

## STEK hakulomake

### Projektin tavoite

Arvoa Fiksusta Rakennuksesta -hanke (ARVO) tähtää uusien liiketoimintamahdollisuuksien luomiseen rakennuksesta kerättävän tiedon ja tiedosta jalostettavan lisäarvon avulla. Tämä edellyttää tiedon harmonisointia, visualisointia ja analysointia. HAMKin tavoitteet keskittyvät erityisesti rakennuksen älykkäiden LVISA-järjestelmien integraation ja ohjauksen optimointiin rakennuksen käyttäjän ja palveluntarjoajan näkökulmasta.

Tavoitteena on luoda viitekehys rakennuksen sisäisten toimintojen hallintaan hyödyntäen kehittyneitä koneoppimisalgoritmeja, 3D visualisointia, rakennuksen talotekniikkajärjestelmien integraatiota, sekä LVIS-järjestelmien tarvelähtöistä ohjaamista kysyntäjoustopon mahdollistamiseksi.

Hankkeen suunnittelun lähtökohtana on yrityskumppaneiden liiketoimintatarpeet sekä aiemmissa kehityshankkeissa todennetut käytännön haasteet. HAMKin strategisena tavoitteena on integroida rakennusten tietojärjestelmät yhdeksi joustavaksi kokonaisuudeksi, jotta voidaan tehokkaasti hallita rakennuksen toimintoja ja tietoperusteista päätöksentekoa energiatehokkuuden, sisätilojen terveellisyyden ja mukavuuden sekä ohjauksen ja kunnossapidon alueilla. uuden tiedon tuottaminen painottuu energian kysynnän täsmällisen ennustamiseen, energiansäästön maksimointiin, sähköverkon laadun ylläpitämiseen ja kysyntäjoustopon mahdollistamaan kulutushuippujen tasaamiseen.

Tutkimuksessa toteutetaan laajoja käytännön kokeiluja, joissa tutkitaan ja verifioidaan koneoppimisalgoritmien suorituskykyä ja tuottamia tuloksia tieteellisesti todennettavien menetelmin. Lisäksi tutkimuksessa määritellään viitekehys rakennusympäristön eri osapuolten yhteistoiminnalle, esimerkiksi Office365 –ympäristöön. Yhteistoimintaympäristö mahdollistaa rakennuksen käyttökokemuksen edistämisen yhdistämällä ohjauksen visualisoinnin moderneihin työkaluihin, kuten ääniavustajaan ja liiketoiminnan analytiikkaan. Projektin tulosten perusteella luodaan uusia palvelumalleja, joilla saavutetaan win-win-tilanne liiketoimintamahdollisuuksien kasvattamisessa ja rakennusten elinkaarenaikaisten ympäristövaikutusten vähentämisessä. Hankkeen tulokset verifioidaan pilottikohteissa, ja lopputuloksena tuotetaan uusia liiketoimintamahdollisuuksia rakennuksista kerättävästä datasta. Kaikki projektissa tuotetut tutkimustulokset ovat julkisia. Liitteessä 1 esitetään hankkeen työpakettien nivoutuminen rakennusdatasta arvoa tuottavaksi kokonaisuudeksi.

#### HAMKin rooli ja tavoitteet

HAMKin tutkimus keskittyy rakennuksen energiatehokkuuteen ja rakennuksen hyvinvointiin, sekä rakennuksesta kerättävän tiedon, ja tiedosta tehtävien johtopäätelmien 2D- ja 3D-visualisointiin.

Rakennusten energian säästö on keskeinen toimenpide etsittäessä ratkaisuja ilmaston lämpenemisen haasteisiin. Tarpeen mukainen lämmitys ja ilmanvaihto edellyttävät jatkuvaa mittausta, säätöä ja

ohjauksen integraatiota. Säästö- ja optimointitoimenpiteiden reunaehtoina ovat rakennuksen terveellisyys ja viihtyvyys. Tinkimättä käyttömukavuudesta ja puuttumatta rakennerratkaisuihin energiaa voidaan säästää:

1) Kuluttajälähtöisellä kysyntäjoustolla

Kuluttajälähtöinen kysyntäjoustomalli on edistyneempi vaihtoehto pörssisähkölle. Malli mahdollistaa nykyistä merkittävämmän taloudellisen säästön suoraan kuluttajalle ja sähkön tuottajalle. Ennakoivat valinnat mahdollistavat myös sähköverkon kuormituksen tasaamisen ja toiminnan yleistyessä vähentävät varavoiman tarvetta sekä parantavat sähkön laatua taajuusvaihteluja minimoimalla.

2) LVISA-järjestelmien toiminnan optimoinnilla

Tavoitteena on yhdistää laaja-alaiset online-mittaukset ja rakennuksen käyttäjäkokemus rakennuksen integroituun ohjausjärjestelmään. Tekoälyä hyödyntäen muodostetaan rakennuksen sisäilman laatuindeksi. Online-mittausten perusteella ohjataan rakennuksen lämmitystä ja ilmanvaihtoa. Hankkeessa tehdyt teknologiavalinnat perustuvat aiempiin tutkimustuloksiin ja tutkimustyöhön.

