

SUSANNA VANHAMÄKI JA ERIKA KORPIJAAKKO (TOIM.)

Näkökulmia energiatehokkuuteen ja tulevaisuuden asuinalueisiin

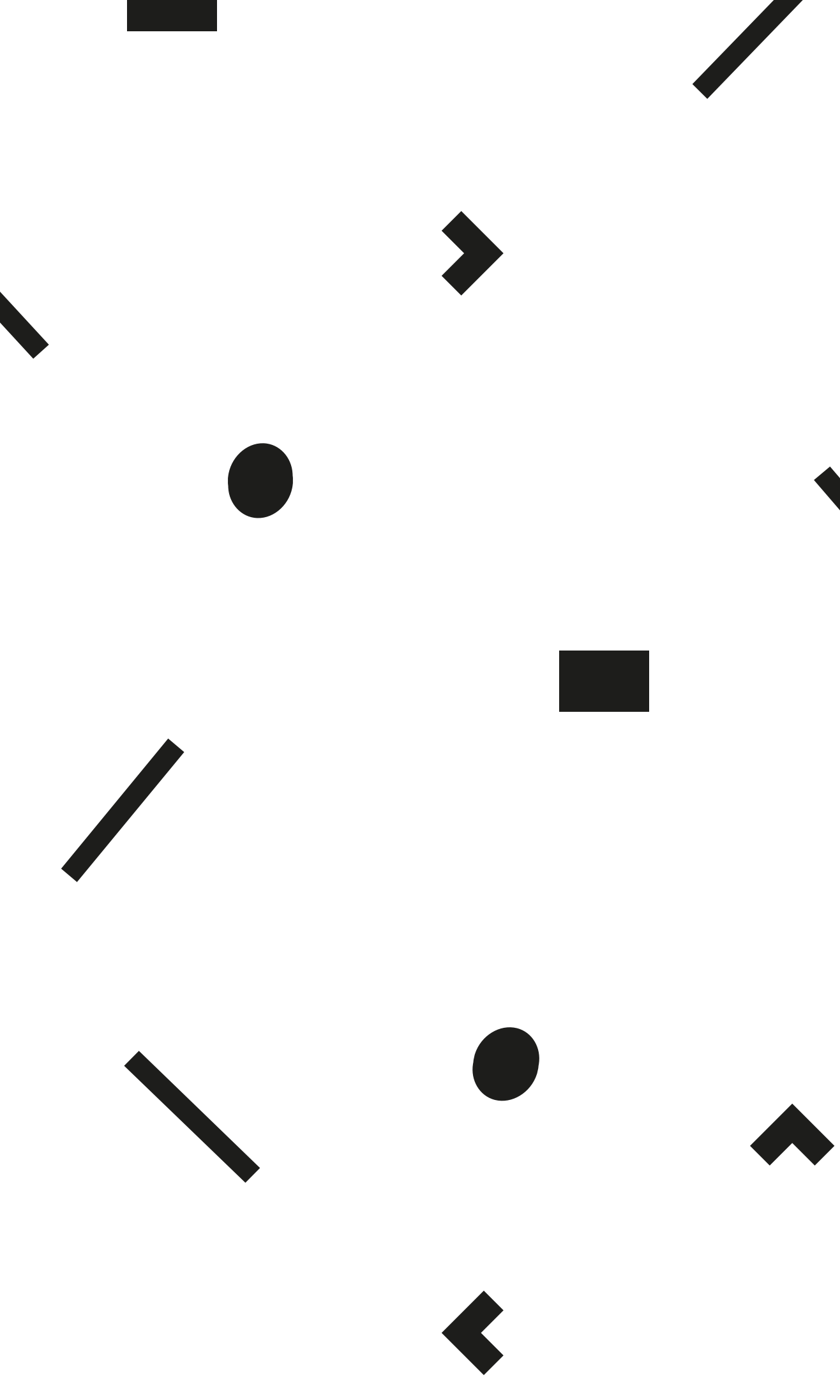
ELLI - Energiatehokkuudella ja asuinaluekohtaisella energiantuotannolla
lisää Cleantech-liiketoimintaa -hankkeen tuloksia

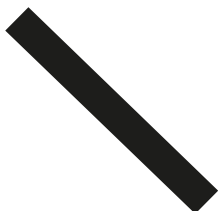
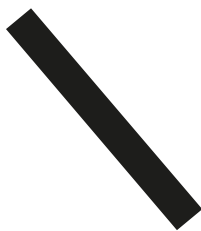


Lahden ammattikorkeakoulun julkaisusarja, osa 30

LAMK

Lahden ammattikorkeakoulu
Lahti University of Applied Sciences





Susanna Vanhamäki ja Erika Korpijaakko (toim.)

Näkökulmia energiatehokkuuteen ja tulevaisuuden asuinalueisiin

ELLI - Energiatehokkuudella ja asuinaluekohtaisella energiantuotannolla

lisää Cleantech-liiketoimintaa -hankkeen tuloksia

Lahden ammattikorkeakoulun julkaisusarja, osa 30

Vastaava toimittaja: Miia Willman

Taitto: Oona Rouhiainen

Kannen kuvat: Susanna Vanhamäki

Riihimäen kaupunki: Nora Myllymäki

Oona Rouhiainen

ISSN 2342-7507 (verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7493 (painettu)

ISBN 978-951-827-270-3 (verkkajulkaisu)

ISBN 978-951-827-271-0 (painettu)

Painopaikka: Grano, 2017

SUSANNA VANHAMÄKI JA ERIKA KORPIJAAKKO (TOIM.)

Näkökulmia energiatehokkuuteen ja tulevaisuuden asuinalueisiin

ELLI - Energiatehokkuudella ja asuinaluekohtaisella
energiantuotannolla lisää Cleantech-liiketoimintaa
-hankkeen tuloksia

Sisältö

Osa I. Strategiat ja cleantech-osaaminen

13

Sopimukset ja strategiat ohjaamassa kohti puhtaampaa tulevaisuutta

Mari Eronen ja Erika Korpijaakko

19

Lahden seudun cleantech-osaamisella kohti kiertotaloutta

Mari Eronen, Johanna Kilpi-Koski ja Anri Vuori

29

Cleantech-liiketoiminnan tarpeet, case: Lahti

Kati Manskinen

33

Cleantech-osaamisen kärjet ja toimijat Lohjan seudulla nyt ja tulevaisuudessa

Jukka Laitinen ja Tarja Meristö

41

Cleantech-osaamisen kärjet Hämeenlinnan ja Riihimäen seuduilla

Olli Ilveskoski, Seppo Niittymäki, Eeva Hämeenoja ja Ari Laitala

Osa II. Aluekohtaisia ratkaisuja

49

Tulevaisuuden energiatehokkaat asuinalueet: Lahden Askonalue

Maija Leino, Anna Claudelin ja Erika Korpijaakko

61

Pohjavedestä paikallista uusiutuvaa energiaa

Jussi Kuusela ja Erika Korpijaakko

67

Tulevaisuuden energiatehokkaat asuinalueet: Hämeenlinnan Engelinranta

Olli Ilveskoski ja Seppo Niittymäki

77

Kaavoituksen ja maankäytön suunnittelun vaikutus energiatehokkuuteen

Saku Kaikkonen ja Susanna Vanhamäki

83

**Tulevaisuuden energiatehokkaat asuinalueet:
Riihimäen Peltosaari**

Anna Claudelin ja Maija Leino

89

Kerrostaloista energiatehokkaampia korjausrakentamisella

Erika Korpijaakko

95

**Energiakustannusten vaikutus asuinkiinteistöjen
markkina-arvoon**

Ari Laitala

105

**Utopiaa ja realismia: skenaariotarkastelu tulevaisuuden
energiatehokkaista asuinalueista**

Tarja Meristö ja Jukka Laitinen

Kirjoittajien esittely

Anna Claudelin, DI, nuorempi tutkija, Kestävyystudkimus, Lappeenrannan teknillinen yliopisto

Mari Eronen, Ympäristöinsinööri AMK, TKI-asiantuntija, Tekniikan ala, Lahden ammattikorkeakoulu

Eeva Hämeenoja, TkL, rehtori, Suomen ympäristöopisto Sykli

Olli Ilveskoski, Arkkitehti, DI, yliopettaja, Älykkäät palvelut, Hämeen ammattikorkeakoulu

Saku Kaikkonen, Ympäristötekniikan opiskelija, Lahden ammattikorkeakoulu

Johanna Kilpi-Koski, FM, liiketoimintakehittäjä, Yritysympäristön kehitys-tiimi, Lahden Seudun Kehitys Ladec Oy

Erika Korpijaakko, Ympäristöinsinööri AMK, projektisuunnittelija, Tekniikan ala, Lahden ammattikorkeakoulu

Jussi Kuusela, FM, Ympäristöinsinööri AMK, TKI-asiantuntija, Tekniikan ala, Lahden ammattikorkeakoulu

Ari Laitala, DI, koulutuspäällikkö, Suomen Ympäristöopisto Sykli

Jukka Laitinen, KTM, hankeasiantuntija, FuturesLab CoFi -tutkimusryhmä, Laurea-ammattikorkeakoulu

Maija Leino, DI, nuorempi tutkija, Kestävyystudkimus, Lappeenrannan teknillinen yliopisto

Kati Manskinen, TkT, TKI-johtaja, Tekniikan ala, Lahden ammattikorkeakoulu

Tarja Meristö, KTT, yritysfuturelogi, yliopettaja, FuturesLab CoFi -tutkimusryhmä, Laurea-ammattikorkeakoulu

Seppo Niittymäki, TkL, yliopettaja, Älykkäät palvelut, Hämeen ammattikorkeakoulu

Susanna Vanhamäki, YTM, TKI-asiantuntija, Tekniikan ala, Lahden ammattikorkeakoulu

Anri Vuori, Tradenomi AMK, assistentti, Yritysympäristön kehitys-tiimi, Lahden Seudun Kehitys Ladec Oy

Tiivistelmä

Tähän julkaisuun on koottu ELLI – Energiatehokkuudella ja asuinaluekohtaisella energiantuotannolla lisää Cleantech-liiketoimintaa -hankkeen tuloksia. Julkaisun alussa esitellään cleantech-liiketoimintaan liittyviä strategioita ja selkeytetään cleantech-osaamisen tilannetta sekä siihen liittyviä kehitystarpeita Lahden, Lohjan ja Hämeenlinnan seuduilla. Tämän jälkeen keskitytään hankkeen kohdeasuinalueisiin, joita olivat Lahden Askonalue, Hämeenlinnan Engelinranta ja Riihimäen Peltosaari. Erillisissä artikkeleissa käsitellään alueiden potentiaalisia tulevaisuuden energiantuotantovaihtoehtoja. Lisäksi esitellään kutakin asuinalueita koskevia erityiskysymyksiä, kuten pohjavesien energiankäyttöä, kaavoituksen vaikutusta energiatehokkuuteen sekä energiatehokkuusremontteja. Lopuksi perehdytään siihen, miten energiatehokkuudelle voidaan laskea markkina-arvo. Julkaisun päätösartikkeli käsittelee asuinalueiden tulevaisuuden skenaarioita.

ELLI-hankkeessa selvitettiin cleantech-osaamisen kärkiä ja kehittämistarpeita sekä suunniteltiin kolmelle alueelle tulevaisuuden energiaratkaisuja. Lisäksi hankkeessa tuotettiin cleantech-yritysten markkinointia tukevaa materiaalia. Hanke toteutettiin Euroopan aluekehitysrahaston tuella vuosina 2016-2017 Päijät- ja Kanta-Hämeen sekä Uudenmaan maakunnissa. Hanketta koordinoi Lahden ammattikorkeakoulu. Yhteistyökumppaneina hankkeessa olivat lisäksi Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Laurea ammattikorkeakoulu, Hämeen ammattikorkeakoulu, Lahden Seudun Kehitys Oy LADEC ja Suomen ympäristöopisto SYKLI.

Asiasanat: energiatehokkuus, cleantech-liiketoiminta, asuinaluekohtainen energiantuotanto

Abstract

This publication presents results of the ELLI project - Promoting cleantech business through energy efficiency and regional energy production. The publication presents strategies linked to cleantech and describes the stage of development in the regions of Lahti, Hämeenlinna and Lohja. After this, the focus is set on the project sites: Askonalue in Lahti, Engelinranta in Hämeenlinna and Peltosaari in Riihimäki. Different articles present the potential future energy solutions for these residential areas. Additionally, special issues linked to the sites in question are dealt with: groundwater energy, energy efficient urban planning and renovations for saving energy. The next article presents a method for calculating market value for energy efficiency. The last article deals with alternative future scenarios for the residential areas.

The project examined the strengths and opportunities of cleantech, and produced plans of future energy solutions for three residential areas. Additionally, marketing material was produced to support cleantech companies. The ELLI project, financed by the European Regional Development Fund, was carried out in three regions, Päijät-Häme, Kanta-Häme and Uusimaa, in years 2016-2017. Lahti University of Applied Sciences was the lead partner of the project and the other partners were Häme University of Applied Sciences, Lahti Region Development LADEC Ltd, Lappeenranta University of Technology, Laurea University of Applied Sciences, and SYKLI Environmental School of Finland.

Key words: energy efficiency, cleantech, local energy production

**Osa I.
Strategiat ja
cleantech-osaaminen**

Mari Eronen ja Erika Korpijaakko

Sopimukset ja strategiat ohjaamassa kohti puhtaampaa tulevaisuutta

Ihmisen toiminnasta, kuten liikenteestä, teollisuudesta ja energiantuotannosta aiheutuvat päästöt ovat olennaisin syy ilmaston lämpenemiseen. Ilmastonmuutosta voidaan hillitä kasvihuonekaasupäästöjä leikkaamalla, esimerkiksi korvaamalla fossiilisia polttoaineita uusiutuvilla energialähteillä ja pienentämällä energiankulutusta. Ilmastotavoitteiden toteutuminen on kaikkien yhteinen päämäärä, jonka saavuttamiseksi tarvitaan strategioita ohjaamaan kehitystä oikeaan suuntaan. Kansainvälisillä sopimuksilla saadaan osapuolet sitoutettua yhteisiin toimenpiteisiin ja asetettua tavoitteille vähimmäisvaatimukset. Kansallisella tasolla valtiot voivat asettaa vielä kunnianhimoisempia tavoitteita matkalla kohti hiilineutraalia tulevaisuutta.

Cleantechillä eli puhtaalla teknologialla tarkoitetaan ympäristöystävällisiä tuotteita, prosesseja ja palveluja (TEM 2014). Cleantech-osaaminen toimii tärkeässä osassa ilmastonmuutoksen hillinnässä ja mahdollistaa siirtymisen kohti kiertotaloutta (Euroopan komissio 2015). Kiertotaloudella tarkoitetaan toimintatapojen mallia, jossa tavarat ja materiaaliressurit pysyvät talouden kierrossa mahdollisimman pitkään. Kiertotaloudessa tuotteet suunnitellaan ja valmistetaan tuotteen koko elinkaarta ajatellen ottaen huomioon huollon, uudelleenikäytön ja uudelleenvalmistuksen mukanaan tuomat mahdollisuudet. (Ympäristöministeriö 2017)

Kansainvälisillä sopimuksilla ilmastonmuutosta vastaan

Yhdistyneet Kansakunnat (YK) toimii tärkeimpänä ilmastopolitiikan tavoitteiden määrittäjänä (Euroopan unionin neuvosto 2016). Vuonna 1992 Rio de Janeirosa päätettiin YK:n ilmastopopimuksesta, jonka tavoitteena on rajoittaa ilmastonmuutosta ja maapallon lämpötilan nousua vähentämällä kasvihuonekaasupäästöjä. Sopimus tuli voimaan vuonna 1994 ja sen on ratifioinut 195 maata. (Ilmastonmuutosta koskeva Yhdistyneiden Kansakuntien PUITESOPIMUS 61/1994)

Vuonna 1997 YK:n ilmastopopimus todettiin riittämättömäksi tavoitteiden saavuttamisen kannalta. Sopimusta täydentämään laadittiin Kioton pöytäkirja, joka astui voimaan vuonna 2005. Tarvittiin tiukempia määräyksiä, joten Kioton pöytäkirjaan merkityt päästötavoitteet ovat teollisuusmaille oikeudellisesti sitovia. Ensimmäisellä velvoitekaudella, vuosina 2008-2012, sopimuksen allekirjoittaneiden teollisuusmaiden täytyi vähentää kasvihuonekaasupäästöjä viisi prosenttia vuoden 1990 päästötasosta. Vuonna 2012 Kioton pöytäkirjaan tehtiin muutoksia kahdeksannessa osapuolikokouksessa Qatarin Dohassa. Kokouksessa sovittiin Kioton pöytäkirjan toisesta velvoitekaudesta, joka alkoi vuonna 2013 ja jatkuu vuodelle 2020. (HE 366/2014) Toiselle velvoitekaudelle sitoutui kuitenkin vähemmän maita kuin ensimmäiselle kaudelle. Sitoutuneet maat ovat ilmoittaneet omat päästövähennystavoitteensa verrattuna vuoden 1990 tasoon. Kioton pöytäkirjan allekirjoittaneet maat voivat yhdessä

muiden maiden kanssa sopia keinoista, joilla velvoitteet saadaan täytettyä. Esimerkiksi Euroopan unioni käyttää omaa päästäkauppajärjestelmää koko EU-alueen sisällä, jotta sen asettama 20 prosentin päästövähennystavoite saavutettaisiin. (Ympäristöministeriö 2016)

Pariisin ilmastopimus solmittiin vuonna 2015 täydentämään vuoden 1992 YK:n ilmastopimusta. Sopimus tuli voimaan vuoden 2016 lopulla, kun sen oli ratifioinut 55 maata, joiden päästöjen määrä yhteensä on 55 prosenttia koko maailman päästöistä. Myös Pariisin sopimus on oikeudellisesti sitova. Se koskee vuoden 2020 jälkeistä aikaa ja on voimassa sen jälkeen toistaiseksi. Sopimuksen päätavoitteena on rajoittaa maapallon lämpenemistä huomattavasti alle kahden celsiusasteen esiteolliseen aikaan verrattuna. Tavoitteena on myös vahvistaa ilmastomuutokseen sopeutumista ja panostaa vähäpäästöiseen kehitykseen. Tavoitteiden saavuttamista tullaan arvioimaan viiden vuoden välein. (HE 200/2016; Euroopan unionin neuvosto 2016) Vaikka valtio ei liittynyt Pariisin ilmastopimukseen, voi sopimuksen päästötavoitteisiin silti pyrkiä. Esimerkiksi Yhdysvalloissa, vaikka presidentti Donald Trump on päättänyt vetäytyä Pariisin ilmastopimuksesta, jopa 34 osavaltioilla ja pääkaupungilla on omat suunnitelmat ilmastomuutoksen hillitsemiseksi. (Töyrylä 2017)

Euroopan unioni suunnannäyttäjänä

Euroopan unioni pyrkii omilla toimillaan hillitsemään ilmastomuutosta ja rajoittamaan ilmaston lämpenemisen kahteen celsiusasteeseen. Eurooppa 2020 on vuonna 2010 päätetty strategia, jolla EU tavoittelee kestävä talouden kasvua 2000-luvun talouskriisin jälkeen. Ilmastomuutoksen hillintä on yksi EU:n Eurooppa 2020 strategian viidestä pääteemasta. Ilmasto- ja energiapaketissa on määritelty selkeät linjaukset vuodelle 2020. Tavoitteeksi asetettiin kasvihuonekaasupäästöjen leikkaaminen 20 prosentilla vuoden 1990 tasoon verrattuna, uusiutuvien energialähteiden osuuden nostaminen 20 prosenttiin kokonaiskulutuksesta, sekä energiatehokkuuden parantaminen 20 prosentilla vuoden 1990 tasoon nähden. (Euroopan komissio 2014)

Vuonna 2014 sovittiin uusista tavoitteista vuodelle 2030, johon mennessä on tarkoitus vähentää edelleen kasvihuonekaasupäästöjä vähintään 40 prosenttia vuoden 1990 tasoon verrattuna, nostaa uusiutuvien energialähteiden osuus 27 prosenttiin kokonaiskulutuksesta, sekä parantaa energiatehokkuutta 27 prosentilla. Pidemmän aikavälin tavoitteet ulottuvat vuoteen 2050, johon mennessä EU on sitoutunut vähentämään päästöjään 80 – 95 % vuoden 1990 tasosta. (Euroopan komissio 2014)

Euroopan komissio (2014) tuo esiin, että ilmaston lämpenemisen hillitsemiseen tähtäävillä toimilla voidaan samalla tukea talouskasvua ja työllisyyttä. Uusia yrityksiä ja työpaikkoja syntyy uusiutuvan energiaan, energiatehokkuuden parantamiseen ja muuhun cleantech-osaamiseen liittyen erilaisten innovaatioiden myötä. Lisähyötynä on myös energiaomavaraisuuden paraneminen, jolloin riippuvuus energian tuonnista vähenee. Pariisin ilmastopimuksella on arvioitu olevan positiivinen vaikutus globaaleihin markkinoihin cleantech-aloilla.

EU haluaa toimia suunnannäyttäjänä muulle maailmalle ilmastomuutoksen hillinnässä. Ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi EU käyttää sekä taloudellista tukea että sääntelyä. Kasvihuonekaasupäästöjen leikkaamiseksi laajassa mitakaavassa energia-, teollisuus- ja lentoliikennesektoreilla EU on kehittänyt päästäkauppa-järjestelmän, joka kattaa noin 45 % EU:n kasvihuonekaasu-

päästöistä. Tavoitteena vuodelle 2020 on vähentää päästöjä näillä sektoreilla 21 % vuoden 1995 tasoon nähden. EU-maille on myös asetettu kansallisia tavoitteita päästöjen vähentämiseksi muilla sektoreilla, kuten asuminen, maatalous, jätehuolto ja liikenne. Näissä tavoitteissa on otettu huomioon maiden erilaiset lähtökohdat. Jäsenvaltiot ovat myös asettaneet omat tavoitteensa uusiutuvien energialähteiden käytön lisäämiseksi. (Euroopan komissio 2014) Tähän mennessä Suomi, Ruotsi, Latvia ja Itävalta ovat onnistuneet parhaiten näiden tavoitteiden saavuttamisessa (Motiva 2017).

Euroopan komissio (2015) julkaisi joulukuussa 2015 toimintasuunnitelman kiertotalouden edistämiseksi EU-alueella. Kiertotaloudella tuetaan resurssien kestäväää ja älykästä hyödyntämistä samalla kun edistetään talouskasvua, lisätään kilpailukykyä ja luodaan uusia työpaikkoja. Raaka-aineiden kierrätyksellä ja uudelleenkäytöllä vähennetään syntyvän jätteen määrää ja säästetään luonnonvaroja, jolloin voidaan myös säästää energiaa ja pienentää kasvihuonekaasupäästöjä. EU:n kiertotalouspaketin tarkoitus on auttaa eurooppalaisia yrityksiä ja kuluttajia siirtymään kohti uutta toimintatapaa. Siirtymistä tuetaan eri rahoituslähteiden avulla.

Cleantech-osaaminen kuuluu Suomen vahvuuksiin

Suomi on tähän mennessä onnistunut etenemään hyvin kohti kansallisia tavoitteita, jotka asetettiin vuodelle 2020. Niihin kuuluvat kasvihuonekaasupäästöjen leikkaaminen 16 prosentilla vuoden 2005 tasosta ja uusiutuvien energialähteiden osuuden nostaminen 38 prosenttiin kokonaisenergiantuotannosta, mikä tarkoittaisi 9,5 % nousua vuoden 2005 tasosta. (Motiva 2017) Erityisesti bioenergiantuotanto on jatkuvassa kasvussa. Uusiutuvien energialähteiden osuus kokonaiskulutuksesta on kasvanut asteittain, kun taas kokonaisenergiankulutus on pienentynyt. (Euroopan komissio 2017) Kasvihuonekaasupäästöt ovat vähentyneet tasaisesti vuodesta 2010 lähtien (Suomen virallinen tilasto 2015).

Hallitusohjelmassa 2015 on asetettu 2020-luvun tavoitteiksi, että uusiutuvan energian osuus energiantuotannossa nostetaan yli 50 prosenttiin, ja energiaomavaraisuus yli 55 prosenttiin. Erityisesti halutaan lisätä bioenergian ja muun päästöttömän, uusiutuvan energian tarjontaa. Painopiste on nestemäisissä biopolttoaineissa sekä biokaasun tuotannon ja siihen liittyvän teknologian kasvattamisessa (kuva 1). Tavoitteisiin aiotaan päästä muun muassa kohdistamalla tukia uusiutuvan energian tuotantoon, luopumalla hiilen käytöstä energiantuotannossa, puolittamalla tuontiöljyn käyttö sekä nostamalla uusiutuvien liikennepolttoaineiden osuus 40 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä. Yksi hallituksen kärkihankkeista on hevosen lannan käytön salliminen energiantuotannossa. (Valtioneuvoston kanslia 2015)



KUVA 1. Biokaasun tankkausasema Joutsassa. Kuva: Mari Eronen.

Suomi pyrkii pitkällä aikavälillä kehittämään hiilineutraaliksi yhteiskunnaksi. Marraskuussa 2016 julkaistu kansallinen energia- ja ilmastostrategia vuoteen 2030 konkretisoi hallitusohjelman tavoitteita ja linjaa uusiutuvaan energiaan, energiatehokkuuteen ja cleantech-ratkaisuihin liittyvät toimet, joilla pitkän tähtäimen tavoitteet aiotaan saavuttaa. Strategiassa linjataan muun muassa, että vuoteen 2030 mennessä Suomessa olisi 250 000 sähkökäyttöistä autoa, 50 000 kaasuautoa ja kivihiiilen energiakäytöstä luovutaan kokonaan. (TEM 2016)

EU-linjauksia noudattaen hallituksen kärkihankkeisiin kuuluu myös kiertotalouden edistäminen. Yhdyskuntajätteen kierrätysaste halutaan nostaa 50 prosenttiin muun muassa jätelakia muuttamalla. Kierrätyskelpoiselle jätteelle säädetään kaatopaikkakielto vuodesta 2025 alkaen. Myös kierrätyspohjaisten ratkaisujen ominaisuuksiin liittyvää sääntelyä on tarkoitus kohtuullistaa. Jätevesiasetusta lievennetään, jolloin jäteveden hyödyntämismahdollisuudet paranevat. Lannan ja jätevesilietteen prosessoinnilla vähennetään vesistöön päätyvien ravinteiden määrää sekä parannetaan samalla maatalouden ravinne- ja energiaomavaraisuutta. (Valtioneuvoston kanslia 2015)

Kehittämällä cleantech-liiketoimintaa voidaan löytää ratkaisuja ympäristöhaasteisiin samalla kun luodaan uusia työpaikkoja ja tuetaan talouskasvua. Cleantech-osaaminen on tunnistettu yhdeksi Suomen vahuuksista. Tätä osaamista ja siihen liittyviä innovaatioita tarvitaan muun muassa energiatehokkuutta parantavien ratkaisujen löytämisessä ja uusiutuvan energian käytön edistämässä. Valtioneuvoston vuonna 2014 julkaiseman cleantech-strategian (TEM 2014) kunnianhimoisen vision mukaan Suomesta halutaan tehdä cleantech-liiketoiminnan globaali supervaltta vuoteen 2020 mennessä. Tarkemmat tavoitteet on asetettu muun muassa cleantech-alan yritysten ja työpaikkojen määrän nostamiselle sekä liikevaihdon kasvattamiselle. Strategiassa on esitetty niin kutsutut prioriteettitoimenpiteet, sekä toimintaympäristön kehittämistoimenpiteet, joilla tavoitteisiin pyritään. Ensisijaisia toimia ovat muun muassa cleantechin nostaminen maabrändin kärkiteemaksi ja cleantech-investointien edistäminen. Toimintaympäristöä pyritään kehittämään muun muassa selkeyttämällä ja nopeuttamalla monimutkaisia luvitusprosesseja sekä varmistamalla tulevaisuuden osaamis pohjaa tutkimuksella ja koulutuksella.

Lähteet

Euroopan komissio. 2017. Europe 2020 targets: statistics and indicators for Finland. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 27.9.2017]. Saatavissa: https://ec.europa.eu/info/strategy/european-semester/european-semester-your-country/finland/europe-2020-targets-statistics-and-indicators-finland_en

Euroopan komissio. 2015. Kierto kuntoon: komissio hyväksyy uuden kunnianhimoisen kiertotalouspaketin, jolla edistetään kilpailukykyä, luodaan työpaikkoja ja tuetaan kestäväää kasvua. [Viitattu 27.9.2017]. Saatavissa: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-15-6203_fi.htm

Euroopan komissio. 2014. Valokeilassa Euroopan unionin politiikka – Ilmastomuutos. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 27.9.2017]. Saatavissa: http://ec.europa.eu/regional_policy/index.cfm?action=publications.details&languageCode=fi&publicationId=672

Euroopan unionin neuvosto. 2016. Ilmastotoimia koskevat kansainväliset sopimukset. [Viitattu 27.9.2017]. Saatavissa: <http://www.consilium.europa.eu/fi/policies/climate-change/international-agreements-climate-action/>

Ilmastomuutosta koskeva Yhdistyneiden Kansakuntien PUITESOPIMUS 61/1994. [Viitattu 27.9.2017]. Saatavissa: http://www.finlex.fi/fi/sopimukset/sopsteksti/1994/19940061/19940061_2#idp906848

HE 200/2016. Hallituksen esitys eduskunnalle Pariisin sopimuksen hyväksymisestä ja sopimuksen lainsäädännön alaan kuuluvien määräysten voimaansaattamisesta. [Viitattu 27.9.2017]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2016/20160200?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=pariisin%20ilmastosopimus#idp41040>

HE 366/2014. Hallituksen esitys eduskunnalle ilmastomuutosta koskevan Yhdistyneiden kansakuntien puitesopimuksen Kioton pöytäkirjan muutosten ja Islannin osallistumisesta Euroopan unionin, sen jäsenvaltioiden ja Islannin velvoitteiden yhteiseen täyttämiseen Kioton pöytäkirjan mukaisella toisella velvoitekaudella tehdyn sopimuksen hyväksymisestä sekä laeiksi muutosten ja sopimuksen lainsäädännön alaan kuuluvien määräysten voimaansaattamisesta. [Viitattu 27.9.2017]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2014/20140366>

Motiva Oy. 2017. Uusiutuva energia Suomessa. [Viitattu 27.9.2017]. Saatavissa: http://motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/uusiutuva_energia_suomessa

Suomen virallinen tilasto. 2016. Kasvihuonekaasut. [Verkkojulkaisu]. 2015. Helsinki: Tilastokeskus. [Viitattu 27.9.2017]. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/khki/2015/khki_2015_2016-05-25_tie_001_fi.html

TEM. 2016. Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030. [Verkkodokumentti]. Työ- ja elinkeinoministeriö. [Viitattu 27.9.2017]. Saatavissa: <http://tem.fi/documents/1410877/2148188/Kansallinen+energia-+ja+ilmastostrategia+vuoteen+2030+24+11+2016+lopull.pdf/a07ba219-f4ef-47f7-ba39-70c9261d2a63>

TEM. 2014. Valtioneuvoston strategia cleantech-liiketoiminnan edistämisestä. [Verkkodokumentti]. Työ- ja elinkeinoministeriö. [Viitattu 27.9.2017]. Saatavissa: http://www.oulu.fi/sites/default/files/content/TEM_valtioneuvoston_strategia_cleantechliiketoiminnan_edistamisesta_06052014_0.pdf

Töyrylä, K. 2017. Ilmastonmuutoksen torjunta USA:ssa ei pysähtyisi Trumpin päätökseen – Monella osavalttiolla on omat ilmastotavoitteet. Yle-uutiset. [Viitattu 27.9.2017]. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-9643069>

Valtioneuvoston kanslia. 2015. Ratkaisujen Suomi – Pääministeri Juha Sipilän hallituksen strateginen ohjelma 29.5.2015. [Verkkodokumentti]. Hallituksen julkaisusarja 10/2015. [Viitattu 27.9.2017]. Saatavissa: http://valtioneuvosto.fi/documents/10184/1427398/Ratkaisujen+Suomi_FI_YHDISTETTY_netti.pdf/801f523e-5dfb-45a4-8b4b-5b5491d6cc82

Ympäristöministeriö. 2016. Kiotoon pöytäkirja. [Viitattu 27.9.2017]. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/FI/Ymparisto/Ilmasto_ja_ilma/Ilmastonmuutoksen_hillitseminen/Kansainvaliset_ilmastoneuvottelut/Kiotoon_poytakirja

Ympäristöministeriö. 2017. Kiertotalous. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 27.9.2017]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/FI/Ymparisto/Kiertotalous>

Mari Eronen, Johanna Kilpi-Koski ja Anri Vuori

Lahden seudun cleantech-osaamisella kohti kiertotaloutta

Lahti pyrkii olemaan kestävä kehityksen edelläkävijä ja kansainvälisesti tunnettu ympäristökaupunki (kuva 1). Vuonna 2016 Lahden kaupunki liittyi mukaan Smart & Clean –säätöön, jonka tavoitteena on vuoteen 2021 mennessä kehittää pääkaupunkiseudusta ja Lahdesta testialueita älykkäille ja puhtaille ratkaisuille, joilla voidaan hillitä ilmastonmuutosta ja edistää kiertotaloutta. Projektin aikana kerätään jo käytössä olevia keinoja sekä kehitetään uusia ratkaisuja, joita voitaisiin ottaa käyttöön myös muualla. Asiantuntijoiden mukaan Lahden seudulla on jo nyt monipuolista osaamista cleantechin eri osa-alueilla, erityisesti kiertotaloudessa ja vesien suojelussa. Tämä näkyy niin liiketoiminnassa, tutkimuksessa kuin aluekehityksessäkin. Lahti oli myös yksi viidestä finalistista vuoden 2019 Euroopan vihreä pääkaupunki -kilpailussa.



KUVA 1. Lahdesta halutaan kestävä kehityksen edelläkävijä ja kansainvälisesti tunnettu ympäristökaupunki. Kuva: Korppi Films Oy.

Strategiat tukevat cleantech-osaamista

Päijät-Hämeen visiona on olla ”ympäristö- ja hyvinvointiosaamisen maailmanluokan kumppani” (Päijät-Hämeen liitto 2014). Alueen vahvuuksiin kuuluu erinomainen sijainti kulkuyhteyksien äärellä, mikä luo edellytykset kansainvälistymiselle ja verkottumiselle. Cleantech-osaaminen nähdään tärkeänä työkaluna alueen kasvussa ja menestymisessä kansainvälisillä markkinoilla. Päijät-Hämeen vahvuutena ovat myös alueen monipuoliset luonnonvarat, joita on käytettävä tehokkaasti ja samalla kestävä kehityksen mukaiset tavoitteet huomioiden.

Lahden kaupungin strategian mukaan (Lahden kaupungin valtuusto 2013) visiona on olla ”houkutteleva ja elinvoimainen ympäristökaupunki.” Tälle kehitykselle lähdettiin jo valtuustokaudella 2009 – 2012 tehdyillä linjauksilla. Tavoitteena on vuoteen 2025 mennessä vähentää kasvihuonekaasupäästöjä

50 % vuoden 1990 tasosta asukaslukuun suhteutettuna. Ympäristöosaamista ja teollista muotoilua hyödyntävien alojen kasvua pyritään tukemaan hyödyntämällä maankäytön, asumisen, liikenteen ja rakentamisen hankkeita uusien ratkaisujen sekä liiketoimintamallien kehittämis- ja demonstraatioympäristöinä. Tällaisia hankkeita ovat erityisesti uudet kaupunkialueet.

Cleantech-osaamisesta Lahden seudulla

Kiertotalous

Cleantech-liiketoiminnan ympärille syntyneitä yrityksiä on Lahden alueella jo yli 130 ja alan osaamista viedään ulkomaille asti. Vastavuoroisesti Lahden maine kiertotalouden keskittymänä on alkanut kantautua maailmalle, minkä johdosta ulkomaiset yritykset ovat laajentaneet toimintaansa alueelle. Erityisesti kierrätysalan sekä maaperän ja veden puhdistamiseen liittyvä osaaminen kuuluvat Lahden vahvuuksiin. Suljettuun kiertoon perustuvaa liiketoimintaa ja teollisia symbiooseja pyritään edistämään muun muassa kierrättämällä entistä paremmin biopohjaiset jätteet ja teollisuuden sivuvirrat uusien tuotteiden raaka-aineiksi. Cleantech-ala työllistää Lahdessa noin 5 000 henkeä ja kiertotalouden parissa työskentelee jo noin 1 000 ihmistä (LADEC 2017c). Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy:n kehityspäällikkö Esa Ekholm (2016) ja Lahden kaupungin ympäristöpäällikkö Saara Vauramo (2016) näkevät alueen vahvuuksina jäte- ja energiahuoltoon liittyvän osaamisen. Julkisella puolella löytyy osaamista kierrätyksessä, energiantuotannossa ja vesihuollossa. Yksityisellä sektorilla on useita teollisuuden ja kotitalouksien energiatehokkuutta edistäviä yrityksiä.

Lahden seutu ja sen kuntien omistama jätehuolto-yhtiö Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy (PHJ) tunnetaan jätehuollon edelläkävijänä Suomessa. Jopa 96 % alueen yhdyskuntajätteestä saadaan hyötykäyttöön. PHJ:n päätoimipaikasta, Kujalan jätekeskuksesta, on muodostunut Suomen merkittävin kierrätysalan yritys- ja innovaatiokeskittymä. Kujalassa sijaitsee useita kiertotaloutta edistäviä ja toistensa arvoketjuja rikastuttavia yrityksiä. (PHJ 2017)

LATE-lajittelulaitos valmistui Kujalan jätekeskukseen loppuvuonna 2016. Kyseessä on uudenlainen ja Suomessa ainutlaatuinen jätteiden mekaanista erottelua hyödyntävä laitos, jonka avulla PHJ yltää 50 % materiaalikierrätysasteeseen. Laitoksen kokonaistoimittaja on Vimelco Oy ja laitoksen keskeisessä roolissa olevat 30 kuljetinta on toimittanut orimattilalainen Ferroplan Oy. (PHJ 2017) Kujalassa vuonna 2015 toimintansa aloittanut Tarpaper Recycling Finland Oy on kiertotaloutta edistävä tanskalais-suomalainen kattohuovan ja purkubitumin kierrätykseen erikoistunut yritys, joka on ainoa laatuaan Suomessa. Sen kierrätyslaitoksella jalostetaan purkubitumia ja kattohuopatehtaiden ylijäämämateriaaleja (kuva 2). Kierrätysraaka-aineista valmistettu murske ohjataan asfalttiteollisuuden käyttöön, jota muun muassa viereinen NCC Industry Oy hyödyntää ympäristöystävällisenä raaka-aineena asfaltintuotannossa. Kierrätysasfalttia hyödynnetään Lahden seudun teiden rakentamisessa ja korjauksessa (Artima-Sulkinoja 2017; LADEC 2017a).



KUVA 2. Tarpaper jalostaa kierrätetystä kattohuovasta asfaltin raaka-ainetta. Kuva: Jani Vehviläinen

Kujalan jätekeskuksen yhteydessä sijaitsee myös Suomen suurin liikennekäyttöön tarkoitettujen biokaasun tuotanto- ja jalostuslaitos, joka kuuluu LABIO Oy:lle. Laitoksen tuottama biokaasu syötetään Gasumin kaasuverkkoon jaettavaksi. Mädätysjäännös käsitellään LABIO Oy:n kompostointilaitoksella, jonka jälkeen se päättyy lannoitekäyttöön. Kompostoinnissa syntyvä lämpö otetaan talteen ja hyödynnetään edelleen biokaasulaitoksella. (LABIO 2017)

Energia

Kiertotalous näkyy myös energiantuotannossa. Seudun yritykset hyödyntävät toistensa tuotannon sivuvirtoja energiantuotannossa, jolloin energia ja ravinteet saadaan tehokkaasti kiertoon. Viljaperäisten sivuvirtojen hyödyntämisestä hyvä esimerkki on St1 Biofuels Oy:n bioetanolilaitos, joka on integroitu Hartwallin virvoitusjuomatehtaaseen. Tehtaan prosessijätteestä ja hukka-juomista valmistetaan bioetanolia liikennepolttoaineeksi. Tämän prosessin lopputuotteena syntyy bioetanolin lisäksi vettä ja mäskiä, joka käytetään eläinten rehuksi. St1 hyödyntää tuotannossaan myös lähiseudun kaupoista, leipomoista sekä Lahden Viljaklusterin kautta saatavia raaka-aineita. (Hazley 2016)

Lahti Energia Oy on monipuolinen energia-alan yritys, joka panostaa toimintaansa ympäristöystävällisyyteen ja uusiutuvan energian tuottamiseen. Yritys on muun muassa rakentanut maailman ensimmäisen kaasutusvoimalaitoksen, joka käyttää polttoaineenaan muun muassa PHJ:n toimittamia energijätteitä. Nyt rakenteilla on uusi 170 MW biolämpölaite, jolla korvataan vanha kivihiltä polttoaineena käytävä voimala. Tämän muutoksen myötä pyritään saavuttamaan huomattavat vähennykset kasvihuonekaasupäästöissä. Lisäksi uusi lämpölaite aiotaan varustaa savukaasujen lämmöntalteenottojärjestelmällä, jonka odotetaan parantavan laitoksen tehoa 10-15 %. Laitoksen lentotuhkat on tarkoitettu hyödyntämään metsiin ravinteiksi. Lahden ja sen lähialueiden kaukolämmön tuotanto on siirtymässä fossiilisista polttoaineista uusiutuviin uusien voimalaitosten rakentamisen myötä. Lahti Energian investoinnit ovat merkittäviä myös Lahden kaupungin kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen liittyvien tavoitteiden toteutumisen kannalta. (Lahti Energia Oy 2017)

Hollolan Kalliolan koulu toteutetaan elinkaarimallilla ja rakentamisessa on hyödynnetty paikallista uusiutuvaa energiantuotannon osaamista. Koulussa hyödynnetään maalämpöjärjestelmää, jonka toteutuksesta vastasivat yhteistyössä lahtelainen yritys One1, Lahti Energia ja Porin Energia (Ekholm 2016; Wallin 2016). Mittava lämmönkeruuputkisto on yhteensä lähes seitsemän kilometrin pituinen ja sen avulla lämmitetään myös lähellä sijaitseva päiväkoti (Vasankari 2016). Tämä onkin yksi esimerkki Lahti Energian kehittämistä uusista palvelumalleista (Wallin 2016).

Yhtenä esimerkkinä Lahden kaupungin sitoutumisesta ympäristövastuuseen toimii urheilukeskukseen vuoden 2017 alussa asennettu 120 kW aurinkovoimalaitos, joka toteutettiin ESCO-hankkeen yhteydessä. Kyseessä oli Lahden kaupungin ja Siemensin yhteinen hanke, jossa kymmeneen isoon kiinteistöön toteutettavilla energiaratkaisuilla tavoiteltiin energiantehokkuuden parantamista. (Lahden kaupunki 2017a)

Lahteen on syntynyt useita energia-alan startup-yrityksiä. Yhtä alueen menestystarinoista edustaa Nocart Oy, joka tuottaa uusiutuviin energialähteisiin perustuvia sähköntuotantoratkaisuja. Nocart allekirjoitti juuri 200 miljoonan dollarin sopimuksen hybridivoimalaitoksen toimittamisesta Sambiaan (Puttonen 2017). Vuonna 2010 perustettu yritys on kansainvälisesti merkittävä kasvuyritys ja työllistää nykyään noin 20 henkeä. (Ojansivu 2016)

Lahtelainen, vuonna 1961 perustettu energia- ja ympäristötekniikan perheyritys Oilon Oy on Ekholmin (2016) mukaan yksi merkittävimmistä energia-alan yrityksistä Suomessa. Oilon on tänä päivänä laajasti kansainvälinen yritys, jonka tuotteita käytetään monipuolisesti ympäristöystävällisessä energiantuotannossa globaalisti. Oilonilla on kymmeniä uusiutuvan energian hyödyntämiseen liittyviä referenssejä Suomessa. Oilon on ollut mukana suuressa osassa tässä artikkelissa mainituista energiaprojekteista laitetoimittajana. Kansainvälisiä referenssejä on satoja ympäri maailmaa. Esimerkkeinä Oilonin osaamisalueista ovat kaikenlaisten (mukaan lukien uusiutuvien) polttoaineiden polttojärjestelmät ja lämpöpumput kylmän ja/tai lämmön tuotantoon, joita käytetään monipuolisesti haettaessa energiansäästöä muun muassa datakeskuksissa ja prosessiteollisuudessa. (Oilon Oy 2017)

Lahden seudulla toimii myös useita lämmöntalteenottoratkaisuihin erikoistuneita yrityksiä. Calefa Oy on ainutlaatuinen hukkalämmön kierrätysratkaisuihin keskittyvä hollolalainen startup-yritys. Calefan ratkaisulla lähiseudun palvelin datasalin hukkalämpö kierrätetään energiana takaisin kaukolämpöverkkoon. (Calefa Oy 2017) Saksalan uimahallissa on otettu käyttöön lahtelaisen Wasenco Oy:n Ecowec-hybridivaihdin, joka tehostaa lämmöntalteenottoa jätevedestä lisäten uimahallin energiatehokkuutta. Ecopal on tehnyt kaupat ja toimittanut Wasenco Oy:n laitteet myös Hämeenmaan Kiinteistöt Oy:lle. Näin lisätään jäteveden lämmöntalteenottoa, ja tehostetaan aurinkolämpöjärjestelmän käyttöä Sokos Hotel Lahden Seurahuoneella. Järjestelmä toimitetaan hotelliin syyskuussa 2017. (Ecopal 2017)

Uusiutuvan energian ja energiatehokkuuden tutkimusta voidaan toteuttaa tutkimuskeskus Energonilla. Tiloissa voidaan sekä testata että kehittää nestemäisiä ja kaasumaisia polttoaineita käyttäviä laitteita. Muita tutkimuskohhteita ovat aurinkoenergiaa hyödyntävät laitteet, maalämpö- ja ilmalämpöpumppujen käyttö sekä hybridiratkaisut. Polttokokeissa voidaan tarkastella esimerkiksi lämmöntuottoa ja savukaasuja. Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy:n ohella tutkimuskeskusta ylläpitävät viereinen Oilon Oy ja Lahden ammatikorkeakoulu. (Energon Oy 2017)

Rakennettu ympäristö

Maakuntaohjelman ja Lahden kaupungin strategian mukaisesti energiatehokkuus näkyy myös paikallisessa uudis- ja korjausrakentamisessa. Esimerkiksi Lahden Talot on onnistunut tässä hyvin. Juuri päättäneellä energiatehokkuussopimuskaudella se ylitti säästötavoitteen 34 prosentilla. Lahden Taloilta kuuluu myös Niemessä Lanssikadulla sijaitseva asuinkerrostalo, jossa hyödynnetään hybridilämmitysjärjestelmänä maalämpöä ja aurinkokeräimiä. Vuonna 2011 valmistuneet matalaenergiakerrostalot ovat ensimmäisiä laatuun Lahdessa. (Aidantausta 2017)

Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy:n, Betoniteollisuus ry:n, Talonrakennusteollisuus ry:n ja Lahden Tilakeskuksen kesken on valmisteltu Rakokiven monitoimitalon -rakennusprojektin yhteyteen kehityshanketta, jonka työnimi on ”Terve betonirakenteinen koulu”. Edellisten tahojen lisäksi kehityshankkeen valmistelussa ovat olleet mukana Peikko Finland Oy ja Ramboll Rakennetekniikka. (Artima-Sulkinoja 2017) Rakokiven monitoimitalon -rakennusprojektissa keskitytään erityisesti korkealaatuiseen sisäilmaan ja siihen liittyviä ongelmia pyritään estämään hyödyntämällä alan viimeisimpiä tutkimuksia materiaalien sekä työ- ja toimintatapojen valinnassa. Toinen tärkeä tavoite on koko rakennusprojektin ajan välittää rakennusalan ammattihenkilöille betonirakentamisen uusinta tietoa ja viimeisimpiä kehitysnäkymiä. (Artima-Sulkinoja 2017)

Päijät-Hämeen maakuntaohjelman (2014) mukaan Lahden kaupunkiseudun kuntiin haetaan kestävä, energia- ja resurssitehokasta rakennetta ohjalla asumista, työpaikkoja ja palveluita keskusta- ja taajama-alueille sekä rautatieaseman läheisyyteen. Yksi maakunnan toimenpiteistä on maakunta-kaavan ja kuntien yleiskaavojen MALPE-toteuttamisohjelman laatiminen, jolla tähdätään yhdyskuntarakenteen eheyttämiseen. Ranta-kartanon, Niemen ja aseman alueet aiotaan toteuttaa ekologisen ja resurssitehokkaan rakennetun ympäristön pilottilueina. Toimenpiteitä tehdään myös materiaali-/energiatehokkaan ja ekologisen rakennetun ympäristön synnyttämiseksi, sekä uusiutuvien ja bioenergiälähteiden käytön lisäämiseksi. (Päijät-Hämeen liitto 2014)

Kaupunkiekologia

Lahden kaupunkiympäristössä toteutetaan vuosina 2016–2018 kaupungin hallinnoimaa Hulevesien hallintaa kustannustehokkailla hybridiratkaisuilla -hanketta. Hankkeessa kehitetään hulevesien hallintamenetelmiä kahdessa referenssikohteessa yhteistyössä Lahden kaupungin, Helsingin yliopiston ja alan yritysten kesken. (Lahden kaupunki 2017b) Maaperän tutkimuskeskus Soilia tarjoaa mahdollisuuden tehdä kaupunkiekologiaan liittyvää tutkimusta muun muassa maaperään, sedimentteihin ja pinta- ja pohjavesiin liittyen sekä testata kunnostusmenetelmiä. Kyseessä on Pohjoismaiden ensimmäinen pilot-mittakaavan maaperäntutkimuskeskus. LADECin lisäksi keskuksen ylläpidosta vastaa Helsingin yliopiston ympäristötieteiden laitos. (LADEC 2017b)

Monipuolista ympäristötutkimusta

Lahden seudulla tehdään paljon cleantechiin liittyvää tutkimusta ja kaupungin strategian mukaisesti yliopistokampusta profiloidaan ympäristöosaamisen ympärille. Lahdessa sijaitsevat Helsingin yliopiston ja Lappeenrannan teknillisen yliopiston toimipisteet vastaavat tieteellisestä ympäristötutkimuksesta. Helsingin yliopiston ympäristötieteiden laitoksella tehdään sekä luon-

nontieteellistä, yhteiskuntatieteellistä että näitä yhdistävää poikkitieteellistä ympäristötutkimusta. Lahden yliopistokampuksella tutkimus keskittyy ympäristöekologiaan, jonka aihepiirejä ovat muun muassa luonnonvarojen kestävä käyttö ja ihmisen toiminnan vaikutukset maa- ja vesiekosysteemeissä. Käytössä on neljä tutkimuslaboratoriota ja lisäksi opetuslaboratorio. (LUT 2017; Helsingin yliopisto 2017)

Lappeenrannan teknillinen yliopisto tunnetaan edelläkävijänä tekniikkaa ja taloutta yhdistävänä tutkimuslaitoksena, jonka tavoitteena on edistää puhtaan energian käyttöä, kiertotaloutta ja kestävää liiketoimintaa. Yliopiston alueyksikkö LUT Lahdessa tehdään käytännönläheistä tutkimus- ja kehitystyötä, jota toteutetaan muun muassa erilaisissa projekteissa. Yhtenä tutkimusalueena on kestävyystutkimus, jonka avulla pyritään tunnistamaan sekä rakentamaan ympäristöystävällisiä, kustannustehokkaita ja kestäviä ratkaisuja eri tahojen tarpeisiin. (LUT 2017) LUTin professori Risto Soukka (2016) mainitsee tämän hetken merkittävimpinä cleantechiin liittyvinä tutkimusaiheina sähkön varastoinnin, ilman- ja vedenlaadun, älykkäät järjestelmät sekä IOT: n. Hänen mukaansa viimeksi mainittujen kohdalla tilanne on se, että taitoa tuottaa tietoa on olemassa, mutta puuttuu kohteita, joissa tätä tietoa voitaisiin hyödyntää.

