMÄVISIOITA SUOMEN ÄLYKKÄÄLLE SÄHKÖJÄRJESTELMÄLLE

- Tieteellisiä julkaisuja älyverkon kehityksestä Suomessa on tehty, kuten Roadmap 2025 sähkömarkkina – ja verkkovisio toimialan kehitykseksi joustavaan järjestelmään
- Resurssitehokas kaupunki osana älyverkkoa tarkoittaa mm. seuraavaa:
 - Kaapeloitu jakeluverkko, kehittynyt automaatio ja kunnonvalvonta, automaattinen vikapaikan rajausta ja syötön palautus
 - Aurinkoenergian tuotantoa integroituna rakennuksiin, sähkö- ja lämpövarastoja. Biomassapohjaista CHP tuotantoa.
 - Kuluttajilla energiavarastoja ja kyky toimia irti verkosta mikrogridin tapaan. Kaupungissa sähkö on päällä 24/7
 - Kohti lähes täyssähköistä liikennettä kaupungeissa, henkilöautojen käyttövoimana biopolttoaineet ja sähkö
 - Uuden tyyppisiä varastojen ansiosta ohjattavia kuormituksia verkossa, hukkalämpöä kaukolämpöverkkoon

Lähde: Kuva ja asiasisältö, Roadmap 2025 – hanke (Vaasan yliopisto, LUT, TTY, Oy Merinova Ab) Sähkömarkkina – ja verkkovisio 2025

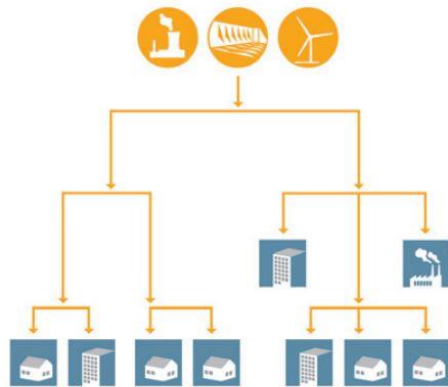


YHTEENVETO MARKKINAKARTOITUKSEN TEKNOLOGIA- JA KEHITYSNÄKYMISTÄ TEKNISELLE SÄHKÖVERKOLLE

Vaikuttavana trendinä mikroverkkoteknologian kehitys ja pilotointikohteiden määrän lisääntyminen globaalisti

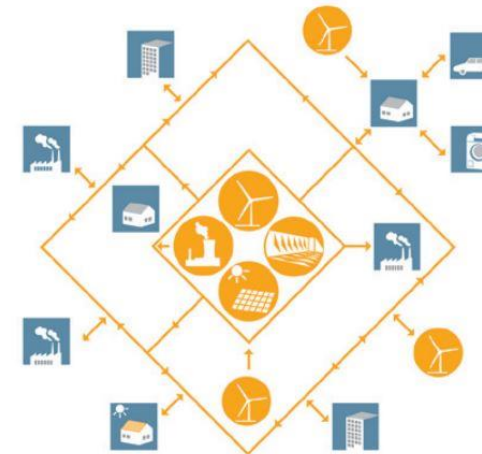
PERINTEINEN SÄHKÖVERKKO

- Hierarkinen järjestelmä, mekaaninen, yksisuuntainen kommunikaatio, keskitettyä energiantuotantoa, radiaalinen verkko, kuljetetaan vähän dataa, vähän sensoreita ja automaattista monitorointia, manuaalinen ohjaus ja palautus, vähemmän turvallisuus ja yksityisyydentarpeita, ei häiriöiden automaattista huomiointia, kulutus ja tuotanto yhtäaikaista, rajoitettu ohjaus, hidas reagointi häiriöihin, vähemmän käyttäjävalinnanvaraa
- Sähkön tuotanto, jakeluverkko ja kuormat on nähty erillisinä prosesseina.



ÄLYKÄS SÄHKÖVERKKO

- Digitaalinen, kaksisuuntainen tiedonsiirto, hajautettua energiantuotantoa, hajaantuva verkkorakenne, paljon dataliikennettä ja datan keräämistä, paljon sensoreita ja monitoreja, automaattinen monitorointi, turvallisuus- ja yksityisyydensuoja huomioitava, ennakoiva suojaus häiriöiltä, energiavarastoinnin käyttö, laaja valvontajärjestelmä, nopea reagointi häiriöihin, enemmän käyttäjävalintaa
- Asiakasvetoinen markkinapaikka, "palvelualusta" hajautetulle energiantuotannolle ja kuluttajille. Älykkäät ratkaisut yhdistävät informaatio- ja viestintätekno-logian sähköinfraan.



Lähde: Käännetty lähteestä Keski-Koukkari, 2018. Kuvat ABB 2018.

YHTEENVETO KESKEISTEN TEKNOLOGIOIDEN KEHITYKSESTÄ SÄHKÖVERKON (TEKNINEN, FYYSINEN) NÄKÖKULMASTA

Teknologia	Teknologian nykytila	Teknologian kehitysnäkymät
Mikroverkot	- Mikroverkko = pienikokoinen sähköverkko (LV tai MV) joka operoi yksittäin tai on liittynyt julkiseen sähköverkkoon tai muihin pienverkkoihin ja johon kuuluu paikallista sähköntuotantoa sekä paikallista sähkön kulutusta, ja jota voidaan käyttää hallitulla, koordinoitulla tavalla - Tarve tyypillisesti alueilla/kampuksilla, joissa sähkön saanti on turvattava pienverkossa. Nykyään mikroverkkoja on kehitetty rakennuksien käyttöön sisäisiksi kiinteistön sähköverkoiksi. - Tällä hetkellä globaalisti yli 2,000 mikroverkkoprojektia seitsemällä markkina-alueella (kaupallinen & teollinen, yhteisöt, julkinen jakeluverkko, kampukset, puolustusvoimat, eristetty/suljettu verkko, tasavirtaverkko (DC)) - Markkinaajohtajissa kärjessä mm. Schneider, Siemens, ABB	- Trendinä nähdään markkinakasvu tulevaisuudessa, kun hajautettu tuotanto ja verkon tasapainon hallinnan tarve lisääntyy - Mikroverkkoihin tulee tuotannon lisäksi mukaan enemmän energianvarastointiratkaisuja - Näkemyksiä Suomesta sopivana maana mikroverkkojen markkinoille löytyy: edistävänä tekijänä sääntelemätön sähkön tukkumyynti ja vähittäiskauppa, Suomen 83 jakeluverkonhaltijaa, sähköverkon haavoittuvuus (ilmajohdot) ja säätövoiman väheneminen tuotantorakenteessa
Datan kerääminen ja hallinta	Etäluettavat sähkömittarit kotitalouksiin asennettu sähköverkkoyhtiöiden toimesta 2006-2013 välillä, tekninen käyttöikä n. 15 v	- EU: mittaussykli lyhenee 60 min → 15 minuuttiin - Seuraavan sukupolven mittareiden asennus alkaa 2020
Verkon kuorman-hallinta ja kysyntäjousto	- Sähköjärjestelmän tasapainonhallinta toteutetaan Fingridin reservimarkkinoilla eri reservilajeilla, jotka ovat pääsääntöisesti suurille joustokohteille kehitetty. - Kysyntäjoustopuomien liittymisen: ohjaustehon (ylössäätö ja alassäätö) tarve katetaan nykyään Fingridin tehoreservimarkkinoilla, joissa pienin mahdollinen ohjattava kokonaisuus on 100 kW. Haasteena pienet ohjattavat tuotanto- ja kulutuskohteet, jotka voivat lisätä joustoa järjestelmään laajamittaisesti hyödynnettäessä.	- Ohjaustehon tarve on arvioitu kasvavaksi voimakkaasti Länsi- ja Pohjois-Euroopassa tulevina vuosina, esim. tunnin sisäistä ohjaustehoa tarvitaan tuulivoiman tasapainottamiseen vuonna 2020 Suomessa noin 400 MW. - Energia-yhtiöillä uusia palveluita kysyntäjoustopuomien toteuttamiseen - Verkkoyhtiö ei osallistu kysyntäjoustopuomien, mutta toimii mahdollistajan roolina teknisesti - Fingrid edistää järjestelmän joustomarkkinoita kohti yhteiseurooppalaista mallia

YHTEENVETO KESKEISTEN TEKNOLOGIOIDEN KEHITYKSESTÄ ENERGiantuotannon JA VARASTOINNIN NÄKÖKULMASTA

Teknologia	Teknologian nykytila	Teknologian kehitysnäkymät
Energiantuotantoteknologiat	- Konventionaalisen energiantuotannon rinnalle on kasvanut hajautettua sähköntuotantoa lisääntyvässä määrin, globaalisti kasvu merkittävää etenkin tuuli- ja aurinkosähköjärjestelmissä - Kiinteistökohtaisia pien-CHP, mikro-CHP järjestelmiä käytössä hajautetusti EU-tasolla ja globaalisti mm. Australiassa. Nano-CHP järjestelmien kehitys ja pilotointi on käytössä (pellettikäyttöiset ja kaasukäyttöiset, polttokennoteknologian hyödyntäminen)	Aurinkosähköjärjestelmien trendinä markkinoiden kasvu ja järjestelmien hintojen lasku edelleen, rakennuksiin integroitavat järjestelmät lisääntyvät ja yleistyvät
Energiavarastot, etenkin sähkövarastot	- Akkujen investointikustannukset edelleen suuria ja liiketoiminta ottaa ensiaskeleita Suomessa: - Energiayhtiöt pilotoineen, mm.: Helen Suvilahti, Fortum Järvenpää, Lempäälän Energian LEMENE - Kiinteistöjen pilotit, mm.: Sellaan kauppakeskus Espoossa, Lidl logistiikkakeskus Järvenpäässä - Pientuotanto kiinteistökohtaisesti osana kiinteistön järjestelmiä ja paikallinen omavaraisenergia: aurinkosähkö, lämpöpumput, tuulienergia sekä auton lataaminen ja yksisuuntaiset latauspisteet. Älykäs lataus sekä sähköautojen käyttö vuorokausivarastoina ja lyhyiden sähkökatkojen aikana lähitulevaisuutta. - Suomessa akkuteknologia-toimialan kehityshanke käynnistetty Business Finlandin taholta - Valtavirtana tällä hetkellä Litium-akkuteknologian kehitys - Power-to-Gas teknologia = Elektrolyysillä ylijäämäsihkö varastoon, teknologian kehitys aloitettu ja Euroopassa kymmeniä teknologian pilotointiprojekteja tällä hetkellä. Suurin pilotti 6 MWe Audi e-gas (Saksa), Suomessa VTT/LUT tutkivat aurinkovoimalan yhteyteen Power-to-Gas varastointia.	- Markkinaennusteissa Li-ion- akkujen teknologian investoinnit suurimmat ja massatuotanto kehittyy nopeimmin vs. muut teknologiat: esimerkkiennusteissa akustojen hintojen arvioidaan laskevan globaalisti jopa nykyisestä 300 \$/kWh → alle 100 \$/kWh seuraavan 10 vuoden aikana. - Teknologian kehitykseen riskejä tuovat raaka-aineiden riittävyys - Sähköisten kulkuneuvojen akkuteknologian kehitys on avaintekijä verkkokokoluokan akustojen markkinakehityksessä - Markkinaennusteissa rakennusten suurempi integroituminen energiaverkkoihin omalla tuotannolla ja sähkövarastoilla etenkin kysyntäjoustossa toimijana, ei vain kuluttajana (prosumer) - Sähköautojen määrä lisääntyy ja syöttö verkkoon Vehicle-to-Grid (V2G) teknologialla. - Power-to-gas elektrolyysiteknologioiden ennustetaan kehittyvän: energiatehokkuus kasvaa, kustannukset laskevat nykyisestä - Uusia akkuteknologiaa tutkitaan, mm. Liquid organic hydrogen batteries ja energiaa keräävät komponentit rakennuksessa (OPV-aurinkomoduli)
Energialouhinta, eli ympäristön energialähteiden hyödyntäminen laitteiden käyttöenergiana	- Useita eri energialähteitä: lämpö, liike, värinä, elektromagnetia. Eniten käytössä lämpösähköinen tekniikka (lämpötilaero generaattorin päiden välillä) ja pietsosähköisten (energiaa liikkeestä, värähtelystä) generaattoreiden mukaiset ratkaisut. Optimaalinen tehoväli energialouhinnan käytölle on 10μW – 1 mW eli pieniä tehoja saatavilla - Alalla on paljon tutkimusta, mutta kaupallistamista ei vielä ole paljon.	- Kehitystä pitää tapahtua vielä energialouhinnan tehonhallinnan energiatuotuksen vähentämisessä. - Vuonna 2020 maailmassa on markkinaennusteiden mukaan arviolta kasvua nykyisestä 20 miljardista 30 miljardiin yhdistettyyn laitteeseen.

YHTEENVETO KESKEISTEN TEKNOLOGIOIDEN KEHITYKSESTÄ RAKENNUSTEN NÄKÖKULMASTA

Teknologia	Teknologian kuvaus ja nykytila	Teknologian kehitysnäkymät
Automaattioratkaisut - Kiinteistö-automaatio ja energiapalvelut - Rakennus-automaatio - Väyläteknologiat - Standardit	- Etäluettava reaaliaikainen tuntitehomittausjärjestelmä tekee mahdolliseksi käyttäjille suunnatut energiakulutuskäytöt ja palvelut - Väyläteknologia: - Taloyhtiössä mm.: Helsingin Kalasatamassa KNX-huoneistoautomaattioratkaisu, jossa mittausjärjestelmät reaaliaikaisesta sähkönkäytöstä, sekä mittauspalvelinratkaisu kerää tietoa ja välittää tietoa IEC-61968-9 pohjaista CIM-mallia käyttäen. Mahdollistaa lähes reaaliaikaisen kulutuksen näyttävän etäohjauspalvelun asukkaille. - Ashrae automaatio standardi: ASHRAE Standard 223P	- Paikallisesti B2G eli "Building To Grid" = kokonaisuus joka koostuu älyverkon IT, rakennusten optimointi ja hajautettujen resurssien (DER) hallinnasta. B2G trendinä kasvusuunta, jopa 40 % vuosittaista kasvua (CAGR) (\$1.3 biljoonaa 2017 → \$28.8 biljoonaa 2026) - Alueellisesti: Yhteys kiinteistön ja kaupunginosan tietoverkkoon sekä laajempiin yhteyksiin, jolloin voidaan varmistaa tiedon mahdollisimman laaja käyttöalue sekä rakennus pystyy toimimaan pilvipalvelussa kyberturvallisesti - Talotekniikan parempi optimointi olosuhteisiin (sää, käyttäjät, lämpökuormat) sekä tarpeenmukaisuus kaikessa energiankulutuksessa ja sisäilman laatu palveluna
Kysyntäjousto	- Kiinteistöautomaatio mahdollistajana: teknologia kypsä ja ohjausratkaisun toteutuksessa merkittävä rooli: kriittiset toiminnot turvattava, ohjauksen nopeus, vaikutus sisäilmastoon - Sähkömarkkinoille yksittäin tai aggregaattorin kautta: mahdollista teknisen aggregaattorin kautta osana virtuaalivoimalaitosta jo nyt - Kysyntäjouston toteutus ohjaamalla rakennuksen kulutusta sähkön markkinahinnan mukaan: manuaalisesti tai automaattisesti mahdollista jo nyt	- Virtuaalivoimalaitosten (VPP) rooli kasvaa, rakennuksia liitetään mukaan VPP ratkaisuihin ja toimijakenttä palveluntarjoajilla laajenee - Pienemmät kulutuskohteet mahdollisia Fingridin markkinoillesähkömarkkina myötä - Kysyntäjouston automatisoinnin rooli kasvaa ja IoT mahdollistaa kotitalouslaitteiden älykkään ohjauksen sekä pienten kulutuskuormien liittäminen kysyntäjoustoon
Datan kerääminen ja hallinta: - Tietojärjestelmät - Iot - Big data	- Älysovellukset ja erilaisilla antureilla dataa keräävät mittarit rakennuksessa nykypäivää - Energiankäytön optimointi kokonaisvaltaisesti rakennuksessa nykypäivää (RAU, LVIAS, valaistus) (lähteet: RIL 267-2015)	- Digital Twin = rakennuksen digitaalinen kopio - Rakennusten tietojärjestelmät ovat yhteydessä toisiinsa, alueellisiin sekä globaaleihin tietojärjestelmiin. Tietoturva: jokaisessa rakennuksessa on oma paikallinen tietojärjestelmänsä joka voi olla kahdennettuna pilvipalveluun - Paljon dataa: big datan hallinta vaatii korkeatasoisia data-analytiikan menetelmiä ja työkaluja. - Datasetit, yhdistetyt datakokoelmat joihin kerätään tiedosta esim. koko aluetta koskevia karttoja. Reaaliaikainen tilannekuva energian käytöstä, jolloin yksittäiset kuluttajat ja taloyhtiöt voivat tarkkailla omaa kulutustaan suhteessa koko kaupungin kulutustasoon. - Toiminnalliset materiaalit ja sensorit: painettavan elektroniikan hyödyntäminen rakennusteollisuudessa, talot ja rakennukset osana verkkoa esineiden internetin (IoT) avulla

YHTEENVETO KESKEISTEN TEKNOLOGIOIDEN KEHITYKSESTÄ ENERGIADATAN KÄSITTELYN JA SÄHKÖMARKKINAN NÄKÖKULMASTA

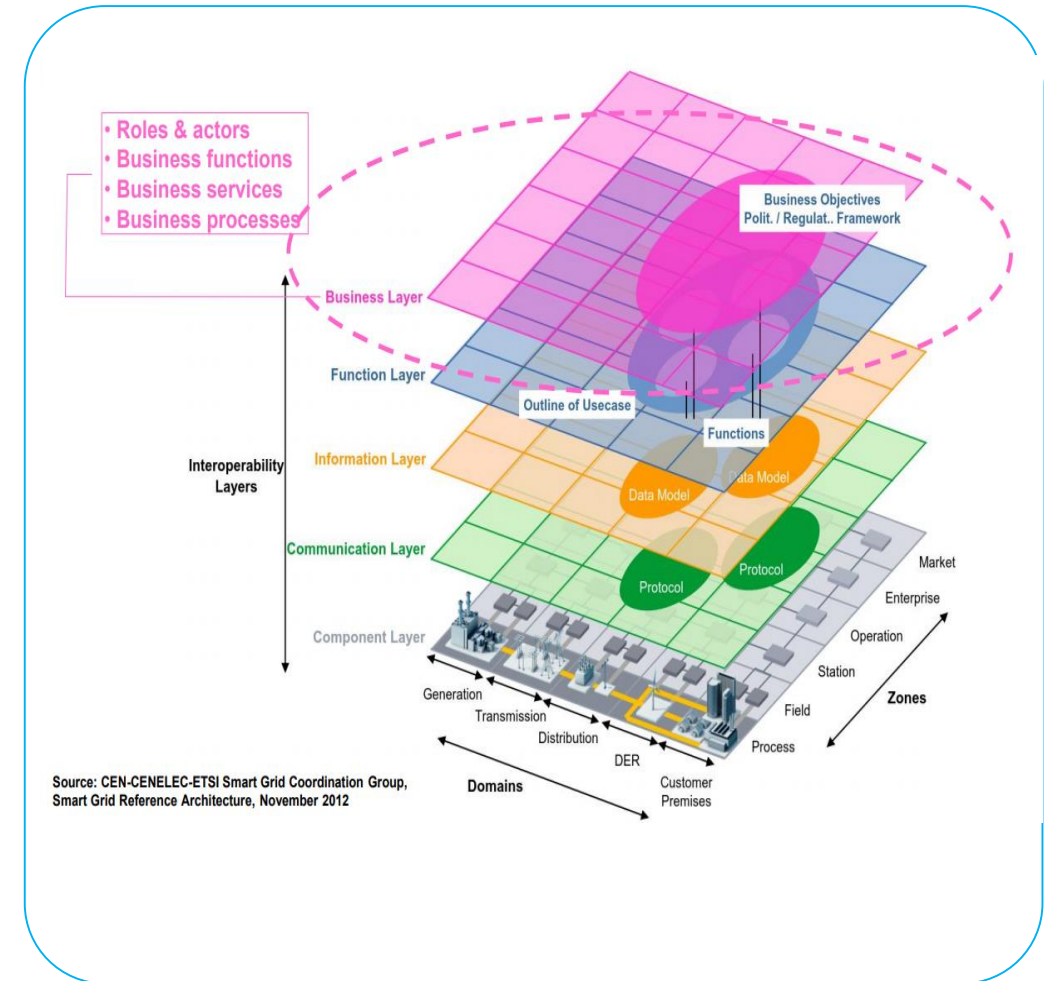
Teknologia	Teknologian kuvaus ja nykytila	Teknologian kehitysnäkymät
Sähkö- markkinoiden uudet teknologiat ja toimijat	- Fingrid DataHub vähittäismarkkinoille, käyttöönotto: - Datahub hoitaa jatkossa sähkön vähittäismarkkinoiden tiedonvaihdon sähkön käyttäjien vaihtaessa sähkön myyjää tai muuttaessa uuteen osoitteeseen. - Lohkoketjut: - Tekniikka uudenlaisen palvelun rakentamiseen ja datan tallettamiseen: ns. Läpinäkyvä ja hajautettu tietokanta tai tilikirja, joka suunniteltu tiedon ja omaisuuden jakamiseen vertaisverkossa (vrt. Bitcoin) - Tällä hetkellä kehitysasteella Suomen markkinoille, globaalisti otetettu käyttöön pilottikohteissa - Energia-alalla muutamia hankkeita globaalisti	- Datahub tulee käyttöön aikaisintaan 2020 - Lohkoketjujen markkianaskenaarit vaihtelevat globaalisti ja alueellisesti: lohkoketjujen nähdään vaikuttavan laajasti, mutta tarve kaikille energiamarkkinoille epäselvä. Käyttötarve ja hyöty: älykkäät sopimukset energian myyntiin ja ostoon nyt epävarmoilla energiamarkkinoiden alueilla.
Kysyntäjoustoa tarjoavat palvelut: - Virtuaali- voimalaitos - Aggregaattorit	- Virtuaalivoimalaitos muodostuu joustavasta sähköntuotannosta ja – kulutuksesta, jota kootaan yhteen pienistäkin lähteistä - Esimerkkinä Savon Voiman virtuaalivoimalaitos ja Siemensin virtuaalivoimalaitos (kaupallinen tai itsenäinen aggregaattori) - Virtuaalivoimalaitokset keskeisessä roolissa energiamurroksessa - Fingridillä säätösähkömarkkinoiden aggregointipilotit Helenin Oyn ja Voltalis S.A:n kanssa	Skenaariot: joustomarkkinoille on joko tulossa uusia toimijoita, jotka tarjoavat ns. pakettiratkaisuja kuluttajille tai pienille yhteisöille tai Suomeen kehittyy uusi nopea ja reaaliaikainen markkinapaikka pienten ohjaustehojen myymiseksi
Energiayhteisöt	- Energiayhteisöt hyödyntävät esimerkiksi asuinkerrostalojen kattoja aurinkosähkön tuotannossa ja jakavat keskenään saamansa hyödyn. Energiayhteisöt voivat myös myydä tuottamaansa sähköä verkkoon muiden ostettavaksi - Nähdään tulevaisuudessa uusina sähkömarkkinoiden toimijoina, eivät vielä aktiivisena Suomen markkinoilla: - Energiayhteisöjen asema Suomessa ja Euroopan unionissa on vielä vakiintumaton — käytännöt ja toimintatavat ovat kirjavat. EU-komissio on ehtinyt jo ottamaan asiaan kantaa puhtaan energian paketissaan, mutta toistaiseksi energiayhteisöjä koskeva lainsäädäntö on vielä alkutekijöissään. Työryhmän mielestä energiayhteisöt ovat kuitenkin tulevaisuutta.	Visio: Sähkömarkkinoille ilmaantuu uusia toimijoita, kun sähkönkäyttäjät aktivoituvat. Kotitaloudet ja yritykset hankkivat entistä enemmän aurinkopaneeleita ja muita pienimuotoiseen sähkönkäyttöön soveltuvia järjestelmiä. Yksityishenkilöistä, yhdistyksistä tai yrityksistä koostuvat energiayhteisöt taas kokoavat yhteen sähkön pientuotantoa omistavia tahoja. (Älyverkkovisio, TEM)

YHTEENVETO KESKEISTEN TEKNOLOGIOIDEN KEHITYKSESTÄ LIIKENTEEN JA LATAUSINFRAN NÄKÖKULMASTA

Teknologia	Teknologian kuvaus ja nykytila	Teknologian kehitysnäkymät
Älykäs liikenne	- Sähköautojen käyttö vielä vähäistä, mutta varautumista sähköautojen latauspisteisiin infrassa - V2G pilotointia - Yhteiskäyttöautopalveluja MaaS: DriveNow, Ekorent, - Esimerkki: Fortum Charge & Drive - Asiakkaiden on helppo löytää latauspisteet - Monipuoliset hinnoittelumahdollisuudet: latauslaitteilla voi olla eri hinnoitteluperusteet (€/min, kWh, aloitusmaksu + kWh yms), asiakasryhmillä voi olla eri hinnoittelut. - Monipuolinen raportointi: käyttöaste, kellonajat, ladatut kWh/ € ym. - Esimerkki: Helen - Tarjoaa latauspisteitä taloyhtiöille, 41 julkista latauspistettä sekä yhden kaksisuuntaisen latauspisteen. Latauspisteitä pystyy käyttämään Virtapiste-palvelun kautta	- V2G uusi normaali - Joukkoliikenteen sähköistäminen, sähköbussit joko koko ajan verkossa kiinni tai esim reittien päädyssä latausta - Joukkoliikenteen kehittyminen, drivesharing, DriveNow tyyppiset palvelut - Automaattiset ajoneuvot, robottibussit - Tavoitteena on 250 000 sähköautoa vuonna 2030. Tällä hetkellä Suomessa on rekisterissä noin 5 900 täys- ja hybridisähköautoa. Sähköautojen myynnin arvioidaan kasvavan lähivuosina kiihtyvää vauhtia ja VTT:n ennusteen mukaan vuonna 2020 sähköautojen osuus uusien autojen kokonaisymyynnistä on jo 10 prosenttia eli noin 10 000 – 15 000 autoa. Tällä hetkellä Suomen sähköautoista ladattavia hybridejä on noin 80 prosenttia ja täyssähköautoja noin 20 prosenttia. - Useat toimijat kehittävät latausverkostoa aktiivisesti, joten edellytykset sähköautoilulle paranevat koko ajan. Etelä-Suomen latausverkosto on jo kattava suhteessa sähköautojen määrään. ABC-Pitkälahti on Itä-Suomen ensimmäinen pikalatausasema.

YHTEENVETO: KESKEISET TEKNOLOGISET TRENDIT LIITTYVÄT ENERGIAN TUOTANTOON JA VARASTOINTIIN, JÄRJESTELMÄINTEGRAATIOON JA DATAAN

- Trendinä energiantuotannon muutokset ja energiavarastointi
 - Sääriippuvaisen, vaihtelevan tuotannon lisääntyminen vallitsevana trendinä
 - Teknologioiden kehittyminen ja uusien teknologioiden kustannusten alentuminen: hajautettu tuotanto ja pientuotanto, lämmityksen hybridiratkaisut
 - Varastoinnin kehittyminen: sähkövarastot kiinteistöissä ja sähköautoissa etenkin Li-ion – teknologia, odotettavissa kustannusten alentuminen
 - Vaikuttavana trendinä mikroverkkoteknologian kehitys ja pilotointikohteiden määrän lisääntyminen globaalisti (kiinteistöjen mikroverkot ja pien-alueiden mikroverkot)
- Trendinä käyttäjälähtöinen älykäs rakennus ja sen integroituminen älyverkkoon
 - Vallitsevina trendinä energianhallinta ja kysyntäjouston hyödyntäminen
 - Sisältää reaaliaikaisesti reagoivia, käyttäjän kanssa vuorovaikutussuhteessa olevia tietoteknisiä ja rakenneteknisiä järjestelmiä sekä energian tuotto-/siirtojärjestelmiä
 - Käyttäjakeskeiseen energia-pilvialustaan liittyminen ja kysyntäjouston mahdollistuminen kiinteistöautomaatiolla tai IoT- ratkaisuilla
 - Tavoitteena myös Digital Twin = Kiinteistön digitaalinen kaksonen, jolla voidaan simuloida ja ohjata energiankäyttöä
- Trendinä järjestelmien yhteenliityntä ja älykkäät kaupungit
 - ”Building-To-Grid (B2G)” = Älyverkon IT-ratkaisut, rakennuksen optimointijärjestelmät, hajautettujen tuotantoresurssien hallinta
 - Transportation-to-grid (T2G) tai Vehicles-to-Grid (V2G) =Älyverkon IT-ratkaisut, liikenteen mobiilit sähkövarastot ja ohjausjärjestelmät
- Trendinä energia-alustojen disruptio (murros) ja käyttäjakeskeiset energia-pilvialustat, sekä datan määrään merkittävä lisääntyminen.
 - Teknologian laaja soveltaminen avaa mahdollisuuksia: big data, tekoäly (AI), esineiden internet (IoT), lohkoketjut



Smart grid-arkkitehtuurin eri tasot toimivat pohjana teknologia- ja visiotarkastelulle. Kuvan lähde: CEN-CENELEC Smart grid coordination group

SAVILAHDEN ÄLYKKÄÄT ENERGIAVERKOT –RAPORTIN SISÄLTÖ

1. Projektin lähtökohdat, tavoitteet ja toteutus
2. Benchmarking-tarkastelun yhteenveto
3. Markkinakatsaus älyverkon keskeisistä teknologioista
4. Tavoitetila/visio Savilahden älykkäälle energiaverkolle
5. Toimijoiden näkemykset ja toteutettavuustarkastelut
6. Kaupungin käytettävissä olevat ohjauskeinot
7. Rahoitus- ja TKI- mahdollisuudet
8. Esitetyn vision vaikutusten arviointi
9. Yhteenveto, etenemisen roadmap ja keskeiset toimijat
10. Loppusanat

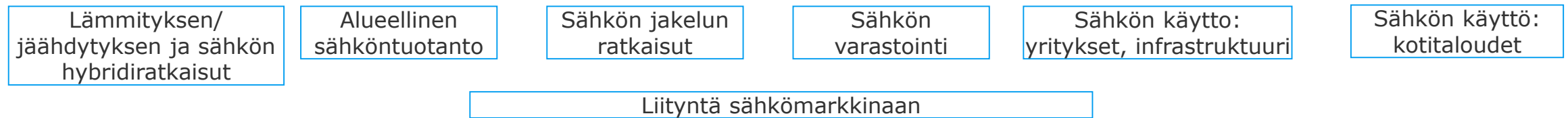
Lähdeluettelo

Liite 1: Benchmarking-tarkastelu

TAVOITETILA (VISIO) ESITTÄÄ KESKEISESSÄ ROOLISSA OLEVAT JÄRJESTELMÄT JA RATKAISUT SAVILAHDEN ÄLYVERKON KEHITYKSEN KANNALTA

Tavoitetilan määrittelyn tarkoituksena oli esittää keskeisessä roolissa olevat järjestelmät ja ratkaisut Savilahden tulevaisuuden älyverkon kehityksen kannalta, huomioiden Kuopion kaupungin esilletuomat näkökulmat sekä työssä tehty benchmarking ja markkinakatsaus

- Seuraavilla sivuilla Savilahden älykkään energiaverkon tavoitteellista ja edistyksellistä visiota on tarkasteltu jaoteltuna alueellisen energia-ratkaisun arvoketjun mukaisesti (alla)



- Tähän arvoketjuun liittyen on tunnistettu Savilahden 11 kehitysteemaa, joiden puitteissa visio on kuvattu
- Vision yhteenveto tiivistää kehityksen neljään pääteemaan, joihin kaikkiin liittyy tiedonkeruun, - hallinnan ja digitalisaation kehitys
 - Kysyntäjouston optimaalinen hyödyntäminen
 - Älykäs energiainfra (tuotanto, jakelu, varastot)
 - Älykkäät kiinteistöt ja älykäs julkinen infra
 - Uudet toiminta- ja liiketoimintamallit

ESIMERKKEJÄ VISIOSSA KÄSITELTÄVISTÄ RATKAISUISTA JA JÄRJESTELMISTÄ KUVATTUNA ARVOKETJUAJATTELUA HYÖDYNTÄEN

Lämmityksen/ jäähdytyksen ja sähkön hybridiratkaisut

Sähkökattilat
(lämpöä sähköllä)

Lämpöpumput

Alueellinen
sähköntuotanto

Aurinkosähkö
älyverkossa

Pientuulivoima
älyverkossa

Varavoimakoneet

Pien-CHP
älyverkossa

Lämpö- ja
kylmävarastot

Luolien
hyödyntäminen

Sähkön jakelu

Sähkön
jakeluverkko

Vikasietoisuutta
parantavat
ratkaisut

Älykkyys, mittarit:
AMR 2.0 (15 min)

Mikroverkko
(Saarekeverkko)

Mikroverkko
(Kiinteistöverkko)

Sähkön
varastointi,
liityntä
sähkömarkkinaan

Alueelliset
sähkövarastot

Energiavarastot kiinteistöissä ja kotitalouksissa

Virtuaalivoimalaitos (= dataratkaisu, toimija)

Fingridin kysyntä-
joustomarkkina

Power-to-gas

Sähkön käyttö:
yritykset, infra

Infran ja yritysten
kysyntäjousto-
mahdollisuudet

Sähkön käyttö:
kotitaloudet

Kotitalouksien
kysyntäjousto-
mahdollisuudet

Datakeskus toimijana

Energialouhinta: ilman sähköverkkoa
toimivat laitteet

Älykäs infra ja IoT

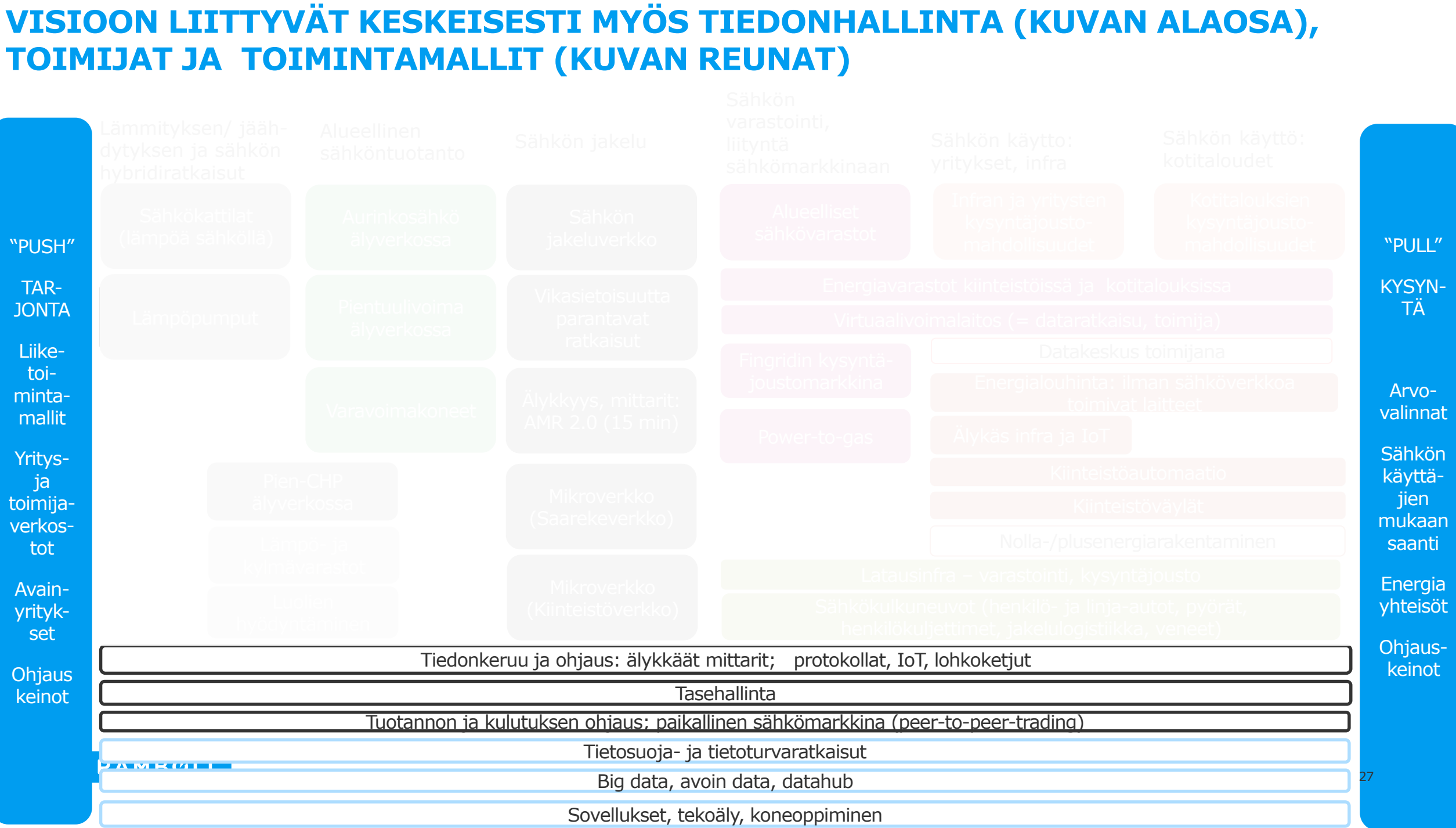
Kiinteistöautomaatio

Kiinteistöväylät

Nolla-/plusenergiarakentaminen

Sähköajoneuvojen latausinfra – varastointi, kysyntäjousto

Sähkökulkuneuvot (henkilö- ja linja-autot, pyörät, henkilökuljettimet, jakelulogistiikka, veneet)