HAMKin tutkimuksen painopisteet ja työpakettien sisältökuvaus on tutkimussuunnitelmassa (Liite2).

HAMKin tutkimustoiminnan toimenpiteet kiteytyvät seuraaviin vaiheisiin, joiden tarkempi kuvaus on esitetty liitteenä olevassa tutkimussuunnitelmassa:

- Taustaselvitykset sisältäen saatavilla olevia tapaustutkimuksia
- Pilottikohteiden profilointi, pilottien määrittely sekä datan keruu ja rajapintamäärittely
- Data-analytiikka, AI-avusteinen algoritmikehitys ja visualisointi
- Toteutus ja tulosten verifiointi, käyttäjille suunnattu kyselytutkimus
- Kustannustehokkuuslaskelmat
- Pilottijakson kokonaisarviointi ja korjaavat toimenpiteet
- Liiketoimintamahdollisuuksien kartoitus

Raportointia ja viestintää toteutetaan koko tutkimushankkeen ajan eri foorumeilla ja kohdennetusti eri kohderyhmille, ml. teollisuus ja akatemia, julkinen ja kolmas sektori sekä kuluttajat. Tutkimushankkeen kokonaisvaltainen viestintävastuu on HAMKilla.

## Projektin vaiheet/osaprojektit

Projekti toteutetaan tutkimussuunnitelman mukaisesti kahdessa vuodessa. Kukin tutkimuskonsortion osapuolista vastaa ja koordinoi nimettyjen työpakettien toteutumisesta, siten että tarpeenmukaisesti hyödynnetään konsortion eri osapuolten osaamisperustaa. Edelleen, hankkeessa on mukana voittoa tavoittelemattomia yhdistyksiä, joiden osaamista ja verkostoja hyödynnetään vaikuttavuuden saavuttamiseksi.

Hankkeen päärahoitus haetaan syyskuun loppuun mennessä. Rahoituspäätöstä odotetaan noin kuukauden kuluessa hakemuksen jätöstä. Hanke käynnistetään heti päätöksen saavuttua.

Hanke koostuu kaikkiaan 15 työpaketista (tarkempi kuvaus liitteissä: Liite 1: arvon muodostuminen työpaketeista, Liite 2: tutkimussuunnitelma), joista HAMK vastaa seuraavista osista:

### TP1: Hankkeen johtaminen

Työpaketissa 1 HAMK vastaa hankkeen johtamisesta omalta osaltaan. Tutkimuskonsortion vetäjänä toimii Jyväskylän Yliopisto.

### TP2: Viestintä

HAMK vastaa hankekonsortion sisäisestä tiedonkulusta ja tutkimustulosten levittämisestä sekä kotimaassa että kansainvälisesti hyödyntäen konsortiokumppanien verkostoja.

Työpaketti kattaa keskeiset projektiviestinnän toimet konsortion sisäisestä tiedonkulusta tutkimustulosten levittämiseen. Työpaketti tukee tutkimuksen toteuttamista sekä tulosten hyödyntämistä. Konsortio tarvitsee sisäisen viestinnän kanavia ja välineitä tutkimustavoitteiden saavuttamisen mahdollistamiseksi. Ulkoinen viestintä näkyy mm. oikein kohdennettuina julkaisuina, konferensseina sekä muina tutkimustulosten levittämiseen soveltuvina toimina. Yhteistyöhön tutkimusprojektin tulosten levittämisessä ovat sitoutuneet myös Energiavirasto, Suomen LVI-yhdistys SULVI sekä Allergia- ja astmaliitto.

Toimenpiteet:

- Laaditaan projektiviestintäsuunnitelma, jossa mm.
  - Tunnistetaan erilaiset sisäiset ja ulkoiset kohderyhmät sekä niiden tarpeet
  - Määritellään työpakettien tavoitteisiin perustuvat kohderyhmäkohtaiset ydinviestit
  - Määritellään ja otetaan käyttöön sekä sisäiset että ulkoiset viestintäkanavat ja -välineet
  - Asetetaan viestinnän mittarit, joilla hankkeen aikana mitataan tiedon levityksen tuloksia.
- Tehdään julkaisusuunnitelma ja huolehditaan sen toteutumisesta.
- Toimitaan viestintämateriaalien sisällöntuottajana ja hallinnoijana.

- Suunnitellaan ja koordinoidaan tiedon levittämiseen tarkoitettuja tilaisuuksia ja tapahtumia sekä mahdollista tutkijavaihtoa.
- Järjestetään projektin kick-off -tapahtuma, väliseminaari ja loppukonferenssi.
- Osallistutaan alan avaintapahtumiin, kuten
  - Rakennusfysiikka-seminaari (TUNI)
  - Smart Cities in Smart Regions (LAMK)
  - Automaatiopäivät (Suomen Automaatioseura)
  - Beyond (HAMK)
  - REHVA Seminar (Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations)
  - NSB 2020 Symposium on Building Physics (Tallinn University of Technology)
- Mahdollistetaan lyhytkestoinen tutkijavaihto (1-4 viikkoa) työpaketin TP11 Kuluttajalähtöinen kysyntäjousto tulosten varmistamiseksi ja osaamisen vahvistamiseksi kv-kumppanin kanssa.