Soveltavaa cleantech-alaan liittyvää tutkimusta tehdään Lahden ammattikorkeakoulussa, jossa yhtenä koulutusalueena on ympäristö- ja energiatekniikka. Yksi LAMKin strategisista painoaloista on elinvoimainen ympäristö, jonka tavoitteena on edistää kiertotaloutta. Painoala jakautuu kolmeen teemaan, jotka ovat materiaalitehokkuus, kestävä kaupunkiympäristö sekä energiatehokkuus ja uusiutuva energia. LAMKissa on parhaillaan käynnissä lähes 20 julkisrahoitteista projektia, jotka ovat rakentuneet näiden teemojen ympärille. (LAMK 2017)

Ympäristöliiketoimintaa tukevat organisaatiot

Lahden seudun ja Päijät-Hämeen maakunnan aluekehittämisestä sekä -suunnittelusta vastaa Päijät-Hämeen liitto. Hämeen ELY-keskuksen tehtäviin kuuluvat muun muassa yritysten rahoitus-, neuvonta- ja kehittämisspalvelut, elinkeinoelämän ja innovaatioympäristöjen kehittäminen sekä ympäristönsuojelu. Hämeen ELY-keskus on myös alueellinen ympäristöviranomaisen Kanta- ja Päijät-Hämeen alueella.

Valtakunnallisen ”Kestävää kasvua ja työtä 2014–2020” ohjelman kautta toteutetaan sekä Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR) että Euroopan sosiaalirahaston (ESR) toimenpiteitä. EAKR varoja koordinoi Uudenmaan liitto yhteistyössä Päijät-Hämeen liiton kanssa ja ESR varoja Hämeen ELY-keskus. Niin ikään Hämeen ELYn koordinoima Manner-Suomen maaseudun kehittämissuunnitelma 2014-2020 rahoittaa ympäristöalan hankkeita. Innovaatio- ja tutkimuskeskus Tekes rahoittaa ja aktivoi niin yritysten kuin tutkimuslaitosten TKI-toimintaa. Yrityksiä rahoittavat lisäksi muun muassa Finnvera ja Finpro.

Yritystoiminnan kannalta merkittävä organisaatio on Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy, jonka toimintaan kuuluu kehittää alueen elinkeinoelämän edellytyksiä, kilpailukykyä ja vetovoimaisuutta. LADEC edistää ja tukee myös alueen yritysten pääsyä kansainvälisille markkinoille. (LADEC 2017c)

Nordic Innovation Accelerator (NIA) on LADECin ja Green Campus Innovationin vuonna 2016 perustama osakeyhtiö. NIA on kansainvälinen yritysverkosto,

joka tarjoaa online-palveluita. Näiden avulla saatetaan yhteen suuryritykset, ratkaisuja tarjoavat yritykset ja sijoittajat. Suuryritykset voivat esimerkiksi ilmoittaa palveluun, tuotantoon tai toimintaan liittyvästä haasteestaan, johon cleantech-alan yritykset ja muut toimijat ympäri maailmaa voivat tarjota ratkaisujaan. Lisäksi NIA:n toimintaan kuuluu Cleantech Venture Day, joka on Lahdessa vuosittain järjestettävä, pohjoisen Euroopan suurin cleantech-alan pääomasijoittajatapahtuma. Tapahtuma on järjestetty jo 10 vuonna ja se on osaltaan vauhdittanut cleantech-yritysten kasvua. (Nordic Innovation Accelerator 2017)

TKI-hankkeet edistävät ympäristöliiketoimintaa

Päijät-Hämeen maakuntaohjelman mukaisesti alueella rahoitetaan ympäristö- ja cleantech -hankkeita, joiden avulla tuotetaan ja hyödynnetään uutta tietoa ja osaamista sekä edistetään alueen kilpailukykyä. Hankkeita toteuttamassa ovat muun muassa tutkimusorganisaatiot ja alueen yritykset. Useimmat tällä hetkellä käynnissä olevat cleantech-hankkeet saavat rahoituksen EAKR-ohjelmasta, mutta myös maaseutuohjelma ja Tekes rahoittavat aihepiiriin hankkeita. Kansainvälisiä TKI-hankkeita toteutetaan muun muassa Interreg-ohjelmien ja Horizon 2020 -ohjelman rahoituksella.

LUT ja LAMK tekevät yhteistyötä usean energia-alan ja kiertotaloushankkeen parissa. Parhailaan käynnissä on esimerkiksi EAKR-rahoitteinen Kiertoliike-Päijät-Hämeen kiertotalousmalli ja uudet liiketoimintamahdollisuudet -hanke, jonka tavoitteena on tukea alueen liiketoiminnan kehittymistä kohti kiertotaloutta. Projektissa selvitetään alueen materiaalivirtoja ja laaditaan Päijät-Hämeelle tiekartta kohti kiertotaloutta. (LAMK 2017)

LUTin CleanAcceptance -hankkeessa (EAKR) etsitään ja tunnistetaan vähähiilisen asumisen malleja sekä kehitetään jo olemassa olevia. Hankkeen tavoitteena on edistää kestävästä yhdyskuntarakenteen muodostumista. Näkökulmana ovat käyttäjälähtöisesti kulutustottumukset ja energiankulutus, elämäntilanteeseen sopivat asuntokoot sekä uusiutuvan energian ratkaisut asumisessa. (LUT 2017)

LAMKin vetämässä kansainvälisessä BIOREGIO -hankkeessa (Interreg Europe) edistetään kiertotalouden biologisten virtojen parhaita käytäntöjä kuudessa EU-maassa. LAMKin lisäksi hankkeessa on partnerina myös Päijät-Hämeen liitto. Jakamalla osaamista parhaista alueellisista toteutus- ja yhteistyömallista ja teknologioista pyritään kehittämään alueiden strategioita sekä rahoitusohjelmia tukemaan biokiertotalouden edistämistä. (LAMK 2017)

Helsingin yliopiston ympäristötieteiden laitos ja Päijät-Hämeen liitto ovat mukana kansainvälisessä TANIA-projektissa (Interreg Europe). Hankkeen tavoitteena on parantaa ympäristön kunnostukseen käytettävien uusien innovatiivisten menetelmien tunnettuutta ja alentaa kynnystä ottaa niitä käyttöön. Erityisesti keskitytään nanoteknologian käyttämiseen ympäristön kunnostuksessa. (Helsingin yliopisto 2017)

LADEC Oy koordinoi monia TKI-hankkeita, joita tehdään suoraan paikallisten yritysten lähtökohdista, ideoista ja toiveista yhteistyössä alueen eri toimijoiden kanssa. Tavoitteena on auttaa yritysten liiketoiminnan kehittämisessä monin eri tavoin, kuten auttamalla yrittäjiä ja yrityksiä kaikissa yrityksen perustamiseen, kasvuun, kehittämiseen ja kansainvälistymiseen liittyvissä asioissa.

Johtopäätökset

Lahden seutu tunnetaan kiertotalouden keskittymänä ja alueella toimii lukuisia cleantech-liiketoimintaa harjoittavia yrityksiä. Erityisesti kierrätysalan sekä maaperän ja veden puhdistukseen liittyvä osaaminen kuuluvat alueen vahvuuksiin. Monipuolinen ympäristötutkimus, korkeatasoinen ympäristökoulutus ja TKI-hankkeet edistävät cleantech-osaamista ja -liiketoimintaa.

Lahden seutua voidaan pitää kestäväen kehityksen edelläkävijänä. Olenaisimpia cleantechin kehittämistarpeita ovat tulevaisuuden ratkaisuiden testialueiden ja ekosysteemien tunnistaminen sekä niiden hyödyntäminen kilpailukykyisemmän ja elinvoimaisemman ympäristön luomiseksi. Nämä parantaisivat nykyistä cleantech-sektoria, edistäisivät uusien läpimurtojen syntymistä ja lisääisivät vientimahdollisuuksia kansainvälisille markkinoille. Etenkin pk-yritykset hyötyisivät uusista, alojen rajat rikkovista kokeilu-ympäristöistä. Asiantuntijahaastatteluissa ilmeni hyviä esimerkkejä cleantech-sektorin kehittämismahdollisuuksista. Näistä keinoista sekä yritys kentältä nouseista kehittämistarpeista kerrotaan tarkemmin seuraavassa artikkelissa.

Lähteet

- Aidantausta, M-L. 2017.** Lahden Talot säästi energiaa enemmän kuin yritti: noin 500 sähkölämmitteisen omakotitalon verran. Etelä-Suomen Sanomat. [Verkkolehti]. [Viitattu 25.9.2017]. Saatavissa: www.ess.fi/uutiset/paijathame/art2383371
- Artima-Sulkinoja, E. 2017.** Liiketoimintakehittäjä. Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy. Haastattelu 8.8.2017.
- Calefa Oy. 2017.** Yritys. [Viitattu 29.9.2017]. Saatavissa: www.calefa.fi/fi/yritys/
- Ecopal. 2017.** Referenssit. [Viitattu 25.9.2017]. Saatavissa: www.ecopal.fi/category/referenssit
- Ekholm, E. 2016.** Kehityspäällikkö. Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy. Haastattelu 15.12.2016.
- Energon Oy. 2017.** Energon – Huippuympäristö uusiutuvan energian tutkimukseen. [Viitattu 25.9.2017]. Saatavissa: www.energon.fi/
- Hazley, E. 2016.** Myyntipäällikkö. St1 Biofuels Oy. Haastattelu 1.4.2016. Helsingin yliopisto. 2017. Ympäristötieteiden laitos. [Viitattu 25.9.2017]. Saatavissa: www.helsinki.fi/ymparistotieteet
- Helsingin yliopisto. 2017.** Ympäristötieteiden laitos. [Viitattu 25.9.2017]. Saatavissa: www.helsinki.fi/ymparistotieteet
- LABIO Oy. 2017.** Yritysinfo. [Viitattu 25.9.2017]. Saatavissa: www.labio.fi/yritysinfo/laitokset
- Lahden ammattikorkeakoulu LAMK. 2017.** Painoalalähtöinen TKI-toiminta. [Viitattu 25.9.2017]. Saatavissa: www.lamk.fi/tki-toiminta/painoalalahtoinen-tki-toiminta
- Lahden kaupunginvaltuusto. 2013.** Lahden kaupungin strategia 2025. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 25.9.2017]. Saatavissa: <http://lahtiuidistuu.fi/wp-content/uploads/2013/12/Lahden-kaupungin-strategia-2025.pdf>
- Lahden kaupunki. 2017a.** Aurinkopaneeleilla kestävä energia urheilukeskukseen. [Viitattu 25.9.2017]. Saatavissa: <https://www.lahti.fi/ajankohtaista/uutiset/aurinkopaneeleilla-kestava-energia-urheilukeskukseen>
- Lahden kaupunki. 2017b.** Hulevesien hallinta paranee. [Viitattu 25.9.2017]. Saatavissa: <https://www.lahti.fi/palvelut/luonto-ja-ymparisto/lahti-ymparistokaupunki/hulevesien-hallinta>
- Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy. 2017a.** Tarpaper löysi hyvät kumppanit Lahdesta. [Viitattu 25.9.2017]. Saatavissa: www.ladec.fi/tarpaper

Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy. 2017b. Soilia – Maaperän, sedimenttien ja pinta- ja pohjavesien perus- ja soveltavan tutkimuksen keskus. [Viitattu 25.9.2017]. Saatavissa: www.soilia.fi

Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy. 2017c. LADEC on kestävä kasvun vauhdittaja. [Viitattu 25.9.2017]. Saatavissa: www.ladec.fi/ladec
Lahti Business Region. 2017. [Viitattu 25.9.2017]. Saatavissa: <http://lahtibusinesregion.fi/>

Lahti Energia Oy. 2017. Monipuolinen ja vastuullinen energia-alan yritys. [Viitattu 25.9.2017]. Saatavissa: www.lahtienergia.fi/fi/lahti-energia/yritysesittely

Lappeenrannan teknillinen yliopisto LUT. 2017. LUT Lahti. [Viitattu 25.9.2017]. Saatavissa: www.lut.fi/lut-lahti

Nordic Innovation Accelerator. 2017. About & partners. [Viitattu 25.9.2017]. Saatavissa: www.nordicinnovationaccelerator.com/en/page/about-partners-en

Oilon Oy. 2017. Tervetuloa Oilonille. [Viitattu 25.9.2017]. Saatavissa: <https://oilon.com/tervetuloa-oilonille/#scroll-main>

Ojansivu, M. 2016. Unelma vei lahtelaisen cleantech-yrityksen Afrikkaan. [Verkkolehti]. Kauppapolitiikka 1/2016. [Viitattu 25.9.2017]. Saatavissa: <http://kauppapolitiikka.fi/yritykset/unelma-vei-lahtelaisen-cleantech-yrityksen-afrikkaan/>

Puttonen, K. 2017. "Merkittävin läpimurto" uusiutuvaan energiaan - lahtelaisyhtiö allekirjoitti 200 miljoonan euron Sambia-sopimuksen. [Verkkolehti]. Etelä-Suomen Sanomat. [Viitattu 25.9.2017]. Saatavissa: <http://www.ess.fi/uutiset/talous/art2338104>

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy. 2017. Kujalan jätekeskus. [Viitattu 25.9.2017]. Saatavissa: <https://www.phj.fi/kujalan-jatekeskus>

Päijät-Hämeen liitto. 2014. Päijät-Häme 2017. Päijät-Hämeen maakuntaohjelma 2014-2017. [Verkkodokumentti]. [Viitattu: 25.9.2017]. Saatavissa: www.paijat-hame.fi/wp.../J2014_Paijat_Hameen_maakuntaohjelma_2014-2017.pdf

Soukka, R. 2016. Professori. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Haastattelu 15.12.2016.

Vasankari, A. 2016. Kalliolan koulun maalämmöllä lämmitettäisiin kymmeniä omakotitaloja. [Verkkodokumentti]. [Viitattu: 25.9.2017]. Saatavissa: <http://www.ess.fi/uutiset/talous/art2279796>

Vauramo, S. 2016. Ympäristöjohtaja. Lahden kaupunki. Haastattelu 20.12.2016.

Wallin, M. 2016. Myyntijohtaja. Lahti Energia Oy. Haastattelu 16.12.2016.

Kati Manskinen

Cleantech-liiketoiminnan kehitystarpeet, case: Lahti

Tärkeimpiä kansallisia cleantechin kehittämistarpeita ovat sektorin kilpailukyvyyn parantaminen ja viennin lisääminen kansainvälisille markkinoille. Suomen cleantech-strategiassa asetettiin merkittävät tavoitteet viennin kasvulle, mutta toistaiseksi suomalaisyritysten vientimenestys ei ole vastannut sille asetettuja odotuksia (TEM 2014). Kaiken kaikkiaan kuitenkin nähdään, että cleantech-ala on selvinnyt paremmin kuin muu talous, vaikka viennin kasvua ovat rajoittaneet rakenne- ja suhdanneongelmat. Suomen cleantech-alan haasteena on, että se on keskittynyt noin kymmenen suurimman yrityksen harteille, eikä uusien yritysten merkittäviä läpimurtoja alalle ole tapahtunut. Pk-yrityksillä on tärkeä rooli uusien ratkaisujen tuottamisessa ja työllistymisessä. (Ollikainen et al. 2016)

Pk-yritykset näkevät koko maassa ja Cleantech-toimialalla eniten kehittämistarvetta markkinoinnissa ja myynnissä. Lisäksi merkittäviä kehittämistarpeita on tunnistettu yhteistyössä, verkottumisessa ja alihankinnassa sekä henkilöstön kehittämisessä ja koulutuksessa. (PK-toimialabarometri Cleantech 2015). Pk-yrityksillä myös korostuu referenssiympäristöjen merkitys. Niitä on olennaista saada pk-yritysten kehittymisen tueksi. Erityisesti uusiutuvan energian osalta referenssit on nähty tärkeiksi, sillä yrityksillä on valtavasti tietoa, jota voisi soveltaa myös Suomen markkinoilla. Kokeilut mahdollistavat myös uutta liiketoimintaa yhdistämällä eri tahoja. (Ollikainen et al. 2016)

Lahden alueella todetut cleantech-alan kehittämistarpeet ovat hyvin samankaltaisia kuin kansallisella tasolla havaitut tarpeet. Edellisessä artikkelissa esitettyjä tärkeimpiä Lahden alueella esiin nousseita kehittämistarpeita ovat alueellisten referenssiympäristöjen kehittäminen sekä muun muassa julkisiin hankintoihin, yhteistyöhön, verkostoitumiseen, ja teknologian kehitykseen liittyvät seikat.

Referenssiympäristöjen ja teknologian kehittäminen

Syksyllä 2016 Lahti liittyi mukaan pääkaupunkiseudun Smart&Clean -säätiön toimintaan, jonka tavoitteena on rakentaa pääkaupunkiseudusta ja Lahden alueesta kansainvälisesti tunnettu puhtaiden ja älykkäiden ratkaisujen referenssialue. Lahden kaupungin tavoitteena on toimia kansainvälisen tason referenssialueena muun muassa keskikokoisten kaupunkien tulevaisuuden liikkumisratkaisuihin, älykkäissä energiamalleissa ja alueellisissa energiaekosysteemeissä sekä jätteiden lajittelussa ja erityisesti biotalousvirtojen hyödyntämisessä (Vauramo 2016). Tällä hetkellä Lahti on kansallisesti tunnistettu edelläkävijä jätehuollon ratkaisuista ja teollisista symbiooseista. Haastatte- luissa tuli kuitenkin esille, että ruokahävikki on edelleen merkittävä ongelma (Ekholm 2016).

Kehittämistarpeita on alueella tunnistettu erityisesti liittyen uusiutuvan energian käyttöön, energiatehokkuuden parantamiseen ja hajautettuun pienimuotoiseen energiantuotantoon. Tähän liittyen Lahden alueella on tällä hetkellä

käynnissä useita TKI- ja yrityshankkeita sekä pilotointiympäristöjen kehittämishankkeita. Esimerkiksi Lahden Askonalueella pilotoidaan ensi kertaa Suomessa pohjaveden käytön laajentamista paikallisesti tuotettavana uusiutuvana energiamuotona. Kevään ja kesän 2016 aikana tehtyjen koeporausten ja pumppauskokeiden myötä on tutkittu alueen maaperän sekä ympäristö- ja pohjavesigeologisten olosuhteiden soveltuvuutta paitsi alueelliseksi kylmä- ja lämmitysenergian lähteeksi niin myös kausienergiavarastoksi. Tavoitteena on liittää ratkaisu osaksi alueen kaukolämpöjärjestelmää. Asiaa on viety alueella eteenpäin Tekesin innovaatorahoituksella käynnistetyssä Askonalueen älykäs energiaympäristö -projektissa. (Vauramo 2016) Yhtenä pilottikohteena haastatteluissa mainittiin myös Ranta-Kartanon alue, jossa pohjavettä hyödynnetään jäähdytyksessä (Wallin 2016).

Nastolassa sijaitsevan energiaekosysteemin kehittämiseen tähtäävä NETS-projekti sai alkunsa alueen yritysten tarpeesta kehittää yrityskohtaista energiatehokkuutta ja tarkastella mahdollisuutta muodostaa alueellinen energiaekosysteemi. Alueellisessa ekosysteemissä yritykset yhteistyössä voisivat esimerkiksi hyödyntää alueellista pienimuotoista energiantuotantoa ja erilaisia uusiutuvia energiaratkaisuja. (LAMK 2017)

Haastatteluissa tuli esille, että erityisesti hybridijärjestelmien mahdollisuudet tulisi huomioida ja että myös referenssikohteita erilaisista lämmitysratkaisuista tarvittaisiin (Ekholm 2016; Soukka 2016). Yksi hyvä esimerkki tämän hetkisestä referenssikohteesta on Lahden Niemessä Lanssikadulla sijaitseva talo, jossa on hybridilämmitysjärjestelmänä maalämpö ja aurinkokeräimet (Ekholm 2016).

Lahden ja lähialueen yritykset ovat tuoneet esiin teknologian kehittämistarpeen liittyen yritysten prosessien biomateriaalivirtojen hyödyntämiseen polttoaineena paikallisesti pienmittakaavaisessa yhdistetyssä lämmön ja sähkön tuotannossa (CHP-tuotanto). Metsäteollisuuden tehdasintegraateilla (kuten useilla muillakin teollisuuden, kaupan ja maatalouden keskittymillä) muodostuu sivutuotteina merkittävä määrä erilaisia biomateriaaleja. Myös Pohjoismaisissa metsissä ja pelloilla on suuria määriä käyttämättömiä biopolttoaineresursseja. Useat näistä biomateriaalivirroista soveltuvat kuitenkin heikosti käytettäviksi vaihtelevan laadun vuoksi hajautetussa polttoperusteisissa kaupallisissa CHP-ratkaisuissa. Pienen mittakaavan CHP -teknologiaratkaisut ovat kuitenkin varteenotettava ja kestävä vaihtoehto erityisesti haja-asutusalueen energiantensiivisissä kohteissa sekä orgaanisten sivutuotevirtojen haltijoilla ja kohteissa, joissa muut uusiutuvan energiaratkaisut eivät tule kysymykseen. Nocart Oy on lähtenyt yritysten tarpeista kehittämään tarvittavaa CHP-teknologiaa.

Uusiutuvan energian ja pientuotannon lisääntyessä sähkön ja lämmön kuluttajat tulevat olemaan kasvavassa määrin myös tuottajia. Tämä luo tarvetta kehittää kaksisuuntaisia älykkäitä sähkö- ja lämpöverkkoja, mikä mahdollistaa yrityksille uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Euroopan Unionin SmartGrids -teknologiayhteisön mukaan EU:n jakeluverkkoinfrastruktuurissa odottaa tulevana vuosina 300 miljardin euron liiketoimintamahdollisuudet (Euroopan komissio 2007).

Kaukolämmön uskotaan säilyvän lämmitysmuotona Lahden kaupunkialueilla, kunhan energia on tuotettu kustannustehokkaasti. Tulevaisuudessa tulee kuitenkin olemaan tarve kehittää uudenlaisia energiantuotantoon liittyviä palvelumalleja kuten esimerkiksi mallia, jossa sähköyhtiö omistaa kiinteistöllä sijaitsevan lämmitysjärjestelmän, mutta asiakas maksaa vain sähköstä eikä investoinnista. (Wallin 2016)

Julkiset hankinnat

Suomen ilmastopaneelin raportin (Ollikainen et al. 2016) mukaan julkisilla hankinnoilla nähtiin keskimäärin merkittävää potentiaalia cleantech-toimijoille, vaikka tähän mennessä vaikutus oli ollut melko vähäinen. Julkisten hankintojen merkitys korostuu myös Lahden alueen cleantech-alan kehityksessä. Lahden seudun avaintoimijat allekirjoittivat toukokuussa 2016 Lahden kiertotalousjulistuksen, jossa he sitoutuvat toteuttamaan julkiset hankinnat ja investoinnit huomioiden kiertotalouden tarjoamat vaihtoehtoiset ratkaisut (Lahden kaupunki 2016).

Haastatteluiden perusteella nousi esiin myös julkisen liikenteen kehittämisen tarve. Lahden joukkoliikenne on kilpailutettu 2014, jolloin käyttöön otettiin Suomen vähäpäästöisin liikennekalusto (Vauramo 2016). Ekholm (2016) nostaa kuitenkin esiin, että julkiseen liikenteeseen pitäisi saada myös sähköbussseja. Lisäksi biokaasubussit nähdään yhtenä vaihtoehtona.

Yhteistyö ja verkostoituminen

Laurea ammattikorkeakoulun ELLI-hankkeessa tekemän kyselyn perusteella Lahden alueen cleantech-toiminnassa kehitettävää olisi TKI-, verkosto- ja logistiikkaosaamisessa. Tutkimuksen ja yritysten välistä yhteistyötä olisi tarve kehittää. Yhden vastaajan näkemys oli, että Hämeen talousalueella on halua olla cleantech-klusterin keskittymä, mutta tämän vision toteuttamiseksi on tehty vain vähän toimenpiteitä. Kyselyn tuloksia esitellään tarkemmin tämän artikkelikokoelman artikkelissa Utopiaa ja realismia: skenaariotarkastelu tulevaisuuden energiatehokkaista asuinalueista. Vastaavasti tehtyjen henkilöhaastattelujen mukaan alueen TKI-toiminnan yhteistyötä tulee kehittää; korkeakoulut ja yritykset toimivat pitkälti omista lähtökohdistaan (Ekholm 2016). Lisäksi eri yritysten ja toimialojen välinen yhteistyö koetaan tärkeänä (Wallin 2016).

Vauramon (2016) mukaan kehittämistarpeet liittyvät osaamisen ja asiantuntijapalveluiden tuotteistamiseen. Osaamista löytyy esimerkiksi puhtaan veden teknologiassa ja järvien kunnostamisessa, mutta osataanko sitä viedä muualle? Omien vesivarojen suojelun lisäksi voitaisiin pyrkiä ratkaisemaan myös globaaleja ongelmia. Paljon asioita on vireillä, mutta näkemykset uusiutuvan energian mahdollisuuksista ovat melko hajaantuneita. Pitäisi myös miettiä, miten pystytään lisäämään vientiä ja luomaan uutta liiketoimintaa. Yhtenä kehityskohteena esille nousee kiertotalousresurssien kestävä käyttö. Olisi ratkaistava, miten saadaan edistettyä yhteiskäyttöä ja jakamistaloutta.

Lähteet

Ekholm, E. 2016. Kehityspäällikkö. Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy. Haastattelu 15.12.2016.

Euroopan komissio. 2007. Directorate-General for Research, Sustainable Energy Systems, European Technology Platform SmartGrids. Strategic research agenda for Europe's electricity networks of the future. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 30.11.2016]. Saatavissa: http://www.smartgrids.eu/documents/sra/sra_finalversion.pdf

Lahden kaupunki. 2016. Lahti julistautuu kiertotalouden kehitysalueeksi. [Viitattu 30.11.2016]. Saatavissa: <https://www.lahti.fi/ajankohtaista/uutiset/lahti-julistautuu-kiertotalouden-kehitysalueeksi>

Lahden ammattikorkeakoulu LAMK. 2017. Nastolan Energiaekosysteemi ja Teolliset Symbioosit. Lahden ammattikorkakoulu. [Viitattu 21.9.2017]. Saatavissa: <http://www.lamk.fi/nets>

Ollikainen, M. & Airaksinen, M & Seppälä, J. & Berghäll, E. 2016. Suomen ilmastopaneeli. Puhtaan teknologian ratkaisut: talous ja ilmasto. Raportti 4/2016. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 1.9.2017]. Saatavissa: http://www.ilmastopaneeli.fi/uploads/selvitykset_lausunnot/Ilmastopaneeli_Puhdas_teknologia_talous_ja_ilmasto_2016.pdf

PK-toimialabarometri Cletantech. 2015. Työ- ja elinkeinoministeriö. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 30.11.2016]. Saatavissa: http://www.temtoimialapalvelu.fi/files/2439/Cleantech_pk-toimialabarometri_syksy_2015.pdf

Soukka, R. 2016. Professori. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Haastattelu 15.12.2016.

TEM. 2014. Valtioneuvoston strategia cleantech-liiketoiminnan edistämisestä. Työ- ja elinkeinoministeriö. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 30.11.2016]. Saatavissa: http://www.oulu.fi/sites/default/files/content/TEM_valtioneuvoston_strategia_cleantechliiketoiminnan_edistamisesta_06052014_0.pdf

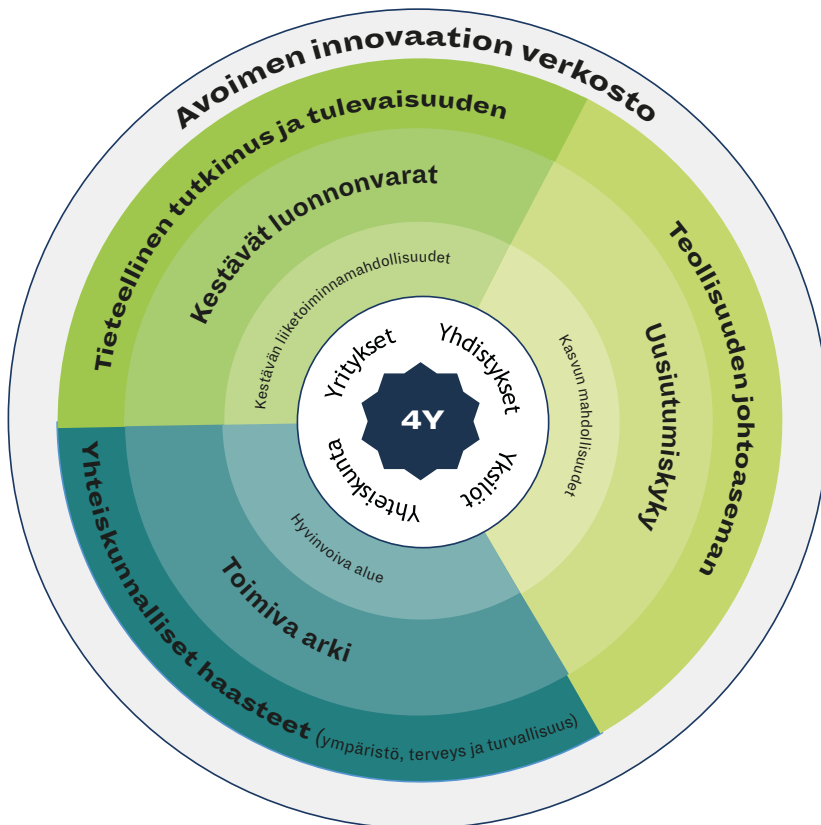
Vauramo, S. 2016. Ympäristöjohtaja. Lahden kaupunki. Haastattelu 20.12.2016.

Wallin, M. 2016. Myyntijohtaja. Lahti energia. Haastattelu 16.12.2016.

Jukka Laitinen ja Tarja Meristö

Cleantech-osaamisen kärjet ja toimijat Lohjan seudulla nyt ja tulevaisuudessa

Länsi-Uudenmaan alueeseen kuuluvat Hanko, Inkoo, Karkkila, Kirkkonummi, Lohja, Raasepori, Siuntio ja Vihti. Alue on kaksikielinen. Tässä tarkastellaan Länsi-Uudenmaan alueen näkökulmaa, mutta kehitykseen vaikuttavat myös monet globaalit ja kansallisen tason muutostekijät, kuten esimerkiksi EU:n ja Suomen energia- ja ilmastotavoitteet. Kuviossa 1 on Länsi-Uudenmaan kehittämissympäristö. Sen keskiön muodostavat toimijat 4Y:n periaatteen mukaisesti: yksilöt, yhdistykset, yritykset ja yhteiskunta. Siinä limittyvät eri tason strategiat (EU, Uusimaa ja Länsi-Uusimaa) ja niiden pääpainopisteet. Läpileikkaavana teemana on kestävyys, vaikka se ilmeneekin eri tavoin, esim. Länsi-Uudellamaalla kestävästä liiketoimintana ja Uudellamaalla kestävinä luonnonvaroina.



KUVIO 1. Länsi-Uudenmaan kehittämissympäristö (Meristö & Laitinen 2014).

Energiatehokkuuteen ja cleantech-osaamiseen liittyvät maakunnalliset ja paikalliset strategiat

Cleantech- ja energiatehokkuus Uudenmaan maakuntaohjelmassa

Uudenmaan maakuntaohjelmassa (Uusimaa-ohjelma 2013) cleantech-sektori on vahvasti mukana. Cleantech on osa vihreää taloutta ja sitä sovelletaan eri toimialoilla. Se on yksi Suomen nopeimmin kasvavista aloista ja vahvasti vientivetoista. Alan tämän hetken merkittävin kansainvälinen liiketoimintapotentiaali on energiatehokkuuden parantamisessa. Myös Uudenmaan tärkein alue ympäristötekniikan osaamisalalta on energiatehokkuus. Kierätyks, jätteenkäsittely, vedenkäsittely ja kestävä liikenne ovat myös tärkeitä osaamisaloja. Uudenmaan vahvuuksia ovat vahva yrityspohja, huipputason tutkimusosaamisen ja koulutuslaitosten keskittyminen alueelle sekä laaja kuluttajajoukko. Alalla on valmiuksia hyödyntää innovaatioita ennakkoluulottomasti. Cleantech- ja ICT-sektorin yhteistyöllä luodaan uutta liiketoimintaa. Merkittäviä liiketoiminnan mahdollisuuksia on mm. uusiutuvassa energiassa, rakennusten energiatehokkuudessa, älykkäissä sähköverkoissa ja energian varastoinnissa. Puhtaan energian markkinat ovat kansainvälisen sääntelyn ja EU:n ilmastopolitiikan ansiosta kasvussa. Julkisissa hankinnoissa on päätöksen mukaisesti siirryttävä vanhoista käytännöistä uusiin, energiatehokkaisiin ratkaisuihin.

Uudenmaan tulee toimia edelläkävijäalueena resurssitehokkaan, puhtaan teknologian hankinnoissa. Cleantech-liiketoiminnan osalta maakuntaohjelmassa on mainittu tulevaisuuden tavoitteeksi, että ”resurssitehokasta toimintatapa on otettu käyttöön eri tuotteissa ja palveluissa ja sitä on liiketoiminnassa toimialasta riippumatta”. Tavoitteen saavuttamiseksi on laadittu seitsemän kohdan toimenpideluettelo (Uusimaa-ohjelma 2013):

1. Synnytetään paikallisesti merkittävää liiketoimintaa kaupunkiympäristön resurssitehokkuus- ja ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi.
2. Käynnistetään uusiutuvan energian käyttöön ja tuotantoon liittyviä kokeiluja ja pilottihankkeita.
3. Käynnistetään rakennusten energiatehokkuuden lisäämiseen liittyviä laajamittaisia hankkeita sekä edistetään urbaania puurakentamista ja resurssitehokasta kaupunkirakentamista.
4. Tehostetaan ylijäämämassojen hyödyntämistä ja purkumateriaalien uudelleen käyttöä ja kierrätystä.
5. Kaupallistetaan kaupunkiympäristön ilman laadun monitoroinnin osaaminen kansainvälisillä markkinoilla.
6. Luodaan edellytyksiä biotalouden ja vesiosaamisen liiketoiminnalle.
7. Tuetaan kuntien toimia kehittää hankintojaan siten, että ne tukevat kestävää kehitystä.

Kaupungin strategia

Länsi-Uudenmaan keskuspaikka on Lohja, jonka kasvustrategia 2013 – 2021 ohjaa toimintaa pitkällä aikavälillä (Lohjan kasvustrategia 2013-2021 2013). Vuoden 2013 alusta toteutuivat myös viimeisimmät Lohjan kuntaliitoksista, jolloin mukaan tulivat Karjalohja ja Nummi-Pusula aiemmin vuoden 2009 alusta mukaan tulleen Sammatin lisäksi. Runsaan sadan vuoden aikana Lohjan keskusalue kasvoi teollisuuspaikkakunnaksi, sitten nykyajan palvelukeskukseksi ja Helsingin metropolialueen läntiseksi seutukeskukseksi. Alueen elinkeinorakenne on murroksessa ja esim. vuoden 2008 finanssikriisi on koetellut alueen teollisuutta. Alueella on vahva kauppakeskittymä ja elinkeinoelämän tietointensiiviset palvelut ja luonto- ja hyvinvointimatkat menestyvät.

Alue tarjoaa koulutusmahdollisuuksia nuorille ja aikuisille. Peruskoulu- ja lukiotarjonnan lisäksi alueella toimivat II asteen ammatilliset oppilaitokset Luksia ja Axxell sekä ammattikorkeakoulut Laurea ja Novia. Tekniikan osajista alueella on ajoittain pulaa alan koulutuksen puuttumisen takia.

Lohjan vision mukaisesti Lohjalla on kaupunki ja maaseutu yhdessä ja Lohja on sujuvan arjen kaupunki lähellä pääkaupunkiseutua. Lohjan arvoissa keskeisellä sijalla on kestävä kehitys, mikä näkyy käytännössä mm. kaupungin hankinta- ja kilpailutuspolitiikassa. Lohjan ja koko Länsi-Uudenmaan alue on laaja ja liikenneyhteydet korostuvat alueella. Strategisina vahvuuksina pidetään liikenneyhteyksiä, samoin sijaintia metropolin vieressä ja Turun ja Helsingin seutujen välissä. Muita vahvuuksia ovat toimiva seutukeskus palveluineen; elinvoimainen maaseutu; teolliset perinteet ja kehittyvä teollisuus; vetovoimaiset seudulliset koulutus- ja kulttuuripalvelut; puhdas ympäristö harjuineen, järvineen ja metsineen sekä puhtaat pohjavesivarannot. (Lohjan kasvustrategia 2013-2021 2013)

Lohjan strategiset kärjet korostavat kestävästä kasvusta ja kestävästä kehityksestä. Väestökasvu- ja työpaikkaomavaraisuustavoitteet korostavat taloudellisesti ja sosiaalisesti kestävästä kehityksestä ja taajamaratahankkeen edistäminen ja paikallisten palveluiden ja tuotteiden hyödyntäminen näiden ohella myös ympäristöä. Lohjalla ei keskitytä vain keskusta-alueen kehitykseen, vaan maaseudun kyläkeskuksia kehitetään aktiivisesti. Laadukkaan ympäristön varmistamiseksi Lohja on mukana hiilineutraali kunta- eli HINKU-hankkeessa. Uusi teknologia mahdollistaa myös uusien digitaalisten palvelujen käyttöönoton esim. energiatehokkaita ratkaisuja mietittäessä. (Lohjan kasvustrategia 2013-2021 2013)

Lohjan visio Lohja v. 2021 koskee ihmisiä, asumista, työtä ja palveluja. 65 000 asukkaan kaksikielinen ja kulttuurisesti rikas alue tarjoaa monimuotoisia asumismahdollisuuksia ja työtä. Monipuolinen elinkeinorakenne ja toimivat palvelut sekä hyvä elinympäristö houkuttelevat myös vapaa-ajan asukkaita alueelle. Alueen halutaan olevan myös suosittu matkailukohde, jossa puhtaassa ympäristössä on turvallista olla. Laadukas ympäristö sisältää seuraavat elementit: monimuotoinen ja puhdas luonto; kaunis ja aktiivinen maaseutu; viihtyisä ja terveellinen kaupunkiympäristö; puhtaat pohjavedet ja paraneva vesistöjen tila; hiilineutraali kunta sekä toimivat ja terveelliset toimitilat. (Lohjan kasvustrategia 2013-2021 2013)

Cleantech-toimijat Länsi-Uudenmaan alueella

Cleantech-ala on vielä jäsentymätön eikä yhtä oikeaa määritelmää alasta ole (Mutikainen et al. 2014). Alaa voidaan lähestyä klusteri- ja ekosysteemikäsitteiden avulla ja määrittää toimijoita sen mukaisesti ydintoimijoihin, lähi- ja tukialoihin sekä mahdollistajiin. Kestävä kehitys, kestävä liiketoiminta, niukaresurssisuus ja vastuullisuus sekä kiertotalouden ja säästämisen erilaiset elementit tuovat oman lisämausteensa tähän.

Länsi-Uudenmaan alueella Laurea on toteuttanut Novagon kanssa kestävä liiketoiminta -hankkeen, jossa hahmoteltiin kestävä liiketoiminnan klusteri (Kuvio 2). Hahmotelussa on sovellettu Porterin (1990) määritelmää, jonka mukaan klusteri koostuu ydintoimijoista, tuki- ja lähialoista sekä mahdollistajista. Ytimen määrittelyyn olemme käyttäneet viitekehystä, jonka mukaan kilpailukykyiset ja kestävät ratkaisut sisältävät kolme eri elementtiä: fyysinen, palvelu- sekä tietotaito-elementti (Kettunen & Meristö 2010). Hankkeen alussa määritellyt fokustoimialat olivat hyvinvointi, kauppa, rakentaminen ja

teknologiateollisuus. Ne ovat kestävän liiketoiminnan tuki- ja lähialoja; lisäksi Länsi-Uudellamaalla niihin kuuluvat kemianteollisuus, matkailu- ja ravitsemusala, logistiikka-ala, elintarviketeollisuus sekä viestintä. Mahdollistajiin kuuluu eri toimijoita, kuten lainsäätäjät, tutkimus- ja kehitystoimijat sekä PPP-toimijat (public private partnerships) eli julkisen ja yksityisen sektorin yhteiset toimintamallit. Alueelle rakennetun kestävän liiketoiminnan ydinpätevyyspuun avulla kartoitettiin tarvittavat ydinosat ja niiden taustalla olevat tiedot, taidot, arvot, asenteet sekä kontaktit, kokemukset. Kestävää liiketoimintaa ovat teknologiateollisuus, vesiliiketoiminta, rakentaminen, logistiikka, matkailu- ja ravitsemusala, hyvinvointiliiketoiminta sekä kauppa. Ylivoimatekijöinä nähtiin paikallinen ”pöhinä” yli toimialarajojen, brändin hallinta, resurssitehokkuus, hankeyhteistyö sekä paikalliset ratkaisut ja globaali markkinapotentiaali (Meristö & Laitinen 2014).



KUVIO 2. Länsi-Uusimaan kestävän liiketoiminnan klusteri.

Kestävän kehityksen ja cleantech-liiketoiminnan perusta on Länsi-Uudellamaalla vahva. Alueen yritykset ovat yhdessä muodostaneet Lohjan seudun ympäristöklusterin (LSYK), joka on yritysten, kuntien ja yhteisöjen perustama yhteistyö- ja oppimisverkosto. Sen tavoitteena on ylläpitää ja kehittää jäsentensä toimintaa, lisätä henkilöstön osaamista sekä kehittää jäsenten yhteistyötä ja vuorovaikutusta. LSYK:iin kuuluu 13 organisaatiota ja koordinaattorina toimii Länsi-Uudenmaan Vesi ja Ympäristö ry (Lohjan seudun ympäristöklusteri 2017). Suomen tasolla yritykset toimivat Cleantech Finlandin jäseninä, kun ne haluavat edistää ja kehittää kestävää liiketoimintaa myös kansainvälisesti. Myös Länsi-Uudenmaan alueen yrityksistä osa on mukana Cleantech Finlandissa (Cleantech Finland 2017).

Yliopistot, korkeakoulut ja tutkimuslaitokset ovat keskeisessä roolissa, kun uusia aloja, kuten energiätehokkuus- ja cleantech-alaa kehitetään. Länsi-Uudenmaan alueella ei ole teknistä koulutusta tai tutkimusta tekevää toimijaa, vaan TKI-toiminta tapahtuu aihepiiriin liittyvissä monitoimijaisissa hankkeissa, joissa mukana ovat alueen korkeakoulut Laurea ja Novia sekä alueen kehitysyritys Novago. Teknistä ja ympäristöosaamista työhön tuovat kumppanit muista korkeakouluista, esim. ELLI-hankkeessa Lappeenrannan tekninen yliopisto ja Hämeen ammattikorkeakoulu. Laurean toteuttamissa

hankkeissa mukana ovat olleet myös Helsingin yliopiston ympäristötieteen laitoksen tutkijat Kestävä yhdyskunta -hankkeessa v. 2010-2011 (Tuohimaa et al. 2011) ja SYKLI Kestävä liiketoiminta Uudellamaalla -hankkeessa 2012-2014 (Meristö & Laitinen 2014).

