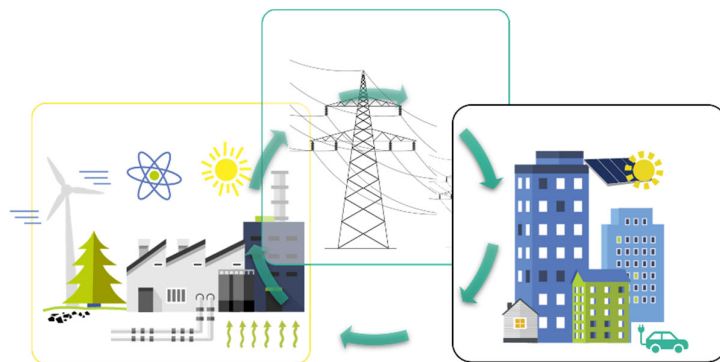


Tulevaisuuden kaupunkiympäristöjen energiaratkaisut Tulosraportti



STEK-TAMK+TAU hankeyhteistyö 2018 – 2022
Tulevaisuuden kaupunkiympäristöjen energiaratkaisut
Tulosraportti

Pirkko Harsia, Tampereen ammattikorkeakoulu

Pertti Järventausta, Tampereen yliopisto

Kari Kallioharju, Tampereen ammattikorkeakoulu

ESIPUHE

Tämä raportti on yhteenveto Sähkötekniikan ja energiatehokkuuden edistämiskeskuksen (STEK ry), Tampereen ammattikorkeakoulun (TAMK) ja Tampereen yliopiston (TAU) hankeyhteistyöstä "Tulevaisuuden kaupunkiympäristöjen energiaratkaisut" -teemalla vuosina 2018 – 2022.

Raportissa kuvataan hankkeen tavoitteita, keskeisiä tuloksia sekä hankeyhteistyön toimintamuotoja.

STEK ry toimi hankeyhteistyön rahoittajana. Toteutusta ohjasi ja vuosittaisen toimintasuunnitelman hyväksyi Ohjausryhmä, jonka jäsenenä toimi:

- Timo Kekkonen, STEK ry, pj
- Sauli Vänntti, Sähköliitto, STEK ry:n edustaja
- Suvi Holm, Ekokumppanit Oy
- Petri Pylsy, Kiinteistöliitto ry
- Pasi Muurinen (2018 – 2020), Tampereen Sähkölaitos Oy
- Marko Lundström (2020 – 2022), Tampereen Sähkölaitos Oy
- Tatu Pahkala, työ- ja elinkeinoministeriö
- Pirkko Harsia, TAMK, sihteeri
- Pertti Järventausta, TAU

Hankkeen eri osa-alueiden tehtäviä ovat tehneet seuraavat henkilöt osapuolten tutkimusryhmistä ja -tiimeistä:

TAMK/Talotekniikka: yliopettaja Pirkko Harsia, lehtori Martti Honkiniemi, lehtori Kari Kallioharju, lehtori Aki Kortetmäki, lehtori Timo Lähteenmäki, lehtori Sakari Uusitalo, lehtori Satu Uusikaupila, lehtori Jussi-Pekka Juvela, lehtori Antti Mäkinen, lehtori Juha-Pekka Vainio

TAMK/Sähkö- ja automaatiotekniikka: lehtori Lauri Hietalahti, lehtori Jarkko Lehtonen, lehtori Heikki Yli-Rämi.

TAU/Sähkötekniikka: professori Pertti Järventausta, DI Kimmo Lummi, DI Toni Simolin, DI Antti Hilden, DI Juha Koskela, DI Lasse Peltonen, DI Riikka Hirvelä, tekn. yo. Juuso Pusa, tekn. yo. Kukka Leppänen.

TIIVISTELMÄ

Korkeakouluille, niin yliopistoille kuin ammattikorkeakouluille, on asetettu koulutustehtävän ja tutkimuksen lisäksi tehtäväksi toimia vuorovaikutuksessa yhteiskunnan ja elinkeinoelämän kanssa. Niiden perusrahoitus tai tutkimusprojektit antavat kuitenkin hyvin rajallisesti mahdollisuuksia osallistua oman ammattialan käytännön kehittämiseen erilaisissa yhteistyöverkostoissa.

Sähkötekniikan ja energiatehokkuuden edistämiskeskus STEK ry:n monivuotinen hankeyhteistyörahoitus on monipuolinen resurssi korkeakoulujen toiminnan tukemiseen ja kehittämiseen. Tampereen ammattikorkeakoulun ja Tampereen yliopiston saama rahoitus vuosille 2018 - 2022 mahdollisti joustavan ja monipuolisen kehitystoiminnan hyvin ajankohtaisen teeman, sähköistyvä energijärjestelmä, aihealueella. Hankeyhteistyön keskeisenä tavoitteena oli vahvistaa ammattikorkeakoulun ja yliopiston yhteistyötä liittyen aihealueen koulutukseen, tutkimushankkeiden kehittämiseen sekä osallistumiseen yhteiskunnalliseen keskusteluun ja erilaisiin asiantuntijaryhmiin.

Hankeyhteistyörahoitus mahdollisti merkittävästi resursseja sellaiseen kehitystoimintaan, johon korkeakoulujen perusrahoitusta vähän ohjataan ja jolla kuitenkin olisi merkitystä sekä opettajien ja tutkijoiden ammattitaidon ylläpitämiseen sekä verkostojen luomiseen elinkeinoelämän kanssa. Sen avulla osallistuttiin asiantuntija- ja kehitysryhmiin, laadittiin lausuntoja ja kannanottoja alan lainsäädäntöön, tehtiin tieteellisiä julkaisuja, kirjoitettiin lehtiartikkeleita, annettiin haastattelua tai asiantuntijalausuntoa lehdistölle, tehtiin useita opinnäytetöitä sekä osallistuttiin seminaariesityksiin ja paneelikeskusteluihin. Lisäksi pilotoitiin 2.asteen koulutuksen kanssa yhteistyötä projektikurssien ja teemaluentojen avulla. Yhteistyössä tehtiin useita yhteisiä TKI-hankkeita, joiden taustatyöhön ja toisaalta tulosten jalkauttamiseen käytettiin saatua kehitysresursseja.

Hankekauden aikana tulleet yllättävät toimintaympäristön muutokset, ennen kaikkea pandemia ja energiakriisi, vaativat pikaisia muutoksia suunniteltuihin toimenpiteisiin ja toimintamuotoihin. Vuoden 2022 aikana energiakriisi nosti ennennäkemättömällä tavalla sähköenergian ja sen merkityksen esiin yhteiskunnallisessa keskustelussa. Hankeyhteistyö antoi hyvät mahdollisuudet osallistua ja vaikuttaa aktiivisesti sekä jakaa laajasti aiheeseen liittyviä tutkimus- ja selvitystuloksia, joita erillisissä hankkeissa oli saatu tuloksina.

Sisällys

1. Tausta.....	6
1.1. Tampereen korkeakouluyhteisö	6
1.2. Hankkeen ohjaus ja organisointi.....	6
1.3. Rahoitus	7
2. Hankkeen tavoitteet	8
3. Toiminta ja tulokset.....	10
3.1. Koulutus ja opetus	10
3.2. Osallistuminen ja vaikuttaminen	12
3.3. Tutkimus ja kehitys	13
4. Yhteenveto ja johtopäätökset	17
LIITE 1. Hankesuunnitelma	
LIITE 2. Tiedote 15.2.2018	
LIITE 3. Suunnitelma ja tulos	
LIITE 4. STEK-hankkeen tuloksia	

1. Tausta

Tampereen ammattikorkeakoulu ja Tampereen teknillinen yliopisto tekivät esityksen kesäkuussa 2017 Sähköturvallisuuden edistämiskeskus ry:n hallitukselle (nyt Sähkötekniikan ja energiatehokkuuden edistämiskeskus STEK ry) pitkäaikaisesta hankeyhteistyörahoituksesta teemaan "Tulevaisuuden kaupunkiympäristöjen energiaratkaisut" (liite 1). STEK ry teki syksyllä 2017 päätöksen hankeyhteistyön rahoittamisesta vuosille 2018 – 2022 ja se julkaistiin 15.2.2018 (liite 2).

Hankeyhteistyön keskeisenä tavoitteena oli vahvistaa ammattikorkeakoulun ja yliopiston yhteistyötä liittyen aihealueen koulutukseen, tutkimushankkeiden kehittämiseen sekä osallistumiseen yhteiskunnalliseen keskusteluun ja erilaisiin asiantuntijaryhmiin.

1.1. Tampereen korkeakouluyhteisö

Hankehaun aikana oli tiedossa suunnitelmat Tampereen teknillisen yliopiston (TTY) ja Tampereen yliopiston (UTA) yhdistymisestä Tampereen yliopistoksi (TAU), joka tapahtui v. 2019 alusta alkaen. Samassa muutoksessa siirtyi Tampereen ammattikorkeakoulu Oy:n omistajuus pääosin uudelle yliopistosäätiölle. Näin oli muodostumassa nykyinen Tampereen korkeakouluyhteisö ("TUNI").

Muutoksessa yhtenä tavoitteena oli synergian ja yhteistoiminnan lisääminen TAU:n ja TAMK:n välille sekä myös eri tieteenalojen välille.

Sähköistyvään energijärjestelmään liittyvät tutkimusnäkökulmat oli muutoksen yhteydessä tunnistettu jo hyvin varhaisessa vaiheessa. Lisäksi TAMK:n Talotekniikalla ja TTY:n Sähkötekniikalla oli ollut jo aiemmin koulutus- ja tutkimusyhteistyötä. STEK hankeyhteistyörahoitusta haettiin yhdessä lisävahvistamaan ja jatkokehittämään yhteistoimintamuotoja.

1.2. Hankkeen ohjaus ja organisointi

Hankkeelle nimettiin ohjausryhmä, johon kuului kaksi rahoittajan STEK:n nimeämää edustajaa, neljä asiantuntijajäsentä sekä kummankin korkeakoulun vastuuhenkilöt. Ohjausryhmän tehtävänä oli erityisesti valvoa ja ohjata hankkeen toteuttamista sopimuksen rajaamissa puitteissa. Ohjausryhmän tehtäviksi määriteltiin:

- täsmentää asetetut tavoitteet ja hyväksyy suunnitelmat, mukaan lukien projektisuunnitelman;
- käsittelee projektisuunnitelman tarkistukset ja muutokset sekä tarvittaessa esittää ne osapuolten hyväksyttäväksi;

- valvoo projektin edistymistä;
- arvio tausta-aineistoon liittyviä tarpeita;
- päättää projektin tulosaineiston julkaisemisesta tai julkistamisesta projektin aikana;
- hyväksyy projektin tulosaineistot ja toteaa projektin loppuun suoritetuksi;
- hyväksyy projektiin mahdollisesti liittyvät uudet osapuolet; ja
- käsittelee muut projektia koskevat tärkeät asiat.

Ohjausryhmä kokoontui yhteensä 11 kertaa hankekauden aikana sekä tulosten hyväksymiskokoukseen hankekauden päätyttyä tammikuussa 2023.

Hankeyhteistyölle nimettiin TAMK:n vastuhenkilö koordinaattoriksi.

1.3. Rahoitus

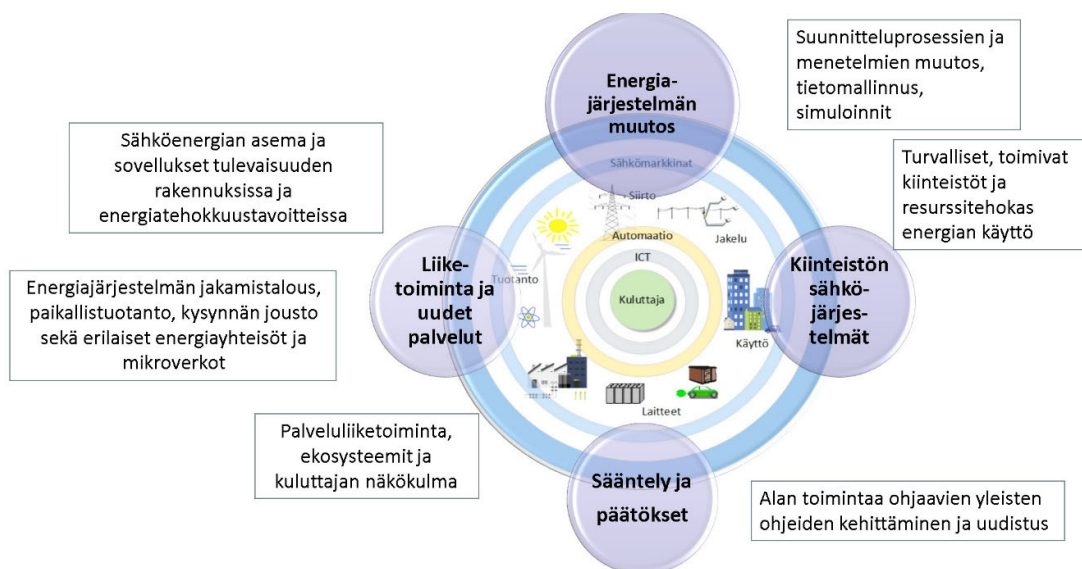
Hankeyhteistyön rahoitukseksi STEK:n hallitus päätti myöntää vuosittain 120 000 € eli yhteensä 600 000 €. Resurssit sovittiin käytettäväksi itse toiminnan rahoittamiseen, ja korkeakoulujen rahoitusosuudeksi jäi yleiskustannusten osuus. Rahoitus sovittiin jaettavaksi siten, että koordinaattorin osuus oli 10 % ja kummankin osapuolen 45 % rahoituksesta.