#### Tulokset:

- Tutkimustulosten kaupallisen hyödyntämisen vauhdittaminen, keinoina
- Tutkimustulosten levittäminen
- Suunnitelmallinen julkaisu- ja toiminta
- Kohderyhmäkohtaiset tapahtumat
- Tulevan kansainvälisen yhteistyön edistäminen

#### TP10: Terveellinen rakennus

Sisäilman laatumittausten hyödyntäminen taloautomaation ohjauksessa. Selvitetään kaupallisten toimijoiden käyttämien sisäilman laatuindeksien määrittely ja yhteensopivuus Euroopassa käytössä olevien kansainvälisten ja kansallisten sisäilmastandardien kanssa.

Rakennusten energian säästö on keskeinen toimenpide etsittäessä ratkaisuja ilmaston lämpenemisen haasteisiin. Rakennusratkaisujen lisäksi energiaa voidaan säästää LVISA-järjestelmien toimintaa optimoimalla. Käytännössä tämä tarkoittaa tarpeenmukaista mittausta, säätöä ja ohjausta. Säästö- ja optimointitoimenpiteiden reunaehtoina ovat rakennuksen terveellisyys ja viihtyvyys. Suomen lainsäädännössä (Finlex 545/2015) määritellään asuntojen ja muiden oleskelutilojen terveydelliset olosuhteet. Lisäksi Suomen Sisäilmayhdistys Ry on antanut suositukset hyvästä sisäilmasta.

Nykyiset sisäilman laatua määrittävät mittaukset perustuvat näytepohjaiseen laboratorioanalytiikkaan. Tämän lisäksi markkinoille on viime vuosina syntynyt palvelutoimintaa sisäilman perusparametrien online-seurantamittauksiin. Näitä parametreja ovat mm. lämpötila, hiilidioksidi, kosteus ja pienhiukkaset.

Tavoitteena on yhdistää laaja-alaiset online-mittaukset ja rakennuksen käyttäjäkokemus. Tekoälyä hyödyntäen muodostetaan rakennuksen sisäilman laatuindeksi. Hankkeessa tehdyt teknologiaavainratkaisut perustuvat aiempiin tutkimustuloksiin ja hankeyhteistyöhön.

#### Toimenpiteet:

- Selvitetään eri rakennustyyppien ominaispiirteet ja vaatimukset sisäilman laadun mittaamiseksi ja määrittämiseksi.
- Tutkitaan olemassa olevan datan hyödyntämismahdollisuudet ja analysoidaan tarvittavat jatkotoimenpiteet. Tömenpiteen yhtenä mittausdatan keräämiskohteena on TP 15 Pilotit Metropolian Myllypuron kampus, jossa mitataan tällä hetkellä suureita CO<sub>2</sub>, T, PIR, rakennekosteus, energiankulutus ja aurinkoenergian tuotto.
- Valitaan ja profiloidaan pilottikohteet sekä selvitetään rakennusten nykytila.
- Määritellään online-mittaukset ja käyttäjäkokemusten seurantamenetelmät.
- Kerätään dataa pilottikohteista vuorokauden ja vuodenaikojen vaihtelut huomioiden.
- Analysoidaan kerätty data tekoälyalgoritmien avulla (aikasarja-analyysi ja klusterointitekniikat, kuten two-step PCA, k-Shape ja Matrix Profile).
- Selvitetään kaupallisten toimijoiden käyttämien sisäilman laatuindeksien määrittely ja yhteensopivuus Euroopassa käytössä olevien kansainvälisten ja kansallisten sisäilmastandardien kanssa, kuten Bundesgesundheitsblatt 55(2): 279-290 (2012) Saksassa ja ISO16000-sarja.
- Muodostetaan rakennuksen sisäilman laatu luokitus hyödyntäen olemassa olevia tutkimustuloksia.
- Tuetaan yrityskumppaneita sisäilman laatu luokituksen verifiointissa.
- Hyödynnetään sisäilmamittausten havaintoja ja laatu luokitusta taloautomaation ohjauksessa.

#### Tulokset:

- Menetelmäkuvaus rakennuksen sisäilman laadun todentamiseksi
- Selvitys sisäilman online-mittausten ja käyttäjäkokemusten vastaavuudesta
- Sisäilman laatu luokituksen määrittely
- Pilotti sisäilman laatu mittausten hyödyntämisestä taloautomaation ohjauksessa
- Vähintään kaksi kansainvälistä julkaisua

#### TP11: Kysyntäjousto

Nykyiset kysyntäjoustopmallit on rakennettu sähkön tuottajan näkökulmasta lähinnä suurille teollisuusasiakkaille. Työpaketissa luodaan pilottikohteista kerätyn tiedon pohjalta verifioitu säädettävän kuorman malli ja kuluttajalähtöinen kysyntäjousto.

