Johtamisen laitos

Energiamurroksen ennakoidut vaikutukset 2030: Rakennusten energiatehokkuus

Miimu Airaksinen
Mikko Jalas

Aalto-yliopisto | CROSSOVER | RAPORTTI

Aalto-yliopiston julkaisusarja
CROSSOVER 2/2017

Energiamurroksen ennakoidut vaikutukset 2030: Rakennusten energiatehokkuus

Miimu Airaksinen
Mikko Jalas

Aalto-yliopisto
Kauppakorkeakoulu
Johtamisen laitos
Energiatutkimus

Smart Energy Transition -hanke
www.smartenergytransition.fi

Aalto-yliopiston julkaisusarja
CROSSOVER 2/2017

© Miimu Airaksinen, Mikko Jalas

ISBN 978-952-60-7259-3 (pdf)
ISSN-L 1799-4950
ISSN 1799-4950 (painettu)
ISSN 1799-4969 (pdf)

www.smartenergytransition.fi

Unigrafia Oy
Helsinki 2017

Smart Energy Transition -hanke (293405) kiittää Suomen Akatemian strategisen tutkimuksen neuvostoa hankkeen mahdollistamisesta ja tukemisesta.

Aalto-yliopisto

Aalto-yliopisto, PL 11000, 00076 Aalto www.aalto.fi

Tiivistelmä

Tekijä
Miimu Airaksinen & Mikko Jalas

Julkaisun nimi
Energiamurroksen ennakoidut vaikutukset 2030: Rakennusten energiatehokkuus

Julkaisija Kauppakorkeakoulu

Yksikkö Johtamisen laitos

Sarja Aalto-yliopiston julkaisusarja CROSSOVER 2/2017

Tutkimusala Energiatutkimus

Kieli Suomi

Tiivistelmä
Tämä julkaisu liittyy Suomen Akatemian strategisen tutkimuksen neuvoston rahoittamaan Smart Energy Transition (SET) -hankkeeseen (www.smartenergytransition.fi).

Rakennuksissa käytetään merkittävä osa energiasta, ja energiatehokkuuden parantaminen pienentää päästöjä sekä huipputehon tarvetta. Rakennusten energiatehokkuus on kuitenkin monitahoinen tekninen ja yhteiskunnallinen kokonaisuus. Koska rakennukset ovat pitkäikäisiä, on tärkeää, että uudet rakennukset rakennetaan hyödyntäen parasta mahdollista osaamista. Lisäksi korjausrakentamisessa tulee hyödyntää uusia modulaarisia energiatehokkuuskonsepteja. Yksityisten toimijoiden pitkäjänteisyyttä voidaan tukea monella eri tavalla: tarvitaan visio Suomen rakennuskannan kehittämisestä, mutta myös riittävän halpakorkoista lainaa investointien toteuttamiseen. Tarvitaan myös osaamista toteuttaa ja ylläpitää teknisesti ja taloudellisesti järkeviä energiatehokkuustoimenpiteitä.

Tulevaisuudessa rakennukset ovat entistä aktiivisempi osa energiaverkkoa toimien energian tuotantopaikkoina ja varastoina. Lisäksi rakennusten mahdollisuus toimia aktiivisemmin kysyntäjouston toimijana korostuu. Rakennusten energiatehokkuus tulisi tulevaisuudessa nähdä entistä enemmän myös energiajärjestelmän resilienssinä; energiatehokkaassa rakennuksessa myös huipputehon tarve on pienempi ja sitä pystytään tyypillisesti ohjaamaan paremmin.

Uusia toimintatapoja voidaan kehittää muuttamalla vastuunjakoa ja luomalla selkeitä kannustimia energiatehokkuuden suunnittelulle, toteutukselle ja valvonnalle rakennuksen elinkaaren eri vaiheissa. Teknologioita kehitettäessä ja implementoitaessa on tärkeää huomioida kokonaisuuden optimointi, uusien teknologioiden helppokäyttöisyys sekä sosiaalinen hyväksyttävyys.