Viranomaisten rooli on uutta kehitettäessä tärkeä, kun määritellään pelisääntöjä ja säädetään asetuksia ja lakeja sekä tehdään käytännön politiikkaa kaavoituksessa. Lohja on selkeästi määritellyt omassa strategiassaan tavoitteet ja vastuut liittyen kaupungin kestäväan kehitykseen (Lohjan kasvustrategia 2013-2021 2013).

4Y-periaatteen mukaisesti ilman aktiivisia kansalaisia energiatehokkuutta ja cleantech-toimintaa ei voi kehittää. Kansalaiset ovat kuluttajia ja päätöksentekijöitä, jotka ratkaisevat, millaisiin asioihin he ovat valmiita panostamaan ja millaisista saavutetuista eduista he ovat valmiita luopumaan. Ilmalämpöpumput ovat saavuttaneet suosiota, mutta autottomuus ei vielä pääkaupunkiseudun ulkopuolella ole saanut jalansijaa. Samoin järjestötoimijat ovat aktiivisia alan kehittämisessä ja kyläyhdistykset alueella ovat ottamassa energiansäästön, energiatehokkuuden, uusiutuvat energiamuodot ja kevyen liikenteen vaikuttamisen kohteeksi. Aktiivisia toimijoita ovat myös järjestöpohjaiset, mutta tutkimustyyppisesti toimivat organisaatiot kuten Länsi-Uudenmaan Vesi- ja Ympäristö ry. (Meristö & Laitinen 2014)

Kestävä kehitys ja cleantech osana aluekehitystä

Aluestrategioissa kestävä kehitys ja cleantech-liiketoiminta ovat Uudellamaalla mukana kaikilla tasoilla. Länsi-Uudellamaalla toimii aktiivinen ympäristöklusteri, joka edistää liiketoimintaa ja päivittää tarvittavaa osaamista. Lohjan kaupunki on ensimmäisten joukossa toteuttamassa HINKU (Kohti hiilineutraalia kuntaa) -ohjelmaa ja soveltaa myös kestäväan kehityksen periaatteita hankinnoissa. Länsi-Uusimaa on luonnonläheinen alue, jossa on paljon vesistöjä ja monet alueen TKI-hankkeetkin kehittävät vesiliiketoimintaa kestäväan kehityksen pohjalta. Myös energiatehokkuus on monissa alueen hankkeissa kohteena. Esimerkkeinä alueen kestäväan kehitystä ja cleantech-liiketoimintaa edistävästä hankkeista ovat mm. seuraavat (Taulukko 1):

TAULUKKO 1. Kestävää kehitystä ja cleantech-liiketoimintaa edistäviä hankkeita Länsi-Uudellamaalla.

Hanke	Aihe	Ajan-kohta	Tekijät	Rahoittajat
Kestävän liiketoiminnan klusteri Länsi-Uudellamaalla	Länsi-Uudenmaan kestävän liiketoiminnan klusterin kartoitus ja kehittäminen	10/2012 – 10/2014	Novago, Laurea	Uudenmaanliitto / Maakunnan kehittämisraha
Kohti hiili-neutraalia kuntaa (HINKU)	Kunnan, asukkaiden ja elinkeinoelämän sitouttaminen kasvi-huonepäästöjen vähentämiseen	Käynnissä	Novago koordinoi	Kuntaliitto, Motiva, Tekes, Sitra, Ympäristöministeriö
Välke	Vähähiilisydestä uutta liiketoimintaa ja kilpailuetua yrityksille ja kunnille	Päättyi 7/2017	SYKE, Novago, Länsi-Päijänne	EAKR
WIN – Water Innovator Accelerator	Yhteisalustan kehittäminen vesialan pk-yrityksille, yritysideoille ja kunnallisille toimijoille	1 – 9/2015	Novago, FWF, WIN, LU, Vannklynge, DWF	Työ- ja elinkeinoministeriö
AQUA VITAE	Vesi- ja ympäristöalan toimijoiden verkottuminen ja osaamiskeskittymän luominen läntiselle Uudellemaalle	Päättynyt 12/2014	Novago	ESR
WaterCare	Vesialaan liittyvät tuotepilotoinnit, klusterikartoitukset ja seminaarit	2014	Novago, Ladec	EAKR
Länsi-Uudenmaan Inno-Hub -pilotti	Kehitettiin Yritystalo Business-Lohjan uusia kestävän kehityksen mukaisia toimintatapoja	9/2013 – 4/2014	Novago, Laurea	TEM
Tulevaisuuden kestävä yhdyskunta	Kestävän yhdyskunnan vaihtoehtoiset rakenteet ja toimintamallit sekä niiden kehityspotentiaalilla aikavälillä	1/2010 – 6/2011	Laurea, Helsingin yliopisto	TEKES

Cleantech-osaaminen Länsi-Uudellamaalla

ELLI-hankkeessa cleantech-osaamista on kartoitettu verkkokyselyssä (touko-syyskuu 2016) ja tulevaisuuspujassa (syyskuu 2016). Verkkokyselyyn vastauksia tuli 50 kappaletta. Suurin vastaajajoukko olivat yritysedustajat (18 kpl) ja toiseksi suurin opetuksen ja tutkimuksen edustajat (15 kpl). Vastauksia tuli myös päätöksentekijöiltä, luottamushenkilöiltä, asiantuntijoilta sekä yksittäisiltä kansalaisilta. Suurin osa vastaajista oli Lahden seudulta (16 kpl) ja Länsi-Uudeltamaalta (14 kpl), loput olivat Hämeenlinnan (6 kpl) ja Riihimäen seudulta (2 kpl) tai muualta Suomesta (10 kpl). Kyselyssä Länsi-Uudellemaalle ominaisiksi osaamisalueiksi mainittiin mm. aluillaan oleva vesiosaaminen sekä maatalouteen liittyvää lannoite- ym. erittely-/esto-osaaminen. Tärkeänä nähtiin myös kansainvälinen toiminta, kehityksen ja valmistuksen yhteistyö, sekä erilaisten teknologioiden yhteen sovittaminen. Vastaajat uskoivat, että paikallisilla toimijoilla on hyvät edellytykset kehittää loistavia tuotteita, mutta kokonaisuuksien kanssa on jo vaikeampaa ja varsinkin kansainvälisille markkinoille pääsy kangertelee. Energiansäästökauppiat myyvät tuotteita eikä markkinoilla vielä ole valmiita kokonaisuuksia. Puuttuvaan integrointiin ja kansainväliseen markkinointi- ja yhteistyöosaamiseen tarvitaan panoksia ja tukea myös valtiolta, jotta osaaminen muuttuu toimiviksi käytännöiksi.

Länsi-Uudellemaalle kaivataan luonnonmukaisen rakentamisen toimintaa. Rakentamista pitää tarkastella koko elinkaaren sekä materiaalien laajuudella, materiaalien tuottamiseen kulutettavasta energiasta ja kemikaaleista sekä kuljetuksista asumisaikaiseen terveyteen ja energiatehokkuuteen, rakennuksen pitkään elinkaareen ja korjattavuuteen sekä lopulta rakennuksen hävittämiseen. Parhaimmillaan rakennus on suurilta osin palautettavissa luontoon, eikä niistä muodostu ongelmajätettä. Vaikka talo kestäisi 30 vuotta, mutta rakennusmateriaalit ovat pääasiassa muoveja ja betonia, se ei oikeasti ole ekologinen vaihtoehto, vaikka sen energiatehokkuus olisi kuinka hyvällä mallilla, arveli joku kyselyn vastaajista.

Tulevaisuustyöpajassa korostettiin arvoja ja asenteita: on haluttava menestyä ja kasvaa, tarvitaan riskinottoa ja rohkeutta mieltää itsensä cleantech-osaajiksi. Tärkeätä on myös avoimuus kokemusten vaihtoon, on opittava sekä omista että toisten virheistä, mutta myös onnistumisista. Oman toiminnan sparraus muiden yritysten kanssa on tärkeää, samoin kuin mukanaolo esim. Nuorkauppakamarissa tai muissa verkostoissa on tärkeää. Lohjan näkökulmasta pääkaupunkiseutu on lähellä ja koko alueen alihankintaverkostoja kannattaa hyödyntää. Haaste heitettiin Lohjan kaupungin elinkeinotoimelle, jonka on tehtävä Lohjasta houkutteleva ympäristö yrityksille kehittämällä yhteistyötä eri toimijoiden kesken. Kyselyn tabuvastauksia siteeraten: jos cleantechiin siirtyminen tuntuu liian isolta ja mahdottomalta haasteelta, jatketaan helposti vanhalla eteenpäin. Tämän korjaamiseksi tarvitaan helppo esimerkkipolku, mistä voi aloittaa kokeilun. Yhteiskehitys ja sitoutuminen tasa-arvoisina kumppaneina pilottiprojekteihin on tärkeää. On hyväksyttävä kokeilumentaliteetti, ilman heti realisoituvaa liiketoiminnallista hyötyä.

Lähteet

Cleantech Finland. 2017. [Viitattu 8.6.2017]. Saatavissa: <http://www.cleantechfinland.com/>

Kettunen, J. ja Meristö, T. 2010. Seitsemän tarinaa innovaatioista. Rohkea uudistaa ennakoiden. Helsinki: Teknologian tutkimuskeskus Teknova Oy

Lohjan kasvustrategia 2013-2021. 2013. Lohjan kaupunki. Valtuuston hyväksymä 11.9.2013. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 1.12.2016]. Saatavissa: <http://www.lohja.fi/Liitetiedostot/Keskushallinto/Strategiat/Strategiavihko%202013%20-%202021.pdf>

Lohjan seudun ympäristöklusteri. 2017. [Viitattu 8.6.2017]. Saatavissa: http://www.lohja.fi/default.asp?kieli=246&id_sivu=2616&alasisivu=2616

Meristö, T. & Laitinen, J. 2014. Kestävän liiketoiminnan mahdollisuudet Länsi-Uudellamaalla - nykytila ja tulevaisuuden näkymiä. [Verkkodokumentti]. Lohja: Novago Yrityskeskitys. [Viitattu 28.9.2017]. Saatavissa: https://issuu.com/minna-maritiihonen/docs/kest_v___liiketoiminta_loppuraport

Mutikainen, M. & Lamminmäki, K. & Purhonen, P. & Vuorela, M. 2014. Pääkaupunkiseutu kansainvälisen tason cleantech-veturiksi. [Verkkodokumentti]. Helsinki: Sitra. Sitran selvityksiä 79. [Viitattu 28.9.2017]. Saatavissa: <https://media.sitra.fi/2017/02/23223429/Selvityksia79.pdf>

Porter, M. E. 1990. The Competitive Advantage of Nations. London: Macmillan.

Tuohimaa, H. & Haapola, L. & Kauppi, P. & Kettunen, J. & Kivelä, S. & Laitinen, J., & Meristö, T. 2011. Tulevaisuuden kestävä yhdyskunta – reitit ja umpikujat. Loppuraportti. [Verkkodokumentti]. Turku: Laurea ammattikorkeakoulu, CoFi. [Viitattu 28.9.2017]. Saatavissa: <https://drive.google.com/file/d/0B56sGmSwrHiuNGZhdHoxZnB2Wmc/view>

Uusimaa-ohjelma. 2013. Visio ja strategia 2040 & Strategiset valinnat 2014-17. Uudenmaan liiton julkaisuja A27. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 1.12.2016]. Saatavissa: http://www.uudenmaanliitto.fi/files/12115/Uusimaa-ohjelma_A27-2013_valtuuston_hyvaksyma.pdf

Olli Ilveskoski, Seppo Niittymäki, Eeva Hämeenoja ja
Ari Laitala

Cleantech-osaamisen kärjet Hämeenlinnan ja Riihimäen seuduilla

Cleantech merkitsee ympäristöä vähän kuormittavia tuotteita, palveluja ja teknologioita (Työ- ja elinkeinoministeriö 2014). Cleantech -ratkaisut liittyvät materiaali- ja energiatehokkuuteen, uusiutuvaan energiaan, kemikaalien hallintaan, uusiin materiaaleihin, vesien ja jätteiden kierrätykseen ja hallintaan sekä kuljetusten kehittämiseen. Toukokuussa 2014 julkaistiin Suomen Cleantech –strategia, jossa visiona on nostaa Suomi cleantech –liiketoiminnan edelläkävijäksi esimerkiksi demonstraatio- ja pilotointiympäristöjä luomalla. Uudella alueellisella energiantuotannolla ja energiatehokkuusratkaisuilla on suuri merkitys, koska Euroopan tasolla rakennussektori käyttää 40 prosenttia energiasta ja rakennukset aiheuttavat 36 prosenttia kasvihuonekaasupäästöistä.

Energiatehokkaan ja uusiutuvaa energiaa tuottavan alueen rakentaminen on vuosia kestävä prosessi, johon liittyy eri vaiheissa erityyppisiä toimijoita. Jotta kaavoituksessa ja rakentamisessa osataan varautua tuleviin vaatimuksiin ja mahdollisuuksiin sekä saadaan käyttöön uusin energiatekniikka ja osaaminen, tarvitaan kokonaiskuva käytössä olevista ja alueille soveltuvista vaihtoehtoista. Tätä tietoa ELLI –hankkeessa on kerätty esimerkiksi Hämeenlinnan ja Riihimäen seuduilla.

Cleantech Hämeenlinnan ja Riihimäen seuduilla

Kanta-Hämeen maakuntaohjelma

Kanta-Hämeen maakuntaohjelman ”Kasvukäytävät” -toimintalinjan keskeisiin toimenpide-ehdotuksiin kuuluu ”Kiertotalous Suomen kasvukäytävän talousmallina”, jonka toteutuminen edellyttää puhtaan teknologian ratkaisujen käyttöä. ”Monipuolisen asumisen ja hyvinvoinnin” tavoitteisiin kuuluvat energiatehokkuus sekä asuinaluekohtaiset energiaratkaisut. Kehitettävistä asuinalueista on mainittu mm. Hämeenlinnan Engelinranta ja Riihimäen Peltoaari. Kanta-Hämeen yhtenä vahvuutena on biotalouteen sekä luonnonvarojen kestävään käyttöön liittyvä osaaminen. Kehittämistoimet kohdentuvat energiatehokkuuteen, energian tuotantoon, materiaalin kiertoon ja biopolttoaineisiin, joilla kaikilla on vaikutusta asuinalueiden energiakysymyksiin. Rakentamisen ja rakennusten energianhallintaan liittyvät uudet ratkaisut luovat myös osaltaan maakuntaohjelman tavoittelemia valmistavan teollisuuden sekä kansainvälistymisen mahdollisuuksia. (Hämeen liitto 2016)

Kanta-Häme, Päijät-Häme ja Uusimaa muodostavat laajan cleantech - yhteistoiminta-alueen, jossa kehittämisen fokukseen on valittu rakennuskannan energiatehokkuus, biojalostuksen lisäarvo sekä julkiset hankinnat ja investoinnit (Päijät-Hämeen liitto 2014).

Kaupungeilla on tärkeä rooli asuinalueiden energiatehokkuuden ja uusiutuvan energian tuotannon kehittämisessä maankäytön ohjauksen, kaavoituksen sekä elinkeinopolitiikan kautta. Hämeenlinnan ja Riihimäen kaupunkien strategiat mahdollistavat ja ohjaavat asuinalueiden sekä rakentamisen cleantechia hyödyntävää, resurssiviisasta suunnittelua.

Hämeenlinnan kaupungin strategia

Hämeenlinnan kaupungin arvoihin kuuluu ”Kestävä elämäntapa”, jonka edistämisen on tarkoitus toteutua hyvän ympäristön ja kestävän kaupunkisuunnittelun muodossa. Ympäristö- ja energiainnovaatiot sekä uuden teknologian hyödyntäminen ovat keinoja saavuttaa asetetut päämäärät. Toiminnan onnistumisen tärkeitä mittareita ovat 1. Uusien energiamuotojen ja teknologioiden käyttöönotto ja seuranta ja 2. Ominaisenergiakulutuksen mittaaminen ja säästöjen kertymisen seuranta kaupungin kiinteistöissä (9 % vuoteen 2020 mennessä 2013 tasosta). (Hämeenlinnan kaupunki 2014)

Riihimäen kaupungin strategia

Riihimäelle on laadittu uusi strategia vuonna 2017. Strategian mukaan tiiviin kaupunkirakenteen sekä vahvan kiertotalousosaamisen johdosta Riihimäki kehittyy pienimmän hiilijalanjäljen kaupunkina. Yksi valtuustokauden 2017 – 2021 kärkihankkeista on ”Kaupungin ja kaupunkikuvan kehittäminen”, johon kuuluu mm. asemanseudun ja keskustan kehittäminen sekä ”Elinkeinoelämän edistäminen”. Kärkihankkeiden avulla edistetään asuinalueisiin liittyvää cleantech -osaamista ja toteutuksia. Riihimäelle laaditaan myös kaupungin ensimmäinen rakennetun ympäristön ohjelma. Ohjelmassa asetetaan tavoitteet Riihimäen rakennetun kaupunkiympäristön laadulle ja määritellään toimenpiteet, joilla tavoitteet voidaan saavuttaa. (Riihimäen kaupunki 2017a)

Hämeenlinnan ja Riihimäen seudun cleantech -yritykset

Cleantechin suomenkielinen vastine ”puhtaat ratkaisut” kuvaa sitä, että cleantechissä kyseessä ei varsinaisesti ole oma toimiala vaan eri toimialojen sisällä tehty kehitystyö ja saavutetut ratkaisut. Hämeenlinnan ja Riihimäen seuduilla cleantechin kärjet liittyvät rakentamisen ja kiinteistöjen energiatehokkuuteen, energian tuotantoon ja hallintaan sekä kiertotalouteen. Energiatehokkaiden ja innovatiivisten asuinalueiden syntymiseen ja kehittymiseen tarvitaan kaupunkien, yritysten ja kehittämisorganisaatioiden tiivistä yhteistyötä.

Rakentamisen ja rakennusten energiatehokkuus

Hajautetut ja uusiutuvat energiatuotantoratkaisut ovat yleistyneet viime vuosina. Alueellisiin, hajautettuihin ja uusiutuviin energiamuotoihin perustuvia ratkaisuja ovat esimerkiksi maalämpö, vesistölämpö, aurinkolämpö- ja sähkö ja tuulisähkö.

Hämeenlinnan seudulla vahvasti vaikuttava Ruukki/SSAB on kehittänyt useita energiatehokkuuteen liittyviä konsepteja. Maalämmön talteenottoon on tuotu markkinoille paalutuksia hyödyntävä energiapaalu. Rakennuksen ulkoseiniin on tarjolla erittäin tiiviit ja energiatehokkaat energiapaneelit ja ikkunat voidaan toteuttaa energiaa säästäväillä kennoikkunoilla. Aurinkolämmön keräämi-

seen on kehitetty järjestelmiä, jotka liittyvät kiinteästi kattoon. (Rautaruukki Oyj 2017)

Kansainvälisellä Isover Saint-Gobain -yrityksellä on lämmöneriste- ja ääneneristystehtaat Forssassa ja Hyvinkäällä. ISOVER – eristeet valmistetaan kierätyslasista ja yritys on Suomen suurin kierrätyslasin hyödyntäjä. ISOVER on kehittänyt monipuolisia, lähes nollaenergiaratkaisuja rakentamiselle Suomen olosuhteissa. (ISOVER 2017)

Hämeen alueen rakentamisen ja cleantech-alan pk -yrityksiä ovat mm Lamin Ikkunatehdas Oy, Eco Energia Teho, E-S Energiapalvelut, Hämeen Maalämpö, Lämpöeko Oy, HeatUp Lämmityspalvelut Oy, Hämeen LämpöAalto Oy, Kierrätysverkko Oy, Pa-Ri Materia Oy ja Riihimäen Talotekniikka. Yritykset tarjoavat muun muassa LVI-töitä sekä energiakatselmuksia, -selvityksiä ja -todistuksia sekä kierrätysosaamista. (Maalämpöhinta 2017) Paikalliset asiantuntijat ja suunnittelutoimistot, Vahanen Oy Hämeenlinnan toimisto, Sweco Oy:n Hämeenlinnan toimipiste, Virebit Oy sekä TähtiRanta Oy tekevät myös energiatehokkuuteen liittyviä toimeksiantoja ja liikkeenjohdon konsultointia.

Energian tuotanto ja hallinta

Hämeenlinnan alueella Elenia Oy ja Elenia Lämpö Oy huolehtivat suurelta osin sähkön ja kaukolämmön myynnistä. Kaukolämpöä tuotetaan enenevässä määrin uusiutuvista polttoaineista. Kun uusiutuvien polttoaineiden osuus kaukolämmön tuotannosta Suomessa on alle kolmannes, niin uusiutuvien osuus Elenia Lämpö Oy:n tuotannossa on noin 70%. (Elenia Oy 2017)

Riihimäen Kaukolämpö hyödyntää Fortumin (ent. Ekokem) yhdyskunta- ja teollisuusjätteiden polton tuottamaa lämpöä (Riihimäen kaukolämpö 2017). Vuonna 2016 Riihimäen Kaukolämmön kaukolämpöenergiasta tuotettiin jätteenpoltolla n. 95 % (180 720 MWh/190 873 MWh). Jätteenpoltolla tuotetusta lämmöstä puolet on oletettu olevan peräisin uusiutuvista luonnonvaroista muodostuneista jätteistä. Riihimäen kaukolämpö on laajentamassa kaukolämpöverkostoa Peltosaaren alueelle, mikä mahdollistaa sähkölämmitteisten kerrostalojen siirtämisen kaukolämpöön. (Riihimäen kaupunki 2017b)

Kehittyvä teknologia, uusi sääntely sekä monipuoliset energiavaihtoehdot ovat luoneet uuden, energianhallinnan toimialan. Energia Group on Pohjoismaiden johtava energianhallinnan asiantuntijayritys, jonka pääkonttori sijaitsee Hämeenlinnassa ja joka työllistää yhteensä 160 henkilöä. Asiakaskuntaan kuuluu yrityksiä, kiinteistönomistajia ja julkisen sektorin edustajia. Palvelut sisältävät energian hankintaan, myyntiin, käytön tehostamiseen, päästöoikeusmarkkinoihin sekä energiatodistuksiin liittyvää toimintaa. Älykkäät laitteet ja automaatio mahdollistavat toimintojen säädön kulutuskäyttäytymisen ja sähkönhinnan kehityksen mukaan optimaaliseksi. Digitalisaation avulla voidaan saavuttaa huomattavia säästöjä lähtötilanteesta riippuen. (Energia 2017)

Kiertotalouden ratkaisut

Suomi pyrkii globaaliksi edelläkävijäksi kiertotaloudessa. Tavoitteena on, että käyttöön otetut luonnonvarat pidetään kestävästi ja tehokkaasti käytössä mahdollisimman pitkään periaatteella ”toisen jäte on toisen aarre”. Suomessa valmistui vuonna 2016 Sitran johdolla maailman ensimmäinen kiertotalouden tiekartta, jonka avulla tähdätään yhteiskunnan systeemiseen muutokseen.

Teollinen tuotanto tapahtuu tulevaisuudessa yhä enemmän integroidusti teollisissa symbiooseissa. (Sitra 2016)

Riihimäellä Fortum Waste Solutions on rakentanut yhteistyössä Gasum Oy:n kanssa Kiertotalouskylän, jonne tulee vuodessa 100 000 tonnia yhdyskuntajätettä kierrätettäväksi. Kokonaisuus muodostuu automatisoidusta jätteen lajittelulaitoksesta eli Ekojalostamosta, Suomen ensimmäisestä kierrätysmuovia valmistavasta Muovijalostamosta sekä biokaasua tuottavasta Biojalostamosta. Ekojalostamossa yhdyskuntajätteestä erotellaan biojäte, muovi, metalli ja kierrätyspolttoaine. Eroteltu muovi käsitellään muovijalostamossa uusioraaka-aineeksi teollisuudelle. (Fortum Waste Solutions Oy 2017)

Biojalostamo on Gasum Biotehdas Oy:n biokaasulaitos, jonka kapasiteetti on 75 000 tonnia vuodessa. Riihimäen biojalostamolla hyödynnetään erilliskerätyn biojätteen ja lietteiden lisäksi sekajätteestä eroteltua biojätettä, mikä on edellyttänyt uuden erottelumenetelmän kehittämistä. (Watrec 2016)

Soilfood valmistaa biokaasutuotannon mädätysjäännöksestä kierrätyslannoitteita, joilla voidaan korvata kalliimmat kemialliset lannoitteet. Soilfood Oy tekee paljon kehitys- ja tutkimustyötä liittyen kierrätyslannoitteiden vaikutukseen maaperän kasvukuntoon, päästöjen vähentämiseen ja hiilen sitomiskykyyn. (Soilfood Oy 2017)

Kiertokapula Oy on kantahämäläinen jätehuolto-yhtiö, joka tarjoaa palveluitaan ensisijaisesti kahdelletoista omistajakunnalleen. Vuonna 2016 suurin osa yhdyskuntajätteestä hyödynnettiin materiaalina ja energiana Fortumin (ent. Ekokem) jätevoimalassa ja Ekojalostamossa. Erilliskerätty biojäte päätyi St1 Biofuels Oy:n bioetanolilaitokselle Hämeenlinnaan, jossa siitä prosessoidaan bioetanolia autojen polttoaineen raaka-aineeksi. Kiertokapulan vastaanottamien jätteiden hyötykäyttöaste nousi vuonna 2016 98 %:iin. (Kiertokapula Oy 2017; St1 2017)

Eräitä koulutus- ja tutkimuslaitoksia

Hämeen ammattikorkeakoulun useassa koulutusohjelmassa ja tutkimusyksikössä koulutetaan ja kehitetään Energiatohokkuuden ja Kestävän Kehityksen osaamista. Älykkäiden Palveluiden tutkimusyksikössä työskennellään muun muassa energiatohokkuuden, älykkäiden rakennusten ja cleantech -osaamisen alueella. Ohutlevykeskuksen tutkimusyksikkö palvelee metalliteollisuutta tutkimus- ja tuotekehityshankkeissa. Tutkimusyksikkö on rakennuttanut yhteistyössä Ruukki/SSAB:n kanssa Suomen ensimmäisen lähes nollaenergiatohokkuuden, jota myös käytetään energiatohokkuuden tutkimustarkoituksiin.

Hank on osallistunut useisiin energiatohokkuutta ja kestävästä kehitystä koskeviin R&D hankkeisiin, joista viimeisimpiä ovat SusBimCo ja COST. SusBimCo:n teemoja ovat Lähes nollaenergiarakennukset ja Virtual Reality -sovellukset, energiatohokkuus ja BIM sekä ja LCA- ja LCC-työkalut. Hankkeen osapuolet ovat Espanjasta, Tanskasta, Saksasta, Portugalista, Puolasta ja Italiasta. COST-hankkeen tavoitteena on kehittää kaupunkirakentamisen kestävästä kehityksen arviointimenetelmä. Kansainvälisessä hankkeessa on osallistujia useasta maasta Euroopassa ja Kanadasta. (Hämeen ammattikorkeakoulu 2017)

Suomen ympäristöopisto SYKLI on valtakunnallinen erikoisoppilaitos, joka tarjoaa ammatillista ympäristöalan lisä- ja täydennyskoulutusta, konsultointia ja muita asiantuntijapalveluita. Syklin perustehtävänä on kestävästä kehityksen

ja kiertotalouden edistäminen. Vuosittainen opiskelijamäärä on n. 3000. Sykli toimii Riihimäen-Hyvinkään alueen FISS -koordinaattorina, jonka tehtävänä on edistää alueen yritysten välisiä teollisia symbiooseja ja kehittää uusia kiertotaloutta edistäviä verkostoja ja toimintatapoja. RANTA-hankkeessa (EAKR) kehitetään purku-urakoiden kiertotaloutta edistävää hankintakriteeristöä, karotetaan nykyisiä toiminnan pullonkauloja ja toimijakentän osaamistarpeita. Energiaväylä (EAKR) – hankkeen toteutusalueena on Hyvinkään Sahanmäki. Tavoitteena on luoda uudenlainen toiminnallinen kokonaisuus alueelliselle, ylijäämälämpöön perustuvalla energiatarvikkeelle, sekä yhteistyökonsepti, jossa yrityksillä on vaikutusmahdollisuus energian hankintaan ja myymiseen. Syklissä on myös kehitetty työkaluja kuntien energiaremonttien energia- ja kustannustehokkuuden arviointiin. (Suomen ympäristöopisto 2017)

Kanta-Hämeen kokonaistilanteen arviointia

Hämeenlinnan ja Riihimäen seudut sijaitsevat lähellä metropoli -aluetta Suomen kasvukäytävällä (HHT), millä on suuri vaikutus alueen kehittymisessä. Hämeen vahvoja toimialoja ovat mm. elintarvike-, bio- ja ympäristöala, informaatioteknologia, metalli- ja kemianteollisuus ja logistiikka. Kanta-Hämeessä on monipuolinen toimialarakenne ja julkisen sektorin työpaikkojen osuus tuo vakautta maakunnan aluetalouteen, mikä koskee erityisesti Hämeenlinnan seutua. Biotalous merkitys vahvistaa jatkossa myös maaseutupainotteisten kuntien elinvoimaa ja kiertotalous luo uusia mahdollisuuksia elinkeinoelämälle kaupunkikeskuksissa. Kierrätys- ja jätteenkäsittelyteollisuus onkin Kanta-Hämeen alueella kasvussa. (Nieminen 2017)

Hajautetulla ja uusiutuvalla energialla on mahdollista pienentää energiakulutusta ja hiilidioksidipäästöjä. Eri ratkaisuvaihtoehtojen vertailuun on tarjolla simulointityökaluja, joilla voidaan arvioida kohteen energiakulutus, hiilijalanjälki ja elinkaarikustannukset. Rakennusten hiilijalanjälki tultaneen lähitulevaisuudessa hinnoittelemaan ja sillä tulee olemaan vaikutuksensa ratkaisujen edullisuusvertailussa. Kanta-Hämeessä on vireillä useita hankkeita, jotka luovat merkittävät, useamman kymmenen miljoonan euron hajautetun ja uusiutuvan energiatuotannon markkinat.

Suomi on pyrkimässä kiertotalouden edelläkävijäksi kestävästä ruokajärjestelmästä, metsäperäisten ja teknisten kiertojen sekä liikkumisen ja logistiikan painopistealueilla. Riihimäen seutu on profiloitunut vahvaksi kiertotaloustoimijaksi esimerkiksi Suomen ensimmäisen Kiertotalouskylän ansiosta. Kiertotalouskylässä pystytään muun muassa erottamaan biojätettä sekajätteestä, kierrättämään muovia uusioraaka-aineeksi ja tuottamaan kierrätyslannoitetta biokaasutuotannon jäännöksestä. Kuvatulla kiertotaloustoiminnalla on merkitystä koko Suomelle. Riihimäen seudulla ja Kanta-Hämeessä se tarjoaa mahdollisuuksia mm. uusiutuvan energian kasvavaan käyttöön ja uusien teollisten symbioosien syntymiseen.

Lähteet

Elenia Oy. 2017. Tietoa Elenia-konsernista. [Viitattu 16.1.2017]. Saatavissa: http://www.elenia.fi/yritys/elenia_info

Energia Group Oy. 2017. Yritys. [Viitattu 3.9.2017]. Saatavissa: <http://www.energia.com/fi/yritys/>

Fortum Waste Solutions Oy. 2017. Kiertotalouskylä nostaa sekajätteen kierrätysastetta. [Viitattu 3.9.2017]. Saatavissa: <http://wastesolutions.fortum.com/fi/kiertotalous/kiertotalouskyla-nostaa-sekajatteen-kierratysastetta/>

Hämeen ammattikorkeakoulu. 2017. [Viitattu 3.9.2017]. Saatavissa: <http://www.hamk.fi/Sivut/default.aspx>

Hämeenlinnan kaupunki. 2014. Hämeenlinnan kaupunkistrategia 2014-2020. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 3.9.2017]. Saatavissa: <http://www.hameenlinna.fi/pages/388584/h%C3%A4meenlinnan%20kaupunkistrategia%2014-20%20kh.pdf>

Hämeen liitto. 2016. Kanta-Hämeen maakuntaohjelman toimeenpanosuunnitelma 2017-2018. [Verkkodokumentti] Julkaisu AI 38. Hämeenlinna 2016. [Viitattu 13.9.2017]. Saatavissa http://hameenliitto.fi/sites/default/files/dokumentit/hameenliitto_topsu_17-18.pdf

ISOVER. 2017. Ympäristöystävällistä eristämistä. [Viitattu 16.1.2017]. Saatavissa: <http://www.isover.fi/valitse-isover/ymparistoystavallista-eristamista>

Kiertokapula Oy. 2017. Kiertokapula Oy. [Viitattu 3.9.2017]. Saatavissa: <http://www.kiertokapula.fi/kiertokapula/>

Maalämpöhinta. 2017. 276 maalämpöyritystä Suomessa. [Viitattu 16.9.2017]. Saatavissa: <http://www.maalampohinta.fi/yritykset/>

Nieminen, J. 2017. Alueelliset kehitysnäkymät 1/2017. [Verkkodokumentti]. TEMin ja ELY -keskusten julkaisu. [Viitattu 14.9.2017]. Saatavissa: http://www.temtoimialapalvelu.fi/files/2767/Alueelliset_kehitysnakymat_kevat_2017.pdf

Päijät-Hämeen liitto. 2014. Cleantech-avain. [Verkkodokumentti]. Yhteistoiminta-alueen cleantech-raportti. [Viitattu 3.9.2017]. Saatavissa: http://phame.emedia.fi/easydata/customers/paijathame/files/cleantech_avain/cleantech_avain_raportti.pdf

Rautaruukki Oyj. 2017. Tietoa meistä. [Viitattu 16.01.2017]. Saatavissa: http://www.ruukki.com/fin/b2b/tietoa-meist%c3%a4#ruukki_in_brief

Riihimäen kaukolämpö Oy. 2017. Ympäristö. [Viitattu 3.9.2017]. Saatavissa: <http://www.rkloy.fi/>

Riihimäen kaupunki. 2017a. Riihimäki-strategia. [Viitattu 12.9.2017]. Saatavissa: <http://www.riihimaki.fi/palvelut/konserni-ja-hallintopalvelut/riihimaki-strategia/riihimaki-strategia-2030/karkihankkeet-2017-2029/>

Riihimäen kaupunki. 2017b. Riihimäen kaupungin ympäristöraportti 2016. [Verkkodokumentti]. Riihimäen kaupunki. [Viitattu 13.9.2017]. Saatavissa: http://www.riihimaki.fi/wp-content/uploads/sites/3/2015/01/Ymparistoraportti_2016_web.pdf

Sitra. 2016. Kierrolla kärkeen -Suomen tiekartta kiertotalouteen 2016 – 2025. [Viitattu 23.9.2017]. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/artikkelit/kierrolla-karkeen-suomen-tiekartta-kiertotalouteen-2016-2025/>

Soilfood Oy. 2017. Tutkimus- ja kehitystyö. [Viitattu 13.9.2017]. Saatavissa: <http://www.soilfood.fi/viljelijalle/tutkimus-ja-kehitystyö/>

St1. 2017. Uusiutuva energia. [Viitattu 13.9.2017]. Saatavissa: <http://www.st1.fi/uusiutuva-energia/>

Suomen ympäristöopisto Sykli. 2017. [Viitattu 3.9.2017]. Saatavissa: <http://www.sykli.fi/>

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2014. Cleantechin strateginen ohjelma, lupaukset vihreän kasvun edistämiseksi [Verkkodokumentti]. TEM raportteja 9/2014. [Viitattu 3.9.2017]. Saatavissa: <http://tem.fi/documents/1410877/2871099/Cleantechin+strateginen+ohjelma+25022014.pdf>

Watrec Oy. 2016. Riihimäen biojalostamo tuottaa biokaasua valtakunnalliseen kaasuverkostoon. [Viitattu 3.9.2017]. Saatavissa: <http://www.watrec.com/fi/yritys/uutiset/2016/riihimaen-biojalostamo-tuottaa-biokaasua-valtakunnalliseen-kaasuverkostoon/>

Osa II.
Aluekohtaisia ratkaisuja

Maija Leino, Anna Claudelin ja Erika Korpijaakko

Tulevaisuuden energia- tehokkaat asuinalueet: Askonalue

Askonalue on Lahdessa matkakeskuksen itäpuolelle rautateiden ja valtatie 12 väliin sijoittuva 31 hehtaarin kokoinen entinen teollisuusalue. Alueella on ollut huonekalujen ja kodintekniikan valmistusta vuodesta 1918 lähtien aina 1990-luvulle asti. Teollisen toiminnan ajalta alueelle ovat jääneet punatiilliset ja suojellut Askon ja Upon tehdaskiinteistöt (Kuva 1). Alueen omistaa kiinteistöjen kehittämistä ja vuokrausta harjoittava suomalainen yritys Renor Oy, joka on kunnostanut rakennuksiin yrityksille vuokrattavia toimistotiloja. (Renor Oy 2017) Tällä hetkellä Asko- ja Upo-taloissa toimii yli 250 yritystä ja vuokrattavaa tuotanto-, toimisto- ja varastotilaa on hieman alle 170 000 neliometriä (Lahti Business Region 2017).



KUVA 1. Askotalo on ollut merkittävän saneerauksen kohteena. Kuva: Oona Rouhiainen

Energiatehokkuutta saneerauksien yhteydessä

Askotalolle myönnettiin vuonna 2016 kansainvälinen BREEAM In-Use ympäristösertifikaatti, jossa Askotalo arvioitiin GOOD-tasolle teknisen ylläpidon ja rakennuksen osalta. Sertifikaatti myönnettiin Askotalolle muun muassa sen energiaa säästävien teknisten ratkaisuiden vuoksi. (Renor Oy 2016a) Energiatehokkaita ratkaisuita Askotaloon on lisätty tilojen saneerauksen yhteydessä. Askonalue sijoittuu pohjavesialueelle, jossa orsiveden pinta on korkealla, paikoin vain neljä metriä maanpinnan alapuolella. (Sutinen 2016) Korkealla oleva pohjavesi on helpottanut sen hyödyntämistä alueen kiinteistöissä. Teollisuuden aikana pohjavettä käytettiin prosessien jäähdytykseen, mutta nykyään sillä jäähdytetään noin 8 000 neliometriä toimisto- ja datakeskustiloja Asko- ja Upotalossa. (Liimatainen 2017) Pohjavesijäähdytyksen lisäksi Askotalon ilmanvaihdossa on lämmöntalteenottojärjestelmät. Kiinteistöautomaatiolla on saatu optimoituja laitteet kuluttamaan vain tarvittava

määrä energiaa. Jäähdytystarvetta on pyritty vähentämään myös passiivisilla ratkaisuilla, kuten lämpösäteilyä heijastavilla ikkunoilla ja kattomateriaalilla. (Renor Oy 2011)

Renor Oy on selvittänyt pohjaveden hyödyntämisen lisäämistä jäähdytys- ja lämmitysmuotona. Aiemmin hyödynnetyn orsiveden sijasta tutkimuksen kohteena on ollut savikerrostuman alainen, varsinainen pohjavesi. Kesällä 2016 tehdyn koekaivon lisäksi seuraavan kaivon porausta on suunniteltu vuodelle 2018. 5-6 kaivoparia riittäisi kattamaan tulevaisuudessa koko alueen jäähdytys- ja lämmitystarpeen. (Korpjaakko 2017; Renor Oy 2016b)

Asemakaavamuutoksella lisää toimintaa alueelle

Askonalueelle on laadittu uusi asemakaava Renor Oy:n aloitteesta. Asemakaavamuutoksen ensimmäinen osa hyväksyttiin kaupunginvaltuuston kokouksessa 19.6.2017 ja se sai lainvoimaisuuden 17.8.2017 (Lahden kaupunki 2017). Tämä kaavamuutos koskee Uponsillan läntistä puolta. Renor Oy:n tarkoituksena on myöhemmin hakea asemakaavamuutosta myös Uponsillan itäiselle puolelle. Aikaisemmin alue oli kaavoitettu vain teolliselle toiminnalle, jolloin Renor Oy oli saneerannut ja vuokrannut toimistotiloja poikkeusluvalla. Uusi asemakaava mahdollistaa alueen monipuolisemman käytön. Siihen on suunniteltu alueita asuin- ja toimistorakennuksille, päivittäistavarakaupalle sekä vapaa-ajan toiminnalle. Tavoitteena on elävöittää aluetta ja luoda siitä oma kaupunginosansa osana Lahden keskustaa. (Sutinen 2016)

L-Arkkitehdit Oy (2016) on laatinut alueelle rakennustapaohjeet, joiden tarkoitus on muun muassa tukea resurssitehokkaan alueen muodostumista ja uusiutuvan energian käyttömahdollisuuksia. Alueelle on esimerkiksi tehty hahmotelma aurinkopaneelien sijoittamisesta rakennettavien kiinteistöjen katoille. Sutisen (2017) mukaan asemakaavassa on veloitettu alueelle rakennettavia kiinteistöjä liittymään kaukolämpöverkkoon. Kaukolämmöstä voidaan kuitenkin maankäyttö- ja rakennuslain nojalla irtautua, jos energiatehokkuus saadaan hyötysuhteeltaan riittäväksi jollain toisella toteutustavalla. Tämä mahdollisuus toimii kannustimena etsiä keinoja energiankulutuksen pienentämiseen ja energiaomavaraisuuden lisäämiseen.

Elinkaarimallinnus aluesuunnittelun tukena

Elinkaariarviointi (Life Cycle Assessment, LCA) ja elinkaarikustannuslaskenta (Life Cycle Costing, LCC) ovat menetelmiä, jotka perustuvat elinkaarimallinnukseen. Elinkaariarvioinnilla voidaan arvioida tuotteiden tai palveluiden ympäristönäkökohtia ja potentiaalisia ympäristövaikutuksia koko elinkaaren ajalta. Elinkaarikustannuslaskennan avulla taas vastaavasti voidaan arvioida tuotteen tai palvelun kustannukset koko elinkaaren ajalta.

Elinkaariarvioinnin avulla voidaan selvittää tuotteen tai palvelun merkittävimmät ympäristövaikutukset ja niitä vähennettäessä välttää tilanne, jossa haitalliset ympäristövaikutukset tai materiaalien tai energian kulutus lisääntyisivät jossain kohtaa elinkaarta, kun niitä toisaalla yritetään vähentää. Elinkaariarviointia pidetään erilaisista elinkaarimenetelmistä tieteellisimpänä. Elinkaariarviointi kattaa täydellisimmillään kaikki tuotteen tai palvelun edellyttämät toiminnot raaka-aineiden hankinnasta tuotteiden käytöstä poistamiseen asti. Eurooppalaisessa ISO 14040-standardissa on esitetty elinkaariarvioinnin periaatteet ja pääpiirteet ja standardissa ISO 14044 tarkempia vaatimuksia elinkaariarviointiselvityksen tekijöitä varten (SFS ISO 14040 & SFS ISO 14044).



Lisäksi elinkaariarvioinnin käytännön toteutuksen tueksi on laadittu muita kansainvälisiä ohjeistuksia kuten GHG Protocol ja ILCD Handbook (GHG Protocol 2017 & JRC-IES 2010).

Elinkaarikustannuslaskennalle (LCC) ei ole olemassa samanlaista yleisstandardia kuin elinkaariarvioinnille. Rakennuksille spesifissä ISO 15686-5 standardissa LCC on määritelty taloudelliseksi arvioinniksi, joka huomioi kaikki merkittävät ja asiaankuuluvat odotettavissa olevat kuluvirrat arviointiajanjaksona. LCC:n avulla voidaan havainnollistaa, että hankintahinnaltaan edullisin vaihtoehto ei aina ole kokonaisuudessaan edullisin, kun tarkastellaan muita elinkaaren vaiheita. LCC arviointiin sisällytetään yleensä mm. hankintakustannukset, käyttökustannukset sekä käytöstä poiston kustannukset.

Vähäpäästöiset ja energiatehokkaat asuintalot Askonalueelle

Ihmisen toiminnasta aiheutuvien kasvihuonekaasupäästöjen vuosittainen kasvu tulee saada pysäytettyä ja suunta käännettyä laskevaksi vuoteen 2020 mennessä, jotta Pariisin ilmastoneuvotteluissa vuonna 2015 asetettu tavoite rajata maapallon keskilämpötilan nousu alle 2 celsiusasteen voidaan saavuttaa. Tämän lisäksi Euroopan Unioni on asettanut 80–95 % vähennystavoitteen vuoteen 2050 mennessä kasvihuonekaasupäästöille vuoden 1990 tasoon verrattuna. Näiden tavoitteiden saavuttamisessa energiantuotantosektorin kasvihuonepäästöjen vähentäminen näyttelee erittäin merkittävää osaa. Tällä sektorilla tavoitellaan hiilineutraaliutta vuoteen 2050 mennessä ja tämä onnistuu muuttamalla energijärjestelmä uusiutuvaan energiaan pohjautuvaksi. Tavoitteen saavuttamiseksi tulee myös energiatehokkuutta parantaa. (European commission 2011) Rakennusten lämmitysenergian ja käyttösähkön tuotannon päästöt ovat noin 30 % Suomen vuotuisista kasvihuonekaasupäästöistä (Vehviläinen et al. 2010).

Asumisen päästöjä vähennettäessä tulee pitää mielessä, että tehtyjen energiatehokkuusinvestointien ja uusiutuvan energian hyödyntämisen vaikutavuus kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä riippuu siitä, mihin tilanteeseen päästöjä verrataan. Esimerkiksi tehdyn aurinkopaneeli-investoinnin päästöjä vähennyspotentiaali sähkönkäytön päästöjä tarkasteltaessa on suurempi, mikäli se tehdään nyt, kuin esimerkiksi 10 vuoden päästä. Tässä otetaan myös huomioon, että Suomessa tuotetun sähkön päästöt vähenevät joka tapauksessa 10 vuoden aikana ja aurinkopaneelilla tuotetun sähkön päästöjä verrataan keskimääräisen suomalaisen verkkosähkön.

Sama pätee olemassa olevien kiinteistöjen energiatehokkuuden parantamiseen. Mitä nopeammin muutokset tehdään, sitä suurempi vaikutus kertyy kumulatiivisesti ajan mittaan. Tämän takia päästöjä vähennysnäkökulmasta muutokset kannattaa tehdä olemassa olevissa rakennuksissa nyt eikä huomenna ja toteuttaa uudisrakennukset mahdollisimman hyvin. Lisäksi sähkön ja lämmöntuotantotapoja tarkasteltaessa on hyvä pitää mielessä, että myös sähköä voidaan käyttää suoraan lämmitykseen tai tehokkaammin lämpöpumppujen avulla. Lisäksi sähköä voidaan siirtää pitkiä matkoja ilman suuria häviöitä melko edullisesti, toisin kuin lämpöä. Sähkönsiirron häviöt ovat keskimäärin 4 % ja lämmönsiirtoverkon 10 % (Vehviläinen et al. 2010).

Käsiteltäessä uusiutuvan energian hyödyntämistä alueellisessa energianhankinnassa täytyy myös muistaa, että uusiutuvan energian hyödyntämisessä on merkittäviä alueellisia eroja. Esimerkiksi aurinkosähkön hyödyntämisessä voidaan puhua saman kaupungin sisällä jopa kortteli- ja talokohtaisista eroista. Eroja syntyy muun muassa talojen kattojen erilaisista suuntauksista ilmansuuntiin nähden ja mahdollisista muiden rakennusten tai kasvillisuuden aiheuttamista varjostuksista.