Nykyiset kysyntäjoustopmallit on rakennettu sähkön tuottajan näkökulmasta lähinnä suurille teollisuusasiakkaille. Työpaketin taustalla ovat sähkön tuotantoon ja kulutukseen liittyvät seikat; sähkön tarve ja tuotanto eivät ole tasaisia. Smart Gridin näkökulmasta toiminta on nyt yksipuolista eli kuluttajalla ei ole omilla kulutustottumuksillaan mahdollisuutta vaikuttaa kuluttamansa sähkön yksikköhintaan.

Kuluttajalähtöinen kysyntäjoustopmalli on edistyneempi vaihtoehto pörssisähkölle. Malli mahdollistaa nykyistä merkittävän taloudellisen säästön sekä kuluttajalle että sähkön tuottajalle. Kuluttajan ennakoivat valinnat mahdollistavat myös sähköverkon kuormituksen tasaamisen ja vähentävät varavoiman tarvetta sekä parantavat sähkön laatua taajuusvaihteluja minimoimalla.

Sähköverkkoyhtiön sopimusmallit ja syntyvien liiketoimintamallien taloudellinen kannattavuus asettavat reunaehdot kuluttajalähtöiselle kysyntäjoustopmallille. Työpaketissa käytetään Fingridin tarjoamaa FCR-

N-mallia, joka tarkoittaa taajuusohjattua käyttö- ja häiriöreserviä 0,1 MW:n minimitarjouskoolla, jossa kokonaissäästö on 14 €/MWh (2018).

Tavoitteena on jo valmisteluvaiheessa rakentaa laaja hankeconsortio, jolla on kiinnostusta tutkimustulosten kaupallistamiseen. Hankkeen yhtenä tavoitteena on viestinnällä osallistaa myös hankkeen ulkopuolisia organisaatioita hyödyntämään hankkeen tuloksia kaupallisesti. Hankkeessa tehdyt teknologiavalinnat perustuvat alan käytänteisiin, aiempiin tutkimustuloksiin ja uusien ratkaisujen pilotointiin.

#### Toimenpiteet:

- Valitaan pilottikohteet: pientaloalue ja julkisrakennuskohteista koostuva kokonaisuus.
- Selvitetään säädettävien kuormien kapasiteetti pilottikohteissa
- Kerätään energiankulutuksen historiatiedot pilottikohteista ja analysoidaan dataa tekoälyavusteisesti. Käytettäviä menetelmiä ovat aikasarja-analytiikka ja klusterointitekniikat (kuten k-Shape ja Matrix Profile).
- Toteutetaan lyhytkestoinen tutkijavaihto (1-4 viikkoa) osaamisen vahvistamiseksi ja kv-yhteistyön vauhdittamiseksi kumppaniyhtiöiden kanssa.
- Luodaan analysoidun datan perusteella yleinen säädettävän kuorman malli, jota voidaan hyödyntää vastaavissa kohteissa kuluttajälähtöisen kysyntäjoustopilottimiseksi.
- Verifioidaan säädettävän kuorman malli minimissään kolmessa vastaavassa kohteessa.
- Toteutetaan kysyntäjoustopilotti pilottikohteessa: laitemäärittelyt, hankinta ja käyttöönotto
- Suunnitellaan, toteutetaan ja testataan ohjaus- ja säätöalgoritmit
- Neuvotellaan sopimus sähköverkkoyhtiön kanssa
- Verifioidaan ja raportoidaan toteutettu järjestelmä sähköverkkoyhtiölle sekä pilottikohteen omistajalle
- Arvioidaan kysyntäjoustopilottin kustannustehokkuutta, käytettävyyttä ja sen vaikutusta viihtyvyyteen pilottikohteessa.

#### Tulokset:

- Verifioitu säädettävän kuorman malli
- Kuluttajälähtöisen kysyntäjoustopilotti
- Uuteen kysyntäjoustopilottin perustuvien ratkaisujen liiketoimintapotentiaalin arviointi - linkki työpakettiin TP3 Liiketoimintamallit
- Vähintään kaksi kansainvälistä julkaisua

#### TP12: Tietojärjestelmien visualisointi

Yhdistetään rakennuksesta saatavilla oleva tieto (esim. BIM-malli) ja hankkeen aikana syntyvä uusi data visuaaliseksi kokonaisuudeksi. Luodaan käyttäjäryhmäkohtaiset käyttöliittymät esim. huoltohenkilöstölle, vartiointinille, pelastusviranomaisille tai opiskelijoille.

#### Tavoitteet:

Tällä hetkellä julkisen rakennuskannan tietojärjestelmät eivät ole ajan tasalla tai integroituja. Ajantasaisen tiedon koostaminen järjestelmistä rakennuksen omistajalle, huollosta vastaavalle taholle tai tilojen käyttäjälle on monimutkaista ja hidasta. Uudisrakentamisen aikana luodun sähköisen BIM-mallin tiedot eivät välity rakennusvaiheesta käyttövaiheeseen.