SAVILAHDEN TULEVAISUUDEN RATKAISUT (VISIO) RAKENTUU 11 KEHITYSTEEMAN YMPÄRILLE

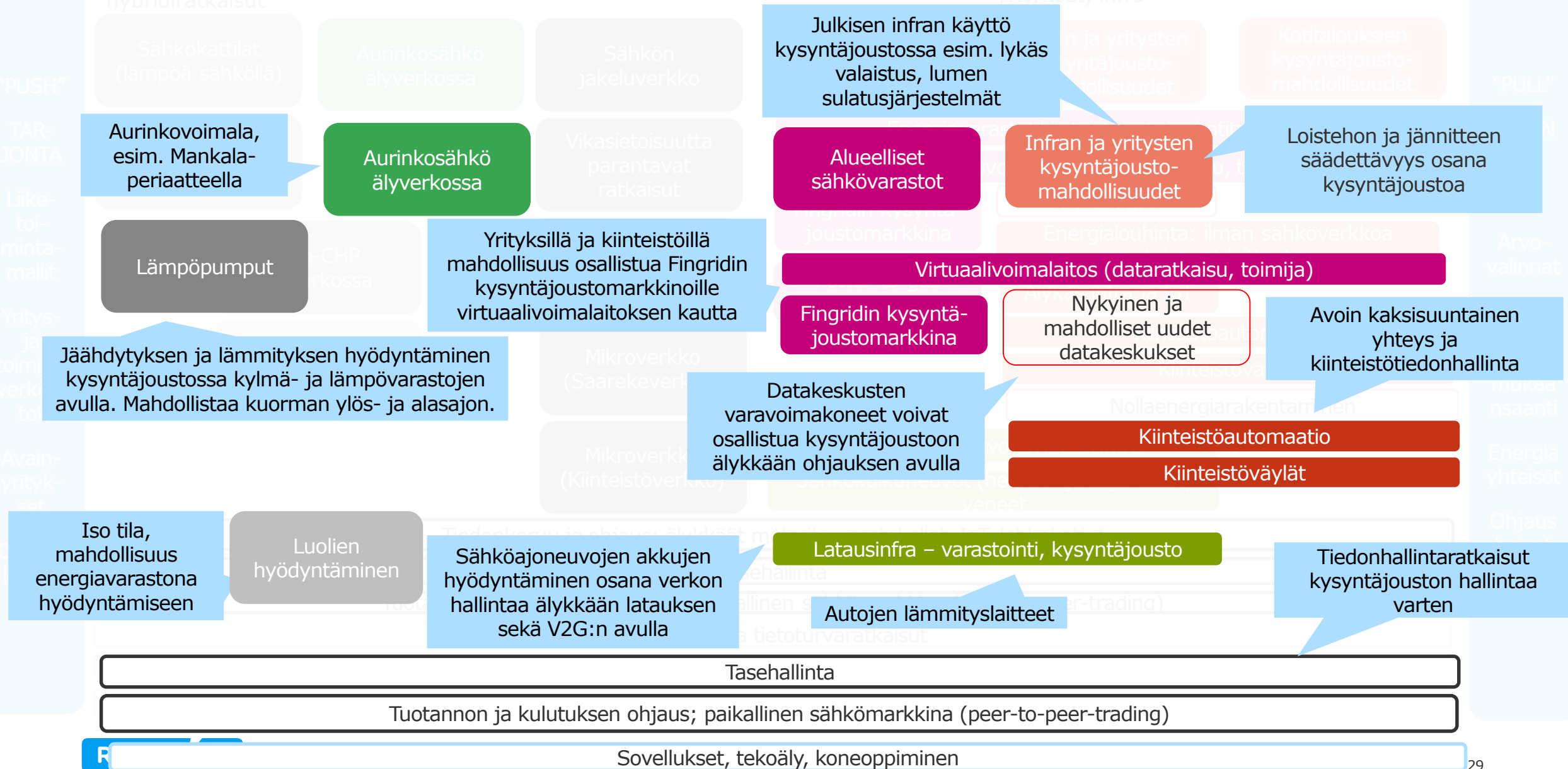
Savilahden tulevaisuuden järjestelmät, ratkaisut ja toimintamallit (visio) esitetään seuraavilla sivuilla teemoitettuna 11 Savilahtea koskevaan kehitysteemaan

1. Vahvistuva alueellinen kysyntäjoustopotentialiaali
2. Älykkäiksi kehittyvien kiinteistöjen kysyntäjousto
3. Sähkönkäyttäjät sähköntuottajiksi (Consumers → Prosumers)
4. Kustannustehokkaaksi kehittyvä energiavarastointi
5. Älykkääksi kehittyvän julkisen infran kasvava osuus älyverkoissa
6. Uudet liikenne- ja logistiikkaratkaisut älykkään sähköverkon osana
7. Sähköverkon kehittyvät tekniset ja lainsäädännölliset ratkaisut
8. Kehittyvät tiedonkeruun ja -hallinnan menetelmät, standardit ja toimintamallit
9. Erillisestä hyödykekaupasta palvelualustoihin ja kokonaispalveluihin
10. Uudet liiketoimintamallit ja toimijaverkostot
11. Monipuoliset samaan suuntaan vievät ohjauskeinot



VISION TEEMA 1: VAHVISTUVA ALUEELLINEN KYSYNTÄJOUSTOPOTENTIAALI

TEEMAA TOTEUTTAVIA JÄRJESTELMIÄ, RATKAISUJA JA TOIMINTAMALLEJA



TARKENNUSTA TEEMAAN 1: SAVILAHDEN POTENTIAALISIN KYSYNTÄJOUSTO-KOHDE ON UUSI KAUKOJÄÄHDYTYSLAITOS, MYÖS MUITA KOHTEITA ON

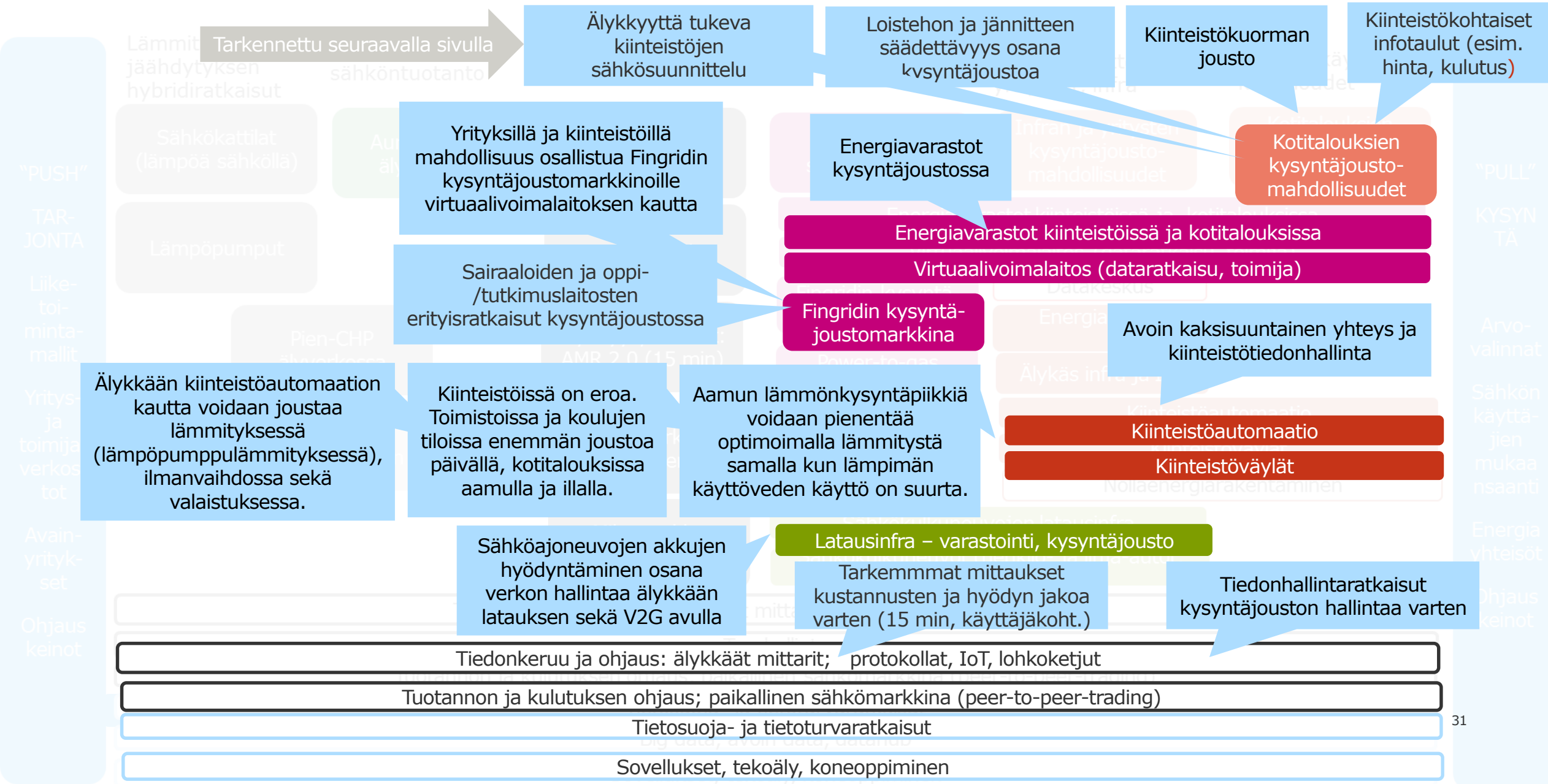
Kaukojäähdytyslaitoksen kysyntäjoustopotentiaalin muodostavat varavoimakone, jäähdytyskompressorit ja järvivesipumput mahdollisena osana Fingridin reservimarkkinoita

- Virtuaalivoimalaitos tarvitaan yhdistämään pienemmät joustokohteet koska nykyiset markkinat eivät tue pientä kuormaa (väh. 100 kW). Sairaala saattaa kyetä toimimaan erikseen.
- Markkinoiden kehittyminen reaaliaikaisempaan joustoon voi avata mahdollisuuden pienempien kuormien osallistumiseen joustoon. Vaatii myös kehittyvää kiinteistöjen talotekniikka (ilmanvaihto, jäähdytys, lämmitys, varavoimakoneita)
- Kiinteistökuormien joustopotentialia voi löytyä alla kuvatuista kohteista



VISION TEEMA 2: ÄLYKKÄIKSI KEHITTYVIEN KIINTEISTÖJEN KYSYNTÄJOUSTO

TEEMAA TOTEUTTAVIA JÄRJESTELMIÄ, RATKAISUJA JA TOIMINTAMALLEJA



TARKENNUSTA VISION TEEMOIHIN 2 JA 5: MITÄ TARKOITTAÄ ÄLYKKYYTTÄ TUKEVA KIINTEISTÖJEN JA INFRAN SÄHKÖSUUNNITTELU

KIINTEISTÖJEN SÄHKÖSUUNNITTELU

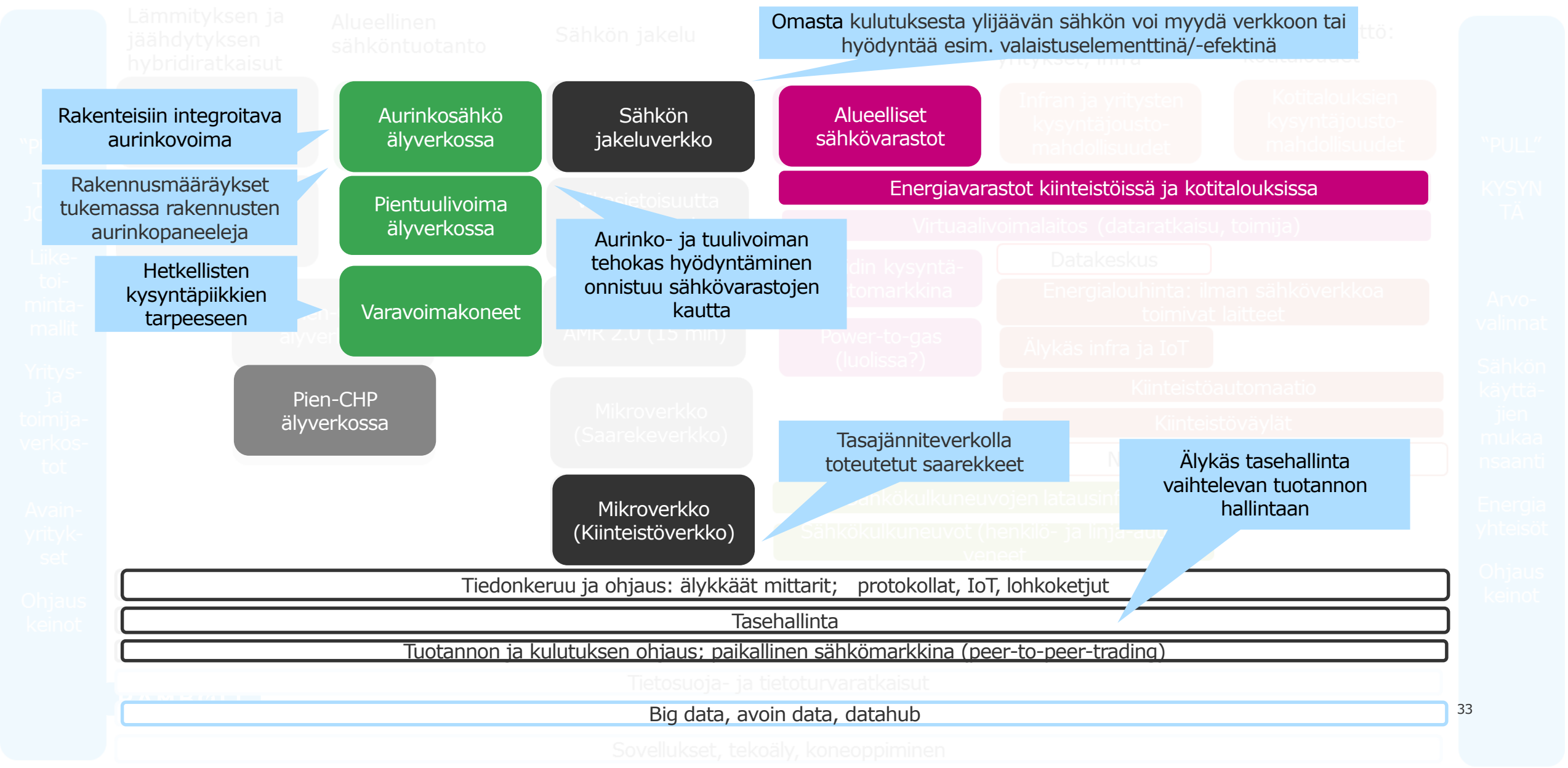
- Sähkökeskusten tilavaraukset, kaapeloinnit, mittarointi, putkitukset sekä ryhmittely sähköasennuksissa ja varautuminen ohjaustarpeeseen ratkaisuilla sähkökeskuksissa ja automaatiossa luo pohjan tehokuormien hallintaan
- Tilakohtaiset anturit ja mittarit, viedään mittaustieto järjestelmälle joka ohjaa verkkoa
- Kulutuslaitteiden tarpeenmukainen mitoitus ja valinta kokonaistehoa ajatellen
- Telesuunnittelussa väylätekniikka, joka mahdollistaa tiedonsiirron kiinteistön sisällä ja ohjauksen asunnoissa
- Sähkövarastojen myöhempään liitääntään varautuminen
- Sähköautojen latauspisteiden riittävään siirtokapasiteettiin varautuminen
- Kaksisuuntaiseen tehonsiirtoon varautuminen
- Luotettavuutta tukeva sähkönsyöttö kuten pääsyöttö silmukassa

JULKISEEN INFRASTRUKTUURIIN LIITTYVÄ SÄHKÖSUUNNITTELU

- Kaapeloinnit ja valokuituyhteydet infran eri elementteihin, esimerkiksi valaisinpylväiden hyödyntäminen mittauksissa
- 5G-vaatimukset (tukiasemat 50m välein)
- Sähköautojen latauspisteiden riittävä siirtokapasiteetti

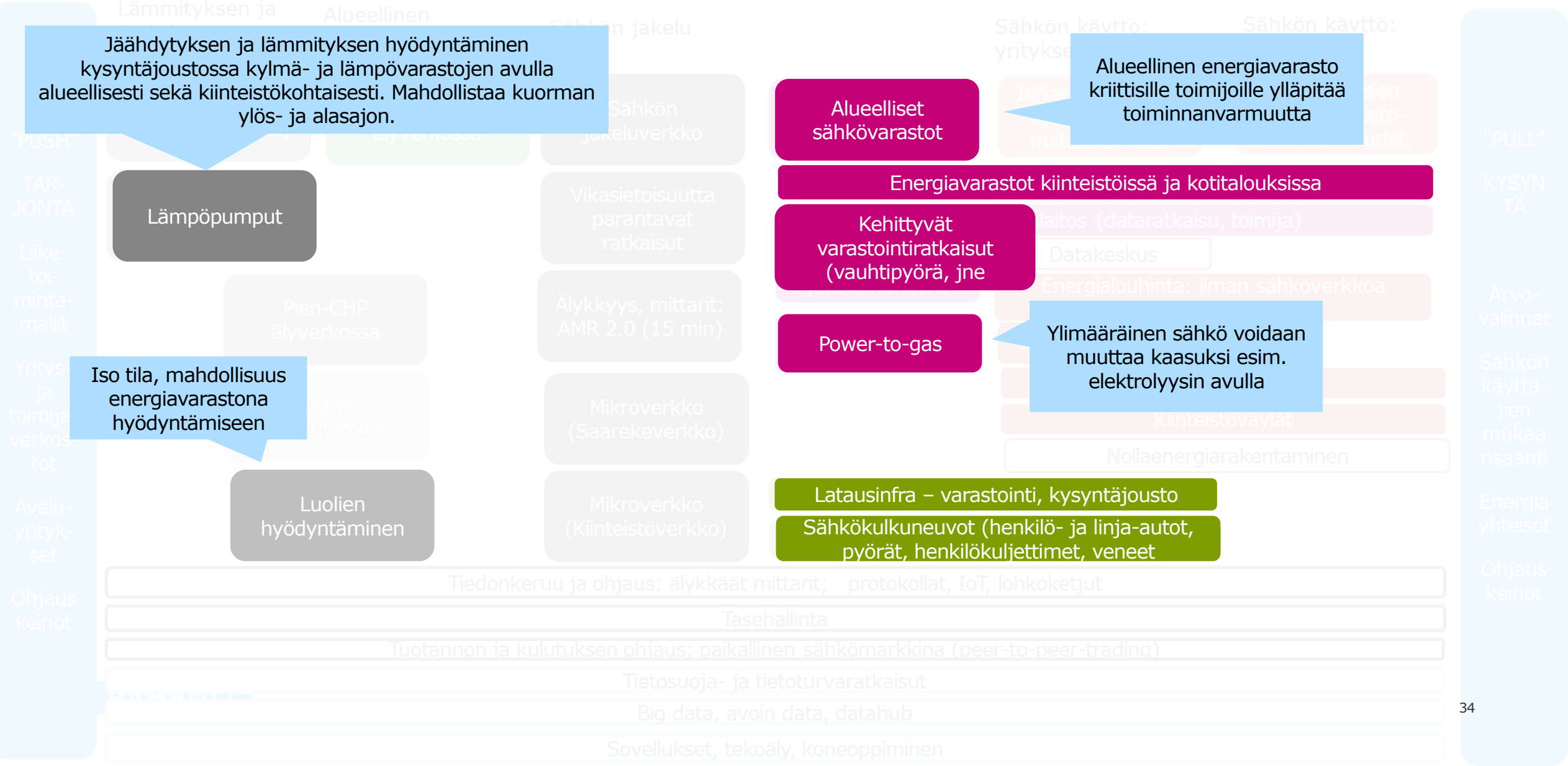
TEEMA 3: SÄHKÖNKÄYTTÄJÄT SÄHKÖNTUOTTAJIKSI (CONSUMERS -> PROSUMERS)

TEEMAA TOTEUTTAVIA JÄRJESTELMIÄ, RATKAISUJA JA TOIMINTAMALLEJA



VISION TEEMA 4: KUSTANNUSTEHOKKAAKSI KEHITTYVÄ ENERGIAVARASTOINTI

TEEMAA TOTEUTTAVIA JÄRJESTELMIÄ, RATKAISUJA JA TOIMINTAMALLEJA



TARKENNUSTA VISION TEEMAAN 4: LIIKETOIMINNALLINEN JA LAINSÄÄDÄNNÖLLINEN NÄKÖKULMA ALUEELLISIIN SÄHKÖVARASTOIHIN

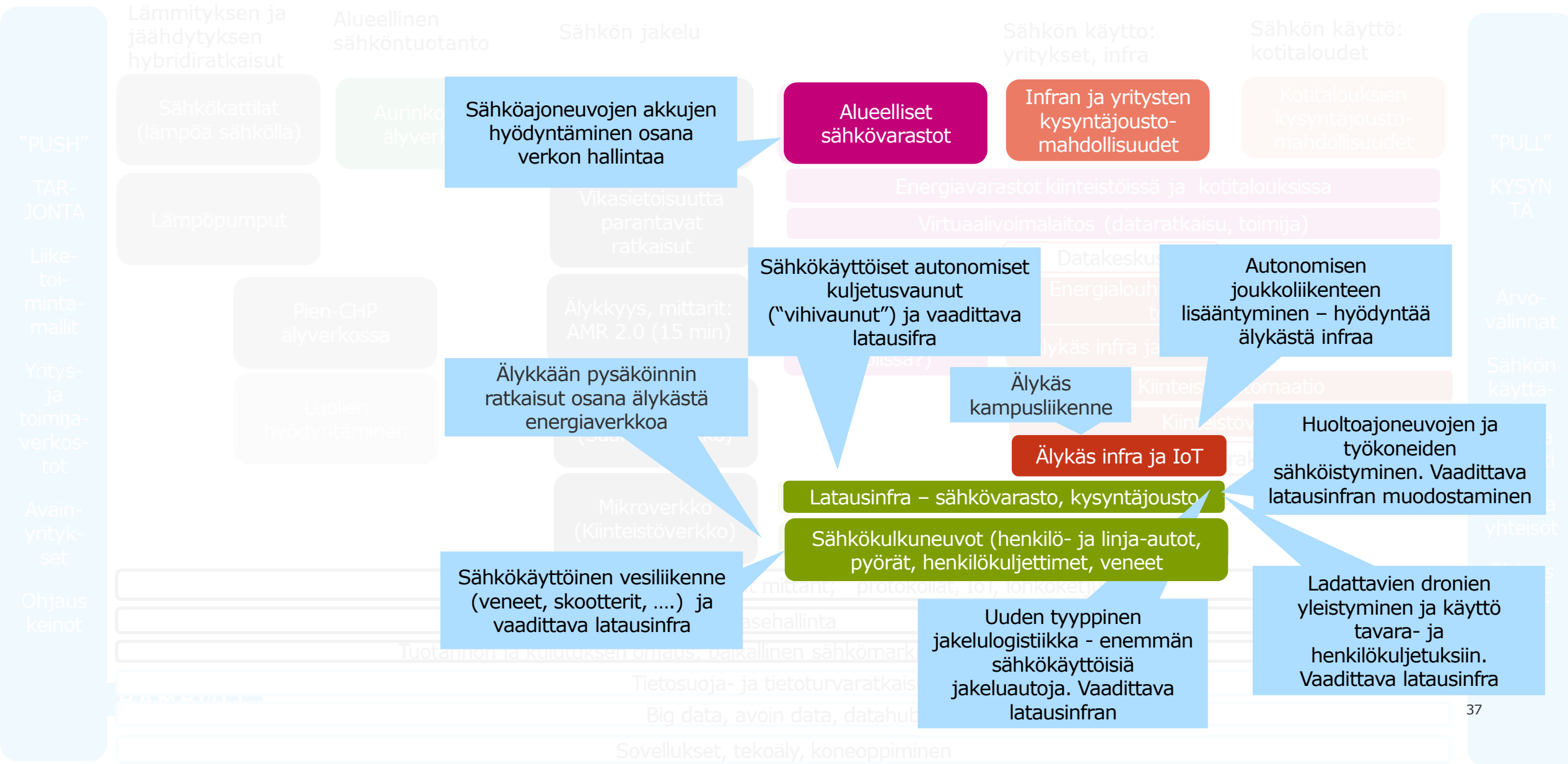
- Taustalla oleva haaste: Sähkövarastot ovat uusi elementti sähkömarkkinoilla ja sähköjärjestelmässä. Sähkövarastoja ei voida pitää sähkön kulutuksena tai tuotantona. Varastoinnin määrittelytyö on käynnissä EU:ssa. TEM haluaa tehdä määrittelyn lopullisesti vasta, kun tiedetään EU-tason ratkaisu. (Älyverkkotyöryhmä)
- Varastoa voisi periaatteessa operoida jakeluverkkoyhtiö tai muu taho. Lähtökohtaisesti jakeluverkkoyhtiö ei saa osallistua sähkön tuotantoon, ja se joutuu hankkimaan mm. häviösähkön kilpailuttamalla
 - Älyverkkotyöryhmä: Lähtökohtaisesti jakeluverkkoyhtiöiden tulee hankkia sähkövarastojen palveluita markkinoilta avoimin ja syrjimättömin periaattein. Jos markkinoilta ei ole saatavilla varastokapasiteettia jakeluverkkoyhtiön tarpeiden kannalta, tällaisissa poikkeustapauksissa voi olla perusteltua, että jakeluverkko voisi omistaa ja käyttää sähkövarastoa verkontarpeisiin. Jakeluverkkoyhtiö ei voi tarjota omistamiaan sähkövarastoja markkinoille.
- Säilyykö sähkön varastoinnissa pientuotannon verottomuus ja vältetäänkö kaksinkertainen verotus ?
 - Pientuotannon verottomuus: 800 000 kWh/a on pientuotannon raja, mutta akku ei ole tuotantoa
 - Sähköveron suuruus määritetään kulutetun sähkön mukaan ja sen kantaa sähköverkkoyhtiö sähkön siirtomaksun yhteydessä. Sähköstä maksetaan myös arvonlisävero 24 % yleisen verokannan mukaan.
 - Sähköveroa kannetaan tällä hetkellä sähkövaraston lataamiseen käytetystä sähköstä. Tämä johtaa varastoidun sähkön verottamiseen kahdesti: sekä varastoitaessa että uudelleen kulutukseen luovutettaessa. Tähän tulossa muutos vuoden 2019 alussa: kaksinkertainen verotus poistuu.
 - Miten kehittyy tukien saanti sähkövarastojen suunnitteluun ja toteutukseen – TEMin energiatuki, muut tuet



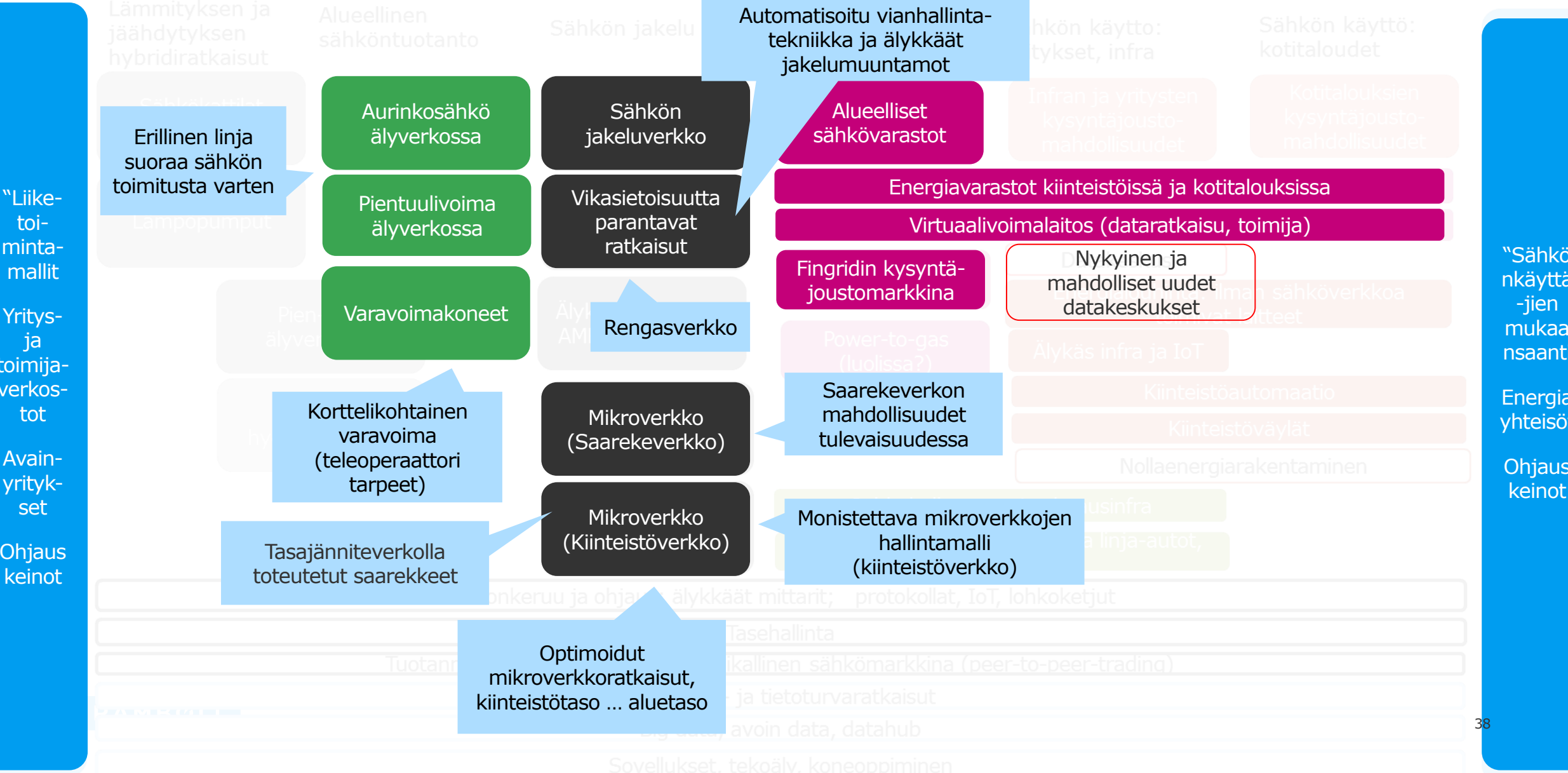
Kuvan lähde: Helen



VISION TEEMA 6: UUDET LIIKENNE- JA LOGISTIIKKARATKAISUT ÄLYVERKON OSANA TEEMAA TOTEUTTAVIA JÄRJESTELMIÄ, RATKAISUJA JA TOIMINTAMALLEJA



VISION TEEMA 7: SÄHKÖVERKON KEHITTYVÄT TEKNISET JA LAINSÄÄDÄNNÖLLISET RATKAISUT. JÄRJESTELMIÄ, RATKAISUJA JA TOIMINTAMALLEJA



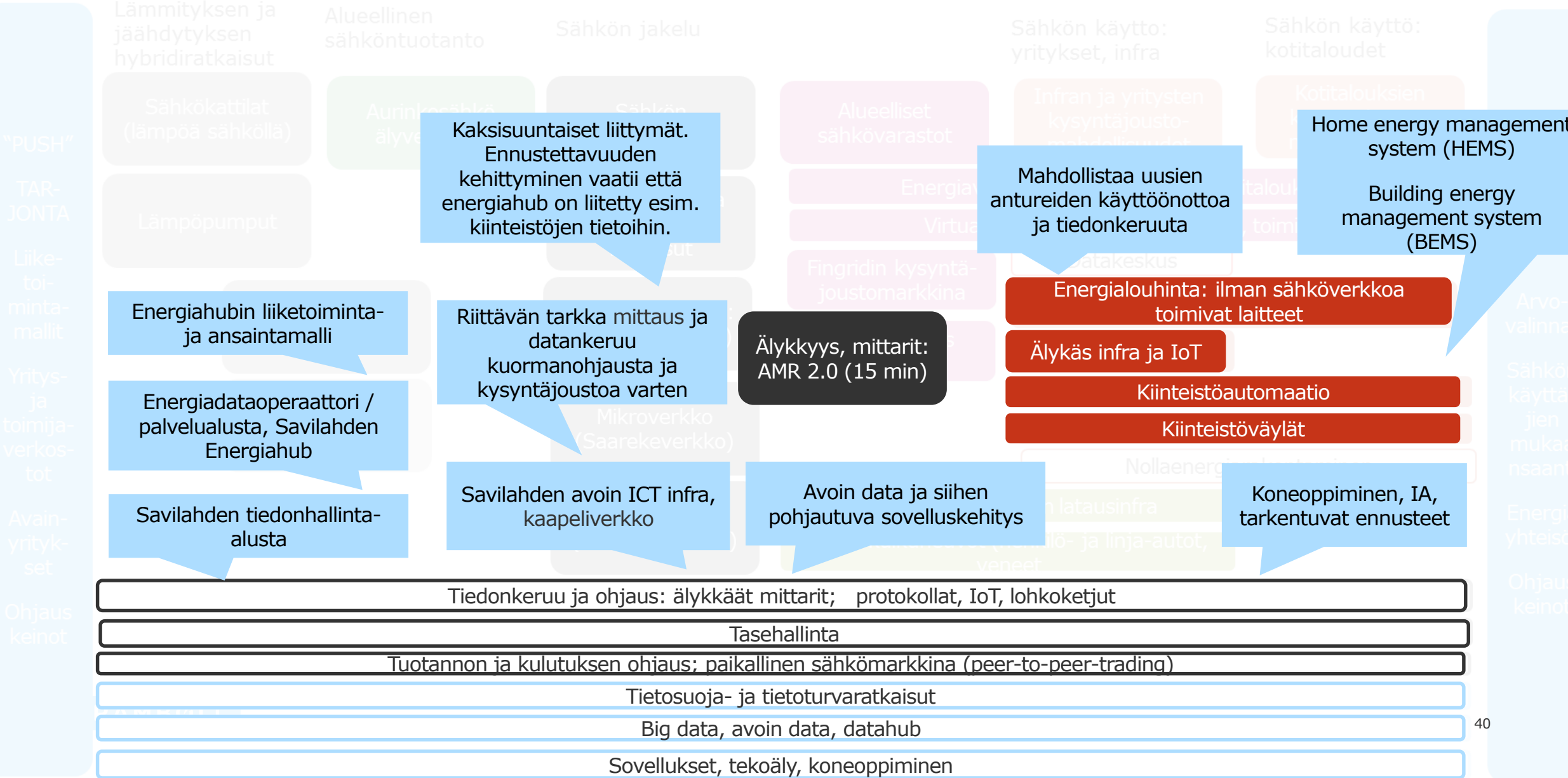
TEEMAN 7 TARKENNUSTA: SÄHKÖVERKKOTOIMINNAN MALLEJA NYKYISEN LAINSÄÄDÄNNÖN ANTAMIEN VAIHTOEHTOJEN POHJALTA

Paikallisen verkkoyhtiön hoitaman jakeluverkon rinnalle on kehittymässä muita malleja

- Suljettu jakeluverkko (alueverkko, saarekeverkko, voi olla teknisesti mikroverkko)
 - Suljettuna jakeluverkkona voidaan hoitaa rajatun teollisuus- tai elinkeinoalueen sähköverkkotoiminta. Suljettu verkko on yhteydessä yleiseen jakeluverkkoon, ja sähkötase rajapinnan yli määrää siirtomaksut
 - Suljettu jakeluverkko on luvanvaraista ja taloudeltaan reguloitua toimintaa, tosin kevyemmällä mallilla kuin ns. tyypillinen jakeluverkko.
 - Suljetun jakeluverkon lupa on välttämätön, jos alueella on kiinteistörajan ylittävää sähkönjakelua. Lupa voidaan myöntää
 - sähköverkkotoiminnalle, jota harjoitetaan maantieteellisesti rajatulla teollisuus- tai elinkeinoalueella taikka yhteisiä palveluja tarjoavalla alueella sijaitsevassa jakeluverkoissa tai suurjännitteisessä verkossa, jossa ei toimiteta sähköä kuluttajille
 - jos erityisistä teknisistä tai turvallisuuteen liittyvistä syistä käyttäjien toiminnot tai tuotantoprosessi muodostavat yhtenäisen kokonaisuuden, tai jos verkossa jaellaan sähköä ensisijaisesti verkon omistajalle tai verkonhaltijalle taikka niihin omistussuhteessa oleville yrityksille
- Kiinteistöverkko
 - Kiinteistöverkko on sähköverkkotoimintaa, jolla hoidetaan kiinteistön tai kiinteistöryhmän sisäistä sähkötoimitusta. Kiinteistöjen ja verkon tulee olla saman toimijan hallinnassa, hallinnalla tarkoitetaan omistusta tai vuokrausta. Kiinteistöjen tulee rajoittua toisiinsa ja kiinteistöissä tehtävällä toiminnalla on oltava jonkinlainen yhteys keskenään. Kiinteistöverkko ei ole luvanvaraista eikä reguloitua toimintaa.
- Erillinen linja suoraa sähkön toimitusta varten
 - Kyseessä on sähkölinja, joka liittää erillisen tuotantoyksikön erilliseen asiakkaaseen tai joka liittää sähköntuottajan ja sähkön toimittajan niiden omiin tiloihin, tytäryrityksiin ja asiakkaisiin suoraa sähkön toimitusta varten.
 - TEM:n älyverkkotyöryhmä esitti pientuotantokohteen kulutuskohteeseen liittävän kiinteistörajat ylittävän sähköjohdon rakentamisen sallimista ilman jakeluverkkoyhtiön suostumusta ja ilman sähköverkkolupaa.
- Mikroverkko on teknisluonteinen nimitys tietyn tyyppiselle alueelliselle tai kiinteistötasoiselle verkolle
 - Sähkömarkkinalainsäädäntö ei tunne käsitettä mikroverkko



VISION TEEMA 8: KEHITTYVÄT TIEDONKERUUN JA -HALLINNAN MENETELMÄT, STANDARDIT JA TOIMINTAMALLIT. TEEMAA TOTEUTTAVIA RATKAISUJA



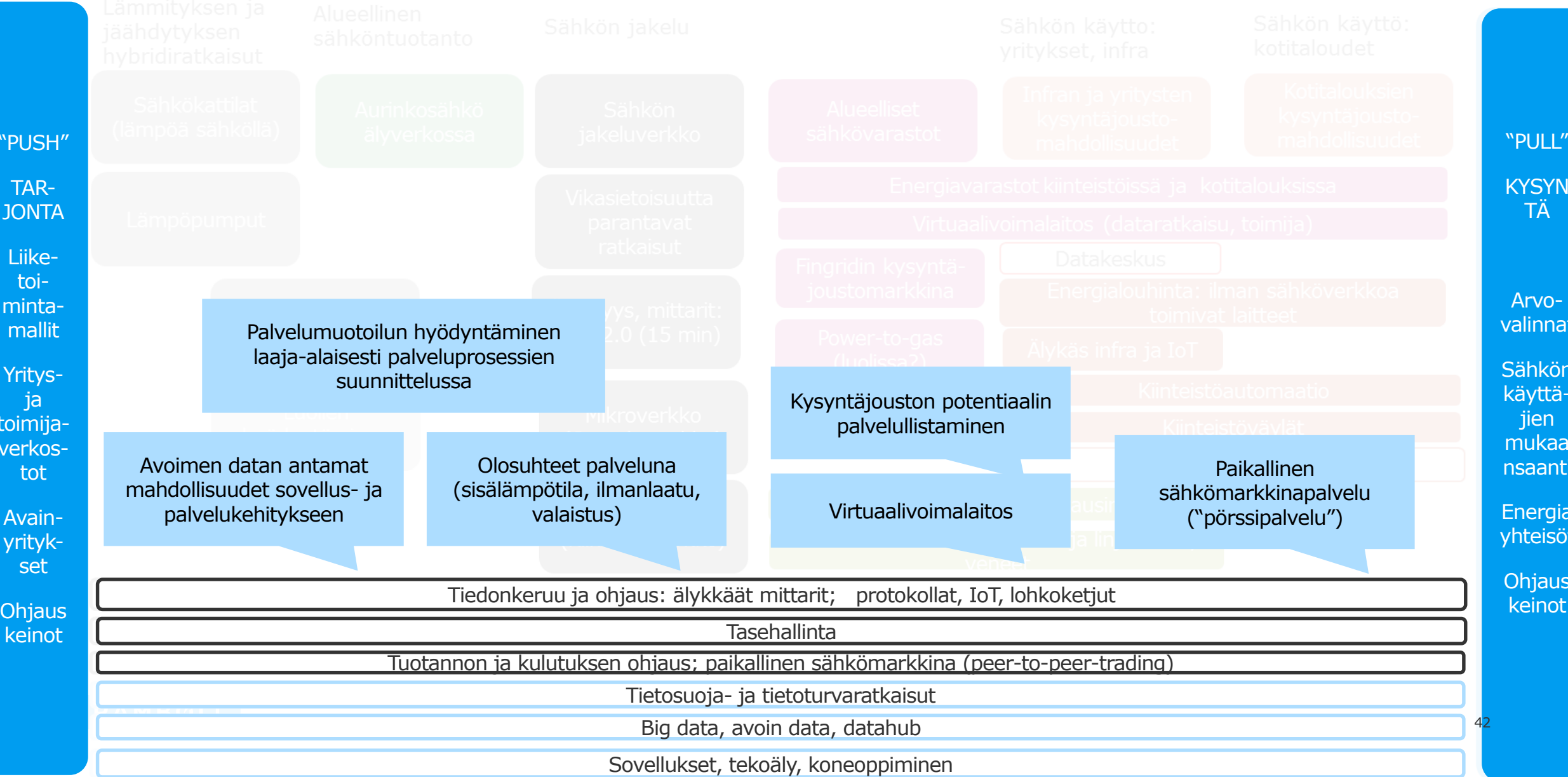
TEEMAN 8 TARKENNUSTA: ÄLYKKÄÄN SÄHKÖVERKON STANDARDIT

Älykkääseen verkkoon liittyvien järjestelmien välinen tiedonsiirto on toteutettava standardoiduin avoimin rajapinnoin ja tiedonsiirtoprotokollin.

