

Uudet teknologiat ja toimintatavat - KV11 tutkimus- ja kehityshanke

Julkinen loppuraportti

18.10.2016

Markku Hagström, Ville Karttunen, Juha Vanhanen, Iivo Vehviläinen
Gaia Consulting Oy

SISÄLLYS

1	Taustaa	2
2	Uusien teknologioiden ja toimintatapojen käyttöönotosta.....	3
3	Uudet teknologiat.....	4
3.1	Uudet teknologiat ja niiden markkinakypsyys.....	4
3.2	Lähivuosina käyttöönotettavien teknologioiden kustannussäästöpotentiaali	8
3.3	Potentiaalisimmat teknologiat kaupunkimaisten sähköverkkoyhtiöiden kannalta .	10
3.4	Yhteenveto uusista teknologioista	11
4	Uudet toimintatavat	13
4.1	Verkkoyhtiöiden asiantuntijoiden tunnistamat uudet toimintatavat.....	13
4.2	Lähivuosina käyttöönotettavien toimintatapojen kustannussäästöpotentiaali	14
4.3	Yhteenveto uusista toimintatavoista.....	17
5	Pohdintoja.....	17
6	Johtopäätökset.....	18

1 Taustaa

Sähköverkkoyhtiöiden haasteet nykypäivänä ovat moninaiset. Viranomaisvaatimukset toiminnan tehokkuudesta ovat tiukat ja toisaalta toiminnan tehokkuutta kuvaavat mallit ja mittarit eivät välttämättä ole kaiken kattavia tai optimaalisia tulevaisuuden tarpeiden näkökulmasta. Siirryttäessä teknologiasta toiseen (esim. ilmajohdoista maakaapeleihin) kunnossapidon tarpeet muuttuvat ja tarpeiden ennakointi vaikeutuu. Toimintaympäristö muuttuu, kun hajautettu, säästä riippuva pientuotanto lisääntyy ja sähköä on siirrettävä kumpaankin suuntaan aiemman yksisuuntaisen siirron sijasta. Sähköautojen markkinaosuuden voimakas kasvu tulee toteutuessaan asettamaan verkonhaltijoille omat haasteensa.

Yliopistoissa ja yrityksissä kehitetään uusia teknologioita ja toimintatapoja, joiden arvoa ja merkitystä ei ole välttämättä helppo nähdä tämän päivän ongelmien kimpussa työskentelevistä verkkoyhtiöistä käsin. Toisaalta nykysäädökset eivät anna verkkoyhtiöille mahdollisuutta käyttää kaikkia olemassa olevia teknologioita (esim. sähkövarastoja) verkon epätasaisen kuormituksen hallitsemiseen, tai ratkaisemaan sähkön laatuun (taajuus, jännite) liittyviä ongelmia, joita muuttuva toimintaympäristö aiheuttaa tai tulee ennen pitkää aiheuttamaan, jos uusia ratkaisuja ei oteta käyttöön.

Tämän tutkimus- ja kehityshankkeen lähtökohta oli hyvin käytännönläheinen. Ensisijaisesti pyrittiin palvelemaan verkkoyhtiöitä¹ niiden tämänhetkisten kehityshaasteiden kanssa. Hankkeessa etsittiin vastauksia kysymykseen: millä uusilla teknologioilla ja toimintatavoilla verkkoyhtiöissä voitaisiin saavuttaa kustannushyötyjä ottaen huomioon yhtiöiden koko liiketoiminta (CAPEX + OPEX)². Sen lisäksi luodattiin näkymiä hieman kauemmas tulevaisuuteen yhtiöiden parhaiden asiantuntijoiden avulla ja haettiin lisänäkemystä potentiaalisista uusista teknologioista ja toimintatavoista SGEM³-tutkimusaineistosta, muista julkisista lähteistä ja tapaamalla verkkoteknologiatoimittajaa.

Hanke toteutettiin seuraavan metodologian mukaisesti:

1. Tehtiin lähtötilannekartoitus yhtiökohtaisesti, jotta saatiin selville, mitkä teknologiat ja toimintatavat on jo otettu käyttöön, mitä pilotoidaan, suunnitellaan, harkitaan, ja mitkä eivät ole toistaiseksi yhtiökohtaisella agendalla.
2. Tunnistettiin uusia teknologioita ja toimintatapoja, joista voisi olla kustannushyötyjä (CAPEX+OPEX) kunkin ratkaisun elinkaaren yli tarkasteltuna.

¹ Tähän hankkeeseen osallistuneet verkkoyhtiöt on listattu liitteessä 1.

² CAPEX: Capital expenditures; kirjanpidon mukaiset investointikustannukset
OPEX: Operating expenditures; kirjanpidon mukaiset operatiiviset kustannukset

³ SGEM: Smart Grids and Energy Markets -tutkimushanke

3. Kuvattiin potentiaaliset teknologiat ja ratkaisut tarkemmin. Mahdollisia kustannushyötyjä arvioitiin karkeasti delfoi-menetelmällä, koska vielä käyttöönottamattomien ratkaisujen kustannusvaikutuksia ei voi määrittellä tarkasti.

Hankkeessa tehtiin myös mittava StoNED-analyysi ja yhtiöiden välinen operatiivisten kustannusten benchmarking, mutta niiden tulokset eivät ole julkisia.

2 Uusien teknologioiden ja toimintatapojen käyttöönotosta

Monien suomalaisten verkkoyhtiöiden resurssit toteuttaa omaa kehitys- ja kokeilutoimintaa uusilla teknologioilla ja toimintamalleilla ovat rajalliset. Toisaalta verkonhaltijoiden sääntely rajoittaa yhtiöiden mahdollisuuksia hyötyä uusista ratkaisuista, toisin kuin vapaasti kilpailuilla toimialoilla. Lisäksi sääntelyn muutoksia voi olla vaikea ennakoida eli sääntelyn muutoksiin liittyy verkonhaltijan kannalta riskejä, mikä osaltaan hidastaa tai jopa estää uusien teknologioiden ja toimintatapojen käyttöönottoa.

Teknologiaa tai toimintatapaa vaihdettaessa vaadittavat investoinnit ovat monesti suuria ja ne tehdään vuosikymmeniksi eteenpäin, joten pääsääntöisesti käyttöön voidaan ottaa vain koeltuja, jo hyviksi havaittuja ratkaisuja. Näistä lähtökohdista toimintaympäristön muutoksen ennakkoinnin merkitys korostuu: millaisia ratkaisuja nyt on tehtävä, jotta ne täyttävät tarkoituksensa vielä kymmenien vuosien päästäkin? Kokemusten jakaminen yhtiöiden kesken ja jossakin asiassa muita edellä olevien yhtiöiden ratkaisuista ja kokemuksista oppiminen ovat myös tärkeitä keinoja viedä kehitystä eteenpäin ja tehostaa toimintaa.

Verkkoyhtiöiden on vastattava sähkön siirron ja jakelun tarpeisiin juuri nyt, nykyisillä resursseilla ja nykyisistä lähtökohdista. Jatkuvat pienet askeleet ja pienet parannukset ovat toiminnan tehostamisen kulmakiviä – eivät niinkään yhtäkkiset suuret muutokset, jotka voivat olla liian riskialttiita ja joita monet, radikaalisti uudet teknologiat nyt käyttöönotettuina edellyttäisivät. Verkkoyhtiöiden on odotettava uusien teknologioiden kypsymistä riittävälle tasolle, ennen kuin ne voivat suunnitella toimintaansa sellaisten varaan ja aloittaa pilotointi ja sen jälkeen käyttöönotto. Usein uudet tekniset ratkaisut ovat myös kypsymisensä kynnyksellä vielä liian kalliita yleisesti käyttöönotettaviksi. Kokonaan uusien teknologioiden ja toimintatapojen tutkiminen ja kehittäminen lankeaa näin ollen pääosin yliopistoille, tutkimuslaitoksille ja teknologiayrityksille, jotka toki tarvitsevat verkkoyhtiöiden panosta ja yhteistyötä käytännön lähtökohtien ymmärtämiseksi ja realismin säilyttämiseksi tutkimustoiminnassa. Osa uusista teknologioista ja toimintatavoista ovat toteuttamiskelpoisia nyt, osa lähitulevaisuudessa ja osa kenties joskus myöhemmin.

Kaiken lisäksi verkkoyhtiöt ovat erilaisia - verkot ovat rakenteeltaan erilaisia, yhtiöiden toimintatavat ovat erilaisia ja yhtiöt ovat eri vaiheessa erilaisten uusien teknologioiden ja toimintatapojen käyttöönotossa. Näistä syistä johtuen saman teknologian tai toimintatavan hyödyt näyttäytyvät erilaisilta eri yhtiöiden näkökulmasta. Yleispäteviä suosituksia kustannushyötyjä

tuottavista uusista teknologioista on vaikea antaa. Joissakin tapauksissa se kuitenkin on mahdollista. Toimintatapojen osalta yleinen soveltuvuus on monessa tapauksessa parempi.