Rakennuksen tietojärjestelmien käyttäjäkeskeinen visualisointi mahdollistaa sekä kokonaiskuvan että yksityiskohtaisen, myös huonekohtaisen, tilannekuvan rakennuksesta. Ratkaisussa yhdistetään rakennuksesta saatavilla oleva tieto ja hankkeen aikana syntyvä uusi data visuaaliseksi kokonaisuudeksi.

Rakennuksen mallintamisen lisäksi tietoa kerätään esimerkiksi olosuhteista, kuten lämpötilasta, kosteudesta ja valaistuksesta, tilojen käyttöasteesta, energian kulutuksesta ja käyttäjien palautteesta.

Hallinnalla tarkoitetaan käyttäjäryhmäkohtaisesti profiloitua, visuaalista käyttöliittymää. Käyttäjäryhmiä voivat olla esimerkiksi oppilaitoskohteessa huoltohenkilöstö, vartiointi, pelastusviranomaiset, opettajat, opiskelijat ja vierailijat.

Rakennuksen tietojärjestelmien käyttäjäkeskeinen visualisointi parantaa rakennuksen elinkaaren hallintaa ja auttaa rakennuksen jälleenmyyntiarvon määrittämisessä. Lyhyen aikavälin hyötyinä ovat käyttömukavuuden lisääntyminen sekä huoltotietojen ajantasaisuus.

#### Toimenpiteet:

- Selvitetään, millaisia visualisointeja julkisrakennuksista on toteutettu (julkinen tutkimus, kuten Aallon BIM-ryhmä ja Tampereen Yliopiston VARPU-hanke).
- Valitaan yksittäiset pilottirakennukset ja selvitetään olemassa oleva dokumentaatio tietojärjestelmistä.
- Määritellään rakennuksesta eri teknologioiden avulla kerättävä tieto.
- 3D-mallinnetaan rakennus hyödyntäen laserkeilausta, paikkatietoa ja neuroverkkoalaskentaa (Generative Adversarial Networks). Kehitetään tekoälyratkaisut käyttöasteen ja olosuhteiden ennakointiin yhteistyössä Metropolian ja Jyväskylän yliopiston kanssa.
- Integroidaan olemassa oleva dokumentaatio, uusi tieto ja 3D-malli visuaaliseksi kokonaisuudeksi.
- Rakennetaan visuaalisen kokonaisuuden päälle profiloitua, käyttäjäkohtaiset käyttöliittymät.
- Testataan käyttöliittymän integroituvuutta tyypillisiin työympäristöihin, kuten Office365, ja PowerBI.
- Pilotoidaan visualisointia valituissa rakennuskohteissa. Pilottijakson pituus on kolme kuukautta.
- Arvioidaan pilottijakson onnistumista historiadatan tilastoanalyysillä ja käyttäjille suunnatulla kyselytutkimuksella.
- Suunnitellaan ja toteutetaan korjaavat toimenpiteet arvioinnin tulosten perusteella.

#### Tulokset:

- Kirjallisuustutkimus tyypillisimmistä olemassa olevista visualisoinneista
- Rakennuksen 3D-mallintamisen menetelmäkuvaus
- Pilottikohteisiin toteutettu, arvioitu ja tulosten perusteella korjattu visualisointi- ja käyttöliittymäratkaisut

- Vähintään kaksi kansainvälistä julkaisua



## Miten projekti edistää STEKin painopistealueisiin liittyviä tiedon tarpeita?

Rakennusten energian säästö on keskeinen toimenpide etsittäessä ratkaisuja ilmaston lämpenemisen haasteisiin. Tarpeen mukainen lämmitys ja ilmanvaihto edellyttävät jatkuvaa mittausta, säätöä ja ohjauksen integraatiota. Säästö- ja optimointitoimenpiteiden reunaehtoina ovat rakennuksen terveellisyys ja viihtyvyys. HAMKin keskeiset toimenpiteet ARVO-hankkeessa kiteytyvät energiansäästötoimenpiteisiin tinkimättä käyttömukavuudesta ja puuttumatta rakenneratkaisuihin:

### 1) Kuluttajalähtöinen kysyntäjousto

Kuluttajalähtöinen kysyntäjoustoprojekti on edistyneempi vaihtoehto pörssisähkölle. Malli mahdollistaa nykyistä merkittävämmän taloudellisen säästön suoraan kuluttajalle ja sähkön tuottajalle. Ennakoivat valinnat mahdollistavat myös sähköverkon kuormituksen tasaamisen ja toiminnan yleistyessä vähentävät varavoiman tarvetta sekä parantavat sähkön laatua taajuusvaihteluja minimoimalla.

### 2) LVISA-järjestelmien toiminnan optimoinnilla

Tavoitteena on yhdistää laaja-alaiset online-mittaukset ja rakennuksen käyttäjäkokemus rakennuksen integroituun ohjausjärjestelmään. Tekoälyä hyödyntäen muodostetaan rakennuksen sisäilman laatuindeksi. Online-mittausten perusteella ohjataan rakennuksen lämmitystä ja ilmanvaihtoa. Hankkeessa tehdyt teknologiavalinnat perustuvat aiempiin tutkimustuloksiin ja tutkimustyöhön.