- Älykkään verkon arkkitehtuurin suunnittelun malliksi on laadittu "The Smart Grid Architecture Model" (SGAM, European Commission's Standardisation Mandate M/490). Verkon eri toimintatasojen ja niiden yhteyksien määrittely ilman teknisten ratkaisujen määrittelyä.
- Eri järjestelmien välisiä rajapintoja ja protokollia on määritelty useissa standardeissa. Esimerkkejä standardeista ja protokollista ovat mm.:
 - CIM (Common Information Model), IEC 61970/61968. Verkon ja eri applikaatioiden välinen tiedonsiirtomalli.
 - IEC 61850. Sähköasema-automaation ja sähköjakelun Ethernet-pohjainen tiedonsiirto- ja järjestelmäarkkitehtuuri.
 - IEC 62746. Älykkään verkon ja kuluttajan älykkäiden järjestelmien väliset rajapinnat ja tiedonsiirtoprotokollat.
 - OpenADR 2.0. Kysyntäjoustoon tarvittavien järjestelmien välinen tiedonsiirto.
 - Tiedonsiirtoprotokollia ja -väyliä kiinteistöautomaatiossa ovat mm. BACnet, LonMark, ZigBee ja Z-Wave (langaton tiedonsiirto), KNX, Modbus, Dali



VISION TEEMA 9: ERILLISESTÄ HYÖDYKEKAUPASTA PALVELUALUSTOIHIN JA KOKONAISPALVELUIHIN. TEEMAA TOTEUTTAVIA TOIMINTAMALLEJA



VISION TEEMA 10: UUDET LIIKETOIMINTAMALLIT JA TOIMIJAVERKOSTOT

TEEMAA TOTEUTTAVIA RATKAISUJA

"PUSH"

TARJONTA

Liiketoimintamallit

Yritys- ja toimijaverkostot

Avainyritykset

Ratkaisujen toteuttamisen (investointien) toimintamalli, vaihtoehdot

1. Yksittäinen veturiyritys per ratkaisukokonaisuus, alihankkijat
2. Yritysten muodostama konsortio tai verkosto (yhteistyösopimus)
3. PPP (Public-Private-Partnership), kaupungin ja yritysten muodostama hankeyhtiö
4. Kaupungin investointi

Hajautetun sähköntuotannon (aurinko-, pientuuli-) toimintamalli, vaihtoehtoja ovat

1. Toimijoiden (yhtiöiden, yksityisten) tuotanto omaan käyttöön, ylijäämän (paikallinen) myynti paikallisessa pörssissä tai monistettavalla toimintamallilla
2. Tarkoitusta varten perustettava alueellinen Energiaosuuskunta
3. Mankala-yhtiö: Sähköä tuotetaan yhteisessä osakeyhtiömuotoisessa yhtiössä ja toimitetaan yhtiön osakkaille omakustannushintaan.
4. Tuotantokapasiteetin investointia ja omistusta varten perustettava yritys
5. Ulkoistusratkaisu, jossa sähköntuotantoon kilpailutetaan kaupallinen toimija

Sähköverkon toimintamalli, vaihtoehtoja

1. Paikallisen jakeluverkkoyhtiön täysin hoitama ratkaisu
2. Monistettava malli kiinteistöverkoille, jotka liittyvät jakeluverkkoon
3. Erilliset linjat, joilla hajautettu sähköntuotantolaitos (esim. aurinkovoimala) liitetään asiakkaisiinsa suoraa sähköntoimitusta varten.

Edistyneet ansaintamallit, ei osteta/ myydä energiaa vaan olosuhteita. Palvelullistaminen, palvelumyynti

Talotekniikan ostaminen / myynti palveluna. Kiinteistöjen elinkaarimalli

Elinkaarimallien ansaintalogiikka – yksityiselle investoijalle maksetaan älykkään käytön volyymin mukaan

Uudistuva ja kehittyvä ESCO-malli – älykkään energiankäytön hyödyt jaetaan investoijalle ja käyttäjälle

Savilahden energiayhteisö (ry, osuuskunta)

Oppi- ja tutkimuslaitokset pilotoijina

"PULL"

KYSYNTÄ

Sähkön käyttäjien mukaan saanti

Energia yhteisöt

TARKENNUSTA VISION TEEMAAN 10: SAVILAHDEN ALUEEN TOIMIJOIDEN TOTEUTUNUT JA MENEILLÄÄN OLEVA HANKEYHTEISTYÖ MUODOSTAA POHJAN MYÖS TULEVAISUUDEN TOIMINTAMALLEILLE

Kuopion kaupunki ja Savilahden alueen toimijat ovat tehneet yhteistyötä energiaan ja vähähiilisyyteen liittyen useissa yhteishankkeissa

- SaVe – hanke:
 - Aurinkoenergiaselvitys
 - Geoenergiaselvitys
 - Rakennusautomaatioselvitys
- SmaRa – hanke:
 - Lämmitys- ja jäähdytysverkkoselvitys, Älykkäät energiaverkot –selvitys
 - Muut selvitykset, joissa sivuttu energia-asioita: ICT-infra, Pysäköintiselvitys, Liikunta- ja tapahtumakeskuksen hankesuunnitelma, Datan hyödyntäminen, Älyratkaisujen hallintamalli, ICT-infran yleissuunnitelma, Valon kaava (kesken), Liikennevalojen yleissuunnitelma (kesken)
- DC-aluevalaistus, kehitys ja investointi, Savonia-ammattikorkeakoulun kanssa. Käsittää Savilahtea laajemman hankkeen.
- KierRe – hanke resurssiviisaudesta. Käsittää Savilahtea laajemman hankkeen.
- Useita UEF:n ja Savonian hankkeita, jotka liittyvät energiatehokkuuteen ja uusiutuvaan energiaan (EAKR)
- Syksyllä 2018 käynnistynyt 5GKIRI-yhteistyöhanke



TARKENNUSTA VISION TEEMAAN 11: TEKEILLÄ OLEVA SAVILAHTI-OHJE, JOKA OHJEISTAA OHJAUSKEINOJEN KÄYTTÖÄ SAVILAHDESSA

Savilahtiohje on asiakirja, jossa annetaan konkreettiset suositukset ja ohjeistus erilaisten rakentamisen suunnittelua ja toteutusta ohjaavien keinojen (asemakaavoitus, rakentamistapaohjeet, tontinluovutusehdot, rakennuslupa, muu ohjaus) käyttöön Savilahden tulevassa suunnittelussa ja toteutuksessa.

- Ohje on tuotettu ”Rakentamisen ohjausvälineet Savilahdessa” – selvityshankkeessa, jossa on tutkittu erilaisten ohjausvälineiden rooleja, käyttötapoja ja vaikuttavuutta Kuopion kaupungin Savilahden alueen kehittämiseksi asettamien tavoitteiden saavuttamisessa ja jalkauttamisessa.

Sisällysluettelo

Savilahtiohje	3
Työn tarkoitus	4
Kaupunkikuva	5
Liikenne	10
Pysäköinti	16
Jätehuolto ja kiertotalous	22
Väestönsuojelu	27
Energia ratkaisut	31
Smart City ja ICT	35
Taide / ”Valon kaava”	39
Rakennusajan logistiikka	43



TARKENNUSTA TEEMAAN 11: KAUPUNKIEN KEINOVALIKOIMA ÄLYVERKKO-INVESTOINTIEN JA SMART-LIIKETOIMINNAN KEHITTÄMISEKSI

"Where there's will there's a way"



KASVUALUSTA
Edellytysten
luonti uudelle
Smart-
liiketoiminnalle



SIEMEN
Uuden Smart-
liiketoiminnan
ideointi yritysten
kanssa



VERSO/TAIMI
Liiketoiminnan
suunnittelu,
käynnistäminen,
kiihdyttämöt,
rahoitus



RUNKO
Kaupunki Smart-
liiketoiminnan
asiakkaana ja
yhtiö-
kumppanina



OKSAT
Laajemman
kysynnän ja
markkinan
luominen ja/tai
kasvattaminen



HEDELMÄT
Smart-
yritysten,
ratkaisujen,
ekosysteemien
ja kaupungin
markkinointi

EDELLÄ TARKASTELLUT 11 KEHITYSTEEMAA KITEYTYIVÄT NELJÄKSI PÄÄTEEMAKSI, JOILLE MUODOSTETTIIN VAIHEISTETUT KEHITYSPOLUT

Savilahden tulevaisuuden ratkaisut (visio) voidaan kiteyttää neljään pääteemaan I – IV. Pääteemoille on muodostettavissa pääpiirteittäiset aikaan sidotut kehityspolut, joita on kuvattu seuraavilla sivuilla.

I. Kysyntäjouston optimaalinen hyödyntäminen

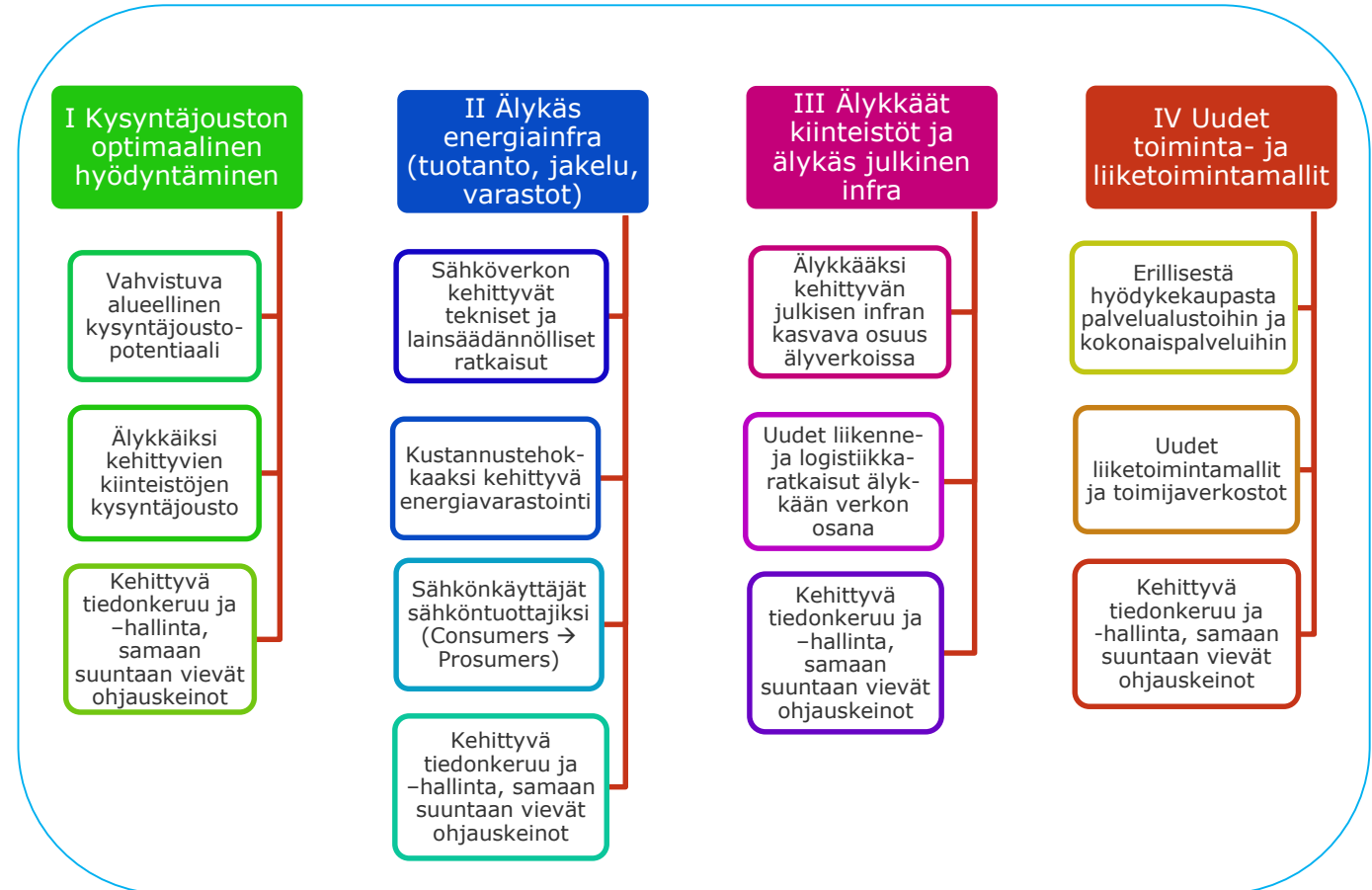
II. Älykäs energiainfra (tuotanto, jakelu, varastot)

III. Älykkäät kiinteistöt ja älykäs julkinen infra

IV. Uudet toiminta- ja liiketoimintamallit

Kehityspolkuihin liittyvä vaiheistus perustuu esitettävään toteutettavuustarkasteluun ja se jakaantuu kolmeen osaan

- Nopeimmin toteutettavat ratkaisut: toimenpiteet voidaan käynnistää heti ja ne voivat valmistua 1-2 vuoden sisällä
- Keskipitkän aikavälin ratkaisut: aktiivinen käynnistäminen 1-2 vuoden aikana ja kesto tasoa 5 vuotta
- Pitemmän aikavälin ratkaisut: vaativat toteutuakseen noin 10 vuoden ajanjakson



PÄÄTEEMA 1: KYSYNTÄJOUSTON OPTIMAALINEN HYÖDYNTÄMINEN

- Nykyiset kysyntäjoustore sopivat kohteet aktiiviseksi
- Nykyisten varavoimakoneiden hyödyntäminen (kysyntäpiikkien tasaaminen)
- Kiinteistöjen automaatio- ja sähkösuunnittelun tavoitteet ja linjaukset
- Infojärjestelmät, älytaulut ohjaamaan paikallisesti (kulutus ja hinta)

Nopeimmin toteutettavat ratkaisut

- Uudisrakennusten toteutus kysyntäjoustorekelpoisiksi
- Virtuaalivoimala kokoamaan pienet kysyntäjoustorekohteet
- Seuraavan sukupolven älymittarit (AMR 2.0, 15 min mittausjakso)
- Erityisratkaisut oppi- ja tutkimuslaitosympäristön ja sairaalan kysyntäjoustorelle
- Sähköisten kulkuneuvojen latausinfra ja akut osaksi kysyntäjoustorea
- Uudet varavoimakoneet aktiiviseksi

Keskipitkän aikavälin ratkaisut

- Kylmä- ja lämpövarastojen liittäminen kysyntäjoustoreen
- Alueelliset ja kiinteistöjen sähkövarastot (akut)
- Power-to-Heat ratkaisut (sähkökattilat)

Pitemmän aikavälin ratkaisut

Varautuminen datan keruuseen ja käsittelyyn (mikroputkitekniikka, 5G)
Kulutusdatan keruu kysyntäjoustorekohteista

Kaupungin tukema avoin ICT-infra, operaattoreiden 5G-verkko, data-alusta, avoin data

Data-alusta / operaattori, kiinteistöjen energianhallintajärjestelmät, alueellinen energianhallinta

PÄÄTEEMA 2: ÄLYKÄS ENERGIAINFRA (TUOTANTO, VARASTOT, VERKKO)

Keskipitkän aikavälin ratkaisut

- Kiinteistökohtainen aurinkosähkön tuotanto nykyisissä rakennuksissa
- Kaavoituksella ja tontinluovutusehdoilla tehtävä ohjaus
- Uudisrakennuksiin integroitavat aurinkopaneelit
- Teollisen mittakaavan aurinkovoimala
- Lämmön tasaaminen kesäaikana kaukolämpöverkossa

Nopeimmin toteutettavat ratkaisut

- Kiinteistö- ja korttelikohtaiset sähkövarastot
- Kaukolämpö / kaukokylmä sähkön varastoinnissa
- Vikasietoinen korkealaatuinen jakeluverkko (kaapeloitu verkko ja korkea automaatioaste, KJ-verkon rengaskäyttö)
- Mikroverkot ja tasasähköverkot kiinteistö-/saarekekäytössä
- Älykäs tasehallinta

- Sähköajoneuvojen latausinfra energiavarastona
- Alueelliset sähkövarastot
- Luolien ja kalliovarastoinnin hyödyntäminen kylmän/lämmön varastoinnissa
- (Power-to-Gas / Power-to-X -ratkaisut)
- (Pien-CHP, pien-tuulivoima -epätodennäköisiä)

Pitemmän aikavälin ratkaisut

Varautuminen datan keruuseen ja käsittelyyn (mikroputkitekniikka, 5G)

Kaupungin tukema avoin ICT-infra, operaattoreiden 5G-verkko, data-alusta, avoin data, etäohjaus vianhallintaan

Data-alusta / operaattori, kiinteistöjen energianhallintajärjestelmät, alueellinen energianhallinta

PÄÄTEEMA 3: ÄLYKKÄÄT KIINTEISTÖT JA ÄLYKÄS JULKINEN INFRA

- Uudiskohteiden sähkö- ja automaatio suunnittelu älykkyyttä tukevaksi
- Nykyisten kiinteistöjen energianhallinta ja älyratkaisut
- Julkisten tilojen kulunseurantaan perustuva energiaohjaus
- Älykkäät infotaulut ja paikalliset opasteet
- 5G KIRI-hankkeen suositukset liittyen tietoliikenneinfraan

Nopeimmin toteutettavat ratkaisut

Varautuminen datan keruuseen ja käsittelyyn (mikroputkitekniikka, 5G)

Keskipitkän aikavälin ratkaisut

- Uudisrakennusten kiinteistöautomaatio- ja energianhallintajärjestelmät
- Kotitalouskohtaiset älyratkaisut
- Älykkäät julkiset tilat, tilatiedon hyödyntäminen
- Älykäs ulko- ja katuvalaistus ja pysäköinnin ohjaus
- Älykkäät lumen ja jään sulatusjärjestelmät
- Älykäs sähkökulkuneuvojen lataus

Kaupungin tukema avoin ICT-infra, operaattoreiden 5G-verkko, data-alusta, avoin data, 3D-mallit

- Kiinteistö- ja korttelikohtainen tiedonhallinta
- Digitaalisen Savilahden (Digital Twin, 3D-malli) hyödyntäminen

Pitemmän aikavälin ratkaisut

Data-alusta / operaattori, kiinteistöjen energianhallintajärjestelmät, alueellinen energianhallinta, Digital Twin

PÄÄTEEMA 4: UUDET TOIMINTA- JA LIIKETOIMINTAMALLIT



SAVILAHDEN ÄLYKKÄÄT ENERGIAVERKOT –RAPORTIN SISÄLTÖ

1. Projektin lähtökohdat, tavoitteet ja toteutus
2. Benchmarking-tarkastelun yhteenveto
3. Markkinakatsaus älyverkon keskeisistä teknologioista
4. Tavoitetila/visio Savilahden älykkäälle energiaverkolle
5. Toimijoiden näkemykset ja toteutettavuustarkastelut
6. Kaupungin käytettävissä olevat ohjauskeinot
7. Rahoitus- ja TKI- mahdollisuudet
8. Esitetyn vision vaikutusten arviointi
9. Yhteenveto, etenemisen roadmap ja keskeiset toimijat
10. Loppusanat

Lähdeluettelo

Liite 1: Benchmarking-tarkastelu

KESKEISTEN SIDOSRYHMIEN NÄKEMYSTEN SELVITTÄMINEN TOTEUTETTIIN DIGITAALISTA YHTEISTYÖALUSTAA HYÖDYNTÄEN

Selvitystyön osana toteutettiin ohjausryhmän ehdottamille sidosryhmille kaksivaiheinen kysely digitaalisella yhteistyöalustalla sidosryhmän osapuolten näkemysten selvittämiseksi.

- Sidosryhmien näkemyksiä kysyttiin konkreettisten tarpeiden ja palveluiden esiin tuomiseksi, toimijoiden roolien ja toimenpiteiden esiintuomiseksi. Ensimmäisen kyselyn vastaukset huomioitiin tavoitelan määrittelyyn. Toisella kyselykierroksella haettiin näkemyksiä esitettyyn tavoitetilään ja uusia ehdotuksia saatiin niukasti.
- Näkemyksiä kysyttiin seuraavilta alueen kehitykseen liittyviltä keskeisiltä toimijoilta
 - Kuopion kaupunki
 - Kuopion Energia Oy ja Kuopion Sähköverkko Oy
 - Fingrid Oy
 - Maakuntien tilakeskus Oy
 - Oppilaitokset ja tutkimuslaitokset
 - Terveystenhuollon toimijat
 - Kiinteistöjen omistajat ja tilavuokralaiset
 - Rakennusliikkeet ja rakennusautomaatiotoimittajat
 - Kiinteistönhuoltoyritykset



YHTEENVETO SIDOSRYHMILLE TEHDYN KYSELYN TULOKSISTA – MITÄ EHDOTUKSIA TUOTIIN ESILLE 1. KIERROKSELLA

Sidosryhmien esille nostamia ratkaisuja, konkreettisia toimenpiteitä, osapuolia ja roolituksia joita tarvitaan, että älykäs energiaverkko olisi mahdollista

1. Ylijäämäenergiaa älykkääseen valaistukseen
2. Rakennuskaavan/rakennusmääräysten tuki aurinkoenergialle
3. Tonttienluovutuskilpailu, älykkyyttä korostaen
4. Älykkyyttä tukeva sähkösuunnittelu, kiinteistössä ja julkisessa infrassa (huomioiden erityistarpeet, kuten ikäihmiset ja terveydenhuolto)
5. Sairaalaympäristön energiaratkaisut osana energiaverkkoa
6. Oppi- ja tutkimuslaitosympäristön erityisratkaisut
7. Oppi- ja tutkimuslaitokset pilotoijina
8. Käyttäjäkohtaiset energiamittaukset, kustannusten hyötyä ja jakoa varten
9. Opasteet, infojärjestelmät, älytaulut (sekä julkiset että kiinteistökohtaiset)
10. Älykäs kampusliikenne
11. Älykäs pysäköinti, älykkäät pysäköintiratkaisut
12. Loistehon ja jännitteen säädettävyys osana kysyntäjoustoa
13. Tasasähköverkot

TOTEUTETTAVUUSTARKASTELUSSA SELVITETTIIN ÄLYVERKKORATKAISUJEN YHTEENSOPIVUUTTA NYKYISEN ENERGIAINFRASTRUKTUURIN KANSSA JA TARPEITA INVESTOINTEIHIN

Toteutettavuustarkastelussa selvitetään Savilahteen ehdotettujen älyverkkoratkaisujen (vision) yhteensopivuutta nykyisen energia-infrastruktuurin kanssa ja arvioidaan tarpeet investointeihin.

- Tarkastelu kohdistuu Savilahden vision kehitysteemoja toteuttaviin konkreettisiin teknisiin ratkaisuihin ja järjestelmiin sekä käytännön toimintamalleihin
- Tarvittavia investointeja tunnistetaan ja kuvataan lyhyesti tässä osuudessa, euromääräinen arvio tehdään vaikutusarvioinneissa tämän tarkastelun pohjalta priorisoiduille ratkaisuille ja järjestelmille
- Toteutettavuustarkastelua on työstetty seuraavilla sivuilla alla kuvatun kehikon muodossa.

Kehitysteemoja toteuttava konkreettinen ratkaisu tai järjestelmä	Mihin teemoihin 1-11 tarkasteltu ratkaisu ja järjestelmä liittyy	Investoinnin tai toimintamallin tarkennusta, tarvittava toimija / investoija	Vaikutus / muutokset nykyiseen energiainfraan	Vaikutus/ muutokset nykyiseen toimintamalliin	Toteutettavuuden ajuri/edistävät tekijät (+) ja riskit / hidastavat tekijät (-)	Priorisointi – mitä valitaan visioon mukaan
--	--	--	---	---	---	---

- Toteutettavuutta arvioidaan tarkastelussa liikennevaloanalogialla: vihreällä on merkitty ne ratkaisut, joiden toteutettavuus on paras ja joiden osalta on perusteluja valita ne ”ensimmäiseen aaltoon”

TOTEUTETTAVUUSTARKASTELU KYSYNTÄJOUSTOON LIITTYVILLE KONKREETTISILLE RATKAISUILLE JA JÄRJESTELMILLE 1/2

Kehitysteemoja toteuttava konkreettinen ratkaisu tai järjestelmä	Mihin kehitysteemoihin 1-11 tarkasteltu ratkaisu ja järjestelmä liittyy	Investoinnin tai toimintamallin tarkennusta, tarvittava toimi- ja / investoija	Vaikutus / muutokset nykyiseen energiainfraan	Vaikutus/ muutokset nykyiseen toimintamalliin	Toteutettavuuden ajurit/edistävät tekijät (+) ja riskit / hidastavat tekijät (-)	Priorisointi – mitä vision ensimmäiseen toteutusvaiheeseen
Kysyntäjoustopotentialisimmissa kohteissa (kohteet listattu erikseen aiemmin)	1. Alueellinen kysyntäjousto	Osallistuminen suoraan Fingridin kysyntäjousto-markkinoille tai virtuaalivoimalaitoksen kautta	Auttaa sekä laajasti että paikallisesti koko verkon tasapainon ja huippukysynnän hallintaan. Jakeluverkkoinfra toimii mahdollistajana	Virtuaalivoimalaitoksen toteuttaja tarvitaan. Verkkoyhtiö mahdollistajana	+ Uusiutuvan sähkön tuotantovolyymin ja markkinahinnan heilahtelut + Fingridin kysyntäjousto-markkinoiden kehittyminen + Kiinteistöautomaation kehittyminen + Tehohuippujen hinnoittelu (verkkoyhtiö) + Kuopiohalli pilot	
Sairaaloiden ja oppi-/tutkimuslaitosten erityisratkaisut kysyntäjoustopotentialisimmissa kohteissa		Erillisselvitys. Sairaalat ja oppilaitokset määrittävät mahdollisuudet	Paikallisella tasolla auttaa huippukysynnän hallintaan. Jakeluverkkoinfra mahdollistajana	Kohteiden suurimmat kuormat säädettävissä markkinoiden mukaan. Voidaan toteuttaa joko yksin tai virtuaalivoimalaitoksen kautta	+ On kiinnostusta + Fingridin kysyntäjoustopotentialisimmissa kohteissa + Kiinteistöautomaation kehittyminen	Vaatii erillisselvityksiä
Älykkyyttä tukeva kiinteistöjen sähkösuunnittelu	1. Alueellinen kysyntäjousto 2. Kiinteistöjen kysyntäjousto	Rakennusliikkeet toteuttajina. Erityiskohteita esim. iäkkäiden asuminen. Kts. seuraava sivu	Sähkölatauspisteiden tehontarve huomioitava	Ei vaikutusta	+ Tehty Savilahden tavoitetila (visio) ohjaa jo suunnitteluvaihetta	
Kiinteistöautomaatio ohjaamaan talotekniikkaa älykkäissä kiinteistöissä (mm. kysyntäjousto)	1. Alueellinen kysyntäjousto 2. Kiinteistöjen kysyntäjousto	Rakennusliike investoi/toteuttaa. Kiinteistöyhtiö / taloyhtiö maksaa käytön	Jakeluverkkoinfra mahdollistajana: uudet varttitasasähkömittarit. kaksisuuntaisuus	Kysyntäjoustopotentialisimmissa kohteissa sähkökäyttäjille taloudellista hyötyä. Sähkön myyntiyhtiö tai erillisyhtiö palveluntarjoajana. Verkkoyhtiö mahdollistajana	+Tontinluovutus-ehdoilla voidaan ohjata (esim. Skanssi) +/- Rakennusliike keskeinen tekijä	57

TOTEUTETTAVUUSTARKASTELU KYSYNTÄJOUSTOON LIITTYVILLE KONKREETTISILLE RATKAISUILLE JA JÄRJESTELMILLE 2/2

Kehitysteemoja toteuttava konkreettinen ratkaisu tai järjestelmä	Mihin kehitysteemoihin 1-11 tarkasteltu ratkaisu ja järjestelmä liittyy	Investoinnin tai toimintamallin tarkennusta, tarvittava toimija / investoija	Vaikutus / muutokset nykyiseen energiainfraan	Vaikutus/ muutokset nykyiseen toimintamalliin	Toteutettavuuden ajurit/edistävät tekijät (+) ja riskit / hidastavat tekijät (-)	Priorisointi – mitä vision ensimmäiseen toteutusvaiheeseen
Kotitalouksien kysyntäjousto-ratkaisujen toteutus, esimerkkejä • Sähkölämmitys • Ilmastointi • Lämminvesivaraaja	2. Kiinteistöjen kysyntäjousto	Investointi asunnon automaatiojärjestelmään (voi olla kokonaispalvelu kysyntäjoustoprojektina)	Paikallisella tasolla auttaa huippukysynnän hallintaan.	Vaatii virtuaaliakku- / virtuaalivoimalatoimijan, joka kokoaa potentiaalit	+ Uusiutuvan sähkön markkinahinnan heilahtelut + Olemassaoleva ratkaisu (esim. Fortum Spring-lämminvesivaraajat)	
Yritysten varavoimakoneiden hyödyntäminen kysyntäjoustopuolella	1. Alueellinen kysyntäjousto 2. Kiinteistöjen kysyntäjousto	Esimerkiksi datakeskusten ja teleoperaattoreiden varavoimakoneiden hyödyntäminen	Paikallisella tasolla auttaa huippukysynnän hallintaan. Verkkoyhtiö ja -infra mahdollistajana	Taloudellista hyötyä varavoimakoneista kysyntäjoustopuolella.	+ Sähkön markkinahinnan heilahtelut + Automaation kehittyminen - Varavoimakoneiden päätarkoituksena on suojata yrityksen toimintaa ja se ei saa häiriintyä	
Sähkötalot (Power-to-Heat) alue-/ kaukolämmön tuotannossa	1. Alueellinen kysyntäjousto 3. Sähkön varastointi	Alue-/kaukolämpö: energiyhtiö toimijana	Auttaa sekä laajasti että paikallisesti koko verkon tasapainon ja huippukysynnän hallintaan. Jakeluverkkoinfra toimii mahdollistajana		+ Sähkön markkinahinnan heilahtelut	Epätodennäköinen

TOTEUTETTAVUUSTARKASTELU AURINKOENERGIAAN LIITTYVILLE KONKREETTISILLE RATKAISUILLE JA JÄRJESTELMILLE

Kehitysteemoja toteuttava konkreettinen ratkaisu tai järjestelmä	Mihin kehitysteemoihin 1 -11 tarkasteltu ratkaisu ja järjestelmä liittyy	Investoinnin tai toimintamallin tarkennusta, tarvittava toimija / investoija	Vaikutus / muutokset nykyiseen energiainfraan	Vaikutus/ muutokset nykyiseen toimintamalliin	Toteutettavuuden ajurit/edistävät tekijät (+) ja riskit / hidastavat tekijät (-)	Priorisointi – mitä vision ensimmäiseen toteutusvaiheeseen
Kiinteistöihin integroidut aurinkopaneelit	3. Sähkönkäyttäjät sähköntuottajiksi (1. Alueellinen kysyntäjousto 2. Kiinteistöjen kysyntäjousto)	Kiinteistön investointi tai palveluhankinta kokonaispalveluntarjoajalta (Yhtiö, joka tarjoaa palveluna)	Pientuotannon liittäminen verkkoon vaatii rakennusluvan sekä kytkentäluvan verkkoyhtiöltä. Tekniset vaatimukset tulee sovittaa paikallisen energiayhtiön kanssa. Sähkön myyntisopimus tulee myös tehdä energiayhtiön kanssa.	Ylijäämänsähkön myyminen verkkoon vaatii yhteistyötä paikallisen energiayhtiön kanssa. Vaatii sopimuksen paikallisen energiayhtiön kanssa	+ Omakäyttösähkössä ei siirtomaksua, ei veroja + Kiinteistöjen energiatehokkuuslaskenta (E-luku) ohjaa tähän + Aurinkopaneelien hinnat laskevat + Suunniteltu asetusmuutos asukaskäytöstä (omakäytöstä) kerrostalokiinteistössä (Virtuaalimittaus) +Ylijäämänsähkön myyntimahdollisuus energiayhtiölle tai varastointi akkuihin (esim. latauspisteitä varten) + Tehohippujen hinnoittelu (verkkoyhtiö) + Kuopiossa n. 50 erikokoista ratkaisua	
Teollisen mittakaavan aurinkovoimala (Yhteiskäyttövoimala)		Todennäköisin sijoittuminen rakennusten katoille, tulevaisuudessa järveen? Energiayhteisön tai yksittäisen toimijan investointi. Mahdollisuus joukkorahoitukseen ("vuokraa oma paneeli")	Tarvitaan liittymä jakeluverkkoon sekä sopimukset siirrosta, tasehallinnasta ja energiakaupasta Verkkoyhtiö ratkaisee verkkoon mahdollisesti kohdistuvat tekniset muutospainet.	Järjestettävä sähkön jakelu Savilahdessa / ylijäämän myynti markkinalle	+ Sähkön markkinahinnan heilahtelut – omatuotato "saarekkeena" kalliin hinnan aikana + Paneeliteknologian halpeneminen + Investointituet +/- Paikallinen kulutusprofiili? – miten hyödyntää aurinkosähkön tuotantoprofiilia - Sijoituspaikkaan liittyvät kysymykset	

TOTEUTETTAVUUSTARKASTELU PIENIMUOTOISEEN ENERGiantuotantoon LIITTYVILLE KONKREETTISILLE RATKAISUILLE JA JÄRJESTELMILLE

Kehitysteemoja toteuttava konkreettinen ratkaisu tai järjestelmä	Mihin kehitysteemoihin 1 -11 tarkasteltu ratkaisu ja järjestelmä liittyy	Investoinnin tai toimintamallin tarkennusta, tarvittava toimija / investoija	Vaikutus / muutokset nykyiseen energiainfraan	Vaikutus/ muutokset nykyiseen toimintamalliin	Toteutettavuuden ajurit/edistävät tekijät (+) ja riskit / hidastavat tekijät (-)	Priorisointi – mitä vision ensimmäiseen toteutusvaiheeseen
Pientuulivoimala	3. Sähkönkäyttäjät sähköntuottajiksi (1. Alueellinen kysyntäjousto 2. Kiinteistöjen kysyntäjousto)	Energiayhteisön tai yksittäisen toimijan investointi	Tarvitaan liittymä jakeluverkkoon sekä sopimukset siirrosta, tasehallinnasta ja energiakaupasta Verkkoyhtiö ratkaisee verkkoon mahdollisesti kohdistuvat tekniset muospaineet.	Järjestettävä sähkön saarekekäyttö Savilahdessa sekä ylijäämän myynti markkinalle	+ Teknologian halpeneminen + Investointituki - Sijoituspaikkaan liittyvät kysymykset	Ei todennäköinen Savilahdessa
Pien-CHP, biopolttoaine		Energiayhteisön tai yksittäisen toimijan investointi	Tarvitaan liittymä jakelu- ja lämpöverkkoon sekä sopimukset siirrosta, tasehallinnasta ja energiakaupasta Verkkoyhtiö/lämpöyhtiö ratkaisevat verkkoon mahdollisesti kohdistuvat tekniset muospaineet.	Järjestettävä energian saarekekäyttö Savilahdessa sekä ylijäämän myynti markkinalle	+ Teknologian halpeneminen + Investointituki - Biopolttoaineen logistiikkakysymykset - Sijoituspaikkaan liittyvät kysymykset	Ei todennäköinen Savilahdessa