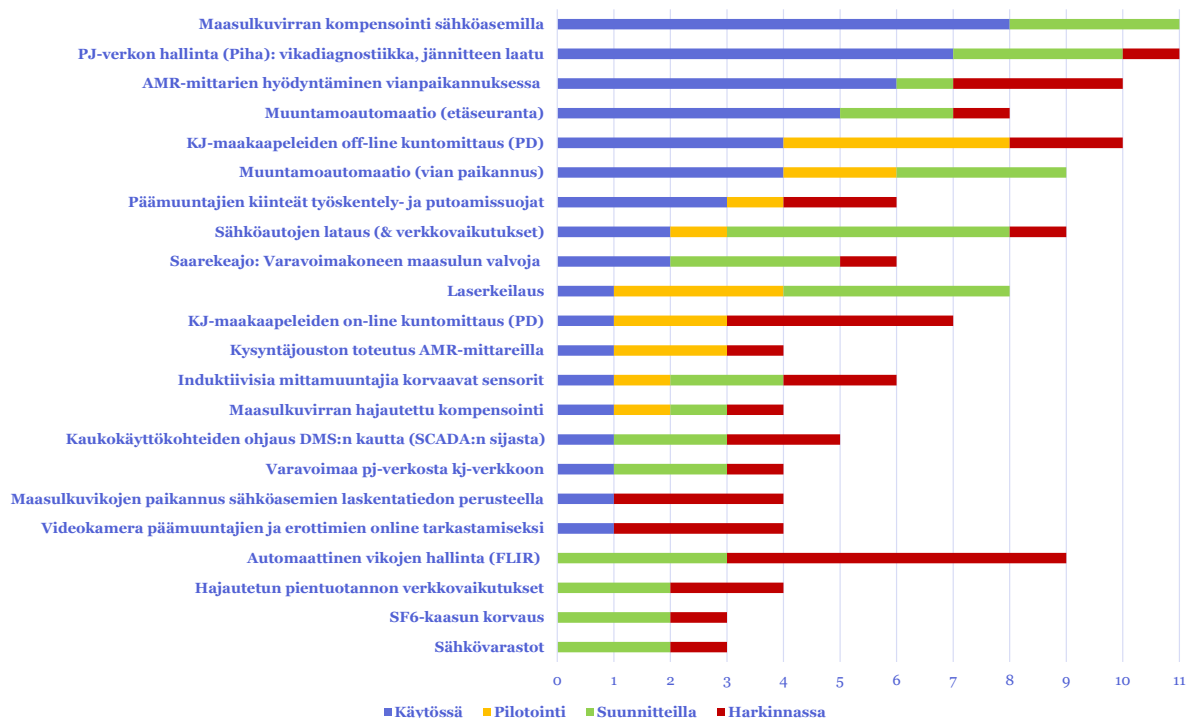
3 Uudet teknologiat

3.1 Uudet teknologiat ja niiden markkinakypsyys

3.1.1 Verkkoyhtiöiden asiantuntijoiden tunnistamat teknologiat

Lähtötilannekartoituksen perusteella KV11-yhtiöissä uusien teknologioiden käyttöönoton tilanne keväällä 2016 oli kuvan 3.1 mukainen. Teknologioiden uutuus perustuu tässä verkkoyhtiöiden asiantuntijoiden näkemyksiin, ei absoluuttiseen uutuuteen koko toimialalle. Lisäksi on syytä huomata, että tässä on esitetty vain verkkoyhtiöiden asiantuntijoiden tunnistamia teknologioita, joten listaus ei ole kattava. Pois on jätetty myös joitakin yksittäisten yhtiöiden nimeämiä mahdollisia tulevaisuuden teknologioita, joiden katsottiin olevan käytännön sovelusten kannalta vielä liian kaukana tulevaisuudessa tai muuten erikoistapauksia.

Uusien teknologioiden käyttöönoton tilanne KV11-yhtiöissä, kevät 2016



Kuva 3.1 Uusien teknologioiden käyttöönoton tilanne KV11-yhtiöissä keväällä 2016.

Verkkoyhtiöiden asiantuntijoiden tunnistamien uusien teknologioiden markkinakypsyyttä voidaan arvioida karkeasti käyttöönoton etenemisen pohjalta. Yleisesti ottaen, mitä ylempänä kuvassa 3.1 teknologia on, sitä kypsempi teknologia kyseessä. Toisin sanoen esimerkiksi maasulkuvirran kompensointi sähköasemilla on rutiinikäytössä jo lähes kaikissa KV11-yhtiöissä,

kun taas esimerkiksi automaattinen vikojen hallinta (FLIR) on kyllä laajasti tunnettu ja tunnistettu uusi teknologia, mutta se ei ole vielä missään käytössä. Sähkövarastot sijoittuvat kuvassa alimmaksi, koska vain kolme yhtiötä mainitsi ne. Sähkövarastojen sijainti taulukossa ei kuitenkaan tässä tapauksessa kuvaa teknologian markkinakypsyyttä, koska Suomessa verkkoyhtiöiden kiinnostus sähkövarastoihin on vähäinen. Kiinnostuksen vähyyttä selittää regulatio, joka nykyisellään estää verkkoyhtiöitä omistamasta tuotantolaitoksia, joihin sähkövarastot rinnastetaan.

Kaksi yleistä huomiota voidaan tehdä kuvan 3.1 perusteella:

- Verkkoyhtiöiden ei ole helppo tunnistaa uusia teknologioita, joita kukaan Suomessa ei ole vielä ottanut käyttöön (rivit joilta puuttuu sininen väri).
- Useiden teknologioiden käyttöönotto on hyvin eri vaiheessa eri yhtiöissä. Suurin osa verkkoyhtiöiden tunnistamista teknologioista on jo käytössä ainakin yhdessä yhtiössä samaan aikaan kuin kyseiset teknologiat puuttuvat vielä kokonaan useiden yhtiöiden asialistalta, ts. eivät ole edes harkinnassa (tyhjät kohdat).

On kuitenkin syytä huomata, että verkkojen erilaisuudesta johtuen kaikki teknologiat eivät ole relevantteja kaikille yhtiöille.

3.1.2 Muita mahdollisia tulevaisuuden teknologioita

Kysyntäjousto kotiautomaatiota, IoT:tä ja pilvipalveluita hyödyntäen

Kysyntäjousto on verkkoyhtiön näkökulmasta merkittävä potentiaalinen keino hallita verkon kuormitusta ja keskeytyksiä (operatiivinen toiminta) ja toisaalta siirtää tai välttää kapasiteetin lisäämistä (investoinnit). AMR-pohjaiset kuormanohjausmahdollisuudet - mittareiden releet - ovat nykyisellään varsin karkeat ja rajalliset. Niiden avulla toteutettu kysyntäjousto jakoi myös KV11-yhtiöiden asiantuntijoiden näkemyksiä. Sen sijaan jatkuvasti kehittyvä kotiautomaatio ja IoT tarjoavat huomattavasti monipuolisemmat ja kattavammat mahdollisuudet erilaisten kuormien ohjaukseen. Markkinoilta löytyy jo esimerkiksi internetiin yhdistettäviä lämpöpumppuja, joita voidaan ohjata automaattisesti sähkön markkinahinnan mukaan. Maailmalla toimii lukuisia palveluntarjoajia (aggregaattoreita), jotka tarjoavat valmiita, pilvipalveluihin perustuvia kysyntäjoustoratkaisuja myyjä- ja verkkoyhtiöille. Regulaation edistäessä asiaa ja sopivia liiketoimintamalleja sovellettaessa kysyntäjoustopuolesta voisivat hyötyä kaikki osapuolet – sähkön myyjä, verkkoyhtiö ja loppukäyttäjä.

Kysyntäjousto ei kuitenkaan ole Suomessa kovin kiinnostava juuri nyt, koska sähkön hintavaihtelut ovat pieniä ja sähkön kulutus on viime vuosina ollut jopa hieman laskusuunnassa. Lisäksi verkot on täällä perinteisesti mitoitettu siten, ettei kapasiteetin riittävyys muodostu ongelmaksi pitkään aikaan verkon rakentamisen tai vahvistamisen jälkeen. Lisäksi pelisäännöt vaatisivat täsmennystä. Sähkön myyjän ja verkkoyhtiön intressit kuormien ohjaamisessa voivat olla ajoittain ristiriidassa. Liiketoimintamalliin liittyviä, toistaiseksi ratkaisemattomia kysymyksiä ovat lisäksi esimerkiksi kuka tekee tarvittavat investoinnit ja miten hyödyt mita-

taan ja jaetaan osapuolten kesken. Joka tapauksessa teknologian näkökulmasta kotiautomaatio, IoT ja pilvipalvelut tarjoavat huomattavasti ketterämmät ja kattavammat työkalut kysyntäjoukon toteutukseen kuin AMR.