### HAMKin vetämät työpaketit fokuoitetut STEKin painopistealueisiin:

- Sähköisten järjestelmien energiatehokkuus: sähkönkulutuksen tehostaminen ja älykkäät sähköjärjestelmät
- Sähköisten järjestelmien energiatehokkuus: kokonaisenergiankulutuksen vähentäminen, älykkäät sähköjärjestelmät ja uudet teknologiat
- Älyteknologian hyödyntäminen sähköntuotannossa ja kulutuksessa: älykäs talotekniikka, älykäs sähköverkko ja sen sovellukset

HAMKin tavoittelemat tulokset (Liite2: Tutkimussuunnitelma) hyödyntävät laajasti energia- ja rakennusalan toimijoita, yksityisestä kuluttajasta julkisiin toimijoihin, ja edelleen yksityis- ja kolmannen sektorin toimijoihin. Arvoa fiksusta rakennuksesta -hankkeen päätavoitteena on löytää merkittäviä liiketoimintamahdollisuuksia rakennuksesta mitattavasta tiedosta. STEKin mukaantulo hankkeeseen mahdollistaa tulosten jakamisen laajemmalle yleisölle: Energiateollisuus ry:n ja Energiaviraston kohderyhmänä ovat paitsi energiayhtiöt, myös energia-alan päättäjät, SULVIN verkosto kattaa LVI-alan toimijat ja Allergia- ja astmaliiton taas kuluttajien erityisryhmät. STEKin mukaantulo hankkeeseen laajentaa hankkeen kohderyhmää sähköalan toimijoihin sekä kuluttajiin.

Hankkeen osittaisrahoituksesta on neuvoteltu Energiategollisuuden Sähkötutkimuspoolin kanssa, ja pooli suhtautuu rahoitukseen alustavan positiivisesti (Liite3, Sähkötutkimuspoolin viesti, liitetty hakemukseen poolin asiamiehen luvalla). Viestinnällinen yhteistyö Energiaviraston, SULVIN ja Allergia- ja astmaliiton kanssa toteutuu hankkeen julkisissa tapahtumissa ja tulosten julkaisuverkostoissa.

Hankkeen osarahoitusta esitetään rahoitettavaksi Sähköturvallisuuden edistämiskeskus STEK ry:lle seuraavista syistä:

- HAMKin tutkimuksellinen osuus kiteytyy energian kysyntäjoustopmallin kehittämiseen, älykkään ja oppivan tekoälyalgoritmin avulla. Malli tähtää energiaverkon kuormituksen tasaamiseen, ja se pilotoidaan ja verifioidaan käytännön kohteessa.
- Hankkeessa kehitettävä kysyntäjoustopmalli tähtää energiamarkkinoiden hajauttamiseen sekä yksittäisen kuluttajan mahdollisuuteen vaikuttaa energiatalouteensa ja resurssitehokkuuteen
- Kehitettävän kysyntäjoustopmallin tekniset ratkaisut valitaan yritysneuvottelujen ja kilpailutuksen pohjalta tarvelähtöisesti noudattaen avoimen tieteen ja aineiston periaatteita
- Hanke tukee osaltaan energiaverkkojen avaamista kaksisuuntaiseksi ja motivoi kustannussäästöinä kuluttajia hyödyntämään kysyntäjoustopmallia. Energiayhtiöille kuluttajalähtöinen kysyntäjoustopmalli mahdollistaa laaja-alaisemman kysyntäjoustopohjan, kun yksittäisetkin kuluttajat voivat saavuttaa merkittävää taloudellista hyötyä kysyntäjoustop käytöstä
- Terveellinen rakennus -työpaketissa nostetaan esille energiatehokkuuden käänköpuoli: terveellinen sisäilma tulee huomioida rakennuksen energiatehokkuustoimenpiteitä suunniteltaessa. Allergia- ja astmaliiton mukanaolo vahvistaa terveen rakennuksen merkityksellisyttä: Sisäilmamittausten ja käyttäjäkokemuksen vastaavus selvitys mahdollistaa online-mittausten merkityksen arvioinnin energiatehokkuustyössä ja taloautomaation energiatehokkaassa ohjaamisessa.
- Hanke tarjoaa piloteillaan esimerkkejä teknologiaratkaisuista, toimintamalleista ja palveluliiketoimintamahdollisuuksista.
- Rajapinnat -työpaketissa tuotetaan yhteistyössä hankkeen yritystoimijoiden kanssa selvitys talotekniikkajärjestelmien integraatio- ja rajapintavaatimuksista. Selvityksen tulokset luovat pohjan tulevaisuuden standardointityölle, jossa yritysten ja tutkimuslaitosten rooli on keskeinen.
- Tutkimuskonsortio järjestää hankkeen puitteissa tai osallistuu kolmeen kansalliseen tapahtumaan, joissa levitetään tietoutta hankkeesta ja sen tuloksista. Tapahtumat ovat julkisia ja niistä tiedotetaan laajasti. Tutkimuskonsortion järjestämiin tapahtumiin kutsutaan puhujiksi myös hankkeen ulkopuolisia asiantuntijoita sekä yrityksistä että kansainvälisiltä tutkimuskumppaneilta.
- HAMKin tieteellisenä tavoitteena on saavuttaa merkittäviä tuloksia ja julkaista niitä puolivuositain tieteellisillä kansainvälisillä foorumeilla sekä kasvattaa kansainvälistä asiantuntijaverkostoaan.
- Hankkeesta saadut tutkimusorganisaatioiden tulokset ovat julkisia ja hankkeesta tehdään julkinen loppuraportti.