TOTEUTETTAVUUSTARKASTELU SÄHKÖVARASTOIHIN JA LATAUSINFRAAN LIITTYVILLE KONKREETTISILLE RATKAISUILLE JA JÄRJESTELMILLE

Kehitysteemoja toteuttava konkreettinen ratkaisu tai järjestelmä	Mihin teemoihin tarkasteltu ratkaisu ja järjestelmä liittyy	Investoinnin tai toimintamallin tarkennusta, tarvittava toimija / investoija	Vaikutus / muutokset nykyiseen energiainfraan	Vaikutus/ muutokset nykyiseen toimintamalliin	Toteutettavuuden ajuri/edistävät tekijät (+) ja riskit / hidastavat tekijät (-)	Priorisointi – mitä vision ensimmäiseen toteutusvaiheeseen
Alueelliset sähkövarastot ("yhteiskäyttöakut") Kts. erillistarkastelu vision yhteydessä	1. Alueellinen kysyntäjousto 4.Energiavarastointi	Energiayhtiö tai erillinen energiapalvelutuottaja investoijana (Verkkoyhtiö – vain taseen tekniseen hallintaan)	Tehopiikkien tasoittuminen Sähkölaitteiden suunnittelu sähkövarastojen koon ja sijainnin pohjalta - verkkoyhtiö	Sähkövarastojen tilavaraukset	Kts. erillistarkastelu seuraavalla sivulla + Sähkön markkinahinnan heilahtelut + Teknologian kehitys ja halpeneminen	Odottaa teknologian kehitystä, hinnanlaskua ja lainsäädäntöä
Kiinteistöjen sähkövarastot (kiinteistökohtaiset akut)	2. Kiinteistöjen kysyntäjousto 4.Energiavarastointi	Kiinteistöomistaja, Kiinteistön kokonaispalvelu, jossa aurinkopaneeleita + akkuja	Tehopiikkien tasoittuminen Sähkölaitteiden suunnittelu sähkövarastojen koon ja sijainnin pohjalta - verkkoyhtiö	Sähkönmyyntiyrityksien pienenevä myynti	+ Sähkön markkinahinnan heilahtelut + Teknologian kehitys ja halpeneminen + Tehohippujen hinnoittelu (verkkoyhtiö)	Odottaa teknologian kehitystä, hinnanlaskua
Sähköajoneuvojen latausinfra sähkövarastona (henkilöautot, sähköbussit, vesiliikenne, jakeluliikenne mukaanlukien dronet, autonominen liikenne, työkonet, kuljettimet...)	6. Uudet liikenne- ja logistiikkaratkaisut älykkään sähköverkon osana 1. Alueellinen kysyntäjousto 4.Energiavarastointi	Latausinfraan investointi ja ylläpito	Tehopiikkien tasoittuminen Vaatimukset lisäteholle ja verkkoyhtiön tekemälle suunnittelulle sekä taloyhtiöille (esim. latauspisteisiin varautuminen kerrostaloissa -> vaikuttaa liittymien suunnitteluun, lisää liittymäkokoja: putkitusten teko valmiiksi jotta latauspisteitä voidaan lisätä myöhemmin)	Tarvitaan verkon hallintajärjestelmä joka kykenee hyödyntämään autojen akkuja. Yksityisautoilijoiden tulee asettaa rajoja milloin autoa saa käyttää akkuna ja milloin ei. Tarvitaan toimija, joka ottaa automassan hallitakseen	+/- Sähköajoneuvojen lukumäärän kehitys vaikuttaa suoraan latausinfraan kehittymiseen + Sähkön markkinahinnan heilahtelut +V2G-tekniikan kehittyminen + Lainsäädännön velvoitteet latauspisteistä +Älykäs lataus - ei aiheuta isoja tehopiikkejä	

TOTEUTETTAVUUSTARKASTELU VISIOSSA ESITETYILLE ENERGIAVARASTOINTIIN JA –LOUHINTAAN LIITTYVILLE RATKAISUILE JA JÄRJESTELMILLE

Kehitysteemoja toteuttava konkreettinen ratkaisu tai järjestelmä	Mihin teemoihin tarkasteltu ratkaisu ja järjestelmä liittyy	Investoinnin tai toimintamallin tarkennusta, tarvittava toimija / investoija	Vaikutus / muutokset nykyiseen energiainfraan	Vaikutus/ muutokset nykyiseen toimintamalliin	Toteutettavuuden ajuri/edistävät tekijät (+) ja riskit / hidastavat tekijät (-)	Priorisointi – mitä vision ensimmäiseen toteutusvaiheeseen
Kylmä- ja lämpö-varastot sähkön varastoinnissa	1. Alueellinen kysyntäjousto 4.Energiavarastointi	”Sähkötaseen” integrointi kaukolämmön tai kaukojäähdytyksen tuotantoon	”Sähkötaseen” integrointi kaukojäähdytyksen tuotantoon	Aggregoiva / integroiva toimija, joka hakee taloudellista hyötyä sähkönhinnan vaihtelusta ja kysyntäjousto-markkinasta	+ Sähkön markkinahinnan heilahtelut + Kysyntäjousto-markkinan kehittyminen + Lämpöpumput mahdollistajana + Varastojen oikean mitoituksen osaaminen + Vrt. Helen Mustikkamaa	
Power-to-gas energia-varastoinnissa		Luolien antama mahdollisuus kaasun/vedyn tuotantoon ja varastointiin	Tarvitaan liittymä jakeluverkkoon sekä sopimukset toimijoiden kanssa. Verkkoyhtiö ratkaisee sähköverkkoon mahdollisesti kohdistuvat tekniset muutospainheet.	Aggregoiva / integroiva toimija, joka hakee taloudellista hyötyä sähkönhinnan vaihtelusta ja kysyntäjousto-markkinasta	+ Sähkön markkinahinnan heilahtelut -Teknologiaaltaan uusi ratkaisu + Wärtsilä hakee startuppeja ”Power to X” konseptillaan	Odottaa teknologian kehittymistä
Luolatilojen ja kallion hyödyntäminen energia-varastoinnissa		Kylmän/lämmön varastointi vaatii ”sähkötaseen” integrointia kaukolämmön tai kaukojäähdytyksen tuotantoon	Tarvitaan liittymä jakeluverkkoon sekä sopimukset toimijoiden kanssa. Verkkoyhtiö ratkaisee sähköverkkoon mahdollisesti kohdistuvat tekniset muutospainheet.	Aggregoiva / integroiva toimija, joka hakee taloudellista hyötyä sähkönhinnan vaihtelusta ja kysyntäjousto-markkinasta	+ Kansainvälinen esimerkki: Hollannin Gasunie hyödyntää luolaa vedyn varastoinnissa	
Energialouhinta: ilman sähköverkkoa toimivat laitteet	2. Kiinteistöjen kysyntäjousto 8. Kehittyvät tiedonkeruu menetelmät				-Teknologiaaltaan uusi ratkaisu	Odottaa teknologian kehittymistä

TOTEUTETTAVUUSTARKASTELU ÄLYKKÄÄSEEN JULKISEEN INFRAAN LIITTYVILLE KONKREETTISILLE RATKAISUILLE JA JÄRJESTELMILLE

Kehitysteemoja toteuttava konkreettinen ratkaisu tai järjestelmä	Mihin teemoihin 1-11 tarkasteltu ratkaisu ja järjestelmä liittyy	Investoinnin tai toimintamallin tarkennusta, tarvittava toimija / investoija	Vaikutus / muutokset nykyiseen energiainfraan	Vaikutus/ muutokset nykyiseen toimintamalliin	Toteutettavuuden ajuri/edistävät tekijät (+) ja riskit / hidastavat tekijät (-)	Priorisointi – mitä vision ensimmäiseen toteutusvaiheeseen
Älykkyyteen tähtäävä infran sähkösuunnittelu	5. Älykäs julkinen infra	Kaupunki pääasiallisena investoijana	Sähkölatauspisteiden tehontarve	Ei merkittävää vaikutusta		
Julkisten tilojen kulunseurantaan perustuva energiaohjaus (lämpö, valo, ilmastointi)		Kaupunki investoijana	Tarvittava anturointi ja mittaukset kulunseurantaan varten	Energia- ja kustannussäästöjä kun tiloihin ei käytetä turhaan energiaa. Iso potentiaali säästöille.	+/- Antureiden ja automaation hinnat suhteessa säästöihin + Säästöt + Trendi/”must”-ilmiö	
Älykäs olosuhteisiin ja liikkuihin reagoiva ulko- ja katuvalaistus		Kaupunki investoijana	Tiedonsiirtoyhteydet, anturit, ohjausjärjestelmä	Energia- ja kustannussäästöjä. Mahdollistaa myös muun datansiirron esim. liikenteen kulusta	+ Teknologian hinta + Kaupungin päätös valaisinkohtasiesta ohjauksesta tehty + Muun datan siirto	
Älykkäät lumen ja jään sulatusjärjestelmät		Kaupunki investoijana	Tiedonsiirtoyhteydet, anturit, ohjausjärjestelmä	Energia- ja kustannussäästöjä	+ Voi jossain tapauksissa toteuttaa tehopiikkien leikkausta ja kysyntäjoustoa	
Älykkäät liikenteen opastejärjestelmät ja pysäköintiratkaisut (pysäköinti-paikkojen anturointi, robotit ym)		Kaupunki ja pysäköintioperaattori investoijana	Tiedonsiirtoyhteydet, anturit, ohjausjärjestelmä	Anturoinnilla ja ohjauksella voidaan ohjata pysäköintiä tiettyyn kerrokseen		
Informaatiojärjestelmät, älytaulut, -pylväät, erityisesti energiaan liittyvä informaatio		Kaupunki investoijana	Tiedonsiirtoyhteydet, anturit, ohjausjärjestelmä	Toivottava vaikutus on opastava energiankulutukseen		

TOTEUTETTAVUUSTARKASTELU SÄHKÖVERKKOIHIN LIITTYVILLE KONKREETTISILLE RATKAISUILLE JA JÄRJESTELMILLE

Kehitysteemoja toteuttava konkreettinen ratkaisu tai järjestelmä	Mihin teemoihin 1 -11 tarkasteltu ratkaisu ja järjestelmä liittyy	Investoinnin tai toimintamallin tarkennusta, tarvittava toimija / investoija	Vaikutus / muutokset nykyiseen energiainfraan	Vaikutus/ muutokset nykyiseen toimintamalliin	Toteutettavuuden ajuri/ edistävät tekijät (+) ja riskit / hidastavat tekijät (-)	Priorisointi – mitä vision ensimmäiseen toteutusvaiheeseen
Sähköverkon automatisoitu vianhallinta	7. Sähköverkon kehittyvät tekniset ja lainsäädännölliset ratkaisut	Kuopion Sähköverkko Oy investoijana	Uusia ominaisuuksia: Rengasverkko, verkkokatkaisijat ym.	Parantaa sirron laatua ja luotettavuutta Muuttaa henkilötyötä	+ Olemassaolevaa teknologiaa + Suunnitelmissa	
Sähköverkon älykkäät jakelumuuntamot		Kuopion Sähköverkko Oy investoijana	Uusia ominaisuuksia: Muuntamoiden kaukokäyttö ym.	Parantaa siirron laatua ja luotettavuutta Muuttaa henkilötyötä	+ Olemassaolevaa teknologiaa + Suunnitelmissa	
Suljettu jakeluverkko yritysalueen tai -saarekkeen ratkaisuna		Erillinen jakeluverkkotoimija ja –infra. Sähkönkäyttäjillä joku hallinnollinen yhteys	Jakeluverkkoinfran erityis (uusi / olemassaolevan verlon vuokraus)	Erillinen rajatun alueen ja toisiinsa hallinnollisesti liittyvien kinteistöjen jakeluverkkotoimija	+ Siirtomaksuun voi vaikuttaa pienentävästi - Lainsäädännölliset rajoitukset – ei kotitalouksia - Vaatii verkkoluvan	
Mikroverkko teknologiaratkaisuna		Lainsäädännön näkökulmasta todennäköisesti kiinteistöverkko	Syntyy erillisiä itsenäisiä saarekkeita, jotka voivat olla liitettyjä julkiseen jakeluverkkoon	Syntyy erillisiä itsenäisiä saarekkeita	+ Olemassaolevaa teknologiaa - Toimintamallit vasta kehittymässä	
Erilliset linjat suoraa sähkön toimitusta varten		Esim. aurinkovoimalasta yhteen käyttöpaikkaan	Siirto tapahtuu nykyisen verkon ulkopuolella	Toiminta tapahtuu nykyisen energiainfran ulkopuolella	+ Ei siirtomaksua - Lainsäädännöllisesti uusi ja epävarma käsite	
Monistettava mikroverkkojen (kiinteistöverkkojen) hallinta- ja operointimalli		Tarvitaan palvelunkehittäjä monistettavaksi tuotteeksi	Ei merkittävää vaikutusta	Syntyy erillisiä itsenäisiä saarekkeita	+ Tukisi skaalautumista + Bisnesmahdollisuus	
Tasasähköverkolla toteutetut saarekkeet		Esim. led-valaistus yhdistettynä aurinkoenergiaan puistovalaistuksessa	Loistehovaikutukset	Tavoitteena parempi toimitusvarmuus	+ Parempi sähkön laatu + Edullisempi pienjännite-tekniikka + Tehokas saarekekäyttö + Savonian pilot	

TOTEUTETTAVUUSTARKASTELU TIEDONKERUUSEEN JA HALLINTAAN LIITTYVILLE KONKREETTISILLE RATKAISUILLE JA JÄRJESTELMILLE

Kehitysteemoja toteuttava konkreettinen ratkaisu tai järjestelmä	Mihin teemoihin 1 -11 tarkasteltu ratkaisu ja järjestelmä liittyy	Investoinnin tai toimintamallin tarkennusta, tarvittava toimi- ja / investoija	Vaikutus / muutokset nykyiseen energiainfraan	Vaikutus/ muutokset nykyiseen toimintamalliin	Toteutettavuuden ajuri/edistävät tekijät (+) ja riskit / hidastavat tekijät (-)	Priorisointi – mitä vision ensimmäiseen toteutusvaiheeseen
Avoin ICT-infra vaatimaan tiedonsiirtoon (kaapeliverkko, 5G)	8. Kehittyvät tiedonkeruun ja -hallinnan menetelmät, standardit ja toimintamallit	Kaupunki ja teleoperaattorit investoivat (5GKIRI-hanke)	Korttelikohtainen varavoima esimerkiksi 5G-verkon tarpeisiin. Sähkönsyöttö piensolutukiasemille	Rakennuslupamenettelyt tukiasemille	+ Teddyt päätökset kaapeloinneista ja kaikille avoimista mikroputkituksista	
Seuraavan sukupolven energiamittaus (AMR 2.0)		3-15 min mittaus-jakso ym. Verkkoyhtiö investoi	Merkittävä laaja muutosprojekti	Merkittävät vaikutukset esimerkiksi kysyntäjoustop toteuttamiseen ja uusien palveluiden luomiseen	+ Uudet energia-mittarit tulossa joka tapauksessa (2020 ->)	
IoT:n hyödyntäminen energiaratkaisujen tiedonsiirrossa		Teknologia- tai palvelutarjoajalta, osa laajempaa ratkaisua	Osa kokonaisjärjestelmää, joka voi vaikuttaa merkittävästi	Osa kokonaisjärjestelmää, joka voi vaikuttaa merkittävästi	+ Teknologia kehittyy nopeasti	
Kiinteistöväylät ja energiahallintajärjestelmät (HEMS, BEMS)		Kiinteistönomistaja investoi	Huomattava vaikutus laajasti käytettynä, mahdollistaa kysyntäjoustop	Huomattava vaikutus laajasti käytettynä, mahdollistaa kysyntäjoustop	+ Teknologia kehittyy - Standardointi kesken	
Alueellinen energiahallintajärjestelmä ja siihen liittyvä data-alusta, Energiahub		Yhteiskehitys kaupunki + kaupalliset toimijat	Osin rinnakkainen järjestelmä, jossa alueellinen ja pienempi skaalainen fokus	Merkittävät muutokset toimintamalliin, vahvistaa tasehallintaa aluetasolla	- Uutta kehitystä	
Energiadataoperaattori ja -palvelut		Yhteiskehitys kaupunki + kaupalliset toimijat	Mahdollistaa datan tehokkaan hyödyntämisen ja jakamisen	Palveluiden tuottaminen dataa hyödyntäen edesauttaa kehitystä	- Uutta kehitystä	
Kattava 3D-malli alueesta ja Digital twin		Voidaan analysoida ja visualisoida olosuhteita ja energiankulutusta reaaliaikaisesti		Tehokas kiinteistöjen energia- ja vianseuranta.	+/- Teknologian kehitys	3D mallia kehitetään koko ajan, Digital Twin on uusi ratkaisu

TOTEUTETTAVUUSTARKASTELU SAVILAHDEN VISIOSSA ESITETYILLE TULEVAISUUDEN PALVELUMALLEILLE

Kehitysteemoja toteuttava konkreettinen ratkaisu tai järjestelmä	Mihin teemoihin 1 -11 tarkasteltu ratkaisu ja järjestelmä liittyy	Investoinnin tai toimintamallin tarkennusta, tarvittava toimija / investoija	Vaikutus / muutokset nykyiseen energiainfraan	Vaikutus/ muutokset nykyiseen toimintamalliin	Toteutettavuuden ajuri/edistävät tekijät (+) ja riskit / hidastavat tekijät (-)	Priorisointi – mitä vision ensimmäiseen toteutusvaiheeseen
Talotekniikka palveluna (Kiinteistöjen elinkaarimalli)	9. Erillisestä hyödykekaupasta palvelualustoihin ja kokonaispalveluihin	Kokonaispalvelu kiinteistöjen elinkaaren ajalle investoinnin sijasta	Energia- ja tiedonsiirto-infra mahdollistajana Infrasta erillinen ratkaisu	Uudentyyppinen palvelu	+ Helppous kiinteistönomistajalle - Ei mahdollisuutta pistemäisiin säästöihin - Sitoo yhteen toimittajaan	
Kiinteistön aurinkoenergia-kokonaispalvelu		Kokonaispalvelu kiinteistöihin integroitavalle aurinkoenergialle	Energia- ja tiedonsiirto-infra mahdollistajana Infrasta erillinen ratkaisu	Palvelumalli helpottaa kiinteistöomistajien osallistumista.	+ Helppous kiinteistönomistajalle - Sitoo yhteen toimittajaan	
Virtuaalivoimalaitos (palvelu) kysyntäjousto-potentiaalin hallintaan		Kiinnostunut kaupallinen toimija tarvitaan	Energia- ja tiedonsiirto-infra mahdollistajana Infrasta erillinen ratkaisu	Palvelumalli helpottaa kiinteistöomistajien osallistumista.	+ Kaupallisia ratkaisuja on jo olemassa erityisesti teollisuuden tehonhallinnassa + VV-laitos otettu käyttöön Kuopio-hallissa	
Paikallinen sähkö-markkinapalvelu ("sähköpörssi")		Kiinnostunut kaupallinen toimija tarvitaan	Energia- ja tiedonsiirto-infra mahdollistajana Infrasta erillinen ratkaisu	Tukee energiayhteisön toimintaa	- Lainsäädännöllisesti tuntematon	
Olosuhteiden myynti palveluna (sisälämpötila, ilmanlaatu, valaistus)		Kiinnostunut kaupallinen toimija tarvitaan	Energia- ja tiedonsiirto-infra mahdollistajana Infrasta erillinen ratkaisu	Palvelumalli helpottaa kiinteistöomistajien ja asukkaiden osallistumista.	+ Kiinteistöautomaatio, tiedonsiirto ja -hallinta mahdollistavat	
Avoimeen dataan pohjautuvat uudet sovellukset ja palvelut		Paljon mahdollisuuksia. Kaupungin data-alustan avulla palveluiden kehittäminen tehty helpoksi.	Energia- ja tiedonsiirto-infra mahdollistajana Infrasta erillinen ratkaisu	Riippuu kehitettävästä palvelusta	+ Data-alusta mahdollistaa	66

TOTEUTETTAVUUSTARKASTELU TOI ESILLE SAVILAHDEN RATKAISUIHIN LIITTYVÄN VAIHEISTUKSEN

Toteutettavuustarkastelu osoitti että varsin monet älykkään sähköverkon ratkaisut ovat toteutuskelpoisia jo nyt, vaikkakin niiden kustannus-hyötysuhteen odotetaan paranevan ajan myötä. Toteutettavuustarkastelun tuloksia on hyödynnetty aiemmin kuvatussa pääteemojen kehityspolun vaiheistuksessa

- Kysyntäjoustop toteutettavuuteen liittyy sekä nopeita että hitaampia ja epävarmempia ratkaisuja, mutta toteutettavuus on varsin hyvä jo nyt, kun varaudutaan riittävällä talotekniikalla ja automaatiojärjestelmillä
- Aurinkoenergia (aurinkosähkö) on kaupallisesti saatavilla oleva ratkaisu, tuotetun sähkön hyödyntäminen kiinteistön eri asukkaille ei vielä ole täysin haasteetonta
- Alueelliset sähkövarastot ja uudet sähköverkkoratkaisut odottavat lainsäädännön selkiytymistä
- Tietoliikenneinfran ja energiadatan käsittelyn kehittämisessä ei saisi vitkastella, jotta niiden päälle rakentuvat toimintamallit kehittyisivät
- Myös uusien palveluiden ja toimintamallien kehittäminen on tärkeää alkuvaiheesta lähtien



SAVILAHDEN ÄLYKKÄÄT ENERGIAVERKOT –RAPORTIN SISÄLTÖ

1. Projektin lähtökohdat, tavoitteet ja toteutus
2. Benchmarking-tarkastelun yhteenveto
3. Markkinakatsaus älyverkon keskeisistä teknologioista
4. Tavoitetila/visio Savilahden älykkäälle energiaverkolle
5. Toimijoiden näkemykset ja toteutettavuustarkastelut
6. Kaupungin käytettävissä olevat ohjauskeinot
7. Rahoitus- ja TKI- mahdollisuudet
8. Esitetyn vision vaikutusten arviointi
9. Yhteenveto, etenemisen roadmap ja keskeiset toimijat
10. Loppusanat

Lähdeluettelo

Liite 1: Benchmarking-tarkastelu

ÄLYKKÄÄN ENERGIAVERKON TOTEUTTAMISEKSI TARVITAAN MONIPUOLISIA SAMAA SUUNTAAN VIEVIÄ OHJAUSKEINOJA

Keskeisiä kaupungin ohjauskeinoja on lueteltu alla sekä kuvattu ja arvioitu seuraavilla sivuilla

Kaavoitus, maankäytösopimukset, rakentamistapaohjeet

Tontinluovutuskilpailut, joissa älykkyyttä arvioivat tavoitteet / kriteerit

Tontinluovutusehdot

Savilahtiohjeen tavoitteena on määrittää, mitä keinoa voidaan käyttää mihinkin tarkoitukseen Savilahdessa. Seuraavilla sivuilla on tällä sinisellä pohjalla viittauksia Savilahtiohjeen luonnosversioon (päiväys 23.10.2018)

Viestintä ja vuorovaikutus: julkiset keskustelut, kampanjat, neuvonta, kilpailut, ...

Taloudellisen ohjauksen keinot: sponsorointi, palkinnot, kaupungin fasilitoimat palvelumallit toimijoiden säästöjen tai tuottojen realisoimiseksi

Kaupungin vahva tahtotila, sitä toteuttavat linjaukset, toimenpiteet ja resurssointi

Kaupungin innovatiivinen yhteistyö yritysten kanssa investoinneissa ja liiketoiminnan kehittämisessä

Innovatiiviset julkiset hankinnat

Älykkään hajautetun tuotannon edistäminen: TKI-rahoitus, investointituet, paikallinen syöttötariffi, maksuhelpotukset, luvitushelpotukset

Älykkään sähköverkon edistäminen: TKI-rahoitus, investointituet, maksuhelpotukset, luvitushelpotukset

KAAVOITUS JA MAANKÄYTTÖSOPIMUKSET OHJAUSKEINONA TUKEMASSA SAVILAHDEN ÄLYKKÄÄN ENERGIAVERKON TOTEUTUSTA

Tavoitteena älykkäiden energiajärjestelmien toteutus (energiatehokkaat, ekologiset ja älykkäät tekniset ratkaisut) kaavoituksen ja maankäytön ohjausvaikutuksen kautta

- Mitä ohjauskeinoon voi sisältyä
 - Asemakaavamääräykset, joissa kuitenkin ei voida velvoittaa rakentamistapaohjeiden noudattamiseen.
 - Rakentamistapaohjeet voidaan ottaa sitoviksi tontinluovutuksen ehtona
 - Maankäyttösopimukset, joissa kunta ja maanomistaja keskenään sopivat alueen asemakaavoituksen käynnistämisestä sekä kaavan toteuttamiseen liittyvistä osapuolten välisistä oikeuksista ja velvoitteista
 - Kumppanuuskaavoituksen prosessi (integroiva kaupunkikehittäminen) todennäköisen rakennuttajan kanssa
- Esimerkkejä kumppanuuskaavoituksen toteutuksista Helsingin Verkkosaaressa
 - Ihmisten liikkumista ja toimintaa helpottavien ratkaisujen kehittäminen Kone Oyj:n kanssa.
 - Huoneistokohtaiset älykkäät ohjaus- ja seurantajärjestelmät.
 - Korttelin sisäinen älykäs sähköjakelumalli
 - Kotiportaali (esim. kulutustiedot, asuntojen etäohjaus ja yhteistilojen varaus), taloyhtiön etävalvonta, palveluverkosto
- Bm-kohteita, joissa tätä ohjauskeinoa on sovellettu
 - Kumppanuuskaavoitus – Hiukkavaara, Kalasatama

Savilahtiohje pyrkii määrittämään, mitä keinoa voidaan käyttää mihinkin tarkoitukseen Savilahdessa

Ohjauskeinon arviointia Savilahden kehittämisen näkökulmasta

Etuja

- Kaupunkien ja kuntien vakiintunut prosessi
- Savilahtiohjeen hyödyntäminen luontevaa

Haittoja

- Mahdollisesti riittämätön ohjaavuus älykkäiden energiaverkkojen osalta
- Ei huomioi asukkaiden ja käyttäjien erilaisia tarpeita

Mahdollisuuksia

- Kumppanuuskaavoitus, integroiva kehittäminen rakennusliikkeiden ja muiden toimijoiden kanssa

Uhkia

- Mahdollinen päällekkäisyys eri ohjauskeinojen välillä
- Ohjaus jää liian ylätasolle, ei ohjaa konkretiaan

TONTINLUOVUTUSKILPAILUT OHJAUSKEINONA TUKEMASSA SAVILAHDEN ÄLYKKÄÄN ENERGIAVERKON TOTEUTUSTA

Tavoitteena älykkäiden energiajärjestelmien toteutus (energiatehokkaat, ekologiset ja älykkäät tekniset ratkaisut) tontinluovutuskilpailuja hyödyntämällä

- Mitä ohjauskeino tarkoittaa
 - Kutsukilpailu, jossa tontti luovutetaan voittaneen ehdotuksen tekijälle
 - Tontinluovutusehdoissa määriteltävien älykkäiden energiaratkaisujen keskeisiä vaatimuksia korostetaan kilpailussa
 - Tonttia tavoittelevaa hakijaa pyydetään laatimaan viitesuunnitelma, jota arvioidaan älykkään energiaratkaisun näkökulmasta
- Tontinluovutuskilpailuja sovelletaan laajasti eri kaupungeissa

Savilahtiohje pyrkii määrittämään, mitä keinoa voidaan käyttää mihinkin tarkoitukseen Savilahdessa

Ohjauskeinon arviointia Savilahden kehittämisen näkökulmasta

Etuja

- Vahva ohjausvaikutus
- Älykkäiden energiajärjestelmien toteutus alusta asti mukana, hyvät toteutumismahdollisuudet

Haittoja

- Prosessina voi olla työläs ja vie kaupungin resursseja

Mahdollisuuksia

- Ehdotuksissa voi olla hyvin innovatiivisia energiaratkaisuja
- Käytännössä on yhteiskehittämistä, joka huomioi rakennuttajan tunnistamat tarpeet ja ideat

Uhkia

- Kilpailun määrittelyn vaikeus vertailukelpoisten ehdotusten saamiseksi
- Aiheutuvien lisäkustannusten huomioonotto vertailussa
- Voi syntyä yhteensopivuushaasteita kaavoituksen ja maankäytön ohjaukseen

TON TINLUOVUTUSEHTOJA EHDOTETAAN YHDEKSI OHJAUSKEINOKSI TUKEMAAN SAVILAHDEN ÄLYKKÄÄN ENERGIAVERKON TOTEUTUSTA

Rakennusliikkeet velvoitetaan toteuttamaan tontinluovutusehdoissa esitettävät vaatimukset (vaaditut toimet tai vaaditut lopputulokset). Alla on kuvattu tontinluovutusehdoissa kuvattavia vaatimuksia sekä arvioitu niiden ohjausvaikutusta

- Avoimet kommunikaatorajapinnat ja yhtenäinen tiedonsiirtotapa - **tätä ehdotetaan Savilahden tontinluovutusehtoihin vaadittuna toimenä, on jo mainintana asemakaavassa ja rakentamistapaohjeissa (Savilahtiohje)**
- Energianhallinnan toteuttava kiinteistö- ja huoneistoautomaatio – **tätä ehdotetaan Savilahteen tontinluovutusehtoihin vaadittuna toimenä, on jo mainintana asemakaavassa ja rakentamistapaohjeissa (Savilahtiohje)**
- Sähköautojen latausinfra – **Kuopio toteuttaa EU:n uutta energiatehokkuusdirektiiviä, on riittävällä tasolla mukana Savilahden asemakaavassa ja rakentamismääräyksissä (Savilahtiohje)**
- Kysyntäjouston mahdollistaminen – **ehdotetaan Savilahden tontinluovutusehtoihin, kuvataan vaaditun lopputuloksen ("kysyntäjouston mahdollistavat järjestelmät") muodossa**
- Uusiutuvan energian hyödyntäminen – **ehdotetaan Savilahteen, on mukana asemakaavassa ja rakentamistapaohjeissa (Savilahtiohje)**
- Bm-kohteita, joissa tätä ohjauskeinoa on sovellettu : Helsinki Fiksu Kalasatama, Skanssi (kts. seuraava sivu)

RAMBOLL

Savilahtiohje pyrkii määrittämään, mitä keinoa voidaan käyttää mihinkin tarkoitukseen Savilahdessa

Tontinluovutusehtojen ohjausvaikutuksen arviointia Savilahden kehittämisen näkökulmasta

Etuja

- Voimakas ohjausvaikutus
- Asemakaavaa voidaan "keventää"; voidaan vaatia sellaisia asioita, joita ei asemakaavassa ole edellytetty.
- Tontinluovutusehtoja voidaan muokata kevyesti kun tarve muuttuu; on asemakaavaa joustavampi keino

Mahdollisuuksia

- Tontinluovutusehtojen jatkokehittäminen esim. tontinluovutuskilpailuiden tulosten pohjalta

Haittoja

- Ei välttämättä huomioi eri asukkaiden ja käyttäjien erilaisia tarpeita
- Vaatimukset voivat olla liian yksityiskohtaisia (syntyy riippuvuus toimittajista) tai liian moderneja (ei saatavilla)

Uhkia

- Suositeltujen teknologioiden vanheneminen
- Tontinluovutusehtojen huono yhteensopivuus kaavoitukseen
- Toteuttamisen valvonnan puute tai liika valvonta

YHTEENVETO KALASATAMAN JA TURUN SKANSSIN ALUEEN TONTINLUOVUTUS- EHDOISTA, JOILLA OHJATAAN ÄLYKKÄISIIN ENERGIARATKAISUIHIN

Skanssissa ja Kalasatamassa kaupunki on käyttänyt tontinluovutusehtoja, joilla alueiden kehittäjät on sitoutettu ottamaan käyttöön muun muassa energiankulutuksen optimointia edistäviä ratkaisuja uudistaloissa. Skanssissa taloyhtiöiden tulisi esimerkiksi pystyä osallistumaan kaksisuuntaisille kaukolämpömarkkinoille matalalämpöverkon kehittämisen ja muiden teknisten ratkaisujen myötä. Kalasatamassa alueiden kehittäjien on muun muassa asetettu vaatimuksia kommunikaatiorajapinnoille sekä kiinteistö- ja huoneistoautomaatiolle.

Kalasatama, tontinluovutusehdot 1.12.2014

- Vaatimukset perustuvat EU:n energiatehokkuusohjeisiin, kansalliseen kiinteistöjen dynaamiseen muunneltavuustavoitteisiin elinkaaren aikana, sekä pidemmän aikaperspektiivin älykkäämpiin toiminnallisuuksiin
- Kiinteistön toteutuksessa tulee erityinen huomio kiinnittää kokonaisuuden hallintaan siten, että energiatehokkuus voidaan saavuttaa sähkön, lämmön, lämpimän käyttöveden, jäähdytyksen, veden ja ilmanvaihdon / ilmastoinnin yhdistelmänä.
- Kommentteja, kokemuksia (Kalasatama, poimintoja rakennuttajien haastattelusta, Kimmo Liljeström)
 - Osa vaatimuksista ja tekniikasta jää hyödyntämättä
 - Onko ratkaisujen hyöty oikeassa suhteessa hintaan?
 - Loppukuluttajan näkökulmasta on liian kallista
 - Asukkaan/käyttäjän tarpeen ymmärtäminen - mitkä ovat asukkaan/vuokralaisen hyödyt?

Skanssi, Energialiite (20.10.2015)

- Tavoitteena on mahdollistaa:
 - kaksisuuntaista lämpökauppaa (lämpöenergian syöttö verkosta kiinteistöihin ja kiinteistöistä verkkoon)
 - kaksisuuntaista sähkökauppaa ja sähkönpientuotannon edistämistä
 - energian- ja vedenkulutuksen seurantaa (lämpö, sähkö, kylmä)
 - sähkönkulutuksen ohjausta kysynnänjouston mahdollistamiseksi
 - uusiutuvan energian tuotantoa alueella
 - sähköiseen liikenteeseen varautuminen
- Tavoitteena on saavuttaa parempi kokonaisenergiatehokkuus mahdollistamalla parempaa energiankulutuksen seurantaa ja ohjausta. Parempi tietämys omasta energian- ja vedenkulutuksesta edistää energiatehokkaampaa asumista
- Dokumentoituja kommentteja Energialiitteestä ei ole saatavilla, mutta keskusteluissa on ilmennyt, että sitä kohtaan on ollut myös kritiikkiä

EHDOTUS TONTINLUOVUTUSEHTOIHIN SAVILAHDESSA: OTETAAN MUKAAN VAATIMUKSIA KOMMUNIKAATORAJAPINNOISTA JA TIEDONSIIRTOTAVOISTA

Tavoitteena edistää energiaratkaisuihin liittyvien mittaus- ja ohjausjärjestelmien kaksisuuntaisen tiedonsiirron toteutumista, jotta alueen älykäs energiaverkko on mahdollista toteuttaa.

- Yhtenäinen konkreettinen tiedonsiirtotapa on perusta toiminnoiltaan monipuolisen älyverkon toteuttamiselle ja edellytys mm. laajamittaiselle kysyntäjoustoon osallistumiselle
- Ehdoissa esitetään toteutusperiaatteet tiedonsiirron avoimille kommunikaatorajapinnoille kiinteistö- ja huoneistoautomaatioissa sekä eri tonttikohtaisissa energiajärjestelmissä. Määritetään, kuka investoinneista vastaa ja miten tiedonsiirrosta syntyvät kustannukset jyvitetään
- Myönteisiä ja puoltavia tekijöitä
 - Kehitys pois järjestelmäriippuvuudesta, yleistyvät tiedonsiirtoratkaisujen standardit ja niiden soveltaminen ratkaisuissa, mm. IEC:n standardit, ASHRAE Standard 223P/Project Haystack
 - Vikadiagnostiikan kehittyminen ja sitä kautta tiedonsiirron toimintavarmuuden parantuminen
 - Tietosuojaan kiinnitetään huomiota entistä enemmän, turvallisemmat järjestelmät
- Huomioitavia tekijöitä
 - Laite- ja järjestelmäkohtaiset tiedonsiirtorajapinnat voivat aiheuttaa riippuvuutta tietyistä ratkaisuista
 - Tiedonsiirrolta vaadittava nopeus ja siirrettävän datan suuri määrä voivat asettaa haasteita
 - Teknologioiden kehittyminen: liian tarkat vaatimukset voivat johtaa jälkeen jäämiseen
 - Tiedonsiirtoyhteyksien toimivuusongelmat, jolloin kiinteistön ohjauksen toimintavarmuus heikkenee (varmistettava itsenäisen toiminnan mahdollisuus)
 - Riittämätön tietosuoja, järjestelmien haavoittuvuus
 - Kustannusten jaon periaatteet

Savilahtiohje Rakentamistapaohjeet

Valaistus: Valaistuksessa tulee käyttää energiatehokkaita valaisimia (esim. LED). Katu- ja aluevalaistuksessa suositellaan käytettäväksi ohjausjärjestelmiä, jotka mahdollistavat valaisinkohtaisen ohjauksen.

Muu ohjaus:

Smart City – toimenpidesuunnitelma 2018 (valmistuu myöhemmin)
Alueen suunnittelussa ja toteutuksessa noudatetaan Smart City – toimenpidesuunnitelmaa, jossa kuvataan kaupungin, kiinteistöjen ja alueeseen liittyvien erilaisten toimijoiden yhteiset periaatteet älyratkaisujen yhteensopivuuden varmistamiseksi ja järjestelmien horisontaalisen integraation kehittämiseksi.

Sopimukset

Kaupungin ja alueen toteuttajien kesken laaditaan erilliset sopimukset avoimen ja joustavan tietoliikenneinfrastruktuurin toteuttamisesta alueellisena kokonaisratkaisuna ja sekä kaupungin, toimijoiden ja kiinteistöjen vastuista kustannusosuuksineen. Sopimukset perustuvat vuonna 2018 laadittuun Tietoliikenneinfrastruktuurin yleissuunnitelmaan. Sopimuksissa vahvistetaan myös vastuun ja kustannusten jaot em. Yleissuunnitelman ja toimenpidesuunnitelman toteuttamisen osalta.

Olemassa oleva ICT-infrastruktuuri ja valokuituverkot huomioidaan suunnittelussa.

EHDOTUS TONTINLUOVUTUSEHTOIHIN SAVILAHDESSA: OTETAAN MUKAAN VAATIMUKSIA KIINTEISTÖ- JA HUONEISTOAUTOMAATIOSTA

Talonrakentamisen osapuolet ja toimijat toteuttavat energiaratkaisujen mittaus- ja ohjausjärjestelmät ottamalla huomioon tontinluovutusehdoissa näille järjestelmille esitettävät vaatimukset ja suositukset.