LVDC

Pienjännitteinen tasasähkösiirto (LVDC, low voltage direct current) olisi pitkälti mahdollista toteuttaa käyttäen samoja johtoja ja kaapeleita kuin nykyiset pienjännitteiset vaihtosähköverkot kuitenkin siten, että tasasähköllä voitaisiin kustannustehokkaasti siirtää merkittävästi suurempia tehoja ja pidempiä matkoja kuin vaihtosähköllä. Suuremman siirtokyvyn ansiosta pienjännitteisellä tasasähköverkolla olisi myös mahdollista korvata nykyisten pj-verkkojen lisäksi osa niitä syöttävistä keskijänniteverkon haaroista.

Pienjännitteinen tasasähköverkko olisi myös mahdollista jakaa useisiin, tarvittaessa autonomisiin vyöhykkeisiin (mikroverkot) ja siten vähentää sähkökatkojen vaikutuksia. Muita DC-sähkönsiirron luontaisia etuja olisivat soveltuvuus PLC:hen (power line communication) ja erityisesti aurinkosähkön ja akkujen helppo ja vähähäviöinen liittäminen, mikä saattaa olla tulevaisuudessa suurin yksittäinen kannustin muodostaa LVDC-alueita ainakin joihinkin verkon osiin.

LVDC:llä riittää kuitenkin haasteita: sähkön siirrossa kyseessä olisi pikemminkin revoluutio kuin evoluutio. Esimerkiksi verkon suunnittelu menisi täysin uusiksi ja yhteensopivuuden varmistaminen olemassa olevien SCADA- & DMS-järjestelmien kanssa vaatisi työtä. Lisäksi loppukäyttäjään invertterit heikentävät siirron kokonaishyötysuhdetta ja niiden eliniät ovat epävarmoja. Soveltuvien tehoelektronikkakomponenttien jatkuva kaupallinen saatavuus on myös toistaiseksi epävarmaa, koska standardointi on vielä keskeneräistä. Näin ollen nopeaa tai laajamittaista siirtymistä DC-sähkönsiirtoon Suomessa tuskin tullaan näkemään.

Aktiivinen jännitteen hallinta (A. Kulmalan väitöstyö⁴)

Siinä missä LVDC edustaa revoluutiota sähkön siirrossa, aktiivinen AC-jännitteen hallinta edustaa evoluutiota. Kumpikin mahdollistaa merkittävästi nykyistä suuremmat määrät hajautettua tuotantoa olemassa olevissa verkoissa. Aktiivisen jännitteen hallinnan idea ovat dynaamiset asetusarvot sähköasemilla vakioarvojen sijasta yhdistettynä hajautettujen (tuotanto)laitteiden päto- ja/tai loistehon säätöön. Kulmalan väitöskirjan mukaan näiden periaatteissa yksinkertaisten, mutta jatkuvasti tehtävien säätöjen avulla on mahdollista sijoittaa jopa kolminkertainen määrä hajautettua tuotantoa nykyisiin verkkoihin ilman nykyinfran uusimista, verrattuna nykyisiin jännitteen hallintamenetelmiin. Panostamalla älyyn ja dataan (verkon tilasta tarvitaan nykyistä parempaa tietoa/estimointia) paksumpien kaapeleiden asentamisen sijasta pitäisi olla mahdollista saavuttaa merkittäviä kustannussäästöjä. Haas-

⁴ Anna Kulmala (2014), Active Voltage Control in Distribution Networks Including Distributed Energy Resources

teena tässä tapauksessa on lähinnä nykyinen regulaatiomalli, joka ei kannusta käyttökustannusten kasvattamiseen. Jotta aktiivisen jännitteen hallinnan vaatimat, käyttökustannuksia lisäävät investoinnit tulisivat houkutteleviksi, kannustimia pitäisi uudistaa.

Sähkövarastot

Sähkövarastojen kasvava rooli sähköverkkojen stabiloinnissa on maailmalla jo ymmärretty ja niiden käyttöönotto lisääntyy vauhdilla. Keskeistä varsinkin alkuvaiheessa, kun sähkövarastot ovat vielä suhteellisen kalliita, olisi hyödyntää varastokapasiteettia monipuolisesti, eri markkinoilla, tilanteen mukaan (nk. stacked services⁵). Samaa sähkövarastoa voitaisiin käyttää vuoron perään esimerkiksi verkon taajuuden säätöön, kuormitushuippujen leikkaamiseen, kohdekohtaisten tehomaksujen minimointiin, oman pientuotannon oman käytön maksimointiin ym. tarkoituksiin. Jos sähkövarastoja (olivatpa ne mittarin edessä tai takana) käytettäisiin joustavasti ajankohdasta riippuen eri markkinoiden ja tarpeiden palvelijoina, niistä saataisiin enemmän hyötyä irti ja ne olisivat otollisissa olosuhteissa kannattavia jo tänä päivänä.

Sähkövarastot nousivat esiin KV11-yhtiöiden asiantuntijahaastatteluilussakin, mutta käytännössä puhuttiin vain sähkökemiallisista (litium-)akuista ja suhtautuminen oli suurelta osin varauksellista, koska akkujen katsottiin lähes poikkeuksetta aiheuttavan lisäkustannuksia (ks. luku 3.2). Se pitääkin ainakin toistaiseksi paikkaansa, mutta tilanne muuttuu lähivuosina, koska akkujen hinnat laskevat massatuotannon ja kilpailun myötä. Toinen verkkoyhtiöiden kiinnostusta laimentava tekijä on nykyinen regulaatio, joka estää verkkoyhtiöitä omistamasta (ja siten kontrolloimasta) sähkövarastoja. Sähkövarastoista olisi kuitenkin kiistatonta hyötyä verkkoyhtiöille (kuten kysyntäjoustostakin), erityisesti jos ne voisivat itse kontrolloida akkujen latausta ja purkua. Nykytilanteessa sähkövarastojen hyödyntäminen verkkoyhtiön tarpeisiin vaatiikin jonkun muun toimijan, sähkön myyjän tai erillisen palveluntarjoajan, joka myy akkupalveluja (esim. verkon kuormituksen tai keskeytysten hallintaan) verkkoyhtiölle. Suomessa sähkövarastot osana sähköjärjestelmää ovat vielä laissa tuntematon käsite. Liiketoimintamalleissa ja niitä ohjaavassa sääntelyssä on vielä paljon kehitettävää, ennen kuin sähkövarastoista voi tulla normaali osa älykästä suomalaista sähköverkkoa.

Toinen näkökulma, joka nykyisin usein unohtuu, on sähkön varastoinnin muut teknologiat kuin sähkökemialliset tai jopa pelkästään litium-akut. Markkinoilla fokus on nykyisin lähes yksinomaan litium-akuissa, jolloin huomaamatta jää helposti moni lupaava kehityspolku. Sekä käytössä että kehitteillä olevia teknologioita sähkön varastointiin on lukuisia ja moni uusista ratkaisuista odottaa vain rahoitusta täyden mittakaavan demonstraatiolle ja sitä kautta kaupallista läpimurtoa. Esimerkkeinä uusista, muista kuin akkuteknologioista mainittakoon vedenalainen paineilma (UCAES, Underwater Compressed Air Energy Storage), kryogeeninen energian varastointi (CES, Cryogenic Energy Storage, tai LAES, Liquid Air Energy Storage),

⁵ Ks. esim. G. Fitzgerald, J. Mandel, J. Morris and H. Touati (2015), The Economics of Battery Energy Storage: How multi-use, customer-sited batteries deliver the most services and value to customers and the grid. Rocky Mountain Institute, September 2015. Ladattavissa: http://www.rmi.org/electricity_battery_value

painovoimaan perustuva sähkön varastointi raiteilla (ARES, Advanced Rail Energy Storage) ja sähkön varastointi kaasuna (power-to-gas). Kaikki mainitut teknologiat soveltuvat lyhytkestoisen säätövarastoinnin lisäksi myös energian massiiviseen varastointiin, minkä tarve kasvaa sitä mukaa kuin aurinko- ja tuulivoiman markkinaosuus kasvaa.