2. Hankkeen tavoitteet

Hanketoiminnan teeman päätavoitteeksi ("missioksi") suunnitelmassa asetettiin:

"Muuttuvan energiajärjestelmän älykkäiden ratkaisujen jalkauttaminen rakentamisen ja käytön arkipäivään".

Ajatuksena oli tarkastella muuttuvaa energiajärjestelmää kolmen ison osa-alueen, tuotanto - siirto ja jakelu – kiinteistöt ja kulutus, kokonaisuutena. Keskeisinä näkökulmina nähtiin muuttuva ja kasvava sähköenergian asema ja sovellukset tulevaisuuden rakennuksissa ja energiatehokkuustavoitteissa, siihen liittyvän palveluliiketoiminnan uudistaminen, kuluttajan näkökulman korostuminen, energiajärjestelmän jakamistalous, paikallistuotanto, kysynnän jousto sekä erilaiset energiayhteisöt ja mikroverkot. Näihin liittyvinä osa-alueina nähtiin suunnitteluprosessien ja menetelmien muutos, tietomallinnus, simuloinnit sekä tarve alan toimintaa ohjaavien yleisten ohjeiden kehittämiseen ja uudistukseen (Kuva 1).



Kuva 1 Hankeyhteistyölle suunniteltuja keskeisiä teemoja.

Hankeyhteistyössä haluttiin kehittää aiheeseen liittyvää monialaista koulutusta, tehdä yhteistoinnillisesti sekä tieteellistä että käytäntöön soveltavaa tutkimus- ja kehitystoimintaa sekä toimia aktiivisena osapuolena alaan liittyvän lainsäädännön ja muun sääntelyn kehitystyössä ja asiantuntijaverkostoissa (Kuva 2).

Rahoituksen käyttö suunniteltiin jakautuvan kolmeen osaan: alan koulutuksen kehittäminen, aiheeseen liittyvien tutkimusaiheiden kokoaminen ja tutkimuksen toteutus sekä aiheeseen liittyvissä yhteistyöverkostoissa toimiminen ja kehittäminen. Liitteessä 3 on yhteenveto tavoitesuunnitelmista, joita tarkennettiin ja suunnattiin vuosittain ohjausryhmälle tehtyjen vuositavoitteiden kautta.



Kuva 2 Hankeyhteistyön osa-alueet.

3. Toiminta ja tulokset

Hankkeen toteutusvuosiin sisältyi sekä ennakoituja suuria muutoksia että ennakoimattomia ja merkittävästi hankkeen toteuttamiseen ja painotuksiin vaikuttavia asioita. Hankeyhteistyön toimintamalli mahdollisti nopean reagoinnin ja painotuksen muuttamisen muuttuneissa olosuhteissa. Liitteessä 3 on yhteenveto tavoitteiden toteutumisesta toimintasuunnitelmaan verrattuna. Liitteessä 4 on yhteenveto toiminnan tuloksista.

Hankeyhteistyön alussa oli käynnissä korkeakoulu yhteisön muodostumisprosessi. Siinä etsittiin yhteistyön muotoja ja tehostamiskeinoja samaan aikaan laajojen organisaatiomuutoksien kanssa. Tässä uudistuksessa asetetut tavoitteet ja toimintamuodot myös vaikuttivat siihen, miten hankeyhteistyössä alustavasti suunnitellut toimenpiteet pystyttiin toteuttamaan erityisesti koulutusyhteistyön osalta.

COV-19 pandemia ajoittui keskelle hankkeen toteutusaikaa ja muutti toimintamuotoja yli kahden vuoden ajaksi korkeakoulu yhteisön ollessa lähes täydellisesti etätyöskentelyssä helmikuusta 2020 syksyyn 2022 asti. Pandemia toi myös esiin uusia tutkimusaiheita liittyen mm. sisäilmaolosuhteisiin ja nämä osaltaan lisäsivät hankeyhteistyötä.

Hankkeen lopussa vuoden 2022 aikana energiakriisi nosti ennennäkemättömällä tavalla sähköenergian ja sen merkityksen esiin yhteiskunnallisessa keskustelussa. Hankeyhteistyö antoi hyvät mahdollisuudet osallistua ja vaikuttaa aktiivisesti sekä jakaa laajasti aiheeseen liittyviä tutkimus- ja selvitystuloksia.

3.1. Koulutus ja opetus

Koulutusosuudessa on hankkeessa ollut tavoitteena kehittää yhteistyötä ja alan koulutustarjontaa erityisesti Tampereen korkeakoulu yhteisön sisällä, mutta myös laajemmin alan korkeakoulujen välillä. Lisäksi on ylläpidetty ajantasaista tietoa alan koulutustarjonnasta ja sen vetovoimasta erityisesti korkea-asteella. Hankkeen aikana otettiin mukaan 2.asteen koulutuksen kanssa yhteistyö ja sinne kurssitarjonnan kehittäminen.

Hankkeen avulla voitiin tarjota opiskelijoille ohjausta projektiopintoihin. Niiden tuloksena osallistuttiin Sähköinsinööriliitto ry:n (SIL) opiskelijakilpailuihin, joissa on sijoitus ollut hyvä. (1. ja 3. sija vuonna 2019 ja 3. ja 4. sija vuonna 2021). Vuosittain myös suunniteltiin ja järjestettiin opiskelijoiden ja yritysten verkostoitumistilaisuuksia.

Opetussuunnitelmatyön yhteydessä tehtiin selvityksiä talotekniikan opintojen tilanteesta yliopiston tarjonnassa ja kehitettiin opintojaksoja erityisesti rakennustekniikan ja arkkitehtuurin

opintoihin. Tämä työ myös osaltaan vaikutti talotekniikan lahjoitusprofessorin vastaanottamiseen. TAU:n ja TAMK:n yhteistyötä jatketaan talotekniikan maisteriohjelman suunnittelussa.

Opetuksen uudistamiseksi resursseja suunnattiin myös usean aiheeseen liittyvän opetusaineiston kehittämiseen, kuten tieto- ja turvajärjestelmät sekä VR-tekniikan hyödyntäminen talotekniikan suunnittelussa. Kiinteistöjen ohjaus- ja automaatiotratkaisut -aineistoja laadittiin yhteistyössä Sähkötieto ry:n kanssa. Lisäksi tehtiin hankekehitystä uusien verkko-opintojaksojen ja e-opetusaineistojen erillishankkeiden suunnitteluun.

Koulutuksen osalta on hankkeen tuloksena ollut tai sen resursseja käytetty seuraaviin kohteisiin:

- **Opetussuunnitelmatyö**
 - o Opetussuunnitelmien kehitysryhmän selvitykset
 - opinnäytetyöselvitys
 - ammattikorkeakoulusta valmistuneiden jatko-opinnot yliopistossa, näkemykset opintojen sisällöstä ja vaatimuksista
 - opiskelijamäärät ja opintojen suuntaaminen muissa korkeakouluissa
 - sähköpätevyys-opinnot
 - mitoitus- ja suunnitteluohjelmistoseelvitys
- **Uusien ohjelmien kehitystyö**
 - o Uusi ylempi ammattikorkeakoulututkinto-ohjelma ”Kiinteistöjen älykkäät hallintajärjestelmät” alkoi tammikuussa 2020
 - o Energiamurros tutkinto-ohjelman suunnittelu (TAU), haku keväällä 2023
- **Opetusyhteistyö**
 - o Yhteistyömahdollisuuksien selvitys ja TAU:n talotekniikan perusteiden opetuksen vastuu TAMK:lla
 - o Vierailuluennot
 - o Talotekniikan professorin perustamisen edistäminen ja yhteistyön aloittaminen
 - maisteriohjelma (amk => DI) suunnittelu siirtyy vuodelle 2023
- **Monialainen sivuainekokonaisuus ”Kestävä energijärjestelmä ja yhteiskunta”** (aiemmin Uusiutuva energijärjestelmä muuttuvassa yhteiskunnassa) yhteisessä tarjonnassa
- **Opiskelijatilaisuudet ja opiskeluprojektit**
 - o TATE-treffit -tilaisuuden suunnitteluryhmien ohjaus (2019 – 2022)
 - o kerrostalon mallinnus -projektiurssin järjestelyt (2019 - 2022)
 - o SIL-opiskelijakilpailujoukkueiden ohjaus
 - o Frankfurt Building&automation -messumatkan tukeminen 2022
- **Verkko-opintojaksojen hankekehitys**
 - o Verkko-opintojakso ”JOUSTO 2035” FITECH-tarjontaan
 - aineiston taustana LUT+TUNI +Aalto yhteishanke

- Sähköisen talotekniikan toteutusprosessi, aineistohanke STUL:n kanssa
- Energian käyttö asuinrakennuksessa, yhteishanke Motivan kanssa
- **Opetusympäristöjen ja -aineistojen kehittäminen**
 - talotekniikan perusteet rakennustekniikan ja arkkitehtuurin opintoihin
 - kiinteistöjen ohjaus- ja automaatiojärjestelmien aineistokehitys
 - tieto- turvajärjestelmien opetusaineistojen laatiminen
- **Selvityksiä**
 - Sähköturvallisuus sähköalan koulutuksessa -selvitys 2022
 - osaamistarve-työpaja 17.8.2021
 - opetusaineistoyhteistyöselvityksiä ammattikorkeakouluverkostossa
 - pandemia-ajan vaikutus sähköalan koulutukseen
- **2. asteen koulutuksen kanssa yhteistyö**
 - Sähkö osana ilmastonmuutoksen hillintää -kokonaisuus 2.asteen opiskelijoille
 - verkkototeutuksen pilotointi 2021
 - TEKLU kurssi 2022 ja jatkokehitys projektikurssiksi keväälle 2023
 - Sähkökriisiin liittyvät luennot lukioissa syksyllä 2022
- **Täydennyskoulutustilaisuudet**
 - asiantuntijaesitykset seminaareissa ja koulutustilaisuuksissa. (liite 4)

3.2. Osallistuminen ja vaikuttaminen

Hankeyhteistyö mahdollisti ennen kaikkea usealle opettajalle ja tutkijalle osallistumisen erilais- ten asiantuntijaverkostojen toimintaan. Tuloksena on ollut jäsenyyksiä asiantuntijaryhmissä sekä aktiivinen toiminta työpajoissa sekä monipuolinen esiintyminen seminaareissa ja haastat- teluissa. Lisäksi on tehty omia mielipidekirjoituksia ja kannanottoja.

Hankkeen aiheeseen liittyviä merkittäviä direktiivi- ja säädösvalmisteluja on ollut käynnissä. Nii- den seuraaminen, tausta-aineistoihin tutustuminen, lausuntojen tekeminen ja myös asiantunti- janäkemyksen antaminen valmisteluvaiheessa on mahdollistunut hankerahoituksen avulla. Lau- suntoja laadittiin mm. energiayhteisöjä koskevaan lainsäädäntöön, siirtohinnoittelun ja verkkoli- ketoiminnan valvontaan, EBPD direktiivin muutosehdotukseen, maankäyttö- ja rakennuslain uu- distukseen liittyviin esityksiin.

Syksyn 2022 aikana tehtiin LUT-yliopiston kanssa kansanedustajille suunnattu kannanotto liit- tyen kysyntäjoustopuolittain liittyvän lainsäädännön kehittämiseen energiamurroksen ja energiakriisin ratkaisun osana. Kannanotto toimitettiin työ- ja elinkeinoministeriölle, ympäristöministeriölle.

Eduskunnan energiaremonttiryhmälle, jonka kanssa myös pidettiin palaveri sekä pidettiin esitys Eduskunnan kansanlaisinfo -tilaisuudessa 18.11.2022.

Hankekauden ajan on resurssoitu usean henkilön osallistumista standardoimisryhmiin, korkeakoulujen yhteistyöverkostoihin suunnitelman mukaisesti (liite 4).

Vaikuttamisen osalta on hankkeen tuloksena ollut tai sen resursseja käytetty seuraaviin kohteisiin:

- Asiantuntijaryhmät
- Lausunnot ja kannanotot
- Lehtiartikkelit
- Haastattelut
- Seminaariesitykset ja paneelikeskustelut

Listaus hankerahoituksen mahdollistamista työryhmistä, tilaisuuksista ja kannanotoista on liitteessä 4.

3.3. Tutkimus ja kehitys

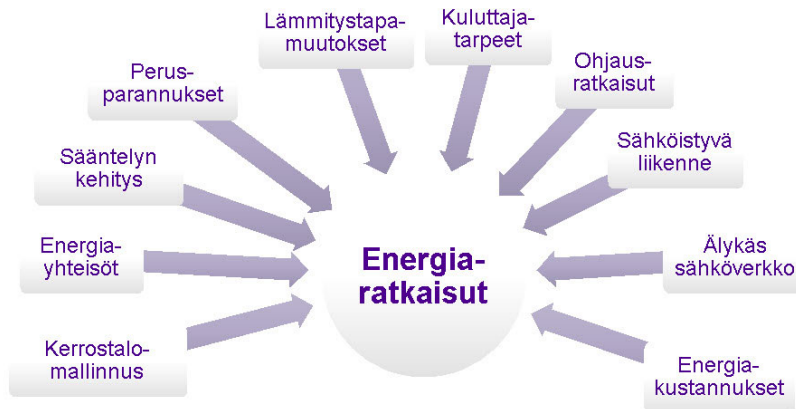
TAU:n ja TAMK:n yhteistyöllä valmisteltiin ja käynnistettiin aihepiiriin liittyviä uusia TKI-hankkeita tai hankeyhteistyömuotoja. Hankeyhteistyön resursseja suunnattiin hankkeiden taustatyöhön, hankesuunnitelmien kehittämiseen sekä myös hankeohjaukseen. Hankkeen puitteissa tehtiin myös jatko-opintoihin liittyvää tutkimusta ja resursseja käytettiin myös aiheeseen liittyvien opin- näytetöiden rahoitukseen.