Avainsanat energia, älykäs energia, energiamurros, rakennus, rakentaminen, energiatehokkuus

ISBN (painettu)	**ISBN (pdf)** 978-952-60-7259-3	
ISSN-L 1799-4950	**ISSN (painettu)** 1799-4950	**ISSN (pdf)** 1799-4969
Julkaisupaikka Helsinki	**Painopaikka** Helsinki	**Vuosi** 2017
Sivumäärä 12		

Sisällys

1 Johdanto 1

2 Rakennuskannan energiatehokkuuden merkitys 1

3 Ennusteet Suomen osalta vuodelle 2030 3

3.1 Linkittyvät teknologiat 4

3.2 Potentiaaliset toimijat 5

3.3 Käyttökelpoiset ohjauskeinot 6

4 Yhteenveto 6

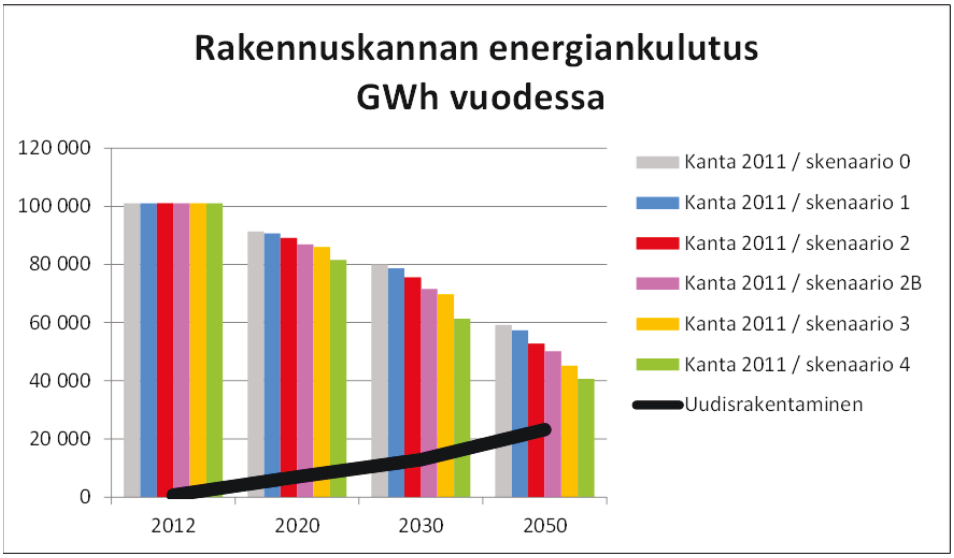
1 Johdanto

Smart Energy Transition (SET) on Suomen Akatemian rahoittama tutkimushanke, jossa tutkitaan globaalin energiamurroksen aiheuttamia vaikutuksia Suomessa. SET-hanke järjesti keväällä 2016 asiantuntijakyselyn ja -työpajan, joilla kartoitettiin energiamurroksen teknologioiden ennakoitua kehitystä ja käyttöönottoa Suomessa vuoteen 2030 mennessä. Kaksikierroksiseen kyselyyn osallistui 60 ja kesäkuussa 2016 järjestettyyn työpajaan 40 henkeä. Yhdeksi teemaksi koottiin rakentaminen ja rakennusten energiatehokkuus.

Seuraavassa esitellään rakennuskannan energiatehokkuuden ominaispiirteitä Suomessa, saatujen vastausten jakaumia, yksittäisten vastaajien huomioita sekä osallistujien näkemyksiä energiatehokkuuteen linkittyvistä muista teknologioista, alan potentiaalisista toimijoista sekä käyttökelpoisista ohjauskeinoista.