3.2 Lähivuosina käyttöönotettavien teknologioiden kustannussäästöpotentiaali

3.2.1 Arvio kustannussäästöpotentiaalista

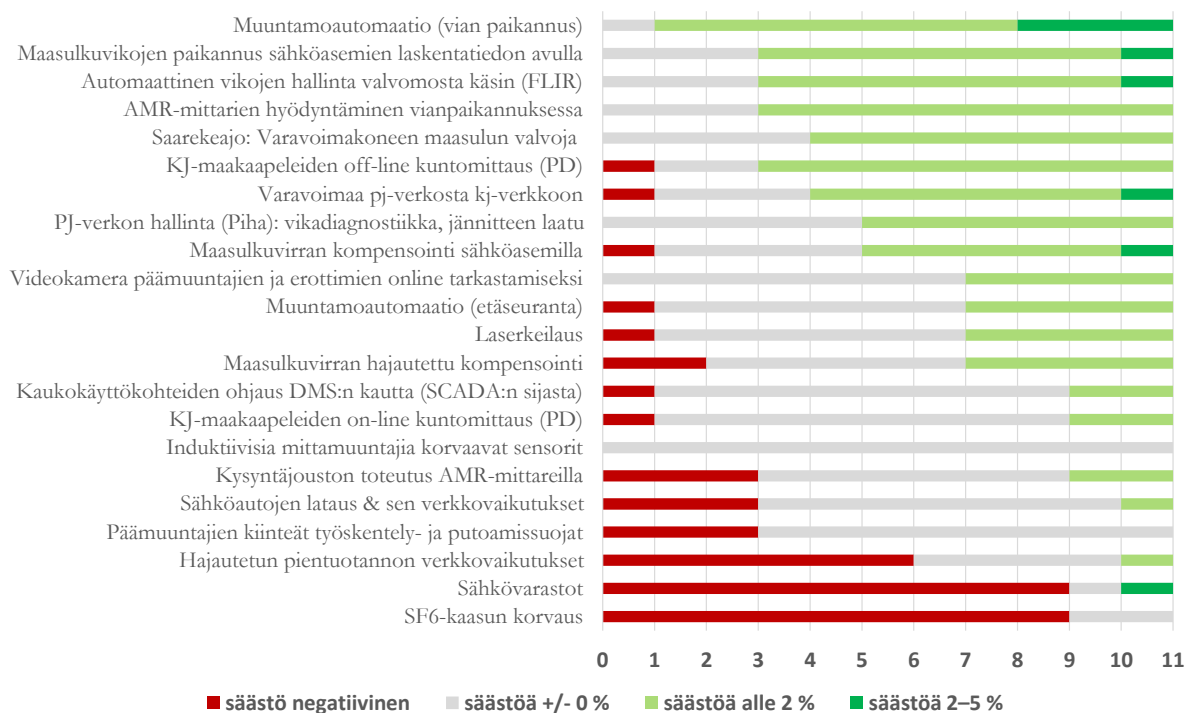
KV11-yhtiöiden asiantuntijoita pyydettiin arvioimaan tunnistamiensa uusien ja uudehkojen teknologioiden kustannussäästöpotentiaalia ottaen huomioon kaikki ko. teknologian aiheuttamat kustannusvaikutukset (CAPEX+OPEX) yhtiön liiketoimintaan teknologiaratkaisun elinkaaren yli ja suhteuttamaan saavutettavat kustannussäästöt vuosittaisiin KOPEX-kustannuksiin⁶. Kuvassa 3.2 on esitetty tiivistetysti KV11-yhtiöiden asiantuntijoiden näkemys uusien ja uudehkojen teknologioiden kustannussäästöpotentiaalista. Kuvassa on vain yhtiöiden itsensä tunnistamia uusia teknologioita, joista osa on jo osalla yhtiöistä käytössä, osa ei vielä kenelläkään.

Kuvan 3.2 perusteella voidaan tehdä muutamia yleisiä huomioita:

- Suurta kustannussäästöpotentiaalia (yli 5 % vuosittaisiin KOPEX-kustannuksiin suhteutettuna) ei nähty olevan millään kyselyissä esillä olleella teknologialla
- Pientä säästöä (alle 2 %) arvioitiin yleisesti saatavan useiden teknologioiden hyödyntämisestä
- Useimmin uusien teknologioiden arvioitiin kuitenkin olevan kustannusneutraaleja
- Muutama aidosti uusi (ei vielä käytössä) teknologia nähtiin yleisesti uhaksi (tulevat aiheuttamaan lisäkustannuksia, ei säästöjä)
- Asiantuntijoiden näkemyksissä oli eroja, mutta enimmäkseen arviot olivat samansuuntaisia – keskeinen eroja selittävä tekijä lienee verkkojen erilaisuus, mistä johtuu eri teknologioiden erilainen säästöpotentiaali eri verkoissa

⁶ KOPEX-kustannuksilla tarkoitetaan verkkoyhtiöiden tosiasiallisessa kontrollissa olevia operatiivisia kustannuksia, toisin sanoen kirjanpidon operatiivisia kustannuksia ilman kanta- ja alueverkkomaksuja ja häviösähkön hankintakustannusta.

KV11-yhtiöiden näkemys uusien teknologioiden kustannussäästöpotentialista



Kuva 3.2 Uusien ja uudehkojen teknologioiden kustannussäästöpotentialiaali (suhteessa KO-PEX-kustannuksiin) KV11-yhtiöiden arvioimana.

Klusterianalyysi

Yhtiöiden asiantuntijoiden tunnistamat teknologiat voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

- Yleisesti potentiaaliset teknologiat
- Tapauskohtaisesti potentiaaliset teknologiat
- Ei-välittömästi potentiaaliset teknologiat

Yleisesti potentiaaliset teknologiat (asiantuntijoiden näkemysten mukaan) liittyvät vikojen hallintaan:

- Muuntamoautomaatio (vian paikannus)
- Maasulkuvikojen paikannus sähköasemien laskentatiedon perusteella
- Automaattinen vikojen hallinta (FLIR)
- AMR-mittarien hyödyntäminen vianpaikannuksessa

Vian paikannus muuntamoautomaation ja AMR-mittarien avulla ovat jo melko laajasti käytössä, mutta ne antavat hyvän vertailupohjan muihin, käyttöönoton varhaisemmissa vaiheissa oleviin teknologioihin: millaisia kustannussäästöjä on saavutettu uudehkoilla teknologioilla ja millaisia uskotaan saavutettavan uusilla teknologioilla.

Tapauskohtaisesti potentiaaliset teknologiat kuuluvat ryhmään teknologioita, jotka jaakoivat asiantuntijoiden näkemyksiä:

- Kysyntäjouoston toteutus AMR-mittareilla

- Maasulkuvirran hajautettu kompensointi
- Myös sähkövarastot, maasulkuvirran kompensointi sähköasemilla, varavoimaa pj-verkosta kj-verkkoon, PD-kuntomittaukset (sekä offline että online), hajautettu pientuotanto, sähköautot, muuntamoautomaatio (etäseuranta), kaukokäyttökohteiden ohjaus DMS:n kautta ja laserkeilaus jakoivat mielipiteitä

Tässä ryhmässä teknologioiden potentiaalisuus on tapauskohtaista ainakin siksi, että verkot, niiden rakenne ja komponentit, ovat erilaisia. Sen lisäksi näkemykset saattoivat hajaantua osittain myös siksi, että käytännön kokemukset monista listatuista teknologioista ovat vielä vähäisiä, joten tiedot kustannusvaikutuksista ovat varsin rajalliset.

Ei-välittömästi potentiaalisiksi arvioidut **teknologiat** eivät ole vielä lainkaan tai juuriakaan suomalaisyhtiöiden käytössä:

- SF₆-kaasun korvaus
- Sähkövarastot
- Hajautettu pientuotanto

Näiden teknologioiden arvioitiin hyvin yleisesti aiheuttavan vain lisäkustannuksia verkkoyhtiöille, ei säästöjä, mikä pitäneekin paikkaansa ainakin lyhyellä tähtämellä.

3.3 Potentiaalisimmat teknologiat kaupunkimaisten sähköverkkoyhtiöiden kannalta

Automaattinen vikojen hallinta (FLIR, Fault Location, Isolation and Restoration) nousi asiantuntijakyselyissä yhdeksi potentiaalisimmista uusista teknologioista. FLIR edustaa aiodosti uutta teknologiaa ja samalla vähittäistä evoluutiota kohti entistä luotettavampaa sähköverkkoa. FLIR perustuu luotettaviin vianilmaisimiin, reaaliaikaiseen verkon topologian analysointiin ja automaattisesti etäohjattaviin katkaisijoihin. Keskeistä on olemassa olevien järjestelmien (SCADA ja NIS, Supervisory Control And Data Acquisition ja Network Information System) ja uusien komponenttien (IED⁷ ja uuden sukupolven vianilmaisimet) saumaton integrointi. Moni verkkoyhtiö on jo ottanut askeleita kohti automaattista vikojen hallintaa, mutta kattavaa toteutusta ei vielä ole käytössä missään Suomessa.