Korkeakouluyhteisön etsiessä painopisteitään ja toimintamallejaan kokosi energiatutkimukseen liittyvät laitokset ja ryhmät yhteisen esityksen ”Energiatutkimusalusta”, joka esiteltiin TAU:n rehtori Mari Wallsille ja TAU:n hallitukselle keväällä 2019. ”Climate Neutral Energy Systems and Society” (CNESS) valittiin TAU:n ensimmäisten kahden tutkimusalustan yhdeksi teemaksi keuhällä 2021.

TAMK:n painoala -hakuun sekä tutkimusryhmähakuun vuonna 2019 tehtiin ehdotukset ”Sähköistyvä yhteiskunta”-teemalla. Tuolloin näitä ei kuitenkaan TAMK:ssa valittu aiheiksi, mutta syksyllä 2022 on käynnistynyt uudelleen energiamurrokseen liittyvän tutkimusryhmäehdotus.

Hankeyhteistyössä energiaratkaisujen tutkimusosuuden TKI-toiminnan kehityskohteiksi on muodostunut toisaalta kerrostalotyypin rakennuskannan energian käyttöön liittyvät tarpeet ja muutokset, energiayhteisöihin ja mikroverkkoihin liittyvät näkökulmat, sähköautojen älykkäiseen lataukseen liittyvät kysymykset, älykkään sähköverkon ohjausratkaisut erityisesti kuluttajanäkökulmasta sekä aiheeseen liittyvän sääntelyn muutoksien vaikutukset.

Energiakustannukset ovat viimeisen toimintavuoden aikana tuoneet uusia tarkastelutarpeita ja näkökulmia (kuva 3).



Kuva 3 Hankeyhteistyön tutkimustoiminnan kehittämisen aihealueita.

Eri hankkeiden tausta-aineistoiksi on liittynyt mittaus-, seuranta- ja simulointiaineiston keräämistä. Datan keräämiseen, tallentamiseen ja käyttöoikeuksiin liittyviä näkökulmien selvittely on ollut yksi toiminnan tavoite, mutta ne vaativat vielä jatkotyötä. Datan keräämisen toi osaltaan haasteita yksilöitä koskevien tietojen käsittelyyn liittyvä lainsäädäntö (GDPR).

Kerrostalokonseptin kehittäminen on ollut yksi TKI-toiminnan tavoitteista. Siihen liittyen hankeyhteistyöresursseilla on tehty kerrostalojen olosuhde- ja energiasimulointeja sekä energiaremonttien vaikuttavuus- ja kustannusvertailuja. Diplomityössä tutkittiin kerrostalojen muodostamien energiayhteisöjen edellytyksiä. Simulointimalleilla ja seuranta-aineistoilla on myös tutkittu lämpöpumppujen aiheuttamia tehopiikkejä erityisesti taloyhtiöratkaisujen ja automaation osalta. Nämä jatko-opintoihin liittyvät tutkimukset jatkuvat myös seuraavalla kaudella.

Muissa TKI-hankkeissa on laadittu simulointimalleja liittyen energiayhteisöihin. Simulointimallien hyödyntämisestä rakennusten suunnitteluprosessissa tehdään kehitystyötä myös yritysten kanssa.

Lisäksi tutkimusta on tehty sähköiseen liikenteeseen liittyvien teemojen osalta, erityisesti kerrostalo- ja kiinteistötason latausratkaisujen osalta. Sähköisen liikenteen aihepiirissä saatiin syntymään myös aktiivista yhteistyötä Dortmundin yliopiston kanssa diplomityöntekijöiden tutkijavaihdon muodossa.

Kulutuspään kysyntäjoustoratkaisuihin liittyviin näkökulmia, erityisesti ohjausjärjestelmien asennusten vaatimuksista vanhoissa kohteissa, selvitettiin ulkopuolisen toimijan hankkeen pilottikohteissa.

Yhteistyöverkostot

Suunnitellut omat yritystyöpajat ja verkostoitumistilaisuudet jouduttiin pitkälti peruuttamaan pandemia-ajan vuoksi. Verkostoitumista tehtiin kuitenkin osallistumalla laajasti webinaareihin ja erilaisiin aiheeseen liittyviin työpajoihin.

Aihealueeseen liittyvä ekosysteemyö yhdistetään Tampereen RECO-ekosysteemihankkeeseen¹, jonka ensimmäisen vaiheen työhön osallistuttiin ohjausryhmätyöskentelynä sekä työpajoissa. RECO II -hanke on alkamassa ja siinä on sekä TAMK:lla että TAU:lla merkittävä osuus.

Korkeakouluysteistyö teema-aiheesta on tiivistä erityisesti LUT-yliopiston kanssa. VTT:n kanssa on SENECC-verkostoyhteistyötä ja useita yhteisiä hankkeita tai hankesuunnitelmia, kuten Uusiutuvan sähköenergian tutkimusallianssi Renewable Electrical Energy Research Alliance – RenewERA Suomen akademia allianssihakuum vuonna 2020. Energiamurrokseen liittyen on tehty hankekehitystä ja -hakuja myös kansainvälisten kumppanien kanssa.

TUKESin kanssa käynnistettiin säännölliset yhteistyökeskustelut sähköturvallisuuden liittyvistä teemoista ja tutkimusmahdollisuuksista. Sähköturvallisuustutkimuksen kehittämisestä on myös keskusteltu TAU:n Sähkötekniikan yksikön dosentti Veli-Pekka Nurmen kanssa. Hän toimii nykyisin TVO:n turvallisuusjohtajana. Erityisesti hankeyhteistyöteemaan liittyen esiin on noussut sähköturvallisuus -käsitteen laajentaminen sisältämään myös sähkön toimitusvarmuuteen (sähkötömyyteen) liittyvät näkökulmat sekä lisääntyviin älykkäisiin ohjauksiin liittyvät turvallisuusnäkökulmat.

Osallistuttiin SESKOn ”Puhdas energia” -kampanjaan ja kilpailuun, jonka voittajaksi vuonna 2021 valittiin yhteinen hakemus.

Yhteistyömuotoja ja tiedonvaihtoa on tehty myös keskusteluissa ministeriöiden (YM, TEM), MOTIVAn ja järjestöjen, kuten STUL, Lähienergialiitto ry, Omakotiliitto ry, Sähkölämmitysfoorumi ry, kanssa. Myös yritysten kanssa käytiin aiheeseen liittyviä keskusteluja. Lempäälän Energia Oy:n kanssa yhteistyö on ollut tiivistä uusiin energiaratkaisuihin ja energiayhteisöksymyksiin liittyen.

Opettajille suunnattu energia- ja simulointiohjelmiston IDA-ICE koulutus- ja kehitysyhteistyö Equa Oy:n kanssa jatkui koko hankekauden. Samoin järjestettiin kiinteistöautomaation integraatioon liittyviä tilaisuuksia Avoin automaatio ry:n kanssa.

¹ Resilient Smart City Solutions Ecosystem. TEM-rahoitteinen ekosysteemihanke.

TAMK:n ja TAU:n tutkijoille järjestettiin pandemia-rajoitusten jälkeen yhteinen, monialainen verkostoitumistilaisuus, johon osallistui yli 40 tutkijaa 11 eri tutkijaryhmästä.

Hankeyhteistyön pohjalta hankekauden aikana on haettu hankerahoituksia uusiin yhteisiin tutkimushankkeeseen. Yhteisinä hankkeina tai hankehakuina on toteutettu tai aloitettu:

- Prosumer Centric Energy Communities towards Energy Ecosystem (ProCemPlus) 2019 – 2021, päärahoittaja Business Finland, 1.45 M€
- JOUSTO 2030 sekä JOUSTO 2035, 2020 – 2022, rahoittaja STEK ry
- RECO II, 2023-2024, Resilient Smart City Solutions Ecosystem. TEM-rahoitteinen ekosysteemihanke
- Business Finlandin Decarbonized cities -ohjelmaan jätetty hakemus syksyllä 2022

Lisäksi TAMK:n Talotekniikalla on kehitetty hankkeiden kehitys- ja toteutusyhteistyötä TAU:n Talotekniikan ja Kestävän arkkitehtuurin tutkijaryhmien kanssa:

- Kerrostalojen muutosjoustavuus, 2021 – 2023. Rahoitus STEK ja Paasikivisäätiö
- Licence to Breathe, 2020 – 2021, rahoitus Business Finland (Co-Creation)
- E3 Excellence in Pandemic Response and Enterprise Solutions, 2021 – 2024, päärahoittaja Business Finland (Co-Innovation).

4. Yhteenveto ja johtopäätökset

Korkeakouluille, niin yliopistoille kuin ammattikorkeakouluille, on asetettu koulutustehtävän ja tutkimuksen lisäksi tehtäväksi toimia vuorovaikutuksessa yhteiskunnan ja elinkeinoelämän kanssa. Niiden rahoitus perustuu tulostittareihin sekä tutkimusprojektien erilaisiin rahoituslähteisiin. Nämä antavat hyvin rajallisesti mahdollisuuksia osallistua oman ammattialan käytännön kehittämiseen erilaisissa yhteistyöverkostoissa. Samoin korkeakoulujen välistä yhteistyötä ei systemaattisesti tueta tai resurssoida käytännön toiminnan tasolla.

STEK:n monivuotinen hankeyhteistyörahoitus on hyvin monipuolinen resurssi korkeakoulujen toiminnan tukemiseen ja kehittämiseen. Tampereen korkeakoulu yhteisössä tätä resurssia päätettiin hankea ja käyttää ensimmäisellä kaudella laajasti erilaisiin toimintoihin ja sillä on mahdollistettu usean eri henkilön monipuolinen toiminta ja osaamisen kehittäminen. Se on ollut arvokas lisä perusrahoituksen tiukentuessa. Tuki on myös mahdollistanut aktiivisen osallistumisen julkiseen keskusteluun sekä vaikuttamisen sääntelyn ja alan ohjeiden kehittämisessä.

Hankekauden aikana tulleet yllättävät toimintaympäristön muutokset, ennen kaikkea pandemia ja energiakriisi, vaativat pikaisia muutoksia suunniteltuihin toimenpiteisiin ja toimintamuotoihin. Rahoituksen joustavuus mahdollisti nämä muutokset ja resurssien uudelleen suuntaamiset.

Ensimmäisellä kaudella saatiin näkemyksiä siihen, miten ja mihin jatkokaudella toimintaa kannattaa suunnata.

LIITE 1. Hankesuunnitelma

7.6.2017

Sähköturvallisuuden edistämiskeskus STEK
Hallitus

STEK MONIVUOTINEN YHTEISTYÖHANKE :
TULEVAISUUDEN KAUPUNKIYMPÄRISTÖN ENERGIARATKAISUT

Esitimme Sähköturvallisuuden edistämiskeskukselle **monivuotisen yhteistyöhankkeen** aloittamista Tampereen ammattikorkeakoulun ja Tampereen teknillisen yliopiston kanssa aloitteessa 15.2.2017. Tavoitteena hankkeella on kehittää sähköenergiaratkaisujen kokonaisuuteen liittyvää monialaista koulutusta, tehdä sekä tieteellistä että käytäntöön soveltavaa tutkimus- ja kehitystoimintaa sekä toimia aktiivisena osapuolena alaan liittyvän lainsäädännön ja muun sääntelyn kehitystyössä. Hanke osaltaan vahvistaa energiaklusterin muodostumista tulevassa Tampere 3-korkeakoulukonsernissa.

Yhteistyöhankkeen aiheeksi esitettiin ”**Tulevaisuuden kaupunkiympäristön energiaratkaisut**” teemaa ja siihen liittyviä tarkastelunäkökulmia sisältäen mm.:

- energijärjestelmän kokonaisnäkemys, tuotanto - siirto ja jakelu – kiinteistöt ja kulu- tus
- sähköenergian asema ja sovellukset tulevaisuuden rakennuksissa ja energiatehok- kuustavoitteissa
- palveluliiketoiminnan uudistaminen ja kuluttajan näkökulma
- energijärjestelmän jakamistalous, paikallistuotanto, kysynnän jousto sekä erilaiset energiayhteisöt ja mikroverkot
- suunnitteluprosessien ja menetelmien muutos, tietomallinnus, simuloinnit
- alan toimintaa ohjaavien yleisten ohjeiden kehittäminen ja uudistus

Tampere3-yhteistyö

Tavoitteena on, että hankeyhteistyörahoituksella vahvistetaan meneillään olevaa, Tampereen seudulla tapahtuvaa sähköenergiajärjestelmien koulutuksen, tutkimuk- sen ja yhteistyöverkoston kehittämistä. Erityisesti sitä käytetään toimenpiteisiin, joilla muuttuvan energijärjestelmän älykkäitä ratkaisuja, erityisesti tulevaisuuden kaupunkiympäristössä, jalkautetaan rakentamisen ja käytön arkipäivään.