- Tontinluovutusehdoissa määritellään myös kiinteistöjen etäohjaus ja -valvonta asukkaan ja/tai palveluntarjoajan järjestelmillä, jolloin esimerkiksi ongelmat todetaan reaaliajassa ja asukkaalle voidaan välittää tieto poikkeavan suuresta energiankulutuksesta välittömästi
- Myönteisiä ja puoltavia tekijöitä
 - Kiinteistö- ja huoneistoautomaatio on perusta monelle ehdotetulle järjestelmälle
 - Voidaan toteuttaa energia- ja kustannustehokkuuden sekä haluttujen olosuhteiden varmistamiseen liittyviä ominaisuuksia
 - Vikadiagnostiikan kehittyminen ja sitä kautta toimintavarmuuden parantuminen
 - Tietosuojaan kiinnitetään huomiota entistä enemmän, turvallisemmat järjestelmät
- Huomioitavia tekijöitä
 - Teknologioiden ja niiden hinta-laatusuhteen kehittyminen: liian tarkat vaatimukset voivat johtaa jälkeenjäämiseen ja kalliisiin ratkaisuihin
 - Järjestelmien toimivuusongelmat, jolloin kiinteistön ohjauksen toimintavarmuus heikkenee
 - Riittämätön tietosuoja, mikä voi johtaa järjestelmien toiminnan haavoittuvuuteen

EHDOTUS TONTINLUOVUTUSEHTOIHIN (TAI SAVILAHTIOHJEESEEN): TARKENNETAAN SÄHKÖAUTOJEN LATAUSINFRAAN LIITTYVIÄ VAATIMUKSIA

Kaavamääräysten ja tontinluovutusehtojen kautta velvoitetaan sähköautojen latauspisteiden rakentamiseen Savilahdessa koskien sekä asuin- että liikekiinteistöjä. Tarkennetaan tontinluovutusehtoihin, mikäli Savilahtiohjeen ohjaavuus ei ole riittävällä tasolla.

- Tontinluovutusehdoissa voidaan vaatia, että tietty %-osuus pysäköintipaikoista tulee rakentaa sähköautojen latauspaikoiksi heti uuden rakennuksen rakentamisen yhteydessä. Kaikissa muissa pysäköintipaikoissa tulee varautua latauspisteiden rakentamiseen ennakkoputkituksin. Tämä on myös Savilahtiohjeen sisältö
- Savilahdessa voidaan tarkentaa esim. vaatimuksia latausinfraan osallistumisesta kysyntäjousto
- Myönteisiä ja puoltavia tekijöitä
 - Sähköautojen määrän ennakoitu kasvu
 - Kysyntäjoustopon yleistymisen
- Huomioitavia tekijöitä
 - Kysyntäjoustopon toimintamalli latausinfraan ja sähköajoneuvojen ollessa joustopon toteuttava toimija
 - Teknologiaiden ja niiden hinta-laatusuhteen kehittyminen: liian tarkat vaatimukset voivat johtaa jälkeenjäämiseen ja kalliisiin ratkaisuihin

Savilahtiohje

Asemakaavoitus:

Yleismääräyksessä tai kortteli- / tontti- / rakennusalaakohtaisessa määräyksessä on mahdollista osoittaa velvoite sähköautojen latauspisteiden toteuttamiseen. Latauspisteet sijoitetaan käytännössä pysäköintipaikkojen yhteyteen, niiden sijainteja tai tilavarauksia ei ole tarpeen osoittaa erikseen kaavassa.

Rakennusjärjestys:

Sähköautojen latauspisteiden rakentaminen on ohjeistettu tarkemmin rakennusjärjestyksessä Uudisrakentamisen ja piha-alueiden muutostöiden yhteydessä sähkötiloihin tulee varata riittävät tilat tarvittaville keskuslaajennuksille. Pysäköintipaikat tulee toteuttaa valmiiksi putkitettuina käyttäen korroosionkestäviä ja riittävän isoja kaapelien asennusputkia ottaen huomioon sekä sähkön- että tiedonsiirron kaapelointitarpeet seuraavasti:

- yli 5 asunnon asuinrakennustonteilla putkitus tulee tehdä kaikilla pysäköintipaikoilla
- toimisto-, hallinto-, virasto- ja palvelurakennustonttien (ml. päiväkodit, koulut, oppilaitokset) pysäköintipaikoilla putkitus tulee tehdä vähintään 50 %:iin ja latauspiste toteuttaa vähintään 5 %:iin pysäköintipaikoista
- liikerakennustonttien pysäköintipaikoilla putkitus tulee tehdä vähintään 20 %:iin pysäköintipaikoista liittyvä rakentamistapaohje.

Rakentamistapaohje:

Sähköautojen latauspisteet sijoitetaan pysäköintipaikkojen yhteyteen.

EHDOTUS TONTINLUOVUTUSEHTOIHIN SAVILAHDESSA: OTETAAN MUKAAN VAATIMUS KYSYNTÄJOUSTON MAHDOLLISTAVISTA JÄRJESTELMISTÄ

Kaupungit voivat suositella tai edellyttää kysyntäjoustovalmiutta tontinluovutusehdoissa, kuten on menetelty esimerkiksi Helsingin Kalasatamassa. Porvoon Skaftkärrissä taas on annettu alennusta tontin hinnasta kysyntäjoustovalmiuksia vastaan (lähde: Smart Energy Transition, Policy Brief 17.5.2017)

- Tontinluovutusehtoihin on edellä ehdotettu vaadittuina toimina tiettyjen teknisten edellytysten luonti kysyntäjoustolle:
 - Avoimet kommunikaatiorajapinnat ja yhtenäinen tiedonsiirtotapa
 - Energianhallinnan toteuttava kiinteistö- ja huoneistoautomaatio
- Jos rakentajan halutaan Savilahdessa aktiivisesti toteuttavan kysyntäjouston edellyttämät asiat, tontinluovutusehtoihin tulee kirjata joko vaaditut toimet eli yksityiskohtaisesti jokainen asia, joka edellytetään toteutettavaksi tai vaadittu lopputulos. Jälkimmäistä tapaa ehdotetaan, koska kysyntäjousto tulee todennäköisesti olemaan normaalitoimintaa energiamarkkinoilla vuosikymmenen sisällä, mutta sen toteutustapa kehittyy koko ajan.
- Kysyntäjouston osalta ehdotetaan tontinluovutusehtoihin vaaditun lopputuloksen kuvausta esimerkiksi seuraavasti: "Rakentaja on velvollinen kustannuksellaan toteuttamaan kohteeseen kiinteistön tai kiinteistökokonaisuuden kysyntäjouston mahdollistavat järjestelmät".
- Huomioitavia tekijöitä ovat
 - kysyntäjoustolle vakiintuvat toimintamallit ja toteutustavat
 - vaatimuksen toimeenpanon seuranta - ovatko rakentajan esittämät ja toteuttamat toimet riittävät
 - inhimillisen toiminnan aiheuttamat tekijät - kyse on asukkaiden ja toimijoiden toiminnasta alueen ja kiinteistöjen elinkaaren aikana, eikä yksittäisten ihmisten toimintaa voi rakentamisen ehdoilla tai säännöillä täysin ohjata

EHDOTUS TONTINLUOVUTUSEHTOIHIN (TAI SAVILAHTIOHJEESEEN): TARKENNETAAN AURINKOENERGIAN HYÖDYNTÄMISEEN LIITTYVIÄ VAATIMUKSIA

Aurinkoenergia voidaan ottaa huomioon ohjauskeinoissa usealla tasolla. Tarkennetaan tontinluovutusehtoihin, mikäli Savilahtiohjeen ohjaavuus ei ole riittävällä tasolla.

- Kaavoituksessa voidaan suunnata rakennusten katon lappeet lounas-etelä-kaakko -suuntaan. Esimerkki: Aurinkotonttien asemakaavoitus Oulussa, suunnitteluohje 2014
- Maankäytösopimuksilla ja tontinluovutusehdoilla voidaan velvoittaa energiatehokkaaseen rakentamiseen ja aurinkoenergian käyttöön. Esimerkki: Turun Skanssin alueen tontinluovutusehdot
- Suunnitteluvaatimuksilla ja -suosituksilla sekä laatutavoitteilla voidaan ohjata rakennusalueen suunnittelijat mahdollistamaan aurinkoenergian hyödyntäminen.
- Tietyllä tavalla asennetut aurinkopaneelit ja -keräimet voidaan vapauttaa rakennus- ja toimenpidelupien hakemisesta tavallisella asemakaava-alueella. Esimerkki: Vantaan kaupungin rakennusjärjestys.
- Myönteisiä ja puoltavia tekijöitä
 - Aurinkoenergian yleistyminen
- Huomioitavia tekijöitä
 - Aurinkoenergian kustannusten ja hyötyjen jakaminen, tuotannon toimintamalli
 - Teknologioiden ja niiden hinta-laatusuhteen kehittyminen

Savilahtiohje

Asemakaavassa korostetaan aurinkoenergiajärjestelmien ja tukiasemien alueen rakennuksiin sijoittamisen mahdollisuutta ja osoitetaan velvoite niiden sovittamisesta alueen arkkitehtuuriin asemakaavan tontti- tai korttelialuekohtaisella merkinnällä ja määräyksellä. "Katoille ja julkisivuihin saa sijoittaa aurinkoenergian keräämiseen liittyviä laitteita ja rakenteita"

Rakentamistapaohjeessa annetaan ohjausta mm. aurinkopaneelien ja tukiasemien sijoittamisesta. Tukiasemien sijoittamisessa tulee noudattaa Säteilyturvakeskuksen ja Viestintäviraston suosituksia ja ohjeita. Suositellaan aurinkoenergian hyödyntämistä sekä aktiivisesti että passiivisesti. Aurinkokeräinten ja -paneelien käyttöä suositellaan kaikissa rakennuksissa. Parhaita sijoituspaikkoja aurinkoenergiajärjestelmille ovat varjostamattomat rakennusten katto- ja seinäpinnat. Aurinkopaneelien asentamisessa on huomioitava niiden väliin mahdollisesti kertyvä lumi ja sen kasvattama lumikuorma. Optimaalinen kallistuskulma katolle asennettaville keräimille tai paneeleille on 45 astetta, mutta useita rivejä peräkkäin asennettaessa kallistuskulmasuositus on noin 15 astetta, jotteivat peräkkäiset paneeli- tai keräinrivit varjosta toisiaan.

KAUPUNGIN VAHVA TAHTOTILA JA SITÄ TOTEUTTAVAT LINJAUKSET/ STRATEGIAT OHJAUSKEINONA TUKEMASSA SAVILAHDEN ÄLYKKÄÄN ENERGIaverkon toteutusta

Tavoitteena Savilahden älykkäiden energiajärjestelmien toteutus (energiatehokkaat, ekologiset ja älykkäät tekniset ratkaisut) vahvalla kaupungin strategisella tahdolla ja siihen liittyvällä myötävaikutuksella

- Mitä tarkoittaa
 - Savilahden kehittäminen näkymään selvemmin kaupungin strategiassa ja sitä toteuttavissa toimenpiteissä
 - Nyt Kuopion visiossa: "Savilahti Euroopan kiinnostavin oppimis- ja innovaatioympäristö".
 - Voisi olla lisäksi esimerkiksi strategian näkökulman (pää tavoitteen) RESURSSIVIISAS KUOPIO alla omana kohtanaan
 - Kaupunki voisi hyödyntää tätä vahvemmin myös markkinoinnissaan
 - Viestintä ja vuorovaikutus ovat oleellinen osa tätä ohjauskeino
- Bm-kohteita, joissa tätä ohjauskeino on sovellettu
 - Helsinki Fiksu Kalasatama, Turku Skanssi
 - Tukholma Royal Seaport, Kööpenhamina Nordhavn

Ohjauskeino arviointia Savilahden kehittämisen näkökulmasta

Etuja

- Vahva viesti, joka luo tietoisuutta kiinnostuneiden toimijoiden pariin

Haittoja

- Vaatii poliittisen yksimielisyyden kehittämisen painopisteistä

Mahdollisuuksia

- Esilletuonti luo "nostetta" julkisen rahoituksen hankkimiseen

Uhkia

- Voi helposti jäädä "tyhjäksi puheeksi", ellei tähän liity toimenpiteitä

KAUPUNGIN INNOVATIIVINEN YHTEISTYÖ YKSITYISTEN TOIMIJOIDEN KANSSA OHJAUSKEINONA TUKEMASSA SAVILAHDEN ÄLYKKÄÄN ENERGIAVERKON TOTEUTUSTA

Tavoitteena Savilahden älykkäiden energiajärjestelmien toteutus (energiatehokkaat, ekologiset ja älykkäät tekniset ratkaisut) kaupungin ja yritysten uudenlaisia yhteistyömalleja hyödyntäen

- Mitä tarkoittaa (esimerkkejä)
 - Infran (esim. kaukolämpöverkon) avaaminen uusille toimijoille
 - Kaupunki vahvasti avoimen datan tuottajana
 - Yksityisten toimijoiden aktiivinen verkottaminen, matchmaking
 - Yhteishankkeet yritysten kanssa (haetaan julkinen rahoitus yhdessä, muu yhteisrahoituksen muoto)
 - Yhteisyritykset yksityisen sektorin kanssa
 - Yhteiskehittämisen tilojen, startup-hubien, muiden toimitilojen tarjoaminen
- Viestintä ja vuorovaikutus ovat oleellinen osa tätä ohjauskeino
- Bm-kohteita, joissa tätä ohjauskeino on sovellettu
 - LUT Green campus, Turku Skanssi, Wasa Station
 - Tukholma Royal Seaport, Kööpenhamina Nordhavn, Gotlanti

Ohjauskeinoon arviointia Savilahden kehittämisen näkökulmasta

Etuja

- Saadaan kaupallisia toimijoita ja rahoitusta mukaan Savilahden kehittämiseen
- Konkretisoi kaupungin tahtotilaa Savilahden kehittämisessä

Haittoja

- Vaatii resursseja ja aikaa kaupungilta
- Julkisten hankintojen rajoitukset huomioitava

Mahdollisuuksia

- Löytyy innovatiivisia uudentyyppisiä ratkaisuja, joilla skaalausmahdollisuuksia
- Esimerkki Ahvenanmaalta: Clic Innovationin ja yritysten perustama Flexens, energiayhtiöitä mukana

Uhkia

- Kiinnostuneita toimijoita ei löydy Savilahteen
- Kehitetyt ja käynnistetyt toimintamallit eivät "lennä"

INVESTOINTIEN EDISTÄMINEN TALOUDELLISILLA TUKIMUODOILLA – OHJAUSKEINO SAVILAHDEN ÄLYKKÄÄN ENERGIAVERKON TOTEUTUKSEEN

Tavoitteena Savilahden älykkäiden energiajärjestelmien toteutus (energiatehokkaat, ekologiset ja älykkäät tekniset ratkaisut) edistämällä investointeja kaupungin aktiivisesti järjestämällä taloudellisella panostuksella

- Esimerkkejä ohjauskeinon käyttömahdollisuuksista
 - Kaupungin tekemät perusinvestoinnit niin että syntyy mahdollisuuksia älykkäälle hajautetulle tuotannolle
 - Innovatiivisten julkisten hankintojen keinot, erityisesti esikaupalliset hankinnat
 - Kaupungin teettämät markkina-, kehitys- ja rahoitusselvitykset
 - Kaupungin osakkuus liiketoiminnoissa (osakepääoma, muu pääomitus, takaukset ja vakuudet)
 - Osuuskuntien ja yhteisrahoitushankkeiden tukeminen kaupungin laittamalla osuudella
 - Kaupungin fasilitoimat palvelumallit toimijoiden säästöjen tai tuottojen realisoimiseksi (ESCO-tyyppiset mallit)
 - Kaupungin vaikutuspiirissä olevat normaalit tuet: yritystuet ym.
 - Kaupungin vaikutuspiirissä olevat maksuhelpotukset, luvitushelpotukset, ...
 - Suoran taloudellisen ohjauksen keinot: sponsorointi, palkinnot, sanktiot
- Viestintä ja vuorovaikutus ovat oleellinen osa tätä ohjauskeinoa

Ohjauskeinon arviointia Savilahden kehittämisen näkökulmasta

Etuja

- Suoran taloudellisen tuen – euron – hyvä ohjaavuus
- Konkretisoi kaupungin tahtotilaa Savilahden kehittämisessä

Haittoja

- Rahat otettava pitkälti kaupungin budjetista (tai: kaupungin takaus)
- Julkisten hankintojen ja tuen rajoitukset

Mahdollisuuksia

- Löytyy innovatiivisia uudentyyppisiä rahoitusratkaisuja (PPP-mallit, joukkorahoitus, ...), joilla laajempia hyödyntämis-mahdollisuuksia

Uhkia

- Kiiinnostuneita toimijoita ei löydy Savilahteen
- Panostukset eivät tuota haluttuja tuloksia

YHTEENVETO KAUPUNGIN KÄYTETTÄVISSÄ OLEVISTA OHJAUSKEINOISTA JA NIIDEN SOVELLETTAVUUDESTA

Kaupungin käytettävissä olevat ohjauskeinot voidaan jakaa kolmeen ryhmään, joissa ainakin kahdessa ensimmäisessä korostuu vahvasti kaupungin oma aktiivisuus ja innovatiivisuus

1. Kaupungin tavoitteellinen ja aktiivinen Savilahden älyverkkoratkaisuihin kohdistuva kehitystoiminta
2. Kaupallisten toimijoiden (yritysten) mukaan saanti Savilahden älyverkon kehittämiseen erilaisilla innovatiivisilla yhteistyötavoilla ja yhteisillä taloudellisilla panostuksilla
3. Kaupunkisuunnittelun keinot, joiden käyttötapaa on kuvattu Savilahtiohjeessa
 - Kaavoitus
 - Maankäyttösopimukset
 - Tontinluovutuskilpailut
 - Tontinluovutusehdot
 - Rakennusjärjestys
 - Rakentamistapaohje



KUOPION KAUPUNKI
TENGBOM ERIKSSON
ARKKITEHDIT OY

SAVILAHTI-PROJEKTI
MAANKÄYTÖN YLEISSUUNNITELMA
23.10.2015

SAVILAHDEN ÄLYKKÄÄT ENERGIAVERKOT –RAPORTIN SISÄLTÖ

1. Projektin lähtökohdat, tavoitteet ja toteutus
 2. Benchmarking-tarkastelun yhteenveto
 3. Markkinakatsaus älyverkon keskeisistä teknologioista
 4. Tavoitetila/visio Savilahden älykkäälle energiaverkolle
 5. Toimijoiden näkemykset ja toteutettavuustarkastelut
 6. Kaupungin käytettävissä olevat ohjauskeinot
 7. Rahoitus- ja TKI- mahdollisuudet
 8. Esitetyn vision vaikutusten arviointi
 9. Yhteenveto, etenemisen roadmap ja keskeiset toimijat
 10. Loppusanat
- Lähdeluettelo
- Liite 1: Benchmarking-tarkastelu

SAVILAHDEN ÄLYKKÄÄN ENERGIAVERKON INVESTOINTEIHIN ON PERIAATTEELLISELLA TASOLLA MONENTYYPPISIÄ RAHOITUSRATKAISUJA

Savilahden älykkään energiaverkon investointeihin on periaatteellisella tasolla ainakin kuudentyyppisiä rahoitusratkaisuja.

- Kaupunki hankkii investoinnit ja rahoittaa ne julkisista varoista
- Kaupungin, yritysten ja mahdollisesti käyttäjien yhteinen järjestely investointien rahoittamiseen (PPP, PPPP)
- Investoinnin rahoittajana kolmas taho
- Osallistuvien yritysten rahoitus
- Käyttäjäpainotteinen rahoitus
- Kehityshankkeet julkisella rahoituksella

Näitä vaihtoehtoja on kuvattu tarkemmin seuraavilla sivuilla.



VAIHTOEHTOISET INVESTOINTIEN RAHOITUSMALLIT TARKENNETTUNA

Perusmalli	Vaihtoehtoja ja esimerkkejä
Kaupunki hankkii ja rahoittaa julkisista varoista	• Kilpailutetut hankinnat - normaali julkisten hankintojen muoto • Suorahankinnat - perusteltava hyvin • Innovatiiviset hankinnat, joihin saatavilla julkista rahoitusta - uuden tuotteen tai palvelun ostaminen, esikaupallinen hankinta, katalyyttihankinta • Kaupungin ohjaamat kehityshankkeet, rahoitusta kaupungilta ja esim. Sitralta
Kaupungin, yritysten ja mahdollisesti käyttäjien yhteinen järjestely (PPP, PPPP)	• Elinkaarimalli ja palvelusopimus (PPP) - yksityinen investoija rahoittaa ja toteuttaa yleishyödyllisen investoinnin, kaupunki maksaa joko säännöllisillä maksuilla tai toteutuvan käytön mukaan • Allianssimalli - jakaa taloudellista riskiä kaikkien keskeisten toimijoiden kesken • Joint Ventures - yhteisyritykset kaupungin ja yritysten välillä • Kaupunki tarjoaa edullisesti toiminnan alustan - kaupunki omistaa tilan ja luovuttaa sen "alustaksi" hintaan, joka voi olla sidottu aikataulun vaiheisiin tai toiminnan volyymiin • Ulkomaisten sijoittajien houkuttelu - Kaupungin yhteistyö Invest in Finlandin kanssa
Investoinnin rahoittajana kolmas taho	• Leasing - rahoituslaitos rahoittaa investoinnin pitkäaikaisella leasing-järjestelyllä, yksityinen tai julkinen toimija operoi investointia ja kerää sen käytöstä tuottoja • Julkinen rahoitus - esim. uuden energiateknologian investointeihin myönnettävä energiatuki, korkotuet, lainatakaukset
Yritysten oma rahoitus	• Kaupalliseen toimintaan tarkoitettuja ratkaisuja - yritys tai yritysverkosto rahoittaa investoinnin, käyttäjät (asiakkaat) maksavat ratkaisun toimittajalle käytön aikana. Rahoitukseen voidaan hyödyntää leasingia, kotimaisia ja ulkomaisia pääomasijoittajia sekä julkista rahoitusta
Käyttäjäpainotteinen rahoitus	• Osuuskunnat - jäsenet käyttävät hyväkseen osuuskunnan tarjoamia palveluita tai myymiä tuotteita. Esimerkiksi energiainvestointien "Mankala-periaate" on lähellä tätä - osakkaat saavat omistuksensa suhteessa sähköä tai lämpöä omakustannushintaan • Joukkorahoitus - rahoitus kerätään laajalta joukolta yrityksiä tai yksityishenkilöitä pieninä summina. Vastikkeena esimerkiksi hyödyke edulliseen hintaan tai osuus liiketoiminnan tuotoista (esimerkiksi Helenin aurinkovoimalat)
Kehityshankkeet osin julkisella rahoituksella	• Kaupalliseen käyttöön (ja levitykseen) tarkoitettujen ratkaisujen toteuttaminen tuotekehityshankkeiden kautta, joille haetaan julkista rahoitusta. Kaupunki voi olla kehitysympäristönä ja mahdollistajana. Tutkimuslaitokset ja/tai yritysverkostot hakevat julkista rahoitusta oman tuotekehityssaihion eteenpäin viemiseen ja suunnittelevat ansaintalogiikan

JULKISEN RAHOITUKSEN MAHDOLLISUUDET TKI-RAHOITUKSESSA

Tutkimus-, kehitys- ja innovaatorahoitus eli TKI-rahoitus on avustusta tai lainaa, jota yritykset, tutkimusorganisaatiot ja julkisten palveluiden tuottajat voivat hakea elinkeinoelämän uudistumista ja talouskasvua tukevaan TKI-toimintaan. Tukipolitiikka muuttuu jatkuvasti ja rahoitukseen liittyvät tukiehdot suositellaan tarkastettavaksi tukea myöntävien viranomaisten alkuperäisistä lähteistä rahoitusta haettaessa.

Rahoittaja/ rahoitusmahdollisuus	Rahoitusinstrumentti/-ohjelma
Maakuntaliiton rahoitus	Pohjois-Savon liitto myöntää seuraavia rahoituksia: • Euroopan aluekehitysrahasto EAKR (EU-rahoitus) • Pohjois-Savon kehittämisrahasto (kansallinen rahoitus) • Alueelliset innovaatiot ja kokeilut AIKO (kansallinen rahoitus)
ELY-keskusten rahoitus	• Etelä-Savon ELY-keskus jakaa EAKR-rahoitusta Kuopion alueelle
TEMin /Business Finlandin Energiatuki	• Energiatuki (haetaan Business Finlandin kautta) • Investointituki energiakärkihankkeisiin vuosille 2016-2018 (päättävä ohjelma) • Erillinen ohjelma latausinfrahankeiden rahoitukseen
Business Finlandin ohjelmat	• Älykäs Energia/Smart Energy -ohjelma: rahoitusta ekosysteemihankkeisiin ja yksittäisten yritysten kehityshankkeisiin
Sitran rahoitus yhteishankkeisiin	• Ohjelmien teemat: Uudistumiskyky, Hiilineutraali kiertotalous, Uusi työelämä ja kestävä talous
EU-rahoitus suoraan	• Horisontti 2020
Yrityusrahoitus, riskirahoitus	• Suomen Teollisuussijoitus Oy • Finnvera ja aluerahastot • Rahoitusohjelmat yrityskiihdyttämöille • Pääomasijoittajat

RAHOITUS MAAKUNTALIITOLTA JA ELY-KESKUKSELTA KANAVOI SEKÄ EU:N ETTÄ KANSALLISTA KEHITYSRAHAA

Pohjois-Savon maakuntaliitto rahoittaa pohjoissavolaisia kuntia, tukea voidaan myöntää myös Pohjois-Savon julkisille ja yksityisille yhteisöille ja säätiöille. ELY-keskukset jakavat kunnille rahoitusta.

- Pohjois-Savon maakuntaliiton rahoitusvaihtoehdot:
 1. Euroopan aluekehitysrachasto EAKR vuoteen 2021 saakka (EU-rahoitus): Hankkeiden tulee toteuttaa erityistavoitteita kuten uuden liiketoiminnan luominen, tutkimus-, osaamis- ja innovaatiokeskittymien kehittäminen, yritysten innovaatiotoiminnan vahvistaminen, uusiutuvan energian ja energiatehokkaiden ratkaisujen kehittäminen. Hakuajat määritelty erikseen.
 2. Pohjois-Savon kehittämishachasto (kansallinen rahoitus): Alueelliseen kehittämishankkeeseen. Rahoitettavat hankkeet ovat tutkimus-, tuotekehittely-, markkinointi- tai koulutushankkeita sekä kokeilutoimintaa.
 3. Alueelliset innovaatiot ja kokeilut AIKO (kansallinen rahoitus): Pieniä, nopeita, kokeiluluontoisia ja uusia toimenpiteitä mm. maakunnallisten kärkialojen kuten kone- ja energiateknologian kehittämiseen. Aluekehitykseen kohdennettu määräraha (vuodet 2016-2018)
- ELY-keskukset jakavat kunnille rahoitusta, josta Etelä-Savon ELY-keskus jakaa Kuopion alueelle rahoitusta. ELY-keskukset kanavoivat EU-rahoitusta.

RAHOITUS TEM:IN ENERGIATUESTA: BUSINESS FINLANDIN KAUTTA HAETTAVA TUKI ENERGIAINVESTOINNEILLE JA -SELVITYKSILLE

Suunnattu kaiken kokoisille yrityksille, sekä kunnille ja muille yhteisöille kuten seurakunnille ja säätiöille, kohteena erityisesti pk- ja midcap yritykset. Etusijalla uuden teknologian hankkeet. Kanavoi julkista TKI-rahoitusta tutkimukseen, tuotekehitykseen, liiketoiminnan kehittämiseen ja rohkeisiin kokeiluihin sekä innovaatioihin

- Energiatukea myönnetään investointi- tai selvityshankkeisiin :
 - Uusiutuvan energian investointi- ja selvityshankkeiden tuki (koskee tuotantoa tai käyttöä)
 - Energiatehokkuuteen liittyvien investointi- ja selvityshankkeiden tuki (koskee energiansäästöä tai energian tuotannon tai käytön tehostamista, sis. ESCO-tuki). Investointi- ja selvityshankkeille mahdollisuus saada korotettua enimmäistuen osuutta 10 % uudella teknologialla ja ESCO-palveluilla.
 - Energiajärjestelmän muuttumista vähähiiliseksi muutoin edistävät investointi- ja selvityshankkeet

TUEN ENIMMÄISMÄÄRÄT VUONNA 2018

- Tuettavien hankkeiden investointikustannusten on oltava vähintään 10 000 euroa. Suurille yrityksille enimmäistukitaso on 30 %.
- Investointihankkeille voi olla enintään 40 %. Korotetun tuen osuus on 10 % kun hanke sisältää uutta teknologiaa. Energiatuen osuus hyväksyttävistä investointihankkeen kustannuksista voi olla enintään 30 %
 - Huom! Tukea ei myönnetä mm. energiavarastoihin ellei samalla investoida uusiutuvan energian tuotantokapasiteettiin tai energiatehokkuutta parantaviin koneisiin ja laitteisiin. Energiavaraston kustannukset enintään 50 % hankkeen kokonaiskustannuksista.
- Selvityshankkeille voi olla enintään 50 % (energiatehokkuussopimuksiin liittyvät kuntasektorin, mikroyritysten ja pk-yritysten energiakatselmukset). Muut selvitykset 40 % (energiakatselmukset, - analyysit ja selvityshankkeet). Korotetun tuen osuus on 10 %
 - Korotetun tuen mahdollisuus: selvityshankkeessa energiataukea voidaan korottaa 10 prosenttiyksikköä, kun tuki myönnetään kunnalle taikka mikroyritysten ja keski suurten yritysten määritelmästä annetun komission suosituksen (2003/361/EY) mukaiselle pienelle tai keski suurelle yritykselle.
 - Huom! Tukea ei myönnetä mm. uudisrakennuskohteissa tehtäviin energiatehokkuushankkeisiin, mutta tukea voidaan myöntää uudelle teknologialle.

Lähde: TEM Energiatuki, 2018

RAHOITUSTA BUSINESS FINLANDIN ÄLYKÄS ENERGIA – OHJELMASTA ON KÄYTETTY MM. OTANIEMEN JA AHVENANMAAN KEHITYSHANKKEISIIN

Rahoittaa 100 miljoonalla eurolla älykkäiden energiaratkaisujen kehitystyötä Suomessa seuraavien viiden vuoden aikana.

- Tavoite
 - Tukea yritysten vientiin tähtääviä innovaatioita ja verkostoja, vaikuttaa vahvan osaamispohjan syntyyn ja kehittymiseen, vaikuttaa uusien yritysten syntyyn ja kasvuun. Lisäksi digitalisaatiota, IoT:ta, keinoälyä ja Internet of Energyä energialalla. Uudet liiketoimintakonseptit energiatehokkuuden, uusiutuvan energian, energiavarastojen, älykkäiden verkkojen ja ohjauksen integrointiin sekä kuluttajalähtöiseen liiketoimintaan.
- Suurin osa innovaatorahoituksesta suunnataan pienille ja keskisuurille yrityksille. Rahoituksen muut kohderyhmät: suuret yritykset, midcap yritykset, startup – yritykset, tutkimusorganisaatiot. Rahoitusta ekosysteemihankkeisiin kuin yksittäisten yritysten älykkäiden ratkaisujen kehittämiseen.
- Rahoitusta haetaan Business Finlandin eri rahoitusinstrumenttien kautta ottamalla yhteyttä Business Finlandiin ennen rahoituksen hakupäätöstä.

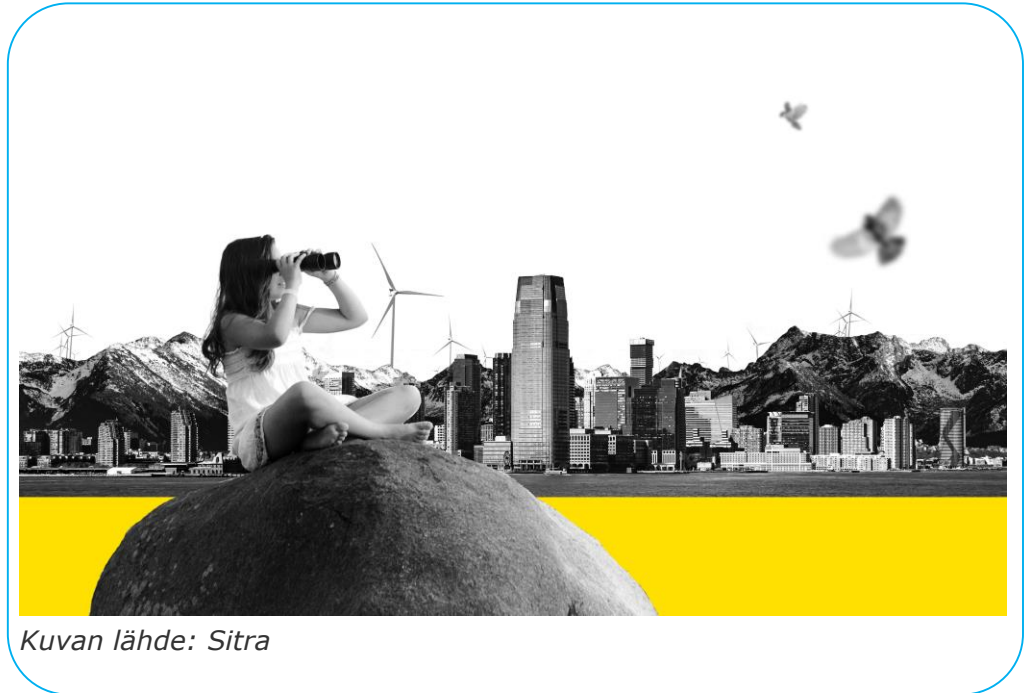
TUETTUJA ÄLYKKÄÄN ENERGIAN HANKKEITA VUONNA 2018

- Otaniemi Smart Energy Platform
 - Uusia energiapalveluita pilotoidaan alueen energiadatasta, teknologioina mm. IoT alusta, 5G, langattomia sensoreita ja älykkäitä mittareita.
- Ahvenanmaa Smart Energy Platform
 - Mallialue 100-prosenttisesti uusiutuvan energian tuotantoon ja käyttöön, uudenlaisen energiamarkkinan luonti ja älykkään verkon testausalusta.
 - Ahvenanmaan energiajärjestelmään liittyen Clic Innovation ja ahvenanmaalaiset yritykset perustivat Flexens Oy yhtiön toteuttamaan energiaratkaisuja Ahvenanmaalla sekä kehittämään niistä kaupallisia tuotteita (kuten aurinkopaneelit, kysyntäjousto, sähkövarastot) Joukkorahoituksen kautta paikallisille asukkaille tarjotaan tilaisuus omistaa osa yhtiöstä.

RAHOITUS SITRALTA KOHDISTUU JULKISIIN TOIMIJOIHIN

Rahoittaa selvityksiä, ennakoiteja, kokeiluhankkeita sekä eri osapuolten yhteisiä strategiaprosesseja, jotka edistävät kestävän hyvinvoinnin lisäämistä yhteiskunnassa.

- Sitra käynnistää ja toteuttaa hankkeita yhdessä yksityisten, julkisten ja kolmannen sektorin toimijoiden kanssa
- Rahoituksen hakemiseen ei ole erillistä hakuaikaa.
- Hankerahoituksen tulee liittyä Sitran keskeisiin toiminnan teemoihin:
 - Uudistumiskyky
 - Hiilineutraali kiertotalous
 - Uusi työelämä ja kestävä talous
- Sitra ei rahoita yritysten tutkimus- ja kehittämishankkeita.



Kuvan lähde: Sitra

RAHOITUS EU HORIZONTTI 2020 –OHJELMASTA

Tarjoaa rahoitusta kansainvälisenä yhteistyönä toteutettaville tutkimus- ja innovointihankkeille, myös yksittäisille tutkimusideoille. Osallistuva taho voi olla yritys, yliopisto, korkeakoulu, tutkimuslaitos, yksittäinen tutkija tai jokin muu tutkimusta tekevä tai hyödyntävä organisaatio, kuten liitto tai kaupunki. Ohjelma on käynnissä vuosina 2014-2020.

- Rahoituspäätökset lähetetään suoraan Euroopan komissiolle Brysseliin, missä tehdään myös rahoituspäätökset.
 - Pk-yritykset voivat hakea rahoitusta innovaatioonsa kaupallistamiseen pk-instrumentista. Rahoitusta voi saada esimerkiksi Teollisuuden johtoasema- ja Yhteiskunnalliset haasteet-teemoihin liittyviin aiheisiin (Horisontin 2. ja 3. pilarin teemoihin liittyviin aiheisiin).
 - Energiahaasteen budjetti 5,69 biljoonaa euroa (kokonaisbudjetti H2020 74,83 biljoonaa euroa) allokoitetaan hankkeille joissa kehitetään uusia tuotteita ja ratkaisuja luotettavaan, kestäväan ja kilpailukykyiseen energijärjestelmään (muun muassa Euroopan yhteinen älykäs sähköverkko)
 - Älykkäät kaupungit (Smart Cities and Communities) on yksi Horisontti 2020:n tärkeimmistä fokusalueista. Tavoitteena on kehittää ja ottaa käyttöön kestävämpiä ratkaisuja energiatehokkuuden, liikenteen ja infrastruktuurien parantamiseksi.
- Pk-instrumentissa on jatkuvasti auki oleva haku, jossa on useita cut-off päiviä vuodessa. Pk-instrumentista rahoitetaan hankkeita joissa
 1. Tuote tai ratkaisu on uusi, tai siinä sovelletaan olemassa olevaa teknologiaa tai tietoa uudella tavalla.
 2. Ratkaisulla on eurooppalainen ulottuvuus ja se toimii myös muualla Euroopassa.
 3. Ratkaisulla on riittävän suuri kaupallinen potentiaali, joka mahdollistaa yrityksen kasvun.
 4. Yrityksellä on hankkeen toteutukseen tarvittava osaaminen ja kokemus.