Komponenttien ja osajärjestelmien saatavuus alkaa olla hyvä, mutta toteutus on aina verkko-kohtainen ja siten suunniteltava huolellisesti yhdessä järjestelmätoimittajan kanssa. Järjestelmien investointikustannukset ovat melko suuret, joten käyttöönoton kynnyks on monille suomalaisille verkkoyhtiöille korkea. Kannattavimmillaan FLIR lienee (suur)kaupungeissa,

⁷ IED: Intelligent Electronic Devices, sähköasemien älykomponentit (esim. mikroprosessoriohjatut suojarieleet, katkaisijat, muuntajat, kondensaattorit ym.), jotka suorittavat mm. suojaus-, ohjaus-, monitorointi- ja kommunikointitehtäviä.

joissa asiakkaita on tiheässä ja keskeytysten aiheuttama haitta kasvaa nopeasti keskeytyksen kestäessä.

FLIR:iä pienemmässä mittakaavassa entistä tehokkaampi **vikojen paikannus**, esim. maasulkuvikojen paikannus sähköasemien laskentatiedon perusteella, nähtiin yleisesti tehokkaaksi tavaksi pienentää kustannuksia. Monet uudet ja uudehkot vianpaikannustekniikat ovat jo melko yleisesti käytössä, mutta marginaalista tehokkuuden kohenemista on vielä odotettavissa uusien vianilmaisimien ja sähköasemien laskentatiedon käyttöönoton myötä. Nämä ovat matalan kynnyksen uudistuksia ja pieniä parannuksia, joiden käyttöönoton edellytykset ovat erittäin hyvät varsinkin siellä, missä FLIR nähdään ainakin toistaiseksi liian raskaana tai kaltevana uudistuksena.

Muita KV11-yhtiöiden asiantuntijoiden melko yleisesti potentiaalisiksi arvioimia, mutta ei vielä laajassa käytössä olevia teknologioita olivat **varavoimaa pj-verkosta kj-verkkoon** ja **saarekeajossa käytettävän varavoimakoneen maasulun valvoja kosketussuojattuun kojeistoon** (erillisen siirrettävän muuntamon asemesta). Näitäkin voidaan pitää matalan kynnyksen uusina teknologioina, joiden käyttöönoton pitäisi olla melko suoraviivaista, siellä minne ne soveltuvat. Saarekeajoon panostamalla voidaan olettaa syntyvän kustannussäästöjä, joita saataneen sekä vikojen hallinnan helpottumisen että toimitusvarmuuden ylläpitämiseen ja kehittämiseen tarvittavien investointien tehostumisen kautta. Muita potentiaalisia matalan kynnyksen uusia teknologioita ovat **laserkeilaus** ja **päämuuntajien ja erotimien on-line tarkastaminen videokameralla**, joka on sijoitettu eristinsauvan päähän.

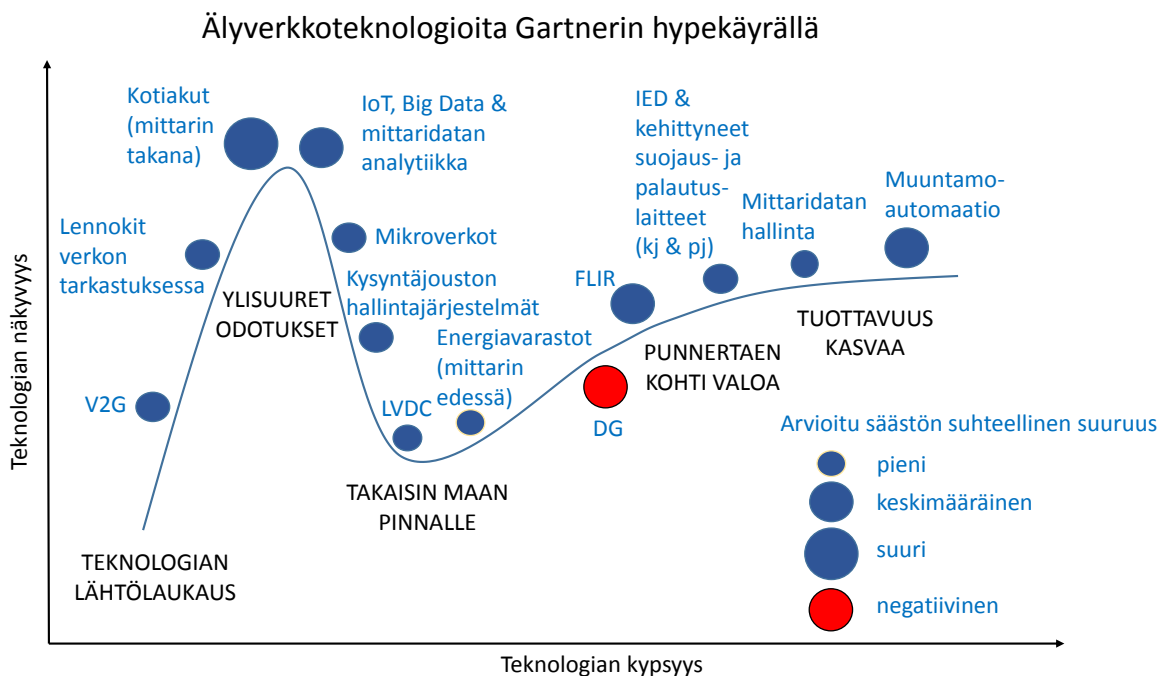
Jo käytössä olevista teknologioista asiantuntijat arvioivat kustannussäästöjä tuottavaksi mitaridatan hallinnan - varsinkin jos tämä tulkitaan laveasti siten, että datan hallintaan sisällytetään myös sähköasemien häiriötallenteiden hyödyntäminen. Sekä asiantuntija-arviot että yksittäisistä yhtiöistä saadut käytännön kokemukset viittaavat mahdollisiin tehokkuushyötyihin. Verkostosta kerätyn mittaustiedon hallintaa kehittämällä voitaneen suurella todennäköisyydellä päästä kustannussäästöihin erityisesti ennakoidun huollon ja vikojen korjauksen osalta.

3.4 Yhteenveto uusista teknologioista

Uusiin teknologioihin liitetään useimmiten niiden kehityskaaren alkuvaiheessa – ennen kuin niitä on kunnolla tutkittu ja testattu – ylisuuria odotuksia. Teknologian kypsyessä tieto ja kokemus karttuvat ja sitä kautta myös arviot kustannussäästöpotentiaalista tulevat luotettavammiksi. Varmaa tietoa voidaan kuitenkin saada vasta jälkikäteen, sähköverkkoihin liittyvien teknologioiden osalta mahdollisesti vasta vuosikymmenten päästä, jolloin uuden teknologian vaikutukset koko elinkaaren ajalta ovat nähtävissä ja todennettavissa.

Kuvaan 3.3 on hahmoteltu kvalitatiivisesti eräiden älykkäiden verkkoteknologioiden kypsyttä ja potentiaalisia kustannussäästöjä verkkoyhtiöille. Mitä lähempänä kuvan vasenta reunaa ollaan, sitä epävarmempia arviot ovat. Toisin sanoen, mitä uudemmassa teknologiasta on kyse, sitä vaikeampi on arvioida luotettavasti sen kustannusvaikutuksia.

Uusia verkkoteknologioita kehitetään ja otetaan käyttöön ennen kaikkea toimintaympäristön muuttumisen takia, ei välttämättä ensisijaisesti odotettujen kustannussäästöjen takia. Regulaatio ohjaa uuden verkkoteknologian kehittämistä ja käyttöönottoa. Esimerkiksi regulaation vaatiessa säävarmaa verkkoa, maakaapelointiaste nousee ja sitä kautta verkon kunnonvalvontaan ja kunnossapitoon tarvitaan uutta teknologiaa, mikä ei välttämättä säästä kustannuksia lainkaan. Keskeytysten maksimiajat ohjaavat verkkoyhtiöitä yhä automatisoidumpaan vikojen hallintaan (FLIR) ja mm. sen avulla nopeampaan vikatilanteiden korjaamiseen. Vastavasti säästä riippuvan, hajautetun energian tuotannon lisääntyessä tarvitaan uusia joustoelementtejä sähköjärjestelmään – kysyntäjoustoa ja sähkövarastoja, ja toisaalta nykyisen kapasiteetin parempaa hyödyntämistä (LVDC, aktiivinen jännitteen hallinta). Verkosta riippuen, osa uusista teknologioista voi olla kustannustehokkaita jo nyt, osa ei. Oikotietä optimaalisten ratkaisujen valitsemiseen ei ole: jokainen teknologia on arvioitava erikseen, verkkokohtaisesti, huomioiden nykytilanne ja odotukset verkon tai verkon osan kuormitukselle tulevaisuudessa.