Tuulivoimasta puhuttaessa tuuliolosuhteet voivat muuttua merkittävästi pinnanmuodoista riippuen. Biomassaa ei välttämättä ole kaikkialla saatavissa taloudellisesti järkevän kuljetusmatkan päässä ja kaikki alueet eivät sovellu geoenergian hyödyntämiseen. Muun muassa näistä syistä johtuen voidaan sanoa, että uusiutuvan energian hyödyntämisessä tulee alueelliset erityispiirteet tuntea todella hyvin, jotta voidaan toteuttaa mahdollisimman hyvä ratkaisu kuhunkin tilanteeseen.

Energiatehokkuudella ja asuinaluekohtaisella energiantuotannolla lisää Cleantech-liiketoimintaa -projektissa oli tavoitteena tunnistaa, millä energia- ja energiatehokkuusratkaisuilla saavutetaan merkittävimmät kasvihuonekaasupäästövähennykset Askonalueella Lahdessa. Kuten artikkelin alussa todettiin, Askonaluetta halutaan elävöittää ja teollisuus- ja toimistokiinteistöjen lisäksi alueelle halutaan myös asuin- ja liiketiloja.

Tässä artikkelissa käydään esimerkinomaisesti läpi alueelle mahdollisesti rakennettavien asuintalojen energianhankintavaihtoehtojen arviointi kasvihuonekaasupäästö- ja kustannusnäkökulmasta. Arviointi perustuu elinkaariarviointiin ja elinkaarikustannuslaskentaan. Tätä esimerkkiä voidaan käyttää suuntaa antavana ja laajentaa ja tarkentaa, kun suunnitelmat alueen kehittämisestä tarkentuvat. Artikkelin lopussa on nostettu esille tekijöitä ja oletuksia, jotka erityisesti vaikuttavat tuloksiin ja vaihtoehtojen keskinäiseen järjestykseen. Selvitys on tarkoitettu Askonalueen kehittämisen tueksi yrityksille ja kaupungin toimijoille.

Elinkaariarvioinnin toiminnallisena yksikkönä käytetään asuinrakennusten vuotuisen lämmitys- ja sähköntarpeen täyttämistä vuosien 2020–2050 aikana. Vaikka asuinrakennukset eivät vielä valmistuisi vuoteen 2020 mennessä, voidaan tuloksia silti käyttää suuntaa-antavina energianhankintaratkaisuja valittaessa. Energianhankinnan osalta Askonalueelle tarkastellaan seuraavia lämmön- ja sähköntuotannon vaihtoehtoja (taulukko 1):

TAULUKKO 1. Tarkasteltavat lämmön – ja sähköntuotannon vaihtoehdot

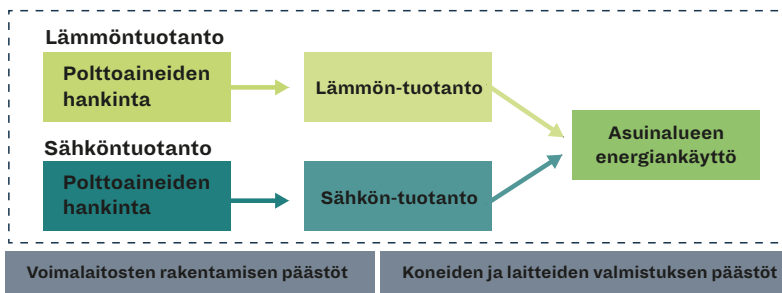
Vaihtoehto	Lämmitystarpeen täyttäminen	Sähköntarpeen täyttäminen
Kaukolämpö	Kaukolämpö	Keskimääräinen markkinasähkö julkisesta verkosta
Aurinkolämpö	Aurinkolämpö + kaukolämpö	Keskimääräinen markkinasähkö julkisesta verkosta
Geoenergia	Geoenergia + kaukolämpö	Keskimääräinen markkinasähkö julkisesta verkosta

Vaihtoehtoissa asuntojen lämmitysenergian tarve katetaan joko kaukolämmöllä, kauko- ja aurinkolämpöä hyödyntävällä hybridijärjestelmällä tai hybridijärjestelmällä, joka perustuu energiapaaluista saatavaan geoenergiaan. Herkkystarkasteluna arvioidaan vaihtoehtojen keskinäistä kilpailukykyä, mikäli alueella 1) tuotetaan aurinkosähköä, 2) toteutetaan jäteveden lämmöntalteenottoa tai 3) viilennetään rakennuksia aktiivisesti. Tämän lisäksi neljäntenä

herkkyystarkasteluna arvioidaan sähkön ja kaukolämmön hinnan jyrkemmän nousun vaikutusta vaihtoehtojen keskinäiseen kilpailukykyyn. Herkkyystarkastelussa 3 elinkaariarvioinnin toiminnallista yksikköä on täydennetty ja se sisältää myös viilennystarpeen täyttämisen. Vaihtoehdoissa 1 Kaukolämpö ja 2 Aurinkolämpö viilennys oletetaan toteutettavan ilmalämpöpumpuilla ja vaihtoehdossa 3 Geoenergia energiapaalujen avulla.

Elinkaariarvioinnin ja elinkaarikustannuslaskennan oletukset – Case Askonalue

Tarkastelussa huomioitavat elinkaaren vaiheet sisältävät materiaalien hankinnan, tuotteiden valmistuksen, käytön, huollon ja käytöstä poiston. Sellaiset elinkaaren vaiheet ja yksittäiset prosessit, jotka ovat kaikissa tarkasteluvaihtoehdoissa samat, on rajattu tarkastelun ulkopuolelle. Laskennan tavoitteena on selvittää, millä energianhankintaratkaisulla saavutetaan merkittävimmät kasvihuonekaasuvähenemät kustannustehokkaimmin, ei asuinalueiden absoluuttisia kasvihuonekaasupäästöjä koko elinkaaren ajalta. Tämän takia esimerkiksi rakentamisen aikaisia kasvihuonekaasupäästöjä ei huomioida niiltä osin, kun ne ovat kaikissa toteutuskenaarioissa samat. Tarkastelun rajaukset on esitetty kuviossa 1.



KUVIO 1. Elinkaariarvioinnin rajaukset.

Tässä hankkeessa keskitytään ilmastomuutoksen hillintään, joten elinkaariarviointiin sisällytetään ainoastaan kasvihuonekaasupäästöt. Näiden kasvihuonekaasujen ilmastovaikutusta arvioidaan niiden ominaislämmitysvaiikutuksen (Global Warming Potential, GWP) kautta. Tässä tarkastelussa on käytetty suositusten mukaisesti IPCC:n arviointiraportin 5 mukaista karakterisointimallia, joka arvioi ilmastonlämpenemispotentiaalin kunkin kasvihuonekaasun osalta sadan vuoden ajalta (GWP100) (JRC-IES 2010).

Yhteiskunnassa tapahtuva oletettu muutos sähkön ja lämpöenergiantuotannon energialähteissä vuoteen 2050 asti on huomioitu laskennassa. Muutokset keskimääräisessä sähköntuotannossa on huomioitu valtakunnan tasolla ja ne perustuvat nykytilaan (Energiateollisuus 2016) ja Neo-Carbon Energy-projektin (Neo-Carbon Energy 2015) tuloksiin tulevaisuuden, vuoden 2050, energiajärjestelmän osalta. Tämä järjestelmä on täysin uusiutuvaan energiaan pohjautuva. Tämän oletuksen vaikutusta tuloksiin on arvioitu kohdassa johtopäätökset.

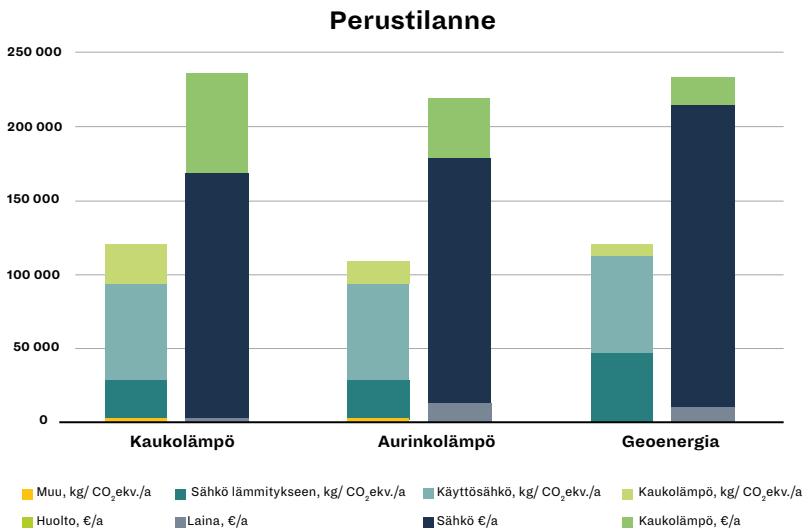
Askonalueen asuintalojen energianhankintaa tarkasteltaessa sähköntuotannon on vuonna 2050 oletettu kansallisella tasolla muodostuvan 15 % ydinvoimalla tuotetusta sähköstä, 14 % biopohjaisista – tai jättepohjaisista polttoaineista tuotetusta sähköstä, 13 % vesivoimalla tuotetusta sähköstä, 18 % aurinkosähköstä ja 40 % tuulivoimasta. Laskennassa on tehty oletus, että

sähköntuotannon osalta energiajärjestelmä muuttuu lineaarisesti tasaisesti nykytilasta tavoitetilaaan niin, että ensimmäinen vuosi, jolloin sähkönhankinta perustuu täysin uusiutuvaan energiaan, on 2050. Kaukolämmöntuotannon energialähteiden kehitys perustuu Lahti Energia Oy:n julkaisemiin kehitys-suunnitelmiin (Lahti Energia 2017). Keskeisessä roolissa kaukolämmöntuotannon energialähteiden muutoksessa on Kymijärvi III:n käyttöönotto vuonna 2020. Tarkemmat yksikköprosessikohtaiset kuvaukset ja oletukset on raportoitu liitteessä I elinkaariarvioinnin osalta ja liitteessä II elinkaarikustannuslaskennan osalta.

Elinkaarikustannuslaskelmien lainat koostuvat vertailtavien energianhankintatarkoituksien hankintakustannuksista, kuten esimerkiksi lämpöpumppujen hankinnasta ja kaukolämmön liittymismaksusta. Pääomakustannusten laskennassa on käytetty annuiteettimenetelmää ja kulut on diskontattu nykyhetken nykyarvomenetelmällä. Sekä kaukolämmön että sähkön hinnan on oletettu kasvavan 3 % vuodessa. Huoltokustannuksissa on huomioitu eri järjestelmille ilmoitetut merkittävimmät kulut, kuten viilennyslämpöpumppujen huollot. Pienimmät satunnaiset kulut on jätetty huomioimatta.

Energianhankintavaihtoehtojen keskinäinen kilpailukyky Askonalueella

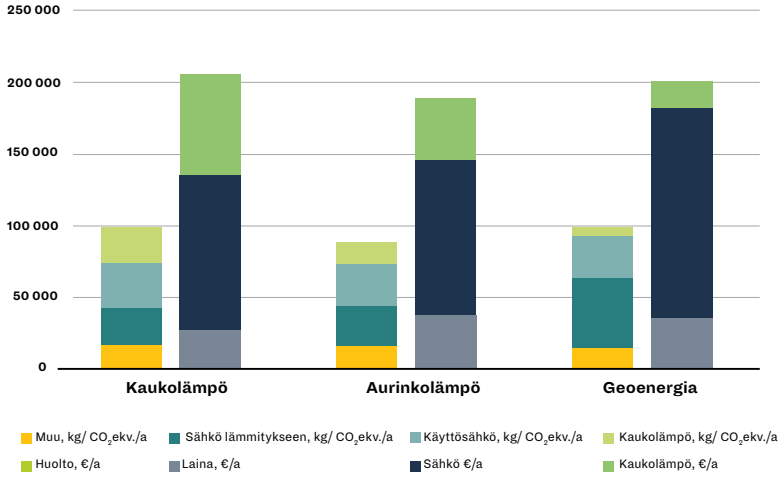
Tulokset energianhankintavaihtoehtojen kasvihuonekaasupäästöistä ja kustannuksista perustilanteessa ja herkkyystarkasteluissa 1, 2 ja 3 on esitetty kuvioissa 2, 3, 4 ja 5. Tulokset on esitetty sekä kasvihuonekaasupäästöjen että kustannusten osalta keskimääräisinä vuotuisina kustannuksina 30 vuoden ajalta. Kaikki luvut on pyöristetty täysiin tuhansiin ja prosentit tasalukuihin.



KUVIO 2. Perustilanne

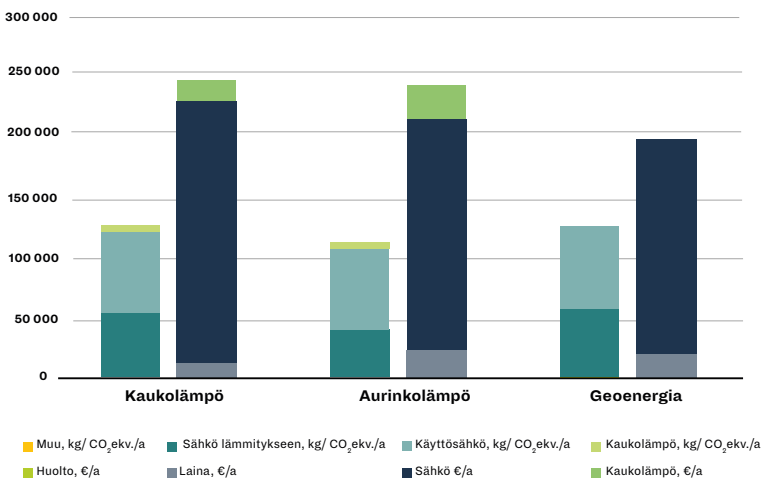
Perustilanteessa pienimmät vuotuiset kasvihuonekaasupäästöt ja kustannukset aiheutuvat vaihtoehdosta 2 Aurinkolämpö arvoilla 109 tCO₂ekv ja 220 000 €. Suurin osa kasvihuonekaasupäästöistä aiheutuu käyttösähkön tuotannosta ja ilmanvaihdon lämmöntalteenoton sähkönkulutuksesta. Kustannuksista merkittävin osa aiheutuu sähkön ja kaukolämmön hankinnasta. Vaihtoehdosta 1 Kaukolämpö aiheutuu noin 10 % suuremmat vuotuiset kasvihuonekaasupäästöt ja 7 % suuremmat vuotuiset kustannukset ja vaihtoehdosta 3 Geoenergia 9 % suuremmat vuotuiset kasvihuonekaasupäästöt ja 6 % suuremmat vuotuiset kustannukset.

Herkkystarkastelu 1: Aurinkosähkön hyödyntäminen



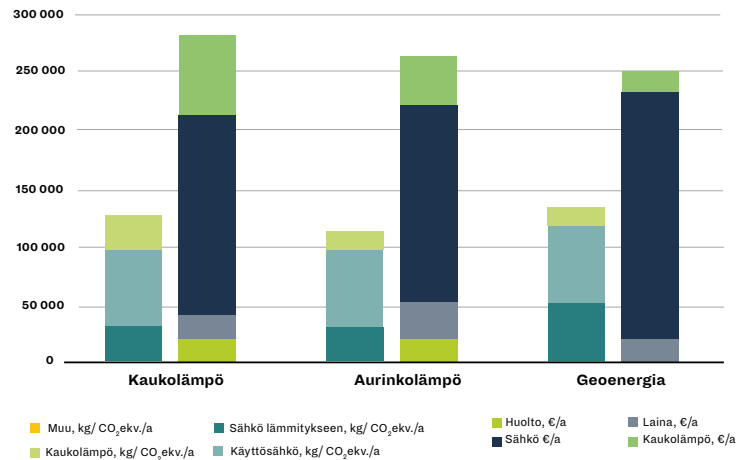
KUVIO 3. Herkkystarkastelu 1 - aurinkosähkön hyödyntäminen

Herkkystarkastelu 2: Lämmön talteenotto jätevedestä



KUVIO 4. Herkkystarkastelu 2 - lämmön talteenotto jätevedestä

Herkkystarkastelu 3: Aktiivinen viiennys alueella



KUVIO 5. Herkkystarkastelu 3 - aktiivinen viiennys alueella

Tuotettaessa aurinkosähköä alueella vaihtoehto 2 Aurinkolämpö saavuttaa pienimmät vuotuiset kasvihuonekaasupäästöt arvolla 82 tCO₂ekv kustannuksin 178 000 €. Edelleen suurin osa päästöistä aiheutuu käytösähkön tuotannosta ja ilmanvaihdon lämmöntalteenoton sähkökulutuksesta. Kustannuksista merkittävin osa aiheutuu sähkön ja kaukolämmön hankinnasta. Vaihtoehdosta 1 Kaukolämpö aiheutuu noin 13 % suuremmat vuotuiset kasvihuonekaasupäästöt ja 9 % suuremmat vuotuiset kustannukset ja vaihtoehdosta 3 Geoenergia 12 % suuremmat vuotuiset kasvihuonekaasupäästöt ja 7 % suuremmat vuotuiset kustannukset.

Hyödynnettäessä lämmöntalteenottoa jätevedestä pienimmät vuotuiset kasvihuonekaasupäästöt aiheutuvat vaihtoehdosta 2 Aurinkolämpö, 110 tCO₂ekv. Tämän vaihtoehdon vuotuiset kustannukset ovat toiseksi alhaisimmat, 238 000 €. Pienimmät vuotuiset kustannukset tässä tarkastelussa on vaihtoehdossa 3 Geoenergia, 194 000 €, ja vuotuiset kasvihuonekaasupäästöt 123 tCO₂ekv. Vaihtoehdossa 3 vuotuiset kasvihuonekaasupäästöt ovat myös 123 tCO₂ekv, mutta kustannukset korkeammat, 242 000 €/a.

Tilanteessa, jossa alueella on käytössä aktiivinen viilennys, vaihtoehto 2 Aurinkolämpö saavuttaa pienimmät vuotuiset kasvihuonekaasupäästöt arvolla 111 tCO₂ekv kustannuksin 263 000 €. Pienimmät vuotuiset kustannukset ovat kuitenkin vaihtoehdossa 3 Geoenergia, 251 000 € päästöin 123 tCO₂ekv.

Sähkön hinnan kehityksen vaikutuksen arvioimiseksi tehdyn herkkyystarastelun perusteella tilanteessa, jossa sähkönhinnan kasvuksi oletettiin 3 % sijaan 5 %, vaihtoehto 2 Aurinkolämpö säilyi edelleen kokonaiskustannuksiltaan edullisimpana vaihtoehtona. Tällöin vaihtoehto 3, Geoenergia, on vaihtoehdon 1 Kaukolämpö sijaan kallein vaihtoehto. Kun kaukolämmön hinnan odotettiin nousevan 3 % sijaan 5 % vuodessa, vaihtoehto 3 Geoenergia oli edullisin vaihtoehto vaihtoehdon 2 Aurinkolämpö sijasta.

Nykyisillä oletuksilla aurinkolämmön hyödyntäminen hybridinä kaukolämmön kanssa on kasvihuonekaasupäästönäkökulmasta ja kustannuksiltaan paras vaihtoehto, jos alueella ei ole tarve viilentää aktiivisesti. Kuitenkin pelkän kaukolämmön hyödyntäminen on lähes kaikissa tarkastelutilanteissa kasvihuonekaasupäästönäkökulmasta huonoin vaihtoehto.

Kaikissa vaihtoehdoissa eniten päästöjä aiheutuu sähkön tuotannosta, mistä syystä aurinkosähkön tuotantoa alueella voidaan suositella yhdistettynä kaikkiin lämmöntuotantovaihtoehtoihin. Aurinkosähkön tuotanto kannattaa toteuttaa erityisesti yhdessä sellaisten vaihtoehtojen kanssa, joissa sähköntuotannon päästöillä on iso merkitys kokonaisuuden kannalta. Tulosten perusteella aurinkosähkön tuottaminen kiinteistöllä on myös elinkaarikustannuksiltaan paras vaihtoehto. Kaikkien kolmen vaihtoehdon (Kaukolämpö, Aurinkolämpö ja Geoenergia) vuotuiset kustannukset olivat alhaisimmat, kun alueella tuotettiin aurinkosähköä. Ylijäämäaurinkosähkön myynnille oletettiin tuloksi 4 snt/kWh. Tämä on erittäin maltillinen arvio ja mikäli tämä sähkö hyödynnettäisiin esimerkiksi asukkaiden sähköautojen lataamiseen, jolloin välttyttäisiin sähkön ostamiselta, olisi aurinkosähkön tuottaminen kiinteistöllä entistä kannattavampaa.

Tarkastelussa nähdään, että aktiivisen viilennyksen tuottaminen alueella kasvattaa man vuotuisia kasvihuonekaasupäästöjä. Kuitenkin asumismukavuuden takaamiseksi aktiivisen viilennyksen tarjoaminen asuinrakennuksissa yleistyy. Kustannustehokkaimmin tässä tarkastelussa viilennystä pystyttäisiin tuottamaan geoenergiaratkaisulla, ja tämän vaihtoehdon kasvihuonekaasu-

päästöjä saataisiin vähennettyä merkittävästi yhdistämällä energianhankintaan myös aurinkosähköntuotanto.

Laskennassa tehtiin oletus, jonka mukaan Suomen sähköntuotanto perustuu täysin uusiutuvaan energiaan ja ydinvoimaan vuoteen 2050 mennessä. Mikäli tämä kehitys tapahtuu nopeammin, parantaa se tämän tarkastelun vaihtoehtoista niiden kilpailukykyä, joissa merkittävä osa kasvihuonekaasupäästöistä aiheutuu sähköntuotannosta. Tällaisia vaihtoehtoja olivat geoenergian hyödyntäminen ja aktiivisen viilennyksen toteuttaminen lämpöpumpuilla. Mikäli sähköntuotantojärjestelmä ei muutu oletetulla nopeudella, paranee kaukolämmön ja aurinkolämpövaihtoehtojen ympäristöllinen kilpailukyky.

Tämän hankkeen tuloksia voidaan käyttää alustavina Askonalueen aluesuunnittelun tukena. On kuitenkin erittäin suositeltavaa, että kun rakentamissuunnitelmien ja aikataulujen selkiytyttyä tämän laskentamallin oletukset tarkistetaan ja varmistetaan, että ne vastaavat kyseisiä olosuhteita ja tarvittaessa niitä täydennetään.

Lähteet

European commission. 2011. Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions. A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 28.9.2017]. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52011DC0112>

Energiateollisuus. 2016. Sähköntuotanto. [Viitattu 15.8.2017] Saatavissa: https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiantuotanto/sahkontuotanto

GHG Protocol. 2017. The Greenhouse Gas Protocol. Standards. [Viitattu 8.9.2017]. Saatavissa: <http://www.ghgprotocol.org/standards>

JRC-IES. 2010. ILCD handbook. International Reference Life Cycle Data System. Framework and requirements for life cycle impact assessment models and indicators. EUR 24586 EN. European Commission.

Korpijaakko, E. 2017. Vanhasta teollisuusalueesta energiatehokas ja elävä kaupunginosana. Maankäyttö. [Verkkolehti]. 2/2017, 10-13. [Viitattu 22.9.2017]. Saatavissa: http://www.maankaytto.fi/arkisto/mk217/mk217_1976_korpijaakko.pdf

Lahti Energia. 2017. Kymijärvi III. [Viitattu 7.9.2017]. Saatavissa: <https://www.lahtienergia.fi/fi/lahti-energia/energian-tuotanto/kymijarvi-iii/>

Lahden kaupunki. 2017. Möysä, Askonkatu 7-12, Asko II. [Viitattu 27.9.2017]. Saatavissa: <https://www.lahti.fi/palvelut/kaavoitus/m%C3%B6ys%C3%A4-asko-ii>

Lahti Business Region. 2017. Kehittyvä työpaikka-alue, erinomaiset yhteydet. [Viitattu 18.5.2017]. Saatavissa: http://lahtibusinesregion.fi/portfolio_page/lahti-radanvarsi/

L-Arkkitiedit. 2016. Rakentamistapaohjeet Asemakaava a-2644. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 18.5.2017]. Saatavissa: <https://www.lahti.fi/PalvelutSite/KaavoitusSite/Documents/A2644%20Asko%20II/a2644%20rakentamistapaohje.pdf>

Liimatainen, M. 2017. Kiinteistökehitysjohtaja. Renor Oy. Haastattelu 15.3.2017.

Neo-Carbon Energy. 2015. LUT vision and initial feasibility of a recarbonised Finnish energy system for 2050. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 28.9.2017]. Saatavissa: <https://www.lut.fi/documents/10633/70751/LUT-Vision-and-initial-feasibility-of-a-recarbonised-Finnish-energy-system-for-2050.pdf>

Renor Oy. 2017. Historia. [Viitattu 18.5.2017]. Saatavissa: <http://www.askonalue.fi/historia/>

Renor Oy. 2016a. Renorin kiinteistölle BREEAM In-Use -sertifiointi. [Viitattu 18.5.2017]. Saatavissa: <http://www.renor.fi/2016/02/18/renorin-kiinteistolle-breeam-in-use-sertifiointi/>

Renor Oy. 2016b. Pioneerihankkeella lisää ekotehokkuutta Askonalueelle. [Verkkodokumentti]. Renor Oy:n uutiskirje heinäkuu 2016. [Viitattu 22.9.2017]. Saatavissa: <http://www.askonalue.fi/2016/08/18/heinakuun-uutiskirje/>

Renor Oy. 2011. Vihreää ja valkoista. Askonalue 2011. [Viitattu 28.6.2017]. Saatavissa: http://www.renor.fi/wp-content/uploads/2015/05/askonalue_webbi_2011_5mt.pdf

SFS ISO 14040. 2006. Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Periaatteet ja pääpiirteet. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

SFS ISO 14044. 2006. Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Vaatimukset ja suuntaviivoja. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

Sutinen, K. 2017. Asemakaava-arkkitehti. Lahden kaupunki/Tekninen ja ympäristötoimiala. Haastattelu 24.3.2017.

Sutinen, K. 2016. Askon alueen asemakaavan muutos A-2644a. [Verkkodokumentti]. Asemakaavaselostus. Lahden tekninen ja ympäristötoimiala. [Viitattu 28.6.2017]. Saatavissa: <https://www.lahti.fi/PalvelutSite/KaavoitusSite/Documents/A2644%20Asko%20II/a2644%20asemakaavaselostus.pdf>

Vehviläinen, I., Pesola, A., Heljo, J., Vihola, J., Jääskeläinen, S., Kalenoja, H., Lahti, P., Mäkelä, K. & Ristinmäki, M. 2010. Rakennetun ympäristön energiankäyttö ja kasvihuonekaasupäästöt. Sitran selvityksiä 39. Helsinki, Sitra. 125 s.

Jussi Kuusela ja Erika Korpijaakko

Pohjavedestä paikallista uusiutuvaa energiaa

Uusiutuvien energiantuotantomuotojen ajallisessa tuotantovaihtelussa ja energian käyttötarpeen yhteensovittamisessa on haasteita, joihin erilaisilla energianvarastoinnin tekniikoilla on pyritty etsimään kannattavia ratkaisuja. Kiinteistöjen lämmityksen ja jäädytyksen suhteen vuodenaikojen lämpötilaeroja tuntuisi olevan järkevää pystyä hyödyntämään, mutta kuinka kesän lämmön saisi varastoitua talven pakkasia varten ja miten säilyttää talven kylmä kesän helteitä varten?

Suomessa käyttökelpoinen, mutta vähän hyödynnetty energialähde on pohjavedet. Arolan mukaan (2015) Suomen pohjavesissä on lämpöpumpuilla hyödynnettävää lämmitystehoa noin 60 MW:n verran, kun huomioidaan ne pohjavedet, jotka sijaitsevat rakennetuilla potentiaalisilla hyödyntämisalueilla. Määrä ei ole energian kokonaistuotantoa tarkasteltaessa kovin suuri, mutta paikallisesti pohjavedestä voi muodostua merkittävä uusiutuvan energian lähde. Salpausselän alue on yksi Suomen merkittävimmistä pohjavesialueista (Mäyränpää 2012) ja niinpä se tarjoaa erinomaiset mahdollisuudet pohjavesienergian hyödyntämiselle. Lahdessa pohjaveden hyödyntämistä on tutkittu Askonalueella, joka on ELLI-hankkeessa yksi kohdeasuinalueista. Alustavaa esiselvitystä on tehty myös Nastolassa Nastolan energiaekosysteemi ja teolliset symbioosit NETS-hankkeen toimesta (LAMK 2017).

Pohjavesienergia Lahden seudulla

Suomessa ihmistoiminta on usein keskittynyt pohjavesialueille, joiden maapohja on luonut hyvät edellytykset rakentamiselle. Lisäksi nämä alueet ovat tarjonneet rakentamiseen soveltuvaa maa-ainesta (Kuva 1.). Tämä voidaan havaita Päijät-Hämeessä, jossa esimerkiksi suurimmat teollisuuskeskittymät sijoittuvat pohjavesialueille (Gangsö 2014). Arolan (2015) mukaan rakennetuilla alueilla pohjaveden lämpötila on 3-4 °C korkeampi verrattuna luonnontilaiseen pohjavesimuodostumaan. Turussa ja Lohjalla tehtyjen havaintojen mukaan kaupunkipohjavesien lämpötilat vaihtelivat 7-13 °C välillä, kun luonnontilaisten pohjavesien lämpötilat olivat 5,5-6,5 °C (Buss 2014). Pohjaveden lämpötilan vaihtelua selittää osaltaan alueellinen mikroilmasto ja maakerrosten erilaiset ominaisuudet pintaveden imeytymisen sekä pohjaveden virtausten suhteen. Ihmisen maankäytön seurauksena kohonneet lämpötilat parantavat pohjavedestä hyödynnettävää lämmitystehoa jopa 50-60 % (Arola 2015).



KUVA 1. Suomessa suurimmat pohjavesivarannot sijaitsevat reunamuodostumissa, kuten Salpausselillä. Näillä muodostumilla ihmistoiminnan vaikutukset ovat usein voimakkaita niin maa-aineksen oton kuin rakentamisenkin suhteen. Kuvassa Salpausselkä II –reunamuodostumaa Asikkalassa. Kuva: Jussi Kuusela

Lahteen, Renor Oy:n omistamalle Askonalueelle, on suunnitteilla Suomen suurin pohjavettä hyödyntävä lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmä. Alueelle porattiin kesällä 2016 ensimmäinen pohjavesikaivo, josta suoritettiin koepumppaukset pohjavesivarannon määrän selvittämiseksi (Kuva 2). Pohjavesivarannoista riippuen, koko alueen lämmitys- ja jäähdytysenergiat saataisiin 5-6 kaivosta. (Renor 2016) Askonalue on vanha teollisuusalue, jossa pohjavettä on käytetty teollisuudessa jäähdytykseen. Alueella pohjavettä nousee maanpinnalle 100 kuutiota vuorokauden aikana, joten sitä joudutaan pumppaamaan suoraan sadevesiviemäriin, jotta se ei vaurioittaisi kiinteistöjen pohjakerroksia. (Korpijaako 2017; Heikkonen 2012)



KUVA 2. Askonalueen ensimmäinen pohjavesikaivo porattiin Upotalon viereen kesällä 2016. Kuva: Timo Paksunen, Renor Oy.

Askonalueen esimerkin innoittamana NETS-projektissa (LAMK 2017), jossa Nastolan Energiasäätiö, Lahden ammattikorkeakoulu ja joukko nastolalaisia yrityksiä tutkivat energiatehokkuuteen ja uusiutuviin energialähteisiin liittyviä yhteistyömahdollisuuksia, on alustavasti selvitetty pohjaveden energian hyödyntämismahdollisuuksia kiinteistöjen lämmitykseen ja jäähdytykseen. Selvitystyön lähtötilanne on ainutlaatuinen, kun useat alueen teollisuusyritykset ovat yhdessä päättäneet selvittää pohjaveden käyttöä energialähteenä. Pohjaveden energiahyödyntämisessä yhteistyö on kannatettavaa varsinkin tilanteissa joissa eri yritysten kiinteistöt sijaitsevat lähellä toisiaan – pohjaviesihän ei tunne tonttirajoja.

Pohjaveden energia ja sen varastointi

Arolan (2015) mukaan pohjavettä voidaan hyödyntää kiinteistöjen jäähdytyksen ja lämmityksen energialähteenä eri tavoilla. Vain lämmitykseen tai jäähdytykseen vettä hyödyntävää järjestelmää kutsutaan GWHP-järjestelmäksi (ground water heat pump). Kun pohjavettä käytetään kumpaankin, kutsutaan järjestelmää lämpöenergian varastoinnin ansiosta ATES-järjestelmäksi (aquifer thermal energy storage). Pohjavettä voidaan hyödyntää järjestelmissä sellaisenaan tai sen sisältämää kylmä- ja lämpöenergiaa voidaan tehostaa lämpöpumpujen avulla. Järjestelmään voidaan myös liittää aurinkokeräimiä, jolloin voidaan varastoida osa kesän aurinkolämmöstä talven aikaiseen käyttöön (Kalaiselvam & Parameshwaran 2014). Tehokkainta on kuitenkin käyttää pohjavettä jäähdytykseen sen viileyden takia.

ATES-järjestelmä on niin sanottu avoin järjestelmä, jossa lämmön johtimena toimii itse vesi. Järjestelmä koostuu pääasiassa pohjavesikaivoista, lämmönvaihtimista, uuttopumpuista sekä mahdollisesta lämpöpumpusta. Järjestelmässä pohjavettä pumpataan ja imeytetään vähintään yhden kaivoparin välillä. Kesäisin pohjavettä käytetään kiinteistöjen viilennykseen, jonka jälkeen se imeytetään lämmentyneenä toisen kaivon kautta takaisin maahan. Vastaavasti talvisin hyödynnetään kesän imeytyskaivon pohjaveteen varastoitunutta lämpöenergiaa. (Arola 2015; Kalaiselvam & Parameshwaran 2014) Jotta järjestelmässä vettä pystytään imeyttämään takaisin maahan, tulee maaperän olla hyvin vettäläpäisevää maa-ainesta (Arola 2015). Pohjavedessä ei kuitenkaan tulisi olla suuria virtauksia, jotta se ei kuljettaisi varastoitunutta lämpöenergiaa muualle (Esterinen et al. 2014).

Esimerkkejä maailmalta

Pohjaveden energiahyödyntäminen on Euroopassa pisimmällä Alankomaissa, Ruotsissa, Belgiassa ja Tanskassa. Alankomaissa on ollut kunnianhimoisena tavoitteena saada rakennettua 20 000 ATES-järjestelmää vuoteen 2020 mennessä, mutta todennäköisempää on, että järjestelmiä on tuolloin käytössä noin 3 000 (Godschalk & Bakema 2009). Vuoden 2015 loppuun mennessä käytössä on ollut noin 2 000 järjestelmää (Bakema & Schoof 2016).

Maakerrosten rakenteet ja olosuhteet poikkeavat verrattaessa Alankomaita ja Suomea keskenään. Jääkausien vaikutuksesta Keski-Eurooppaan ts. jäätiköiden reuna-alueille on kertynyt paksuja kerroksia erilaisia hyvin vettä läpäiseviä sedimenttejä, joita suuret jäämassat ja niiden aiheuttamat vesien virtaukset kuljettivat näille alueille. Pohjois-Euroopassa mannerjäätiköt ovat työntäneet maamassoja pienipiirteisemmiksi kerrostumiksi ja parhaat pohjavesialueet ovat alueilla, joihin on kertynyt sora- ja hiekkakerrostumia. Tämä näkyy havainnollisesti, kun tarkastellaan Euroopan pohjavesivarantoja (esimerkiksi Cornu et al. 2014; Wendland et al. 2008). Anderssonin ja Sellbergin

mukaan (kts. Gehlin & Andersson 2016) Ruotsissa pohjavesienergian hyödyntämiseen soveltuvia alueita on arvioitu olevan 10-15 % Ruotsin maapinta-alasta. Näillä alueilla asuu noin 25 % maan väestöstä. Pohjaveden energiahyödyntäminen on Ruotsissa voimakkaasti säänneltyä, joten hyödynnettävien alueiden määrä on selvästi pienempi. Gehlinin ja Anderssonin (2016) mukaan ATES-järjestelmiä on Ruotsissa tällä hetkellä noin 160 ja niiden yhteenlaskettu kapasiteetti on noin 300 MW. Suurin osa järjestelmistä on teholuokaltaan 0,1-0,4 MW. Yksi suurimmista on Tukholman Arlandan lentokentän ATES-järjestelmä, jonka kapasiteetti on 10 MW. Arlandassa järjestelmä hyödyntää tehokkaasti harjua, joka on muodostunut kalliopainanteeseen luoden lähes ihanteelliset olosuhteet ympärivuotiselle energian varastoinnille ja käytölle niin jäähdytyksen kuin lämmityksen suhteen.

Soveltuvuus Suomeen

Suomessa pohjaveden energiahyödyntäminen on ollut vähäistä, vaikka edellytykset sille ovat hyvät. Parhaat pohjavesialueet sijaitsevat pääosin viimeisen jääkauden jäätikkökierroksessa, kuten harju- ja reunamuodostumissa (Rainio & Lahermo 1994). Tällaisia muodostumia ovat Salpausselät, harjut sekä rannikkoalueiden savenalaiset piiloharjut. Muilla alueilla kallioperää peittää suhteellisen ohut mineraalipeite (Saarnisto et al. 1994). Ruotsissa pohjavesiä on hyödynnetty energianlähteenä jo vuosikymmeniä (Gehlin & Andersson 2016), joten Suomessa voidaan hyödyntää siellä saatuja kokemuksia, koska olosuhteet ovat maissa melko samankaltaiset. Luokiteltujen pohjavesialueiden kokonaispinta-ala on noin 14 100 km², joka vastaa noin 4,2 % Suomen kokonaispinta-alasta (Britschgi & Gustafsson 1996). Paikallisella tasolla ATES-järjestelmä voi olla merkittävä energianlähde, vaikka rakennetuilla alueilla potentiaalisesti hyödynnettävä 60 MW:n teho (Arola 2015) on pieni Suomen energiantuotannon kokonaiskuvassa. Esimerkiksi Suomen lämpöpumpputyhdistyksen (Sulpu 2017) tilastoinnin mukaan pelkästään vuonna 2016 asennettiin uutta lämpöpumpputehoa noin 60 MW:n verran. Tästä suurin osa koostui ilmalämpöpumpuista, joiden lämmitysteho oli lähes 46 MW.

Varsinaisia ATES-järjestelmiä, jossa pohjavettä hyödynnetään sekä lämmitykseen että jäähdytykseen, ei ole käytössä vielä lainkaan tai toiminta on vasta koetoimintaluontoista. Lahden alueella pohjavesienergian hyödyntämisen suhteen pisimmällä ollaan Askonalueella, jossa olosuhteet vaikuttavat olevan suotuisat (Arola 2017). Todennäköisesti muutaman vuoden sisällä Suomessa tullaan käynnistämään useita pohjavesienergian hyödyntämiseen tähtäviä tutkimuksia.

Lähteet

Arola, T. 2017. Pohjavedestä energiaa – case Lahti. [Verkkodokumentti]. LÄMPÖÄ-hanke 16.5.2017. [Viitattu 22.9.2017]. Saatavissa: https://tapahtumat.tekes.fi/uploads/36a161081/GTK_Teppo_Arola-5615.pdf

Arola, T. 2015. Groundwater as an energy resource in Finland. Väitöskirja. Helsingin yliopisto, Geotieteiden ja maantieteen laitos. Unigrafia, Helsinki. [Viitattu 22.9.2017]. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/158293>
Bakema, G. & Schoof, F. 2016. Geothermal Energy Use, Country Update for the Netherlands. [Viitattu 22.9.2017]. Saatavissa: https://geothermie.nl/images/Handboeken/EGC_2016_country_update_Netherlands.pdf

Britschgi, R. & Gustafsson, J. (toim.) 1996. Suomen luokitellut pohjavesialueet. Suomen ympäristö 55. Suomen ympäristökeskus. [Viitattu 22.9.2017]. Saatavissa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/178246/SY_55.pdf?sequence=1

Cornu, J.-F. & Eme, D. & Malard, F. 2013. The distribution of groundwater habitats in Europe. *Hydrogeology Journal*. 21: 949-960. [Viitattu 22.9.2017]. Saatavissa: https://www.researchgate.net/publication/257471744_The_distribution_of_groundwater_habitats_in_Europe

Esterinen, J. & Ojala, M. & Lehmikangas, M. 2014. Aurinkolämmön varastointi Östersundomissa. [Verkkodokumentti] Pöyry Finland Oy. [Viitattu 27.9.2017]. Saatavissa: https://www.ladec.fi/filebank/2774-ostersundom_Loppuraportti_24012014.pdf

Gangsö, T. 2014. Elinkeinoelämä pohjavesialueilla, Teollisuus ja yöpaikka-alueet. AMK-opinnäytetyö. Lahden ammattikorkeakoulu, Tekniikan ala. Lahti. [Viitattu 2.8.2017]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2014100614493>
Gehlin & Andersson 2016. [Viitattu 22.9.2017]. Saatavissa: http://media.geoenergicentrum.se/2017/02/Gehlin_Andersson_2016_-EGC-2016-CU-Sweden.pdf

Gehlin & Andersson. 2016. Geothermal Energy Use, Country Update for Sweden. European Geothermal Congress 2016. Strasbourg, France. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 22.9.2017]. Saatavissa: http://media.geoenergicentrum.se/2017/02/Gehlin_Andersson_2016_-EGC-2016-CU-Sweden.pdf

Godschalk, M. S. & Bakema, G. 2009. 20,000 ATEs Systems in the Netherlands in 2020 – Major step towards a sustainable energy supply. [Viitattu 22.9.2017]. Saatavissa: http://www.ifttec.es/files/ATES_in_NL_in_2020-r6cngn.pdf

Heikkonen, H. 2012. Lahti Network hyödyntää pohjavettä konesalin jäähdytyksessä. Talotekniikka. [Verkkolehti]. [Viitattu 27.9.2017]. Saatavissa: http://www.renor.fi/sites/default/files/lahti_network_hyodyntaa_pohjavetta_konesalin_jaahdytyksessa_talotekniikka_6-12.pdf

Kalaiselvam, S. & Parameshwaran, R. 2014. Thermal Energy Storage Technologies for Sustainability: Systems Design. [Verkkokirja]. London: Academic Press. [Viitattu 27.9.2017]. Saatavissa: https://books.google.fi/books?id=eAN0AAQBAJ&pg=PA147&lpg=PA147&dq=-buy+ates+system&source=bl&ots=sd2_l1C0L0&sig=L9lcCAMj8EH-f3xmSyasAF37S3nE&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwinhP7xgoTOAh-XIDSwKHbcaA-0Q6AEISjAG#v=onepage&q=buy%20ates%20system&f=false

Korpijaakko, E. 2017. Vanhasta teollisuusalueesta energiatehokas ja elävä kaupunginosa. Maankäyttö. [Verkkolehti]. 2/2017, 10-13. [Viitattu 22.9.2017]. Saatavissa: http://www.maankaytto.fi/arkisto/mk217/mk217_1976_korpijaakko.pdf

LAMK. 2017. Nastolan energiaekosysteemi ja teolliset symbioosit -projekti. [Viitattu 22.9.2017]. Saatavissa: www.lamk.fi/nets

Mäyränpää, R. (toim.) 2012. Seudullinen pohjaveden suojelusuunnitelma vuosille 2012-2021. Hollola - Lahti - Nastola. [Viitattu 22.9.2017]. Saatavissa: <https://www.lahti.fi/PalvelutSite/YmparistoSite/Documents/Seudullinen%20pohjaveden%20suojelusuunnitelma,%20pienempi.pdf>

Rainio, H. & Lahermo, P. 1994. Salpausselkien pohjavesi (s. 44-49). Teoksessa: Saarnisto, M. & Rainio, H. & Kutvonen, H. 1994. Salpausselkä ja jääkaudet. Geologian tutkimuskeskus Opas 36. [Viitattu 22.9.2017]. Saatavissa: http://tupa.gtk.fi/julkaisu/opas/op_036.pdf

Renor Oy. 2016. Pioneerihankkeella lisää ekotehokkuutta Askonalueelle. Renor Oy:n uutiskirje heinäkuu 2016. [Viitattu 22.9.2017]. Saatavissa: <http://www.askonalue.fi/2016/08/18/heinakuun- uutiskirje/>

Saarnisto, M. & Rainio, H. & Kutvonen, H. 1994. Jääkausiaika (s. 6-12). Teoksessa: Saarnisto, M. & Rainio, H. & Kutvonen, H. 1994. Salpausselkä ja jääkaudet. Geologian tutkimuskeskus Opas 36. [Viitattu 22.9.2017]. Saatavissa: http://tupa.gtk.fi/julkaisu/opas/op_036.pdf

Sulpu. 2017. Suomen lämpöpumppuyhdistys. Suomen lämpöpumpputilastot. [Verkkodokumentti]. Lämpöpumpputilasto 2016. [Viitattu 22.9.2017]. Saatavissa: <https://www.sulpu.fi/tilastot>

Wendland, F. & Blum, A. & Coetsiers, M. & Gorova, R. & Griffioen, J. & Grima, J. & Hinsby, K. & Kunkel, R. & Marandi, M. & Melo, T. & Panagopoulos, A. & Pauwels, H. & Ruisi, M. & Traversa, P. & Vermooten, J. S. A. & Walraevens, K. 2008. European aquifer typology: a practical framework for an overview of major groundwater composition at European scale. *Environmental Geology*. Vol 55, 77-85. [Viitattu 22.9.2017]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1007/s00254-007-0966-5>

Olli Ilveskoski ja Seppo Niittymäki

Tulevaisuuden energia- tehokkaat asuinalueet: Engelinranta

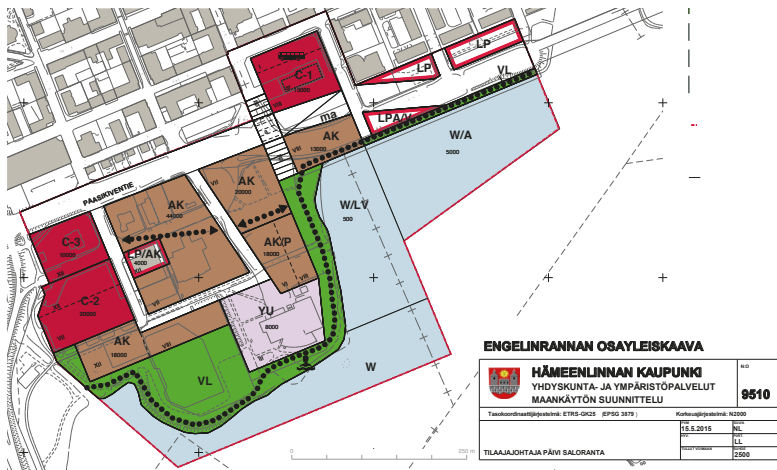
Tässä artikkelissa tarkastellaan yhtä ELLI-hankkeen kohdealuetta, Hämeenlinnan Engelinrantaa, jonka osayleiskaava on ollut valmisteilla hankkeen aikana. Osayleiskaavan valmisteluvaiheessa tarkasteltiin eri kaupunkirakennemalleja, joiden perusteella valittiin lopullinen ehdotus. Hankkeessa simuloitiin kohdealueen energiatehokkuutta ja kasvihuonekaasupäästöjä ja luotiin alueelle kehityspolkuja. Simulointityökaluina on käytetty muun muassa EcoDesigner ja Ilmastotavoitteiden päästölaskuri ILTA -työkaluja. Hankkeessa esitetään kohdealueen tontinluovutus sopimuksissa otettavaksi käyttöön simulointiin ja herkkyyštarkasteluun perustuvat Energiatehokkuuden ja Kestävän Kehityksen kriteerit.