Hankerahoitus osaltaan vahvistaa energiajärjestelmien ja siihen liittyvän koulutuksen asemaa uudessa korkeakoulu yhteisössä sen etsiessä painopisteitään.

Hankerahoituksen käyttö

Rahoituksen käyttö jakaantuu kolmeen osaan: alan koulutuksen kehittäminen, aiheeseen liittyvien tutkimusaiheiden kokoaminen ja tutkimuksen toteutus sekä aiheeseen liittyvissä yhteistyöverkostoissa toimiminen ja kehittäminen.

1. Opetuksen kehittäminen

- Uuden korkeakoulu yhteisön luomisessa tehdään paljon koulutuksen tavoitteiden, sisältöjen ja työnjakojen uudistamista. Korkeakoulukoulutuksen lisäksi Tampereen alueella on tiivis yhteistyö ammatillisen koulutuksen kanssa. Hankerahoituksella tehdään ensimmäisessä vaiheessa alan tulevaisuuden osaamista kartoittava osaamistarveanalyysi ja selvitys opintojen ja oppimisympäristöjen uudistamistarpeista. Näiden pohjalta kehitetään opintotarjontaa, työnjakoa ja yhteistarjontaa sekä aiheeseen liittyvä opetusaineistoa. Lisäksi testataan uusia toimintamuotoja, kuten opiskelijakilpailuja ja –projekteja, joissa eri koulutusasteiden opiskelijat etsivät näkökulmia älykkäisiin energiaratkaisuihin. Tavoitteena on osaltaan löytää uusia oppimismuotoja, joissa opiskelijat hankkivat monipuolista osaamis pohjaa. Koulutuksen osalta tarkastellaan myös oppimisympäristöjä ja laboratorioinfraa.
- Tutkintoon johtavan koulutuksen lisäksi selvitetään alaan liittyvää jatko- ja täydennyskoulutustarvetta sekä sen erilaisia toteutusmuotoja.

2. Tutkimusaiheiden ja –verkostojen löytäminen sekä tutkimuksen toteutus

Tampereen seudulla on meneillään useita laajoja kehityshankkeita, kuten Smart Tampere (mm. uusi laaja Hiedanrannan kaupunginosa) ja Lempäälään rakentuva Marjamäen energiaomavarainen alue, joissa tulevaisuuden energiaratkaisut ovat keskeisiä osia. Tampere3-yhteisössä on meneillään useita aiheeseen liittyviä osahankkeita. STEK-rahoitusta ohjataan ensi vaiheessa erityisesti yhteisen data- ja demokohdepankin luomiseen sekä ”kerrostalo” –konseptin kehitystyöhön. Tähän liittyy niin tutkimusten pohjaksi tehtävien mallinnusten ja simulointiympäristöjen luontia että myös alaan liittyvien ekosysteemien selvittämistä. Toisena keskeisenä toimenpiteenä tehdään laaja alan toimijoiden, sisältäen yritykset ja eri sidosryhmät, yhteistyöverkoston koonti. Tässä keskeisenä näkökulmana on löytää niitä toimintamuotoja, joilla alalla toimivat pienet yritykset verkostoituisivat tekemään kokonaispalveluita ja –ratkaisuja asiakkaiden tarpeisiin.

3. Yhteistyö- ja kehitysryhmissä toimiminen

Hakijatahot ovat toimineet jo nyt useissa kehitys- ja yhteistyöryhmissä. Tämä työ on ollut vaarantumassa korkeakoulujen rahoitus pohjan pienentyessä. Hankerahoitus mahdollistaa nykyisen osallistumisen sekä myös sen laajentamisen standardointikomiteoissa, alaan liittyvissä yhdistyksissä,

kuten

- SESKOn komiteat
 - SK 64 Pienjännitesähköasennukset
 - SK 205 Rakennusten elektroniikkajärjestelmät
 - SK 8 Sähköverkkojen järjestelmävaatimukset
 - SK 69 Sähköautot ja latausjärjestelmät
- Sähköturvallisuuden neuvottelukunta
- STUL oppilaitosasiatuntijaryhmä
- Avoin automaatio ry
- KNX Finland ry
- RALA, talotekniikka lautakunta

Työnjako

Hankkeelle valitaan hankevastaava, joka tekee vuosittaisen työnjakosuunnitelman budjetoineen, hoitaa yhteisen tiedottamisen, projektikokoukset ja raportoinnit. Hankeen kaikkia osia tehdään yhteistoiminnallisesti ja tavoitteena on yhteiset tulokset, joita alalla voidaan laajasti hyödyntää. TAMK on päävastuullinen toimija opetukseen liittyvissä aiheissa, ja tutkimuksen teemoissa vastaavasti TTY. Yhteistyöverkostoissa toimiminen ja työnjako suunnitellaan vuosisuunnittelun yhteydessä.

Rahoitussuunnitelma

Hankerahoituksella katettaisiin toimijoiden palkkakulut, niihin liittyvän välittömät sivukulut sekä matkakulut. Molemmat hakijatahot osoittaisivat hankeyhteistyöhön omarahoitusosuuden, joka vastaa osapuolten yleiskustannuksia.

Rahoituksen jako esitetään olevan:

- hankevastaava, viestintä 10 %
- TAMK:n osuus 45 %
- TTY:n osuus 45 %

Hankerahoitukseksi haetaan 5 x 120000 €. Tälle perusteena on kaksi alalla merkittävää työtä tekevää korkeakouluhakijaa sekä meneillään oleva Suomessa ainutlaatuinen korkeakoulujen yhdistäminen, johon voidaan liittää vielä myös yhteistyö 2-asteen koulutuksen kanssa.

Organisointi

Hankeyhteistyötahot muodostavat yhteistyöryhmät niin opetuksen kuin tutkimustyön alueelle. Hankkeelle nimetään ohjausryhmä, johon esitetään jäseniksi:

- STEK:n edustaja
- korkeakoulujen edustajat
- Tampereen kaupungin edustaja (esim. Smart Tampere)
- Tampereen sähkölaitoksen edustaja
- yhteistyöryhmien vetäjät, joista toinen on hankevastaava

Ohjausryhmä vahvistaa vuosittain toimintasuunnitelman, ohjaa hankeryhmän toimintaa ja painopisteitä.

Lisäksi kootaan sidosryhmäverkosto, jossa elinkeinoelämän, yritysten, järjestöjen

ja muiden hankkeiden edustajat sekä opiskelijat kohtaavat vuorovaikutteisesti.

Hankeen sisällöllisestä kehittämisestä vastaavat yliopettaja Pirkko Harsia ja professori Pertti Järventausta. Yhteistyösopimuksen osalta vastuuhenkilöt ovat vararehtori Marja Sutela (TAMK) ja dekaani Mika Grundström (TTY).

TAMK ja TTY yhteistyökuvaus

Hakijatahot ovat jo usean vuoden ajan tehneet yhä tiiviimpää yhteistyötä sähkö-energiajärjestelmiin liittyen. Yhteisissä hankkeissa (DR-pooli, EL-TRAN, COMBI, Teho-opas) on luotu tutkimustiimejä ja löydetty uusia tutkimusteemoja. TTY ja VTT:n aloittamaan Smart Energy Systems Competence Center (SENECC) -verkoston kokoamiseen liitetään jatkossa myös koko Tampere3 energia-alan toimijaverkosto mukaan. TTY:n ja TAMK:n toimijat ovat myös tehneet mm. yhteisiä julkaisuja, artikkeleita, seminaariesityksiä.

Sähkötekniikan opetussuunnitelmiin liittyvä kehitystyö on käynnistynyt osana koko korkeakoulu yhteisön ops-työtä. Tampere3 yhteistyönä on jo koottu 55 op:n opintokokonaisuus ”Uusiutuva energijärjestelmä muuttuvassa yhteiskunnassa”, jota tarjotaan kaikkein kolmen osapuolen opiskelijoille syksystä 2017 alkaen. Tarjonnassa tavoitteena on saada eri koulutuksissa opiskelevat tutustumaan aihepiiriin monialaisesti ja yhteistoiminnallisesti.

Pirkko Harsia
koulutuspäällikkö, yliopettaja
Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutus
pirkko.harsia@tamk.fi
p. 050 5553111

Pertti Järventausta
professori
Tampereen teknillinen yliopisto
Sähköenergiajärjestelmien laboratorio
peritti.jarventausta@tut.fi
p. 040 5492384

Tulevaisuuden kaupunkiympäristön energiaratkaisut

Tausta

Meneillään on kansainvälisesti tunnistettu suuri sähköenergiajärjestelmän murros, joka perustuu uusiutuvan, osin hajautetun, energiantuotannon lisääntymiseen, sähköenergian varastoinnin kehittämiseen ja entistä tarkempaan järjestelmän säätöön. Energian käytettävyyttä, ohjattavuutta ja yleistä energiataloudellisuutta tulee parantaa ja myös hinnoittelumallit uudistuvat. Muutoksen toteuttaminen ei riipu pelkästään teknisistä innovaatioista, vaan myös alan toimijoiden, sidosryhmien ja asukkaiden suhtautumisesta asiaan. Digitalisaation ja älykkyyden lisääntyminen sekä kiinteistöissä että sähköverkoissa haastaa yritykset ja kuluttajat: mikä on paras kokonaisratkaisu toimivaan, terveelliseen ja energiatehokkaaseen asumiseen sekä julkisiin ja kaupallisiin tiloihin?

EU:n ns. puhtaan energian paketissa on tuotu esiin ”kuluttaja keskiöön” -näkemystä. Kuluttajat ovat tulevaisuuden energiamarkkinoiden aktiivisia ja keskeisiä toimijoita. Komission antaman rakennusten energiatehokkuusdirektiivin muutosesityksessä kannustetaan myös tieto- ja viestintätekniikan ja älykkään teknologian käyttöä rakennusten tehokkaan toiminnan varmistamisessa.

Direktiivimuutosesitys (marraskuu 2016) myös esittää uutta indikaattoria rakennuksille, joka kattaisi joustavuuteen liittyvät ominaisuudet ja vahvistetut toiminnot ja toimintakyvyt, jotka ovat tulosta paremmin toisiinsa yhteydessä olevista ja sisäänrakennetuista älykkäistä laitteista, jotka on integroitu rakennusten perinteisiin teknisiin järjestelmiin. Näiden ominaisuuksien on parannettava asukkaiden ja itse rakennuksen kykyä reagoida asumismukavuuteen tai toiminnallisuuden liittyviin vaatimuksiin, ottaa osaa kysynnänohjaukseen ja edistää erilaisten energiajärjestelmien ja kaukoinfrastruktuurien, joihin rakennus on liitetty, optimaalista, jouhevaa ja turvallista toimintaa.

Yleinen sähköisen energia-alan liiketoiminnasta on tulossa yhä moninaisempaa. Paikallinen tuotannon myötä kuluttajasta on tullut myös energian tuottaja. Liiketoiminta on yhtäaikaan suurten ja pienten toimijoiden toimintaa, laitteiden, järjestelmien ja digitaalisten tuotteiden välistä vuoropuhelua sekä kasvavassa määrin monialaista palveluliiketoimintaa.

EU:n ns. ”talvipaketissa” tuodaan esille myös fyysiset ja virtuaaliset energiayhteisöt, joille kaupunkiympäristöstä löytyy luontaisia sovelluksia. Esimerkiksi kerrostalo voisi toimia luontevasti omana energiayhteisönään, joka toimii sähkömarkkinoilla yhtenä toimijana ja jonka verkkopalvelumaksu määräytyy kerrostalon liittymäpisteen mukaisesti. Talon sisällä energian- ja tehonkäytön optimointi perustuu huomattavasti tuntitasoa tarkempiin mittauksiin ja ohjauksiin ansaintamallin perustuessa uudenlaiseen jakamistalouteen.

Perustelu esitetylle aiheelle

Energia-alalla on keskeinen osa kaupungistuvan yhteiskunnan kehityksessä. Globaali tavoitetilä energiapolitiikassa on vähentää fossiilisten energialähteiden käyttöä ja korvata ne uusiutuvilla tuotantomuodoilla. Energiajärjestelmän muutokset vaikuttavat erityisesti sähkö- ja myös kaukolämpöjärjestelmään ja koskettavat siis erityisesti suurten kaupunkien asukkaita ja kiinteistöjä. Laajalti kunnallisessa omistuksessa olevat energiayhtiöt haastetaan uudistumaan energiantuotantomuotonsa ja hinnoittelumallinsa osalta. Yritykset tuovat markkinoille erilaisia ratkaisuja, joiden avulla kiinteistöt jopa irtaantuvat keskitetyistä järjestelmistä.

Teknologinen muutos energiajärjestelmässä

Meneillään on suuri teknologinen järjestelmämuutos ja hajautettu, ja yhä enemmän sääriippuva, uusiutuvan energian tuotanto lisääntyy. Koska sähköenergian ja osin kaukolämmönkin osalta kulutus ja tuotanto tulee joka hetki olla yhteensovitettuna, tarvitaan uusia säätö- ja automaattoratkaisuja tasaamaan tuotantoa ja kulutusta, joiden avulla edistämään energiatehokkuutta, mahdollistamaan kysynnänjoustoa ja varastointia sekä ohjaamaan esimerkiksi sähköautojen latausta. Näin myös voidaan vähentää taloudellisesti kannattamattomien ja yleensä hyvin suuripäästöisen huipputehotuotannon tarvetta. Tuotannon muutokset aiheuttavat muutostarpeita myös energian hintoihin; energian keskihinta voi alentua samaan aikaan, kun hintavaihtelu kasvaa. Siirtohinnoittelu on myös muutoksessa ja tulevaisuudessa siirron hinta perustuu yhä enemmän resurssin (tehon) käyttöön, ei käytettyyn energiaan. Ohjaustarpeet luovat uusia mahdollisuuksia järjestelmien markkinoille ja niihin liittyvän palveluliiketoiminnalle. Resurssitehokas energian käyttö luo pohjan resurssitehokkaalle energiajärjestelmälle ja vähäpäästöiselle energiantuotannolle.