Kuva 3.3 Kvalitatiivinen arvio eräiden älykkäiden verkkoteknologioiden kypsyydestä ja potentiaalisista kustannussäästöistä verkkoyhtiöille.⁸

⁸ Lähteinä KV11-yhtiöiden asiantuntijat, <https://www.gartner.com/> ja Gaia Consulting Oy.

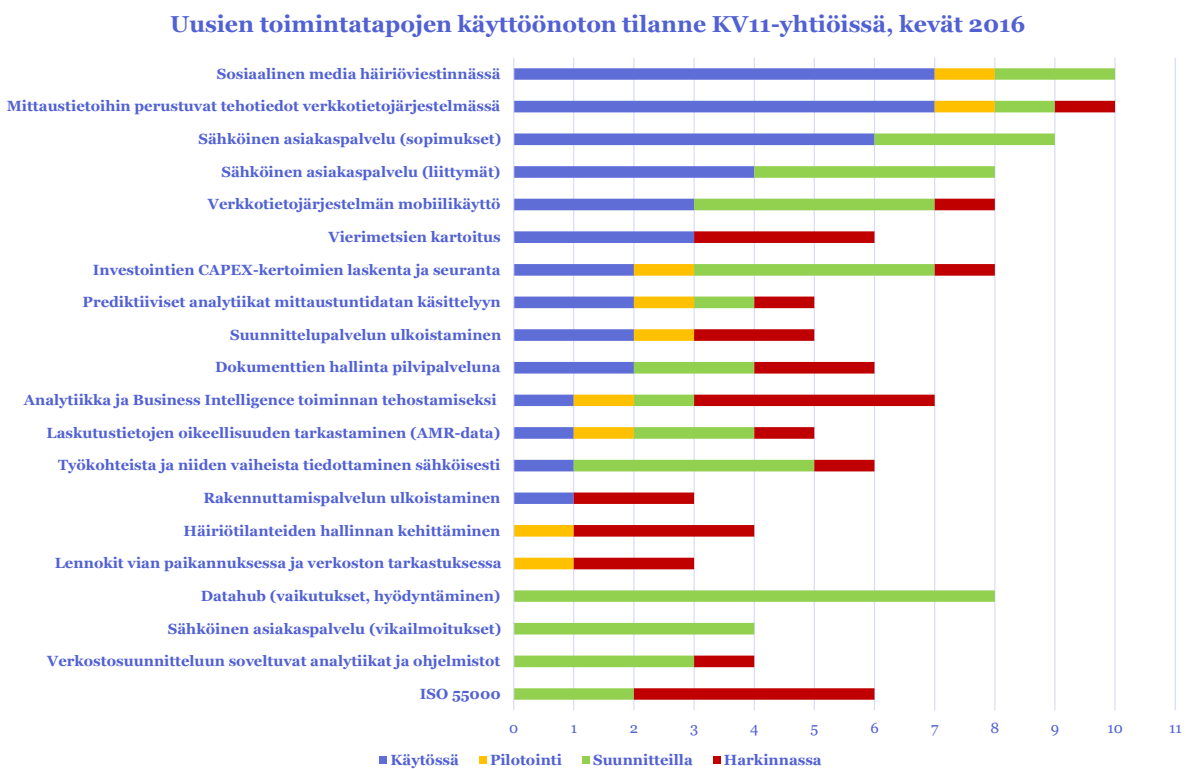
4 Uudet toimintatavat

4.1 Verkkoyhtiöiden asiantuntijoiden tunnistamat uudet toimintatavat

Tässä raportissa uusilla toimintatavoilla tarkoitetaan joko kokonaan uusia toimintatapoja tai vanhoja toimintatapoja, joita on olennaisesti parannettu uuden teknologian avulla tai yhdistelemällä uudella tavalla erilaisia ratkaisuja.

Lähtökohtana on ollut vertailla mukana olleita yhtiöitä ja tunnistaa niiden pohjalta aiheita uusien toimintatapojen muodostamiseksi. Näistä on valittu toimintatavat, jotka eivät vielä ole käytössä, mutta joiden potentiaali toiminnan tehostamisen kannalta on nähty merkittävimmäksi.

Lähtötilannekartoituksen perusteella KV11-yhtiöissä uusien toimintatapojen käyttöönoton tilanne keväällä 2016 oli kuvan 4.1 mukainen. Toimintatapojen uutuus perustuu tässä KV11-yhtiöiden asiantuntijoiden näkemyksiin, ei absoluuttiseen uutuuteen koko toimialalle.



Kuva 4.1 Uusien toimintatapojen käyttöönoton tilanne KV11-yhtiöissä keväällä 2016.

Verkkoyhtiöiden asiantuntijoiden tunnistamien uusien toimintatapojen markkinakypsyyttä voidaan arvioida samaan tapaan kuin teknologioiden (luku 3.1) eli käyttöönoton etenemisen pohjalta. Yleisesti ottaen, mitä ylempänä kuvassa 4.1 toimintatapa on, sitä kypsempi toimin-

tatapa kyseessä. Toisin sanoen esimerkiksi 'Mittaustietoihin perustuvat tehotiedot verkkotietojärjestelmässä' on rutiinikäytössä jo suurimmalla osalla KV11-yhtiöissä, kun taas esimerkiksi standardi ISO 55000 on kyllä tunnettu ja osassa yhtiöistä potentiaalisesti tunnistettu uusi toimintatapa, mutta se ei ole vielä missään käytössä.

Kaksi yleistä huomiota voidaan tehdä kuvan 4.1 perusteella:

- Verkko-yhtiöiden ei ole helppo tunnistaa uusia toimintatapoja, joita kukaan Suomessa ei ole vielä ottanut käyttöön (rivit joilta puuttuu sininen väri; Datahub on erikoistapaus, koska sen valmistelu on kesken ja sen vuoksi sitä ei ole vielä voinutkaan ottaa käyttöön).
- Useiden toimintatapojen käyttöönotto on hyvin eri vaiheessa eri yhtiöissä. Suuri osa verkko-yhtiöiden tunnistamista toimintatavoista on jo käytössä ainakin yhdessä yhtiössä samaan aikaan kuin kyseiset toimintatavat puuttuvat vielä kokonaan useiden yhtiöiden asialistalta, ts. eivät ole edes harkinnassa (tyhjät kohdat).

Kaikki toimintatavat eivät kuitenkaan ole yhtä relevantteja kaikille yhtiöille. Esimerkiksi runsaasti ilmajohtoja sisältävän verkon tarkastukseen ja vikojen paikannukseen lennokit voivat olla kiinnostava ratkaisu, mutta vain vähän ilmajohtoja sisältävän verkon ei.

4.2 Lähivuosina käyttöönotettavien toimintatapojen kustannussäästöpotentiaali

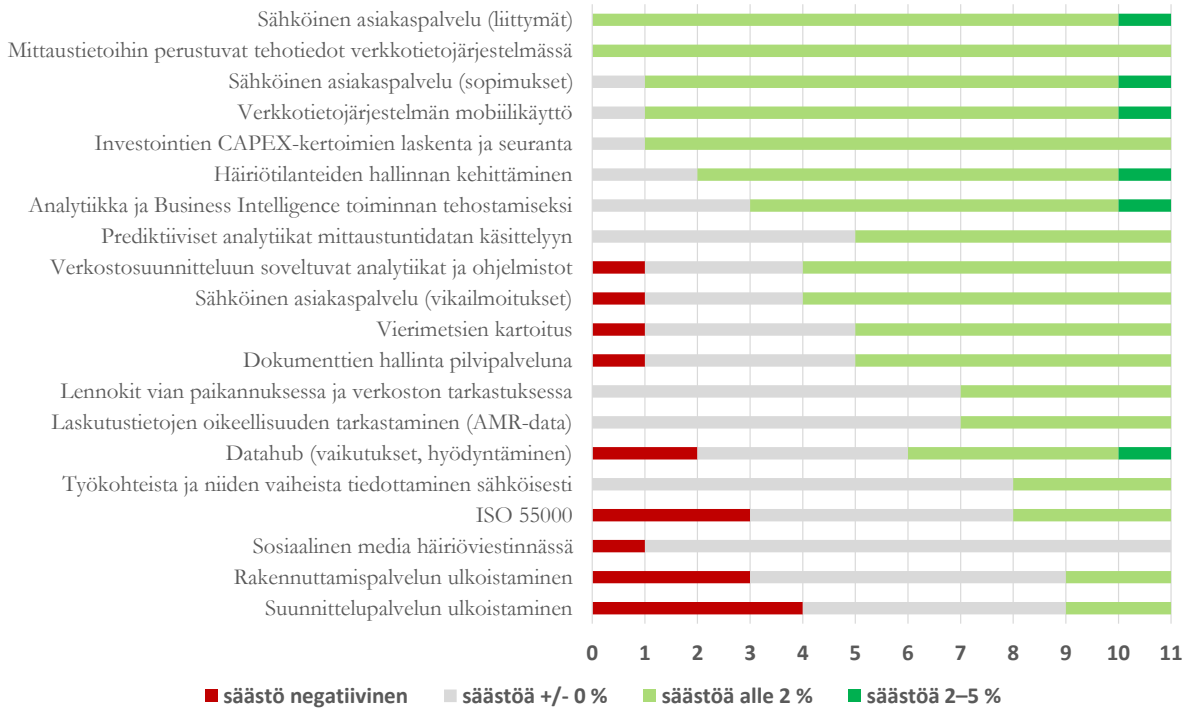
4.2.1 Arvio kustannussäästöpotentiaalista