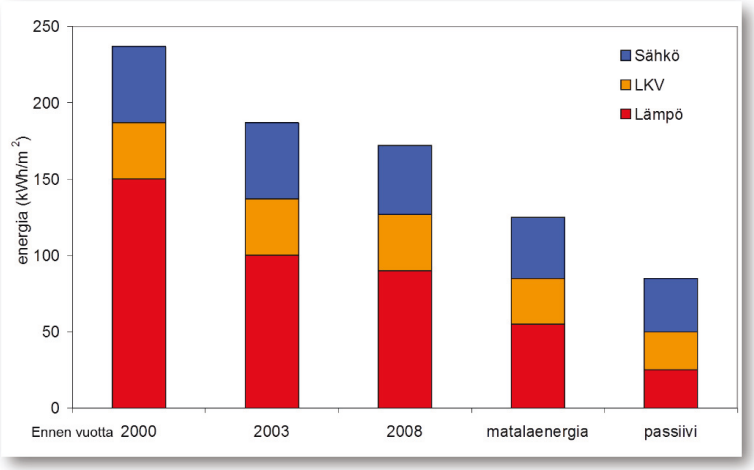
2 Rakennuskannan energiatehokkuuden merkitys

Rakennukset ovat merkittävässä roolissa Suomen energiankulutuksessa, sillä ne kuluttavat 40% loppuenergiasta, ja niiden tuottamat kasvihuonepäästöt ovat noin 30% Suomen päästöistä. Kotitalouksien kokonaisenergian kulutus on ollut tasaisessa kasvussa vuoteen 2008 asti, jonka jälkeen kulutus on kääntynyt laskuun. Laskuun tosin vaikuttaa ennen kaikkea tilastointitavan muutos vuosina 2007–2008. Suurin selittäjä itse energiakäytön kasvulle on asuntojen lukumäärän lisääntyminen, sillä nykyään asutaan väljemmin, lisäksi väestö kasvaa samanaikaisesti. Kotitaloussähkön käytön ja asuinpinta-alakohtaisen energiaintensiteetin kasvu näyttää pysähtyneen 2000-luvun puolivälissä, mutta tilastointitapamuutoksen takia on vaikeata arvioida nykytilaa ja -suuntausta. Eri arvioiden mukaan rakennusten energiakulutus vähentyy noin 25 % vuoteen 2050 mennessä. Vanhojen rakennusten poistumalla on suuri merkitys.



Kuva 1. Rakennuskannan energiankulutuksen ennusteita eri skenaarioissa (Airaksinen & Vainio 2012).

Energiatehokkaan rakentamisen kehittämisen painopisteinä on perinteisesti ollut rakenteellinen energiatehokkuus, ja Suomessa rakennuksen vaipan lämmöneristävyys onkin jo varsin hyvällä tasolla uudisrakentamisessa. Samoin itse rakentamisen prosesseja on kehitetty paljon ja erityisesti korjausrakentamisessa on pyrytty hyödyntämään modulaarisia ratkaisuja.



Kuva 2. Rakennusten energiankulutuksen karkea jako rakennusvuoden perusteella.

Suurin osa tarvittavista teknologioista on jo kaupallisesti saatavilla, mutta niitä ei käytetä vielä kovinkaan laajamittaisesti johtuen osittain puutteellisesti tiedon määrästä ja osittain taloudellisista reunaehdoista sekä osakohtaisesta optimoinnista. (Esim. IEA 2012). Tämän hetkisessä kehityksessä näkyy erityisesti talotekniikan ja automaation rooli; miten teknologiaa hyödyntämällä rakennuksen energiankulutus olisi entistä paremmin ohjattavissa tarpeenmukaisesti niin, että sisäolosuhteiden laatu pystytään ylläpitämään. Tulevaisuuden rakennukset ovat myös entistä enemmän aktiivinen osa energiajärjestelmää ja mahdollisuudet kysyntäjoustoon tulevat tärkeämmiksi. Uudisrakentamisen osalta erityisesti omakotirakentamisessa lämpöpumppujen osuus on kasvanut merkittävästi. Lämpöpumput mitoitetaan kuitenkin tyypillisesti lähes aina vajaalle teholle, jonka vuoksi talven huipputehontarpeen ero peruskuormaan kasvaa.