Engelinrannan alue sijaitsee Hämeenlinnan keskustan etelälaidalla Vanajaveden rannassa. Alueella on ollut liike- ja vapaa-ajan rakennuksia sekä puistoalueita. Rantaa on aikanaan täytetty ja käytetty kaatopaikka-alueena. (Lähteenmäki 2017)

Engelinrannan osayleiskaava

Hämeenlinnan kaupunki käynnisti Engelinrannan alueen uudistamisen aloittamalla osayleiskaavatyön vuonna 2013. Osayleiskaavasta tuli lainvoimainen kesällä 2017. Tavoitteena on kehittää Engelinrannasta nykyistä kaupunkikeskustaa täydentävä korkeatasoinen, ekotehokas alue, jossa on monipuoliset virkistys- ja ulkoilumaastot. (Hämeenlinnan kaupunki 2015)

Kuvassa 1 esitetyn kaava-alueen pinta-ala on noin 28 hehtaaria, josta noin 9,5 hehtaaria on osoitettu rakennusmaaksi. Osayleiskaavaluonnoksessa vertailtiin tonttitehokkuudeltaan erilaisten kaupunkirakennemallien kustannuksia. Tonttitehokkuudet vaihtelivat 0-vaihtoehdosta vaihtoehtoon VE2, jonka tonttitehokkuus oli $et=2,75$. Osayleiskaavaratkaisun rakennusoikeudeksi tuli noin 175 000 $k\text{-}m^2$, mistä suurin osa tulee olemaan kerrostalorakentamista. Alueen tonttitehokkuus on $et=2,5$ ja kerrosluku vaihtelee seitsemästä rantatonttien kahteentoista. Alueelle on arvioitu tulevan noin 2600 asukasta ja 450 työpaikkaa. Energia- ja ekotehokkuusratkaisuihin otetaan tarkemmin kantaa alueen asemakaavoituksen yhteydessä. (Lähteenmäki 2017)



KUVA 1. Osayleiskaavaehdotus ja siihen perustuva rakennemalli (Hämeenlinnan kaupunki 2015)

Tietomallit ja simulointi energiatehokkaassa aluerakentamisessa

Kasvihuonekaasupäästöjen tai hiilijalanjäljen arviointiin tarkoitettuja työkaluja maankäytön suunnittelussa ovat muun muassa ILTA – Ilmastotavoitteiden päästölaskuri (Lylykangas et al. 2013; Sjøstedt 2013), KEKO – Kaavoituksen ekolaskuri (2016), ympäristöstrategiatyökalu EcoCity Evaluator, Green Building Counciliin kehittämä MALTTI-työkalu sekä AveClimate-työkalu. Rakennustason kasvihuonekaasupäästöjen arviointiin tarkoitettuja työkaluja ovat esim. SYNERGIA- laskuri, VTT:n kehittämä ILMARI-arviointipalvelu, Bionova Oy:n One Click LCA-, IDA ICE-, ArchiCadin EcoDesigner -työkalu, Autodeskin Green Building Studio. (Virkamäki et al. 2017)

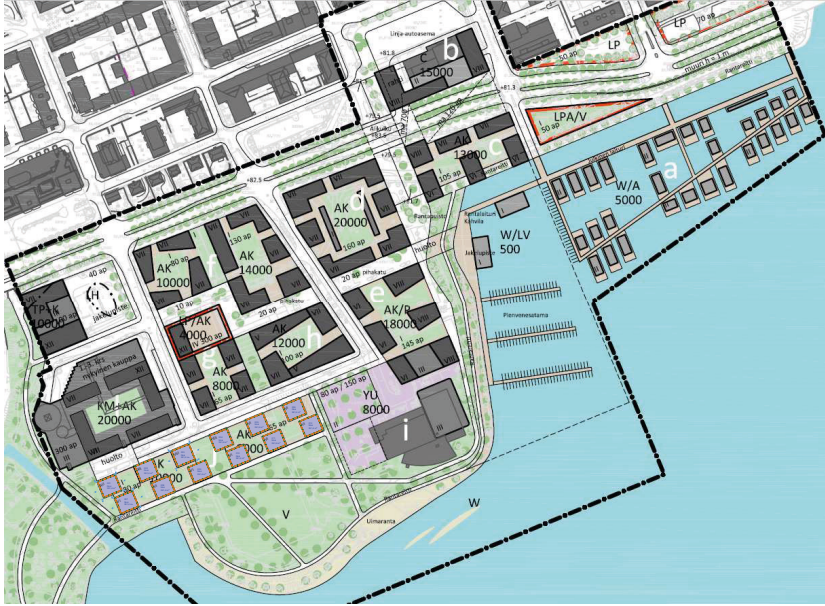
Energiatehokkuus- ja energiatuotantovaihtoehtojen kustannus-tarkastelu ja herkkyystarkastelu pilottialueella

Osana ELLI-hanketta Hamk arvioi Engelinrannan vaihtoehtoisia kehitysoptimoituja energiatehokkuuden, kasvihuonekaasupäästöjen ja hiilijalanjäljen näkökulmasta. Aluetason vaihtoehtoista tarkasteltiin osayleiskaavaehdotuksen mukaista rakennemallia, missä tonttitehokkuus oli $e=2.5$ ja asukkaita 2600 sekä toisena vaihtoehtoa ”Korkea rakentaminen”, missä tonttitehokkuus oli $e= 3.0$ ja asukkaita 3500. Aluetason tarkastelut tehtiin Ilmastotavoitteiden päästölaskuri ILTA -työkalulla.

Osayleiskaavan mukaisten rakennusten osalta herkkyystarkastelu eli vaihtoehtojen arvojen vaikutus energiatehokkuuteen ja hiilijalanjälkeen tehtiin koskien 0-energiatalo- ja ”aktiivienergiataloratkaisuja”. Rakenteissa käytettiin yleensä 0-energiatalon arvoja mutta muuttuvina tekijöinä olivat keskitettyjen ja hajautettujen vaihtoehtojen ratkaisut. Herkkyysohjelmien avulla voitiin arvioida eri vaihtoehtojen, esim. aurinkopaneelien energiatehokkuutta ja vaikutusta vaihtoehtojen kasvihuonekaasupäästöihin ja hiilijalanjälkeen. Rakennuskohdattainen analyysi tehtiin EcoDesigner -ohjelmalla.

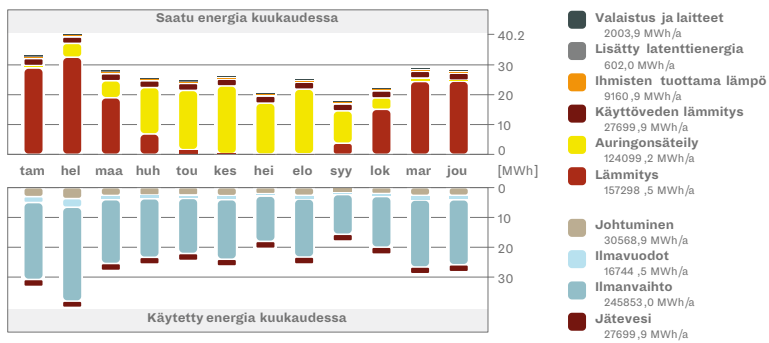
EcoDesigner -tarkastelut

EcoDesigner -ohjelma laskee rakennuksen vuotuisen energiakulutuksen ja CO₂ -päästöt vuodessa (Graphisoft 2017). Energiatietehtokkuus- ja energiatuotantovaihtoehtojen kustannus- ja herkkyyštarkastelua varten Engelinranta mallinnettiin ArchiCadin EcoDesigner-ohjelmalla (kuva 2 ja kuvio 1). Rakennusten vaipparakenteet luotiin 0-energiatalon arvojen mukaan. EcoDesigner -ohjelmassa kukin rakennus on oma termodynaaminen tila, jotka voidaan varustaa erilaisin lämmitys-, jäähdytys- ilmanvaihtojärjestelmin. (Graphisoft 2017)



KUVA 2. Engelinrannan energiatietehtokkuus- ja CO₂-mallinnusta EcoDesigner -ohjelmalla

Projektin energiatase



Termodynaamiset tilat

Termodynaaminen tila	Vyöhykkeet Asetetut	Käyttötarkoitus	Brutto lattia-ala m ²	Tilavuus m ³
007 Talo 7	1	Asunto	261,44	5490,24
Yhteensä	1		261,44	5490,24

Ympäristövaikutus

Lähteen tyyppi	Lähteen nimi	Primäärienergia kWh/v	CO ₂ -päästö kg/v
Uusiutuva	Geoterminen	99538	0
Sekundääri	Sähkö	152227	12056
Yhteensä		251765	12056

KUVIO 1. EcoDesigner -ohjelmalla tehty energiatietehtokkuusarvio ja energiatase

Muuttamalla järjestelmäkoonpanoja voidaan arvioida eri tekijöiden vaikutusta lopullisiin arvoihin. Ohjelma analysoi muun muassa rakennuksen paikan, geometrian ja ulkovaipan ominaisuudet, joiden perusteella se laskee energiatuotuksen lähteittäin; uusiutuva energia, sekundäärienergia, primäärienergia.

EcoDesigner -simuloinnilla tarkasteltiin neljää eri vaihtoehtoa, joiden kaikkien rakenteelliset arvot olivat 0-energiatasoa. VE A1 ”kaukolämpö ja kaukojäähdytys” edusti keskitettyä energiatuotantoratkaisua ja muut hajautettua sekä uusiutuvaa energiatuotantoratkaisua: VE A2 ”maalämpöpumppu”, VE A3 ”maalämpöpumppu ja aktiivienergiaratkaisut” ja VE B ”korkea rakentaminen, maalämpöpumppu ja aktiivienergiaratkaisut”. Hamk ideoi ELLI-hankkeessa ”aktiivienergiatuotteita”, eli teknisiä ratkaisuja joiden avulla voitaisiin lisätä asuinalueiden omaa energiatuotantoa. Passiivienergiaratkaisussa energian saanti tapahtuu ilman erillisiä teknisiä ratkaisuja kuten käyttämällä hyväksi suotuisaa ilmansuuntaa. Kävi ilmi, että aktiivi- ja passiivi-käsitteet ovat käytössä myös kansainvälisesti (Blumenfeld & Thumm 2014). Aktiivi- ja passiivienergiaratkaisulla voidaan pienentää rakennuksen netto-ostoenergiatarvetta merkittävästi. Taulukossa 1 on esitetty vaihtoehtojen simuloinnin tulokset.

TAULUKKO 1. EcoDesigner ja rakennusten kokonaisenergian kulutus ja CO₂ -päästöt

Vaihtoehto A1	"kaukolämpö"	Vaihtoehto A2	"maalämpöpumppu"
kaukolämpö	122 kWh/k-m ² v	lämpöpumppu	105 kWh/k-m ² v
LTO	Ostoenergia 122 kWh/k-m ² v	LTO	ostoenergia 35 kWh/k-m ² v
Kaukojäähdytys	35 CO ₂ -kg/k-m ² v	Jäähdytyskoje	7 CO ₂ -kg/k-m ² v
Vaihtoehto A3	"maalämpöpumppu + aktiivienergia"	Vaihtoehto B	"korkea rakentaminen"
Lämpöpumppu	25 kWh/k-m ² v	Lämpöpumppu	24 kWh/k-m ² v
LTO	Ostoenergia 9kWh/k-m ² v	LTO	Ostoenergia 8 kWh/k-m ² v
Jäähdytyskoje	7 CO ₂ -kg/k-m ² v	Jäähdytyskoje	7 CO ₂ -kg/k-m ² v
Aktiivienergiaratk	80 CO ₂ -kg/k-m ² a	Aktiivienergiaratk	80 CO ₂ -kg/k-m ² a

Kaukolämmön asetuksiin on mahdollista määrittellä lämmityksen energialähteet, esimerkiksi maakaasu 37%, öljy 33%, puu 6% ja hiili 24% ja lämpöpumpun asetuksiin esimerkiksi lämmityslähde: geoterminen ja lämmitysteho: 50kW. Ilmanvaihdon asetuksissa voi myös määrittellä esim. käyttöajan ja jäähdytyksen asetuksissa energialähteen. Kokonaisenergiakulutus sisältää sekä lämmityksen, jäähdytyksen, lämpimän käyttöveden, ilmanvaihdon, laitteet ja valaistuksen.

Eri energiatuotantoratkaisujen herkkyydestä tarkastelun tulokset riippuvat hyvin paljon lähtöarvojen oletuksista. Esitettyssä arvioissa kaukolämmön profiili edustaa enemmän uusiutumattomia energialähteitä, joten hiilijalanjälki muodostuu suuremmaksi kuin uusiutuvaa edustavalla maalämpöratkaisulla. Kokonaisenergiakulutuksen osalta erot eri vaihtoehtojen osalta ovat pieniä, mikäli ”aktiivienergiaratkaisuja” ei oteta käyttöön. Kun taas tarkastellaan netto-ostoenergian määrää maalämpöratkaisujen netto-ostoenergiamäärät ovat vain noin kolmannes kaukolämpöratkaisuun verrattuna ja ”aktiivienergiaratkaisulla”

voitaisiin päästä jopa energiaa tuottavaan plus- energiarakennus-ratkaisuun. Vaikka oletukset eroavaisivatkin lopullisista ratkaisuista, tehty vertailu antaa oikean kuvan vaihtoehtojen eroista. Hajautetuilla ja uusiutuvilla energiatuotantoratkaisuilla ja korkealla rakentamisella on mahdollista pienentää netto-ostoenergian määrää ja hiilidioksidipäästöjä ja toteuttaa peräti energiaa tuottavia plus-energiarakennuksia. Arvioimalla vaihtoehtojen investointikustannukset on mahdollista laskea eri ratkaisujen takaisinmaksuaika.

Ilmastotavoitteiden päästölaskuri ILTA-tarkastelut

EcoDesigner -ohjelmalla on mahdollista arvioida vain alueen rakennusten käytön aikaisia energiakulutuksia ja päästöjä. ILTA – Ilmastotavoitteiden päästölaskurilla (2013) on mahdollista arvioida alueen kasvihuonekaasupäästöt keskimääräisillä arvoilla koko sen elinkaaren ajalta sisältäen rakennukset, energiamuodon, materiaalit ja rakennustavan. Tarkastelun vaihtoehtoina käytettiin samoja skenaarioita kuin EcoDesigner -simuloinnissa: VE A1 ”kaukolämpö ja kaukojäähdytys”, VE A2 ”maalämpöpumppu”, VE A3 ”maalämpöpumppu ja aktiivienegiaratkaisut” ja VE B ”korkea rakentaminen, maalämpöpumppu ja aktiivienegiaratkaisut”. Lisäksi Ilmastotavoitteiden päästölaskuri ILTA -laskurissa tarvitaan alueellisia lähtötietoja analysoimaan maankäytön, luontoalueiden, yhdyskuntarakenteen, olemassa olevan rakennuskannan, uudisrakentamisen ja tieverkoston vaikutusta eri vaihtoehtojen ekotehokkuuteen. Kuviossa 2 on esitetty Ilmastotavoitteiden päästölaskuri ILTA-simuloinnin tuloksia.

Vaihtoehto A1 2,654 tnCO₂e/as a

Vaihtoehto A2 2,416 tnCO₂e/as a

Vaihtoehto A3 1,497 tnCO₂e/as a

Vaihtoehto B 1,446 tnCO₂e/as a

KUVIO 2 Hiilidioksidipäästöt asukasta kohti vuodessa ILTA-laskurin mukaan

Ilmastotavoitteiden päästölaskuri ILTA -tulokset perustuvat tilastollisiin tietoihin ja ottavat huomioon myös alueelliset tekijät ekotehokkuuden laskennassa, kun taas EcoDesigner on tarkempi rakennustasoisessa simuloinnissa mutta huomio vain käytön aikaiset päästöt. Kokonaisekotehokkuuden osalta vaihtoehdot ovat edelleen hyvin lähellä toisiaan. Ilmastotavoitteiden päästölaskuri ILTA -laskurin energiatuotannon profiilit eroavat EcoDesigner -ohjelman käytössä olleista profiileista ja tässä tapauksessa on kaukolämpövaihtoehto saanut vain hieman huonommat ekotehokkuustulokset kuin hajautetut ja uusiutuvat vaihtoehdot. Ilmastotavoitteiden päästölaskuri ILTA -simuloinnissa ei ole hyödynnetty ”aktiivienegiaratkaisuja” kuten EcoDesigner -tarkastelussa tehtiin. VE B ”Korkea ja tehokas rakentaminen” on Ilmastotavoitteiden päästölaskuri ILTA -tarkastelun perusteella vaihtoehtoista kaikista ekotehokkain.

Keskitetty ja hajautettu energiatuotanto

Edellä olevien laskelmien mukaan alueen rakennusten kokonaisenergiakulutuksessa tulee olemaan noin 21.8 GWh, kerrosalaneliömetriä kohti noin 125 kWh/k-m²/a. Kokonaisenergiakulutus sisältää rakentamisen, lämmityksen, viilennyksen ja sähkön energiakulutuksen laskettuna vuotta kohti.

Engelinranta liittyy välittömästi kaupungin keskustan ruutukaava-alueeseen ja se on mahdollista liittää kaukolämpöverkkoon, joka kulkee Paasikiventien kohdalla. Kaukojäähdytys on myös mahdollinen järven läheisyydestä johtuen. Osayleiskaava ei kuitenkaan sulje pois uusiutuvia ja hajautettuja energiatuotantovaihtoehtoja. Hajautetussa, uusiutuvaa energiatuotantoa edustavassa maalämpöratkaisussa alueen netto-ostoenergiatarve on vain noin kolmannes kaukolämpöön perustuvaan ratkaisuun verrattuna. Alueellisiin, hajautettuihin ja uusiutuviin energiamuotoihin perustuvia ratkaisuja ovat esimerkiksi maalämpö, vesistölämpö, aurinkolämpö- ja sähkö ja tuulisähkö.

Aurinkolämpökeräimen vuosituotanto Hämeenlinnan seudulla on lähdekirjallisuuden mukaan noin 500 kWh/m²/a ja aurinkosähköpaneelin noin 120 kWh/m²/a (Paiho et al. 2015). Engelinrannan alueella olevan rakennuksen, jonka rakennusala on 250 m², kerroskorkeus 8 ja kerroskorkeus 3 m, aurinkolämpöpotentiaali on noin 30 kWh/k-m² v, jos katolle asennetaan 50% pinta-alasta, yhteensä 125 m² aurinkolämpökeräimiä. Aurinkolämpökeräimien tuotannolla voidaan vähentää maalämpöjärjestelmän sähkötarvetta noin puoleen. Vastaavasti rakennuksen aurinkosähköpotentiaali on noin 30 kWh/k-m² v, jos rakennuksen julkisivuihin asennetaan noin 10% pinta-alasta, yhteensä noin 500 m² aurinkosähköpaneelia. Aurinkosähköpaneelien lisäksi kyseeseen voisi myös tulla erilaiset ”aktiivienergiatuotteet” kuten aktiivienergiaikkunat, -parvekelasitukset tai -pintäkäsittelyt.

Engelinrannan hajautetussa, maalämpöön perustuvassa skenaariossa on porattava yhteensä noin 400 porakaivoa, jos jokaisen porakaivon syvyys on 200 m. Niiden etäisyys toisistaan on vähintään 15 metriä. Maalämpökenttien vaatimat pinta-alat ovat noin 20 000 m². Engelinrannan rantapuustikko soveltuisi erinomaisesti kyseiseksi porakaivokentäksi. (Vanhanen et al. 2011)

Tällä hetkellä suurimman päästövähennyspotentiaalin energiatuotantojärjestelmä saattaa olla myös kallein, koska rakennusten päästöjä ei toistaiseksi ole suoraan hinnoiteltu (Peura et al. 2017). Hajautetun järjestelmän puolesta puhuu kuitenkin netto-ostoenergian pienempi määrä verrattuna keskitettyyn ratkaisuun. Maalämpöratkaisujen investointien takaisinmaksuajat voivat olla vain noin 10 vuotta.

Engelinrannan cleantech-markkinat

Tehdyt tarkastelut eivät selvästi osoita, kumpi vaihtoehtoista, hajautettu vai keskitetty energiatuotanto, olisi selvästi parempi energiatehokkuuden tai hiilijalanjäljen osalta. Hajautetun ja uusiutuvan vaihtoehdon puolesta puhuvat kuitenkin teknologian nopea kehittyminen ja asukkaiden parempi mahdollisuus vaikuttaa uusiutuvan energiatuotannon ratkaisuihin ja hintoihin. Lisäksi Engelinrannan hajautettu uusiutuva energiatuotantoratkaisu loisi merkittävät paikalliset cleantech-markkinat.

Kaukolämpöverkon kustannuksiin kuuluu pääomakustannukset ja vuotuiset käyttökustannukset. Pääomakustannukset sisältävät kaukolämpöverkon investoinnit, kuten putkiston, maarakennuksen, hitsauksen ja eristyksen. Pääomakustannuksiksi voidaan arvioida noin 10 €/k-m² annuiteettimenetelmällä

käyttäen 40 vuoden pitoaikaa ja 5% korkokantaa. (Koukkurannan lämpöenergiaratkaisujen vertailu 2011). Engelinrannan osalta kaukolämpöverkon kustannusarvio olisi siten $10 \text{ €/k-m}^2 \times 175\,000 \text{ k-m}^2 = 1.75 \text{ M€}$

Maalämpöjärjestelmä voidaan toteuttaa siten, että alueelle asennetaan kortteliryhmäkohtaisia maalämpöjärjestelmiä. Maalämpöjärjestelmän pääomakustannukset sisältävät investoinnit lämpöpumppuyksiköihin, lämmönsiirtoputkistoon, porakaivoihin, pumppuyksiköihin, rakennuksiin ja maarakennukseen. Pääomakustannuksiksi voidaan arvioida noin 20 €/k-m^2 annuiteettimenetelmällä käyttäen 40 vuoden pitoaikaa ja 5% korkokantaa (Vanhanen et al. 2011). Engelinrannan osalta maalämpöjärjestelmän kustannusarvio olisi siten $20 \text{ €/k-m}^2 \times 175\,000 \text{ k-m}^2 = 3.5 \text{ M€}$.

Engelinrantaan on tulossa noin 100 rakennusta. Mikäli asennetaan noin 100 m^2 aurinkolämpökeräimiä rakennusta kohden ja arvioidaan aurinkolämpökeräimen neliöhinnaksi 500 €/m^2 kyseessä tulee olemaan noin 5 M€ aurinkolämpökeräinmarkkinat. Aurinkolämpökeräimet vastaisivat tuolloin noin 5 GWh hajautettua uusiutuvaa energiatuotantoa joka olisi noin 25% alueen energiatarpeesta.

Engelinrannan hajautetun ja uusiutuvan energiatuotannon markkinoiksi edellä olevan perusteella voidaan arvioida olevan noin 9 M€ ja työllisyysvaikutus sen perusteella olisi noin 180 henkilötyövuotta. Kohdealueelta saatavat hajautetun ja uusiutuvan energiatuotannon käyttökokemukset heijastuisivat laajalti ympäristöönsä ja synnyttäisivät uutta alueellista osaamista.

Tontinluovutussopimuksen energiatehokkuuden ja kestävän kehityksen kriteerit

Hämeenlinnan kaupunki järjesti vuodenvaihteessa 2016-2017 Engelinrannan osayleiskaavaan liittyvän linja-autoaseman korttelin suunnittelu- ja tontinluovutuskilpailun. ”Tavoitteena Hämeenlinnan kaupungilla oli luoda korttelista kaikkia Hämeenlinnan asukkaita yhdistävä, rakennustaiteeltaan korkeatasoinen ja kaunis tiivistyvän sekä ekologisesti ja sosiaalisesti kestävän keskustakortteleiden osa. Tämä kilpailu painottaa erityisesti rakentamisen kauneusarvoja ja asukkaiden mukaan ottamista suunnitteluun.” (Hämeenlinnan kaupunki 2017)

Kilpailuohjelma esitti hinta- ja laatupisteiden arviontikriteereiksi seuraavia tekijöitä: rakennusoikeus, pysäköintipaikkamääräykset, aikataulu, kaupunkikuva, ympäristötaide, julkisivumateriaalit, parvekkeet, ekologisuus, osallistaminen, toteutuskelpoisuus ja hinta. Laatukriteereistä kaupunkikuva ja kauneus, ympäristötaide ja osallistamistapa ehdotukset saattoivat saada enintään 60 pistettä, jokaisesta kuitenkin vähimmäisvaatimuksena oli 10/20 pistettä. Edullisin hinta sai 40 pistettä.

Rakennusten ekotehokkuuden osalta kilpailussa noudatettiin viimeisintä rakennuslainsäädäntöä. Kilpailussa oli mahdollisuus tarjota myös hirsikerrostaloja painovoimaisella ilmanvaihdolla. Julkisivujen tuli olla puuta, tiiltä tai rapattuja seiniä. Alueen pysäköintimääräyksissä ehdotettiin harkittavaksi yhteiskäyttöautoja, sähköautoja, vuorottaispysäköintiä, robottipysäköintiä, mobiililiikkuvispistettä sekä pyöräparkkia ja -huoltoa. (Hämeenlinnan kaupunki 2017)

Tontinluovutuskilpailu osoittautui menestykseksi ja hankkeelle valittiin toteuttaja, joka tulee kehittämään Hämeenlinnan linja-autoaseman aluetta kilpailuohjelman puitteissa (Lähteenmäki 2017).

Uusilla Ilmastotavoitteiden päästölaskuri ILTA- ja EcoDesigner -simuloinneilla on jatkossa mahdollisuus esittää vieläkin tarkempia ja kunnianhimoisempia kriteerejä koskien alueiden ja rakennusten energiatehokkuutta, hiilijalanjälkeä ja kasvihuonekaasupäästöjä.

Yhteenveto ja johtopäätökset

Eri energiatuotantoratkaisujen herkkyytstarkastelun tulokset riippuvat hyvin paljon lähtöarvojen oletuksista. Vaikka lähtötietojen oletukset eroavaisivatkin lopullisista ratkaisuista tehdyt vertailut antanevat oikean kuvan vaihtoehtojen eroista. Hajautetuilla ja uusiutuvilla energiatuotantoratkaisuilla ja korkealla rakentamisella on mahdollista pienentää kokonaisenergiankulutusta, hiili-dioksidipäästöjä sekä netto-ostoenergian määrää.

Hank ideoi perinteisten aurinkolämpöratkaisujen lisäksi energiaa tuottavia ”aktiivienergiatuotteita”, kuten aktiivienergiakunat, -parvekelasit ja -pintakäsittelyt. Engelinrannan alueella ”aktiivienergiaratkaisuihin”, joiden energiatuotanto voi olla kymmeniä kilowattitunteja kerrosalaneliömetriä kohti, on mahdollista vähentää netto-ostoenergian määrää useita GWh vuodessa ja toteuttaa myös plus-energiarakennuksia.

Engelinrannan hajautetun ja uusiutuvan energiatuotannon markkinoiksi voidaan arvioida olevan noin 9 M€ ja työllisyysvaikutus sen perusteella olisi noin 180 henkilötyövuotta. Kohdealueelta saatavat hajautetun ja uusiutuvan energiatuotannon käyttökokeemukset heijastuisivat laajalti ympäristöönsä ja synnyttäisivät uutta alueellista osaamista.

Hankkeessa tutustuttiin Engelinrannan osayleiskaavaan liittyvään linja-au-toaseman suunnittelu- ja tontinluovutuskilpailuprosessiin. Uusien työkalujen avulla tontinluovutussopimuksissa on jatkossa mahdollista ottaa käyttöön simulointiin ja herkkyytstarkasteluun perustuvat Energiatehokkuuden ja Kestävän Kehityksen kriteerit.

Lähteet

Blumenfeld, A. & Thumm W.T. 2014. Passive Building Systems versus Active Building Systems. [Verkkodokumentti]. Teoksessa: Building Innovation 2014: The National Institute of Building Sciences second annual Conference & Expo. Washington, D.C. USA. January 6-10, 2014. [Viitattu 26.9.2017]. Saatavissa: https://c.ymcdn.com/sites/www.nibs.org/resource/resmgr/Conference2014/BI20140109_BETEC_Thumm_Blume.pdf

Graphisoft. 2017. EcoDesigner STAR User Manual. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 16.8.2017]. Saatavissa: https://www.graphisoft.com/ftp/marketing/edstar/EcoDesigner_STAR_User_Manual.pdf

Hämeenlinnan kaupunki. 2015. Engelinranta osayleiskaavaselostus 15.5.2015. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 16.8.2017]. Saatavissa: http://www.hameenlinna.fi/pages/407607/9510_ER_Selostus_15052015.pdf

Hämeenlinnan kaupunki. 2017. Linja-autoaseman korttelin suunnittelu- ja tontinluovutuskilpailu [kilpailuohjelma]. [Viitattu 16.8.2017]. Saatavissa: <http://www.hameenlinna.fi/tontinluovutuskilpailu/>

ILTA Ilmastotavoitteiden päästölaskuri. 2013. [Viitattu 16.8.2017]. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/uutiset/asemakaava-voi-auttaa-ilmastotavoitteiden-saavuttamisessa/>

KEKO – Kaavoituksen ekolaskuri. 2016. [Viitattu 16.8.2017]. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/KEKO__Kaavoituksen_ekolaskuri

Lylykangas, K., Lahti P. & Vainio T. 2013. Ilmastotavoitteita toteuttava asemakaavoitus. Aalto-yliopiston julkaisusarja TIEDE + TEKNOLOGIA, 13/2013. Helsinki: Aalto-yliopisto, arkkitehtuurin laitos. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-60-5340-0>

Lähteenmäki, N. 2017. Yleiskaava-arkkitehti. Hämeenlinnan kaupunki. Esitys ELLI-hankkeen kokouksessa 17.8.2017.

Paiho, S. & Hoang, H. & Hukkalainen, M. & Westerberg, R. 2015. Paikallista energiaa asuinalueella - Esimerkinä Helsingin Vartiosaari. [Verkkodokumentti]. VTT Technology 234. [Viitattu 16.8.2017]. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2015/T234.pdf>

Peura, P. & Hiltunen, E. & Haapanen, A. & Auvinen, K. & Soukka, R. & Törmä, H. & Kujala, S. & Pohjola, J. & Mäkiranta, A. & Välisuo, P. & Grönman, K. & Kumar, R. & Rasi, S. & Lehtonen, E. & Anttila, P. 2017. Hajautetun uusiutuvan energian mahdollisuudet ja rajoitteet HEMU. [Verkkodokumentti]. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 35/2017. [Viitattu 16.8.2017]. Saatavissa: http://tietokayttoon.fi/documents/10616/3866814/35_hajautetun_uudiutuvan_energian_mahdollisuudet_ja_rajoitteet.pdf/331354b7-1b09-4fc9-b01a-89ff08b87241?version=1.0

Sjöstedt, T. 2013. Asemakaava voi auttaa ilmastotavoitteiden saavuttamisessa. Sitra. Uutiset 16.10.2013. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/uutiset/asemakaava-voi-auttaa-ilmastotavoitteiden-saavuttamisessa/>

Vanhanen, J. & Pesola, A. & Vehviläinen, I. 2011. Koukkurannan lämpö-energiaratkaisujen vertailu. [Verkkodokumentti]. Gaia. [Viitattu 16.8.2017]. Saatavissa: https://www.tampere.fi/liitteet/e/6F6hK1gqi/Koukkurannan_energiajarjestelmat_loppuraportti_13012012.pdf

Virkamäki, P. & Jääskeläinen, L. & Huttunen, E. & Salmelainen, L. & Hienonen, M. 2017. Viranomaisnäkökulma rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälkiohjaukseen. [Verkkodokumentti]. Rakennustarkastusyhdistys RTY ry. [Viitattu 16.8.2017]. Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/noname/%7B0AF5142F-F2BD-4DD3-81CD-D341B31741A1%7D/129192>

Kuvalähteet:

Kuva 1: Hämeenlinnan kaupunki. 2015. Engelinranta osayleiskaavaselostus 15.5.2015. [Viitattu 16.8.2017]. Saatavissa: http://www.hameenlinna.fi/pages/407607/9510_ER_Selostus_15052015.pdf

Saku Kaikkonen ja Susanna Vanhamäki

Kaavoituksen ja maankäytön suunnittelun vaikutus asumisen energiatehokkuuteen

Maankäyttö- ja rakennuslailla (MRL 1999/132) ohjataan maankäytön suunnittelujärjestelmää eli yhdyskuntarakenteen suunnittelua ja kaavoitusta. Yleiskaava määrittää kunnan alueiden käytön yleispiirteet ja asemakaava pureutuu yksityiskohtaisempaan suunnitteluun ohjaamalla alueiden käytön järjestämisestä ja rakentamisesta (MRL 1999/132, 4§, 50 §). Tässä artikkelissa käsitellään uusiutuvan energian käytön ja energiatehokkuuden edistämismahdollisuuksia yleis- ja asemakaavatasoilla. Kaavoitus liittyy olennaisesti myös ELLI-hankkeen uusien energiatehokkaiden asuinalueiden suunnitteluun.

Säädetyt lait ja asetukset ohjaavat kaavoitusta ja rakentamista sekä kansallisella että Euroopan Unionin tasolla. Suunnittelulla pyritään toimivuuteen, taloudellisuuteen ja ekologiseen kestävyteen yhdyskuntarakenteessa eli eheään yhdyskuntarakenteeseen. Yleiskaavan tulee edistää energiahuollon järjestämistä ympäristön, luonnonvarojen ja talouden kannalta kestävällä tavalla (MRL 1999/132, 39 §). Lain mukaan rakennus- ja suunnitteluvaihe tulee toteuttaa niin, että luonnonvaroja ja energiaa kuluu mahdollisimman vähän (MRL 1999/132, 117 §).

Energiatehokkuudella tarkoitetaan palvelun, tavaran, suoritteen tai energian tuotoksen ja energiapanoksen välistä suhdetta (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/32/EY). Yhdyskuntasuunnittelussa energiatehokkuuden mahdollisuudet lähtevät liikkeelle kaavoituksen määrittämisestä raameista. Kaavoituksen tulee tukea energiatehokkuutta ja omavaraisenergian hyödyntämistä, ei olla esteenä sille. (Saloranta 2015). Kaavoituksessa energiatehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa rakentamisen tiheys sekä palveluiden ja työpaikkojen etäisyydet (Sitra 2010).

Porvoon Skaftkärrissä on osoitettu, että kaavoituksella on merkittävä vaikutus alueiden energiatehokkuuteen. Selvitys kertoo selvästi, että suurimmat energiankulutukseen ja hiilidioksidipäästöihin vaikuttavat tekijät ovat liikkuminen, rakennusten energiatehokkuus ja energian tuotantotavat. Näihin tulee pyrkiä vaikuttamaan kaavoitusvaiheessa. Energiatehokkaan kaavaprosessin kannalta keskeistä on eri tahojen yhteistyö prosessin aikana. Kuntatekniikka, tontinluovutus, rakennusvalvonta, vesilaitos ja energialaitos ovat kaikki tärkeässä osassa ja tiivis vuoropuhelu mahdollistaa lopputuloksen, johon kaikki voivat sitoutua. (Pöryy Finland 2012)

Liikenteen suunnittelu

Yhdyskuntarakenteen eheyttäminen on alueidenkäytön suunnittelun tärkeimpiä tavoitteita. Kaavoituksella pyritään ohjaamaan rakentamista jo olemassa olevan yhdyskuntarakenteen ja liikenneverkon sisälle. (Sairinen & Majjala 2009). Tiivis kaupunkiympäristö on helpompi toteuttaa energiatehokkaasti. Tiiviysi myös vähentää liikkumisen tarvetta verrattuna harvempaan rakennettuun ympäristöön. Kaavoituksella tehdään pitkäkestoisia ratkaisuja määrittämään palveluiden, työpaikkojen ja asumisen sijoittuminen kuntarakenteessa.

(Kerkkänen 2012). Tiiviimpi yhdyskuntarakenne vähentää tarvetta käyttää omaa autoa. Oman auton käytöllä on suurin vaikutus alueiden energiankulutukseen (Saloranta 2015; Sitra 2010).

Liikennejärjestelyt näyttelevät isoa osaa koko alueen energiatehokkuuden kannalta. Yhdyskunnan väestöpohja ja sijoittuminen sekä maantieteelliset lähtökohdat vaikuttavat liikenteen suunnitteluun. On selvää, että mahdollisuudet ovat erilaiset järjestää joukkoliikenne energiatehokkaasti miljoona-kaupunkiin kuin pieneen taajamaan. (Sitra 2010)

Energiatehokkuuden kannalta tulee suosia ympäristölle edullista, joukkoliikenteelle, kävelylle ja pyöräilylle soveltuvaa yhdyskuntarakennetta. Henkilöautoliikenteen määrää voidaan hillitä, kun ympäristölle edulliset liikkumis muodot ovat tarpeeksi houkuttelevia. (Ympäristöministeriö 2003). Pyöräilyn ja kävelyn määrän lisääminen lähtee maankäyttöratkaisuista, kuten palveluiden ja työpaikkojen sijoittamisesta. Alueen maantieteellinen sijainti vaikuttaa myös paljon. Kevyen liikenteen houkuttelevuutta voidaan lisätä väylien kunnon ja viihtyisyyden parantamisella (Kuva 1), matkojen lyhentämisellä sekä tieverkoston laajentamisella. Keskustojen lähellä kevyen liikenteen edellytykset ovat erittäin hyvät. (Saloranta 2015; Sitra 2010). Kauempana keskustoista sijaitsevien alueiden suunnittelussa tulee huomioida sisäisten palveluiden saavutettavuus niin, että kevyt liikenne tai joukkoliikenne ovat houkuttelevia vaihtoehtoja (Sitra 2010).



KUVA 1. Hyväkuntoiset ja viihtyisät pyörätiet houkuttelevat kevyen liikenteen käyttäjiä. Kuva: Oona Rouhiainen.

Pysäköintipolitiikalla vaikutetaan suurissa määrin koko alueen liikennekäyt-
tämiseen. Keskustojen usein kallis ja niukka pysäköinti ohjaa autoilevia
kuluttajia asioimaan keskustan ulkopuolella sijaitsevilla automarketeissa.
Tasapainon hakeminen ja joukkoliikenteen houkuttelevuuden lisääminen ovat
keinoja vaikuttaa myös tähän. (Ympäristöministeriö 2003) Joukkoliikenteen
houkuttelevuuteen vaikuttavat hinnoittelu sekä palvelutaso, sisältäen mat-
ka-ajan, sujuvuuden ja liittymismahdollisuudet (Sitra 2010; Kerkkänen 2012).

Energiatehokas rakentaminen

Euroopan parlamentin ja neuvoston asettama direktiivi (2010/31/EU) rakennusten energiatehokkuudesta määrittää uusien rakennusten toteuttamisen lähes nollaenergiarakennuksiksi vuoden 2020 loppuun mennessä. Nollaenergiarakennuksella tarkoitetaan rakennusta, jolla on suuri omavaraisenergian tuotanto, tai energian saanti tapahtuu uusiutuvien energialähteiden kautta, eikä rakennus itsessään kuluta juurikaan energiaa (MRL 2016/1151, 115a §; Saloranta 2015). Energiatehokkuuteen voidaan vaikuttaa merkittävästi pyrkimällä mahdollisimman pieneen rakennuksen vaipan pinta-alaan verrattuna kokonaispinta-alaan. Yksinkertaisesti tämä tarkoittaa kerrostalo- ja rivitalorakentamisen suosimista. (Sitra 2010). Jo olemassa olevan rakennuksen energiatehokkuuteen vaikuttaa suurimmin talon rakenteet sekä asukkaiden energiakäyttö- ja kulutustottumukset (Ympäristöministeriö 2017). On arvioitu, että Euroopan energiankulutuksesta noin 40 prosenttia kuuluu rakennusten rakentamiseen ja niiden käytön aikaiseen kulutukseen (Ympäristöministeriö 2013).

Asemakaavataso yhteydessä annetaan rakennustapaohjeita, joilla voidaan määrätä esimerkiksi uusiutuvan energian hyödyntämisestä tai tietyn materiaalin käytöstä rakentamisessa. Pääasiallisesti asemakaavalla voidaan vaikuttaa alueen energiankäyttöratkaisuihin ja energian hyödyntämiseen. (MRL 1999/132, 50 §)

Rakennusten suuntaus ja sijoittelu

Rakennusten energiatehokkaassa sijoittelussa on kolme keskeistä seikkaa: aurinkoisuus, tuulisuus ja korkeusasema (Lappalainen 2010). Suunnitelmalla oikein, voidaan suoraan vaikuttaa talojen energiankulutukseen ja laskea lämmitystarvetta. Korttelirakentamisen suunnittelussa tulee huomioida rakentamisen vaikutus pienilmastoon. Alueen sijainti ja siihen vaikuttavat ilmasto-olosuhteet näyttelevät isoa roolia pienilmaston muodostumisessa. Kortteleiden muodoilla ja suuntauksella on huomattava vaikutus lähi-ilmastoon. Muita keinoja vaikuttaa pienilmastoon ovat muun muassa kasvillisuus ja tuulensuojarakenteet. (Saloranta 2015; Sitra 2010)

Myös uusiutuvien energiamuotojen käyttöön vaikutetaan korttelirakenteella ja talojen suuntauksella. Oikein suunnatut talot mahdollistavat auringosta lähtöisin olevan energian luonnolliseen hyödyntämiseen (Sitra 2010) sekä mahdollisten aurinkopaneelien sijoittamisen katolle edullisessa kulmassa. Suurin osa rakennuksen julkisivusta tulee sijoittaa etelään tai lounaaseen maksimaalisen valoisuuden ja auringon energian hyödyntämiseksi. Hyvällä suunnittelulla voidaan myös minimoida se, että talot varjostaisivat toisiaan. (Lappalainen 2010)

Materiaalivalinnat

Asemakaavatasolla annettujen rakennustapaohjeiden avulla voidaan ohjeistaa rakentamaan energiatehokkaista materiaaleista (MRL 1999/132, 50 §). Rakentamiseen valittujen materiaalien vaikutus energiatehokkuuteen on merkittävä. Materiaalivalintojen vaikutus rakennuksen energiankulutukseen voi enimmillään olla yli kaksinkertainen verrattuna ohjeissa määriteltyyn vähimmäismäärään. (Ympäristöministeriö 2013). Kivitalon rakentamiseen kuuluva energia on kaksinkertainen puutaloon verrattuna. Erotus vastaa noin 8 vuoden lämmön ja sähkön kulutusta matalaenergiatalossa. (Sitra 2010)

Energian tuotantotavat

Kaavoituksella voidaan vaikuttaa suurissa määrin eri energiamuotojen käytömahdollisuuksiin, mutta suoraan sillä ei voida määrätä esimerkiksi aurinkoenergian käyttöön (Kerkkänen 2012). Parhaimmillaan kaavoitus toimii työkaluna, joka ei ole esteenä minkään energiamuodon käyttöönotolle ja sen hyödyntämiselle energiatehokkuuden hyväksi (Saloranta 2015). Kaavoituksen yhteydessä tuleekin huomioida ja tutkia kaikkien mahdollisten energiamuotojen käytettävyys. Kaavoituksella voidaan vaikuttaa myös tarvittavien lämmitysjärjestelmien valintaan ja alueen tarvitseman lämmön määrään. Esimerkiksi kerrostalovaltainen alue tarvitsee paljon suuremman määrän lämpöä kuin pientaloalue. (Sitra 2010)

Kaavoituksen tasolla asemakaavassa voidaan antaa määräys alueen tai rakennuksen liittämistä kaukolämpöverkkoon, jos liittäminen on tarpeen energiatehokkuuden kannalta. Määräystä ei kuitenkaan sovelleta, jos alueen tai rakennuksen pääasiallisena energianlähteenä on uusiutuviin energialähteisiin perustuva järjestelmä, kuten esimerkiksi maalämpö. (MRL 1129/2008, 57 §) Kaukolämpö on Suomen yleisin lämmitystapa (Energiateollisuus 2017). Se on energiatehokas lämmitysmuoto alueilla, jotka ovat kaukolämpöverkon piirissä, jolloin olemassa olevan infrastruktuurin hyödyntäminen ei vaadi suuria toimenpiteitä (Sitra 2010). Kaukolämmön ympäristöystävällisyys liittyy sen tuotannossa käytettävän polttoaineen alkuperään. Uusiutuvalla energialla tuotettu kaukolämpö on ympäristöystävällisintä. Tällä hetkellä noin puolet kaukolämmöstä tuotetaan fossiilisilla polttoaineilla, mutta määrä on laskusuunnassa (Tilastokeskus 2016). Vuonna 2016 uusiutuvien polttoaineiden osuus kaukolämmön tuotannossa oli 32 % (Energiateollisuus 2017). Uusiutuvaa kaukolämpöä tuotetaan biopolttoaineilla kuten puupelletteillä ja puuöljyllä (Fortum 2017; Virtanen 2015) sekä materiaalikierrätykseen kelpaamattomilla, mutta hyvin palavilla jätteillä (Lahti Energia 2017a). Esimerkiksi Lahdessa kaukolämmön tuotanto tulee parin vuoden kuluttua pohjautumaan lähes täysin uusiutuviin energialähteisiin (Lahti Energia 2017b).

Energiaviisas kaavoitus säästää rahaa

Kaavoitus on olennainen tapa vaikuttaa asumisen energiatehokkuuteen. Laeilla ja asetuksilla määrätään tiettyjä toimenpiteitä ja rajoja, jotta energiatehokkuuden hyvästä ja edelleen paremmasta tasosta tulee vähitellen normi koko yhteiskunnalle.

Uuden asuinalueen energiatehokkuuden pohja on sen sijoittumisessa jo olemassa olevaan yhdyskuntarakenteeseen. Suunnitteluvaiheessa joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen edistämistoimet ovat tärkeässä osassa. Toisena keinona uuden alueen energiatehokkuuden lisäämisessä ovat kaavatason määräykset. Rakennusten suuntaus ja sijoittelu, sekä lämmitysjärjestelmävalintojen ohjaaminen ovat tärkeistä toimenpiteistä. Lisäksi rakentamistapaohjeilla, tontinluovutusehdoilla ja rakennusvalvonnan aktiivisella neuvonnalla voidaan vaikuttaa asumisen energiatehokkuuteen. Kaavoittajien ja muiden vastuutahojen sekä energia-asiantuntijoiden yhteistyö on keskeisessä asemassa energiatehokkaan kaavoituksen onnistumisessa.

Lähteet

Energiateollisuus. 2017. Kaukolämpövuosi 2016: Uusiutuvuus monipuolista kaukolämmössä. [Viitattu 20.7.2017]. Saatavissa: [https://energia.fi/ajankoh- taista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/kaukolampovuosi_2016_uusiutu- vuus_monipuolista_kaukolammossa.html](https://energia.fi/ajankoh-taista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/kaukolampovuosi_2016_uusiutu- vuus_monipuolista_kaukolammossa.html)

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/32/EY. Eur-Lex. [Vii- tattu 11.4.2017]. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:114:0064:0085:FI:PDF>

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/31/EU. Eur-Lex. [Vii- tattu 11.4.2017]. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0031&from=EN>

Fortum. 2017. Espoossa yhä suurempi osa kaukolämmöstä tuotetaan uusiu- tuvalla energialla. [Viitattu 20.7.2017]. Saatavissa: <https://www.fortum.com/ fi/media/pages/espoossa-yha-suurempi-osa-kaukolammosta-tuotetaan-uu- siutuvalla-energialla.aspx>

Kerkkänen, A. 2012. Ilmastonmuutos, hyvinvointi ja kuntatalous. Opas päätöksentekijöille ja valmistelijoille. [Verkkodokumentti]. Helsinki: Suomen Kuntaliitto. [Viitattu 3.4.2017]. Saatavissa: http://shop.kunnat.net/download.php?filename=uploads/ilmastonmuutosopas_sisaltoebook.pdf

Lahti Energia. 2017a. Kymijärvi II. [Viitattu 20.7.2017]. Saatavissa: <https://www.lahtienergia.fi/fi/lahti-energia/energian-tuotanto/kymijarvi-ii/>

Lahti Energia. 2017b. Kymijärvi III:n polttoaineet tulevat päijäthämäläisistä metsistä. [Viitattu 20.7.2017]. Saatavissa: <https://www.lahtienergia.fi/fi/lahti-energia/energian-tuotanto/kymijarvi-iii/polttoaineet/>

Lappalainen, M. 2010. Energia- ja ekologiakäsikirja. Helsinki: Rakennustieto Oy.