Rakennusten energiatehokkuus

Rakennusten energiankulutusta pyritään vähentämään energiatehokkuusvaatimuksia kiristämällä ja samaan aikaan ilmaston lämpeneminen vaikuttaa lämmitystarpeeseen. Rakennus tarvitsee yhä vähemmän aikaa varsinaista lämmitystä ja yllämmön hallintaa tarvitaan enemmän ratkaisuja. Lämmitysenergian käyttöä vanhoissakin kerrostaloissa saadaan vähennettyä mm. erilaisilla lämpöpumppuratkaisuilla rakenteellisten muutosten lisäksi. Ratkaisut pienentävät vuosittaista lämmityksen kokonaisenergiankulutusta, mutta ne saattavat lisätä sähkön käyttöä ja suurentaa huipputehon tarvetta. Tiiviiseen rakentamiseen liittyviä riskejä voidaan yhä tarkemmin seurata mm. rakenteissa olevilla seurantamittauksilla.

Keskeisemmäksi tulee energiankulutuksen ohjaus, mittaaminen ja seuranta sekä käyttötottumukset. Tarvittavien älykkäiden mittaus-, ohjaus- ja automaattoratkaisujen lisäksi rakentamiseen liittyvän asiantuntijapalvelun tulee jatkossa tarjota uusia kokonaisratkaisuja asukkaiden ja käyttäjien muuttuviin tarpeisiin.

Eryyisesti aurinkosähkön ja -lämmön käyttö lisääntyy sekä taloudellisista että ympäristösyistä, vaikka niitä ei erityisesti edellytetäisikään käytettävän. Kerrostalokiinteistöissä sähköautojen lisääntyminen ja oma paikallisen sähköntuotannon täysimääräinen hyödyntäminen edellyttää rakenteellisia muutoksia ja uusia

Teknologinen muutos, tuo myös uusia näkökulmia sähköverkon toteutusvaihtoehtoihin. Nykyisen vaihtosähkön sijaan perustelut esimerkiksi tasasähköverkon käytölle lisääntyvät, koska mm. aurinkosähkö, LED-valaistus, sähköautot, sähköverastonintointi akkuihin on tasasähköön perustuvaa. Tasasähköjärjestelmän käyttö voisi pienentää häviöitä liitännälaitteissa ja vähentäisi niiden tarvetta. Muutokseen liittyy kuitenkin monia asennuskäytänteisiin, turvallisuuteen ja suojaukseen sekä laitteisiin liittyviä kysymyksiä.

Muutokseen liittyviä kehittämiskysymyksiä

Energia-alan muutoksiin liittyen meneillään on runsaasti erilaisia pilotoineja, tutkimuksia ja järjestelmäkehityshankeita, jotka yleisesti keskittyvät johonkin yksittäiseen osa-alueeseen eivätkö vielä luo kokonaisvaltaista ratkaisua, joka on käyttäjien hyödynnettävissä. Tarvetta olisikin muodostaa kokonaisnäköyksiä meneillään olevien muutosten vaikutuksista ja käyttäjien tulevaisuuden tarpeista ja hyödyntää tätä tietoa siihen, miten näitä uusia tarvittavia ratkaisuja jalkautetaan käytäntöön. Ensinnäkin tuotteita, palveluita ja ratkaisuja tuottavat yksittäiset yritykset tarvitsevat kokonaiskuvaa, johon niiden tarjoama osuu. Toiseksi nopeasti kehittyvän uuden arvoverkoston toimijat tarvitsevat tietoa potentiaalisista partnereista ja liiketoimintaverkoston muista toimijoista, jotta ne voivat paremmin kytkeä kaupallistamansa uuden tuotteen/palvelun suoraan tähän kehittyvään systeemiin kokonaisuuteen. Kolmanneksi alaa kehittävät viranomaiset ja kaupungin asiantuntijat tarvitsevat tietoa kokonaiskuvasta, jotta ne voivat vauhdittaa uusien ratkaisujen käyttöönottoa. Neljänneksi loppukäyttäjät, niin taloyhtiöt kuin asiakkaatkin tarvitsevat tietoa ja opastusta, jotta uudet ratkaisut todella päätyvät käyttöön. Tämän pohjalta, taloyhtiöiden energiatehokkaiden ratkaisujen kehittämiseksi tulisi saada ratkaisua ja edistettyä seuraavia asioita:

- Miten saadaan sähköön käytön kokonaisratkaisuja, jotka soveltuvat laajojen volyymitasojen liiketoiminnaksi nykyisten kohdekohtaisten osaratkaisujen sijaan?
- Mikä on yksittäisten kohteiden kannalta edullisten ja energiaa säästävien ratkaisujen kokonaisvaikutus? Esimerkiksi, mitä vaikutuksia olisi, jos kaukolämpöalueella laajassa mittakaavassa muutetaan lämmitys sähköenergiaan (lämpöpumput) perustuvaksi?
- Miten nykyistä rakentamista tulisi muuttaa, jotta uudet kohteet voisi helposti sopeuttaa muuttuvaan energijärjestelmään ja hinnoittelumuutokseen? Miten sähköön hinnoittelumuutokset vaikuttavat taloudellisuustarkasteluihin?
- Miten kuluttajat ja yritykset saadaan sitoutettua ilmastotalkoisiin?
- Miten toteutetaan kansalaisten osallistaminen, tarpeiden tunnistaminen, relevanttien ratkaisujen hankinta, taloudellinen kestävyys?
- Miten nykyinen lainsäädäntö tukee tarvittavaa muutosta (esim. asunto-osakeyhtiöiden päätöksenteko energiaratkaisuissa, riittävän tiedon saanti päätöksentekoon tai sähköön oston eri vaihtoehdot)
- Syntyykö tarvittava muutos ja onko se oikean suuntainen pelkästään

mark-kinaehtoisesti?

- Miten saadaan alalle uusia palveluja, jotka pystyvät toimittamaan kokonaisratkaisuja? Miten tunnistetaan käyttäjätarpeet ja miten niihin osataan vastata? Miten perinteinen suunnittelu- ja urakointiliiketoimintaa pitää uudistaa?
- Onko energiatehokkaan rakentamisen ohjaus ristiriidassa hiilineutraalisuus -tavoitteiden kanssa?
- Voitaisiko kerrostaloissa sähköverkko toteuttaa tasasähköratkaisuina?

Yhteistyöhankkeen toimintaympäristö

Tampereen seudun yliopistojen yhdistyminen on suunniteltu tapahtuvaksi vuoden 2019 alussa säätiöyliopistona, joka omistaisi Tampereen ammattikorkeakoulu Oy:n.

Tässä hankkeessa edistetään energiaratkaisuihin liittyvää vertikaalista (TTY-TaY) ja horisontaalista (TTY-TAMK) yhteistyötä niin opetuksessa kuin tutkimuksessa tulevassa Tampere3 -korkeakoulukokonaisuudessa. Hanke osaltaan tukee energiaklusterin syntyä ja asemaa Tampere3 -kehityksessä ja Tampereen seutukunnassa. TTY & TAMK ovat jo tällä hetkellä Suomen suurin sähkö- ja automaatioalan kouluttaja. Tampere3 -kokonaisuudessa on myös muodostumassa Suomen suurin rakentamisen osaamiskeskittymä, johon esitetty aihe kiinteästi liittyy.

Tampereen seudulla on hyvät edellytykset toimia alan osaamisen kehitysalustana. Tampereen kaupungilla on käynnissä useita aluekehityshankkeita (mm. Hiedanranta ja Vuores), liikenteen uudistamishankkeita (sähköbussit, raitiotie) ja Lempäälän Marjamäen energia-/teho-omavarainen teollisuusalue on saanut lähes 5 M€ TEM:n myöntämään energiateknologian kärkihanke-rahoitusta uudenlaisen suuremman kokoluokan mikroverkkokokonaisuuden rakentamiseen. Myös alueen energia- ja jakeluverkkoyhtiöillä (Tampereen Sähkölaitos Oy, Tampereen Sähköverkko Oy ja Elenia Oy) on halua tiivistää aiheeseen liittyvää yhteistyötä alueella. Tampereella on jo paljon erilaisia digitalisaatioon ja kiinteistöjen LVI-järjestelmien automaatioon liittyviä tuotteita ja palveluita tarjoavia yrityksiä, joista monet ovat Nokian taustaisia spin-off yrityksiä. Hankkeen avulla voidaan antaa kasvu-uraa etsiville yrityksille kokonaivaltaisia näkemyksiä kehittää uusia tuotteita ja palveluita kiinteistöjen sähköenergiajärjestelmän optimointiin ja hallintaan.

Haettava hankerahoitus

Tampereen ammattikorkeakoulu ja Tampereen teknillinen yliopisto tekevät vuosittaisen suunnitelman pohjalta rahoituksen jakosopimuksen.

Sähköturvallisuuden edistämiskeskukselta haetaan yhteistyöhankerahoitusta vuosille 2018 – 2022 120000 €/vuosi, yhteensä 600 000 €

Yhteistyöhankkeen osateemoihin liittyviin TKI-hankkeisiin haetaan hankekoh- taista erillisrahoitusta eri hankerahoitustahoilta julkisena rahoituksena sekä yri- tysrahoituksena.

Yhteistyöhankkeen organisointi

Yhteistyöhankkeelle nimetään ohjaus/johtoryhmä, jossa on mukana STEK:n ni- meämien jäsenten lisäksi TAMK:n ja TTY:n edustajat sekä edustajia Tampereen elinkeinoelämää edustavista yrityksistä.

Yhteistyöhankkeen johtajana toimii Pirkko Harsia (TAMK) ja varajohtajana Pertti Järventausta (TTY). Yhteistyöhankkeeseen muodostetaan yhteinen tutkija- ja opettajatiimi, jonka tehtävänasetteluja ja työnjakoa tarkennetaan vuosittain.

Tietoa hakijoista

TTY, TaY ja TAMK yhdessä muodostavat Suomen suurimman sähköenergiarat- kaisujen monialaisen koulutus- ja tutkimuskokonaisuuden.

TAMK on arvostettu sähköisen talotekniikan koulutuksen kehittäjä 20 vuoden ajalta ja tätä koulutusta on laajennettu LVI-talotekniikkaan vuodesta 2009 al- kaen yliopettaja, koulutuspäällikkö Pirkko Harsia johdolla. TAMK:n talotekniikan opettajat toimivat aktiivisesti alan kehittäjänä monissa yhteistyöryhmissä, lain- säädännön valmisteluryhmissä, väylätekniikan koulutuksessa ja standardointi- komiteoissa. Talotekniikan tiimiin kuuluu tällä hetkellä viisi sähköisen talotekni- kan opettajaa (1 yliopettaja ja 4 lehtoria) ja viisi LVI-talotekniikan lehtoria sekä laboratorioinsinööri. Lisäksi toimitaan yhteistyössä sähkö- ja automaatiotekniikan koulutuksen kanssa, jossa on n.10 opettajan resurssi. TAMK on saanut useita tunnustuspalkintoja talotekniikan alan koulutuksen kehittämistä. TAMK:sta val- mistuu vuosittain n. 20 -25 sähköisen talotekniikan, n. 25 -30 LVI-talotekniikan ja n. 35-35 sähkövoimatekniikan insinööriä.

TTY toiminnassa on keskeisessä roolissa tulevaisuuden sähköenergiajärjestel- mien suunnittelu ja hallinta eri näkökulmista sisältäen koko voimajärjestelmää koskevat kysymykset, uusiutuvat sähköenergian tuotantoteknologiat, erityisesti aurinkosähköjärjestelmät, hajautetut resurssit (ohjattavat kuormat, energiava- rastot), sähkönjakelu-, mikro- ja nanoverkkojen (talokohtaiset järjestelmät) säh- kötekniiset ja järjestelmän hallintaan liittyvät kysymykset, suurhäiriöiden hallin- taan liittyvä kysymykset, sähkömarkkinat, regulaation ja hinnoittelurakenteet. Sähköenergiatekniikan laboratoriossa työskentelee tällä hetkellä 6 professorin ja 4 ass./adj. professorin tutkimusryhmät. Laboratoriosta valmistuu vuosittain n. 50 diplomi-insinööriä ja yli 5 tekniikan tohtoria. Keskeisessä roolissa sekä opetuk- sessa että tutkimuksessa ovat uudenaikaiset laboratorioympäristöt, jotka sisäl- tävä mm. suurjännittekniikan laboratorion, Smart Grids laboratorion, tehoelektro- niikan laboratorion, AC ja DC -mikroverkkoympäristöt.

Lisäksi tiivistä yhteistyötä tehdään TaY:n kanssa mm. energiapolitiikkaan ja ku- luttajakansalaisten energia-arvovalintoihin liittyvissä kysymyksissä.