Energiankulutus riippuu rakennuskannan määrästä ja ominaisuuksista. Tulevaisuuden energiankulutukseen vaikuttavat nykyinen rakennuskanta, uudisrakentaminen sekä poistuma rakennuskannasta. Rakennukset ovat pitkäikäisiä ja nykyinen uudistuminen ja korjausrakentaminen on hidasta. Rakennuskantaa korjataan noin 1-1,5% vuosivauhdilla. Uudisrakentamisen osuus on noin 1% rakennuskannasta. Tämän vuoksi on erittäin tärkeää, että silloin kun rakennuskantaa korjataan tai rakennetaan uutta kantaa, otetaan mahdollisimman hyvin käyttöön energiateknologiat kokonaisuutena.

Olemassa olevassa rakennuskannassa tilojen lämmitysenergiankäyttö on määräävässä asemassa. Tämän vuoksi olemassa olevaa rakennuskantaa korjattaessa on lämpöhäviöiden pienentämiseen vaipasta ja ilmanvaihdosta on hyvä kiinnittää huomiota. Korjausrakentamisessa on kehitetty jo paljon modulaarisia korjausrakentamisen konsepteja, joilla on mahdollista parantaa laatua ja pienentää itse korjausrakentamisprosessiin kuluvaa aikaa. Lisäksi erityisesti asuinkerrostaloihin on kehitetty konsepteja, joilla voidaan esimerkiksi rakentaa lisäkerros, joiden tuotoilla korjausrakentamista voidaan ainakin osittain rahoittaa.

Rakennusten käyttäjillä on merkittävä vaikutus energiankulutukseen. Useissa tutkimuksissa on havaittu rakennuksen käytön ja käyttäjien vaikuttavan merkittävästi rakennuksen energiankulutukseen. Teknologiselta tasoltaan yhtä energiatehokkaissa rakennuksissa energiankulutuksessa voi olla jopa kolminkertaisia eroja rakennuksen käyttäjistä johtuen. Käyttäjien motivoinnilla ja tietoisuuden lisäämisellä on saavutettu hyviä tuloksia yksittäisissä seurantatutkimuksissa. Pitkäaikaista seurantatutkimusta ei kuitenkaan ole, joten vaikutusten pysyvyys on vielä epävarmaa. Sen sijaan useissa tutkimuksissa on havaittu tarpeenmukaisen säädön parantavan energiatehokkuutta 10-30%.

3 Ennusteet Suomen osalta vuodelle 2030

Erilaisten skenaariotöiden perusteella rakennuskannan energiankulutuksen on arvioitu pienentyvän noin 13—27 %. Nykytoimenpiteillä arvioiden energiankulutus pienentyy noin 13%

vuoteen 2030 mennessä. Päästöjen pieneneminen on arvioitu olevan noin 23-36%. Päästöjen pienenemiseen vaikuttaa kuitenkin luonnollisesti myös koko energiajärjestelmän muutokset. SET hankkeen delfoi-työskentelyn asiantuntijoiden näkemys asiasta oli samansuuntainen: 85% vastaajista uskoin asuinrakennuskannan energiakulutuksen pienenevän vuoteen 2030. Toisaalta sähkönkäytön pienenemistä ei pidetty todennäköisenä.

Tulevaisuudessa rakennusten merkitys aktiivisena osana energiajärjestelmää kasvaa. Rakennukset voivat toimia myös energiavarastoina ja energiantuottajina. Sähköverkkoihin on jo nykyisin mahdollista syöttää rakennuksessa tuotettua energiaa ja samoin lämpöverkoissa on jo meneillään kokeiluja kaksisuuntaisista verkoista. Energiantuotannon vaihtelevuuden lisääntyessä varastoinnin ja kulutuksen jouston merkitys tulee kasvamaan.

Rakennukset voivat toimia kysyntäjouston merkittävänä osana, kunhan samanaikaisesti huolehditaan hyvästä sisäolosuhteiden laadusta. Toistaiseksi tätä kapasiteettia ei ole vielä pystytty hyödyntämään kokonaisvaltaisesti johtuen osittain teknisestä valmiustason puutteesta rakennuskannasta sekä puuttuvista liiketoimintamalleista. Rakennusten energiatehokkuus on myös tärkeä osa energiajärjestelmän resilienssiä. Energiatehokkaan rakennuksen huipputehontarve on pienempi ja usein energiatehokas rakennus on varustettu tarpeenmukaisen säädön mahdollisuuksilla, joka mahdollistaa kysyntäjouston.

