



Aalto-yliopisto
Insinööritieteiden
korkeakoulu

Rakennusten energiatehokkuuden ja älyohjauksen vaikutus päästöihin, energiakuluihin ja kiinteistöjen arvoon

*Tohtorikoulutettava, Eerika Janhunen,
Professori Seppo Junnila
Kiinteistötalous, Aalto Yliopisto*

Energiatehokkuuden arvo käyttäjälle

Kiinteistön arvo = Taloudellinen hyöty + Strateginen hyöty

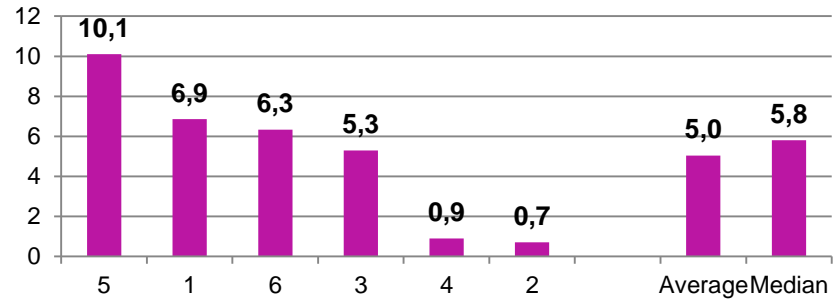
TAI

Kuluttajan kokema arvo = Hyöty + Status

Energiatehokkuuden kannattavuus

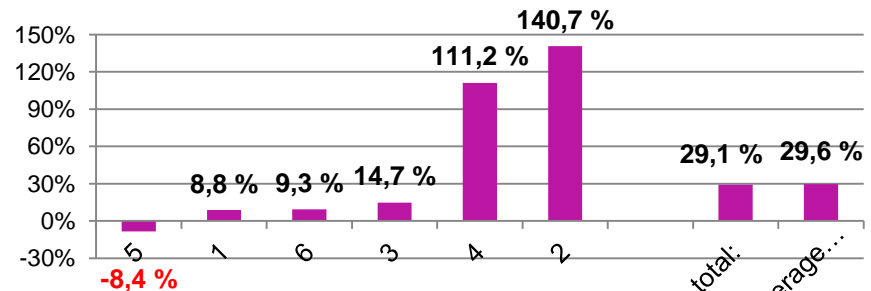
- Energiensäästöinvestointien takaisinmaksuajan keskiarvo oli n. 5.0 vuotta ja mediaani n. 5.8 vuotta

Takaisinmaksuaika (a)



- IRR koko salkun energiatehokkuusinvestoinneille ja vastaaville säästöille oli n. 29.1 % ja keskimääräiselle investoinnille 29.6 %

Investoinnin IRR



Taloudellinen hyöty & strateginen hyöty

Energiatehokkaan asuinkiinteistön arvo = Hyöty + Status

TAI

Taloudellinen hyöty = 18% – 1,5%

Status hyöty = 1,3%

Fuerst et al. / Applied Energy 180 (2016) 560–571

Mikä on Smart Readiness Indicator (SRI)?

EU tasolla kehitteillä oleva työkalu kiinteistöjen älykkyysoptimisuuden arviointiin

Lähtöisin päivitetyn EPBD:n esityksestä, 12/2018-09/2020

- YM & Motiva, hanke soveltuvuudesta Suomeen
https://www.motiva.fi/ratkaisut/ohjauskeinot/rakennusten_alyindikaattori

SRI mittaa **rakennuksen** valmiutta...

- vastata **käyttäjän** tarpeisiin
- parantaa sen **kokonaistehokkuutta** (energianäkökulmasta)
- reagoida jakeluverkon (**gridin**) signaaleihin

→ Tavoitteena lisätä mm. kiinteistöomistajien ja -käyttäjien tietoa rakennusautomaation ja sähköisen valvonnan tuottamasta hyödystä

Miten SRI arvioi rakennusten älykkyyttä?