KV11-yhtiöiden asiantuntijoita pyydettiin arvioimaan tunnistamiensa uusien ja uudehkojen toimintatapojen kustannussäästöpotentiaalia ottaen huomioon kaikki ko. toimintatavan aiheuttamat kustannusvaikutukset (CAPEX+OPEX) yhtiön liiketoimintaan toimintatavan elinkaaren yli ja suhteuttamaan saavutettavat kustannussäästöt vuosittaisiin KOPEX-kustannuksiin. Kuvassa 4.2 on esitetty tiivistetysti KV11-yhtiöiden asiantuntijoiden näkemys uusien ja uudehkojen toimintatapojen kustannussäästöpotentiaalista.

Kuvan 4.2 perusteella voidaan tehdä muutamia yleisiä huomioita:

- Suurta kustannussäästöpotentiaalia (yli 5 % vuosittaisiin KOPEX-kustannuksiin suhteutettuna) ei nähty olevan millään kyselyissä esillä olleella toimintatavalla
- Pientä säästöä (alle 2 %) arvioitiin yleisesti saatavan suuremmasta osasta käsitellyistä toimintatavoista
- Suuria yhteisiä huolia uusien toimintatapojen aiheuttamista lisäkustannuksista ei tullut esiin, mutta näkemykset jakautuivat monen toimintatavan kohdalla sekä jo käyttöön otettujen että (mahdollisesti) käyttöön otettavien toimintatapojen osalta; palveluiden ulkoistaminen ja ISO55000 jakoivat näkemyksiä eniten

KV11-yhtiöiden näkemys uusien toimintatapojen kustannussäästöpotentialista



Kuva 4.2 Uusien ja uudehkojen toimintatapojen kustannussäästöpotentialiaali (suhteessa KOPEX-kustannuksiin) KV11-yhtiöiden arvioimana.

4.2.2 Klusterianalyysi

Uudet ja uudehkot toimintatavat voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

- Yleisesti potentiaaliset toimintatavat
- Toimintatavat, jotka jakavat asiantuntijoiden näkemyksiä
- Ei-välittömästi potentiaaliset toimintatavat

Yleisesti potentiaalisia toimintatapoja KV11-yhtiöiden asiantuntijoiden mukaan löytyy useita. Jo pitkälti käytössä olevista toimintatavoista löytyi helposti muutama, jotka arvioitiin yleisesti kustannussäästöjä tuoviksi:

- Sähköinen asiakaspalvelu (liittymät) - melko laajasti käytössä/suunnitteilla
- Mittaustietoihin perustuvat tehotiedot verkkotietojärjestelmässä – pitkälti käytössä
- Sähköinen asiakaspalvelu (sopimukset) – laajasti käytössä; myös suunnitteilla
- Verkkotietojärjestelmän mobiilikäyttö – melko laajasti käytössä/suunnitteilla

Niiden lisäksi hahmottui kolme uutta toimintatapaa, joihin kv11-yhtiöissä uskottiin varsin yleisesti:

- Investointien CAPEX-kertoimien laskenta suunnittelussa ja seuranta rakennuttamisessa – käytössä kahdella yhtiöllä, monella muulla suunnitteilla/pilotoinnissa/harkinnassa
- Häiriötilanteiden hallinnan kehittäminen ja keskeytysten korjausjärjestyksen priorisointi – ei vielä käytössä; yksi pilotoi, muutama harkitsee

- Analytiikka ja Business Intelligence⁹ oman toiminnan tehostamiseksi – käytössä yhdellä yhtiöllä, monella muulla harkinnassa

Keskeistä näille uusille toimintatavoille on älyn lisääminen (ei raudan) toiminnan eri alueilla. Tekemällä samat asiat kuin ennenkin, mutta harkitummin ja fiksummin voidaan saavuttaa kustannussäästöjä sieltä täältä.

Toimintatavat, jotka jakoivat KV11-yhtiöiden asiantuntijoiden näkemyksiä:

- Datahub (Fingridin valmisteleva keskitetty tiedonvaihtojärjestelmä; tulossa 2019)
- ISO 55000 (omaisuuden hallintaa käsittelevä standardi; ei vielä käytössä yhdelläkään kv11-yhtiöistä)
- Ulkoistaminen (sekä rakennuttamis- että suunnittelupalvelu) – yhtiöiden kokemukset rakennuttamisen ulkoistamisesta (niillä muutamalla, jotka ovat ulkoistaneet): ei nähty säästöjä; kokemukset suunnittelupalvelun ulkoistamisesta: ei säästöjä tai säästöt negatiivisia (kulut lisääntyneet)
- Myös verkostosuunnitteluun soveltuvat analytiikat ja ohjelmistot, sähköinen asiakaspalvelu (vikailmoitukset), vierimetsien kartoitus ja dokumenttien hallinta pilvipalveluna jakoivat mielipiteitä

Toimintatavat jotka eivät vielä ole konkretisoituneet (datahub, ISO 55000) jakavat luonnollisesti näkemyksiä. ISO 55000 –standardia saatetaan pienissä verkkoyhtiöissä pitää raskaana ja lähinnä byrokratiaa lisäävänä eikä siten toimintaa tehostavana. Ulkoistamista käyttäneiden kokemukset eivät olleet ruusuja, mutta osa niistä, joilla ei ulkoistamisesta vielä kokemusta ollut, uskoi kustannussäästöjen mahdollisuuteen. Verkkoyhtiön koko puolestaan saattaa selittää näkemyseroja esimerkiksi verkostosuunnittelun analytiikan ja ohjelmistojen ja dokumenttien hallinnan pilvipalveluiden osalta. Vierimetsien kartoitus taas ei ole relevantti kaikille yhtiöille.

Ei-välittömästi potentiaaliset toimintatavat

Konsensusta tällaisista toimintatavoista ei kyselyissä löytynyt, mikä korostaa verkkoyhtiöiden vaikeutta tunnistaa aivan uusia toimintatapoja eli nähdä potentiaalisia muutoksia toimintatavoissa lähitulevaisuutta pitemmälle. Yksikään yhtiö ei tosin nähnyt sosiaalisesta mediasta koituvan kustannushyötyjä häiriöviestinnässä, mutta suurin osa oli kuitenkin jo mukana siinä, ajan hengen mukaisesti.

⁹ Analytiikka ja Business Intelligence oman toiminnan tehostamiseksi on laaja käsite, joka voi tarkoittaa hyvin monenlaisia asioita, esimerkkinä mainittakoon pohjavesialueiden maastotietojen ja muun avoimen datan integrointi verkkotietojärjestelmään

4.3 Yhteenvedo uusista toimintatavoista

Kun yhdistetään delfoi-menetelmällä kerätyt verkkoyhtiöiden asiantuntija-arviot uusien toimintatapojen tarjoamasta tehostamispotentiaalista ja StoNED-menetelmän perusteella tehokkaissa yhtiöissä käytössä oleviin toimintatapoihin, niin voidaan tunnistaa kolme kokonaisuutta, jotka nousevat molemmissa esille.

Asiakaspalvelun sähköistäminen ja automatisointi näyttää tarjoavan monella eri tavoin tehostamismahdollisuuksia: Liittymäkäsittelyn, kaksipuolisen häiriötilanneviestinnän¹⁰ sekä mitaustietojen käsittelyn automatisoinnilla ja siirtämisellä verkkopalveluihin voidaan todennäköisesti saada aikaan kustannussäästöjä.

Toinen todennäköinen kustannustehokkuutta lisäävä kokonaisuus on sähköverkon suunnittelun, rakentamisen, huollon ja korjaustoiminnan digitalisointi siten, että kaikki verkosto-omaisuuteen liittyvä toiminta pystytään hallitsemaan eri toimintojen (esim. verkoston suunnittelu, rakentaminen ja digitalisointi) yhteiseen verkkotietojärjestelmään kytkettyjen laitteiden (esim. maastotietokoneet) kautta.