Tampere3-yhteistyönä toteutetaan parhaillaan Suomen Akatemian Strategisen tutkimuksen neuvoston hanke "Siirtymä resurssitehokkaaseen ja ilmastoneutraaliin sähköenergiajärjestelmään (EL-TRAN)". DR-pooli (Kysynnän jousto - Suomeen soveltuvat käytännön ratkaisut ja vaikutukset verkkoyhtiöille) -hankkeen (2013-2015) toteuttivat yhteistyönä TTY, TAMK ja LUT. COMBI on TEKES-rahoitteinen (2015-2017) yhteishanke, jossa TTY ja TAMK tutkivat palvelurakennusten energiatehokkuutta. Vuoreksen olosuhde- ja energianseuranta-hanke (2012-2015) oli TAMKin talotekniikan ja Tampereen kaupungin yhteistutkimus. Commercialization networks oli Liikesivistysrahaston rahoittama (2010-2015) tutkimus. TTY tutki kaupallistamisprosessia sekä sitä edistäviä liiketoimintaverkostoja ja ekosysteemejä. Tekes- ja EAKR- rahoitteisissa HygTech ja HygLi-hankkeissa (2012-2014 ja 2015-2017) on aikaansaatu Living Lab -tiloja, tutkittu ja edistetty uuden liiketoimintainnovaatioalustan luomista sekä tuettu yritysten kehitystyötä sekä kaupallistamista. TTY:llä oli merkittävä rooli Cleen Oy:n laajassa SHOK-hankkeessa Smart Grids and Energy Markets (SGEM), jossa tutkittiin (2009-2014) tulevaisuuden älykkäitä sähköverkkoratkaisuja, sekä sitä seuranneessa Flexible Energy Systems (FLEXe) SHOK-ohjelmassa, jossa kehitetään erilaisten energiaressurssien joustavuutta lisääviä ratkaisuja. TTY:llä on parhaillaan meneillään usean TTU:n tutkimusryhmän yhteinen Tekes-rahoitteinen hanke "Social Energy - Prosumer Centric Energy Ecosystem (ProCem)". Yhteistyössä LUT:n kanssa TTY tutkii ST-pooliin rahoittamassa hankkeessa uusia tehopohjaisia jakeverkkoyhtiöiden tariffirakenteita.

LIITE 2. Tiedote 15.2.2018

STEKin ja Tampere3-korkeakoulujen yhteistyö uudelle tasolle

15.2.2018

STEK ry on tehnyt merkittävän lahjoituksen Tampereen ammattikorkeakoulun ja Tampereen teknillisen yliopiston opetukseen ja tutkimukseen. STEK ry tukee yli sadallatuhannella eurolla vuosittain viiden vuoden ajan yhteistyöhanketta, joka keskittyy kaupunkien tulevaisuuden energiaratkaisuihin.

- Toimintamalli poikkeaa merkittävällä tavalla perinteisistä projekteista. Yhteistyön aikajänne on pitkä ja sisältö on määritelty joustavasti antaen tilaa muutoksille ja luovuudelle. Näen tällaisen rahoituksen täydentävän merkittävällä tavalla sitä perinteistä rahoituskenttää, jossa on sekä korkeakoulujen omaa rahoitusta että julkista kilpailtua rahoitusta ja yritys-yhteistyönä toteutettuja projekteja, sanoo STEKin toimitusjohtaja **Timo Kekkonen**.

- Meillä on pitkät perinteet yhteistyöstä Tampereen ammattikorkeakoulun kanssa sekä Tampereen teknillisen yliopiston kanssa, ja olemme rahoittaneet useita talotekniikkaan ja sähkötekniikkaan liittyviä projekteja. Näistä saadun kokemuksen perusteella oli luonnollista siirtyä yhteistyössä seuraavalle tasolle, yhteistyömuotoon, joka on mahdollinen vain niiden kumppaneiden kanssa, joiden korkeatasoiseen osaamiseen ja sitoutumiseen voimme luottaa.

Rahoituspäätös julkistettiin tiistaina 13.2.2018 Tampereen ammattikorkeakoulussa Talotekniikan koulutuksen 20-vuotisjuhlassa. Lahjoituksella vahvistetaan jo kolme vuotta käynnissä ollutta Tampere3-yhteistyötä energia-alan koulutuksessa ja tutkimuksessa. Siinä yhdistyvät tekniikka, energiapolitiikka, lainsäädännön ja liiketoimintamallinen kehittäminen. Projektin johtajana toimii TAMKissa yliopettaja **Pirkko Harsia** ja TTY:llä professori **Pertti Järventausta**.

- Ensimmäistä kertaa ammattikorkeakoulu pääsee mukaan tällaiseen toimintamalliin, jossa STEKin yhteistyö korkeakoulun kanssa perustuu pitkäaikaiseen sitoutumiseen ja luottamukseen. Tästä olemme erittäin ylpeitä ja kiitollisia, sanoo TAMKin rehtori **Markku Lahtinen**.

LIITE 3. Suunnitelma ja tulos

Koulutusosuus

Alkuperäinen suunnitelma			Toteutuma 2018-2022	HUOM.
Tavoite	Toimenpide	Tulos		
Nykytilanteen tunnistaminen	Nykyisien koulutusten teemojen ja sisältöjen vertailu ja tavoitteiden tunnistaminen	Koulutusanalyysi (T3/TUNI:ssa)	Tehty suunnitelman mukaisesti yhteenvetoraportti.	
Tulevaisuuden osaamistarpeiden tunnistaminen	Kootaan näkemys keskeisestä osaamisesta tulevaisuuden sähkö-energiajärjestelmässä (sähkötekniikan osalta)	Osaamistarveanalyysi	Tehty osittain.	Korkeakoulu yhteisön OPS-kehitystyö pysähtyi pandemian aikana. Osaamistarvetta kuvattu yleisesti jatkohakemuksessa.
Opintojaksojen uudistaminen	Sijoitetaan keskeiset osaamistarpeet opintotarjontaan	Osaamistarpeet on otettu huomioon OPS:issa	OPS:t uudistettu 2019	Jatkettava OPS-uudistuksen 2022 - 2024 yhteydessä
Työnjako	Tehdään työnjako/-vastuusuunnitelma	Tunnetaan eri toimijoiden erityisosaaminen; saadaan hyödynnettyä laajasti aineistoja	Tunnistettu v. -18 työssä. Talotekniikan opetuksessa yhteistyötä lisätty. (TAMK=> TAU) Asiantuntijaluentoja (TAU=> TAMK)	Pandemian ajan jouduttiin resurssit keskittämään etäopetuksen järjestämiseen.
Opintotarjonta	Tiedotetaan opiskelijoille eri opintojaksomahdollisuuksista	Opiskelijoilla laajempi opintojaksotarjonta	Yhteisestä sivuaineesta tiedotettu vuosittain	

LIITE 3. Suunnitelma ja tulos

2 (5)

Projektikurssi	Kehitetään yhteinen teemaan liittyvä projektikurssi tarjontaan	Uusi toteutusmuoto, opiskelijoille tarjolla useita osa-alueita yhdistävä opinto	Projektikursseina SIL-kilpailu, Kerrostalon mallinnusprojekti vuosittain,	Uusien, monialaisten kurssien järjestäminen pandemia-aikana hyvin haastavaa.
Opetusympäristöjen tehokas hyödyntäminen	Nyky-ympäristöjen kartoitus ja osaamistarvetta vastaavien ympäristöjen kehittäminen	Opetuslaitteistot tehokkaassa käytössä.	Ristiinkäyttö aloitettu	pandemia-aikana ei yhteiskäyttö ollut mahdollista.
Jatko- ja täydennyskoulutus	Selvitetään kyselyin jatko- ja täydennyskoulutustarpeita	Tarjolla osaamista kehittävää koulutusta	Osaamistarvekyselyä tehty joistain teemoista. Luentoja koulutustilaisuuksissa	Aihe otettiin teemaksi RECO II ekosysteemihanketta.
Opetusaineistojen kehitys-suunnitelma	Tehdään aineistotarveselvitys ja kohdistetaan resursseja aineistojen uudistamiseen	Uutta opetusaineistoa	Talotekniikan perusteet laadittu ja testattu. Ohjaus- ja automaatioaineiston kehitystyöhön osallistuminen Tieto- ja turvatekniikan aineisto. Hankeaihoita selvitetty ja rahoituksia haettu yhteistyössä muiden amk:iden kanssa.	Yhteenvedo selvityksistä
Kurssitarjonta muille koulut-tajille	Kootaan (esim. kesäopintoihin) verkkokurssi aiheesta	Saadaan levitettyä perustietoa koko maahan	Koottiin erillishanke (TUNI+LUT+Aalto)	JOUSTO 2035 Fitech tarjonnassa

LIITE 3. Suunnitelma ja tulos

3 (5)

Osallistuminen ja vaikuttaminen

Tavoite	Toimenpide	TAMK	TTY	2018				2022	Lisätietoja
Asiantuntijaryhmä	Sähköturvallisuuden neuvottelukunta	PHa							
Asiantuntijaryhmä	Standardointikomitea SK 64	TLä							SFS 6000 uudistus 2021 - 22
Asiantuntijaryhmä	Standardointikomitea SK 205	SUu							
Asiantuntijaryhmä	Standardointikomitea SK 8		x						
Asiantuntijaryhmä	Standardointikomitea SK 69		x						
Asiantuntijaryhmä	Standardointikomitea SK 82	AKo							
Asiantuntijaryhmä	STUL oppilaitosasiantuntijaryhmä	PHa, TLä							PJ, hankevalmisteluja
Asiantuntijaryhmä	Avoin automaatio ry	KKa, SWi							Verkostoituminen
Asiantuntijaryhmä	KNX Finland ry, hallitus	SWi							Verkostoituminen
Asiantuntijaryhmä	Älyverkko- työryhmä		PJä						
Asiantuntijaryhmä	TEM:n taustaryhmä (mittarointi ja energiayhteisöt)		PJä, KLu						
Asiantuntijaryhmä	TEM: Energiayhteisöjen verkkopalvelumaksurakenteet		PJä						
Asiantuntijaryhmä	TEM: Akateeminen sähkön siirtoliiketoiminnan regulaation arviointi		PJä						
Asiantuntijaryhmä	Talotekniikan RYL uudistus	JPJ							Verkostoituminen
Asiantuntijaryhmä	Sähkölämmitysfoorumin hallituksen asiantuntijajäsen	PHa							Verkostoituminen, hankekehitys

LIITE 3. Suunnitelma ja tulos

5 (5)

Tutkimus

Tavoite	Toimenpide	Tulos	
Datan systemaattinen kerääminen ja tallentaminen	Selvitetään ja luodaan pohja yhteiselle mitaus- ja kohdetietoaineistolle	Yhteinen datapankki ja vakioidut sopimusmallit	Dataa hankittu, käytetään yhdessä kehitettyä sopimusmallia; yhteinen toimintamalli vielä puuttuu
Mallinnus- ja simulointiympäristöt	Kootaan tieto käytettävissä olevista ohjelmistoista ja tutustutaan niiden käyttöön	Sähköenergiajärjestelmän simulointimalli eri ohjelmistoja yhdistämällä	Selvitys
”Kerrostalokonsepti”	Kootaan aineistoja erilaisten kohteiden sähköenergian käytöstä ja uusien kuormitustyyppien vaikutuksista	Kuvataan kaupunkimaisen rakentamisen sähköjärjestelmä	Tutkimusaineistoa koottu, jatkotutkintosuunnitelmat + opinnot aloitettu
Ekosysteemien kuvaus	Sähköenergiajärjestelmään liittyvien toimijoiden tehtäväkuvaukset ja merkitys kokonaisratkaisulle		tehdään RECO-yhteistyössä
Toimintaverkoston kehittäminen	Kootaan alan ja alueen toimijoiden yhteistyöryhmä (yhteistyössä esim. Smart Tampere-verkoston kanssa)	Yhteistyö vahvistunut eri toimijoiden välillä	SENECC-seminaarit RECO-yhteistyö
	yrittäjäverkoston selvitys		Ei toteutettu cov-19 aikana
	haastattelut, kyselyt		