Ennalta määrätyt palvelut, jotka on jaettu pääkategorioihin

- Lämmitys, lämmin käyttövesi, jäähdytys, ilmanvaihto, valaistus, dynaaminen vaippa, kysyntäjousto, energian tuotto, sähköajoneuvojen lataus sekä seuranta ja säätö

Jokaisella palvelulla on **1-4 älykkyystasoa**

- 0-taso: palvelussa ei ole älykkyyttä (esim. manuaalinen valokatkaisija)
- 4-taso: palvelu on edistyneellinen (esim. tarpeen mukainen valo-ohjaus)

Jokaisella eri älykkyystasolla on lisäksi **vaikutuskertoimet**

- Käyttömukavuus, viihtyisyys, hyvinvointi ja terveys, käyttäjäinfo, rakennuksen energiansäästö, huolto ja vikadiagnostiikka, paikallinen energiantuotanto, joustavuus jakeluverkon kannalta

Yhteenveto SRI arvioiduista kohteista Suomessa

Summary

Building Type	Year of Construction	Assessed Services	Absolute SRI Score	Relative SRI Score
Shopping Centre	2003	41/52	73 %	92 %
Office	1990	36/52	43 %	60 %
Office	2014	44/52	48 %	55 %
Educational	2018	45/52	47 %	52 %
Residential	2010	35/52	42 %	51 %
Office	2013	44/52	42 %	50 %
Educational	2015	33/52	35 %	46 %
Office	2004	36/52	35 %	46 %
Residential	2018	28/52	28 %	46 %
Hotel	(2020)	39/52	33 %	41 %
Residential	1967	20/52	11 %	40 %

Absolute SRI Score = Actual impact scores of the building / Maximum impact scores of all the 52 services

Relative SRI Score = Actual impact scores of the building / Maximum impact scores of all the assessed services

Design by Laura Remes

Tapaustutkimuksen tausta

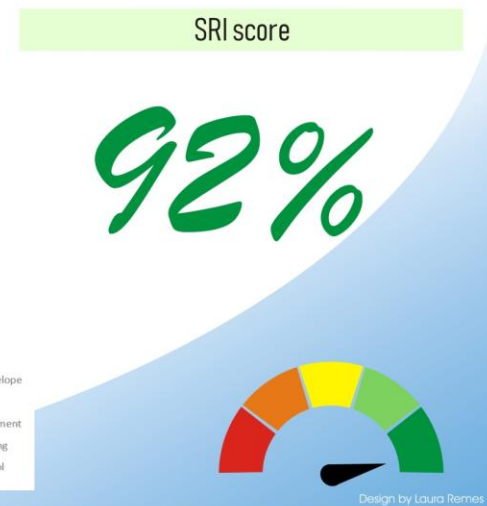
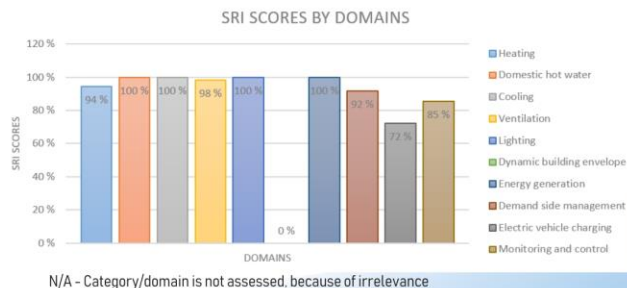
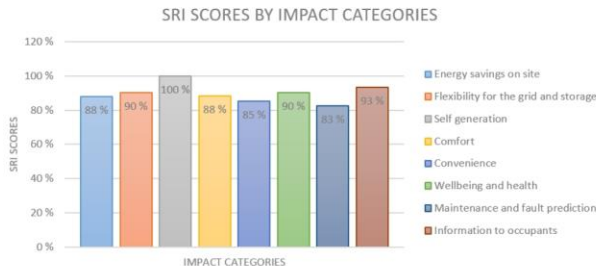
- Hiljattain toteutettu ~6 m€ investointi kiinteistön energiaälykkyyteen

Rakennusvuosi	Pinta-ala [m ²]	Kiinteistötyyppi	Älykäs energiajärjestelmäinvestointi	Keskeiset älyjärjestelmän osat
2003	100 000	Liiketila	2018	Älyohjaus, aurinkopaneelit, akku, varavoima-järjestelmä, LED-valaistus, sähköauton lataus, edistynyt tarpeen ja sähkömarkkinan mukainen säätö

Liiketilakiinteistön SRI* analyysi



- ↑ 90 % of domains above medium level, 40 % of domains 100 %, high SRI scores for all impact categories, SRI A level
- ↓ Dynamic building envelope not applied
- ?! Part of the smart energy system, microgrid functionality. High SRI score is achievable with district heating.