3.1 Linkittyvät teknologiat

Rakennusten energiatehokkuuden teknologiat ovat kehittyneet siten, että uusissa rakennuksissa perinteisen lämmitysenergian merkitys pienenee suhteessa muuhun energiankäyttöön (kts. kuva 2). Uudet teknologiat kuten 3D-tulostus (esim. printatut sensorit) ja langaton tiedonsiirto tuovat kuitenkin uusia mahdollisuuksia lisätä myös olemassa olevaan kantaan reaaliaikaista energiankulutuksen ja olosuhteiden monitorointia ja säätöä. Näiden merkitys on erityisen tärkeää esimerkiksi energian huippukulutusten pienentämisessä ja ajallisessa siirtämisessä (kysyntäjousto). Itseoppivat ja ennakoivat järjestelmät ja niiden integroituminen rakennuksen ja alueen energiajärjestelmää voivat muuttaa merkittävästi rakennusten energiatehokkuutta ja samalla ylläpitää hyvää sisäolosuhteiden laatua.

Energiatehokkuus riippuu myös rakentamisen käytännöistä. Elementtirakentamista ja räätälöityjä tilaelementtejä pidettiin työpajassa tärkeänä tapana ratkaista rakentamisen laatuongelmia. Ylipäätään osaavaa, vastuullista ja energiatehokkuuden kannalta kunnianhimoista rakentamista pidettiin työpajassa energiatehokkuuden yhtenä peruskivenä.

Rakennusten lämpökuormien hallinta on tärkeää, ja sisäolosuhteiden hallinta tulisi huomioida jo suunnitteluvaiheessa.

Uusiutuvien energioiden integroiminen rakennuksiin nähtiin positiivisena, mutta jälleen kerran nousi esiin myös toimivien liiketoimintamallien puute sekä uudet tavat rahoittaa investoinnit. Toinen energiatehokkuuteen liittyvät tekninen ratkaisu on jäteveden lämmön hyödyntäminen.

3.2 Potentiaaliset toimijat

Työpajatyöskentelyssä nousi toistuvasti esiin huoli siitä, että teknologian tarjoamia hyötyjä ei usein saavuteta, koska osaaminen ja järjestelmien käytönaikainen valvonta eivät ole riittävällä tasolla. Työpajassa toistuva teema olikin liiketoimintamallien puute ja niiden kehittäminen. Liiketoimintamalleissa ja toimintakäytännöissä tehtävät muutokset voisivat parantaa rakennusten energiatehokkuutta merkittävästi. Ketju, jonka myötä rakennusten energiakäyttö määräytyy, alkaa tontinluovutusehdoista ja jatkuu suunnittelun ja rakentamisen kautta järjestelmien asiantuntevaan käyttöön.

Kokonaisvaltaisesti toimivat toimijat voivat koordinoida energiatehokkuuteen tähtääviä toimia ja kantaa vastuuta energiatehokkuudesta kokonaisuutena. Hyvään rakentamiseen liittyy hyvästä lopputuloksesta palkitseminen. Onnistuneen rakennushankkeen jälkeen tarvitaan selkeitä ja kattavia seurantatapoja, jotta teknologioiden tarjoamat edut saadaan hyödynnettyä. Rakennusyhtiöt toimijoina voisivat ottaa vastuuta energiatehokkuudesta myös käytön aikana tai rakennuksen koko elinkaarella. Toinen toimijaryhmä, jota työpajassa pidettiin tärkeänä, on paikallinen isännöintitoimisto ja huoltoyhtiö.

Julkisten toimijoiden kohdalla kaupunkeja pidettiin energiatehokkuusliiketoiminnan kannalta keskeisinä toimijoina. Kaupungit voivat hankkia näitä palveluita ja luoda pohjaa esco-liiketoiminnalle. Perinteisiä esco-malleja pidemmälle menee julkisten rakennusten leasing, jonka myötä yksityiset omistajat muuttuvat tilapalveluiden tarjoajiksi ja julkiset toimijat tila-asiakkaiksi. Kummassakin tapauksessa hankintaosaamisen kehittäminen ja hankintakonsulttien käyttö näyttää hyvin tarpeelliselta. Toisaalta rakennusvalvonnan energianeuvonta on myös tärkeässä roolissa.