LIITE 4. Hankkeen tuloksia

Esitelmät, koulutustilaisuudet

- Kulutusjoustot vakauttamaan sähkömarkkinoita. Eduskunnan kansalaisinfo-tilaisuus. 18.11.2022. Pirkko Harsia, Kari Kallioharju, Pertti Järventausta, Samuli Honkapuro
- Sähkölämmitteisten pientalojen ET-ilta, Parkano. 13.10.2022 Kari Kallioharju
- Tampereen korkeakoulu yhteisön (sähkö)energiatutkimus – erityisesti TAU/TAMK yhteistyö, Työsuojelurahaston vierailu Tampereen korkeakoulu yhteisössä, 6.9.2022, Pertti Järventausta ja Kari Kallioharju
- Sähköturvallisuuden koulutus ja tutkimus. Korkeakoulukoulutuksen opettajaseminaari. 17.8.2022 Pirkko Harsia
- Lähienergiayhteisöt, Granlund Oy:n Energiamurroshankkeen työpaja 21.6.2022, Pertti Järventausta
- Lähienergiayhteisöt ja verkkoliiketoiminnan valvonta, Paikallisvoima ry:n kesäseminaari 15.6.2022, Peurunka, Pertti Järventausta
- Fingrid Oy:n kantaverkkotoimikunnan vierailu 2.6.2022, Pertti Järventausta, Sami Repo ja Pekka Verho
- Sähköturvallisuuden koulutus ja tutkimus. Sähkö- ja hissiturvallisuuden neuvottelukunta 17.5.2022. Pirkko Harsia, Pertti Järventausta, Vesa Helminen (Tredu)
- Pirkanmaan energiatoimijoiden ”labrathron” kierros, Tampereen yliopisto, 21.4.2022, Pertti Järventausta
- Aurinkopaneelit taloyhtiöissä. TAMK konferenssi 2022. 3.2.2022 Aki Kortetmäki
- Prosumer Centric Energy Communities - towards Energy Ecosystem, SYK-Labin TKI-iltapäivä, 13.12.2021, Pertti Järventausta
- Sähköalan koulutustilanne. Sähkönaiset ryhmän kokous 7.12.2021. Pirkko Harsia
- Sähkö: töpselistä tuleva tusinahyödyke, ilmastonmuutoksen hillitsijä vai maailmanpolitiikan mullistaja? Juniversity/ Tiedekahvila. 18.11.2021. Pertti Järventausta, Pami Aalto
- Sähköalan koulutus ja yhteistyö 2021. STUL asiantuntijaryhmien seminaari 12.11.2021. Pirkko Harsia
- EPBD 2018 muutoksen vaikutuksia taloteknisiin järjestelmiin. Ekokumppanien Pirkanmaan KETS-foorumin rakennuttaja. 4.11.2021. Pirkko Harsia
- Lähienergiayhteisöt ja tulevaisuuden bisnesmallit, Karelian kommunikoiva Energia : Lähienergiayhteisöt yritysten näkökulmasta, Webinaari 25.5.2021, Pertti Järventausta
- Energiayhteisöt osana energiajärjestelmää, MTV3:n Suomiareenan paneelikeskustelu, 13.7.2021, Pertti Järventausta
- Energiayhteisöt osana energiajärjestelmää, Espoon kaupungin Kohti energiayhteisöjä-webinaari, 26.5.2021, Pertti Järventausta
- Energiayhteisöt osana energiajärjestelmää, Energiamurroksen haasteet ja mahdollisuudet – Suomen Akatemian Strategisen tutkimuksen neuvoston webinaari 1.12.2020, Pertti Järventausta
- Sektori-integraatio kaupungeissa ja alueilla. Energiaratkaisut + Rakentaminen. TEM sektori-integraatiotyöryhmä 20.11.2020. Pirkko Harsia.
- Siirtohinnoittelu ja verkkoliiketoiminnan valvonta, Energiateollisuus ry:n webinaari 29.10.2020, Pertti Järventausta
- Sähköalan koulutus ja yhteistyö. STUL asiantuntijaryhmien seminaari 23.10.2020. Pirkko Harsia
- Energiayhteisöt tulevaisuuden energiajärjestelmässä, 20-luvun energiemarkkinat – kestävää kilpailua vai kieltolakeja? -seminaari, Paikallisvoima ry:n vuosiseminaari 2020, 12.2.2020, Helsinki, Pertti Järventausta
- Energiayhteisöt osana energiajärjestelmää, Pirkanmaan KETS-foorumin rakennuttaja -tilaisuus 4.11.2020, Pertti Järventausta

- EPBD 2018 muutoksen vaikutuksia taloteknisiin järjestelmiin, Pirkanmaan KETS-foorumin rakennuttaja -tilaisuus 4.11.2020, Pirkko Harsia
- Energiayhteisöt tulevaisuuden energiaekosysteemissä, Aurinkosähkö pian mahdollista energiayhteisöille – olethan valmis? -seminaari 10.12.2019, Helsinki, Pertti Järventausta
- Sähkölämmitys osana resurssitehokasta sähköjärjestelmää. Ekokumppanit asiakasillat 5/2019. Pirkko Harsia, Kari Kallioharju.

Lukiotilaisuudet

- Sähköt poikki – mitä sitten. Luento. Tampereen klassillinen lukio 19.12.2022. Pirkko Harsia, Pertti Järventausta
- Sähköt poikki – mitä sitten. Luento. Lempäälän lukio 5.12.2022. Pirkko Harsia, Pertti Järventausta
- Sähkö osana ilmastonmuutoksen hillintää. Projektikurssi (3 pv) TEKLU 3/2022. Pirkko Harsia, Pertti Järventausta, Aki Kortetmäki, Anti Hilden
- Sähkö osana ilmastonmuutoksen hillintää. Alajärven, Evijärven, Härmän, Kauhavan, Lappajärven ja Vimpelin lukiot. Projektikurssi (2 pv) 3/2021. Pirkko Harsia, Pertti Järventausta, Aki Kortetmäki

Työryhmät

- Työ- ja elinkeinoministeriön asettama Älyverkkotyöryhmä, 2016-2018 (Pertti Järventausta jäsenenä)
- Työ- ja elinkeinoministeriön asettama taustaryhmä avustamaan mittarointiin ja energiayhteisöihin liittyvien älyverkkotyöryhmän ehdotusten ja puhtaan energian paketin toimeenpanossa, 2019-2020 (Pertti Järventausta jäsenenä)
- Työ- ja elinkeinoministeriön asettama akateeminen työryhmän koskien Energiaviraston sähkönsiirron ja -jakelun tariffien laskentamenetelmiä, 2021-2022 (Pertti Järventausta jäsenenä)
- Työ- ja elinkeinoministeriön työryhmä asettama työryhmä koskien energiayhteisöjä ja erillisten linjojen hyödyntämistä koskevia mahdollisia sääntelyn jatkokehitystarpeita, 2022-2023 (Pertti Järventausta jäsenenä)
- Työ- ja elinkeinoministeriön Sähkö- ja hissurvallisuuden neuvottelukunta, (2010-) 2018 – 2022 (Pirkko Harsia jäsenenä)
- RECO I hankkeen ohjausryhmä, 2021 -2022 (Pertti Järventausta ja Pirkko Harsia jäseninä)
- SESKO työryhmä SK 64 Pienjännitesähköasennukset, (2015-) 2018 – 2022 (Timo Lähteenmäki jäsenenä)
- SESKO työryhmä SK 205, Rakennusten elektroniikkajärjestelmät, 2018 – 2022 (Kari Kallioharju ja Sakari Uusitalo jäseninä)
- SESKO työryhmä SK 82, Aurinkosähköjärjestelmät, 2022- (Aki Kortetmäki jäsenenä)
- Sähköalan korkeakoulukoulutuksen asiantuntijaryhmä (pj), (2001-) 2018 – 2022 (Pirkko Harsia puheenjohtajana)
- Sähköalan korkeakoulukoulutuksen asiantuntijaryhmä 2018 – 2022 (Timo Lähteenmäki varajäsenenä)
- STUL korkeakouluvaliokunta, 2022 -> (Aki Kortetmäki varapuheenjohtajana)
- Avoin automaatio ry hallitus 2018 – 2022 (Kari Kallioharju jäsenenä)
- RYL kehitysryhmä, Talotekniikka 2019 – 2022 (Jussi-Pekka Juvela jäsenenä)
- ST kiinteistöautomaation asiantuntijaryhmä, 2019 – 2022 (Sakari Uusitalo puheenjohtajana)
- Sähköalan edunvalvontaryhmä, 2019 -2022 (Pirkko Harsia jäsenenä)
- Sähkölämmitysfoorumi ry hallitus, 2021 -2022 (Pirkko Harsia, asiantuntijajäsen)
- Tieto- ja turvateknisten järjestelmien suunnittelijapätevyyksien pätevyyslautakunta, 2021- 2022 (Satu Uusikauppila jäsenenä)
- SIL hallitus, oppilaitosyhteistyön kehittäminen, 2019 – 2022 (Timo Lähteenmäki jäsenenä)
- SIL hallitus, oppilaitosyhteistyön kehittäminen, 2022 – (Aki Kortetmäki jäsenenä)
- NAU-hankkeen ohjausryhmä, 2020 – 2022 (Pirkko Harsia jäsenenä)

Lausunnot ja kuulemiset

1. Järventausta Pertti, Asiantuntijalausunto eduskunnan talousvaliokunnalle hallituksen esitykseen HE 64/2020 vp eduskunnalle laeiksi sähkö- ja maakaasumarkkinoiden valvonnasta annetun lain ja Energiavirastosta annetun lain 1 §:n muuttamisesta, 10.6.2020
2. Järventausta Pertti, Siirtohinnoittelu ja verkkoliiketoiminnan valvonta, Esitys Omakotiliiton kansalaisaloitteen julkinen talousvaliokunnan kuulemistilaisuudessa, 24.2.2021
3. Järventausta Pertti, Asiantuntijalausunto Valtioneuvoston kirjelmään eduskunnalle ehdotuksesta Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukseksi Euroopan laajuisten energiainfrastruktuurien suuntaviivoista ja päätöksen N:o (EU) 347/2013 kumoamisesta (U 5/2021 vp), 10.3.2021
4. Järventausta Pertti, Asiantuntijalausunto eduskunnan talousvaliokunnalle koskien eduskunnalle jätettyä hallituksen esitystä HE 265/2021 vp sekä kansalaisaloitetta KAA 9/2020 vp, lakialoitteita LA 17/2020 vp ja LA 78/2020 vp sekä toimenpideoitetta TPA 7/2020 vp ja TPA 119/2020 vp, 17.3.2021 sekä 1.6.2021
5. Järventausta Pertti, Asiantuntijalausunto 8.6.2021 kirjattuun TEM:n vastineeseen koskien aikaisempaa lausuntoa ja valiokuntakuulemista liittyen erillisen linjan rakentamiseen, 9.6.2021
6. Järventausta Pertti, Lummi Kimmo, Lausunto koskien kuulemista Energiaviraston luonnoksesta harmonisoiduksi jakelumaksujen hinnoittelun rakenteeksi (diaarinumero 2114/400/2021), 24.6.2021
7. Järventausta Pertti, Honkapuro Samuli, Harsia Pirkko, Kallioharju Kari, Kysyntäjoustopuolue, kannanotto Eduskunnan energiaremonttiryhmälle 7.10. 2022.
8. Kortetmäki Aki, ST-kortti 13.31 uudistamisen lausunto, 3.3.2020
9. Harsia, Pirkko. Energiamurros ja osaaminen -raportti, Aalto yliopiston julkaisun käsikirjoituksen koulutusosuuden tarkistus, täydennys ja täsmentäminen. 2020
10. Harsia Pirkko, Kallioharju Kari, VNa luonnos Öljylämmityksestä luopumisen avustuksista pientaloissa, 31.5.2021
11. Harsia Pirkko, Kallioharju Kari, Nippala Eero, Lausunto Kaavoitus- ja rakentamislain ehdotukseen, 1.12.2021
12. Harsia Pirkko, Kallioharju Kari, Nippala Eero, lausunto Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin muutosehdotukseen, 31.3.2022
13. Harsia Pirkko, Ehdotus sähköturvallisuuslainsäädännön muutostarpeista yhdessä SÄTY:n kanssa Sähkö- ja hissiturvallisuuden neuvottelukunnalle, 25.11.2022

Mediaesiintymiset

8.5.2018	Yhteisillä linjoilla	Lehtiartikkeli	https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/julkaisut/yhteisilla-linjoilla/fq-yhteisilla-linjoilla-2018_pdf-finaal-id-147694.pdf
1.4.2019	Aamulehti	Lehtiartikkeli	https://www.aamulehti.fi/talous/art-2000007516327.html
23.1.2020	Rakennuslehti	Lehtiartikkeli	https://www.rakennuslehti.fi/2020/01/tamkin-opettajan-vuoden-sahkoinsinööri/
1.2.2020	Sähkö ja tele	Lehtiartikkeli	http://sahkotelelehti.fi/lehdet/st22020/#article/12/page/1-1
1.2.2020	Sähkö ja tele	Lehtiartikkeli	http://sahkotelelehti.fi/lehdet/st22020/#article/12/page/1-1
2.3.2020	Rakennuslehti	Lehtiartikkeli	https://www.rakennuslehti.fi/2020/03/tassa-nakyy-energiaturros-yha-useampi-sahkoasentaja-opiskelee-insinööriksi/
14.7.2020	YLE iltauutiset	Haastattelut TV/AV	
14.7.2020	YLE verkkosivut	Haastattelut	https://yle.fi/uutiset/3-11440600
12.10.2020	YLE ykkösaamu	Haastattelut TV/AV	https://areena.yle.fi/podcastit/1-50609155
12.10.2020	YLE iltauutiset	Haastattelut TV/AV	
15.10.2020	YLE verkkosivut	Haastattelut	https://yle.fi/uutiset/3-11596124
21.12.2020	Omakiinteistö	Lehtiartikkeli	https://www.omakiinteisto.com/lammon-talteenotossa-huomioitava-koko-rakennus/
8.2.2021	YLE verkkosivut	Haastattelut	https://yle.fi/uutiset/3-11777868
3.3.2021	Sähkö & Tele 3/2021	Lehtiartikkeli	http://www.sahkotelelehti.fi/lehdet/st32021/#article/14/page/1-1
9.3.2021	YLE verkkosivut	Lehtiartikkeli	https://yle.fi/uutiset/3-11818011
13.7.2021	MTV Suomiareena	Haastattelut	
1.2.2022	Sähkö- ja tele	Lehtiartikkeli	Saatavilla v. 2024
1.2.2022	Sähkö ja tele	Lehtiartikkeli	
4.4.2022	Omakiinteistö	Lehtiartikkeli	https://www.omakiinteisto.com/taloyhtion-remonteissa-syyta-huomioida-myo-ilmanvaihto/
21.5.2022	STUL jäsentiedote	Lehtiartikkeli	https://www.stul.fi/wp-content/uploads/2022/05/Jasentiedote_sm_2022_toukokuu_0905.pdf
6.9.2022	Iltalehti	Haastattelut	https://www.iltalehti.fi/talous/a/410fe10f-0a2d-464a-8228-581e1f6e5b2d
7.9.2022	YLE verkkosivut	Haastattelut	Kuinka kylmäksi mökin uskaltaa talvella päästää? Kallis sähkön hinta houkuttaa säästöihin, mutta siinä piilee isoja riskejä
8.9.2022	Aamulehti	Lehtiartikkeli	https://www.aamulehti.fi/kotimaa/art-2000009050717.html
16.9.2022	Talouselämä	Haastattelut	https://www.talouselama.fi/uutiset/ala-innostu-liikaa-sahkon-saastaminen-vaarin-tekee-tuhoa-talossa/4e5f2d3d-c8ba-4730-b068-bc02c831bed9
20.9.2022	Aamulehti	Haastattelut	https://www.aamulehti.fi/tampere/art-2000009070148.html
20.9.2022	Talouselämä	Lehtiartikkeli	https://www.talouselama.fi/uutiset/energiaa-voi-saastaa-laitteita-ajastamalla-ja-jopa-alyshuikulla-tama-olenainen-asia-kaikkien-tulisi-yymmartaa/b08738e1-5e87-49fb-af4a-82081646a642
21.9.2022	Aamulehti	Haastattelut	https://www.aamulehti.fi/kotimaa/art-2000009070150.html