Sähköturvallisuuden edistämiskeskus STEK ry:n osallistuminen hankkeeseen tukee hankkeen tavoitteita tiedottaen hankkeen tuloksista energia-alan toimijoille.

Hankkeen päättyessä hankkeen tuloksista ja piloteista julkaistaan tutkimuskonsortion julkinen loppuraportti, joka on kaikkien halukkaiden käytettävissä. Tämän lisäksi HAMK julkaisee HAMKin fokusalueisiin keskittyvän syvällisemmän julkisen loppuraportin, sekä työpakettikohtaiset infograafit, joka toimitetaan kaikille hankekonsortion osapuolille ja halukkaille sidosryhmille.

ARVO - HAMKin loppuraportti:

- Taustat: tutkimuksen käytännön tavoitteiden kuvaus
- Tutkimus ja pilotoinnit
- Tulokset ja analyysi
- Tulosten vaikuttavuus ja julkisuus
- Tulosten liiketoimintapotentiaali ja yritysysteistyö
- Ekosysteemin jatkuvuus ja toimenpiteet

## Mahdolliset hyödyntämistavat ja hyödyntäjäyritykset/toimialat:

Energiaverkon kysynnän tasaaminen ja hallinta tuovat hyötyjä kaikille osapuolille. Laadukkaan sisäilman todentaminen jatkuvana mittausmenetelmänä on haaste, johon ei täysin osata vastata. Hankkeen työpaketeilla haetaan käytännön ratkaisuja ja menetelmiä verifioida niiden paikkansapitävyyttä.

Energiatehokkuus, järjestelmien yhteensopivuus ja laadukas sisäilma ovat kansantaloudellisesti merkittäviä kuluja, joihin tutkimushankkeella halutaan osaltaan vaikuttaa. Toteutettujen järjestelmien visualisointi, käytännön pilotointi ja verifiointi aidossa ympäristössä tuottavat uutta soveltavaa tietoa eri kohderyhmien käyttöön. Hankkeen tuloksista tiedotetaan avoimesti ja kaikki tulokset ovat julkisia. Hankkeen keskeisemmät kohderyhmäkohtaiset tulokset ovat seuraavat:

### 1) Energiat-alan yritykset

Energiaverkon kuormituksen tasaamisen tukeminen luomalla taloudellisesti kannattava kysyntäjoustomalli yksityisille kuluttajille. Hanke tukee energiamarkkinoiden hajauttamista.

### 2) Rakennus- ja sähköalan yritykset

Rakennuksen älykäs ohjausjärjestelmä on avaintekijä energiatehokkuuden, kuluttajalähtöisen kysyntäjoustopon ja terveellisen sisäilman saavuttamiseksi. Hanke tukee rakennusautomaatio- ja sähköalan yritysten liiketoimintaa osoittamalla älykkäällä ohjauksella saatavia hyötyjä niin kustannusten, energian kulutusten kuin laadukkaan sisäilman näkökulmasta.

### 3) Akatemia

Uuden tiedon tuottaminen akateemiselle yhteisölle, ja HAMKin osaamisen vahvistaminen sovelletun tutkimuksen kentällä. Tutkimustuloksista tuotetaan useita vertaisarvioituja julkaisuja kansainvälisille julkaisufoorumeille.

### 4) Julkinen ja kolmas sektori

Mallin todentaminen myös laajemmissa kiinteistökokonaisuuksissa julkisen ja kolmannen sektorin hyväksi.

### 5) Kuluttajat

Tutkimustulokset todennetaan käytännön piloteissa ja malli skaalataan yksittäisen kuluttajan omistamaan kiinteistöön saakka.

## Tuloksista tiedottaminen ja tekijänoikeuksien käsittelytapa

Hankkeelle laaditaan projektiviestintäsuunnitelma ja julkaisusuunnitelma (Työpaketti1)

Hankkeen tuloksista tiedotetaan ainakin seuraavissa foorumeissa:

- Konsortion omissa sisäisissä ja ulkoisissa viestintäkanavissa, konsortion sidosryhmille suunnatuilla asiakasviesteillä sekä hankkeessa mukana olevien voittoa tavoittelemattomien yhdistysten viestinnässä
- Hankkeen julkisissa seminaareissa: kick-off -tapahtuma, väliseminaari ja loppukonferenssi
- Alan avaintapahtumissa ja konferensseissa, listaus työpaketissa 1.

Kaikki hankekonsortion tuottamat tutkimustulokset ovat julkisia, ja ne avataan kaikille halukkaille. Myös hankkeen loppuraportti on julkinen.