H2020 koostuu kolmesta osa-alueesta eli "pilarista":

Huipputason tiede

1. ERC - Euroopan tutkimusneuvosto
2. FET - Tulevat ja kehitteillä olevat teknologiat
3. Marie Skłodowska-Curie -toimet
4. Tutkimusinfrastruktuurit

Teollisuuden johtoasema

1. Johtoasema mahdollistavissa ja teollisuusteknologioissa
 - Tieto- ja viestintäteknologia
 - Nanoteknologia
 - Kehittyneet materiaalit
 - Bioteknologia
 - Kehittynyt valmistus ja prosessointi
 - Avaruus
2. Riskirahoituksen saatavuus
3. Innovointi pk-yrityksissä

Yhteiskunnalliset haasteet

1. Terveys, väestönmuutos ja hyvinvointi
2. Elintarvikevaru, kestävä maa- ja metsätalous, merien ja merenkulun sekä sisävesien tutkimus ja biotalous
3. Turvallinen, puhdas ja tehokas energia
4. Älykäs, ympäristöystävällinen ja yhdistynyt liikenne
5. Ilmastotoimet, ympäristö, resurssitehokkuus ja raaka-aineet
6. Eurooppa muuttuvassa maailmassa – osallistavat, innovatiiviset ja pohtivat yhteiskunnat
7. Turvalliset yhteiskunnat – Euroopan ja sen kansalaisten vapauden ja turvallisuuden suojeleminen

Lähde: Horisontti 2020, 2018

ESIMERKKEJÄ YRITYYSKIIHDYTTÄMÖISTÄ JOILLA FOKUKSENA ENERGIAMURROKSEN TUOMAT LIIKETOIMINTAMAHDOLLISUUDET

- Grid.vc
 - Pääomasijoitusyhtiö Grid.vc Oy sijoittaa energia-alan transition avaamiin uusiin liiketoimintamahdollisuuksiin. Grid tekee sijoituksia alaa mullistaviin startup-yrityksiin sekä tukee niitä kasvun käynnistämisessä. Grid.vc Oy:n perustaja, Leppäkosken Sähkö Oy, on sitoutunut tekemään viiden miljoonan euron sijoituksen Grid.vc:n tulevaan rahastoon. Rahastoon haetaan ammattimaisia sijoittajia energia-alalta ja teollisuudesta sekä institutionaalisia sijoittajia.
 - Sijoitustoiminnan lisäksi Grid.vc on aloittanut Grid.LAB-yhteisön rakentamisen. LAB-toiminnan tavoite on tuoda energiayhtiöt, teollisuus, startupit ja alan asiantuntijat saman keskustelun ääreen.
 - Grid.vc:n sijoitusalueet:
 - Sähkönjakelu, Sähkön myynti, Maakaasu ja biokaasu, Kaukolämpö- ja jäähdytys, Muut tilanlämmitysratkaisut, Mikrotuotanto, Älykotiratkaisut, automaattioratkaisut, Energianhallinta
- Energia-alan Kasvuohjelma
 - Kasvu Open on kaikille pk-yrityksille avoin sparrausohjelma. Kasvu Open tiimin muodostaa kolme eri yritystä – Kasvu Open Oy, Kasvun Roihu Oy sekä Aava & Bang Oy. Energia-alan Kasvupolku-sparraukseen valitaan mukaan 15 suurimman kasvupotentiaalin omaavaa yritystä, jotka saavat kahden päivän ajan maksutonta tukea liiketoiminnan kehittämiseen yrityselämän asiantuntijoilta. Kasvu lähtee yrittäjän omista lähtökodista, oli tavoitteena sitten kasvattaa yrityksen liikevaihtoa, henkilöstömäärää, lanseerata uusi tuote tai selvittää kansainvälistymisen mahdollisuuksia.



Kuvan lähde: TEM

JOHTOPÄÄTÖKSIÄ SAVILAHDEN ÄLYKKÄÄN ENERGIAVERKON INVESTOINTIEN RAHOITUKSESTA , ERITYISESTI JULKISESTA TUESTA

Kaupungin ja Savilahden toimijoiden oma aktiivisuus ja rohkea markkinointi ovat perusedellytyksiä julkisen hankerahoituksen saamiseksi. Todennäköisimpiä rahoitusinstrumentteja on kuvattu alla.

- TEMin investointituki on vakiintunut rahoitusinstrumentti uusiutuvan energian ja energiatehokkuuden investoinneille. Sähköautojen latusinfran tukea koordinoidaan erillisessä Korkia Oy:n vetämässä hankkeessa, jolla Työ- ja elinkeinoministeriö tukee kehitystä osana hallituksen biotalous ja puhtaat ratkaisut – kärkihanketta.
- Etelä-Savon ELY-keskus jakaa EU-rahoitusta (EAKR). Pohjois-Savon maakuntaliitto jakaa EAKR-rahoituksen kautta vuoteen 2021 saakka.
- Business Finlandin ohjelmat ovat yksi luonteva tapa Kuopion seudun älyverkkojen kehityksen rahoittajana. Business Finland rahoittaa käynnissä olevia hankkeita energiaekosysteemien kehittämisessä. Espoon Otaniemessä testataan alustaa jossa pääpainona on älykkään energiaekosysteemin teknologiat ja datankäytön ratkaisut. Otaniemen malli on erilainen kuin Ahvenanmaan hanke, jossa muodostetaan uusi energiamarkkina alueelliselle puhtaaseen energiantuotantoon perustuvalle älykkäälle energiaekosysteemille.
- EU:n tasolla älyverkkohankkeita on rahoitettu erityisesti Horizon 2020 – ohjelmasta.

SAVILAHDEN ÄLYKKÄÄT ENERGIAVERKOT –RAPORTIN SISÄLTÖ

1. Projektin lähtökohdat, tavoitteet ja toteutus
2. Benchmarking-tarkastelun yhteenveto
3. Markkinakatsaus älyverkon keskeisistä teknologioista
4. Tavoitetila/visio Savilahden älykkäälle energiaverkolle
5. Toimijoiden näkemykset ja toteutettavuustarkastelut
6. Kaupungin käytettävissä olevat ohjauskeinot
7. Rahoitus- ja TKI- mahdollisuudet
8. Esitetyn vision vaikutusten arviointi
9. Yhteenveto, etenemisen roadmap ja keskeiset toimijat
10. Loppusanat

Lähdeluettelo

Liite 1: Benchmarking-tarkastelu

KESKEISTEN SAVILAHTI -VISION ÄLYVERKKORATKAISUJEN VAIKUTUSARVIO KOHDISTUU TALOUDELLISIIN JA YMPÄRISTÖVAIKUTUKSIIN

Tässä osuudessa on valittu soveltuvimmat ja toteutuskelpoisimmat ratkaisut/teknologiat tarkasteluun ja arvioitu näiden vaikutuksia ympäristön ja talouden kannalta hankkeen eri osapuolille:

- Kysyntäjouaston toteuttaminen laajasti
- Älykkyyttä tukevat ratkaisut kiinteistöissä
- Älykäs infra, keskittyen sähköautojen latausinfraan
- Aurinkosähkön tuotanto ja sähkön varastointi
- Seuraavilla sivuilla on tehty pääpiirteittäinen, pääosin kvalitatiivinen vaikutusarviointi edellämainituille keskeisille älyverkkoratkaisuille konseptitasolla.
 - Taloudellisten vaikutusten arvioinnissa on huomioitu investointi- ja ylläpitokustannuksiin sekä teknologialla saavutettaviin säästöihin tai muuhun lisäarvoon.
 - Ympäristövaikutusten arvioinnissa on huomioitu vaikutukset sähkö- ja lämpöenergiankulutukseen ja sitä kautta tuotettaviin päästöihin.
- Vaikutusarviointi on tehty allakuvattujen toimijoiden tai toimijaryhmien näkökulmasta

Kuopion kaupunki

Verkkoyhtiö

Palvelun /
ratkaisun
toimittaja

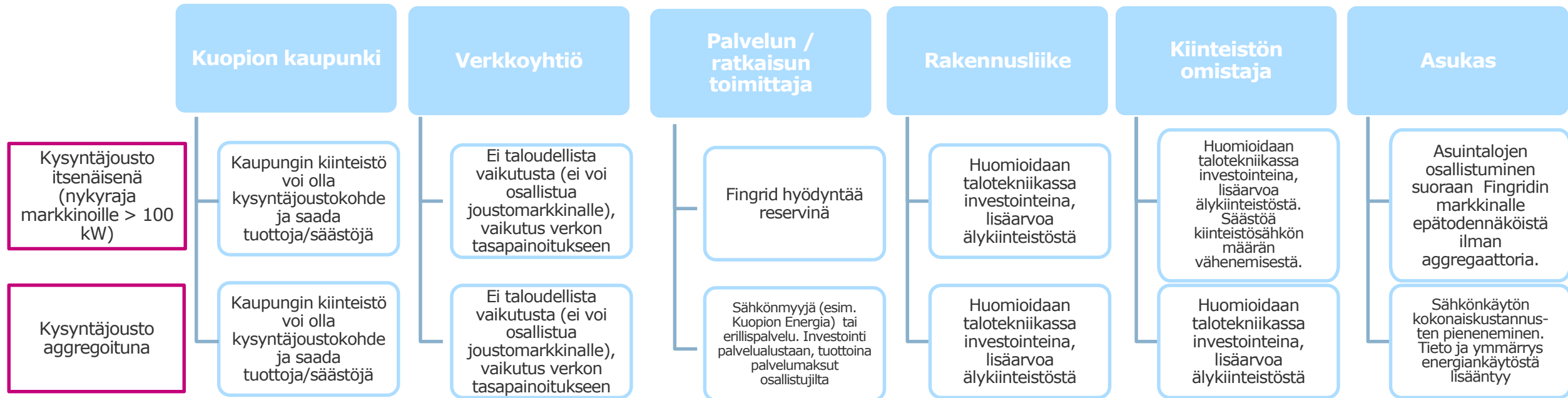
Rakennusliike

Kiinteistön
omistaja

Asukas

KYSYNTÄJOUSTON TOTEUTTAMINEN LAAJASTI: TALOUDELLISET VAIKUTUKSET JA NÄKEMYS TEKNOLOGIOIDEN ELINKAARISTA (KYPSYYDESTÄ)

Yleisellä tasolla taloudelliset vaikutukset ovat: osallistuja saa tuottoja osallistumisesta kysyntäjoustopalveluille. esim. Fingridin reservimarkkinalla vuonna 2018 1 MW taajuusohjattua käyttöreserviä 7000h pysyvyydellä vastasi tuottoina 98 000€ per vuosi. Sähkönkäyttäjän hyötyjä, joista informointi ja joiden osoittaminen on kysyntäjoustopalvelun tuottajan tehtävä: Kulutusta siirtyä alhaisemman hinnan ajalle (kulutuspiikin leikkaus), säästöt tehomaissa, energiayhtiö tai palveluntarjoaja hyötyä käyttäjää palveluun osallistumisesta. Energiayhtiön hyöty: tasaisempi kulutus ja tuotantokapasiteetin käytön optimointi. Kokonaisuutena positiivinen ympäristövaikutus



Markkinoilla on useita laajasti käyttöönotettuja teknisiä ratkaisuja ja kaupallisia palvelumalleja, joiden kuitenkin uskotana kehittyvän erityisesti AMR 2.0 mittarointiuudistuksen myötä. Esimerkkejä palvelumalleista: SEAM – suurkäyttäjille, Salusfin-kysyntäjoustopalvelu energiayhtiöille, Fortum Spring – omakotitalojen lämminvesivaraajat virtuaalivoimalaitoksena, Helen Jousto-palvelu, There Fiksu - palvelukokonaisuus (HEM + kysyntäjousto)

ÄLYKKYYTTÄ TUKEVAT RATKAISUT KIINTEISTÖISSÄ: TALOUDELLISET VAIKUTUKSET JA NÄKEMYS TEKNOLOGIOIDEN ELINKAARISTA (KYPSYYDESTÄ)

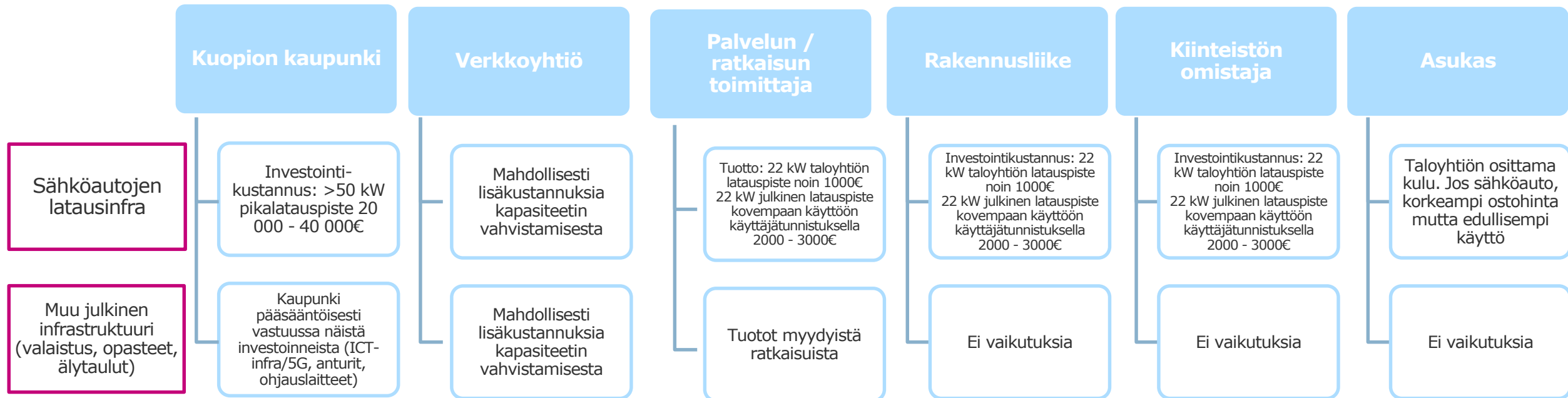
Energiahallintajärjestelmillä voidaan säästää 10-20% lämmityskuluissa sekä pienentää energiankysynnän tehopiikkejä mikä voi pienentää energia- tai tehomaksuja. Tehopiikkien vähentämisellä on suuri ympäristövaikutus, sillä huipputehontuotanto tehdään tyypillisesti fossiilisilla polttoaineilla.

	Kuopion kaupunki	Verkkoyhtiö	Palvelun / ratkaisun toimittaja	Rakennus-liike	Kiinteistön omistaja	Asukas
Energiahallintajärjestelmät *	Investointikustannus: 3-30 €/m ² kaupungin toimitiloissa ja asuintaloissa	Ei relevantti	Tuotot investoinnista 3-30 €/m ²	Investointikustannus 3-30 €/m ² toimitiloissa ja asuintaloissa	Investointikustannus 3-30 €/m ² toimitiloissa ja asuintaloissa	Asukas voi hankkia huoneistokohtaisia lisäominaisuuksia
Mikroverkko-ratkaisut*	Ei vaikutuksia	Mahdollisesti kustannuksia mikroverkon liittännästä (mittarointi)	Tuotot investoinneista: 8-15 €/m ² **	Investointi: 8-15 €/m ² **	Investointi: 8-15 €/m ² **	-
Seuraavan sukupolven älymittarit (AMR 2.0)	Vaikutus sähkökäyttäjänä	Arvioitu investointi reilu 200€/mittari, kuormanohjaus ja tiedonsiirto ominaisuudet 5-10€/mittari	Tuotot myydyistä mittareista	Vähäiset tai ei vaikutuksia	Maksaa investoinnin siirtomaksussa	Maksaa investoinnin siirtomaksussa

Markkinoilla useita laajasti käyttöönotettuja tuotteita energianhallinnan, älykkään ohjauksen ja automaattioratkaisujen toteuttamiseksi. (kategoriat esim. HEMS Home Energy Management Systems, BEMS Building Energy Management Systems). Mikroverkko-ratkaisuja ollaan jo toteuttamassa, ja niiden ennustetaan yleistyvän 2020-luvulla. Seuraavan sukupolven älymittari asennetaan todennäköisesti vuosina 2020-2029. Uusien mittarien pitoajaksi arvioidaan 10-15 vuotta.

ÄLYKÄS INFRA: TALOUDELLISET VAIKUTUKSET JA NÄKEMYS TEKNOLOGIOIDEN ELINKAARISTA (KYPYSYYDESTÄ)

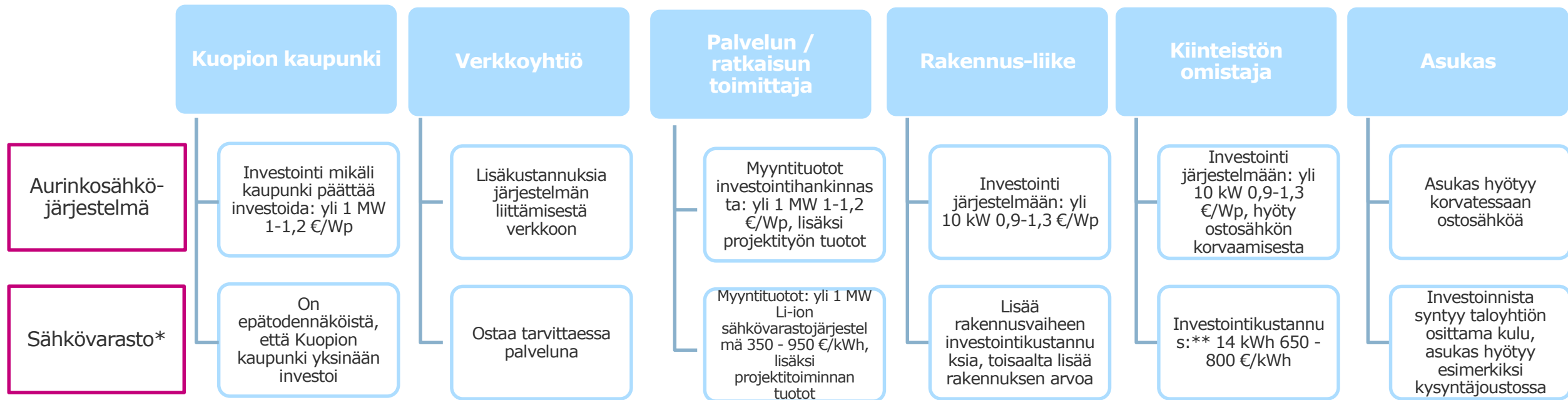
Sähköautojen julkiseen latausinfraan on ainakin vuoden 2019 loppuun saakka saatavissa investointitukea, mikä pienentää sen kustannuksia. Ajettaessa yli 50 000 km/a sähköauton käyttö maksaa lähes 2500 euroa vähemmän bensiinivaihtoehtoon verrattuna. Kun sähköautot korvaavat fossiilisilla polttoaineilla kulkevia autoja, on vaikutus merkittävä sekä paikallisiin hiukkaspäästöihin että kasvihuonekaasupäästöihin. Esim. VW Golf: bensiini/diesel CO₂-päästöt 108/106 g/km, sähkökäyttöinen 0 g/km, hybridi 36 g/km. Jos sähkö on tuotettu fossiilisilla polttoaineilla on ympäristövaikutus pienempi (Suomen sähköntuotantokaumalla sähköauton päästöt 20-30 g/km. *



Sähköautojen latausinfra on markkinoilta löytyvä teknologisesti kypsä tuote. Hintojen odotetaan laskevan teknologian yleistyessä. Julkiseen infrastruktuuriin tarkoitetut älykkäät ratkaisut ovat elinkaaren eri vaiheissa ratkaisusta riippuen. Kypsiä teknologioita on esim. ulkoalueiden valaistuksen säätö liiketunnistimeen tai automatiikkaan perustuen.

AURINKOSÄHKÖN JA SÄHKÖN VARASTOINNIN TALOUDELLISET VAIKUTUKSET JA NÄKEMYS TEKNOLOGIOIDEN ELINKAARISTA (KYPSYYDESTÄ)

Aurinkosähköinvestointeihin ja sähkövarastoihin saa raportin tekohetkellä investointitukea. Aurinkosähköinvestoinnit ovat nykytilanteessa kannattavia, kun tuotetulla sähköllä korvataan ostosähköä, jolloin takaisinmaksuaika on tasoa 5-10 vuotta koosta riippuen. Aurinkovoimalla on suuri ympäristövaikutus aina kun se korvaa fossiilista sähköntuotantoa. Aurinkoenergiaselvitys toteaa Savilahden aurinkoenergiapotentiaalin olevan vuositasolla 16 – 19 GWh sähköä sekä 50 – 61 GWh lämpöä. Sähkövarastojen avulla aurinkovoimaa voidaan hyödyntää tehokkaammin sekä vähentää älykkään ohjauksen avulla kysynnän tehopiikkejä.



Aurinkosähköjärjestelmät ovat vakiintunut kaupallinen tuote. Sähkövarastot teknisesti olemassa oleva tuote, mutta hintojen odotetaan laskevan (vrt. aurinkosähkötekniikka)

* Hinta kokonaishinta sähkövarastoratkaisun toimitukselle: akusto ja tekninen laitteisto, asennus, toiminnanvarmistus, huollot (vuodelle 2018)

** Tesla Powerwall

YHTEENVETO ESITETYN VISION KESKEISTEN RATKAISUJEN VAIKUTUSTEN TARKASTELUSTA

- Ratkaisut, joilla voi olla suuri taloudellinen vaikutus
 - Teknologiat ja ratkaisut, jotka voivat saada investointitukea, on mahdollisuus saada kannattavammaksi lyhyemmällä takaisinmaksuajalla. Näitä ovat muun muassa aurinkosähköjärjestelmät, energiavarastot, sähköautojen latausjärjestelmät
 - Osallistumalla kysyntäjoustoon voi kiinteistö tai yksittäinen kotitalous saada sekä tuottoja (korvaus osallistumisesta) että säästöjä (sähkön kulutuksen siirto piikin ulkopuolelle tai halvemman sähkön aikaan)
- Ratkaisut, joilla voi olla suuri ympäristöllinen vaikutus
 - Teknologiat ja ratkaisut, joilla suoraan säästetään energiaa, esimerkiksi kiinteistöjen energianhallintajärjestelmät, joilla voidaan säätää lämmitystä ja sähkönkäyttöä
 - Teknologiat ja ratkaisut, joilla vähennetään fossiilisten polttoaineiden käyttöä, esimerkiksi
 - Kysyntäjousto kulutuspiikkien leikkaukseen (tyypillisesti huippukuorma tehdään fossiilisilla polttoaineilla, erityisesti lämmöntuotannossa)
 - Uusiutuvan energian käyttöä edistävät ratkaisut , kuten aurinkosähköjärjestelmän ja sähkövaraston yhdistäminen
 - Sähköisen liikenteen lisääminen julkisia latauspisteitä perustamalla, mikä johtaessaan sähköautojen määrän lisääntymiseen puhdistaa kaupunkiympäristöä sekä vähentää kasvihuonekaasupäästöjä



SAVILAHDEN ÄLYKKÄÄT ENERGIAVERKOT –RAPORTIN SISÄLTÖ

1. Projektin lähtökohdat, tavoitteet ja toteutus
2. Benchmarking-tarkastelun yhteenveto
3. Markkinakatsaus älyverkon keskeisistä teknologioista
4. Tavoitetila/visio Savilahden älykkäälle energiaverkolle
5. Toimijoiden näkemykset ja toteutettavuustarkastelut
6. Kaupungin käytettävissä olevat ohjauskeinot
7. Rahoitus- ja TKI- mahdollisuudet
8. Esitetyn vision vaikutusten arviointi
9. Yhteenveto, etenemisen roadmap ja keskeiset toimijat
10. Loppusanat

Lähdeluettelo

Liite 1: Benchmarking-tarkastelu

BENCHMARK-TARKASTELU, MARKKINAKATSAUS SEKÄ YKSITYISKOHTAINEN SAVILAHDEN OLOSUHTEIDEN TARKASTELU TUOTTIVAT ÄLYKKÄÄN ENERGIAVERKON VISION KITEYTETTYNÄ NELJÄÄN PÄÄTEEMAAAN

Visiotarkastelun 11 kehitysteemaa

1. Vahvistuva alueellinen kysyntäjoustopotentiali
2. Älykkäiksi kehittyvien kiinteistöjen kysyntäjousto
3. Sähkönkäyttäjät sähköntuottajiksi (Consumers -> Prosumers)
4. Kustannustehokkaaksi kehittyvä energiavarastointi
5. Älykkääksi kehittyvän julkisen infran kasvava osuus älyverkoissa
6. Uudet liikenne- ja logistiikkaratkaisut älykkään sähköverkon osana
7. Sähköverkon kehittyvät tekniset ja lainsäädännölliset ratkaisut
8. Kehittyvät tiedonkeruun ja -hallinnan menetelmät, standardit ja toimintamallit
9. Erillisestä hyödykekaupasta palvelualustoihin ja kokonaispalveluihin
10. Uudet liiketoimintamallit ja toimijaverkostot
11. Monipuoliset samaan suuntaan vievät ohjauskeinot

Toteutettavuus- ja vaikutustarkastelun pohjalta kiteytyneet neljä pääteemaa

- I. Kysyntäjoustopotentialin optimaalinen hyödyntäminen
- II. Älykäs energiainfra (tuotanto, jakelu, varastot)
- III. Älykkäät kiinteistöt ja älykäs julkinen infra
- IV. Uudet toiminta- ja liiketoimintamallit

TEHDYT TOTEUTETTAVUUS- JA VAIKUTUSTARKASTELUT TOIVAT ESILLE SAVILAHDEN RATKAISUIHIN LIITTYVÄN VAIHEISTUKSEN JA PRIORISOINNIN

Toteutettavuustarkastelu osoitti että varsin monet älykkään sähköverkon ratkaisut ovat toteutuskelpoisia jo nyt, vaikkakin niiden kustannus-hyötysuhteen odotetaan paranevan ajan myötä. Vaikutustarkastelu toi esille ratkaisut, joilla voi olla suuri taloudellinen ja ympäristöllinen vaikutus

- Kysyntäjoustopuutteen toteutettavuus on varsin hyvä jo nyt, kun varaudutaan riittävällä talotekniikalla ja automaatiojärjestelmillä. Osallistamalla kysyntäjoustopuuteen voi kiinteistö tai yksittäinen kotitalous saada sekä tuottoja (korvaus osallistumisesta) että säästöjä (sähkön kulutuksen siirto piikin ulkopuolelle tai halvemman sähkön aikaan) ja pienentää CO₂-päästöjä vähentämällä energiankäyttöä ja pienentämällä huippukuormaa (huipun tuotanto usein fossiilisilla)
- Aurinkoenergia (aurinkosähkö) on kaupallisesti saatavilla oleva ratkaisu, tuotetun sähkön hyödyntäminen kiinteistön eri asukkaille ei vielä ole täysin haasteetonta. Kun aurinkosähköllä korvataan ostosähköä ja hyödynnetään investointitukea, on investoinnin takaisinmaksuaika 5 – 10 vuotta
- Alueelliset sähkövarastot ja uudet sähköverkkoratkaisut odottavat lainsäädännön selkiytymistä sekä hintojen laskua (erityisesti sähkövarastot). Sähkövarastoille ja kehityshankkeille voi useissa tapauksissa saada investointitukea tai julkista rahoitusta, mikä parantaa suoraan ratkaisujen taloudellisuutta
- Ratkaisuja, joilla voi olla suuri ympäristöllinen vaikutus päästöjen vähenemisen kautta, ovat erityisesti
 - Teknologiat ja ratkaisut, joilla säästetään energiaa, esim. kiinteistöjen energianhallintajärjestelmät
 - Uusiutuvan energian käyttö , kuten aurinkosähköjärjestelmän ja sähkövaraston yhdistäminen
 - Sähköisen liikenteen lisääminen julkisia latauspisteitä perustamalla
- Tietoliikenneinfran ja energiadatan käsittelyn kehittämisessä ei saisi vitkastella, jotta niiden päälle rakentuvat uudet toimintamallit ja palvelut kehittyvät alkuvaiheesta lähtien



SAVILAHDEN ÄLYKKÄÄN ENERGIAVERKON ROADMAPISSA KITEYTYY NELJÄN PÄÄTEEMAN ETENEMINEN

Kaavoituksella ja tontinluovutusehdoilla tehtävä ohjaus

Kiinteistöjen automaatio- ja sähkösuunnittelun tavoitteet ja linjaukset
Kaupungin ja yritysten sekä oppilaitosten yhteiset kehityshankkeet

Savilahden tiedonhallinta-alusta ja sen toimintamalli
Yhteisissä kehityshankkeissa syntyvän liiketoiminnan käynnistys
3D-mallit alueesta

Digitaalisen Savilahden (Digital Twin, 3D-malli) hyödyntäminen jatkokehityksessä
Yhteisissä kehityshankkeissa syntyneen liiketoiminnan skaalaus laajemmaksi ja uusiin käyttökohteisiin

- Nykyiset kysyntäjoustokohteet aktiiviseksi, nykyisten varavoimakoneiden hyödyntäminen
- Nykyiset kiinteistöt: energianhallinta- ja älyratkaisut, aurinkosähkön tuotanto
- Kulunseurantaan perustuva julkisten tilojen energiaohjaus
- Uudiskohteiden sähkö- ja automaatio-suunnittelu älykkyyttä tukevaksi, varautuminen talotekniikka palveluna – ratkaisuun
- Uudisrakennuksiin integroitavat aurinkopaneelit, mahdollisesti teollisen mittakaavan aurinkovoimala
- Infojärjestelmät, älytaulut informoimaan ja ohjaamaan asukkaita paikallisesti
- Kysyntäjoustopalvelu: virtuaalivoimalaitos tai aggregaattoripalvelu käynnistymään
- Kiinteistöjen aurinkoenergiakokonaispalvelun arviointi ja mahdollinen käynnistys

- Uudisrakennusten kiinteistöautomaatio ja energianhallinta; kotitalouskohtaiset älyratkaisut
- Uudisrakennuksiin kysyntäjousto; Oppi- ja tutkimuslaitosten ja sairaalan kysyntäjousto; Latausinfra, akut ja uudet varavoimakoneet osaksi kysyntäjoustoa; Virtuaalivoimala /aggregaattori kokoamaan pienet kysyntäjoustokohteet
- Kiinteistö- ja korttelikohtaiset sähkövarastot
- Älykkäät julkiset tilat; älykäs ulkovalaistus ja pysäköinnin ohjaus; Älykäs lumen ja jään sulatus
- Vikasetoinen korkealaatuinen jakeluverkko
- Seuraavan sukupolven älymittarit (AMR 2.0)
- Kaukolämpö / kaukokylmä sähkön varastoinnissa
- Mikroverkot ja tasasähköverkot yleistyvät kiinteistö-/saarekekäytössä; Älykäs tasehallinta
- Olosuhteet palveluna; Avoimeen dataan perustuvat uudet sovellukset ja palvelut

- Kylmä- ja lämpövarastojen liitanta kysyntäjoustoon
- Alueelliset ja kiinteistöjen sähkövarastot (akut)
- Sähköajoneuvojen latausinfra energiavarastona
- Power-to-Heat ratkaisu (sähkökattilat)
- Luolien ja kalliovarastoinnin hyödyntäminen kylmän/lämmön varastoinnissa
- Savilahden energiayhteisö ja Energiahub aktiivisessa toiminnassa
- (Power-to-X –ratkaisut)
- (Pien-CHP, pien-tuulivoima)
- (Paikallinen sähköpörssi)

Varautuminen datan keruuseen ja käsittelyyn (mikroputkitekniikka, 5G) Kulutusdatan keruu kysyntäjoustokohteista

Kaupungin tukema avoin ICT-infra, operaattoreiden 5G-verkko, data-alusta, avoin data

Data-alusta / operaattori, kiinteistöjen energianhallintajärjestelmät, alueellinen energianhallinta

1-2 vuotta

5-10 vuotta

10+ vuotta

YHTEENVETO KAUPUNGIN KÄYTETTÄVISSÄ OLEVISTA OHJAUSKEINOISTA JA JULKISEN RAHOITUKSEN MAHDOLLISUUKSISTA

Kaupungin käytettävissä olevat ohjauskeinot voidaan kiteyttää kolmeen ryhmään, joissa kahdessa ensimmäisessä korostuu kaupungin oma aktiivisuus ja innovatiivisuus. Kaupungin ja Savilahden toimijoiden oma aktiivisuus ja rohkea markkinoiva ote ovat perusedellytyksiä myös julkisen hankerahoituksen saamiseksi.

Ohjauskeinot kiteytettynä kolmeen ryhmään

1. Kaupungin strateginen tahtotila ja sen toteutus: Tavoitteellinen ja aktiivinen Savilahden älyverkkoratkaisuihin kohdistuva kehitystoiminta
2. Kaupallisten toimijoiden (yritysten) ja tulevien asukkaiden mukaan saanti Savilahden älyverkon kehittämiseen erilaisilla innovatiivisilla yhteistyötavoilla ja yhteisillä taloudellisilla panostuksilla
3. Kaupunkisuunnittelun ja rakentamisen suunnittelun keinot, joiden käyttötapaa kuvataan Savilahtiohjeessa
 - Kaavoitus
 - Maankäyttösopimukset
 - Tontinluovutuskilpailut
 - Tontinluovutusehdot
 - Rakennusjärjestys
 - Rakentamistapaohje

Julkisen rahoituksen (hankerahoituksen) luontevimmat mahdollisuudet ovat

- TEMin energiatuki uusiutuvan energian ja energiatehokkuusinvestoinneille on vakiintunut rahoitustapa
- Etelä-Savon ELY-keskus jakaa EU-rahoitusta. Pohjois-Savon maakuntaliitto jakaa EAKR-rahoitusta vuoteen 2021 saakka.
- Business Finlandin ohjelmat; BF on rahoittanut käynnissä olevia hankkeita energiaekoaalustojen kehittämisessä, esimerkiksi Otaniemen ja Ahvenanmaan kehityshankkeet
- EU:n tasolla älyverkkohankkeita on rahoitettu erityisesti Horizon 2020 – ohjelmasta.

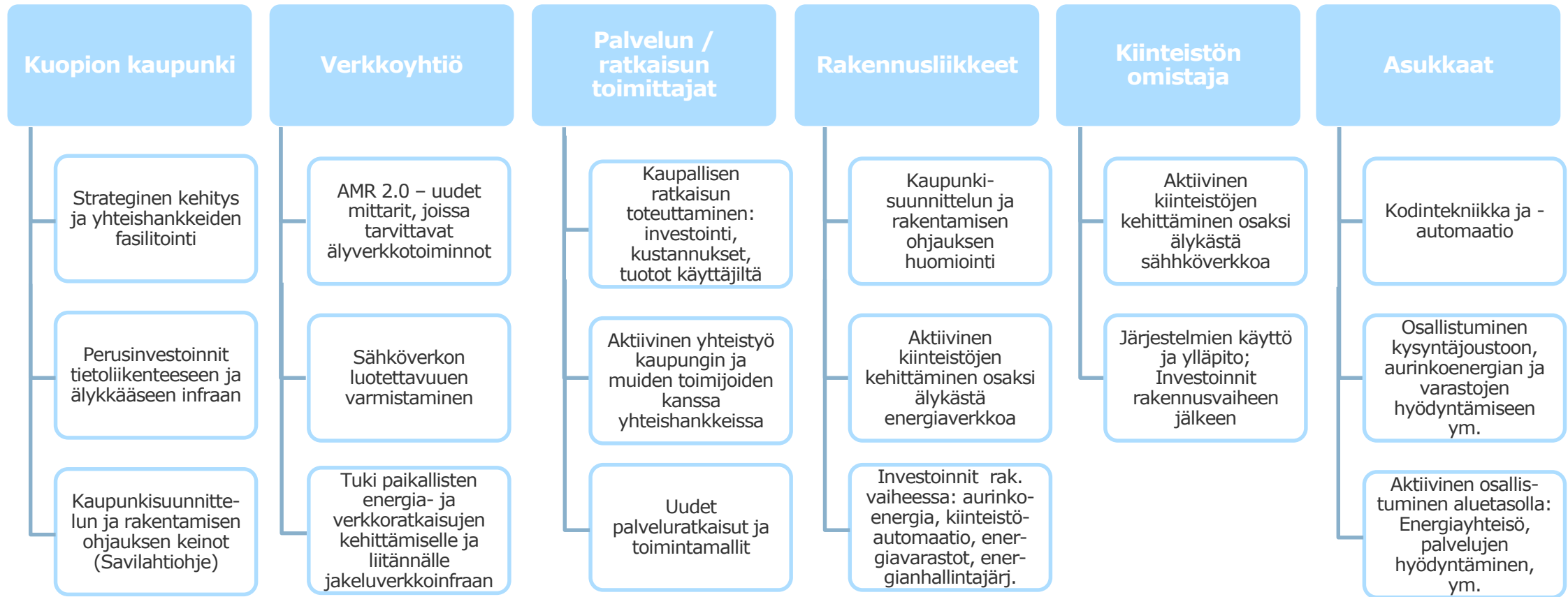


KUOPION KAUPUNKI
TENGBOM ERIKSSON
ARKKITEHDIT OY

SAVILAHTI-PROJEKTI
MAANKÄYTÖN YLEISSUUNNITELMA
23.10.2015

KUOPION KAUPUNGI MERKITTÄVÄ ROOLI KEHITYKSEN FASILITOIJANA, MUTTA YRITYKSET JA ASUKKAAT VIIMEKÄDESSÄ TOTEUTTAVAT RATKAISUT

Kaaviossa on tuotu esille yhteenvetona kunkin selvityksessä tarkastellun toimijan olennainen rooli Savilahden älykkään sähköverkon kehityksessä. Kaikilta keskeisiltä toimijoilta tarvitaan merkittävä panos.



SAVILAHDEN ÄLYKKÄÄT ENERGIAVERKOT –RAPORTIN SISÄLTÖ

1. Projektin lähtökohdat, tavoitteet ja toteutus
2. Benchmarking-tarkastelun yhteenveto
3. Markkinakatsaus älyverkon keskeisistä teknologioista
4. Tavoitetila/visio Savilahden älykkäälle energiaverkolle
5. Toimijoiden näkemykset ja toteutettavuustarkastelut
6. Kaupungin käytettävissä olevat ohjauskeinot
7. Rahoitus- ja TKI- mahdollisuudet
8. Esitetyn vision vaikutusten arviointi
9. Yhteenveto, etenemisen roadmap ja keskeiset toimijat

10. Loppusanat

Lähdeluettelo

Liite 1: Benchmarking-tarkastelu

KONSULTIN LOPPUSANAT: SAVILAHDELLA ON HYVÄ MAHDOLLISUUS KEHITTYÄ KUOPION SMART&CLEAN-SHOWROOMIKSI

- Kuopio on kehittyvä ja kasvava kaupunki erityisesti Savilahteen sijoittuvien yliopiston, muiden oppilaitosten ja tutkimustoiminnan osalta, Tämä luo erinomaisen, Smart Otaniemeen verrattavissa olevan pohjan Savilahden kehittymiselle
- Savilahdella on mahdollisuus kehittyä ratkaisuiltaan ja imagoltaan "Kuopion Kalasatamaksi"
- Kuopiossa, varsin lähellä keskustaa, on menossa myös perinteisen teollisuuden hankkeita (Finnpulpin biotuotetehdashanke). Rohkea Savilahden kehittäminen Smart & Clean-kaupunginosana tasapainottaisi kaupungin imagoa tästä näkökulmasta.
- Kaupungin rooli on keskeinen kehityksen fasilitoimiseksi ja käynnistämiseksi, mutta kaikilta keskeisiltä toimijoilta tarvitaan merkittävä panos. Yhteishankkeiden kokoaminen ja käynnistäminen sekä julkisen rahoituksen saanti niihin onkin oleellinen seuraava kaupungin aktiviteetti.
- Kehityshanke on pitkän aikavälin ponnistus. Kaupunki ja Savilahden toimijat voivat hyödyntää kehityshanketta ja sen tuloksia jo hankkeen aikana markkinoinnissaan ja strategisissa profiloinneissaan.