MRL 5.2.1999/132. Maankäyttö- ja rakennuslaki. Finlex. [Viitattu 29.3.2017]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L5P35>

MRL 2016/1151. Maankäyttö- ja rakennuslaki. Finlex. [Viitattu 29.3.2017]. Saa- tavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Pöyry Finland Oy. 2012. Asemakaavaprosessin kehittäminen energiate- hokkuuden näkökulmasta. Skaftkärr, Porvoo, Toukokuoren asemakaavoitus. Raportti 11.9.2012. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 16.5.2017]. Saatavissa: https://media.sitra.fi/2017/02/23232249/Asemakaavaprosessin_kehitt- t%C3%A4minen_energiatehokkuuden_nimissa-1.pdf

Ruuska, A. & Häkkinen, T. & Vares, S. & Korhonen, M-R & Myllymaa, T. 2013. Rakennusmateriaalien ympäristövaiku- tukset. Ympäristöministeriön raportteja 8: 2013. [Verkkodoku- mentti]. [Viitattu 7.4.2017]. Saatavissa: [http://www.ym.fi/download/ noname/%7B1FAF46B2-2649-41ED-B3AA-5EA789C9512F%7D/37571](http://www.ym.fi/download/noname/%7B1FAF46B2-2649-41ED-B3AA-5EA789C9512F%7D/37571)

Sairinen, R. & Majjala, O. 2009. Yhdyskuntarakenteen eheyttäminen ja elinympäristön laatu. Espoo: Teknillinen korkeakoulu

Saloranta, P. 2015. Engelinranta osayleiskaavaselostus. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 4.4.2017]. Saatavissa: http://www.hameenlinna.fi/pages/407607/9510_ER_Selostus_15052015.pdf

Sitra. 2010. Energiategohkuus kaavoituksessa. Skaftkärr, Porvoo. Kaavarunkovaiheen loppuraportti. [Verkkodokumentti]. Sitran selvityksiä 41 [Viitattu 29.3.2017]. Saatavissa: <https://media.sitra.fi/2017/02/27172309/SelvityksiC3A42041-2.pdf>

Tilastokeskus. 2016. Uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön määrä ennätystasolla. [Viitattu 12.4.2017]. Saatavilla: http://tilastokeskus.fi/til/salatuo/2015/salatuo_2015_2016-11-02_tie_001_fi.html

Virtanen, S. 2015. Suuri osa helsinkiläisistä voi pian ostaa uusiutuvaa kaukolämpöä. Tekniikka & talous. [Verkkolehti]. [Viitattu 20.7.2017]. Saatavissa: <http://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/energia/suuri-osa-helsinkilaisista-voi-pian-ostaa-uusiutuvaa-kaukolampoa-3482519>

Ympäristöministeriö. 2003. Liikenne yhdyskunnan suunnittelussa. Ympäristöopas 104. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ympäristöministeriö. 2017. Olemassa olevan rakennuksen energiatehokkuus. [Viitattu 23.4.2017]. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen_energia_ja_ekotehokkuus/Olemassa_olevan_rakennuksen_energiategohkuus

Anna Claudelin ja Maija Leino

Tulevaisuuden energia- tehokkaat asuinalueet: Riihimäen Peltosaari

Peltosaaren pääosin kerrostalovaltainen asuinalue Riihimäellä on rakennettu 1970- ja 80-lukujen aikana keskustan välittömään läheisyyteen. Peltosaaren suurimpia vahvuuksia ovat alueen sijainti, luonnonläheisyys ja alueellinen väljyys. Riihimäen kaupungilla on käynnissä oleva Peltosaaren kehittämisprojekti, jossa on tavoitteena lisätä kaupunginosan arvostusta ja vetovoimaisuutta, huomioida ympäristöarvot kokonaisvaltaisesti kehittämistoimissa sekä parantaa asukkaiden turvallisuutta, viihtyvyyttä ja arkielämän sujuvuutta. Lisäksi tavoitteena on liittää Peltosaaren alue toiminnalliseksi osaksi kaupungin keskusrakennetta. Kuvassa 1 on Peltosaaren alue. Riihimäen kaupungin ydinkeskusta on rautatien vasemmalla puolella. (Riihimäen kaupunki 2017)



KUVA 1. Peltosaaren alue (Riihimäen kaupunki 2013)

Riihimäen kaupunki on vahvasti sitoutunut kehittämään 2 800 asukkaan Peltosaarta. Peltosaaren länsiosaan on tehty yleissuunnitelma, jossa on osoitettu runsaasti uusia rakennuspaikkoja asuin- ja toimitilarakentamiselle. Peltosaaresta tavoitellaan viihtyisää asunto- ja keskustatoimintojen aluetta ja vetovoimaisia kasvoja pääradan suuntaan. Peltosaaren kehittämiseksi järjestettiin vuonna 2011 arkkitehtikilpailu, jonka tulosten pohjalta alueelle laadittiin maankäytön yleissuunnitelma, jonka valmisteluissa asukkaat olivat aktiivisesti mukana. Ensimmäiset uudisrakennukset alkoivat rakentua vuonna 2017. (Riihimäen kaupunki 2017)

Peltosaaren alue suunniteltiin ja rakennettiin aikoinaan koalueeksi Asuntohallituksen tarpeisiin ja siellä testattiin kerrostalojen sähkölämmityksen ohjausta. Periaatteena oli lämmittää rakennuksia edullisemmalla yösähköllä ja esimerkiksi vaiheittain Paloheimon silloisten tuotantolaitosten kanssa. (Rii-

himäen kaupunki 2017). Nykyisillä sähkön hinnoilla ja talojen eristystasoilla ja vanhalla säätötekniikalla energiankulutus asuinalueella on huomattavan suurta. ELLI-hankkeessa arvioitiin Peltosaaren alueelle tyypillisen asuintalon energianhankinnan muuttamisen ja energiatehokkuuden parantamisen vaikutuksia vuotuisiin kasvihuonekaasupäästöihin ja kustannuksiin. VTT:n raportissa Riihimäen Peltosaari – Lähiön ekotehokas uudistaminen (Lahti et al. 2010) on arvioitu laajasti erilaisten energiatehokkuutta parantavien remonttien vaikutusta rakennusten energiankäyttöön. VTT:n tarkastelussa arvioitiin alueen olevan sopiva aurinko- ja tuulisähkön tuottamiseen, mutta tuotannon kannattavuutta alueella ei arvioitu. Siksi tähän tarkasteluun on valittu tuuli- ja aurinkosähkö, joiden lisäksi arvioidaan lämmöntalteenottoa jätevedestä.

Uusiutuvan energian tuotantopotentiaali asuinalueistössä

Esimerkkikohteena on käytetty kuusikerroksista (5+1) sähkölämmitteistä kerrostaloa, Otavankatu 8:aa, jonka rakennusvuosi on 1987 (Lahti et al. 2010, A2). Kasvihuonekaasupäästöjen vähentämispotentiaalin arvioinnissa hyödynnetään elinkaariarviointia ja kustannusten arvioinnissa elinkaarikustannuslaskentaa. Näitä menetelmiä on käsitelty tämän julkaisun Askonaluetta koskevassa artikkelissa. Tarkastelun tavoitteena on arvioida tuuli- ja aurinkosähkön tuotannon aloittamisen kasvihuonekaasuvähennyspotentiaalia ja vuotuisia kustannuksia. Lisäksi kasvihuonekaasujen vähennyspotentiaalia ja kustannuksia arvioidaan tilanteessa, jossa talossa toteutetaan lämmönjakotavanmuutos vesikiertoiseen järjestelmään ja lämpöenergia aletaan kattaa kaukolämmöllä ja jäteveden lämmöntalteenotolla (LTO:lla).

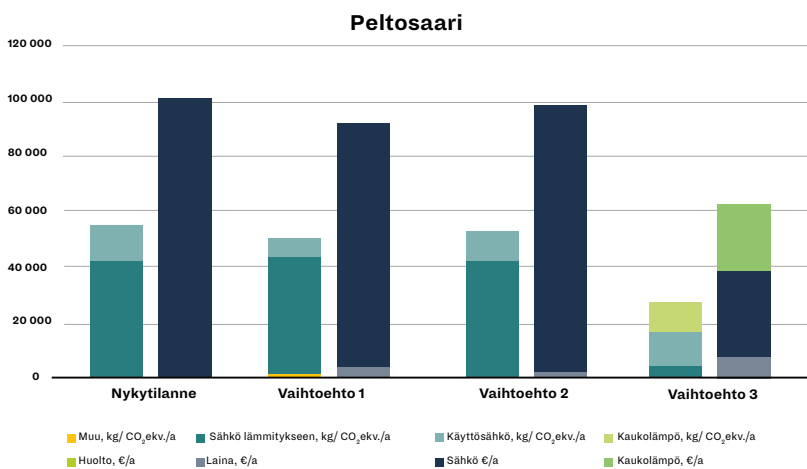
Lisäksi arvioidaan, vaikuttaako sähkön hinta vaihtoehtojen keskinäiseen järjestykseen sekä tuulen nopeuden vaikutusta tuulivoiman kannattavuuteen. Sekä elinkaariarvioinnin että elinkaarikustannuslaskennan tarkastelun rajaukset elinkaarenvaiheittain ja oletukset sähköntuotannon energialähteiden muutokselle vuoteen 2050 ovat yhtenevät Askonaluetta käsittelevän artikkelin kanssa. Myös kaukolämmön polttoaineiden jakauman on oletettu olevan sama, sillä Riihimäen Kaukolämpö Oy hankkii kaukolämmön kierrätyspolttoaineita sekä biopolttoaineita käyttävistä voimalaitoksista. (Riihimäen Kaukolämpö Oy 2017) Kiinteistön energiankulutuksen osalta tässä tarkastelussa on käytetty laskennallista energiankulutusta. Tarkemmat yksikköprosessikohtaiset kuvaukset ja oletukset on raportoitu liitteenä liitteessä III elinkaariarvioinnin osalta ja liitteessä IV elinkaarikustannuslaskennan osalta.

Vaikka Lahti et al. (2010) arvioivat, että Peltosaaren taloihin voisi asentaa aurinkopaneeleita myös seinäpintoihin tai parvekkeiden kaiteisiin, ei tätä vaihtoehtoa ole huomioitu, koska Otavankatu 8:ssa julkisivu on sekä kasvillisuuden että viereisten rakennusten varjostama. Aurinkopaneelijärjestelmät on siis oletettu asennettavan katolle. Vaihtoehdossa 2 pientuulivoimaloita on oletettu sijoitettavan katolle yksi. Suunniteltu pientuulivoimala on pysty akselinen ja se on kattoasennettuna korkeudeltaan noin 5,5 metriä. Riippuen kunnan rakennussäännöksistä se tarvitsee toimenpide- tai rakennusluvan. (Aurime 2017)

Taulukossa 1 on esitetty eri tilanteissa aiheutuvat CO₂ekvivalenttipäästöt sekä kustannukset. Kuvassa 1 on tarkempi jaottelu aiheutuvista päästöistä ja kustannuksista. Tulokset on esitetty sekä kasvihuonekaasupäästöjen että kustannusten osalta keskimääräisinä vuotuisina kustannuksina 30 vuoden ajalta. Kaikki luvut on pyöristetty täysiin tuhansiin ja prosentit tasalukuihin.

TAULUKKO 1. Vuotuiset keskimääräiset kasvihuonekaasupäästöt ja kustannukset.

Vaihtoehto	Co ₂ ekvivalentti-päästöt [t CO ₂ ekv]	Vuotuiset kustannukset, sähkönhinta 18 snt/kWh (€)	Vuotuiset kustannukset, sähkönhinta 14 snt/kWh (€)
Nykytilanne:	55	101 000	78 000
Vaihtoehto 1: Aurinkosähkö	51	93 000	73 000
Vaihtoehto 2: Tuulisähkö	53	98 000	77 000
Vaihtoehto 3: Kaukolämpö jäteveden LTO:lla	28	62	56 000



KUVIO 1. Päästöjen ja kustannusten jaottelu.

Tarkastelluista vaihtoehtoista pienimmät vuosittaiset keskimääräiset kasvihuonekaasupäästöt ja kustannukset aiheutuvat vaihtoehdosta 3 Kaukolämpö jäteveden lämmöntalteenotolla arvoilla 28 tCO₂ekvivalenttia ja 62 000 €. Suurin osa vaihtoehdon kasvihuonekaasupäästöistä aiheutuu käyttösähkön ja kaukolämmön tuotannosta. Kustannukset aiheutuvat suurimmaksi osaksi sähkön ja kaukolämmön hankinnasta. Nykytilanteen kasvihuonekaasupäästöt ovat noin kaksinkertaiset ja kustannukset 61 % suuremmat. Vaihtoehdon 1 Aurinkosähkö kasvihuonekaasupäästöt ovat 84 % suuremmat ja kustannukset 48 % suuremmat, ja vaihtoehdon 2 Tuulivoima kasvihuonekaasupäästöt 91 % suuremmat ja kustannukset 57 % suuremmat verrattuna vaihtoehtoon 3.

Vaihtoehtoja tarkasteltiin myös tilanteessa, jossa sähkön hinta on 14 snt/kWh käytetyn 18 snt/kWh sijasta (taulukko 1). Vaihtoehtojen keskinäinen järjestys pysyy samana, mutta erotus Vaihtoehdon 3 ja muiden vaihtoehtojen välillä pienenee. Nykytilanteessa kustannukset ovat 40 % suuremmat ja Vaihtoehdossa 1 Aurinkosähkö kustannukset ovat 31 % suuremmat.

Mikäli tuulivoimaloita olisi yhden sijasta kaksi, pienenisivät vuotuiset kasvihuonekaasupäästöt 2 200 kg CO₂ekvivalenttia ja kustannukset 2 300 € vuodessa tilanteesta, jossa tuulivoimaloita on yksi. Tuulivoiman tuotantopotentiaalia arvioitaessa on käytetty Tuuliatlaksen (Ilmatieteenlaitos 2017) arvoa 5 m/s, joka on vuotuinen keskiarvo Riihimäelle. Mikäli tuulennopeutena käytettäisiin arvoa 6 m/s, nousisi tuulivoiman tuotanto siten, että kasvihuone-

kaasupäästöt pienenisivät 1 600 kg CO₂ ekvivalenttia ja kustannukset 3 000 € verrattuna alempaan tuulennopeuteen.

Johtopäätökset

Tämän selvityksen perusteella, VTT:n raportin (Lahti et al. 2010) parhaiksi suositeltujen toimenpiteiden lisäksi, sekä kasvihuonekaasupäästöjen että kustannusten kannalta esimerkikohteena olleessa asuintalossa olisi kannattavaa siirtyä kaukolämpöön ja lämmöntalteenottoon esimerkiksi jätevedestä. Kaikissa vaihtoehdoissa eniten päästöjä aiheutuu sähkön tuotannosta, mistä syystä aurinkosähkön ja tuulisähkön tuotantoa alueella voidaan suositella yhdistettynä kaikkiin lämmöntuotantovaihtoehtoihin, mikäli rakennus sijainnin, korkeuden ja muiden olosuhteiden puolesta siihen soveltuu.

Lähteet

Aurime. 2017. Aurime Tuulivoima. [Viitattu 11.9.2017]. Saatavissa: <http://www.sahkoatuulesta.fi/aurime-tuulivoima/>

Ilmatieteenlaitos. 2017. Tuuliatlas – tuulitiedot Suomen kartalla. [Viitattu 28.9.2017]. Saatavissa: <http://www.tuuliatlas.fi/fi/index.html>

Lahti, P. & Nieminen, J. & Nikkanen, A. & Nummelin, J. & Lylykangas, K. & Vaattovaara, M. & Kortteinen, M. & Ratvio, R. & Yousfi, S. 2010. Riihimäen Peltosaari – Lähiön ekotehokas uudistaminen. [Verkkodokumentti]. VTT tiedotteita 2526. Helsinki, VTT. [Viitattu 28.9.2017]. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/T2526.pdf>

Riihimäen Kaukolämpö Oy. 2017. Ympäristö. [Viitattu 8.9.2017]. Saatavissa: <http://www.rkloy.fi/>

Riihimäen kaupunki. 2017. Säästetään energiaa?! [Viitattu 6.9.2017]. Saatavissa: <http://www.riihimaki.fi/peltosaari/saastetaan-energiaa/>

Kuvalähde

Kuva 1. Riihimäen kaupunki. 2013. Peltosaaren maankäyttösuunnitelma. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 6.9.2017]. Saatavissa: <http://www.riihimaki.fi/wp-content/uploads/sites/3/2015/01/PELTOSAAREN-MAANKAYTTOSUUNNITELMA-20.02.2013.pdf>



Erika Korpijaakko

Kerrostaloista energiatehokkaampia korjausrakentamisella

Suomen kokonaisenergiankulutuksesta noin 40 prosenttia kuluu rakennuksissa (Ympäristöministeriö 2017). Tilastokeskuksen (2016) mukaan esimerkiksi vuonna 2015 asumiseen käytettiin energiaa 61 terawattituntia, josta pelkkään asuintilojen lämmitykseen kului 41 terawattituntia. Energian hinnan noustessa asuinrakennuksien energiatehokkuus on yhä merkittävämmässä roolissa, jotta asumiskustannukset eivät nousisi kohtuuttomiksi. Usein energiatehokkuuden parantaminen vaikuttaa positiivisesti myös asuinmukavuuteen. (Ojanen et al. 2017)

ELLI-hankkeen kannalta korjausrakentaminen liittyy erityisesti Riihimäen Peltosaaren asuinalueeseen. VTT:n Riihimäen Peltosaarta käsittelevässä selvityksessä (Lahti et al. 2010) on arvioitu osan alueen rakennuskannasta olevan teknisen elinkaarensa lopussa. Peltosaaren koko rakennuskannan peruskorjauksen on arvioitu kustantavan 80-90 miljoonaa euroa. Tärkeimmiksi energiatehokkuutta lisääviksi toimenpiteiksi on listattu ilmanvaihdon ja lämmöntalteenottolaitteiden uusiminen sekä rakennusten vaipankorjaus. Alueen lämmitysenergiamuotoa on myös suunniteltu vaihdettavaksi suorasta sähkölämmityksestä kustannustehokkaampaan muotoon. VTT:n selvityksessä on huomioitu, että rakennusten peruskorjauksen jälkeen rakennusten lämmitysenergian tarve voi vähentyä jopa 70 prosenttia, mikä vaikuttaa lämmitysmuodon valintaan.

Korjausrakentamiseen vaikuttavat säädökset

Rakennuksien korjausrakentamiseen vaikuttavat erilaiset säädökset, jotka tulee ottaa huomioon hanketta suunniteltaessa. Näitä ovat esimerkiksi vuonna 2013 voimaan astunut maankäyttö- ja rakennuslain (1999/132) pykälä 117 ja ympäristöministeriön asetus 4/13. Rakennuksien energiatehokkuutta koskevalla lailla pyritään vähentämään energiankulutusta, lisäämään uusiutuvan energian käyttöä ja hillitsemään hiilidioksidipäästöjä. (Ympäristöministeriö 2017) Maankäyttö- ja rakennuslain pykälässä 117 on määritelty, että rakennuksien luvanvaraisessa korjausrakentamisessa energiatehokkuutta tulee parantaa, jos se on teknisesti, taloudellisesti ja toiminnallisesti mahdollista. Kiinteistön omistajalla on kuitenkin oikeus itse päättää, miten ja milloin korjauksia tullaan tekemään (Ympäristöministeriö 2013). Muita korjausrakentamiseen vaikuttavia tekijöitä ovat kaupunkien asemakaavat, kaupunkijulkisivujen ja suojeltujen kohteiden vaatimukset sekä melualueet (Ojanen et al. 2017).

Ympäristöministeriön asetuksessa (4/13, 8 §) on ilmoitettu kolme vaihtoehtoista tapaa energiatehokkuuden parantamiseksi luvanvaraisissa korjaushankkeissa. Ensimmäiseksi energiatehokkuutta voidaan lisätä rakennuskohteisesti, jolloin rakennuksen korjattavat kohteet uusitaan nykyvaatimusten mukaisiksi. Esimerkiksi ulkoseinien, ala- ja yläpohjan, ovien ja ikkunoiden lämmönpitävyyttä parantamalla. Toisena vaihtoehtona on pienentää rakennuksen normaalikäytön energiankulutus rakennusluokittaisten vaatimusten mukaiseksi pinta-alaa kohti. Kolmantena vaihtoehtona on määrittää raken-

nuksen standardikäytön kokonaisenergiankulutus eli E-luku ja laskea se vaaditulle tasolle rakennustyyppin mukaan. Ympäristöministeriön asetuksen perustelumuistiossa mainitaan energiankulutuksen vähentämisen keinoiksi muun muassa lämmön talteenottojärjestelmät, lämpöhäviöiden vähentäminen, uusiutuvien energialähteiden ja sähkön tehokkaampi käyttö. (Kauppinen 2013)

Energiaremonttien ajoitus muun huollon yhteyteen

Vaikka taloyhtiöissä jokainen asukas voi vaikuttaa toimillaan energiatehokkuuteen, suurin merkitys on kuitenkin rakennuksen lämmitysmuodolla ja lämmöneristyksellä, joihin taloyhtiön osakas ei pysty yksin vaikuttamaan. Korjaushankkeista taloyhtiöt päättävät osakkaiden kesken yhtiökokouksissa. (Motiva 2016)

Rakennuksien korjausrakentamiseen ryhdytään usein rakennuksen puutteiden, vaurioiden tai vikojen takia. Korjausrakentamisen tavoitteena on varmistaa rakennuksen toimivuus, varmistaa hyvä sisäympäristö toimivalla ilmanvaihdolla ja lämmityksellä sekä parantaa rakennuksen energiatehokkuutta. Korjausrakentamisen yhteydessä voidaan vaikuttaa merkittävästi rakennuksen energiatehokkuuteen. (Ojanen et al. 2017) Energiatehokkaiden korjaustapojen suunnittelu ja vertailu vaativat ammattitaitoa ja rakennuksien eri ominaisuuksien ja kokonaisuuden ymmärtämistä (Kauppinen 2013). Energian kulutusmäärien ja -kohteiden selvittäminen on ensimmäinen toimenpide energiatehokkuuden parantamisessa. Näiden selvittämisen apuvälineinä toimivat esimerkiksi energiakatselmus ja energiatodistus. Energiatodistus tuo mahdollisuuden vertailla rakennuksen kulutusta muihin rakennuksiin. (Ympäristöhallinto 2016) Asuinrakennukset tarvitsevat energiatodistuksen, jos niille haetaan rakennuslupaa tai niissä olevia asuinhuoneistoja myydään tai vuokrataan. Energiatodistuksen laatijalla tulee olla pätevyys todistusten laadintaan ja hänen tulee olla rekisteröitynyt Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA:n rekisteriin. (Motiva 2017)

Energiatehokkuutta tavoiteltaessa tärkein asia rakennuksessa on hyvä lämmöneristävyys. Rakennuksen lämmöneristystä voidaan parantaa rakennuksen vaipan lisäeristämällä, vaihtamalla ikkunat ja ovet paremmin lämpöä eristäviksi sekä parantamalla rakennuksen seinien ja katon liitoksien ilmanpitävyyttä. Kerrostaloissa ulkoseinien lisäeristämällä on merkittävät vaikutukset, sillä seinäpinta-alaa on enemmän verrattuna ylä- tai alapohjaan. (Ojanen et al. 2017) Lisälämmöneristysremontit kannattaa ajoittaa julkisivun uusinnan yhteyteen. Esimerkkinä Kuopiossa 1968 rakennetussa kuusikerroksisessa, 26 asunnon ja kahden toimiston kerrostalossa tehdyssä lisälämmöneriste- ja ikkunaremontissa on saavutettu 15-20 prosentin säästöt lämmityskuluissa. Kohteessa lisättiin vanhan julkisivun päälle viiden sentin eristevillakerros, jonka päälle laitettiin kovarappaus. Tässä julkisivuremontissa säästyttiin vanhan rappauksen purkutyöltä, sillä eriste pystyttiin asentamaan suoraan vanhan päälle. Korjauksen yhteydessä tehtiin lisäksi ilmastointien säätö, puhdistettiin ilmastoinnit ja tasapainotettiin lämmönjako. Investoinnin kokonaiskustannukset olivat noin 500 000 euroa. (Löf 2016)

Muita energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä, jotka voidaan toteuttaa esimerkiksi putkiremontin yhteydessä, ovat vesijohtojen eristäminen, vesijohtoverkoston painetasojen tarkistus, huoneistokohtaisten vesimittareiden asennus ja valaistuksen uusiminen (Motiva 2016)

Energiatehokkuutta laiteratkaisuilla

Lämmöntalteenottojärjestelmillä on suuri vaikutus rakennuksien energiatehokkuuteen. Lämmöntalteenottolaitteiden puuttuessa rakennuksien sisätilojen lämmin ilma poistuu hyödyntämättömänä ilmanvaihdon kautta ulos. Poistoilmalämpöpumpputjärjestelmällä voidaan vähentää lämmitysenergiankulutusta useimmiten 30-50 prosenttia. On tärkeää selvittää, minkälainen järjestelmä rakennukseen voidaan asentaa. Vanhoissa kerrostaloissa myös lämmöntalteenottojärjestelmän asennus kannattaa ajoittaa viemäreiden ja käyttövesiputkien uusinnan yhteyteen, jolloin voidaan säästää asennuskustannuksissa. (Koutonen 2013) Murtojärven (2017) artikkelissa on esitelty 1980-luvun kerrostalo, jossa lämmöntalteenottojärjestelmällä on saavutettu jopa 57 prosentin energiasäästöt, vaikka huomioon on otettu myös laitteiston kuluttama sähkö. Esimerkkikohteeksi on valittu seitsemänkerroksinen, 54 huoneiston sekä yhden liiketilan rakennus. Vuonna 2014 tehdyn investoinnin kustannukset olivat 110 000 euroa ja sille on laskettu takaisinmaksuajaksi seitsemän vuotta.

Rakennuksen lämmitysjärjestelmän huollon aikana voidaan harkita lämmitysmuodon vaihtoa esimerkiksi sähkölämmityksestä kaukolämpöön tai kaukolämmöstä uusiutuvan energian vaihtoehtoihin. Maalämpöpumput voivat olla energiatehokas vaihtoehto kerrostaloihin. Hyvänä esimerkkinä toimii Helsingissä sijaitseva kerrostalo, jossa siirryttiin maalämpöön vuonna 2012. Kuusi-kerroksinen, 19 asunnon kerrostalo on säästänyt vuosittain lämmityskuluissa 40 prosenttia. Investointiin kuului maalämpöjärjestelmä sekä viilennysjärjestelmä. Kohteessa kesäaikainen viilennys tehostaa maalämpöpumpun tehoa talvella, sillä järjestelmä siirtää kesäisin lämpöä kalliopeeraan. Osa lämmöstä säilyy kalliossa talveen asti tehostaen lämmitystä. Kohteessa järjestelmien uusiminen toi huomattavaa parannusta asumismukavuuteen varsinkin viilennyksen osalta. (Torvinen 2016)

Korjausrakentamiskohteet vaativat laajaa suunnittelua

Kuten aikaisemmista esimerkeistä voi huomata, ei energiatehokkuuden lisäämiseen ole vain yhtä keinoa. Korjausrakentamiseen sisältyy niin teknisiä, taloudellisia kuin sosiaalisiaakin haasteita. (Lahti et al. 2010) Tämän takia on tärkeää suunnitella toimenpiteet tarkasti ja verrata niiden vaikutuksia toisiinsa. Parhaimmissa tapauksissa energiatehokkuutta parantaessa, asumismukavuus ja elinolosuhteet parantuvat, asumiskustannukset laskevat ja kiinteistöjen arvo nousee. Nykyisin voidaan laskea melkein kaikki korjausremontit energiaremonteiksi, sillä nykyaikaiset laitteistot ja rakenteet ovat poikkeuksetta tehokkaampia kuin vuosikymmeniä sitten.

Lähteet

Ojanen, T., Nykänen, E. & Hemmilä, K. 2017. Rakenteellinen energiatehokkuus korjausrakentamisessa. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. [Viitattu 17.7.2017]. Saatavissa: <http://www.rakennusteollisuus.fi/rakenteellinen-energiatehokkuus-korjausrakentamisessa>

Kauppinen, J. 2013. Ympäristöministeriön asetus rakennuksien energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. [Verkkodokumentti]. Perustelumuistio. Ympäristöministeriö. [Viitattu 12.2.2016]. Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/noname/%7BABC46079-EFAB-4160-A2EF-A9200E607940%7D/31588>

Koutonen, J. 2013. Taloyhtiö – lämmön talteenotto ei ole sirkustempu. Suomen kiinteistöliitto. [Viitattu 27.7.2017]. Saatavissa: <http://www.kiinteistoliitto.fi/44186.aspx>

Lahti, P. & Nieminen, J. & Nikkanen, A. & Nummelin, J. & Lylykangas, K. & Vaattovaara, M. & Kortteinen, M. & Ratvio, R. & Yousfi, S. 2010. Riihimäen Peltosaari – Lähiön ekotehokas uudistaminen. [Verkkodokumentti]. VTT tiedotteita 2526. Helsinki, VTT. [Viitattu 28.9.2017]. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/T2526.pdf>

Löf, M. 2016. Julkisivuremontti toi säästöä myös lämmityskuluihin. Savon Sanomat. [Verkkolehti]. [Viitattu 2.8.2017]. Saatavissa: <http://www.savonsanomat.fi/talous/Julkisivuremontti-toi-s%C3%A4%C3%A4s-t%C3%B6%C3%A4-my%C3%B6s-l%C3%A4mmityskuluihin/854586>

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132. [Viitattu 28.9.2017]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Motiva Oy. 2016. Korjaushankkeet. [Viitattu 27.9.2017]. Saatavissa: https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/energiaeksperttitoiminta/energiatehokkuuden_parantaminen_taloyhtiössä/korjaushankkeet

Motiva Oy. 2017. Mikä on energiatodistus? [Viitattu 19.7.2017]. Saatavissa: <http://energiatodistus.motiva.fi/mika-on-energiatodistus/>

Murtomäki, I. 2017. Taloyhtiö puolitti lämmityskulunsa. [Viitattu 27.9.2017]. Saatavissa: <http://www.kiinteistoposti.fi/artikkelit/taloyhtio-puolitti-lammityskulunsa/>

Tilastokeskus. 2016. Lämmin sää laski asumisen energiankulutusta vuonna 2015. [Viitattu 12.7.2017]. Saatavissa: http://tilastokeskus.fi/til/asen/2015/asen_2015_2016-11-18_tie_001_fi.html

Torvinen, P. 2016. Maalämpöä kerrostaloon. Helsingin Sanomat. 29.8.2016, A 17-18.

Ympäristöhallinto. 2016. Energiatehokkuutta korjauksen yhteydessä. [Viitattu 12.7.2017]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Korjaustieto/Taloyhtiot/Energiatehokkuus/Energiakorjaukset>

Ympäristöministeriö. 2013. Energiatehokkuus huomioon luvanvaraisessa korjausrakentamisessa. [Viitattu 12.9.2017]. Saatavissa: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Energiatehokkuus_huomioon_luvanvaraisess\(3871\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Energiatehokkuus_huomioon_luvanvaraisess(3871))

Ympäristöministeriö. 2017. Rakennusten energiatehokkuutta koskeva lainsäädäntö. [Viitattu 12.7.2017]. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakennuksen_energiatehokkuutta_koskeva_lainsaadanto

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 4/13. [Viitattu 28.9.2017]. Saatavissa: [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Energiatehokkuus_huomioon_luvanvaraisess\(3871\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Energiatehokkuus_huomioon_luvanvaraisess(3871))



Ari Laitala

Energiakustannusten vaikutus asuinkiinteistöjen markkina-arvoon

Rakennuksen energiatehokkuutta tarkasteltaessa voidaan esittää ainakin kaksi kustannuksiin ja arvoon liittyvää kysymystä. Koska energiatehokas rakennus tyypillisesti vaatii korkeamman investointikustannuksen, on omistamisen näkökulmasta mielekästä kysyä, saadaanko tehty investointikustannus takaisin pienentyneinä energiakustannuksina. Toinen kysymys liittyy siihen, miten tämä investointi arvottuu kiinteistöjen vaihdantatilanteessa, ts. kapitalisoituuko korkeampi investointikustannus kiinteistön transaktiöhintaan. Mikäli näin ei tapahtuisi, tulee energiatehokkuusinvestointi taloudellisesti mielekkääksi vain kiinteistön riittävän pitkällä pitoajalla.

Tässä selvityksessä haetaan vastausta siihen, millainen vaikutus tosiasiallisilla energiakustannuksilla on kiinteistön markkina-arvoon. Huomio kiinnittyy siis todelliseen ostoenergian rahanmääräisenä ilmaistuun kulutukseen, ei laskennalliseen ostoenergiakulutukseen.

Kassavirta-analyysin soveltaminen

Työssä laadittiin kassavirtamalli sekä sitä tukevat vuokrahintamallit Riihimäen ja Lahden seuduilta. Kassavirtamallin muodostamisen jälkeen voitiin arvioida kassavirran yksittäisten komponenttien vaikutus laskelman lopputulokseen eli esimerkin tapauksessa asuinhuoneiston arvoon.

Kassavirtamenetelmän soveltuvuus energiakustannusten arvon määrittämiseen

Kassavirtamenetelmä (tai kassavirta-analyysi/kassavirtalaskenta) on arviointipillissä mielessä yksi tuottoarvomenetelmän (Income approach) sovelluksista. Pohjimmiltaan tuottoarvomenetelmässä on kyse siitä, että kohteen arvon katsotaan muodostuvan siihen tulevaisuudessa kohdistuvien kassavirtojen nykyarvosta. Kohteen arvo määräytyy siis sen mukaan, millaisen tulevaisuuden uskotaan olevan. Tulevaisuuteen liittyvien oletusten varmuutta tai epävarmuutta pyritään huomioimaan muun muassa suorittamalla lopuksi nettokassavirtojen diskonttaus. Tämä on menetelmä jolla eri aikajaksoihin (tyypillisesti vuosiin) ajoittuvat maksuerät yhteismitalistetaan eli muutetaan laskenta-ajankohdan rahaksi (Viitanen & Falkenbach 2013). Taulukossa 1 on esitelty kassavirtamalli ja laskennan eteneminen.

TAULUKKO 1. Sovellettava kassavirtalaskelman malli. Esimerkkihuoneisto sijaitsee Riihimäen Peltosaaressa Otavankadulla. Äärimmäisenä vasemmalle on lisätty rivinumerointi ja ensimmäiselle riville saraketunnus.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Date of value	31.8.2017					
2		Rent	A	Rent / month	pcs	A =	€
3	1H+K			0		-	-
4	2H+K			0		-	-
5	3H+K+S			0		-	-
6	4H+K+S	10,84	89,5	970,18	1	90	970
7	5H+K+S			0		-	-
8	Retail facilities			0		-	-
9	Car park						-
10							970
11		€/m ² /month	€/month	Growth	Annual rent growth		2,0 %
12	O&M	4,40	393,8	4 %	Occupancy rate		95 %
13	Energy	1,89	169,2		Discount factor		6,0 %
14	- current energy usage	100,0 %	€/m ² /month				
15	Repairings	0,6	53,7	3 %	Inflation		1,5 %
16							
17		31.8.2018	31.8.2019	30.8.2020	30.8.2021	30.8.2022	30.8.2023
18	Year	1	2	3	4	5	6
19	Potential gross income	11 642	11 875	12 113	12 355	12 602	12 854
20	Annual growth	2,0 %	2,0 %	2,0 %	2,0 %	2,0 %	2,0 %
21							
22	Occupancy rate	95 %	95 %	95 %	95 %	95 %	95 %
23	Effective net income	11 060	11 281	11 507	11 737	11 972	12 211
24							
25	Operating and mainte	4 726	4 915	5 111	5 316	5 528	5 749
26	Annual growth	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %
27	Net Operative Income	6 334	6 367	6 396	6 421	6 443	6 462
28							
29	Repairings	644	664	684	704	725	747
30	Annual growth	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %
31							
32	Net cash flow	5 690	5 703	5 712	5 717	5 718	5 715
33	Net present value	5 368	5 076	4 796	4 529	4 273	4 029
34							
35	Terminal value of net cash flow (direct capitalization by discount factor (g=0))						95 246
36							
37	Net present value of cash flows		24 041				
38	Net present value of terminal value		67 144				
39	Net present value		91 185				

Esimerkkilaskelmalla (Taulukko 1) lasketaan huoneiston (4h+k+s+wc+parveke) arvo. Kohteen lähtötiedoista taulukon yläosaan syötetään pinta-ala = 89,5 m² ja kuukausittainen neliövuokra 10,84 €/kk. Kuukausivuokra saadaan näin 970 €/kk.

Seuraavaksi selvitetään eräitä kohteeseen liittyviä kulueriä ja niiden kehittymiseen liittyviä oletuksia. Kassavirtalaskelman erä Käyttö ja ylläpito (O&M, Operations & Maintenance) vastaa asunto-osakeyhtiössä lähinnä huoneistolle kohdennettua käyttövastiketta. Käyttövastike vuodelle 2017 on kohteessa 4,4 €/m²/kk, jonka arvioidaan olevan markkinaehtoinen luku. Huomionarvoista tässä kohteessa on se, että talossa on suora sähkölämmitys, jonka kustannus kohdistetaan huoneistoille (yhdessä muun kiinteistösähkön kanssa). Kuluerän suuruus on vuonna 2016 ollut 1,89 €/m²/kk kohteen isännöitsijältä puhelimitse saadun tiedon mukaan (Häyrynen 2017). Kuluerä sisältää myös kiinteistösähkön (pl. autopaikat) ja sen arvioidaan näin kuvastavan kohteen kokonaisenergian käyttöä lukuun ottamatta kotitaloussähköä, josta asukkaat vastaavat itse.

Lisäksi on tarpeen tehdä oletus siitä, miten Käytön ja ylläpidon kustannus kehittyy tulevaisuudessa. Arvio voidaan tehdä tilinpäätöshistorian perusteella, mutta kustannuksesta on saatavilla myös laajemmin tilastoitua tietoa. Viimeaikainen kehitys näyttää varsin voimakkaasti nousevaa trendiä, joten käytetään tässä laskelmassa arvoa 4 %:a (Suomen virallinen tilasto 2015).

Seuraavaksi arvioidaan perusparannuksen suuruus neliömetrille (Repairings). Perusparannuksilla tarkoitetaan tässä taloyhtiön laajoja remontteja, joita ei tyypillisesti rahoiteta suoraan yhtiön kassasta vaan ottamalla lainaa, omaisuuden myynnillä (esim. tontti tai määräala) tai käyttämällä etukäteen rahoitettuja varoja. Esimerkkitilanteessa maksetaan 6.9.2017 myynti-ilmoituksessa annetun tiedon mukaan rahoitusvastiketta noin 0,6 €/m²/kk, eli arvioitavan

asunnon osalta vuositasolla $0,6 \cdot 89,5 \cdot 12 = 644$ euroa (Remax 2017). Tämä on käytettävissä olevista tiedoista paras indikoimaan vallitsevaa korjauskustannusten tasoa. Taloyhtiössä ei näillä näkymin ole myynti-ilmoituksen mukaan tulossa suuria korjauksia lähivuosina (Remax 2017). Ennustetaan tämän kustannuserän osalta 3 prosentin kasvua.

Valitaan vielä lopuksi laskelman arvopäiväksi 31.8.2017. Arvopäivä on ajan kohta, jolloin laskelmassa tehtävien oletusten (lukuarvojen) ajatellaan olevan oikeita. Laskelma ei näin ollen sisällä arvopäivän jälkeistä informaatiota. Solussa B19 on laskettu koko vuodelta saatavissa oleva bruttovuokratulo eli kuukausivuokra kerrottuna kahdellatoista. Määritellään kohteen taloudelliseksi käyttöasteeksi 95 %. Kertomalla bruttovuokratulo siis $0,95$:llä päädytään Nettovuokratuloon, josta seuraavaksi lähdetään tekemään erilaisia kustannuksista aiheutuvia vähennyksiä. Ensimmäiseksi nettovuokratulosta vähennetään Käytön ja ylläpidon kustannukset eli käyttövastike. Jäljelle jää Operatiivinen nettotulo (Net Operative Income, NOI). Käytön ja ylläpidon vuosikustannukseksi saadaan 4 726 euroa.

Seuraava vähennys on Perusparannuksesta aiheutuvat menot, joiden vähentämisen jälkeen kassaan jää nettokassavirta. Nettokassavirta on siis raha, jonka arvioidaan jäävän kohteen omistajalle vuodelta 1 eli ensimmäiseltä 12 kuukaudelta. Omistajat ja muutkaan sijoittajat eivät kuitenkaan ole valmiita maksamaan kohdetta hankkiessaan (arvopäivänä) tulevasta ensimmäisen vuoden kassavirrasta täyttä 6 116 euroa. Syitä on monia, joista yksi on inflaatio eli rahan arvon aleneminen, joka käytännössä näkyy hintojen nousuna eli rahan ostovoiman heikkenemisenä.

Diskonttaamisessa sovelletaan kaavaa, joka voidaan kirjoittaa $V_x = \frac{x_i}{(1+r)^i}$, jossa x = diskontattava rahasumma, i = aikayksikkö (vuosi) ja r = sovellettava korkokanta (diskonttokorko), jonka asuntomarkkinoilla liikkuu pääsääntöisesti 3-10 %:n vaihteluvälillä. Valitaan tässä esimerkkilaskelmassa diskonttokoroksi $r = 6,0$ %. Lasketaan vuoden 1 eli ensimmäisen vuoden aikana kertyvän kassavirran nykyarvo eli $i = 1$ ja $x_i = 5 690$. Tämän kassavirran nykyarvoksi saadaan $5 690 / (1 + 0,060)^1 = 5 690 / 1,060 \approx 5 368$ euroa. Kuudennessa vuodesta alkaen suoritetaan nettokassavirran ns. suora pääomitus, jolloin saadaan kohteen jäännösarvo.

Tuottovaatimuksen määrittäminen case-alueilla

Jotta edellä muokattua kassavirtamallia voitaisiin hyödyntää markkina-arvojen määrittämiseen, tarvitaan mahdollisimman tarkkaa tietoa markkinoilla vallitsevasta tuottovaatimuksesta. Tuottovaatimuksen määrittämisessä hyödynnetään tuottoarvomenetelmää ja erityisesti suoraa pääomitusta. Suoralle pääomitukselle voidaan esittää kaava Tuottoarvo = Tulo / Tuottovaatimus. Kun tästä ratkaistaan Tuottovaatimus, saadaan: Tuottovaatimus = Tulo / Tuottoarvo.

IVS:n terminologiaa mukaillen asia voidaan ilmaista seuraavin termein: Pääomitus korko = tuotto / pääomasumma (Viitanen & Falkenbach 2013). Asiaa ovat asuntomarkkinakontekstissa käsitelleet myös Hendershott ja Turner (1999). He esittävät kaavan R (vuokra) / V (arvo) = i (diskonttokorko). Mikäli kassavirtojen odotetaan kasvavan jollain tietyllä nopeudella g , kaava saa muodon $R / V = i - g$. i :n muodostaa kaksi komponenttia, nimellinen riskitön tuotto sekä riskipremio p . Samoin g :n muodostaa kaksi komponenttia, odotettu inflaatioaste sekä vuokrien reaalin kasvu, a . Kun inflaatio vähennetään nimellisestä riskittömästä tuotosta, saadaan reaalin riskitön tuotto r

ja lopulta pääomitus korko voidaan kirjoittaa $\text{capequ} = r + p - a$ (Hendershott & Turner 1999) Jos riskittömäksi koroksi arvioidaan esim. 2 % ja osamarkkinan riskipreemioksi 5 % sekä vuokratulon reaalisesti kasvuksi 0,5 %, saadaan pääomituskoroksi $2 \% + 5 \% - 0,5 \% = 6,5 \%$.

Lähdetään liikkeelle siten, että muodostetaan kummankin kaupungin osalta asuntojen vuokran määräytymistä kuvaava hintamalli. Mallin muodostamisessa käytetään regressioanalyysiä. Regressioanalyysi voidaan nähdä hedonisten hintojen teorian (Rosen 1974) laskennallisena sovelluksena, joskin Lancasterin (1966) vaikutus teorian muotoutumisessa näyttää myös olleen mainittava.

Regressioanalyysin suorittamisen perusteet ja tarkemmat yksityiskohdat sivuutetaan tässä kohtaa. Todetaan kuitenkin, että laskenta on suoritettu JASP-ohjelmiston versiolla 0.8.0.1. Analyysin laskenta-algoritmina käytettiin ”askeltavaa” stepwise-metodia.

Tuottovaatimuksen määrittäminen Riihimäen asuntomarkkinalla

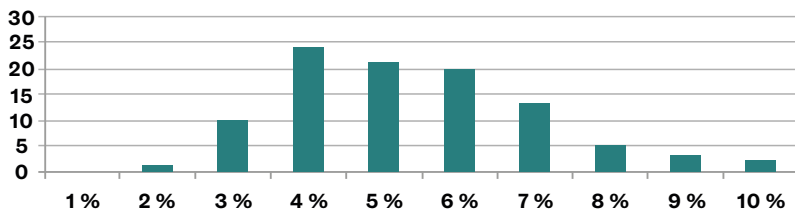
Tiedot Riihimäen vuokrattavista asunnoista kerättiin maaliskuun puolivälissä vuokraovi.com -palvelusta (Alma Media Oyj 2017). Riittävät tiedot löydettiin 44 vuokrailmoituksesta. Selitysasteeltaan (Adjusted R2 = 79,3 %) parhaaksi kokonaisvuokrapyyntöä selittäväksi malliksi osoittautui seuraava malli: VuokrapyyntöRiihimäki (€/kk) = $254,66 + \text{Pinta-ala} * 6,05 + D_{\text{Sauna}} * 134,64 + D_{\text{Good}} * 77,60 - \text{Distance} * 10,71 + D_{1950-1959} + D_{1910} * 66,46$

Teknisesti arvioiden malli kärsii lievistä heteroskedastisuudesta eli siitä, että mallin tarkkuus vaihtelee erisuuruisia arvoja laskettaessa. Tämän selvityksen tarpeisiin nyt estimoitu malli katsotaan kuitenkin laadultaan riittäväksi. Selitystasetta eli sitä, miten hyvin malli kykenee kuvaamaan todellisuutta (miten hyvin malli selittää vuokrapyyntöjen vaihtelua) voidaan pitää varsin korkeana niukka aineisto huomioiden.