Työpajatyöskentelyssä nousi esille myös rakentamisen kulttuuri. Kulttuuria voidaan tukea esimerkiksi suunnittelijoiden ja rakentajien sertifiointijärjestelmiä kehittämällä.

Asukkaiden toimijuus ei ollut työpajakeskusteluissa merkittävässä roolissa lukuun ottamatta uuden teknologian hyväksymiseen liittyviä asioita. Sisälämpötila ja huonekohtainen lämpötilan säätö ovat kuitenkin asioita, joissa asukkaiden rooli on keskeinen.

Naapuristo- ja kaupunginosatasoa tarkasteltaessa keskustelussa esitetiin myös tarve koordinoida korjausrakentamista yhteishankinnoilla.

3.3 Käyttökelpoiset ohjauskeinot

Energiatehokkuuden kannalta olennaisia säädöstöjä kehitetään EU-tasolla. Työpajan osallistujat kokivat tarpeelliseksi ja käyttökelpoiseksi keinoksi pyrkiä vaikuttamaan siihen, että näissä prosesseissa syntyy tiukkaan mutta Suomeen sopivaa ohjausta. Toinen samaan teemaan liittyvä ajatus oli osallistavien prosessien käyttäminen säädösten valmistelussa. Etenkin olemassa olevan rakennuskannan muutoksiin kohdistuvat säädökset ovat hyvin keskeisiä rakennusten käyttäjille. Toisaalta tiukempaa hallinnollista ohjausta edusti keskustelu autokatsastusten tyyppisistä rakennusten määräaikaistarkistuksista.

Tontinluovutusehtojen muuttamista pidettiin hyvin tarpeellisena. Nykyisillä ehdoilla päädytään minimitasoon, joka on riittämätön tulevia tavoitteita ajatellen. Työpajaedustajat ideoivat mahdollisuutta muuttaa ehtoja energiankulutuspohjaiseksi.

Toinen selkeä ohjauskeinoihin liittyvä keskustelu koski julkisia hankintoja. Työpajan osallistujat pitivät Suomen tulkintoja julkisten hankintojen kilpailuttamisesta liian tiukkana. Väljempi tulkinta voi avata mahdollisuuksia edistää energiatehokkuutta julkisissa rakennuksissa.

Alan toimijat tarvitsevat myös muita rakenteita säädöksien ohella. Työpajaosallistujat korostivat tarvetta luoda rakennuskannan energiatehokkuuden roadmap, joka näyttäisi suuntaa ja esittelisi keinovalikoimaan pitkän tähtäimen tavoitteiden saavuttamiseksi. Yhdeksi strategiseksi kysymykseksi osallistujat nimesivät köyhien kuntien ja taantuvien alueiden rakennuskannan. Ilman julkista erityistukea, näillä alueilla sijaitseviin rakennuksiin ei todennäköisesti pystytä tekemään merkittäviä energiatehokkuusinvestointeja. Tätä ongelmaa korjaamaan tarvitaan riittävän matalakorkoista korjausrakentamislainaa.

Rakennusten energiatehokuuden parantaminen edellyttää kokeilevaa uuden tekniikan käyttöä. Asukkaiden ja kuluttajien kannalta tarvitaan sekä selkeää ja helppokäyttöistä teknologiaa että kuluttajasuojaa lisäämään uusien ratkaisujen hyväksyttävyyttä. Toisaalta työpajassa puhuttiin rakentajien riskistä ja ideoitiin ’innovaatiovakuutuksia’.