KUOPION KAUPUNKI
TENGBOM ERIKSSON
ARKKITEHDIT OY

SAVILAHTI-PROJEKTI
MAANKÄYTÖN YLEISSUUNNITELMA
23.10.2015

LÄHTEET

LÄHDELUETTELO SIVU 1/2

BENCHMARKISSA KÄYTETYT LÄHTEET LUETeltu LIITTEESSÄ 1

- ABB, When Grids Get Smart – ABB’s Vision for the Power System of the Future https://thehill.com/sites/default/files/ABB_WhenGridsGetSmart_0.pdf, 2018
- Blomqvist Kim, Härkönen Jarno Ja Makkonen Tarmo: Älykkäät sähköverkot, Mobiilisähkövarastoilla energiahuoltovarmuutta ja säätövoimaa uusiutuvalle energialle
- Energiavirasto, Selvitys Energiayhteisöjen oikeudelliset edellytykset EU:n ja kansallisen verkkosäätelyn kannalta, 2017
- ETIP SNET VISION 2050, <https://www.etip-snet.eu/etip-snet-vision-2050/>, 2018
- Euroopan Komissio, <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/secure-clean-and-efficient-energy>, 2018
- Helsingin kaupunki, Kiinteistövirasto, Kalasataman Sompasaaren alueella noudatettavat lisäehdot, 2014
- Honkapuro, Microgrid opportunities in Finland, 2017
- Horisontti 2020, <https://www.horisontti2020.fi/>
- Keski-Koukkari, Architecture of Smart Grid Testing Platform and Integration of MultiPower Laboratory, <https://dspace.cc.tut.fi/dpub/handle/123456789/26093> , 2018
- Kumpulainen Lauri et al, Roadmap 2025 Sähkömarkkina- ja verkkovisio 2035 & Roadmap 2025, 2015
- Motiva, ESCO-hankkeiden tuki, https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta/tem_n_tukemat_energiakatselmukset/katselmus-_ja_investointituet/esco-hankkeiden_tuki, 2018
- Navigant research, Microgrid Deployment Tracker 2Q18, <https://www.navigantresearch.com/reports/microgrid-deployment-tracker-2q18>, 2018
- Olli Jani, Opinnäytetyö Sähköautojen käyttö Suomessa, 2018
- Purho Simo, Opinnäytetyö Sähköverkkojen kehitys ja tulevaisuus, 2018

LÄHDELUETTELO SIVU 2/2

BENCHMARKISSA KÄYTETYT LÄHTEET LUETeltu LIITTEESSÄ 1

- Pöyry Management Consulting Oy, Älykäs kaupunkienergia, Raportti Energiateollisuus ry:lle, 2018
- Rantanen Juha-Pekka, Opinnäytetyö Kysyntäjousto akkupohjaisissa älykkäissä sähköverkoissa, 2017
- Smart Energy Transition-hanke, Policy brief, Rakennusten kysyntäjousto ja energiatehokkuus luovat perustan puhtaalle energiajärjestelmälle, 2017
- Smart Energy Transition-hanke, Uusia näkymiä energiamurroksen Suomeen, toimittaneet: Sampsa Hyysalo, Tatu Marttila, Armi Temmes, Raimo Lovio, Paula Kivimaa, Karoliina Auvinen, Allu Pyhälampi, Jani Lukkarinen, Janne Peljo, 2017
- Taipale Olli, Opinnäytetyö, Kysyntäjouston mahdollisuudet energiamittareiden ja muiden tietolähteiden avulla, 2017
- Tekes, Pia Salokoski, Tulevaisuuden energia 2030...2050, 2017
- TEM, <https://tem.fi/energia-ja-investointituet>, 2018
- TEM, <https://tem.fi/tutkimus-kehitys-ja-innovaatorahoitus>, 2018
- TEM, Taustaraportti kansalliselle energia- ja ilmastostrategialle vuoteen 2030, 2017
- TEM, Älyverkkotyöryhmän loppuraportti, 2018
- TEM Älyverkkotyöryhmä, Suomen älyverkkovisio, 2016
- Turun kaupunki, Turun Skanssin alueen tontinluovutusehdot, Energialiite
- Uski Sanna et al, Mikroverkkojen mahdollisuuksista sähkön toimituksen luotettavuuden parantajana, 2018
- Älyverkkotyöryhmä/Pöyry, Seuraavan sukupolven älykkäiden sähkömittareiden vähimmäistoiminnallisuudet, 2017

BECHMARKING-TARKASTELU, LIITE 1

BENCHMARKING –TARKASTELUSSA KÄYTIIN LÄPI SEURAAVAT KOHTEET

Kotimaiset kohteet

- Kalasataman alue, Helsinki
- LUT Green Campus, Lappeenranta
- Energiayhteisö LEMENE, Lempäälä
- Hiukkavaaran alue, Oulu
- Skanssi, Turku, fokus: energialiite
- Sundomin kylä, Vaasa, fokus: luotettavuus
- Wasa Station-kortteli, Vaasa

Kansainväliset kohteet

- Royal Seaportin alue, Tukholma, Ruotsi
- Gotlannin saari, Ruotsi
- Bornholmin saari, Tanska
- Nordhavnin alue, Kööpenhamina, tanska
- Texelin saari, Hollanti

KALASATAMAN ALUE, HELSINKI

KEHITTÄMISEN FOKUS: ÄLYKÄS SÄHKÖVERKKO

- Brändi: Fiksu Kalasatama
- Alueelle rakennetaan 20 000 kotia ja 8000 – 10 000 työpaikkaa
- Alueella oleva älykäs sähköverkko tarjoaa mahdollisuuden hajautetulle energiantuotannolle aurinkopaneeleihin, sähkön varastoinnille sekä kysyntäjoustolle. Verkon ominaisuudet kattavat myös sähköautoilua tukevan infrastruktuurin sekä mahdollisuuden lisätä latauspisteitä tulevaisuudessa.
- Verkossa käytössä älykäs etäohjattava muuntamo sekä keskijännitepuolen rengasverkko verkon vikaantumisen torjumiseksi
- Taloissa on rakennusautomaatiojärjestelmät sekä antureita, jotka tarjoavat kulutusdataa huonekohtaisesti auttaen kuluttajaa ymmärtämään energiankulutustaan. Kulutuspisteiden toimintaa voi myös ohjata esim. Kännykällä jolloin kodinkoneiden/auton lämmityksen toimintaa voidaan säätää edullisille tunneille.
- Fiksu Kalasatama -hanke käynnistyi vuonna 2014 Tekesin ja 6Aika-ohjelman rahoituksella. Hanke on tuonut yli sata yritystä yhteistyöhön kaupungin ja toistensa kanssa sekä herättänyt suurta kansallista ja kansainvälistä huomiota. Fiksu Kalasatama -hankkeelle myönnettiin jatkorahoitus Helsingin kaupungin innovaatorahastosta vuosille 2017–2020
- Lähteet: <https://fiksukalasatama.fi/>, Tontinluovutusehdot, Kainulainen (2015)

FIKSU KALASATAMA, FOKUS: ÄLYKÄS SÄHKÖVERKKO

Tarkasteltu osa-alue	Yhteenveto kohteen tiedoista
Alueelle asetetut tavoitteet ja tavoitellut hyödyt; miten niitä on saavutettu / ollaan saavuttamassa, hyödyt	- Kalasatamaan suunniteltuun älykkääseen sähköverkkoon sisältyvät muun muassa: - paikallinen uusiutuva sähköntuotanto, kuten aurinkovoima, - sähköautoilua tukeva infrastruktuuri, - sähkön varastointi - kotien ja liikerakennusten energiatehokas kiinteistöautomaatio
Energian tuotannon rajapinta (energiaverkkoon, älykkääseen sähköverkkoon)	- Kalasataman kaksisuuntainen älykäs sähköverkko mahdollistaa paikallisen aurinkoenergiantuotannon verkkoon. Muut älyenergiajärjestelmän palvelut, kuten talotekniikka, CIM-rajapinta, Helenin sähkövarasto (1.2 MW/600 kWh) ja mahdollisuus mini-grid-ratkaisuihin tukevat paikallista energiantuotantoa. - Integroitujen energiaratkaisujen korttelipilotti: yhdistää uusiutuvan energian tuotannon, sähkö- ja lämpövarastot sekä Vehicle to grid -ratkaisut korttelitasolla
Älykkään sähköverkon rajapinta energiamarkkinaan (sähkömarkkinaan)	Helen on vahvasti mukana Kalasataman kehittämisessä: <u>Helenin palvelumallin</u> avulla rakennuttajia ja taloyhtiöitä autetaan aurinkosähkön käyttöönotossa, käytössä sekä niiden integroimisessa muihin älykkäisiin energiaratkaisuihin.
Energianhallinta ja energiadatan käsittely	Suunnitteilla ”Energiadatan palveluoperaattori”: Kalasataman taloyhtiöt tuottavat avoimen rajapinnan kautta reaaliaikaista energiankulutusdataa, jonka päälle voi synnyttää uusia palveluita kuten energiansäästöpalveluita. Kulutusdatan keruu, tallennus ja jatkojalostus kuten aggregointi vaatii energiadataoperaattorin, joka voi toimia avoimena tai suljettuna kehitys- ja liiketoiminta-alustana. Kalasatamassa syntyvälle energiadatalle ei ole toistaiseksi olemassa palveluoperaattoria, joka takaisi datan turvallisuuden kuluttajille MyDatana ja mahdollistaisi sen jakamisen muille palveluntuottajille.
Rakennusten rajapinta älykkääseen sähköverkkoon	- Älyverkkoon kuuluu etäohjattava muuntamo sekä keskijännitepuolen rengasverkko verkon vikaantumisen torjumiseksi - Kiinteistöautomaation avulla Kalasataman asunnoista saadaan älykkäitä - Kiinteistöissä on tarkat huoneistokohtaiset energiamittaukset. Helenin HIMA-palvelun ansiosta kuluttajat näkevät puhelimen sovelluksella kotinsa kulutuksen sekä voivat etäohjata kodinkoneitaan ja autopaikan lämmitystä. - Kysyntäjoustoa varten tulee seuraavien kuormien olla CIM-rajapinnan kautta etäohjattavissa: Lämmityslaitteet, varaavat lämmityslaitteet, autojen lämmitys- ja latauslaitteet. - Kiinteistön sähkötilaan tulee varata laajennusvara uusiutuvan energian liittämiseksi
Infrastruktuurin rajapinta älykkääseen sähköverkkoon	Älyverkko kattaa sähköautoilua tukevan infrastruktuurin, REDiin tulee kauppakeskuksen pysäköintihalleihin sekä asukaspysäköinnin yhteyteen latauspisteitä. Verkon kaapeloinnissa on myös varauduttu liittämään uusia latauspisteitä. Tontinluovutusehdoissa todetaan, että väh. 1/3 autopaikoista tulee olla mahdollista ladata sähköautoa, sekä kaikkiin paikkoihin tulee tehdä tarpeeksi isot kaapelien asennusputket, jotta niihin voidaan myöhemmin tarvittaessa asentaa sähkölataukseen vaadittavat johdot.
Käytetyt ohjauskeinot ja mekanismit, joilla ohjattu kohti älykästä sähköverkkoa	- Fiksu Kalasatama -hanke käynnistyi vuonna 2014 Tekesin ja 6Aika-ohjelman rahoituksella. Hanke on tuonut yli sata yritystä yhteistyöhön kaupungin ja toistensa kanssa sekä herättänyt suurta kansallista ja kansainvälistä huomiota. Fiksu Kalasatama -hankkeelle myönnettiin jatkorahoitus Helsingin kaupungin innovaatorahastosta vuosille 2017–2020. - Tontinluovutusehdoissa todetaan, että Kaikki talotekniset ja muut tietotekniikkaa hyödyntävät järjestelmät tulee toteuttaa sellaisella tavalla, että niihin on avattavissa internet-verkon kautta käytettävä tietotekninen rajapinta. Rajapinnan kuvauksen tulee olla avoin ja sen tulee perustua yleisiin standardeihin. - Plussaenergia-tontinluovutuskilpailu (suunnitteilla)

LUT GREEN CAMPUS, LAPPEENRANTA

KEHITTÄMISEN FOKUS: ÄLYKÄS SÄHKÖVERKKO

- Brändi: LUT Green campus
- LUTin (Lappeenranta University of Technology) kampukselle rakennettu älyverkko tukee tutkimusta ja pilotointia
- Verkkoon liitetään tuulivoimala, aurinkopaneeleja, akkuja energiavarastoiksi, ladattava hybridiauto ja 20 sähköavusteista pyörää
- Älykkään sähköverkon kuormitusta voidaan ohjata tarpeen mukaan.
- Lähde: <https://www.lut.fi/green-campus/vihrea-energia-ja-teknologia/alykas-sahkoverkko-smart-grid>

Älykkäät sähköverkot

LUT Green Campus – älykäs sähköverkko (luonnos)



LUT GREEN CAMPUS – FOKUS ÄLYKÄS SÄHKÖVERKKO

Tarkasteltu osa-alue	Yhteenveto kohteen tiedoista
Alueelle asetetut tavoitteet ja tavoitellut hyödyt; miten niitä on saavutettu / ollaan saavuttamassa, hyödyt	- Lappeenrannan teknillisen yliopiston (Lappeenranta University of Technology, LUT) Green Campus on tutkimus- ja opetusympäristö, jossa rakennetaan tulevaisuuden kestäviä energiaratkaisuja - LUT:n Green Campuksen Smart Grid -verkko rakennetaan tukemaan tutkimusta ja pilotointia. Verkossa tehdään entistä tarkempaa sähkönkäytön seurantaa ja kuormien ohjausta. Siihen liitetään tuulivoimala ja aurinkopaneeleja, akkuja energiavarastoksi, ladattava hybridauto ja 20 sähköavusteista polkupyörää. Eri toimintojen seurantaa ja ohjausta varten järjestelmät yhdistetään tietoliikenneverkolla. - Järjestelmäkokonaisuutta hyödynnetään opetuksessa sekä tutkimustoiminnassa osana valtakunnallista Smart Grid -tutkimusohjelmaa.
Energian tuotannon rajapinta (energiaverkkoon, älykkääseen sähköverkkoon)	- Energiaa kampuksella tuottavat 208 kW aurinkopaneelisto ja 20 kW tuuliturbiini, lisäksi laboratorio- ja kenttäkokeissa on ~200 kWh akustoja, joista osa on myös käytössä olevissa sähköajoneuvoissa. Lisäksi on koekäytössä koelaitos, jossa aurinkosähköstä tuotetaan vetyä pilkkomalla vettä elektrolyysin avulla. Suunnitteilla ovat myös satojen kilowattien vauhtipyörä ja suurkanasitaattori - Green Campukseen kuuluvat tuuli- ja aurinkovoimalat, energiavarastot, vedyn tuotantoyksikkö ja sähköautojen latauspisteet kytketään suljettuun verkkoon
Älykkään sähköverkon rajapinta energiamarkkinaan (sähkömarkkinaan)	Verkossa voidaan muun muassa reaaliaikaisesti testata Green Campuksen akkuvaraston hyödyntämistä sähköverkon tasehallintaan.
Energianhallinta ja energiadatan käsittely	- Kampuksella toimii älykäs sähköverkko ja energianhallintajärjestelmä. LUT ja Nokia rakentavat LUT:n kampukselle tutkimuskäyttöön tarkoitetun LTE-verkon. Alkuvaiheessa verkko kytkeytyy osaksi LUT:n Green Campus -tutkimus- ja opetusympäristöä ja toimii esineiden internetin sekä älykkään sähköverkontestaamisalustana alustaen 5G-teknologian käyttöönottoa. - Tarkoitus on tutkia edistyneen langattoman teknologian hyödyntämistä tulevaisuuden energiajärjestelmien ohjaus- ja tiedonsiirtoalustana. Nokian verkkoratkaisu mahdollistaa Green Campuksen järjestelmäkomponenttien seurannan ja ohjauksen langattomasti.
Rakennusten rajapinta älykkääseen sähköverkkoon	Tasehallintaan liittyen, verkolla voidaan harjoitella myös kotitalouksien energian kysyntäjoustoa antamalla laitteille komentoja langattomasti. Jos vaikka sähköauto kytkeytyy langattomaan tiedonsiirtoverkkoon, autolle voisi antaa ohjeita, milloin kannattaa ladata akkuja ja milloin ei. Informaatio siirretään langattomasti, vaikka sähköenergian siirto edellyttää kaapelia
Infrastruktuurin rajapinta älykkääseen sähköverkkoon	Sähköautojen latauspisteet
Käytetyt ohjauskeinot ja mekanismit, joilla ohjattu kohti älykästä sähköverkkoa	Yhteistyöhanke: Lappeenrannan teknillinen yliopisto (LUT), Suomen yliopistokiinteistöt Oy, Tekes, VTT, ABB Oy, Gasum Oy, GreenEnergy Finland Oy, Hydrocell Oy, Ineratec GmbH, Proventia, Trafi, Saimaan AMK, LOAS, Lappeenrannan kaupunki ¹¹⁷

LEMENE – LEMPÄÄLÄN ENERGIAYHTEISÖ

KEHITTÄMISEN FOKUS: ENERGIAOMAVARAISUUS, KYSYNTÄJOUSTO

- Brändi: LEMENE – Lempäälän energiayhteisö
- Hankkeen perusajatuksena on rakentaa älykäs ja energiaomavarainen toimintaympäristö, jolla turvataan alueen energiansaanti. Tavoitteena on aurinkoenergian ympärivuotinen käyttö energiavarastoja hyödyntäen. Hanke valmistuu vuonna 2019.
- Hankkeen fyysinen toiminta-alue sijoittuu Lempäälään, kauppakeskus Ideaparkin pohjoispuolelle, Marjamäen teollisuusalueelle. Alueen pinta-ala on 300 ha ja sillä toimii yli 200 eri yritystä.
- Lempäälän Energian rooli LEMENE-hankkeessa on toimia paitsi sähkön ja lämmön tuottajana myös operaattorina energiayhteisössä toimivien yritysten välillä.
- Lähteet: <http://www.lempaalanenergia.fi/content/fi/1/20126/LEMENE.html>



LEMENE - LEMPÄÄLÄN ENERAIAYHTEISÖ

KEHITTÄMISEN FOKUS ENERGIAOMAVARAISUUS, KYSYNTÄJOUSTO

Tarkasteltu osa-alue	Yhteenveto kohteen tiedoista
Alueelle asetetut tavoitteet ja tavoitellut hyödyt; miten niitä on saavutettu / ollaan saavuttamassa, hyödyt	- Lempäälän Marjamäen teollisuusalueen toimintaympäristöstä on tarkoitus tehdä energiaomavarainen, jossa hyödynnetään uusiutuvia energialähteitä, vaihtoehtoisia sähköenergian tuotantomenetelmiä ja viimeisimpiä alan teknologioita. - Pääasiallisena energialähteinä käytetään aurinkoenergiaa ja kaasumaisia energialähteitä. Aurinkokentän viereen sijoitetaan sähkövarasto. Hankkeeseen sisältyy aurinkopaneelikenttä (4MW), kaasumootoreita (8MW), akusto (1.6 MW) sekä polttokennoja. - Tavoitteena on että hanke valmistuu vuonna 2019. Tähän mennessä valtaosa alueen teknologiatoimittajista on valittu ja tuotteet tilattu.
Energian tuotannon rajapinta (energiaverkkoon, älykkääseen sähköverkkoon)	- Alueelle rakennetaan Siemensin toimittama oma mikroverkko, joka on kytketty myös julkiseen sähköverkkoon. Mikroverkon on kuitenkin tarkoitus toimia itsenäisenä saarekkeena. Tämän mahdollistaa verkkoon sovelletut automaattioratkaisut. Tavoite: toimii sähkömarkkinalain näkökulmasta suljettuna jakeluverkkona. - Alueella olevat kaasumootorit ovat usean yksikön ansiosta suunniteltu toimimaan erityisesti tehotasapainon ylläpitämiseen. - Älyverkko mahdollistaa aurinkopaneelien, sähkövaraston sekä moottorien yhteistoiminnan tehotasapainon ylläpitämiseksi
Älykkään sähköverkon rajapinta energiamarkkinaan (sähkömarkkinaan)	- Mikroverkko kytkeytyy julkiseen jakeluverkkoon - Alueella tarkoitus toimia Fingridin kysyntäjoustomarkkinoilla tulevaisuudessa.
Energianhallinta ja energiadatan käsittely (tasehallinta, energiavarastot, paikallinen kysyntäjousto; digitalisaatio)	- Lempäälän Energia huolehtii alueen tehotasapainosta. Huonon aurinkoenergiatuotannon aikana kaasumootoreiden avulla on saatavissa samanlainen teho minkä paneelikentät voisivat tuottaa. Energian jakelun hyötysuhde paranee, kun tuotanto tuodaan lähemmäs kuluttajia. - Lempäälän Energia investoi energiavarastoon Merus Powerin toimittamana
Rakennusten rajapinta älykkääseen sähköverkkoon	- LEMENE-hankkeessa rakentuvaan toimintaympäristöön kuuluu vain teollisuus- ja kaupallista toimintaa harjoittavia yrityksiä : Alueella sijaitsee tällä hetkellä 350 yritystä mm. elintarvikepakastamo, logistiikkakeskuksia, elementtitehdas sekä kuluttaja- ja päivittäistavara- ja verkkokauppaa. - Lämpö: tuotantoprosessien hukkalämpöjen hyödyntäminen - Sähkö: Yrityskohtaisten aurinkopaneelien tuotannon hyödyntäminen laajemmin kuin ko. rakennuksessa
Infrastruktuurin rajapinta älykkääseen sähköverkkoon	Alueen katuvalaistus toimii tasasähköllä eli DC-sähköllä, ollen toimintavarmempi ja energiatehokkaampi sekä tekniikaltaan yksinkertaisempi kuin vaihtosähköllä. Kunnossapitokulut laskevat murto-osaan, kun kaikki kuluva tekniikka LEDejä lukuun ottamatta on DC-sähköjärjestelmässä katuvalokeskuksessa maan tasolla. Tulevaisuudessa on myös mahdollista, että kun toimitaan tasasähköllä, voidaan uusiutuva energia esimerkiksi aurinkopaneeleista hyödyntää energiavaraston avulla suoraan katuvalaistukseen.
Käytetyt ohjauskeinot ja mekanismit, joilla ohjattu kohti älykästä sähköverkkoa	- Haettu/saatu tuki TEMiltä: 4,74 miljoonaa euroa, lisäksi Lempäälän kunnalta 9,7 miljoonan euron rahoituslainan takaus - Lempäälän Energialla vahva ohjaava rooli kehityksessä

OULUN HIUKKAVAARA

KEHITTÄMISEN FOKUS: PIENTALODEMONSTRAATIOITA, KYSYNTÄJOUSTO

- Brändi: Hiukkavaaran Living Labia kehitetään teemalla Arctic Smart City.
- Tavoitteena on keskittyä arktisen ja ääriolosuhteisiin sopivan kestävän ja energiatehokkaan kaupunkisuunnittelun sekä rakentamisen kehittämiseen. Toinen merkittävä teema on ICT -teknologioita hyödyntävän älykkään kaupungin rakentaminen.
- Menetelmänä Oulussa käytetään integroivan kaupunkisuunnittelun käytäntöjä, jossa kehittämisprosessiin ja alueen toteuttamiseen liittyvät eri intressitahot tuodaan osaksi suunnittelua jo sen alkuvaiheessa. Intressitahot, kuten asukkaat, käyttäjät, kolmas sektori ja yritykset, ovat mukana koko alueen toteutuksen elinkaaren ajan.
- Hiukkavaaran alueella on myös RESCA-hankkeen puitteissa pilotoitu pientalojen kestäviä energiaratkaisuja. Hanketta jatkaa "Tulevaisuuden talot & uusiutuva energia". Rakentajien tuli sitoutua tontinluovutusehtojen mukaisesti energiatehokkaaseen rakentamiseen ja mm. esittää kuinka talot ovat myöhemmin nollaenergiataloiksi muokattavia. Pilottialueelle on rakennettu mm. hake CHP-laitos, aurinkokeräimiä ja -paneeleita, jäteveden lämmöntalteenottojärjestelmä jne.
- Lähteet <https://www.ouka.fi/oulu/hiukkavaara/kehittaminen>
- <https://www.ouka.fi/oulu/hiukkavaara/integroiva-kaupunkikehittaminen-inurdeco>
- <http://www.tulevaisuudentalot.fi/>



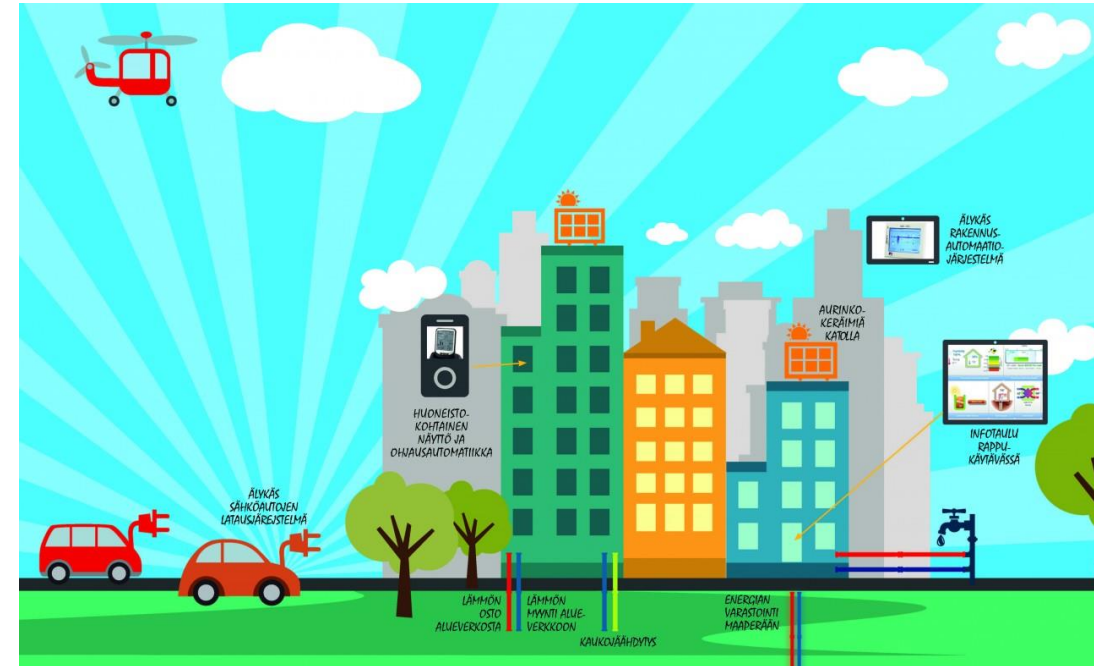
OULUN HIUKKAVAARA – FOCUS PIENTALODEMONSTRAATIOT, KYSYNTÄJOUSTO

Tarkasteltu osa-alue	Yhteenveto kohteen tiedoista
Alueelle asetetut tavoitteet ja tavoitellut hyödyt; miten niitä on saavutettu / ollaan saavuttamassa, hyödyt	- Tavoitteena on keskittyä arktisen ja ääriolosuhteisiin sopivan kestävän ja energiatehokkaan kaupunkisuunnittelun sekä rakentamisen kehittämiseen. Toinen merkittävä teema on ICT -teknologioita hyödyntävän älykkään kaupungin rakentaminen. - Hanke päättyi vuoden 2016 loppupuolella
Energian tuotannon rajapinta (energiaverkkoon, älykkääseen sähköverkkoon)	RESCA-hanke/alue: Kivikkokankaalla 32 vuokra-asunnon rivitaloalue, jonka yhteydessä puuhaketta hyödyntävä CHP-laitos (yhdistetty lämmön- ja sähköntuotanto). Laitoksen vuotuinen energiantuotto on arvioitu olevan 400 MWh sähkön- ja lämmöntuotantosuhteen ollessa yhden suhde kolmeen. Tuotettu lämpö hyödynnetään kokonaisuudessaan talojen lämmitystarpeen kattamiseksi. Tuotettu sähkö käytetään kiinteistösähkön kattamiseen niin, että ylimääräinen sähkö (40 MWh) myydään farmivirtana Oulun Energialle. Tämän lisäksi 20 MWh lämpöä otetaan kalliosta porakaivojen avulla.
Älykkään sähköverkon rajapinta energiamarkkinaan (sähkömarkkinaan)	Farmivirta Oulun Energialle - Farmivirta tuotetaan mikro- ja pienvoimalaitoksissa uusiutuvilla energialähteillä tuottajan omiin tarpeisiin ja ylimääräinen sähkö myydään "Farmivirraksi", jota voidaan ostaa Oulun Energian kautta. Oulun Energia toimii välittäjänä ja sähköntuottaja määrittää sähkönhinnan. Vuoden 2014 ilmastoteko.
Energianhallinta ja energiadatan käsittely	
Rakennusten rajapinta älykkääseen sähköverkkoon	- Hankkeeseen kuuluu "Tulevaisuuden talot & uusiutuva energia" osahanke, jossa on tarkoitus luoda monistettavia toimintamalleja uusiutuvien energialähteiden käytölle pientaloissa eri energialähteiden alueilla. Alueella toteutettiin eri pientaloratkaisuja, joissa oli mm. lämpöpumppuja, puuta ja aurinkovoimaa. - Skanska Talonrakennus Oy on tutkinut Hiukkavaaran keskuksessa energiantehokkuuslaskentamalleja ja uuden sukupolven kerrostaloasuinkortteleita. Hartela- Forum Oy on tutkinut hukkaenergiaa hyödyntävän hybridikorttelin kehittämistä sekä laajaa kehittäjäroolia alueen toteutuksessa. RESCA-alueella on jo valmistunut omakotitalo, jonka E-luku on 35. Taloon on integroitu kotiautomaatiojärjestelmä, joka hyödyntää reaaliaikaisia mittauksia talon eri puolille asennetuista antureista. Talon lämmöntuotanto hoituu aurinkokeräimien avulla, sekä poistoilmapumpun ja maalämpöpumpun yhdistelmällä. Sähkön tuotannosta vastaa yli 30 neliön aurinkosähköjärjestelmä, jonka tuottama ylimääräinen sähkö myydään energialaitokselle
Infrastruktuurin rajapinta älykkääseen sähköverkkoon	
Käytetyt ohjauskeinot ja mekanismit, joilla ohjattu kohti älykästä sähköverkkoa	- Ohjaava osallistava kaavoitus, integroivan kaupunkikehittämisen elinkaarimalli INURDECO: Oulun kaupunki kehitti hankkeen avulla energia-asemakaavaa ja kaupunkikehittämisen elinkaarimallia, korttelimalleja, uusia energia-, rakentamis- ja palveluratkaisuja, osallisuutta, julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyötä, tontinluovutuksen malleja, talvikaupunkistrategiaa ja Hiukkavaaran Living Labin sisältöjä, käytäntöjä ja sopimuksia. - Hiukkavaaran keskuksessa on pilotoitu toimintamallia, jossa tehdään tiivistä yhteistyötä eri tahojen kanssa asemakaavoituksen alusta asti. Tavoitteena on ollut luoda joustavaa kaupunkisuunnittelua, -kehittämistä ja asemakaavaa, jossa käyttäjän rooli asemakaavan suunnittelussa nousee merkittävään asemaan sekä saavutetaan kestävämpiä ja taloudellisempia ratkaisuja. Asemakaavaa on laadittu tiiviissä yhteistyössä muun muassa rakennuttajien, tutkimustahojen, kuntalaisten, kaupunkiorganisaation eri tahojen sekä liikenteen, katujen, ympäristön ja kunnallistekniikan suunnittelun kanssa. Kaupunkien välistä yhteistyötä on tehty muun muassa Helsingin, Espoon, Jyväskylän ja Tuusulan kanssa.

TURUN SKANSSI (ERITYISESTI ENERGIALIITE)

KEHITTÄMISEN FOKUS: KYSYNTÄJOUSTO, KAKSISUUNTAINEN LÄMPÖKAUPPA

- Brändi: Smart and Sustainable Skanssi
- Turku Energia kehittää Skanssiin uudenlaista matalalämpötilaista kaukolämpöverkkoa, jonka avulla on tarkoitus kehittää kaksisuuntaista ja avointa lämpökaupankäyntiä.
- Skanssin alueella on tavoitteena tutkia ja kehittää myös erilaisia paikallisen lämmöntuotannon ratkaisuja kuten esimerkiksi maalämpöratkaisuja, energiapaaluja, aurinkokeräimiä, jäähdytyksen lauhdelämpöä ja lämmön varastointia. Alueen talojen lämmöntoimitusten luotettavuus varmistetaan seudullisesta kaukolämpöverkosta.
- Alueelle kehitetään myös muita palveluita uusiutuvan energian hyödyntämiseen, älykkääseen asumiseen ja sähköisen liikenteen hyödyntämiseen liittyen. Tällä hetkellä keskittyminen on kuitenkin lämmön kehittämiseen.
- Lähteet: <http://www.turku.fi/skanssin-uudenlaiset-energiaratkaisut>; https://www.youtube.com/watch?v=QO4vTDNW_Ho; Tontinluovutusehdot



TURUN SKANSSI (ERIT. ENERGIALIITE) – FOKUS: KYSYNTÄJOUSTO, KAKSISUUNTAINEN LÄMPÖKAUPPA

Tarkasteltu osa-alue	Yhteenveto kohteen tiedoista
Alueelle asetetut tavoitteet ja tavoitellut hyödyt; miten niitä on saavutettu / ollaan saavuttamassa, hyödyt	- Tavoitteet 2030 - Kaksisuuntainen lämpökauppaa (lämpöenergian syöttö verkosta kiinteistöihin ja kiinteistöistä verkkoon) - Kaksisuuntaista sähkökauppaa ja sähkön pientuotannon edistämistä - Energian- ja vedenkulutuksen seuranta (lämpö, sähkö, kylmä) - Sähkönkulutuksen ohjausta kysynnänjouston mahdollistamiseksi - Uusiutuvan energian tuotantoa alueella - Sähköiseen liikenteeseen varautuminen - Tällä hetkellä keskittyminen on kuitenkin lämmön kehittämiseen.
Energian tuotannon rajapinta (energiaverkkoon, älykkääseen sähköverkkoon)	- Matalalämpöisen kaukolämmön kaksisuuntainen lämpökauppa : Rakennuksien hukkalämpövirtojen ja aurinkolämmön myyminen verkkoon. Matalalämpöisen kaukolämmön lämpötila on laskettu perinteisestä 115 C -> 65 C asteeseen. - Skanssin alueella on erillinen kaukolämpöverkko, joka yhdistetään pääverkkoon lämmönvaihtimella
Älykkään sähköverkon rajapinta energiamarkkinaan (sähkömarkkinaan)	Turku Energian kautta
Energianhallinta ja energiadatan käsittely	Turku Energian kautta
Rakennusten rajapinta älykkääseen sähköverkkoon	- Energialiitteestä: Kaikki talotekniset ja muut tietotekniikkaa hyödyntävät järjestelmät tulee toteuttaa sellaisella tavalla, että niihin on avattavissa internet-verkon kautta käytettävä tietotekninen rajapinta. Rajapinnan kuvauksen tulee olla avoin ja sen tulee perustua yleisiin standardeihin. - Kiinteistöautomaatiojärjestelmän (RAU) tulee olla 1) yhteensopiva asukkaiden energiankäytön seurantaan tarkoitetun huoneistokohtaisen seurantapalvelun web-/ mobiilisovelluksen kanssa. 2) liitettävissä kaukolämmön tuotannonohjausjärjestelmään/-järjestelmiin
Infrastruktuurin rajapinta älykkääseen sähköverkkoon	- Energialiitteestä: Tonttien autopaikoista on rakennettava vähintään 1/10 sähköautopaikoiksi, joissa on mahdollista ladata sähköautoa. Sekä ulko- että sisätiloissa pitää varata 1/10 paikoista sähköautopaikoiksi. Nämä pysäköintipaikat tulee varustaa ladattavien autojen lataukseen tarkoitetuilla latauspisteillä. - Ajoneuvopysäköintiä syöttävä sähköverkko on mitoitettava ottaen huomioon autopaikoilla tapahtuva sähköautojen lataus tai alue on putkitettava niin että tarvittavat lisäsyöttökaapelit voidaan helposti asentaa myöhemmin - Autopaikan sähköliittynästä tulee mitata tuntitasolla sähköenergia sekä hetkellinen teho.
Käytetyt ohjauskeinot ja mekanismit, joilla ohjattu kohti älykästä sähköverkkoa	- Turun kaupungilla on 10 kehittämisteemaa, joissa mukana Älykkäät energiaratkaisut ja Älykäs rakennettu ympäristö. Alussa kaupungin vetämä sparrausryhmä, josta kehittyi Toimijoiden yhteiskehittämisfoorumi. 6aika – hankkeen kautta saatiin rahoitusta - Turku Energia toimii hankkeessa tiiviissä yhteistyössä Skanssin alueella toimivan verkoston kanssa. Innovaatorahoituskeskus Tekes tukee Skanssin energiaratkaisujen kehittämistä osana Fiksu kaupunki -ohjelmaa. - Skanssin kehitys on osa 6Aika-ohjelmaa

VAASA SUNDOMIN KYLÄ

KEHITTÄMISEN FOKUS: VERKON LUOTETTAVUUS

- Brändi: Vaasa Sundom Smart Grid - älyverkkopilotti
- Tavoitteena on parantaa sähkönjakelun luotettavuutta, kehittää älyverkkoratkaisuja maailmanmarkkinoille ja löytää ratkaisuja, joilla Suomen tiukentuvan sähkömarkkinalain vaatimukset täytetään mahdollisimman kustannustehokkaasti, ja uusiutuvan energian kytkeminen verkkoon helpottuu.
- ABB testasi Vaasan Sundomissa uusinta verkon automatisoitua vianhallintatekniikkaa.
- Verkkoon on liitetty 130 aurinkopaneelia ja neljä älymuuntamoaa, jotka raportoivat vikatilanteet suoraan Vaasan Sähköverkon valvomoon.
- Lähteet: <http://energiakokeilut.fi/yritykset/sundom-smart-grid>



VAASA SUNDOM – FOCUS VERKON LUOTETTAVUUS

Tarkasteltu osa-alue	Yhteenveto kohteen tiedoista
Alueelle asetetut tavoitteet ja tavoitellut hyödyt; miten niitä on saavutettu / ollaan saavuttamassa, hyödyt	- Älykkään sähköverkon pilottihankkeessa tutkitaan muun muassa tuuli- ja aurinkosähkön tuomia haasteita ja mahdollisuuksia sähköverkon hallintaan - Tavoitteena parantaa sähkönjakelun luotettavuutta, samalla vähentäen maakaapeloinnin tarvetta sekä luoda mahdollisuus sähkönpuhtautannolle asukkaille - Luotettavuutta parannetaan automatisoidun vianhallintatekniikan avulla. Verkkoon kuuluu sähköasema, neljä älykästä jakelumuuntamo ja verkkokatkaisijaa. - Tutkimus osoitti, että kaapelointiastetta voidaan vähentää, jos avojohtoverkossa käytetään enemmän automaatiota. - Pilottiprojekti päättyi vuonna 2016, mutta älyverkosta kerättyä dataa hyödynnetään jatkossa tutkimuksissa.
Energian tuotannon rajapinta (energiaverkkoon, älykkääseen sähköverkkoon)	Alueella on asennettu 33 kW aurinkopaneeleja sekä 3.6 MW tuulivoimala. Hankkeen yhtenä tavoitteena on helpottaa aurinkopaneelien liittämistä sähköverkkoon.
Älykkään sähköverkon rajapinta energiamarkkinaan (sähkömarkkinaan)	
Energianhallinta ja energiadatan käsittely	Älykkäät jakelumuuntamot sisältävät automaation, joka mahdollistaa perinteisen etäohjauksen lisäksi vianpaikannuksen, vikaraportoinnin, tarkat sähkön laadun mittaukset ja muuntajan lämpötilamittauksen. Anvian kanssa toteutettu tietoliikennetarkaisu mahdollistaa reaaliaikaisen mittaustiedon keräämisen ja tallentamisen samanaikaisesti eri puolilta pilottiverkkoaluetta. Mittaustietoa syntyy valtava määrä, 100 megabittiä sekunnissa.
Rakennusten rajapinta älykkääseen sähköverkkoon	
Infrastruktuurin rajapinta älykkääseen sähköverkkoon	
Käytetyt ohjauskeinot ja mekanismit, joilla ohjattu kohti älykästä sähköverkkoa	- Taustalla EnergyVaasa - Pohjoismaiden suurin energiateknologian klusteri - Tekesin INKA-ohjelmaan kuuluvassa Sundom Smart Grid -yhteishanke : Energia-alan toimijat ABB, Vaasan Sähkö, Vaasan Sähköverkko, Anvia ja Vaasan yliopisto pilotoivat uusinta älykkään sähköverkon teknologiaa yhteistyössä teknologiakeskus Merinovan kanssa.