Seuraavaksi haettiin tietoa asuntojen hinnoista Riihimäellä. Tämä tieto oli saatavilla asuntojen.hintatiedot.fi -palvelusta (Asumisen rahoitus- ja kehityskeskus 2017). Palvelusta kerättiin tietoa saatavilla olevista viimeiseltä 12 kuukaudelta. Aineistoa karsittiin siten, että asuntojen pinta-alan, iän sekä sijainnin suhteen aineisto vastaa mahdollisimman hyvin vuokrahintamallin aineistoa. Näin lopulliseen kauppahinta-aineistoon jäi 100 vertailukauppaa. Seuraavaksi näille kohteille arvioitiin niistä saatavilla oleva bruttovuokratulo aiemmin estimoidulla vuokrahintamallilla. Tämän jälkeen vuotuisesta bruttovuokratulosta vähennettiin Käytön ja ylläpidon sekä Perusparannusten vaatimat kustannukset, jotka arvioitiin Tilastokeskuksen ”Asunto-osakeyhtiöiden talous 2015” tilaston perusteella, joka oli tuorein ao. informaatiota sisältävä tilasto (Suomen virallinen tilasto 2015).

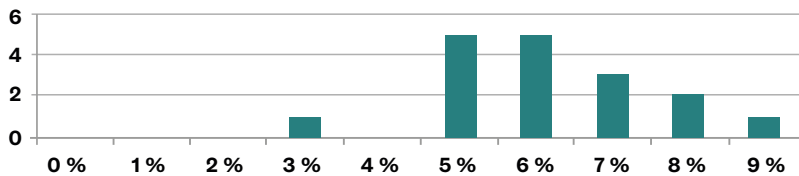
Tilaston perusteella käytetään seuraavia lukua (Etelä-Suomen alue): asunto-osakeyhtiöiden hoitokuluista 5,22 €/m² vähennetään yhtiöiden tulot 4,85€/m² pois lukien käyttövastikkeet 3,68 €/m² eli $5,22 \text{ €/m}^2 - (4,85 - 3,68) \text{ €/m}^2 = 4,05 \text{ €/m}^2$. Tähän lisätään vielä rahoituskulut 0,60 €/m² ja päädytään näin kokonaiskustannukseen 4,65 €/m², jota käytetään neliökustannuksena sellaisenaan kaikille Riihimäen kohteille. Näin saadaan laskettua jokaiselle 100:lle vertailukaupalle bruttovuokratulo, jota on sitten korjattu 95 %:n käyttöasteella ja josta on vähennetty 4,65 euron neliökustannus. Näin saadaan laskettua jokaiselle kohteelle nettokassavirta (NOI). Seuraavaksi suoritetaan

kaikille kohteille laskutoimitus, jossa nettokassavirta R jaetaan kohteen arvolla V . Näin jokaiselle kohteelle on saatu kohdetta vastaava tuottovaatimus toteutuneen kauppahinnan sekä arvioidun nettokassavirran perusteella. Tuottovaatimusten frekvenssi esitetään kuviossa 1.



KUVIO 1. Tuottovaatimusten jakauma Riihimäellä.

Yllä olevan jakauman keskiarvo on 4,26 %. Osin jakauman hajonta selittyy myös sillä, että pienehkökin asuntomarkkina – kuten Riihimäki – jakautuu osamarkkinoihin, joilla vallitsee erilaiset tuottovaatimukset. Lopulta riskipreemio riippuu myös yksittäisen kohteen ominaisuuksista. Mainituissa 100 kappaleen otoksessa on Peltosaarella sijaitsevia kohteita ollut 17 kappaletta. Näiden kohteiden tuottovaatimuksen jakauma esitetään alla kuviossa 2.



KUVIO 2. Tuottovaatimusten jakauma Riihimäen Peltosaarella.

Havaitaan helposti, että tuottovaatimusten keskiarvo on selvästi suurempi kuin Riihimäellä keskimäärin, Peltosaarella luvun ollessa 6,73 %. Tämä tulos sopii sikäli vallitseviin taustaoletuksiin, että Peltosaaren asuntomarkkinan voidaankin ajatella sisältävän keskimääräistä enemmän riskejä, muun muassa alueen rakennusten lämmitysmuodon eli suoran sähkölämmityksen johdosta.

Edellä on siis käytetty suoran pääomituksen kaavaa $R/V = i$ eikä toistaiseksi ole vielä huomioitu nimellisen kassavirran mahdollista kasvunopeutta g . Tätä voidaan arvioida kassavirtalaskelman riviltä 32. Helposti havaitaan, että mahdollinen kasvu on hyvin pientä johtuen siitä, että vaikka vuokran oletetaan kasvavan vuosittain 2,0 prosenttia (Suomen virallinen tilasto 2017), kasvavat kokonaiskustannukset kutakuinkin samaa vauhtia. Oletetaan siis, että $g = 0$. Sovellettaessa samaa päättelyä edellä esitettyyn kaavaan $\text{capequ} = r + p - a$, jossa a siis merkitsee nettovuokran kasvua, merkitään $a=0$. Näin ollen edellä laskettu Riihimäen Peltosaaren keskimääräinen tuottovaatimus on $6,7\% = r + p$. Tämä on siis keskimääräinen reaalin tuottovaatimus Peltosaarella. Käytetään esimerkissä kuitenkin lukua 6,0 %, koska kohteen ajatellaan olevan keskimääräistä hiukan riskittömämpi muun muassa rakennuksen iästä johtuen.

Tuottovaatimuksen määrittäminen Lahden asuntomarkkinalla

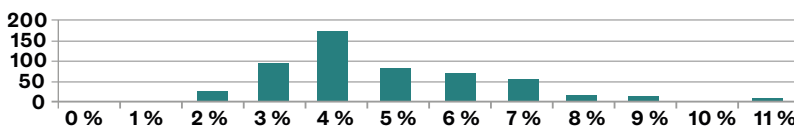
Riihimäen vuokrahintamallia muodostettaessa mallista jäivät pois asunnon vapautumista, vuokranantajan statusta sekä parvekkeen olemassaoloa kuvaavat dummy-muuttujat eli muuttujat, jotka kuvaavat jonkin olemassaoloa ja saavat vain arvoja 0 tai 1. Vaikka on olemassa mahdollisuus, että nämä muuttujat tulisivat mukaan Lahden vuokramarkkinaa kuvaavaan malliin, jätetään näiden muuttujien koodaaminen Lahden vuokrahintamallista pois ja keskitytään tutkimuskysymyksen kannalta oleellisempaan sisältöön eli energiakustannuksen vaikutukseen. Selitysasteeltaan (Adjusted R2 = 84,4 %) parhaaksi kokonaisvuokrapyyntöä Lahdessa selittäväksi malliksi osoittautui:

$$\text{VuokrapyyntöLahti (€/kk)} = 261,11 + \text{Pinta-ala} \cdot 7,58 - \text{Distance} \cdot 24,67 + \text{Dcondgood} \cdot 53,51 + \text{D}_{2010-2016} \cdot 135,38 + \text{D}_{2000-2009} \cdot 114,20 - \text{D}_{15500} \cdot 56,94 + \text{D}_{15240} \cdot 47,23 + \text{D}_{15700} \cdot 146,27 + \text{D}_{15560} \cdot 213,60 + \text{D}_{1990-1999} \cdot 77,61 + \text{D}_{15200} \cdot 51,69 + \text{D}_{2017-} \cdot 131,22 - \text{D}_{15830} \cdot 60,42 + \text{D}_{15550} \cdot 202,08.$$

Lasketaan mallilla Lahden Askon alueelle mahdollisesti rakennettavan asuin-kerrostalokiinteistön (verrokki)huoneistolle (4h+k+s+wc+parveke / 89,5 m²) todennäköisin vuokrapyyntö. Kun sivuutetaan dummy-muuttujat, jotka saavat arvon nolla, saadaan VuokrapyyntöLahti (€/kk) = 261,11 + 89,5*7,58 - 24,670*1,39 + 1*53,51 + 1*131,22 ≈ 1 090 € / kk.

Teknisesti arvioiden malli kärsii lievistä heteroskedastisuudesta mutta residuaalien eli laskettujen ja todellisten arvojen välisen erotuksen jakauma on suhteellisen lähellä normaalia. Havaintoja on jo kohtuullisen paljon, mikä osaltaan selittää varsin korkeaksi nousevaa selitystasetta.

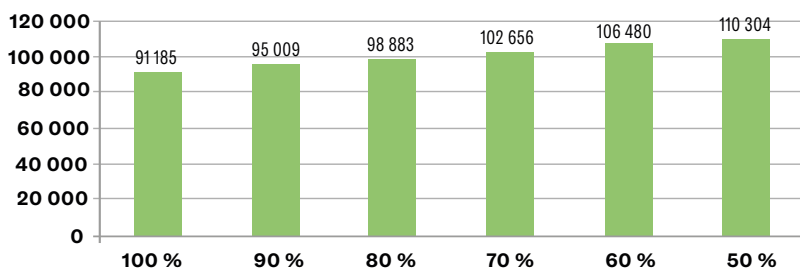
Seuraavaksi laskettiin Lahden asuntomarkkinan tuottovaatimuksen todennäköisyysjakauma. Tätä varten haettiin asuntojen.hintatiedot.fi -palvelusta toteutuneita asuntokauppoja saatavilla olevalta viimeiseltä 12 kuukaudelta. Aineistoa karsittiin lisäksi siten, että siitä poistettiin asuntokauppoja, joissa pinta-ala ja ikä saivat arvoja vuokrahintamallin vastaavien muuttujien vaihteluvälin ulkopuolelta. Lopulliseen aineistoon jäi 535 asuntokauppaa, joille laskettiin nettovuokratulot (NOI) ja tuottovaatimus samoilla Tilastokeskuksen arvoilla kuin edellä Riihimäellä. Tulokset esitetään alla kuviossa 3. Tuottovaatimuksen keskiarvo Lahden asuntomarkkinalla on 5,35 %, joka on lähes prosenttiyksien korkeampi kuin Riihimäellä.



KUVIO 3. Tuottovaatimusten jakauma Lahden asuntomarkkinoilla.

Tulokset

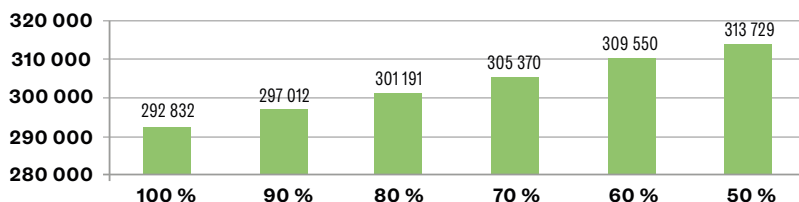
Palataan aiempaan kassavirtalaskelmaan, jota edustava kohde on todellinen ja sijaitsee Peltosaarella. Lasketaan kohteen markkina-arvo tilanteissa, jossa kohteessa käytettäisiin nykyisen energiakustannuksen (100 %) sijaan 90%, 80%, 70%, 60% tai 50% euromääräistä energiakustannusta. Nyt tarvitsee vain muuttaa arvoa solussa B14. Saadut tulokset esitetään alla kuviossa 4.



KUVIO 4. Esimerkkikohteen markkina-arvon herkkyys energiakustannuksen pienenemiselle.

Kuten kuvioista 4 huomataan, energiaintensiivisen kohteen markkina-arvo on varsin herkkä energiakustannuksen muutokselle. Vaikutus havaitaan tässä tutkimuksessa tehdyillä oletuksilla myös lineaarisesti.

Tehdään samanlainen tarkastelu em. kuvitteelliselle Askon alueen kohteelle. Kassavirtalaskelmassa on oletettu Käytön ja ylläpidon kokonaiskustannukseksi 3,0 €/m²/kk, josta energian osuus olisi 1,0 €/m²/kk ja näille oletettu kasvu on 4,0 %. Korjauksille on oletettu 0,6 €/m²/kk ja vuosikasvuksi sama 3 % kuin Riihimäen kohteessakin. Diskonttotehtäjä käytetään 3,0 % eli kuvitteellinen uudiskohde arvioidaan selvästi vähäriskisemmäksi kuin markkina keskimäärin. Tulokset esitetään alla kuviossa 5.



KUVIO 5. Kuvitteellisen verrokkikohteen herkkyys energiakustannuksen muutokselle Lahden Askon alueelle.

Esitetään lopuksi vielä yksi laskuesimerkki liittyen Riihimäen kohteeseen. Kohteen huoneistoala on 1443 neliötä (Häyrynen 2017). Arvioidaan karkealla tasolla, mikä olisi koko kohteen arvonlisäys, mikäli energiakustannus saataisiin puolitettua. Koska kohteen huoneistojakauma ei ole tiedossa, ajatellaan kohteen muodostuvan 89,5 neliömetrin huoneistoista, jolloin niitä mahtuisi ko. huoneistoalaan noin 16 kappaletta. Kerrostalokiinteistön koko arvonlisäys olisi tällöin $16 \cdot (110\,304 - 19\,119) \text{ €} = 305\,904 \text{ euroa}$.

Johtopäätökset

Peltosaaren kohteessa, jossa energiakustannukset edustavat huomattavan suurta osaa kohteen käyttökustannuksista, energiatehokkuuden muutoksella on selkeä vaikutus kohteen markkina-arvoon sekä absoluuttisesti että asunnon arvoon suhteutettuna. Kuvitteellisessa Askon alueen uudiskohteessa jossa energiatehokkuus oletetaan jo lähtökohtaisesti huomattavan paljon paremmaksi, arvioidaan energiatehokkuuden paranemisen absoluuttinen vaikutus markkina-arvoon kutakuinkin yhtä suureksi, mutta johtuen kohteen yli kolminkertaisesta markkina-arvosta jää suhteellinen arvovaikutus vastaavasti noin kolmasosaan.

Joitakin tutkimusasetelmaan liittyviä seikkoja on edellä jätetty huomiotta, jotka tuodaan tässä kuitenkin lyhyesti esiin. Voidaan ensinnäkin kysyä, voiko energiatehokkuusremonteilla olla myös muita hyötyvaikutuksia kuin alentunut energiakustannus. Voisiko esim. energiatehokkuutta parantava ikkuna-remontti parantaa sisäilman laatua, esim. ilman lämpötilan tasalaatuisuutta lisäämällä ja vedon tunnetta vähentämällä. Voisiko tällainen parannus näkyä myös hinnanlisänä vuokrassa? Toinen merkittävä näkökulma on se, että suoritettaessa kassavirtalaskelman diskonttausta tai suoraa pääomitusta, on käytetty vakiona pysyvää diskontto-/pääomaomistuskijää. Tämä on teoreettisesti katsoen pulmallista, sillä pienentyvä energiakustannus merkitsee pienentyvää riskipreemiota (Lorenz & Lützkendorf 2011). Mikäli arvovaikutus laskettaisiin tämä huomioiden, ilmiön tosiasiallinen luonne ei olisikaan lineaarinen. Tämä merkitsisi todennäköisesti myös sitä, että energiakustannuksen arvovaikutus on nyt esitettyä suurempi.

Lähteet

Alma Media Oyj. 2017. [Viitattu 15.3.2017]. Saatavissa: <https://www.vuokraovi.com/>

Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus. 2017. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA. [Viitattu 15.2.2017]. Saatavissa: <http://asuntojen.hintatiedot.fi/haku/>

Hendershott, P. Turner, B. 1999. Estimating constant-quality capitalization rates and capitalization effects of below market financing. *Journal of Property Research*. Vol.16 (2), 109-122.

Häyrynen, S. 2017. Isännöitsijä. Isännöinti Isotalo Oy. Haastattelu 15.9.2017.

Lancaster, K. J. 1966. A new approach to consumer theory. *Journal of Political Economy*. [Verkkolehti]. Vol. 74 (2), 132-157 [Viitattu 29.9.2017]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1086/259131>

Lorenz, D. & Lützkendorf, T. 2011. Sustainability and property valuation. Systematisation of existing approaches and recommendations for future action. *Journal of Property Investment & Finance*. [Verkkolehti]. Vol. 29 (6), 644-676. [Viitattu 29.9.2017]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1108/14635781111171797>

Remax. 2017. Myynti-ilmoitus. [Viitattu: 6.9.2017]. Saatavissa: www.etuovi.com

Rosen, S. 1974. Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. *Journal of Political Economy*. [Verkkolehti.] Vol. 82 (1): 34-55. [Viitattu 29.9.2017]. Saatavissa: [doi:10.1086/260169](https://doi.org/10.1086/260169). JSTOR 1830899

Suomen Kiinteistöarvointiyhdistys ry. 2017. Kiinteistöarvointi on asiantuntijapalvelua, jossa määritetään kiinteän omaisuuden tai kiinteistöön kohdistuvan oikeuden arvoa. [Viitattu 11.9.2017]. Saatavissa: <http://www.xn--kiinteistarvointi-l3b.com/kiinteistoarvointi.html>

Suomen virallinen tilasto (SVT). 2015. Asunto-osakeyhtiöiden talous. [Verkkojulkaisu]. ISSN=1799-2990. Helsinki: Tilastokeskus. [Viitattu 11.9.2017]. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/asyta/2015/asyta_2015_2016-09-12_tie_001_fi.html

Viitanen, K. & Falkenbach, H. (toim.). 2013. Kansainväliset arviointistandardit 2013. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 11.9.2017]. Saatavissa: http://www.xn--kiinteistarvointi-l3b.com/media/tiedostot/ivs_2013.pdf



Kuva: Oona Rouhiainen

Tarja Meristö ja Jukka Laitinen

Utopiaa ja realismia: skenaariotarkastelu tulevaisuuden energiatehokkaista asuinalueista

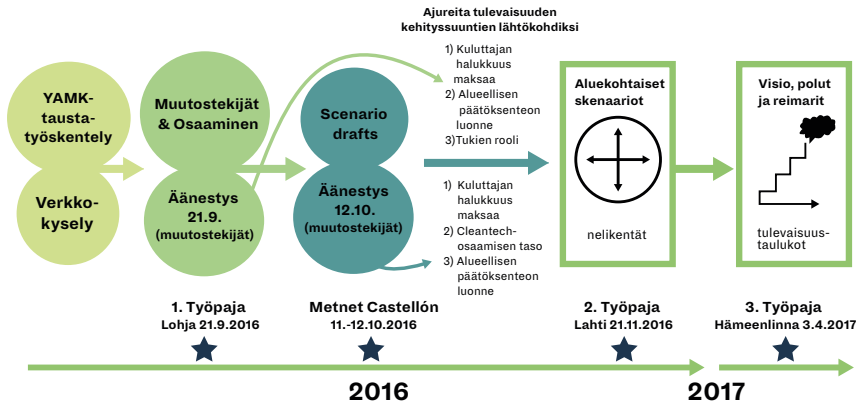
Tulevaisuutta ei voi ennustaa, mutta siihen voi vaikuttaa omilla valinnoilla ja teoilla. Muuttuva maailma asettaa uusia vaatimuksia osaamiselle. On kyettävä tekemään päätöksiä epävarmuuden vallitessa. Tulevaisuuden tutkimus antaa työkaluja epävarman tulevaisuuden haltuunottoon, mutta se auttaa myös hahmottamaan maailmaa kokonaisuutena. Tulevaisuuden haltuunotto edellyttää tulevaisuutta koskevan tiedon tunnistamista ja hallintaa, myös heikkojen signaalien ja yllätysten ottamista osaksi tietopohjaa. Pelkkä tietopohja ei kuitenkaan riitä, vaan tietoa on analysoitava ja vaikutuksia arvioitava niin että kokonaisuudesta saadaan näkemyksellistä tietoa ja perusteltuja vaihtoehtoja tulevaisuudesta. Näkemysten hyvyys tai huonous puntaroidaan päätöksenteossa: käytetäänkö tulevaisuutta koskevaa tietoa aidosti osana päätöksentekoa vai tehdäänkö päätöksiä ilman tulevaisuustietoa. (Meristö 1991)

Tässä artikkelissa kuvataan energiatehokkaiden asuinalueiden skenaarioita ja niihin vaikuttavia tekijöitä kolmella case-alueella Suomessa. Alueet, joille skenaarioita eli tulevaisuuden käsikirjoituksia tehdään, ovat ELLI-hankkeen kohdeasuinalueet Engelinranta Hämeenlinnassa, Askonalue Lahdessa ja Peltosaaren alue Riihimäellä. Skenaariot ovat mahdollisia, vaikka eivät aina todennäköisiä tai toivottavia kehityskulkuja tulevaisuuteen (Amara 1981).

Energiatehokkaat asuinalueet voidaan nähdä kestävinä ratkaisuin, joissa otetaan huomioon kestävä kehityksen eri ulottuvuudet. Ekologinen kestävyys korostaa ekotehokkuutta, mutta myös laajemmin resurssitehokkuutta, minkä professori Jyrki Kettunen määritteli käsitteellä niukkaresurssisuus osana KTM:n ekovientitoimikunnan työtä jo vuonna 1995 (Kettunen 1995). Taloudellinen ja sosiaalinen kehitys taas tarkoittaa alueiden monimuotoisuuden varmistamista.

ELLI-hankkeessa energiatehokkaita asuinalueita on tarkasteltu tulevaisuusperspektiivistä Laurean FuturesLab CoFin toimesta. Työ on edennyt kuvion 1 mukaisesti niin että ensin on tunnistettu tulevaisuuden muutostekijöitä ja perehdytty kohdeasuinalueisiin ja niiden erilaisiin kehittämismahdollisuuksiin, minkä pohjalta kullekin alueelle on rakennettu vaihtoehtoisia skenaarioita 20 vuoden tähtäimellä. Vaihtoehtoisten kehityskulkujen toteuttamiskelpoisuutta on arvioitu suhteessa energiatehokkaan asuinalueen visioon kunkin alueen osalta samoin kuin toimenpiteitä, toimijoita ja vastuita kestävä tulevaisuuden tekemisestä. Osana työtä on myös selvitetty tarvittavaa cleantech-osaamista ja sen kehitysnäkymiä Suomessa (kts. tämän julkaisun artikkeli: Cleantech-osaamisen kärjet ja toimijat Lohjan seudulla nyt ja tulevaisuudessa).

Tulevaisuusprosessi ELLI-hankkeessa / FuturesLab CoFi, Laurea

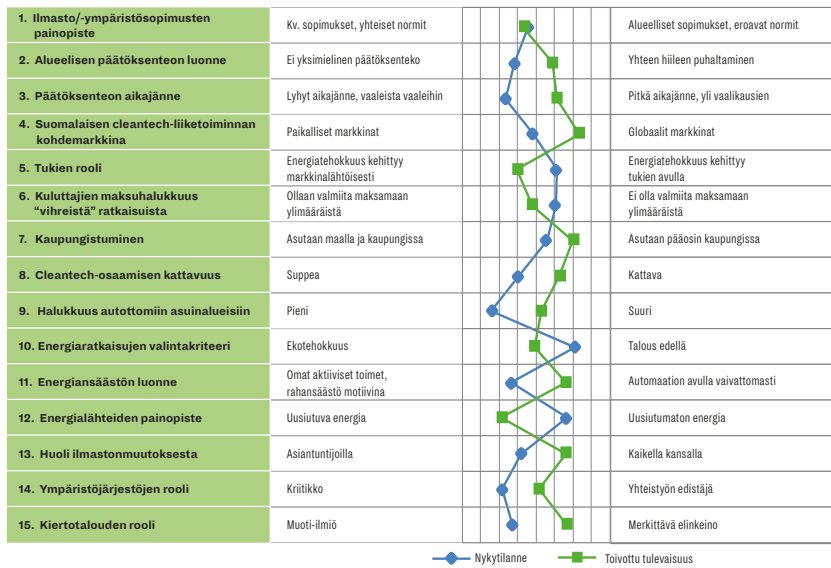


KUVIO 1. ELLI-hankkeen tulevaisuusprosessin eteneminen.

Energiatehokkaaseen asuinalueeseen vaikuttavat tekijät: verkkokyselyn tuloksia

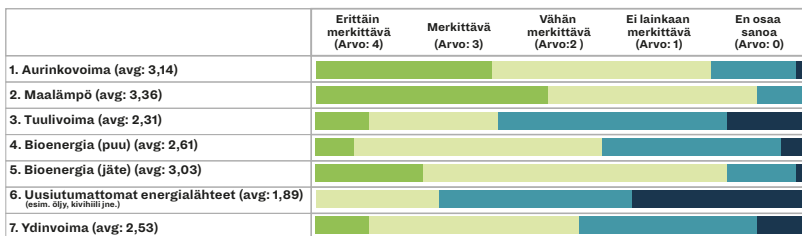
Touko-syyskuun 2016 aikana toteutetun verkkokyselyn avulla kerättiin eri sidosryhmien näkemyksiä energiatehokkaiden asuinalueiden tulevaisuuteen vaikuttavista muutostekijöistä, avaintoimijoista, tulevaisuuden energiamuodoista, cleantech-liiketoimintaan liittyvistä osaamisesta sekä alaan liittyvistä tabuista (Meristö & Laitinen 2016). Vastauksia saatiin 50 kappaletta. Eniten vastauksia tuli yritysedustajilta (18 kpl) ja toiseksi eniten opetuksen ja tutkimuksen edustajilta (15 kpl). Vastauksia tuli myös päätöksentekijöiltä, luottamushenkilöiltä, asiantuntijoilta sekä yksittäisiltä kansalaisilta. Suurin osa vastaajista oli Lahden seudulta (16 kpl) tai Länsi-Uudeltamaalta (14 kpl) ja loput olivat Hämeenlinnan (6 kpl) ja Riihimäen seudulta (2 kpl) tai muualta Suomesta (10 kpl).

Energiatehokkaiden asuinalueiden tulevaisuuteen vaikuttavia muutostekijöitä selvitettiin ääripäättehtävän avulla vertaamalla nykytilannetta ja toivottua tulevaisuutta v. 2036 (Kuvio 2). Toivottu tulevaisuus poikkesi nykytilanteesta monelta osin: päätöksenteon aikajänne muuttuu pitkäjänteisemmäksi, suomalaisen cleantech-liiketoiminnan kohdemarkkinat muuttuvat entistä globaalimmaksi, tukien rooli pienenee, halukkuus autottomiin asuinalueisiin lisääntyy, automaatio lisää vaivattomuutta energiatehokkuuden parantamisessa, fokus siirtyy uusiutuviin energialähteisiin, huoli ilmastonmuutoksista koskettaa laajemmin kaikkia kansalaisia ja kiertotaloudesta syntyy merkittävä elinkeino. Kansainvälisten ilmasopimusten normeissa ja kuluttajien maksuhalukkuudessa vihreistä ratkaisuista ei nähty tapahtuvan suuria muutoksia suhteessa nykytilanteeseen (Meristö & Laitinen 2016). Jotkut verkkokyselyyn vastanneista mainitsivat tabuja kysyttäessä mm. ”viherpiipertäjien vouhotusta vai taloudellisesti järkevää?” ja ”Kukaan ei ole valmis maksamaan ylimääräistä”.



KUVIO 2. Muutostekijöiden nykytilanne ja toivottu tulevaisuus v. 2036.

Käytettävissä olevat energiamuodot ovat olennainen osa kestävästä asuinalueesta. Kyselyn tulosten perusteella tulevaisuuden energiaratkaisujen painopiste siirtyy uusiutumattomista kohti maalämpöä, aurinkoenergiaa ja jätteestä saatavaa bioenergiaa (Kuvio 3). Energiamuotojen käyttöön ja jakaamaan vaikuttavat myös se, miten niihin liittyviä tabuja onnistutaan purkamaan. Energia-alaa leimaa poliittinen päätöksenteko, mutta se herättää myös tunteita, esimerkiksi ydinenergiaan liittyvien ympäristöriskien vuoksi. Tabuja kysyttäessä esille tuotiin myös huoli energiatehokkuuden liian kapea-alaisesta määrittelystä, jossa ei oteta huomioon kokonaisuutta eikä tarpeeksi esim. materiaalien vaikutuksia. Energiatuotannon integrointi rakennusmateriaaleihin pitäisi saada kovempaan vauhtiin.



KUVIO 3. Tulevaisuuden energiaratkaisujen merkittävyys verkkokyselyn tulosten perusteella.

Energiatehokkaiden asuinalueiden kehittämisessä eri toimijoiden vaikutusvallalla on merkitystä. Verkkokyselyn tulosten perusteella suurin vaikutusvalta on kansallisen tason ja EU-tason päätöksentekijöillä, mutta myös kunnallisen tason päätöksentekijöiden sekä yritysten rooli nähtiin lähes yhtä merkittävänä. Sen sijaan ympäristöjärjestöjen, edunvalvontajärjestöjen, asukasjärjestöjen sekä opetuksen & tutkimuksen rooli nähtiin vähäisempänä (Meristö & Laitinen 2016). Kansalaisten merkitykseen eivät vastaajat myöskään uskoneet, vaan arvelivat tabu-kohdassa, että ihmisten yksityisautoilu ja lentäminen työssä ja vapaa-ajalla ovat asioita, joista voidaan puhua, muttei silti tehdä mitään.

Tulevaisuuden energiatehokkaat asuinalueet

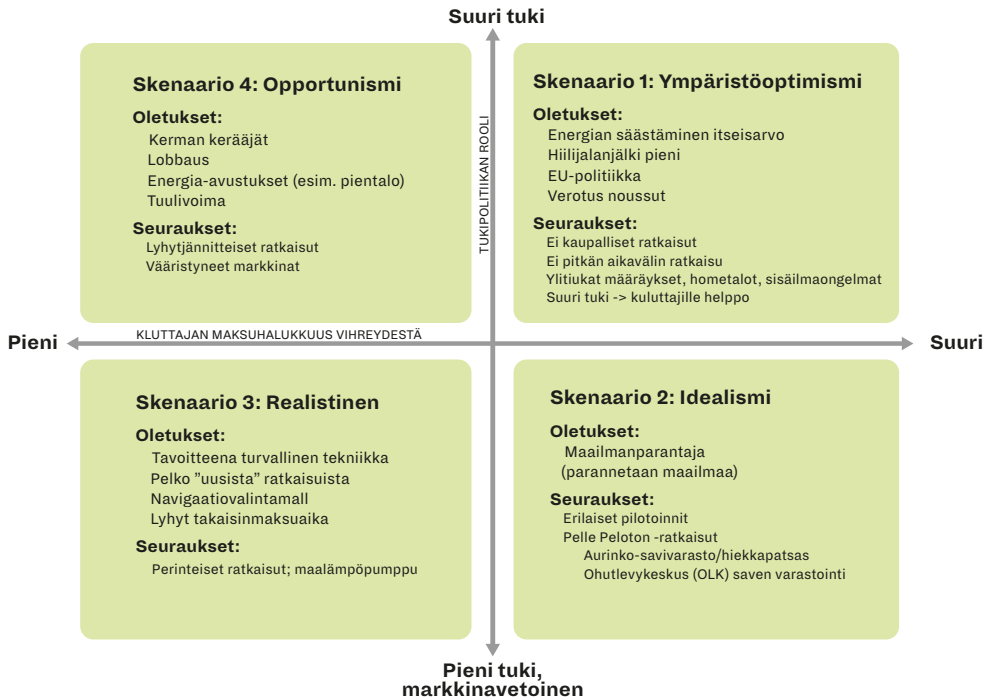
Tulevaisuuden energiatehokas asuinalue voidaan määritellä eri tavoin, yhteisenä tekijänä on pyrkimys hiilineutraalisuuteen. Yleisemmin, kestävä asuinalue ottaa huomioon ekologisen, sosiaalisen ja taloudellisen kestävyys, mikä tuo tarkasteluun infran ja toimintojen ohella myös asukasrakenteen.

Seuraavassa on esitelty ELLI-hankkeen kohdealueiden vaihtoehtoiset, mahdolliset, vaikka ei välttämättä todennäköiset tai toivotut, skenaariot vuoteen 2036. Skenaariot on rakennettu hankkeen tulevaisuustyöpajoissa fasilitoituna pienryhmätyönä, osallistujina eri alueiden toimijoita yksityiseltä, julkiselta ja kolmannelta sektorilta hankekumppanien tutkimus- ja opetushenkilöstön lisäksi. Skenaarioiden nelikenttäkuvat (kuvat 4 – 7) havainnollistavat tehtyjä skenaarioita.

Engelinranta Hämeenlinnassa

Hämeenlinnassa sijaitsevan Engelinrannan tulevaisuus rakentuu erilaisista vaihtoehtoista sen mukaan, minkälainen halukkuus asukkailla on maksaa vihreydestä, mutta myös sen mukaan, miten paljon yhteiskunta tukee energiatehokkuutta ja siihen tähtäviä ratkaisuja osana alueiden suunnittelua ja rakentamista (Kuvio 4). Vaihtoehtoiset Engelinrannan tulevaisuusskenaariot vuoteen 2036 vaihtelevat idealismista ympäristöoptimismiin, sisältäen myös realismia ja opportunistia, mikä näkyy myös skenaarioiden nimissä.

Engelinrannan vaihtoehtoiset skenaariot

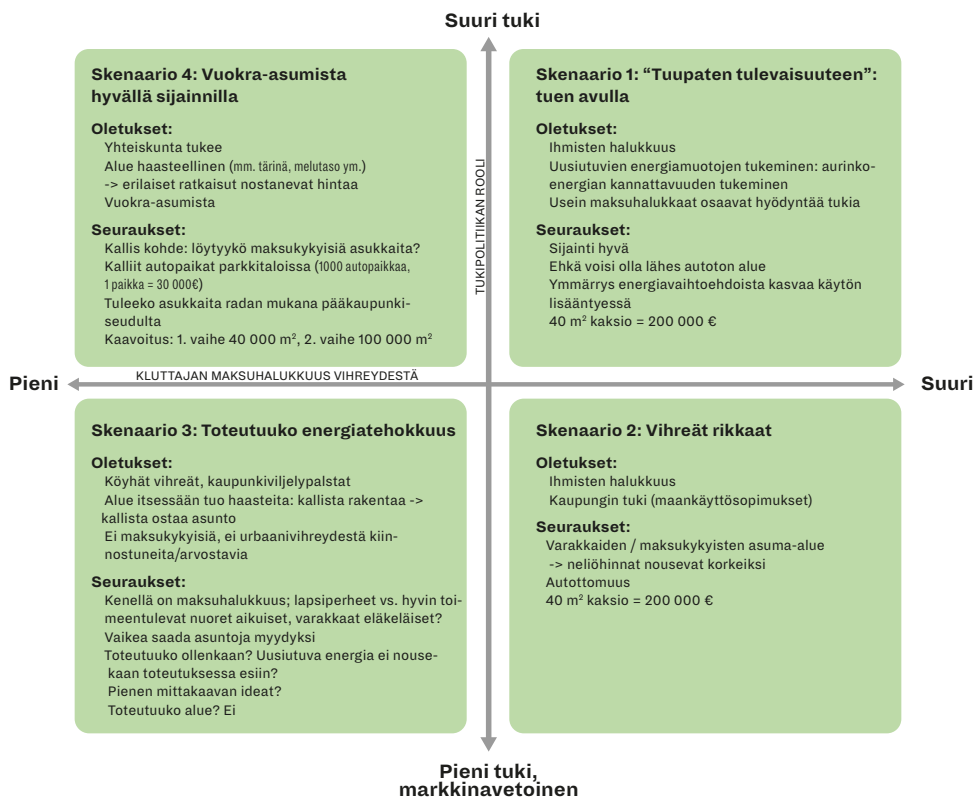


KUVIO 4. Engelinrannan vaihtoehtoiset skenaariot.

Askonalue Lahdessa

Lahdessa sijaitsevan Askonalueen skenaariot vuoteen 2036 eroavat toisistaan sen suhteen, haluavatko ihmiset maksaa vihreydestä ja meneekö raha omasta pussista vai hyödynnetäänkö maksuissa tarjolla olevia yhteiskunnan tukia (skenaariot 1 ja 2). Jos taas kuluttajien maksuhalukkuutta ei ole, Askonalueesta voi kehittyä yhteiskunnan tukien avulla kestävä kehityksen mukainen vuokra-asuminen alue hyvällä sijainnilla (skenaario 4), mutta uhkana, ilman yhteiskunnan tukia ja kuluttajien maksuhalukkuutta, voi myös toteutua skenaario 3, jossa energiatehokkuus jää vain haaveeksi (Kuvio 5).

Askonalueen vaihtoehdot skenaariot

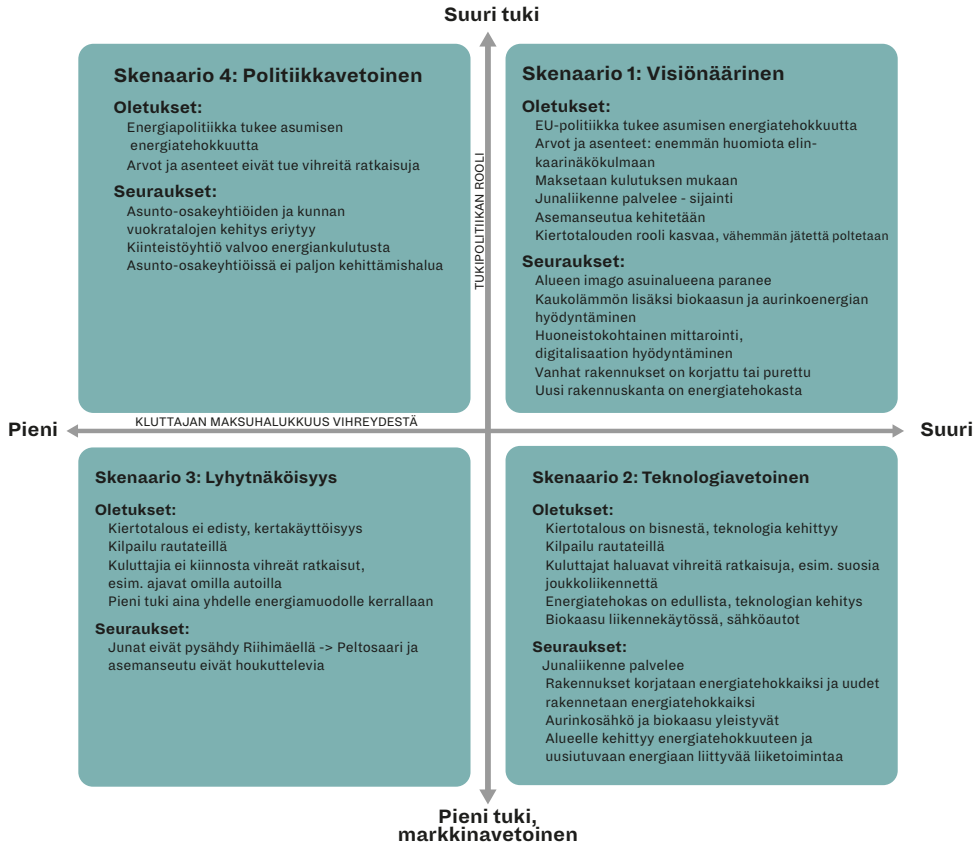


KUVIO 5. Askonalueen vaihtoehdot skenaariot.

Peltosaari Riihimäellä

Kuvio 6 näyttää Riihimäellä sijaitsevan Peltosaaren asuinalueen skenaariot vuoteen 2036 ovat luonteeltaan visionäärisiä (skenaario 1) tai lyhytnäköisiä (skenaario 3), mutta myös politiikka- (skenaario 4) tai teknologiavetoisia (skenaario 2). Huomionarvoista on, että kuluttajien maksuhalukkuus vihreydestä parantaa radan varressa olevan alueen mainetta, kun taas maksuhaluttomuus voi johtaa alueen syrjään jäämiseen. Kyselyn tabuvastauksissakin penättiin pitkäjänteistä päätöksentekoa yli vaalikausien yleisemminkin.

Peltosaaren vaihtoehtoiset skenaariot



KUVIO 6. Peltosaaren vaihtoehtoiset skenaariot.

Yleinen energiatehokas asuinalue Suomessa

Yleisesti energiatehokkaat asuinalueet vuoteen 2036 voivat kehittyä kohti tulevaisuutta neljässä eri skenaariossa, jotka ovat: 1. Yhteiskunta ja kuluttajat, 2. Kestävää rakentamista, 3. Kertakäyttörakentaminen ja 4. Yhteiskunta maksakoon (Kuvio 7). Maksajan roolissa ovat joko kuluttajat tai yhteiskunta. Markkinavetoisissa vaihtoehdoissa edetään kohti kestävämpää rakentamista, jos kuluttaja on myös valmis siitä maksamaan. Ilman maksuhalukkuutta on uhkana kertakäyttörakentaminen.

Energiatehokkaan asuinalueen vaihtoehtoiset skenaariot Suomessa yleisesti



KUVIO 7. Energiatehokkaan asuinalueen vaihtoehtoiset skenaariot.

Johtavatko kaikki skenaariot visioon?

Skenaariotyö tuottaa aina myös sellaisia tulevaisuuden vaihtoehtoja, jotka eivät ilman erityistoimia johda visioon. Visio on tulevaisuuden arvoankkuroitunut tahtotila (Kamensky 2000), joka toimii motivaation lähteenä ja johtotähdenä edettäessä kohti tulevaisuutta. Vision avulla voidaan tehdä valintoja siitä, mikä on perusskenaario, jonka mukaan tulevaisuutta tehdään ja valitsematta jääneet vaihtoehdot määrittävät joustavuuden tarpeen, joka strategiaan on syytä sisällyttää yllätysten varalta (Meristö 1990). Yllätykset voivat olla riskejä, mutta myös uusia mahdollisuuksia ja päätöksentekijöiden ja muiden toimijoiden onkin syytä pohtia, ryhdytäänkö tekemään aktiivisesti uusia tekoja myös potentiaalisten mahdollisuuksien hyödyntämiseksi.

ELLI-hankkeessa energiatehokkaan asuinalueen visioksi on määritelty sellainen "asuinalue, joka sijaitsee hiilineutraaliksi pyrkivän kunnan/kaupungin alueella ja jossa on noudatettu kestävä rakentamisen arvoja, irti kertakäyttökulttuurista. Alue on taloudellisesti, sosiaalisesti ja ekologisesti kestävä, jossa on työpaikkoja, esteetön pääsy, monenlaisia asukkaita ja turvallinen ympäristö. Alue myös hyödyntää asukkaita voimavarana – kansalaislähtöiset innovaatiot luovat helppokäyttöisyyttä ja vaivattomuutta asumiseen, palveluihin, liikkumiseen, lämmitykseen, virkistykseen."

ELLI-hankkeen kohdealueet Lahdessa, Hämeenlinnassa ja Riihimäellä omaavat kukin omia erityispiirteitä, jotka täsmentävät yleistä visiota kunkin alueen osalta vuoteen 2036 (Taulukko 1).

TAULUKKO 1. Kohdealueiden visioiden erityispiirteet pienryhmätulosten mukaan.

Askonalueen visio	Engelinrannan visio	Peltosaaren visio
<p>Koti kaikille: seniorit, työikäiset, lapsiperheet</p> <p>Urbaani ympäristö, jossa palvelut pelaavat (liikenneyhteydet, vapaa-ajanpalvelut, peruspalvelut)</p> <p>Yhteisöllinen alue – työ, toiminta, tapahtumat kaikki yhdessä</p> <p>5000 asukkaan alue</p> <p>Energiatehokkuus ja uusiutuva energia, keskeinen sijainti, monipuolinen käyttö</p>	<p>Luonnonläheinen yhteisöllinen asuinalue, jossa kaikki kaupungin palvelut lähellä</p> <p>Energiatehokas asuinalue, jossa käytetään monipuolisesti erilaisia energiamuotoja</p> <p>2600 asukkaan kaupunginosa, jossa monipuolinen ja vaihteleva rakennuskanta, ml. rohkeita kokeiluja esim. kelluvat talot</p> <p>Monipuolinen asuminen myös hallintomuodoiltaan, asuminen myös kohtuuhintaista</p> <p>Opiskelija-asunnot</p> <p>Elenia Lämpö Oy: keskitetty/hajautettu lämpö- ja jäähdytysratkaisut</p>	<p>Vetovoimainen, esteetön asuinalue radan varressa</p> <p>1970-luvulla rakennettu lähiö, joka päivitetty tulevaisuuteen asukkaiden ja arkkitehtien yhteiskehittämismuutoksilla</p> <p>Vanhoja korjataan, mutta uutta täydennysrakentamista myös mukaan</p> <p>Mikä ylipäättään olisi järkevintä tehdä alueelle? (Päätettävä mitä puretaan ja mitä korjataan.)</p> <p>Energiatehokkuus mietittävä erikseen</p>

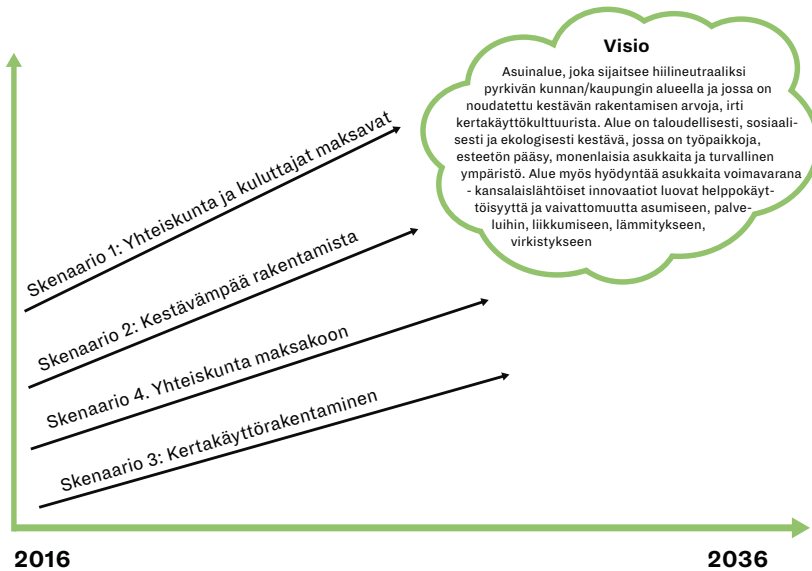
Kaikki skenaariot eivät johda visioon. Taulukossa 2 kohdealueiden skenaariot on lueteltu sen mukaan, kuinka hyvin ne johtavat vision toteutumiseen. Alimmat harmaalla merkityt skenaariot eivät johda lainkaan vision toteutumiseen. Erityisen uhan energiatehokkaiden asuinalueiden toteutumiselle näyttää muodostavan tilanne, jossa kuluttajien maksuhalukkuus on pieni ja toimitaan pienten tukien varassa täysin markkinalähtöisesti. Parhaiten visio toteutuu skenaarioissa, joissa sekä yhteiskunta että kuluttajat osallistuvat kustannuksiin.

TAULUKKO 2. Kohdealueiden skenaarioiden paremmuusjärjestys suhteessa visioon.

Yleinen	Askonalue	Engelinranta	Peltosaari
Skenaario 1. Yhteiskunta ja kuluttajat maksavat	Skenaario 1. ”Tuupaten tulevaisuuteen”: tuen avulla	Skenaario 3. Realistinen	Skenaario 1. Visionäärinen
Skenaario 2. Kestävää rakentamista	Skenaario 4. Vuokra-asumista hyvällä sijainnilla	Skenaario 1. Ympäristöoptimismi	Skenaario 2. Teknologiaavetoinen
Skenaario 4. Yhteiskunta maksakoon	Skenaario 2. Vihreät rikkaat	Skenaario 2. Idealismi	Skenaario 3. Lyhytnäköisyys
Skenaario 3. Kertäkäyttöraakentaminen	Skenaario 3. Toteutuuko energiatehokkuus?	Skenaario 4. Opportunismi	Skenaario 4. Poliittikkavetoinen

Tuloksia voidaan kuvata havainnollisesti visio-skenaariot – kuvion avulla, josta näkee, miten hyvin tai huonosti eri skenaariot vievät kohti visiota (Kuvio 8). Osa skenaarioista johtaa haluttuun lopputulokseen kirkkaasti, osa rimaa hipoen,

kun taas jotkin vaihtoehdot eivät yllä sinne lainkaan. Esimerkkikuvassa on pienryhmissä tuotettu arvio yleisesti energiatehokkaasta asuinalueesta laadittujen skenaarioiden etenemisestä kohti visiota. Skenaario 1 Yhteiskunta ja kuluttajat maksavat ja skenaario 2 Kestävämpää rakentamista rakentamista myös tarjoaa mahdollisuudet energiatehokkaaseen asuinalueeseen tulevaisuudessa. Skenaariossa 4 Yhteiskunta maksakoon visioon päästään rimaa hipoen, mutta skenaario 3 Kertakäyttörakentaminen jää selkeästi alapuolelle halutusta tulevaisuudesta.