4 Yhteenveto

Rakennuksissa käytetään merkittävä osa energiasta, ja energiatehokkuuden parantaminen pienentää päästöjä sekä huipputehon tarvetta. Rakennusten energiatehokkuus on kuitenkin monitahoinen tekninen ja yhteiskunnallinen kokonaisuus. Koska rakennukset ovat pitkäikäisiä, on tärkeää, että uudet rakennukset rakennetaan hyödyntäen parasta mahdollista osaamista. Lisäksi korjausrakentamisessa tulee hyödyntää uusia modulaarisia energiatehokkuuskonsepteja. Yksityisten toimijoiden pitkäjänteisyyttä voidaan tukea monella eri tavalla: tarvitaan visio

Suomen rakennuskannan kehittämisestä, mutta myös riittävän halpakorkoista lainaa investointien toteuttamiseen. Tarvitaan myös osaamista toteuttaa ja ylläpitää teknisesti ja taloudellisesti järkeviä energiatehokkuustoimenpiteitä.

Tulevaisuudessa rakennukset ovat entistä aktiivisempi osa energiaverkkoa toimien energian tuotantopaikkoina ja varastoina. Lisäksi rakennusten mahdollisuus toimia aktiivisemmin kysyntäjouston toimijana korostuu. Rakennusten energiatehokkuus tulisi tulevaisuudessa nähdä entistä enemmän myös energiajärjestelmän resilienssinä; energiatehokkaassa rakennuksessa myös huipputehon tarve on pienempi ja sitä pystytään tyypillisesti ohjaamaan paremmin.

Uusia toimintatapoja voidaan kehittää muuttamalla vastuunjakoa ja luomalla selkeitä kannustimia energiatehokkuuden suunnittelulle, toteutukselle ja valvonnalle rakennuksen elinkaaren eri vaiheissa. Teknologioita kehitettäessä ja implementoitaessa on tärkeää huomioida kokonaisuuden optimointi, uusien teknologioiden helppokäyttöisyys sekä sosiaalinen hyväksyttävyys.

Lähteet

Airaksinen, M. ja Vainio, T. 2012, Rakennuskannan korjaamisen ja kunnossapidon energiantehokkuustoimenpiteiden vaikuttavuuden arviointi energiansäästön, CO2 ekv päästöjen, kustannuksien ja kannattavuuden näkökulmista, VTT-CR-00426-12.

Tätä raporttia ovat olleet valmistelemassa ja kirjoittamassa Miimu Airaksinen (VTT) ja Mikko Jalas (Aalto-yliopisto). Työpajassa rakennusten energiatehokkuuden keskustelun fasilitaattoreina toimivat Miimu Airaksinen ja Mikael Hildén (Suomen ympäristökeskus), sekä kirjurina Hanna-Kaisa Erkkilä (Helsingin yliopisto).

Tämä julkaisu liittyy Suomen Akatemian strategisen tutkimuksen neuvoston rahoittamaan Smart Energy Transition (SET) -hankkeeseen (293405) (www.smartenergytransition.fi). SET-hanke tutkii, miten Suomi voi hyötyä hajautetun ja vaihtelevan uusiutuvan energian ympärille nousevista murroksellisista teknologioista. Kyse on ratkaisuista, joissa energiaa voidaan varastoida tai sen tarvetta ohjata vaihtelevan tuotannon mukaan. Näihin ratkaisuihin liittyvät olennaisesti uudet digitaaliset ratkaisut, kuten esineiden internet. Samalla murrokseen liittyy myös kehitys, jossa rakennusten ja liikenteen energian tarve pienenee, energiaomavaraisuus kasvaa, ja rakennukset ja liikennevälineet muodostavat yhä kiinteämmän osan energiajärjestelmää.

Aalto-C 2/2017

SMART ENERGY TRANSITION

strategic RESEARCH

SUOMEN AKATEMIA

ISBN 978-952-60-7259-3 (pdf)
ISSN-L 1799-4950
ISSN 1799-4950 (painettu)
ISSN 1799-4969 (pdf)

Aalto-yliopisto
Kauppakorkeakoulu
Johtamisen laitos
www.aalto.fi

KAUPPA + TALOUS

TAIDE + MUOTOILU + ARKKITEHTUURI

TIEDE + TEKNOLOGIA

CROSSOVER

DOCTORAL DISSERTATIONS