Kolmantena todennäköisesti toiminnan tehokkuutta lisäävänä osa-alueena voidaan pitää verkosta kerättävän datan analytiikkaa ja business intelligence -toimintaa, mikä nousi esiin myös aiemmin uusia teknologioita analysoitaessa.

5 Pohdintoja

Tässä hankkeessa tehtiin myös alustavia korrelaatiotarkasteluja uusien teknologioiden ja toimintatapojen käyttöönoton ja verkkoyhtiöiden StoNED-tehokkuuden välillä. Tarkasteluissa saatiin viitteitä siitä, että jotkut teknologiat ja toimintatavat ovat enemmän käytössä tehokkaissa yhtiöissä kuin muissa. Otos oli kuitenkin liian pieni luotettavien arvioiden tekemiseen.

Hypoteesi uusien teknologioiden/toimintatapojen käytön ja yhtiön tehokkuuden välisestä riippuvuudesta olisi kuitenkin mielenkiintoinen ja tarkemman tutkimisen arvoinen asia. Luotettavampaan analyysiin tarvittaisiin ennen kaikkea laajempi joukko yrityksiä. Lisäksi olisi otettava huomioon viive teknologian/toimintatavan käyttöönoton ja sen vaikutusten välillä. Joissakin tapauksissa viive voi olla vuosia tai jopa vuosikymmenen, joissakin tapauksissa kenties hyvinkin lyhyt. Teknologiat ja toimintatavat tulisi mahdollisesti myös ryhmitellä tai niputtaa siten, että samaan asiaan tähtääviä uudistuksia tarkasteltaisiin kokonaisuutena, ei irrallisina, yksittäisinä teknologioina tai toimintatapoina. Tarkemmassa analyysissä pitäisi myös yrittää ottaa huomioon uuden teknologian/toimintatavan/kokonaisuuden käytön kattavuus ko. yhtiössä. Jos jotakin uutta teknologiaa sovelletaan, tai voidaan soveltaa, esimerkiksi

¹⁰ Kaksipuoleisuudella tarkoitetaan vikailmoitusten vastaanottoa asiakkailta sekä verkkoyhtiön viestintää keskeytyksen kestoista asiakkaille päin.

vain pienessä osassa verkkoa, sen vaikutustenkaan ei voi olettaa olevan massiivisia koko yhtiön tasolla.

Suosittelisimme uusien teknologioiden ja toimintatapojen käytön ja yhtiöiden tehokkuuden välisen riippuvuuden tutkimista laajemmalla yritysjoukolla. Sellaisen tutkimuksen hyödyt koko toimialalle olisivat ilmeiset, kun kokemusperäisesti tehokkuutta lisäävät teknologiat ja toimintatavat tulisivat esille.

6 Johtopäätökset

Suomalaiset verkkoyhtiöt kokeilevat ja ottavat käyttöön uutta teknologiaa varsin aktiivisesti, rajallisista tutkimus- ja kehityspanoksista huolimatta. Yhtiöiden toiminnan tehostamisen kannalta on olennaista, että uudet teknologiat vastaavat todelliseen tarpeeseen.

Verkkoyhtiöiden ei ole syytä vastata tulevaisuudessa mahdollisesti kohdattaviin tarpeisiin liian aikaisin, johtuen teknisistä, taloudellisista ja sääntelyyn liittyvistä riskeistä. Toisaalta tarpeisiin on syytä vastata riittävän ajoissa, jotta sähkön toimitusvarmuus muuttuvassa toimintaympäristössä säilyy hyvänä ja jotta investoinnit pysyvät riittävällä tasolla. Jos epävarmuudet tulevaisuudessa ovat liian suuria, yhtiöt eivät uskalla investoida ja sähköjärjestelmä alkaa vähitellen rapautua. Säännellyllä markkinalla sääntelyn tulee ottaa riskit huomioon ja julkisin tutkimus- ja kehityspanostuksin tulee kantaa riskejä uuden luomisesta ja osin testaamisestakin.

Pohjoismaiset sähkömarkkinat ovat toimineet kansainvälisenä edelläkävijänä ja mallina muille kehittyville markkinoille. Sääntelyn jatkuva kehittäminen muuttuvien tarpeiden mukana on välttämätön edellytys järkevän ja toimivan toimintaympäristön luomiseksi ja ylläpitämiseksi niin sähköyhtiöille, verkkoyhtiöille kuin tuottaja-kuluttaja asiakkaillekin. Mikäli sääntely ja markkinamallit eivät riittävästi ota huomioon uusien teknologioiden ja toimintatapojen tarjoamia mahdollisuuksia, niin vaarana on entisen johtoaseman menettäminen ja päätyminen perässähihtäjän asemaan toiminnan kehittämisessä. On muistettava, että uusien innovaatioiden hyödyt koituvat lopulta sähkönkäyttäjien eduksi – mikäli toimialan kehitys pysähtyy, niin vaarana on aiemmin edelläkävijyyden myötä sähkönkäyttäjille tarjotun kilpailuedun katoaminen ja sitä kautta merkittävät kansantaloudelliset kustannukset.

Vaikka tässä raportissa on erityisesti nostettu esille kustannustehokkuutta todennäköisesti lisääviä teknologioita ja hyviä toimintatapoja, niin tuloksista on helppo havaita myös se, etteivät kaikki uudet teknologiat ja toimintatavat johda toivottuihin säästöihin. Tässä mielessä on tärkeää, että tutkimusta suunnataan myös teknologioiden ja toimintatapojen mahdollistamien hyötyjen analyysiin.

Yhtiöiden ja kansantalouden kannalta olisi tärkeää, että yhtiöissä pilotoidut ja hyväiksi havaitut teknologiat tulisivat mahdollisimman laajasti käyttöön, ottaen huomioon verkkokohtainen soveltuvuus. Jo kehitetyt uudet teknologiat ja toimintatavat tarjoavat runsaasti mahdollisuuksia verkkoyhtiöille toiminnan tehostamiseen ja sitä kautta kustannussäästöihin kansantaloudessa.

Raporttimme perustuu kyseisen toimeksiannon suorittamisen yhteydessä saamiimme tietoihin ja ohjeisiin huomioiden toimeksiannon suorittamisen aikana vallitsevat olosuhteet. Oletamme, että kaikki meille toimitetut tiedot ovat oikeita ja virheettömiä, ja että asiakas on tarkistanut luovutettujen tietojen oikeellisuuden.

Emme ole vastuussa raportin tietojen täsmällisyydestä tai täydellisyydestä, emmekä anna niitä koskevia vakuutuksia, ellei toisin ole mainittu. Raporttia ei tule miltyään osin pitää päätöksentekoa koskevana suosituksena tai kehotuksena.

Emme ota vastuuta siitä, olemmeko tunnistanee kaikki toimitettuihin asiakirjoihin sisältyvät seikat, joilla voi olla merkitystä, mikäli näitä asiakirjoja käytetään myöhemmin tehtävien sopimusten osana. Toimitetun materiaalin ja asiakirjojen läpikäynti on toteutettu siten kuin olemme katsooneet asiassa asianmukaiseksi tarjouksessa sovitun työn laajuuden ja tarkoituksen valossa.

Emme ole vastuussa raportin päivittämisestä myöhempien tapahtumien osalta (päivämäärä raportin etusivulla).

Ellei asiasta ole nimenomaisesti muuta sovittu, tätä raporttia ei saa luovuttaa kolmansille osapuolille tai käyttää muussa kuin tässä kuvatussa tarkoituksessa ilman Gaia Consulting Oy:n kirjallista etukäteistä suostumusta. Mikäli kolmas osapuoli saa käyttöönsä raportin jäljennöksen tai raportissa ollutta tietoa, kyseisellä kolmannella osapuolella ei ole mitään oikeuksia Gaia Consulting Oy:ä kohtaan.

LIITE 1. Hankkeeseen osallistuneet verkkoyhtiöt

Helen Sähköverkko Oy
JE-Siirto Oy
Kuopion Sähköverkko Oy
Lappeenrannan Energiaverkot
LE-Sähköverkko Oy
Oulun Energia Siirto ja Jakelu Oy
Pori Energia Sähköverkot Oy
Tampereen Sähköverkko Oy
Turku Energia Sähköverkot Oy
Vaasan Sähköverkko Oy
Vantaan Energia Sähköverkot Oy



Gaia Group Oy

Bulevardi 6 A,

FI-00120

HELSINKI, Finland

Tel +358 9686 6620

Fax +358 9686 66210

ADDIS ABABA | BEIJING |
BUENOS AIRES | HELSINKI |
SAN FRANCISCO | TURKU |
ZÜRICH

You will find the presentation
of our staff, and their contact
information, at www.gaia.fi