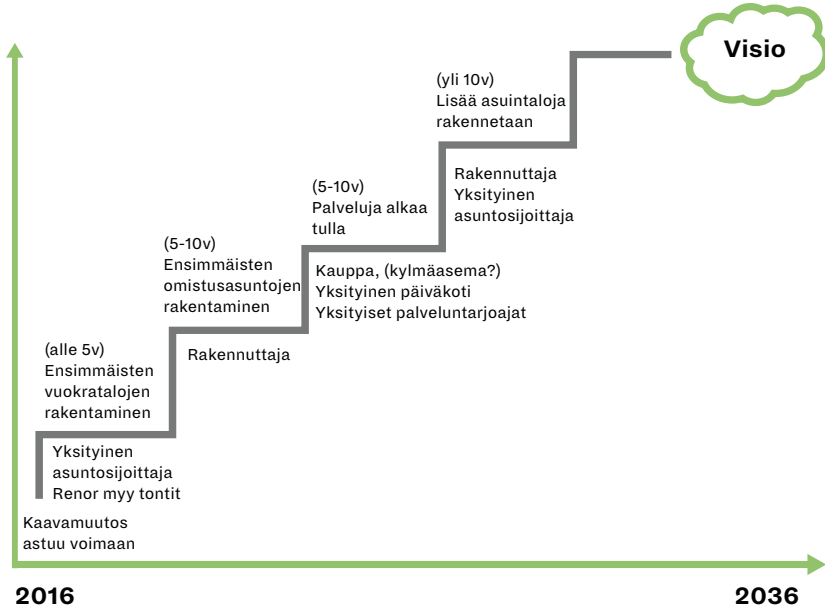


KUVIO 8. Energiatehokkaan asuinalueen visio ja skenaarioiden paremmuusjärjestys suhteessa visioon.

Paraskaan skenaario ei automaattisesti johda kohti visiota, vaan se vaatii toimintaa. Toimenpiteet on suunniteltava ja eri toimijoiden on otettava vastuu niiden toteuttamisesta. Myös ajoitus on tärkeä. Esimerkiksi yleisellä tasolla energiatehokkaan asuinalueen edistäminen vaatii korvamerkittyä rahaa vihreyteen ja kestävyteen, jolloin lainsäätäjä on toimijana avainasemassa. Askonalueella puolestaan tarvitaan sekä vuokra- että omistusasuntojen rakentajia ja myös sijoittajia, jotta visiota kohti vievä suotuista kehitys lähtee liikkeelle. Peltosaaren alueella vision toteuttamisen varmistamiseksi on hyödynnettävä uutta teknologiaa energiavaihtoehtojen osalta rippumatta siitä, edetäänkö alueen kehittämisessä vanhaa rakennuskantaa korjaten vai sitä purkaen ja tilalle uutta rakentaen. Engelinrannan osalta tulevaisuus on riippuvainen Hämeenlinnan kaupungin päätöksistä liittyen tontin luovutukseen ja kaavoitukseen.

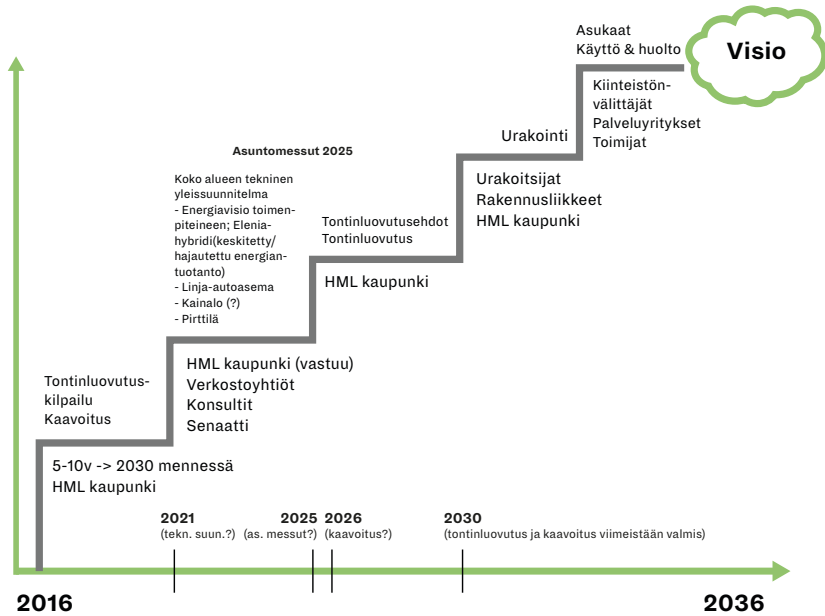
Seuraavassa on kunkin kohdealueen ja yleisesti energiatehokkaan asuinalueen osalta esitetty portaat kohti visiota sen skenaarion osalta, jonka kukin pienryhmä omalta osaltaan valitsi parhaaksi vaihtoehdoksi alueen kehittämiseksi kohti visiota (kuvat 9 -12). Portaille on kohdennettu toimenpiteitä, mutta myös toimijoita, joiden vastuulla tekeminen on. Portaat on sijoitettu aika-akselin mukaisesti niin että ensin tehtävät toimenpiteet ovat lähimpänä nykyhetkeä ja lopuksi tarvittavat toimenpiteet lähempänä visiota.

**Askonalue: portaat kohti visiota valitun skenaarion osalta,
Valittu skenaario: 1. "Tuupaten tulevaisuuteen": tuen avulla**



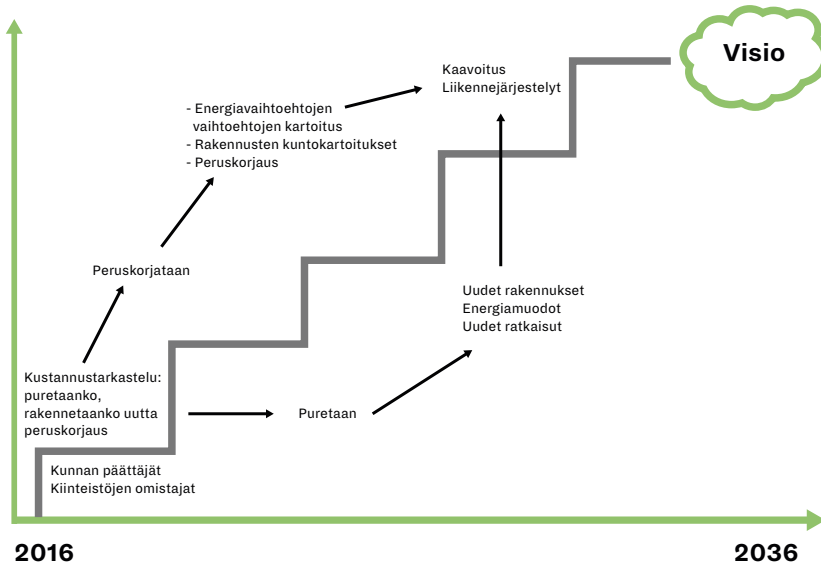
KUVIO 9. Askonalueen portaat kohti visiota skenaariossa 1. "Tuupaten tulevaisuuteen": tuen avulla.

**Engelinranta: portaat kohti visiota valitun skenaarion osalta,
Valittu skenaario: 3. Realistinen**



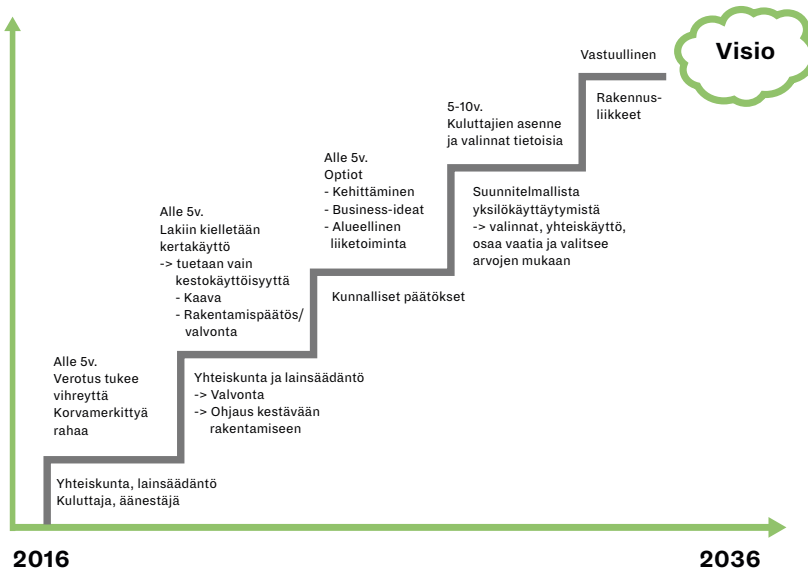
KUVIO 10. Engelinrannan portaat kohti visiota skenaariossa 3. Realistinen.

Peltosaari: portaat kohti visiota valittujen skenaarioiden osalta, Valitut skenaariot : 1. Visionäärinen & 2. Teknologiavetoinen



KUVIO 11. Peltosaaren portaat kohti visiota skenaarioissa 1. Visionäärinen & 2. Teknologiavetoinen.

Yleinen: portaat kohti visiota valitun skenaarion osalta, Valittu skenaario : 1. Yhteiskunta ja kuluttajat

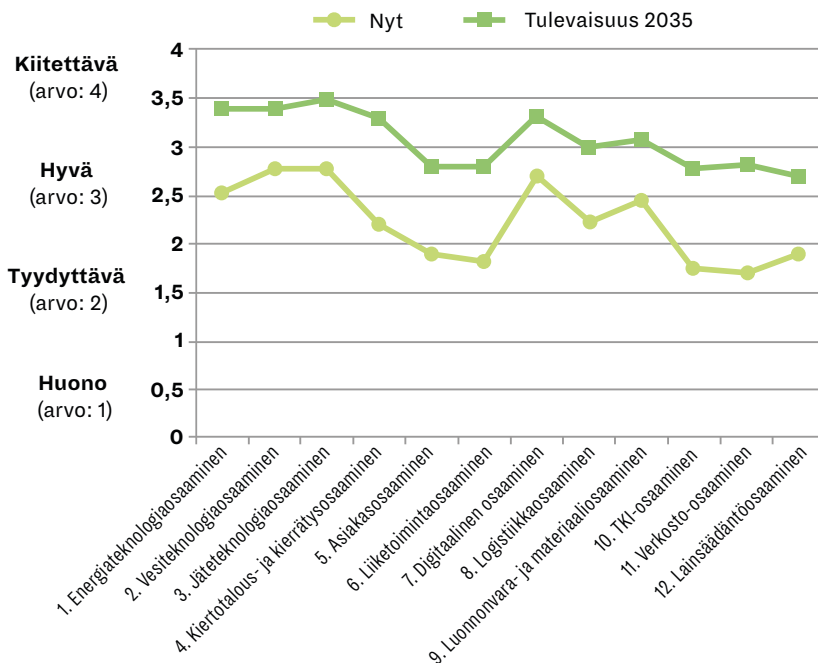


KUVIO 12. Energiatohokkaan asuinalueen portaat kohti visiota skenaariossa 1. Yhteiskunta ja kuluttajat.

Lopuksi: minkälaisella osaamisella tehdään tulevaisuutta?

Tulevaisuuden energiatehokkaat asuinalueet vaativat uudenlaista ajattelua ja uutta osaamista, minkä varassa pystytään kehittämään paitsi uutta liiketoimintaa cleantech-klusteriin myös uudenlaisia toimintatapoja näillä alueilla elämiseen, asumiseen, liikkumiseen tai vaikkapa palvelujen tarjontaan. Kyseeseen vastanneiden mielestä cleantech-osaamiseen liittyy paljon ylikorostamista, jolla ei vielä ole katetta.

ELLI-hankkeen verkkokyselyn perusteella osaaminen Suomessa tällä hetkellä ei ole millään osa-alueella kiitettävällä tasolla ja hyvällekin tasolle yltävät vain energia-, vesi- ja jäteteknologiaosaaminen sekä digitaalinen osaaminen. Sen sijaan vain tyydyttävällä tasolla ovat jatkuvasti Suomen osaamisen pullonkaulat eli asiakas- ja liiketoimintaosaaminen sekä TKI- ja verkosto-osaaminen. Tulevaisuudessa tilanne paranee jonkin verran kaikkien osaamisalueiden osalta, mutta keskinäinen järjestys säilyy ja perää pitää 20 vuoden kuluttua edelleen heikko asiakasosaaminen. Kuviossa 13 on esitetty kaikki eri elementit osaamisesta ja arvio niiden nykytilasta ja tulevaisuuden tilasta. Kuvan osaamisten lisäksi vastaajat lisäsivät tarvittaviin tulevaisuuden osaamisiin myös brändiosaamisen, yritysten strategiaosaamisen sekä lainsäädännön laatimisoosaamisen.



KUVIO 13. Cleantech-osaamisen taso Suomessa nyt ja tulevaisuudessa verkkokyselyn mukaan.

Kyselyn mukaan Suomessa tarvittaisiin laajemminkin panostusta älykkäiden kaupunkien rakentamiseen, missä asunnot, kulkuneuvot, kierrätys jne. sopeutuvat olosuhteisiin automaattisesti. Hankkeen tulevaisuustyöpajassa korostettiin osaamisesta myös arvoja ja asenteita: On haluttava menestyä ja kasvaa, tarvitaan riskinottoa ja rohkeutta mieltää itsensä cleantech-osaajiksi, vaikka koko toiminta ei olisikaan cleantechia. Tärkeätä on myös avoimuus kokemusten vaihtoon, on opittava sekä omista että toisten virheistä, mutta myös onnistumisista. On hyväksyttävä kokeilumentaliteetti, ilman heti realisoituvaa liiketoiminnallista hyötyä.

Lähteet

Amara, R. 1981. The Futures Field: How to Tell Good Work from Bad. *The Futurist* Vol 15 (2), 63–71.

Kamensky, M. 2000. Strateginen johtaminen. 1. painos. Helsinki: Talentum.

Kettunen, J. 1995. Suomen ekoviennin mahdollisuudet. Ekovientitoimikunta. Komiteamietintöjä 3.

Meristö, T. & Laitinen, J. 2016. Applying Visionary Concept Design to Energy Efficient Residential Areas. Teoksessa: Kuldeep, V. & Tenhunen, L. (eds.) *Proceedings of the METNET Seminar 2016 in Castellón*. [Verkkójulkaisu]. Hämeenlinna, Finland: Häme University of Applied Sciences. 63-71. [Viitattu 28.9.2017]. Saatavissa: URN:ISBN:978-951-784-785-8

Meristö, T. 1990. Futures Research and Strategic Planning - Do They go Together? *Proceedings of the XI World Conference of WFSF*. Budapest: Hungary. 312-320.

Meristö, T. 1991. Skenaariotyöskentely yrityksen johtamisessa. Väitöskirja. Turun kauppakorkeakoulu. *Acta Futura Fennica* 3. VAPK-kustannus.

Meristö, T. & Laitinen, J. 2017. Energiätehokkaiden asuinalueiden tulevaisuustarkasteluja. Loppuraportti Laurea osiosta ELLI-hankkeessa. Laurea julkaisusarja, Laurea Publications (report in progress).

Meristö, T. & Laitinen, J. 2016. Cleantech Business Opportunities in the Future. Teoksessa: Kuldeep, V. & Tenhunen, L. (eds.) *Proceedings of the METNET Seminar 2016 in Castellón*. 72-79. [Viitattu 28.9.2017]. Saatavissa: URN:ISBN:978-951-784-785-8

Elinkaariarviointimallissa käytetyn prosessin nimi

Proessin lyhyt kuvaus

Kaukolämmöntuotantoprosessi

Elinkaariarvioinnin oletukset

Lähteet

Kaukolämpö	90 % kaukolämmön tuotannon hyötysuhde 49,63 % biopolttoaine, 47,02 % kierrätyspolttoaine ja 3,35 % maakaasu 0,395 kgCO ₂ /kWh biopolttoaineen polton päästökertoin (ei huomioida) 0,114 kgCO ₂ /kWh kierrätyspolttoaineen polton päästökertoin 0,199 kgCO ₂ /kWh maakaasun polton päästökertoin 2,78 kWh/kg biopolttoaineen lämpöarvo (metsätähdhake tai -murske) 5 kWh/kg kierrätyspolttoaineen lämpöarvo 10,1 kWh/kg maakaasun lämpöarvo 10,1 kWh/m ³ maakaasun lämpöarvo 0,72 kg/m ³ maakaasun tiheys	[1] Lahti Energia 2017 [2] Tilastokeskus 2017 [2] Tilastokeskus 2017 [2] Tilastokeskus 2017 [2] Tilastokeskus 2017 [2] Tilastokeskus 2017 [2] Tilastokeskus 2017
-------------------	--	--

Biopolttoaineen hankinta (Kaukolämpö)

Kaukolämpöprosessin polttoaineena syötettävän biopolttoaineen hankinnan päästöt. Muodostuu polttoaineen haketuksen, metsäkoneiden ja kuljetusprosessien polttoaineen hankinnan ja polton päästöistä.

0,00419 kgCO₂/kWh ominaispäästökertoin

[3] Leino 2014

Kierrätyspolttoaineen hankinta (Kaukolämpö)

Kaukolämpöprosessin polttoaineena syötettävän kierrätyspolttoaineen hankinta.

Jätteen kuljetuksen päästöjä ei sisällytetä tähän laskelmaan.

Natural gas mix ts (Kaukolämpö)

Kaukolämpöprosessiin polttoaineena syötettävän maakaasun hankinta.

[4] GaBi 2017

Aurinkokeräimet

Aurinkokeräimet tuottavat aurinkolämpöä lämmöntarpeeseen.

paneelin vuosituotto 441 kWh/m²

[5] Ruukki 2017

tehollinen pinta-ala/keräin 2,01 m²

[5] Ruukki 2017

keräimen yhteispinta-ala 2,25 m²

[5] Ruukki 2017

Lämpöpumpput LTO jätevesi

Lämpöpumppujen sähkönkulutus.

taiteenottaa lämpöä 60 MWh/a per rakennus

[6] Ecopal

[7] Ympäristöministeriö 2012

Lämpöpumpput LTO poistoilma

Lämpöpumppujen sähkönkulutus.

säästää kokonaislämmöntarpeesta 45 %

[7] Ympäristöministeriö 2012

COP = 2,5

[7] Ympäristöministeriö 2012

Lämpöpumput energiapaalutus

Energiapaalutusjärjestelmän lämmöntuotanto, pumppujen sähkönkulutus.

tuottaa lämpöä max. 55 MWh/a per rakennus

[8] Aurime 2017

COP = 3

[7] Ympäristöministeriö 2012

Viilennyspumput, energiapaalutus

Energiapaalutusjärjestelmän viilennys, pumppujen sähkönkulutus.

COP = 3

[7] Ympäristöministeriö 2012

Lämpöpumput, viilennys

Lämpöpumppujen tuottama viilennys rakennuksiin, kun skenaario COP/SEER = 5,6 ei sisällä energiapaalutusjärjestelmää, pumppujen sähkönkulutus

[9] ImmoAir 2017

Aurinkosähköntuotanto alueella

Aurinkosähkön tuotanto alueverkkoon ja edelleen asuinalueelle sekä lämmitysjärjestelmään. Tuotettu ylimääräinen aurinkosähkö kesäaikaan päätyy alueverkosta valtakunnanverkkoon. Tätä ylijäämäsähköä ei kuitenkaan huomioida kasviuonekaasupäästövertailussa, koska sitä syntyy kaikissa vaihtoehdoissa.

tuotanto 244 152 kWh/a (paneelit kattavat pohjapinta-alaista 70 %,

auringon kuukausittainen säteilyenergia vaakatasolle, vuodessa 975 kWh/m²

[10] Ympäristöministeriö 2017

(säilyvyhyke I ja II)

70 % pohjapinta-alaista paneelien peitossa

0,2 paneelien hyötysuhde (multicrystalline)

0,75 kapasiteetti kerroin

Sähkönhankinnan energia lähteiden osuudet: Ydivoima 24,35 %, Jäte + biomassa 15,85 %, Vesivoima 18,3 %, Aurinkosähkö 9 %, Tuulivoima 22,3 %, Turve 2,2 %, Maakaasu 2,65 %, Kivihiili 5,2 %, Öljy 0,15%.

Laskennassa käytetty GaB:n valmistama yksikköprosessia Suomen sähköntuotannolle.

Askonalue, läntinen asuinkortteli: 7-kerroksisia 4 kpl, 5-kerroksisia 3 kpl

pinta-ala/kr.s 340,7 m²

E-luku 90 kWh/m²a

LKV lämmitysenergian nettoarve 35 kWh/m²a

Kuukausittaiset lämmitystarveluvut säävyöhykkeellä

Valaistuksen käyttöaste 0,1

Kuluttajalaitteiden käyttöaste 0,6

Valaistusteho 9 W/m²

Kuluttajalaitteet 4 W/m²

viilennystarve 6 kWh/m², rakennusoikeuspinta-ala 14 650 m²

lämmöntarve 894998 kWh/a, sähköntarve 423 502 kWh/a

[11] NREL 2016

[12] Thorpe 2011

[13] & [14]

[4] GaBi 2017

[10] Ympäristöministeriö 2017

[10] Ympäristöministeriö 2017

[15] Ilmatieteen laitos

[10] Ympäristöministeriö 2017

[10] Ympäristöministeriö 2017

[10] Ympäristöministeriö 2017

[10] Ympäristöministeriö 2017

[16] Atraksinen ym. 2015

Keskimmääräinen markkinasähkö julkisesta verkosta

Asuinalue

Askonalue, läntinen asuinkortteli: lämmöntarve, viilennystarve ja sähköntarve.

Liite II

Elinkaarikustannuslaskennassa huomioidun prosessin nimi

Elinkaarikustannuslaskennassa huomioidun prosessin nimi	Elinkaarikustannuslaskennan oletukset	Lähteet
Kaukolämmön kustannukset	liittymismaksu 2343+5930*V perusmaksu 2,36*13,96*tilausteho tilausvesivirta 0,2/0,3/0,5/0,7 m ³ /h tilausteho 12/28/40/50 W kaukolämmön energiainmaksut: 1.11.-31.3. 72,44 €, 1.4.-31.5. 63,05 € 1.6.-31.8. 35,45 €, 1.9.-31.10. 63,05 €	[1] Pusa 2017 [2] Lahti Energia 2017 [1] Pusa 2017 [3] Etelä-Savon Energia Oy 2017, [4] Kuopion Energia 2015 [1] Pusa 2017 [3] Etelä-Savon Energia Oy 2017, [4] Kuopion Energia 2015 [2] Lahti Energia 2017
Viilennyslämpöpumppujen kustannukset	kappalemäärä asuntojen määrä eli 210 kpl kappalehintaa 1395 € huoltoväli 2 v huollon hinta 200 € käyttöikä 15 v	[5] InnoAir 2017 a [6] InnoAir 2017b [6] InnoAir 2017b [7] Energiatohokas koti 2016
Aurinkopaneelien kustannukset	paketin tuotto 4680 kWh/a tarvitaan 52 kpl paketin hinta 11 820 € ylijäämäsiähkön myyntihinta verkkoon	[8] Helen 2017 [8] Helen 2017
Jäteveden LTO:n kustannukset	hinta-arvio/rakennus 35 000-45 000 €	[9] Aurime 2017, [10] Ecopal 2017
Energiapaalutuksen kustannukset	hinta-arvio/rakennus 30 000-40 000 €	[9] Aurime 2017, [10] Ecopal 2017
Viilennysenergiapaalujärjestelmällä	CoolBox-lämmönvaihdin energiapaalutuksen yhteydessä, hinta-arvio 10 000-15 000 €	[9] Aurime 2017, [10] Ecopal 2017
Aurinkokeräinten kustannukset	laitteiston ja asennuksen hinta yht. 292 950 € huoltokustannukset 5 %/a alkuinvestoinnista	[11] FinSolar 2016 [11] FinSolar 2016
Sähkön hinta	Etelä-Suomi, verolliset kokonaishinnat, tarjoukset 18 snt/kWh	[12] Energiavirasto 2017
Investoinnin pitoaika	30 a	
Lainan korko	viilennyslämpöpumpuille 15 a	
Annuiteetin korko	3%	
Energianhinnan indeksi	1,03	

Lähteet liite I:

[1] **Lahti Energia. 2017.** Kymijärvi III –biolaitoshanke. [Viitattu 15.7.2017]. Saatavissa: <https://www.lahtienergia.fi/fi/lahti-energia/energian-tuotanto/kymijarvi-iii/polttoaineet/>

[2] **Tilastokeskus. 2017.** Polttoaineluokitus 2017. [Viitattu 15.7.2017]. Saatavissa: http://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html

[3] **Leino, M. 2014.** Sähkö- ja lämpöenergian tuotantomenetelmien ympäristöllisen kilpailukyvyn määrittäminen alueellista energijärjestelmää suunniteltaessa. [Verkkodokumentti]. Diplomityö. [Viitattu 15.7.2017]. Saatavissa: http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/94700/D1_Leino_Final.pdf?sequence=2

[4] **Gabi Software. 2017.** LCA Databases. [Viitattu 15.7.2017]. Saatavissa: <http://www.gabi-software.com/nw-eu-english/databases/>

[5] **Ruukki. 2017.** Ruukki aurinkolämpöpaketti. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.7.2017]. Saatavissa: https://www.energiakauppa.com/WebRoot/vilkasfi01/Shops/2014082005/MediaGallery/pdf/Ruukki/FI_RuukkiAurinkolampopaketti_TekninenEsite.pdf

[6] **Ecopal. 2017.** Tarjous 28.6.2017. Saatavissa: <http://www.ecopal.fi/>

[7] **Ympäristöministeriö. 2012.** Lämpöpumppujen energialaskentaopas. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.7.2017]. Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/noname/%7B10A732A6-EA2F-45F9-869C-6F909138CB26%7D/30757>

[8] **Aurime. 2017.** Tarjous 28.6.2017. Saatavissa: <http://energiapaalu.fi/>

[9] **Innoair. 2017.** GREE Change –ilmastointilaite. [Viitattu 15.7.2017]. Saatavissa: https://www.innoair.fi/epages/innoair.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/Innoair/Products/gree-change

[10] **Ympäristöministeriö. 2017.** Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta, luonnos. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 16.7.2017]. Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/noname/%7B4C0E513E-7596-473A-BE75-04DA10181A23%7D/125734>

[11] **NREL. 2016.** Best Research-Cell Efficiencies. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.7.2017]. Saatavissa: <https://www.nrel.gov/pv/assets/images/efficiency-chart.png>

[12] **Thorpe, D. 2011.** Solar technology. The earthscan expert guide to using solar energy for heating, cooling and electricity. New York, Earthscan. 238 s. ISBN 978-1-84971-109-8

[13] **Energiateollisuus. 2016.** Sähköntuotanto. [Viitattu 15.8.2017]. Saatavissa: https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiantuotanto/sahkontuotanto

[14] **Neo-Carbon Energy. 2015.** Vision and initial feasibility analysis of a recarbonised Finnish energy system. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.8.2017]. Saatavissa: <https://www.lut.fi/documents/10633/70751/LUT-Vision-and-initial-feasibility-of-a-recarbonised-Finnish-energy-system-for-2050.pdf>

[15] **Ilmatieteen laitos. 2014.** Lämmitystarveluku. [Viitattu 10.8.2017]. Saatavissa: <http://ilmatieteenlaitos.fi/lammitystarveluvut>

[16] **Airaksinen, M. & Vainio, T. & Vesanen, T. & Ala-Kotila, P. 2015.** Rakennusten jäähdytysmarkkinat. Asiakasraportti. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.8.2017]. Saatavissa: https://energia.fi/files/399/Rakennusten_jaahdytysmarkkinat_18-12-2015.pdf

Lähteet liite II

[1] **Pusa, S. 2017.** Myyntineuvottelija. Lahti Energia Oy. Sähköposti 10.8.2017.

[2] **Lahti Energia Oy. 2017.** Lämpömaksuhinnasto. [Viitattu 16.8.2017]. Saatavissa: <https://www.lahtienergia.fi/fi/lampo/hinnastot-sopimusehdot/kaukolammon-hinnat/>

[3] **Etelä-Savon Energia Oy. 2017.** Kaukolämmön kausihinnasto 1.1.2017 alk. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.8.2017]. Saatavissa: <https://ese.fi/files/kaukolampohinnasto.pdf>

[4] **Kuopion Energia. 2015.** Kaukolämpö – Hinnasto 1.1.2015 alkaen. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.8.2017]. Saatavissa: https://www.kuopionenergia.fi/wp-content/uploads/2016/01/2454-KL_hinnasto_010115.pdf

[5] **Innoair. 2017a.** GREE Change –ilmastointilaitte. [Viitattu 15.7.2017]. Saatavissa: https://www.innoair.fi/epages/innoair.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/Innoair/Products/gree-change

[6] **Innoair. 2017b.** Ilmalämpöpumpun huolto. [Viitattu 14.8.2017]. Saatavissa: <https://www.innoair.fi/ilmalampopumpun-huolto>

[7] **Energiatehokas koti. 2016.** Lämmitysjärjestelmien elinkaari. [Viitattu 14.8.2017]. Saatavissa: http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/lammitysjarjestelmien_elinkaari

[8] **Helen Oy. 2017.** Osta aurinkopaneelit katollesi. [Viitattu 15.8.2017]. Saatavissa: <https://www.helen.fi/aurinko/kodit/aurinkopaneelipaketit/>

[9] **Ecopal. 2017.** Tarjous 28.6.2017. Saatavissa: <http://www.ecopal.fi/>

[10] **Aurime. 2017.** Tarjous 28.6.2017. Saatavissa: <http://energiapaalu.fi/>

[11] **FinSolar. 2016.** Aurinkolämpöjärjestelmien hintasot ja kannattavuus. [Viitattu 12.8.2017] Saatavissa: <http://www.finsolar.net/aurinkoenergian-hankintaohjeita/aurinkolampojarjestelmien-hintatasot-ja-kannattavuus-suomessa/>

[12] **Energiavirasto. 2017.** Hintatilastot. [Viitattu 5.9.2017]. Saatavissa: <http://www.sahkonhinta.fi/summariesandgraphs>

Elinkaariarviointimallissa käytetyn prosessin nimi

Proessin lyhyt kuvaus

Eiinkaariarvioinnin oletukset

Lähteet

Kaukolämpö	Kaukolämmöntuotantoprosessi	90 % kaukolämmön tuotannon hyötysuhde 49,63 % biopolttoaine, 47,02 % kierrätyspolttoaine ja 3,35 % maakaasu 0,395 kgCO ₂ /kWh biopolttoaineen polton päästökertoain (ei huomioida) 0,114 kgCO ₂ /kWh kierrätyspolttoaineen polton päästökertoain 0,199 kgCO ₂ /kWh maakaasun polton päästökertoain 2,78 kWh/kg biopolttoaineen lämpöarvo (metsätähdehake tai -murske) 5 kWh/kg kierrätyspolttoaineen lämpöarvo 10,1 kWh/kg maakaasun lämpöarvo 10,1 kWh/m ³ maakaasun lämpöarvo 0,72 kg/m ³ maakaasun tiheys	[1] Lahti Energia 2017 [2] Tilastokeskus 2017 [2] Tilastokeskus 2017 [2] Tilastokeskus 2017 [2] Tilastokeskus 2017 [2] Tilastokeskus 2017 [2] Tilastokeskus 2017
Biopolttoaineen hankinta (Kaukolämpö)	Kaukolämpöprosessin polttoaineena syötettävän biopolttoaineen hankinnan päästöt. Muodostuu polttoaineen haketuksen, metsäkoneiden ja kuljetusprosessien polttoaineen hankinnan ja polton päästöistä.	0,00419 kgCO ₂ /kWh ominaispäästökertoain	[3] Leino 2014
Kierrätyspolttoaineen hankinta (Kaukolämpö)	Kaukolämpöprosessin polttoaineena syötettävän kierrätyspolttoaineen hankinta.	Jätteen kuljetuksen päästöjä ei sisällytetä tähän laskelmaan.	
Natural gas mix ts (Kaukolämpö)	Kaukolämpöprosessin polttoaineena syötettävän maakaasun hankinta.		[4] GaBi 2017
Tuulisähkö	Pientuulivoimalan sähköntuotanto	Tuotanto/voimala 14 372 kWh/a, voimaloita 2 kpl Vuosittainen keskimääräinen tuulennopeus Riihimäellä (50 m korkeus) 5 m/s	[5] Aurime [6] Tuuliatlas

Lämpöpumput LTO jätevesi

Lämpöpumpujen sähkönkulutus.

talteenottaa lämpöä 60 MWh/a per rakennus

[7] Ecopal

COP = 2,5

[8] Ympäristöministeriö 2012a

Aurinkosähköntuotanto alueella

Aurinkosähkön tuotanto alueverkkoon ja edelleen asuinalueelle sekä lämmitysjärjestelmään. Tuotettu ylimääräinen aurinkosähkö kesäaikaan päätyy alueverkosta valtakunnanverkkoon. Tätä ylimääräisyyttä ei kuitenkaan huomioida kasvihuonekaasupäästövertailussa, koska sitä syntyy kaikissa vaihtoehdoissa.

tuotanto 38 618 kWh/a (paneelit kattavat pohjapinta-alasta 50 %,

[9] Ympäristöministeriö 2017

auringon kuukausittainen säteililyönti vaakatasolle, vuodessa 975 kWh/m² (säilyvyshyönte i ja ii)

50 % pohjapinta-alasta paneelien peitossa

[10] NREL 2016

0,2 paneelien hyötysuhde (multicrystalline)

[11] Thorpe 2011

0,75 kapasiteetti kerroin

0,97

Sähkölämmityksen hyötysuhde

Keskimääräinen markkinasähkö julkisesta verkosta

Kaiken alueella tarvittavan sähkön tuotanto lukuunottamatta alueella tuotettua aurinkosähköä.

Sähkönhankinnan energialähteiden osuudet: Ydivoima 24,35 %, Jäte + biomassa 15,85 %,

[12] & [13]

Vesivoima 18,3 %, Aurinkosähkö 9 %,

Tuulivoima 22,3 %, Turve 2,2 %, Maakaasu 2,65 %,

Kivihiili 5,2 %, Öljy 0,15 %.

Laskennassa käytetty GaB:n valmistaja yksikköprosessia Suomen sähköntuotannolle.

[4] GaBI 2017

Asuinalue

Peitosaaari, Otavankatu 8: lämmöntarve ja sähköntarve.

kerrosala 1800 m², huoneistoala 1443 m²

Johtumislämpöhäviöt laskettu VTT:n raportin tietojen ja D3:n perusteella

[14] Ympäristöministeriö 2012b

LKV lämmitysenergian nettotarve 35 kWh/m²a

[14] Ympäristöministeriö 2012b

Kuukausittaiset lämmitystarveluvut säilyvyshyönteellä

[15] Ilmatieteen laitos

Valaistuksen käyttöaste 0,1

[14] Ympäristöministeriö 2012b

Kuluttajalaitteiden käyttöaste 0,6

[14] Ympäristöministeriö 2012b

Valaistusteho 9 W/m²

[14] Ympäristöministeriö 2012b

Kuluttajalaitteet 4 W/m²

[14] Ympäristöministeriö 2012b

lämmöntarve 263 170 kWh/a, sähköntarve 80 942 kWh/a

Liite IV

Elinkaarikustannuslaskennassa huomioitun prosessin nimi	Elinkaarikustannuslaskennan oletukset	Lähteet
Kaukolämmön kustannukset	liittymismaksu 2343+5930*V tilausvesivirta-arvio 1,5 m ³ /h perusmaksu 0,5084*(280+4060*V) energiamaksu 57,66 €/MWh	[1] Pusa 2017 [2] Kuopion Energia 2015 [3] Riihimäen Kaukolämpö Oy 2017 [3] Riihimäen Kaukolämpö Oy 2017
Pientuulivoimaloiden kustannukset	kappalemäärä 2 kappalehinta 47 440 €, sis alv. 24 %	[4] Aurime 2017a
	huoltoväli 2 v huollon hinta 320 €, yhden henkilön työpäivä	[5] Parkkari & Perkkiö 2011, [6] Eklund 2011 [5] Parkkari & Perkkiö 2011, [6] Eklund 2011
Aurinkopaneelien kustannukset	paketin tuotto 4680 kWh/a tarvitaan 8 kpl paketin hinta 11 820 €	[7] Helen 2017 [7] Helen 2017
Jäteveden LTO:n kustannukset	hinta-arvio/rakennus 35 000-45 000 €	[8] Aurime 2017b, [9] Ecopal 2017
Lämmönjakotavan muutos	200€000 €	luottamuksellinen
Sähkön hinta	Etelä-Suomi, verolliset kokonaishinnat, tarjoukset 18 snt/kWh	[10] Energiavirasto 2017
Investoinnin pitoaika	30 a	
Lainan korko	3%	
Annuiteetin korko	3%	
Energiahinnan indeksi	1,03	

Lähteet liite III

[1] **Lahti Energia. 2017.** Kymijärvi III –biolaitoshanke. [Viitattu 15.7.2017]. Saatavissa: <https://www.lahtienergia.fi/fi/lahti-energia/energian-tuotanto/kymijarvi-iii/polttoaineet/>

[2] **Tilastokeskus. 2017.** Polttoaineluokitus 2017. [Viitattu 15.7.2017]. Saatavissa: http://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html

[3] **Leino, M. 2014.** Sähkö- ja lämpöenergian tuotantomenetelmien ympäristöllisen kilpailukyvyn määrittäminen alueellista energiajärjestelmää suunniteltaessa. [Verkkodokumentti]. Diplomityö. [Viitattu 15.7.2017]. Saatavissa: http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/94700/DI_Leino_Final.pdf?sequence=2

[4] **Gabi Software. 2017.** LCA Databases. [Viitattu 15.7.2017]. Saatavissa: <http://www.gabi-software.com/nw-eu-english/databases/>

[5] **Aurime. 2017.** Tarjous 28.6.2017. Saatavissa: <http://www.sahkoatuulesta.fi/aurime-tuulivoima/>

[6] **Tuuliatlas. 2017.** Ilmatieteenlaitos. [Viitattu 15.7.2017]. Saatavissa: <http://tuuliatlas.fmi.fi/fi/>

[7] **Ecopal. 2017.** Tarjous 28.6.2017. Saatavissa: <http://www.ecopal.fi/>

[8] **Ympäristöministeriö. 2012a.** Lämpöpumppujen energialaskentaopas. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.7.2017]. Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/noname/%7B10A732A6-EA2F-45F9-869C-6F909138CB26%7D/30757>

[9] **Ympäristöministeriö. 2017.** Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta, luonnos. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 16.7.2017]. <http://www.ym.fi/download/noname/%7B4C0E513E-7596-473A-BE75-04DA10181A23%7D/125734>

[10] **NREL. 2016.** Best Research-Cell Efficiencies. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.7.2017]. Saatavissa: <https://www.nrel.gov/pv/assets/images/efficiency-chart.png>

[11] **Thorpe, D. 2011.** Solar technology. The earthscan expert guide to using solar energy for heating, cooling and electricity. New York, Earthscan. 238 s. ISBN 978-1-84971-109-8

[12] **Energiateollisuus. 2016.** Sähköntuotanto. [Viitattu 15.8.2017]. Saatavissa: https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiantuotanto/sahkontuotanto

[13] **Neo-Carbon Energy. 2015.** Vision and initial feasibility analysis of a recarbonised Finnish energy system. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.8.2017]. Saatavissa: <https://www.lut.fi/documents/10633/70751/LUT-Vision-and-initial-feasibility-of-a-recarbonised-Finnish-energy-system-for-2050.pdf>

[14] **Ympäristöministeriö. 2011.** Rakennusten energiatehokkuus. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.8.2017]. Saatavissa: www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012_Suomi.pdf

[15] **Ilmatieteen laitos. 2014.** Lämmitystarveluku. [Viitattu 10.8.2017]. Saatavissa: <http://ilmatieteenlaitos.fi/lammitystarveluvut>

Lähteet liite IV

[1] **Pusa, S. 2017.** Myyntineuvottelija. Lahti Energia Oy. Sähköposti 10.8.2017.

[2] **Kuopion Energia. 2015.** Kaukolämpö – Hinnasto 1.1.2015 alkaen. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.8.2017]. Saatavissa: https://www.kuopionenergia.fi/wp-content/uploads/2016/01/2454-KL_hinnasto_010115.pdf

[3] **Riihimäen Kaukolämpö Oy. 2017.** [Viitattu 13.9.2017]. Saatavissa: <http://www.rkloy.fi/>

[4] **Aurime. 2017a.** Tarjous 28.6.2017. Saatavissa: <http://www.sahkoatuulesta.fi/aurime-tuulivoima/>

[5] **Parkkari, M. & Perkkiö, T. 2011.** Opas oman pientuulivoimalan hankintaan. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.8.2017]. Saatavissa: http://www.tuulivoimayhdistys.fi/filebank/590-Opas_oman_pientuulivoimalan_hankintaan_-_Parkkari%2C_Perkkio.pdf

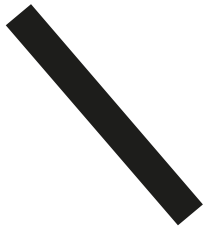
[6] **Eklund, E. 2011.** Jokamiehen opas pientuulivoiman käyttöön. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.8.2017]. Saatavissa: http://www.tuulivoimayhdistys.fi/filebank/759-Joka_miehen_opas_motiva.pdf

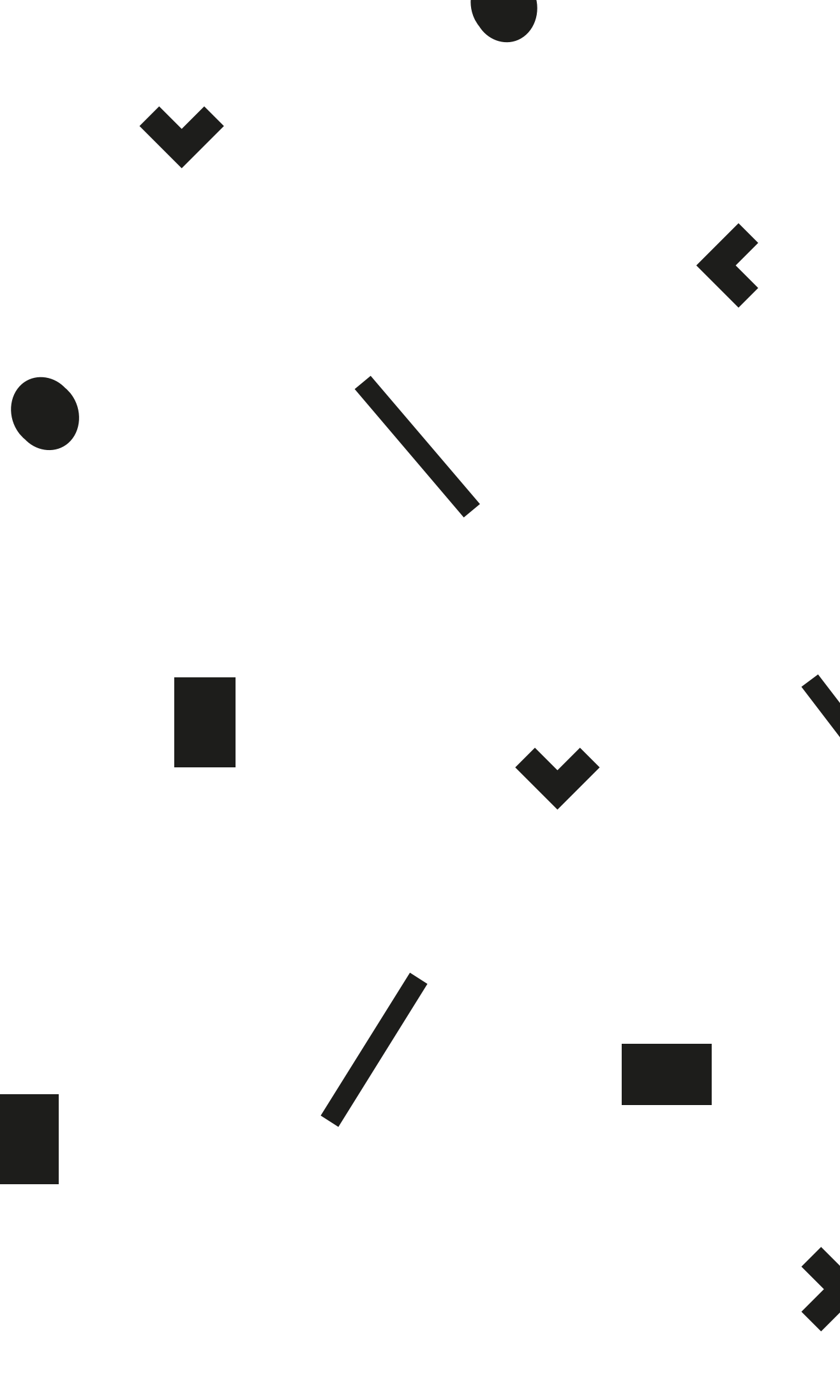
[7] **Helen Oy. 2017.** Osta aurinkopaneelit katollesi. [Viitattu 15.8.2017]. Saatavissa: <https://www.helen.fi/aurinko/kodit/aurinkopaneelipaketit/>

[8] **Aurime. 2017b.** Tarjous 28.6.2017. Saatavissa: <http://www.ecopal.fi/>

[9] **Ecopal. 2017.** Tarjous 28.6.2017. Saatavissa: <http://www.ecopal.fi/>

[10] **Energiavirasto. 2017.** Hintatilastot. [Viitattu 5.9.2017] Saatavissa: <http://www.sahkonhinta.fi/summariesandgraphs>





Tämä julkaisu esittelee ELLI - Energiatohokkuudella ja asuinaluekohtaisella energiantuotannolla lisää Cleantech-liiketoimintaa -hankkeen tuloksia. Julkaisuun on koottu tietoa cleantech-osaamisen kärjistä ja kehittämistarpeista Lahden, Hämeenlinnan ja Lohjan seuduilla. Lisäksi esitellään kolmelle asuinalueelle suunniteltuja vaihtoehtoisia energiaratkaisuja ja skenaarioita alueiden tulevaisuudesta. Tarkasteltavat asuinalueet ovat Lahden Askonalue, Hämeenlinnan Engelinranta ja Riihimäen Peltosaari.

ELLI-hanke toteutettiin Euroopan aluekehitysrahaston tuella vuosina 2016-2017 Päijät- ja Kanta-Hämeen sekä Uudenmaan maakunnissa. Hanketta koordinoi Lahden ammattikorkeakoulu. Partnereina hankkeessa olivat Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Laurea ammattikorkeakoulu, Hämeen ammattikorkeakoulu, Lahden Seudun Kehitys Oy LADEC ja Suomen ympäristöopisto SYKLI.

Lahden ammattikorkeakoulun julkaisusarja, osa 30

ISSN 2342-7507 (verkkojulkaisu)

ISSN 2342-7493 (painettu)

ISBN 978-951-827-270-3 (verkkojulkaisu)

ISBN 978-951-827-271-0 (painettu)