Hankkeessa syntyviä tekijänoikeuksia käsitellään normaalein tekijänoikeuskäytäntöjen sekä päärahoittajan (Business Finland) edellyttämien vaatimusten mukaisesti. Työpaketin 1 sopimukset-osassa Haaga-Helia ammattikorkeakoulun asiantuntija vastaa hankkeen sopimusteknisistä yksityiskohdista.

## Yhteiskunnalliset ja välilliset vaikutukset

Sisäilmaongelmat ovat kansantaloudellisesti merkittävä ongelma, joka kustantaa uudis- ja korjausrakentamisena merkittäviä summia vuosittain. Hankkeen tulokset tuottavat uusia tuloksia siitä, kuinka jatkuvatoimisia sisäilmamittauksia voidaan hyödyntää sisäilman laadun arviointiin.

Ilmastonmuutos on yksi maailman viheliäisistä ongelmista, ja se asettaa haasteita niin globaalilla kuin lokaalilla tasolla. Energiasektorilla ongelmaan tarttuminen edellyttää rakennusten ja tuotantotilojen energiavirtojen optimointia siten, että tehostetaan nykyisiä taloteknisiä järjestelmiä ja toisaalta rakennuksissa siirrytään tarpeen mukaiseen energian kulutukseen, hyödyntäen joustavia malleja ja rakennuksen massaa. Hankkeessa tähän tarpeeseen luodaan kuluttajalähtöinen kysyntäjoustoprojekti, joka palvelee kuluttajan lisäksi myös sähköyhtiötä mahdollistaen kulutushuippujen entistä merkittävämmän tasaamisen.

Rakennus- ja kiinteistöala elää muutoksen aikaa kaupungistumisen ja digitaalisuuden lisääntymisen myötä, liittäen yhteen ihmiset, koneet, seinät, tilat ja palvelut. Tekniikan lisäksi tuulee ymmärtää, mitä rakennuksessa tehdään. Personointi ja yksilön kokemus vaikuttaa lopputulokseen. Hankkeessa pyritään löytämään keinoja todentaa yhteys mitatun ja kokemusperäisyyden välillä.

Hankkeen tulokset julkaistaan laajasti eri tasoilla foorumeilla, mikä vahvistaa tulosten vaikuttavuutta. Hankkeessa luotavat uudet liiketoimintamallit perustuvat moderneihin teknologioihin, ekosysteemijatteluun ja yksilön näkökulmaan.

## Tutkimusyhteistyön tai rahoitusohjelman kuvaus:

Haettu rahoitus on osa ARVO - Arvoa Fiksusta Rakennuksesta tutkimusekosysteemiä. Hankkeelle haetaan Business Finlandista Co-innovation hankerahoitus. Rahoitusperiaatteen mukaisesti tutkimusekosysteemi koostuu julkisesta osuudesta, jossa toimijoina on tutkimuslaitokset, sekä yrityksistä, joilla on omat salaiset tutkimusprojektinsa. Yritykset voivat hyödyntää omassa toiminnassa tutkimuslaitosten julkisia tuloksia, mutta yritysten toiminta pysyy salaisena.

ARVO-hankkeen tutkimuslaitoksia ovat:

- Hämeen ammattikorkeakoulu (STEK-rahoituksen hakija)
- Jyväskylän Yliopisto (tutkimuskonsortion vetäjä)
- Metropolia ammattikorkeakoulu
- Haaga-Helia ammattikorkeakoulu.

Tutkimusekosysteemin julkisen osuuden tutkimussuunnitelma on kuvattu liitteessä 3. Suunnitelmaan on merkitty kunkin toteuttajan työpaketit.

HAMK hakee STEKiltä osarahoitusta, jolla katetaan osa työpaketin TP11 Kysyntäjousto -toiminnoista, sekä pieniltä osin työpakettien TP2 viestintä, TP10 Terveellinen rakennus ja TP12 Tietojärjestelmien visualisointi toimenpiteitä.

Tutkimuskonsortion kokonaisrahoituksen arvio (tilanne 13.9.2019):

Hankekonsortion kokonaisbudjetti

Organisaatio	budjetti €
Haaga-Helia	400 000
HAMK	400 000
Jyväskylän yliopisto	1 000 000
Metropolia	600 000
Yrityskumppanien kokonaisbudjetti (neuvottelut vielä osin kesken):	n. 1 500 000
SRV Group	
Korjauspartnerit Oy	
Smartrac Technology Finland Oy	
Vilpe Oy	
Skanska & ABB Group	
Fidelix Oy	
Summa	4 M€

HAMKin budjetti

Rahoituslähde	budjetti, €
Business Finland	240 000
Energiäteollisuus (rahoitusneuvottelut 10.10.2019)	60 000
Sähköturvallisuuden edistämiskeskus STEK ry, haku 15.9.2019	60 000
Ulla Tuomisen säätiö, haku 10/2019	15 000
Ruukki Construction	10 000
Fidelix Oy	10 000
Elenia Oy	5 000
Summa	400 000