*Arvioinnissa käytettiin soveltuvin osin SRI kehikon ensimmäisen kehitysvaiheen viimeistä raporttia (Verbeke et al. Support for setting up a Smart Readiness Indicator for buildings and related impact assessment – Final Report, 2018)

Älykkään energiajärjestelmän taloudellinen toteuttamiskelpoisuus

Kaksivaiheinen tutkimus kiinteistötalouden näkökulmasta

- **Omistajahaastattelut**
 - Tunnistettiin investoinnin toteuttamista ja/tai toteuttamatta jättämistä puoltavia teemoja
 - Validoitiin taloudellisen investointianalyysin tuloksia
- **Taloudellinen investointianalyysi**
 - Investoinnin taloudellisen kannattavuuden tarkastelu; takaisinmaksuaika, IRR ja ROI
 - Toteutettiin kiinteistön arvon kehittymisen tarkastelu ja herkistely käyttäen DCF analyysia

Omistajahaastattelut

Interview*	Title of the interviewee	Role in the investment
A	Real Estate Portfolio Manager (former)	Primary owner, involved in the decision-making
B	Real Estate Investment Director (former)	Primary owner, involved in the decision-making
C	Real Estate Investment Manager	Primary owner, involved in the management phase
D	Sustainability Manager	Primary owner, involved in the management phase
E	Business Development Director	Owner, involved in the decision-making and management phase
F	CEO	Shopping center manager

*Haastattelut toteutettiin 02/2020 lukuun ottamatta haastattelu A:ta, joka toteutettiin 01/2018.

Omistajan motiivit

- + Taloudellinen kannattavuus (ei kuitenkaan yksinään riittävä vrt. rahavirran määrä suhteessa liikevaihtoon)
- + Imagohyödyt
- + Energia- ja ympäristöhinnotteluun liittyvän riskin pienentäminen
- + Pitkään jatkunut yhteistyö palveluntarjoajan kanssa
- + Riskin hajauttaminen omistajan ja palveluntarjoajan välille

- Uuden teknologian riski
- Asetettujen (energiansäästö)tavoitteiden saavuttamisen epävarmuus
- Uusiin tulovirtoihin (akku) liittyvä hinnoittelun riski
- Juridiset kysymykset omistajan ja palveluntarjoajan välillä

Investoinnin taloudellinen kannattavuus

- Kiinteistön arvonkehitys; 10,2 m€*, alueen tuottovaatimus 4,5 %
- Investoinnin kannattavuutta tarkasteltiin kokonaisuutena
 - Investointi ~6 m€, josta 2 m€ valtion tukea
 - Uudet tulovirrat 480,000 €/vuosi
 - Säästöt 180,000 €/vuosi

Without the subsidy			With the subsidy		
IRR	ROI	Payback time	IRR	ROI	Payback time
5 %	10 %	10 years	11 %	15 %	6,7 years

* Laskennallinen arvo perustuu uusien tulovirtojen ja säästöjen pääomitettuun arvoon 30-vuoden elinkaaren aikana (DCF). Tulovirrat ja säästöt perustuvat palveluntarjoajan esittämiin ja kirjallisuudesta tehtyihin arvioihin.

Johtopäätökset (1)

Tutkimuksen perusteella investointi älykkääseen energiajärjestelmään näyttää taloudellisesti erittäin houkuttelevalta ja kannattavalta

Haastatteluissa kuitenkin havaittiin että...

- taloudellinen kannattavuus ei ole yksin riittävä motiivi investoinnille
- älykkyydellä ei näyttäisi olevan suoraa arvoa päätöksenteossa

Älykkyyden (todellisen) arvon realisoituminen edellyttää jatkotutkimuksia ja älykkäiden energiainvestointien tarkastelua kokonaisuutena

Johtopäätökset (2)

*Kiinteistön energitehokkuuden arvo
= Taloudellinen hyöty + Strateginen hyöty*

Lähteitä

- Janhunen, E, Leskinen, N & Junnila, S 2020, 'The economic viability of a progressive smart building system with power storage', Sustainability (Switzerland), vol. 12, no. 15, 5998.
<https://doi.org/10.3390/su12155998>
- Leskinen, N, Vimpari, J & Junnila, S 2020, 'The impact of renewable on-site energy production on property values', Journal of European Real Estate Research, vol. 13, no. 3, pp. 337-356.
<https://doi.org/10.1108/JERER-11-2019-0041>
- Kontu, K, Penttinen, P, Vimpari, J & Junnila, S 2019, 'From partial optimization to overall system management – Real-life smart heat load control in district heating systems', Energy and Buildings, vol. 204, 109481. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109481>
- Janhunen, E, Pulkka, L, Säynäjoki, A & Junnila, S 2019, 'Applicability of the smart readiness indicator for cold climate countries', Buildings, vol. 9, no. 4, 102.
<https://doi.org/10.3390/buildings9040102>
- Säynäjoki, A, Pulkka, L, Säynäjoki, ES & Junnila, S 2017, 'Data commercialisation: Extracting value from smart buildings', Buildings, vol. 7, no. 4, 104. <https://doi.org/10.3390/buildings7040104>