WASA STATION 2019-2020

KEHITTÄMISEN FOKUS: ÄLYKÄS KORTTELIRATKAISU, ENERGIANKIERTO, KYSYNTÄJOUSTO

- Brändi: Wasa Station -edelläkävijä tilassa ja energiassa
- Wasa Station on Vaasan vanhan linja-autoaseman tilalle suunniteltu monitoimikortteli sekä energiatehokkaan rakentamisen edelläkävijä
- Korttelitason esimerkkikohde, jossa energiajärjestelmät toteutetaan yhtenä kokonaisuutena eikä perinteiseen tapaan rakennuskohtaisesti
- Teollisuuden energiaoptimointi- ja kysyntäjoustoratkaisut kiinteistö- ja rakennusosalalle
- Kiertotalouden ratkaisut – jätteenpolttolaitoksen hukkalämpöjen hyödyntäminen absorptiojäähdytyksellä
- Suomen, Pohjolan energiapääkaupungin ja Vaasan energiaklusterin showroom keskelle kaupunkia
- <https://www.vaasa.fi/wasa-station>



WASA STATION – FOCUS ÄLYKÄS KORTTELIRATKAISU, ENERGIANKIERTO, KYSYNTÄJOUSTO

Tarkasteltu osa-alue	Yhteenveto kohteen tiedoista
Alueelle asetetut tavoitteet ja tavoitellut hyödyt; miten niitä on saavutettu / ollaan saavuttamassa, hyödyt	• Monitoimikorttelille on kehitetty innovatiivinen ja kustannustehokas kokonaisenergiajärjestelmä. Energiaväylä yhdistää energiakeskuksen ja korttelin rakennusosat. Energiaratkaisussa hyödynnetään esimerkiksi maalämpöä (550 kW), aurinkolämpöä (22 kW) ja aurinkosähköä (400 kW) sekä absorptiojäähdytystä, ja kulutuksessa huomioidaan kysyntäjousto. • Hankkeessa on valmisteltu järjestelmää hallinnoivan energiayhtiön toimintamalli. • Rakentaminen valmistuu vaiheittain 2019-2020.
Energian tuotannon rajapinta (energia-verkkoon, älykkääseen sähköverkkoon)	• Tavoitteena on optimoida energiankulutusta, edistää vähäpäästöistä energiantuotantoa, leikata huipputehoja sekä varastoida ja kierrättää energiaa rakennusten välillä
Älykkään sähköverkon rajapinta energiamarkkina (sähkömarkkina)	Kysyntäjouston/tehoreservin toteuttaminen seuraavilla keinoilla • Tilapäinen tinkiminen vaatimustasosta: • Valaistustason pienentäminen • Ilmanvaihtomäärän vähentäminen • Kulkuväylien sulatuksen poiskytkentä • Toisarvoisen kuorman poiskytkentä • Lämpötilan nosto (jäähdytyskaudella) • Lämpötilan lasku (lämmityskaudella) • Varavoimakoneen käyttö (korvaava energialähde) • Kulutuksen siirto halvan sähkön ajaksi: • Jäähdytysveden kehitys varastosäiliöön • Lämmitysveden kehitys varastosäiliöön • Sähkön varastointi akkuun
Energianhallinta ja energiadatan käsittely	• Energiaväylä yhdistää energiakeskuksen ja korttelin rakennusosat. • Hankkeessa on valmisteltu järjestelmää hallinnoivan energiayhtiön toimintamalli. • Wasa Station showroom kytkee korttelin osaksi alueen vahvaa energiakoulutusohjelmaa.
Rakennusten rajapinta älykkääseen sähköverkkoon	• Energiaväylä yhdistää energiakeskuksen ja korttelin rakennusosat
Infrastruktuurin rajapinta älykkääseen sähköverkkoon	• Korttelitason ratkaisuja, mm. kulkuväylien sulatuksen poiskytkentä
Käytetyt ohjauskeinot ja mekanismit, joilla ohjattu kohti älykästä sähköverkkoa	• Taustalla EnergyVaasa, Vaasan profiloituminen energia-alalle • Tukea Tekesin INKA (Innovatiiviset Kaupungit) ohjelman kautta: Huhtikuussa 2016 päättyneen Tekesin rahoittaman hankkeen erityisinä tuloksina nousivat korttelin innovatiiviset energiaratkaisut sekä showroom, joka tukee energiakeskittymän yrityksiä, koulutusta ja matkailua • Yritysyhteistyö keskeistä: kaupunki hakee aktiivisesti ulkopuolisia toimijoita ja yhteistyökumppaneita tapahtumakeskuksen toteuttamiseen ja rahoittamiseen

ROYAL SEAPORT (NORRA DJURGÅRDSSTADEN), TUKHOLMA

KEHITTÄMISEN FOKUS: ÄLYKKÄÄT RATKAISUT, KYSYNTÄJOUSTO, ÄLYVERKKO

- Brändi: Leading the way towards a sustainable future
- Kaupunginosa Tukholmassa, johon tulee 12 000 uutta asuntoa sekä 35 000 uutta työpaikkaa.
- Aluetta kehitetään kolmessa vaiheessa: 1. Selvitys alueesta 2. Pilotti "Active house in the sustainable city" – Perhe asuu talossa, joka on varustettu automaatiojärjestelmällä sekä uusilla energiatehokkailla laitteilla 3. 150 taloa liitetään osaksi älyverkkoa ja testataan toimintaa
- Taloja on varustettu älykodinkoneilla sekä älytermostaateilla, joiden avulla kotia voidaan ohjata energianhinnan mukaan.
- Projektissa mukana Ruotsin energiavirasto, Fortum, ABB, Ericsson, Ellevio, Electrolux
- Fossiilivapaa-alue vuoteen 2030 mennessä
- Lähteet: <http://smartenergycity.se/en/introduction/#>



ROYAL SEAPORT, TUKHOLMA – FOKUS ÄLYKKÄÄT RATKAISUT, KYSYNTÄJOUSTO, ÄLYVERKKO

Tarkasteltu osa-alue	Yhteenveto kohteen tiedoista
Alueelle asetetut tavoitteet ja tavoitellut hyödyt; miten niitä on saavutettu / ollaan saavuttamassa, hyödyt	2030 mennessä alue on fossiilivapaa 2020 päästöt per henki on alle 1.5 tonnia - pystyy mukautumaan tulevaisuuden ilmaston muutoksiin 170 asuntoa liitetään smart gridiin seuraavaksi - Vuonna 2030 alueella on 12 000 uutta kotia sekä uutta 35 000 työpaikkaa. Tällä hetkellä alueelle on tehty 2500 uutta kotia ja 15 000 työpaikkaa. Noin 5100 asuntoa on myönnetty 55 eri toimijoille rakennettavaksi. - Royal Seaportin päätavoitteena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä. Tukholman kaupunki on liittynyt C40-verkostoon sekä Climate Positive Development ohjelmaan ja hyväksynyt sen ohjelman. C40 verkosto koostuu maailmaan suurista kaupungeista, jotka haluavat yhdessä vaikuttaa ilmastomuutoksen torjuntaan.
Energian tuotannon rajapinta (energiaverkkoon, älykkääseen sähköverkkoon)	Alueella on aurinkopaneeleja ja sähkövarastoja taloissa sekä isommassa koossa.
Älykkään sähköverkon rajapinta energiamarkkinaan (sähkömarkkinaan)	Alueella pohditaan dynaamisen hinnoittelun vaikutusta energiajärjestelmään. Hintaan vaikuttaisi huippukysyntä, kysyntäjousto sekä energianlähde
Energianhallinta ja energiadatan käsittely	Älyverkkoa hallitsee ABB:n ohjelmisto, joka huolehtii hajautetun tuotannon, sähkövarastojen, sähköautojen sekä jätteenhuollon yhteensovittamisesta. Käyttäjille annetaan reaaliaikaista tietoa hinnasta sekä päästöistä.
Rakennusten rajapinta älykkääseen sähköverkkoon	- Rakennukset ovat aktiivisia toimijoita verkossa. Kysyntäjoustolla vähennetään piikkejä kysynnässä. - Asuinalueet tukevat hajautettua tuotantoa - Taloissa on aurinkosähköä, sähköakkuja, automaatiojärjestelmä & kysyntäjoustoa, sähköauton latauspiste, älykodinkoneita ja antureita, älymittarit
Infrastruktuurin rajapinta älykkääseen sähköverkkoon	- Alueelle tulee sähköautojen latauspisteitä, joita voidaan hyödyntää myös akkuina kun ne ovat kiinni latauspisteissä - Satamaan tulevat laivat kytketään verkkoon, mahdollistaen laivan päästöjen sekä melun vähentämisen. Satamassa on 50 Hz sekä 60 Hz pisteet, joihin eri laivat voivat kytkeytyä.
Käytetyt ohjauskeinot ja mekanismit, joilla ohjattu kohti älykästä sähköverkkoa	- Vahva kaupungin sitoutuminen alueen kehittämiseen (poliittinen tahtotila, ohjaavat strategiat) - Yhteisprojekti kehittämiseen, mukana kaupunki, oppi- ja tutkimuslaitoksia, yrityksiä - Alueen kaavoituksen tulee olla tarpeeksi joustava tulevaisuuden tarpeisiin. Tässä tarvitaan yhteistyötä niin rakennusten kehittäjiltä sekä viranomaisilta - Kaikki kulutus- ja tuotantodata kerätään ja jaetaan Tukholman toimijoille, jotta järjestelmää voidaan kehittää paremmaksi.

GOTLANNIN SAARI, RUOTSI

KEHITTÄMISEN FOKUS: ÄLYVERKKO, KYSYNTÄJOUSTO, TUULIVOIMAN LISÄÄMINEN

- Brändi: Electricity network for the future
- Gotlannin saarella tehty smart grid projekti joka päättyi vuoden 2017 lopussa.
- Projektin tavoitteena on pilotoida eri osa-alueita liittyen älyverkkoon kuten hajautetun tuotannon kasvattaminen, energiahallintajärjestelmän integroiminen verkkoon sekä verkon ylläpidon parantamista. Gotlannin saari toimii hyvänä kohteena, koska sen olosuhteet vastaavat Skandinaavista sähkömarkkinaa pienoiskoossa: paljon tuulivoimaa, ilmasto sekä asutusta niin kaupungissa kuin haja-asutualueella.
- Hankkeeseen osallistui 260 kotitaloutta. Teollisuusasiakkaat totesivat sähkönhinnan olevan jo niin alhainen, että osallistuminen ei ole järkevää. Saarella on 183 MW tuulivoimaa
- Kolme tavoitetta: Lisätä tuulivoiman määrää verkossa, sähkön laadun ylläpitäminen sekä saada monta sähkönkuluttajaa osallistumaan kysyntäjoustoon
- Tutkimuksessa todettiin, että tuulivoiman määrää pystyttiin lisäämään järjestelmään tuomalla mukaan kuluttajia, jotka ovat valmiita joustamaan. Enemmän kuluttajia olisi haluttu osallistuvan tutkimukseen. Osallistumista esti tekniset vaatimukset taloautomaatiossa sekä ehto olla GEABin asiakas. Tuloksia: Kuluttajat voivat siirtää 10% kulutustaan vaikuttamatta tyytyväisyyteen. Älyverkko vähensi verkon keskeytyksiä 20%:lla.
- Lähteet: <http://www.smartgridgotland.se/eng/about.pab> Loppuraportti
http://www.smartgridgotland.se/pdf/Slutrapport_Smart_Grid_Gotland.pdf



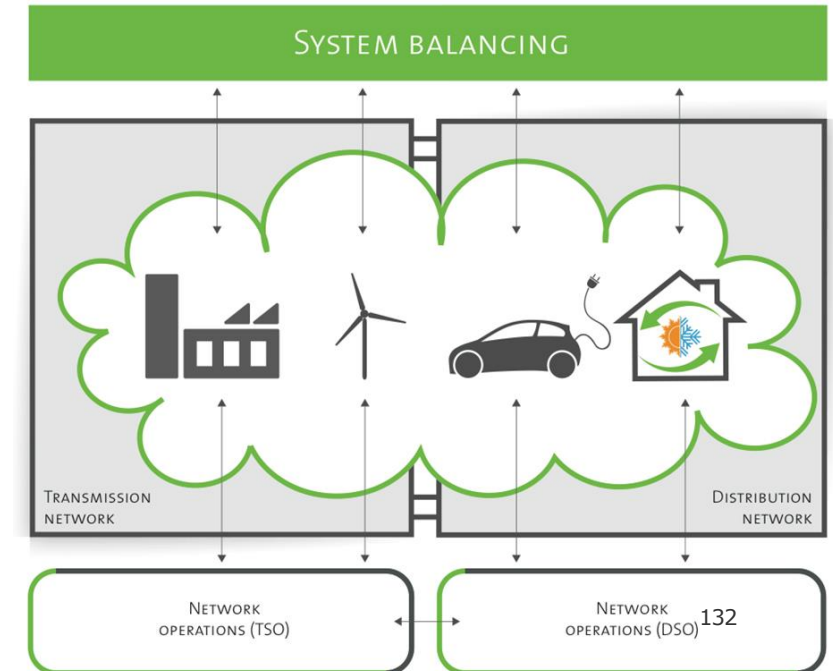
GOTLANTI, RUOTSI – FOKUS ÄLYVERKKO, KYSYNTÄJOUSTO, TUULIVOIMAN LISÄÄMINEN

Tarkasteltu osa-alue	Yhteenveto kohteen tiedoista
Alueelle asetetut tavoitteet ja tavoitellut hyödyt; miten niitä on saavutettu / ollaan saavuttamassa, hyödyt	- Kansallisen tason pilotti - Kasvattaa Gotlannin verkon kykyä lisätä uusiutuvaa sähköntuotantoa (Tuulivoimaa), Echelonin toimittama verkonhallintajärjestelmä - Ylläpitää ja parantaa sähkönsiirron luotettavuutta - Osallistaa asiakkaita markkinakokeeseen - Tuloksia: Kuluttajat voivat siirtää 10% kulutustaan vaikuttamatta tyytyväisyyteen. Älyverkko vähensi verkon keskeytyksiä 20%:lla. Verkon luotettavuutta on parannettu käyttäen Echelonin antureita, jotka toimiva Open Smart Grid Protokollan (OSGP) mukaan. Antureiden avulla kerätään tietoa sähkönlaadusta, jotta verkon kuntoa voidaan tarkastella ja toimia tarvittaessa.
Energian tuotannon rajapinta (energiaverkkoon, älykkääseen sähköverkkoon)	- Hankkeen ensimmäinen tavoite kasvattaa tuulivoiman määrää saavutettiin tutkimalla teoreettisesti seuraavia asioita - Parantamalla tuulivoiman automaattista mittaamista, säätöä ja suojaamista käyttö- ja seurantajärjestelmä SCADA/DMS:llä. - Kysyntäjoustop vaikutus tuotannon kasvattamiseen - Parempi integrointi siirtoverkon näkökulmasta (keski- ja korkea jännite) - Miten tuuliturbiinit voivat tukea jännitteen ja taajuuden säädössä
Älykkään sähköverkon rajapinta energiamarkkinaan (sähkömarkkinaan)	Alueella pohditaan dynaamisen hinnoittelun vaikutusta energijärjestelmään.
Energianhallinta ja energiadatan käsittely	Hankkeessa mahdollistettiin asiakkaille nähdä oma energiankäyttö ympäri vuorokauden sekä säätää omaa käyttöä sähkönhinnan mukaan, esim. sähkölämmitystä halvoilla hinnoilla.
Rakennusten rajapinta älykkääseen sähköverkkoon	- Hankkeessa tutkittiin kuluttajien toimintaa kysyntäjoustopissa. Noin 200 kotitaloutta osallistui automaattiseen kysyntäjoustopiin ja noin 50 manuaaliseen. Tuloksena oli, että automaattisesti joustavat tekivät enemmän joustoa kun manuaalisesti olevat asiakkaat. Kommentteina oli että manuaalisesti joustaminen on vaikeaa ja ei välttämättä aina hyödyn arvoista. Kuluttajat tarvitsevat myös ohjausta ja opetusta kuinka kysyntäjoustopia voidaan harjoittaa ja minkälaiset investoinnit voivat parantaa sitä. Kysyntäjoustop ei hyödyttänyt asiakkaita paljon, jota selitetään jo sähkönhinnan volatiliteetin pienuudella (+/-10%) sekä kuluttajien jo alhaisilla sähkönkulutuksilla. Lopputulos: 10% kysyntää voidaan joustaa vaikuttamatta mukavuuteen. - Kysyntäjoustop toteutettiin käytännössä Vattenfallin älykotituotteilla Energywatch, SmartControl, SmartTemp
Infrastruktuurin rajapinta älykkääseen sähköverkkoon	
Käytetyt ohjauskeinot ja mekanismit, joilla ohjattu kohti älykästä sähköverkkoa	- Tutkimushanke - Ruotsin Energiavirasto rahoitti 1.6 M€:lla (45%) hanketta - Laaja yritysysteistyö kehityksen moottorina

BORNHOLM ECOGRID, TANSKA

KEHITTÄMISEN FOKUS: REAALIAIKAINEN KYSYNTÄJOUSTO

- Brändi: Bright Green Island
- Bornholmin tarkoituksena on todistaa miten reaaliaikainen hintasignaali voisi toimia järjestelmässä, jossa iso osa sähköstä on uusiutuvista. Järjestelmä toimii siis hintasignaalein, jonka avulla kuluttajat ja laitteet säätävät toimintaansa.
- Hanke osa Ecogrid EU:n hanketta, jossa reaaliaikaista markkinaa tutkitaan tarkemmin. Bornholm on hankkeen demonstraatiokohde.
- Saarella 28 000 sähkön käyttäjää, joista 2000 osallistui hankkeeseen eri tavoin. Tuotanto koostuu 30 MW tuulivoima, 16 MW CHP biomassa, 2 MW aurinkopaneeleja sekä 2 MW biokaasu. Verkko on osa Pohjoismaista sähkömarkkinaa.
- Alueella toinen tutkimusvaihe, jossa tutkitaan kuinka paljon rakennusten lämmityksestä voidaan joustaa lämmityskaudella. Käyttäjille on annettu mahdollisuus valita kuinka paljon he ovat valmiita joustamaan. Tutkimus päättyy 30.06.2019.
- Lähteitä
 - <http://www.eu-ecogrid.net/ecogrid-eu/the-bornholm-test-site>
 - http://www.eu-ecogrid.net/images/Documents/150917_EcoGrid%20Findings_Recommendations.pdf
 - <https://www.eas.ee/images/doc/ettevotjale/innovatsioon/koolitused/2011-tark-elekter/arne-heide-nielsen.pdf>



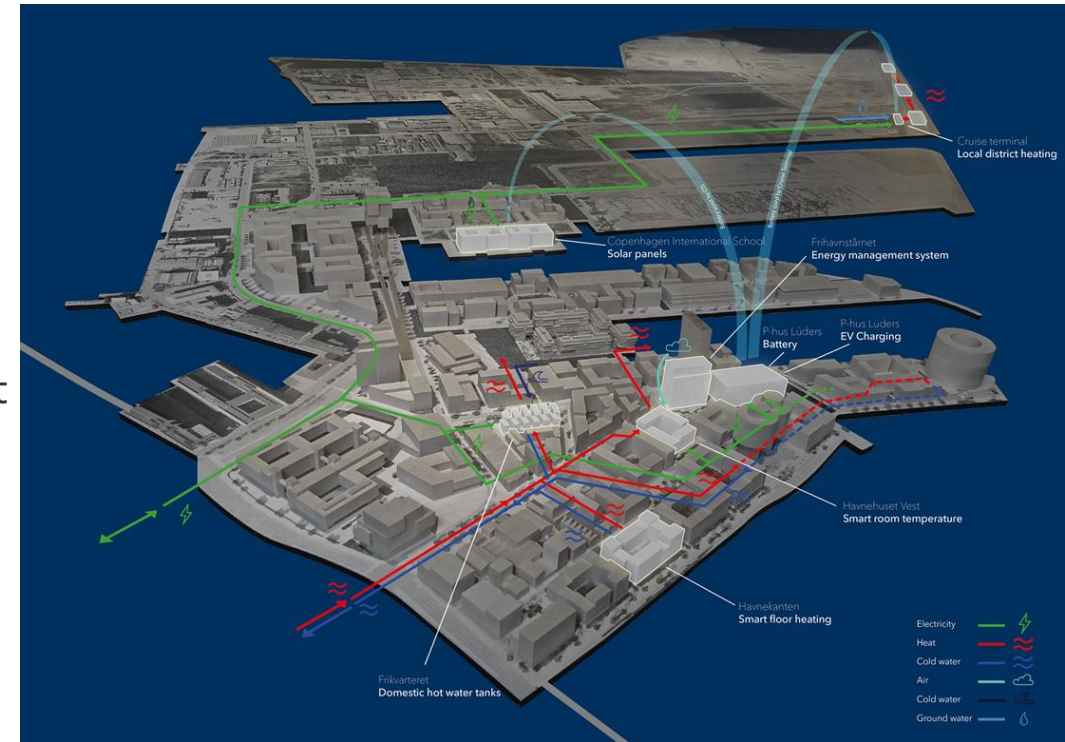
BORNHOLM, TANSKA – FOKUS REAALIAIKAINEN KYSYNTÄJOUSTO

Tarkasteltu osa-alue	Yhteenveto kohteen tiedoista
Alueelle asetetut tavoitteet ja tavoitellut hyödyt; miten niitä on saavutettu / ollaan saavuttamassa, hyödyt	- Tavoitteena on kehittää ja demonstroidaan isossa skaalassa reaaliaikaisen sähkömarkkinan, jossa on iso osa uusiutuvaa sähköntuotantoa sekä kysyntäjousto. - Siemens toimitti älyverkkoteknologian saarelle, sekä osaan asunnoista kotiautomaatiojärjestelmän. - Tavoite: V. 2025 hiilineutraali - Tutkimusvaihe Bornholmilla on päättynyt. Tutkimuksen yksi tärkeimmistä tuloksista on että asiakkaiden motivoiminen kysyntäjousto on tärkeää. Asiakkaat eivät välttämättä ymmärrä kysyntäjouston tuomaa kustannusetua sekä energiansäästöä koko järjestelmän tasolla.
Energian tuotannon rajapinta (energiaverkkoon, älykkääseen sähköverkkoon)	- Tuotanto koostuu: 30 MW tuulivoimaa, 16 MW CHP biomassaa, 2 MW aurinkopaneeleja sekä 2 MW biokaasua. - Hankkeessa hyödynnettiin myös ylijäämä sähköä käyttämistä kaukolämmöksi.
Älykkään sähköverkon rajapinta energiamarkkinaan (sähkömarkkinaan)	- Tuloksia: Reaaliaikaista hinnoittelua voidaan käyttää kysyntäjouston hyödyntämiseen - Hankkeeseen osallistujat näkivät 670 kW tai 1.2% vähennyksen tehopiikeissä. 87% kysyntäjousto osallistuvista oli automaattisesti hintasignaaleihin reagoiva lämmitysjärjestelmä. - Kysyntäjouston määrä kyettiin ennustamaan jonkin verran - Tutkimushanke suosittelee tulevaisuuteen sähkömittareita, jotka kykenevät vähintään 15 minuutin intervalleihin (AMR 2.0), sekä sähkölaitteiden standardisointia
Energianhallinta ja energiadatan käsittely	Reaaliaikainen markkina tarkoittaa energiadatan siirtämistä 5 minuutin intervalleilla. Tämä uuden tyyppinen markkina toteutettiin käytännössä älymittareilla, jotka kykenivät 5 minuutin intervalleihin. Tuotanto- ja kulutusdataa hallinnoidaan keskitetysti.
Rakennusten rajapinta älykkääseen sähköverkkoon	Rakennukset toimivat osana kysyntäjousto kiinteistöautomaation ja taajuusohjatuin älylaittein esimerkiksi lämpöpumpuin.
Infrastruktuurin rajapinta älykkääseen sähköverkkoon	Saarella on myös sähköautojen latauspisteitä. Sähköautojen latauksen vaikutusta tutkittiin osana verkkoa.
Käytetyt ohjauskeinot ja mekanismit, joilla ohjattu kohti älykästä sähköverkkoa	- Bornholmin kunta on yhdessä paikallisen teollisuuden, viranomaisten sekä asukkaiden kanssa tehnyt ”Bright Green Island” – strategian, jotta saaren energiasta saadaan 100% uusiutuvalla tuotannolla katettua. - Osa EU:n EcoGrid hanketta, jonka kokonaisbudjetti on 21 M€, josta 50% EU:lta. - Bornholmiin liittyviin projekteihin kansallista rahoitusta noin 40 M€.

NORDHAVN, KÖÖPENHAMINA, TANSKA

KEHITTÄMISEN FOKUS: ÄLYKÄS ENERGIAJÄRJESTELMÄ

- Brändi: A smart city energy lab
- Energylab Nordhavn on neljän vuoden projekti 2015-2019, joka toimii kokeellisena alustana uusille energiaratkaisuille. Seuraavan 50 vuoden aikana alueelle odotetaan 40 000 uutta asukasta sekä 40 000 uutta työpaikkaa.
- Projektissa mukana mm. Kööpenhaminan kaupunki, DTU (Technical University of Denmark), ABB, Danfoss sekä monia muita yrityksiä
- Tavoitteena yhdistää sähkö- ja lämmitysjärjestelmät ja energiatehokkaat rakennukset sekä sähköinen liikenne älykkääseen, joustavaan ja optimoituun energiajärjestelmään.
- Energiankulutus on keskitetysti ohjattu joustamaan ja lataamaan akkuja tarvittaessa sääennusteiden sekä muun ennustuksen perusteella.
- Projekti on hyvin laaja ja yhdistää kaikki energian osa-alueet. Alueella testataan matalalämpöistä kaukolämpöä, lämpöpumppujen ja sähkölämmityksen älykästä ohjausta, rakennuksien älykästä ohjausta, tuuli- ja aurinkovoimaa, sähköistä liikennettä sekä sähköakkuja.
- <http://energylabnordhavn.weebly.com/> <http://nordhavn.uptime.dk/>
http://energylabnordhavn.weebly.com/uploads/3/9/5/5/39555879/energylab-brochure_web_10082015.pdf



NORDHAVN, KÖÖPENHAMINA, TANSKA – FOKUS ÄLYKÄS ENERGIAJÄRJESTELMÄ

Tarkasteltu osa-alue	Yhteenveto kohteen tiedoista
Alueelle asetetut tavoitteet ja tavoitellut hyödyt; miten niitä on saavutettu / ollaan saavuttamassa, hyödyt	- Tavoitteena demonstroida tulevaisuuden energiaratkaisuja. Nordhavnin kaupunginosaa käytetään Living Labina ja näyttää miten sähkö, lämmitys, energiatehokkaat rakennukset ja sähköinen liikenne voidaan yhdistää älykkääksi, joustavaksi ja optimoiduksi järjestelmäksi. - Alueella on Showroom, jossa alueen ratkaisuja esitellään julkisesti. - Vuoteen 2050 mennessä alueella on 40 000 uutta työpaikkaa - Projektin budjetti on 19 M€
Energian tuotannon rajapinta (energiaverkkoon, älykkääseen sähköverkkoon)	- Alueen verkkoon on kytketty sähkövarasto, jonka toimintaa on tutkittu. Akun pääasiallinen tarkoitus on leikata huippukysyntää. - Alueen kaukolämpöverkkoon on asennettu iso lämpöpumppu, joka toimii sähkö- ja lämpömarkkinoiden integroijana, joka voi ”varastoida” sähköä lämmöksi. Lämpöpumpun yhteyteen on asennettu myös lämpövarasto.
Älykkään sähköverkon rajapinta energiamarkkinaan (sähkömarkkinaan)	Alueella tutkitaan kysyntäjouston ja markkinoiden keskinäistä vaikutusta
Energianhallinta ja energiadatan käsittely	- Keskitettyä datan hallintaa tehdään DTU:n toimesta. - Alueella on ABB:n ohjelma joka ohjaa, monitoroi ja tasapainottaa sähkön ja lämmön energiavirtoja esim. on mahdollista optimoida paikallista tuotantoa ja varastoida energiaa ennustuksen, sääennusteen sekä energiantarjonnan mukaan.
Rakennusten rajapinta älykkääseen sähköverkkoon	- Rakennuksia ohjataan järjestelmällä joka yhdistää rakennusten automaatiojärjestelmän sekä energiantuotantojärjestelmän löytäen optimaalisen kysynnän. - Rakennusten automaatiojärjestelmällä voidaan etäohjata kuormia, asiakkaat voivat valita kuinka paljon he haluavat osallistua kysyntäjoustoon säilyttäen kuitenkin vallan asukkailla. Esim. jos asunnossa on liian kylmä voidaan lämmitystä lisätä. - Lämmitystä voidaan tehdä suoraan sähköllä tai kaukolämpöverkon lämpöpumpuilla riippuen sähkönhinnasta tai verkon tilanteesta riippuen esim. jos tuulee paljon voi olla järkevämpää käyttää suoraa sähköä.
Infrastruktuurin rajapinta älykkääseen sähköverkkoon	Alueella toimii sähköautojen vuokrausfirmoja sekä näiden latauspisteitä. Hankkeessa on tutkittu sähköautojen lataamista palveluna sekä latauksen vaikutusta verkkoon. Alueen sähköakku toimii latauksen aiheuttaman tehopiikin leikkaajana.
Käytetyt ohjauskeinot ja mekanismit, joilla ohjattu kohti älykästä sähköverkkoa	- Hanketta tukee EUDP (Energy Technology Development and Demonstration Programme) - Hanke tukee Tanskan kansallista energiastrategiaa älykkäiden energia järjestelmien kehityksessä - Kööpenhaminan kaupungilla on tavoitteena olla hiilineutraali v. 2025, joka toivotaan saavutettavan helpommin Nordhavnissa pilotoiduilla metodeilla.

TEXELIN SAARI, HOLLANTI

KEHITTÄMISEN FOKUS: ENERGIAOMAVARAISUUS, KYSYNTÄJOUSTO

- Brändi: Cloud power Texel
- Texelin saari haluaa olla energianeutraali saari vuoteen 2020 mennessä. Saarella on 14 000 asukasta, joista 160 vakituista kotia ja 140 mökkiä osallistui tutkimukseen vuosina 2012-2014.
- Neljä energiatavoitetta: 1. Vähentää energiankulutusta. 2. Lisää uusiutuvan energian tuotantoa saarella 3. Käyttää uusiutuvaa energiaa kun sitä on saatavilla säilyttäen mukavuuden 4. Älykkäämpää käyttöä nykyiselle energiainfralle
- Älykkyyttä lisättiin saarelle tuomalla älykäs ohjausjärjestelmä verkkoon, joka hyödyntää aina parasta mahdollista energianlähdettä. Taloihin asennettiin myös automaatiojärjestelmät jotka keskustelevat verkon kanssa. Saarella toteutettiin siis kysyntäjoustoa.
- <https://www.capgemini.com/2013/12/the-island-of-texel-towards-a-sustainable-energy-future-0/#>



TEXELIN SAARI, HOLLANTI – FOKUS ENERGIAOMAVARAISUUS, KYSYNTÄJOUSTO

Tarkasteltu osa-alue	Yhteenveto kohteen tiedoista
Alueelle asetetut tavoitteet ja tavoitellut hyödyt; miten niitä on saavutettu / ollaan saavuttamassa, hyödyt	- Energiaomavarainen 2020 Vähentämällä energiankulutusta ja lisäämällä uusiutuvaa sähköntuotantoa - Osallistaa saaren asukkaita ohjelmaan asentamalla automaatiojärjestelmät rakennuksiin ja mahdollistamalla heidän energiankulutusseurannan sekä osallistumisen kysyntäjouksoon - Hankkeen tuloksena huomattiin, että antamalla tietoa energiankulutuksesta ihmisille laski ihmisten energiankulutusta. Rakennusten eri laitteisiin asennettiin omat mittarit, joten ihmiset pystyivät tarkastelemaan esim. lattialämmityksen tai pesukoneen kulutusta. Ihmiset olivat myös valmiita siirtämään kulutustaan halvemmille tunneille. Asukkaat säästivät keskiarvoltaan 5.1% sähköstään ja 10.3% kaasustaan.
Energian tuotannon rajapinta (energiaverkkoon, älykkääseen sähköverkkoon)	
Älykkään sähköverkon rajapinta energiamarkkinaan (sähkömarkkinaan)	
Energianhallinta ja energiadatan käsittely	Verkossa on Siemensin ohjausjärjestelmä joka keskustelee rakennusten automaatiojärjestelmän kanssa ja optimoi miten energiavirrat liikkuvat sää- ja kulutusennusteen mukaan. Rakennusten automaatiojärjestelmän toimitti Hollantilainen Quby
Rakennusten rajapinta älykkääseen sähköverkkoon	Asukkaille on asennettu älymittarit sekä rakennusten automaatiojärjestelmät, josta he voivat nähdä kuinka paljon he käyttävät energiaa ja miten he vertautuvat toisiin käyttäjiin.
Infrastruktuurin rajapinta älykkääseen sähköverkkoon	
Käytetyt ohjauskeinot ja mekanismit, joilla ohjattu kohti älykästä sähköverkkoa	- Hanke sai alkunsa Texelin energiayhteisön aloitteesta, jossa on yli 3000 jäsentä, joilla oli vahva halu lisätä uusiutuvaa energiaa ja energiaomavaraisuutta saarella. - Hollannin Elinkeinoministeriön tukema hanke osana heidän ”The Innovation Programme Smart Grids” ohjelmaansa.

BENCHMARKISSA KÄYTETYT LÄHTEET

- Fiksu Kalasatama, <https://fiksukalasatama.fi/>, 2018
- ABB, Vaasan elävä laboratorio osoitti älykkään verkkoteknologian hyödyt, <http://www.abb.fi/cawp/seitp202/D69CEA3BE33136C6C1258056002A086F.aspx>, 2016
- Capgemini, The island of Texel towards a sustainable energy future, <https://www.capgemini.com/2013/12/the-island-of-texel-towards-a-sustainable-energy-future-0/#>, 2013
- EcoGrid, A Prototype for European Smart Grids, <https://www.eas.ee/images/doc/ettevotjale/innovatsioon/koolitused/2011-tark-elekter/arne-heide-nielsen.pdf>, 2011
- EcoGrid, Findings and Recommendations, http://www.eu-ecogrid.net/images/Documents/150917_EcoGrid%20Findings_Recommendations.pdf, 2017
- Energimyndigheten, Smart Grid Gotland – Slutrapport, http://www.smartgridgotland.se/pdf/Slutrapport_Smart_Grid_Gotland.pdf, 2017
- Energy Lab Nordhavn, A Smart City Energy Lab, <http://energylabnordhavn.weebly.com/>, 2018
- Kainulainen, Älykäs pienjännitejakeluverkko, 2015
- Kalasatama Tontinluovutusehdot
- LEMENE, <http://www.lempealanenergia.fi/content/fi/1/20126/LEMENE.html>, 2018
- LUT, Älykäs sähköverkko – Smart Grid, <https://www.lut.fi/green-campus/vihrea-energia-ja-teknologia/alykas-sahkoverkko-smart-grid>, 2018
- Lågland, Verkonparannusvaihtoehdot, http://lipas.uwasa.fi/~kauhanie/Verkonparannusvaihtoehdot_v_1.pdf, 2015
- Oulun kaupunki, <https://www.ouka.fi/oulu/hiukkavaara/kehittaminen>
- Skanssi Tontinluovutusehdot
- Smart Energy City, <http://smartenergycity.se/en/introduction/#>, 2018
- Stockholm Royal Seaport Sustainability Report 2017, https://xn--vxer-loa.stockholm/globalassets/omraden/-stadsutvecklingsomraden/ostermalm-norra-djurgardsstaden/royal-seaport/media/sustainability_report_2017_uppslag_eng_juni_2018.pdf, 2018
- Turku, Skanssin uudenlaiset energiaratkaisut, <http://www.turku.fi/skanssin-uudenlaiset-energiaratkaisut>
- Vaasa, Wasa-station, <https://www.vaasa.fi/wasa-station>, 2018