11.10.2022	TAMK intra	Haastattelut	https://youtu.be/Utd1dPtdJOQ
14.10.2022	TAMK intra	Haastattelut	https://youtu.be/VxpLYGQ5iw8
17.10.2022	Ylä-Satakunta -lehti	Lehtiartikkeli	https://www.ylasatakunta.fi/teksti/sisalampotilan-laskeminen-1-asteella-pudottaa-energiankulutusta-5-prosentilla-6.53.112978.ad22d8c0a2
14.11.2022	Sähkö & Tele 7/2022: Messujulkaisu	Lehtiartikkeli	https://www.sil.fi/sahkojatele/lehtiarkisto/2022/sahko-tele-lehti-7-2022/
19.11.2022	YLE	Haastattelut TV/AV	https://yle.fi/a/3-12676880
28.11.2022	Iltä Sanomat	Lehtiartikkeli	https://www.is.fi/taloussanomat/art-2000009212200.html

Julkaisut

Lehtiartikkelit, ammattilehdet tai laajalle yleisölle suunnatut

- Järventausta, P., Ruostetsaari, I., Valkealahti, S., Harsia, P. Energiatutkimuksen verkosto korkeakouluille. Aamulehti mielipidekirjoitus 12.6.2018. <https://www.aamulehti.fi/mielipiteet/art-2000007305194.html>
- Harsia, P. Levin mökkipalon tulisi johtaa uusiin toimintamalleihin myös sähköasennuksissa ja niiden tarkastamisessa. Helsingin sanomat mielipidekirjoitus 20.1.2020. <https://www.hs.fi/mielipide/art-2000006377819.html>
- Kortetmäki, A., Harsia, P. Taloyhtiöistä energiayhteisöiksi. Sähkö&tele 3/2021. <http://www.sahko-telelehti.fi/lehdet/st32021/#/article/14/page/1-1>
- Kortetmäki, A. Aurinkopaneelit taloyhtiöön. Sähkö&tele 4/2021. <http://sahko-telelehti.fi/lehdet/st42021/#/article/10/page/1-1>
- Järventausta, P., Harsia, P. Tulevaisuuden energiaratkaisut perustuvat sähkötekniikkaan. Ehdotus Aamulehden mielipidepalstalle 25.5.2021. Ei julkaistu.
- Kortetmäki, A., Harsia, P. Pienkiinteistöjen energianhallinnasta tehonhallintaan. Sähkö&tele 7/2021.
- Kortetmäki, A. Taloyhtiöiden aurinkopaneelijärjestelmät vihdoin kannattavia. TAMK-konferenssi 2022. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-7266-66-3>
- Uusitalo, S. Käytännön tekeminen motivoi oppimaan. STUL jäsentiedote 5/2022. https://www.stul.fi/wp-content/uploads/2022/05/Jasentiedote_sm_2022_toukokuu_0905.pdf
- Kortetmäki, A. Aurinkopaneelit suunnitteilla? Näin teet onnistuneen investoinnin. Toolilainen 27.5.2022. <https://www.tool.fi/toolilainen-lehti/>
- Kortetmäki, A. Munchenin energia-alan suurtahtumassa: Laaja kattaus. Sähkö&tele 5/2022. <https://www.sil.fi/sahkojatele/lehtiarkisto/2022/sahko-tele-lehti-5-2022/>
- Harsia, P. Sähköalan korkeakoulukoulutus, Sähköala tarvitsee osaajia. Sähkö&tele 5/2022. <https://www.sil.fi/sahkojatele/lehtiarkisto/2022/sahko-tele-lehti-5-2022/>
- Harsia, P. Sähkölämmitys on mainettaan parempi lämmitystapa. Ehdotus mielipidepalstalle Helsingin sanomat 7.9.2022. Ei julkaistu.
- Harsia, P. Etälukumittareiden myötä teho-ohjausmahdollisuus on usein poistunut. Aamulehti 10.9.2022. <https://www.aamulehti.fi/lukijalta/art-2000009058723.html>
- Harsia, P. Sähköturvallisuus ammattikorkeakoulukoulutuksessa. Toolilainen 21.10.2022. https://www.tool.fi/wp-content/uploads/2022/10/TOOL_3_2022_netilehti.pdf
- Järventausta, P. Honkapuro, S., Harsia, P., Kallioharju, K. Sähkön tehopulaa sekä kysyntä- ja hintapiikkejä voidaan hallita älykkäällä kysyntäjoustolla. Mustread Akatemia. 25.11.2022. <https://www.mustread.fi/artikkelit/sahkon-tehopulaa-seka-kysynta-ja-hintapiikkejä-voidaan-hallita-alykkaalla-kysyntajoustolla/>
- Harsia, P., Järventausta, P. Sähkön säästäminen ja kulutuksen ajoitus ovat ”pikalaastareita” – Tarvitaan muutoksia hinnanmuodostukseen EU-vetoisesti. Lempäälän-Vesilahden Sanomat 27.12.2022. <https://lvs.fi/2022/12/29/sahkon-saastaminen-ja-kulutuksen-ajotus-ovat-pikalaastareita-tarvitaan-muutoksia-hinnanmuodostukseen-eu-vetoisesti/>

Tieteelliset julkaisut ja tutkimusraportit

- Koskela J., Rautiainen A., Lummi K., Järventausta P., Utilization of Households' Electrical Energy Storages with Power-Based Distribution Tariffs. IEEE Transactions on Power Systems, Volume 34, Issue 3, 2019, pp. 1693 – 1702
- Koskela J., Rautiainen A., Järventausta P., Using electrical energy storage in residential buildings – Sizing of battery and photovoltaic panels based on electricity cost optimization. Journal of Applied Energy, April 2019, p. 1175-1189
- Simolin T., Rautiainen A., Koskela J., Järventausta, P., Control of EV charging and BESS to reduce peak powers in domestic real estate. International Review of Electrical Engineering: IREE, Vol 14, No 1, 2019

- T. Simolin, A. Rautiainen, P. Järventausta, Control of EV charging to reduce peak powers in domestic real estate. Proceedings of the 25th international conference and exhibition on electricity distribution (CIRED), June 2019, Madrid, Spain
- Lummi K, Mutanen A., Järventausta P., Upcoming changes in distribution network tariffs – potential harmonization needs for demand charges. Proceedings of the 25th international conference and exhibition on electricity distribution (CIRED), June 2019, Madrid, Spain
- Simolin T., Järventausta P., Rautiainen, A., Assessment of Prediction Uncertainties in EV Charging Management. Jul 2020, International Review of Electrical Engineering. 15, 4, p. 262-271
- Koskela J., Mutanen A., Järventausta, P., Using Load Forecasting to Control Domestic Battery Energy Storage Systems. Aug 2020, In: Energies. 13, 20 p.
- Koskela J., Rautiainen A., Kallioharju K., Harsia P., Järventausta P., Effect of the Electricity Metering Interval on the Profitability of Domestic Grid-Connected PV Systems and BESSs. 2020, International Review of Electrical Engineering: IREE. 15, 2, p. 164-173
- Simolin T., Rauma K., Järventausta P., Rautiainen A., Optimised controlled charging of electric vehicles under peak power-based electricity pricing. IET Smart Grid, Volume 3, Issue 6, Dec 2020, p. 751-759
- Lummi K., Järventausta P., Kulmala A., Aspects of development needs for distribution network tariffs in the case of energy communities as new emerging user types. Proceedings of the 26th international conference and exhibition on electricity distribution (CIRED), September 2021, Geneva, Switzerland
- T. Simolin, K. Rauma, R. Viri, J. Mäkinen, A. Rautiainen, P. Järventausta, Charging powers of the electric vehicle fleet: Evolution and implications at commercial charging sites”, Applied Energy, vol. 303, Dec. 2021
- Penttinen, S-L, Nippala, E., Kallioharju, K. Energy Efficiency in the 'Fit for 55' Framework: Increasingly Ambitious Targets Coupled with Hardening Governance. OGEL 1 (2022), in Energy Transition. <https://www.ogel.org/article.asp?key=4009>
- Hu, M., Nippala, E., Kallioharju, K. Pelsmakers, S. Monte Carlo simulation approach to understand the cost variance for energy retrofit projects: comparative study of Finland and the United States Construction Management and Economics Volume 40, 2022 - Issue 3: Sustainable Building Renovation – Strategies and processes. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01446193.2022.2034906?journalCode=rcme20>
- Uusitalo, S. Verification of Energy Efficiency Measures in Three Apartment Buildings Using Gaussian Process. CLIMA 2022. <https://doi.org/10.34641/clima.2022.63>
- Mäkinen, A., Saari, S., Uusitalo, S., Juvela, J-P., Kakko, L. Placement and utilization of CO2 measurements in the ventilation and occupancy assessments CLIMA 2022. <https://doi.org/10.34641/clima.2022.68>
- Kortetmäki, A., Harsia, P., Kallioharju, K. Keinoja sähkötehohippujen hallintaan asuinkiinteistöissä. ST-esimerkit 12. Sähkötieto ry. 2022
- Honkiniemi, M., Kortetmäki, A. Asiakas energiavaikuttajana. Auditointiraportti. 2020. Ei julkinen.
- Kukka Leppänen, Pertti Järventausta, Älykkään korttelin demonstraatiot. Tutkimusraportti, 2022, 46 s.

Diplomityöt, suoraan hankkeeseen liittyvät

- Aki Kortetmäki, Hajautettujen energiaresurssien vaikutus pienkiinteistön sähkösuunnitteluun, 2018
- Riikka Hirvelä, Sähköauton latauksen mallintaminen osana kiinteistön sähköverkon laskentaa, 2019
- Juuso Pusa, Asunto-osakeyhtiöt energiayhteisönä, 2021.

Diplomityöt, yrityksissä tehdyt aihepiiriin läheisesti liittyvät työt

- Ville Kuusisto, Kysyntäjoustopotentialin kaupallistaminen Turku Energiassa, 2018
- Jari Aunio, Sähkön kysyntäjoustopotentialin toteuttaminen kotitalouksissa ja kysyntäjoustopotentialin hyödyntäminen sähkömarkkinoilla, 2018
- Toni Simolin, Sähköajoneuvojen latausjärjestelmän ja –keskuksen kehittäminen, 2018
- Kristiina Siilin, Asiakkaiden sähkövarastojen joustomahdollisuudet energiayhtiölle ja joustopotentialin asiakasarvolupaukset, 2019

- Antti Laalahti, Sähköautojen kotilatauksen vaikutukset sähkönjakeluverkon jännitteen laatuun, 2019
- Lauri Eskola, Pienasiakkaiden tehomaksun käyttöönoton periaatteet, 2019
- Elina Mäki, Keskisuurten ja pienten kuluttajien kysyntäjouaston laitteet ja kannattavuus
- Olli Latvanen, Sähkómittareiden mahdollistaman kulutusjouaston tuottomahdollisuudet, 2020
- Aki Haapatalo, Kiinteistökohtaisella mikroverkolla toteutetun kysynnän jouaston potentiaali, 2020
- Ville-Pekka Haukijärvi, Energiayhteisöjen liiketoimintamallit ja niihin liittyvät kannusteet, 2020
- Teemu Parkkari, Tehopohjaisen siirtotuotteen kehittäminen pienasiakkaille jakeluverkkoyhtiössä, 2021
- Anne Saarenhovi, Asuinrakennusten ja kaupallisten kohteiden energia- ja kustannustehokkaat latausratkaisut, 2021
- Miika Lundell, Maalämpökerrostalojen verkostovaikutukset, 2021
- Emmi Karppanen, Aurinkovoimala ja sähköautojen latausinfra osana asuinkiinteistön energiajärjestelmää: Energiayhteisöt kannattavan palveluliiketoiminnan lähtökohtana, 2022
- Ina Saarinen, Pikkotalokylän energiayhteisömallien ja energiaratkaisujen konseptisuunnitelma, 2022

Väitöskirjat

- Simolin Toni, Electric Vehicle Charging Load Management : Algorithm and Modelling Perspectives. Dissertation, Tampere University, 2022 (<https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-03-2505-3>)