

Mikael Leinonen

Diplomityö

Sähkötekniikan ja Automaation laitos

25.09.2023

SRI-arviointi haastattelun muodossa

Professori Jaakko Ketomäki

Ohjaaja Laura Remes

Copyright ©2023 Mikael Leinonen

Author	Mikael Leinonen	
Title of thesis	SRI-evaluation in the form of an interview	
Programme	Automation and Electrical Engineering	
Major	Control, Robotics and Autonomous Systems	
Thesis supervisor	Prof. Jaakko Ketomäki	
Thesis advisor(s)	PhD(c) Laura Remes	
Collaborative partner	Aalto-yliopistonkiinteistöt Oy (ACRE)	
Date	Number of pages	Language
25.09.2023	63	Finnish

Abstract

SRI (Smart Readiness Indicator) is a tool used to measure the smart readiness of buildings, and it is supported by the European commission's European Energy Performance of Buildings Directive. The purpose of SRI is to map out the level of automation of the buildings in Europe, which, for example, is important for the building's ability to communicate with the smart grid. Even though SRI is all about the building's automation, the underlying motive is still about environment friendly energy usage – by improving the building's ability to recycle or store surplus energy, by sharing the surplus energy to the grid or by simply minimizing the energy usage of the building.

SRI has been developed by the European commission since 2018, and in 2023 the European commission started an international testing phase. During the testing phase, hundreds of SRI-evaluations were performed across Finland, for different buildings by different parties. The intention was to collect data about the buildings smart readiness levels as well as the performance of SRI-evaluations. The traditional SRI-evaluation requires the assessor to collect proof of the devices and systems. This raised a question during the SRI testing phase: Would it be possible to do the test with less resources, or on a bigger scale?

The discussion led to the possibility of conducting SRI-evaluations in the form of an interview. SRI-interview would result in less time and resources needed for an assessment, but the lack of proof would lead to lower quality and lower reliability of the answers. This research has the goal of finding out how an SRI-interview performs and what are the differences to a traditional SRI-evaluation. Additionally, we want to take notes about how the SRI-evaluation performs in Finnish buildings.

The research has both a literature review, as well as a qualitative research, conducted in the form of an interview. The literature review focused on the climate change and the background and function of the SRI. The qualitative research was conducted in three parts: one singular SRI-evaluation, one singular SRI-interview and one great-scale SRI-interview. The interviews were recorded for later review, and the data was collected and visualized on data tables. The data collected from the interviewees was rather high in reliability, earning a score of 2,5 on a scale of 0-3.

The results of the research show that even if SRI-interview is an efficient and effortless way to collect the needed information, this data is too easy to spoof to be reliable. The assessor must collect the proof of the devices and systems inside the building, and make sure everything works as intended, or otherwise the SRI-evaluation has no value. The possible ways to make use of an SRI-interview include using the data as a preview for the real SRI-evaluation, or to have an actual visit to the building after the SRI-interview to confirm the devices and systems in the building at another time, splitting the effort.

SRI is well suited for Finnish buildings for the most part, with a few exceptions. Heating and the dynamic envelope are the two biggest offenders on the list of SRI-services, requiring structural changes to the SRI-catalogue to fit the Finnish buildings.

Keywords SRI, Smart Readiness Indicator, EPBD, European Energy Performance of Buildings Directive, EU, European Union

Tekijä	Mikael Leinonen				
Työn nimi	SRI-arviointi haastattelun muodossa				
Koulutusohjelma	Automaatio- ja sähkötekniikka				
Pääaine	Säätötekniikka, robotiikka ja autonomiset järjestelmät				
Vastuopettaja/valvoja	Prof. Jaakko Ketomäki				
Työn ohjaaja(t)	Tohtorikoulutettava Laura Remes				
Yhteistyötaho	Aalto-yliopistonkiinteistöt Oy (ACRE)				
Päivämäärä	25.09.2023	Sivumäärä	63	Kieli	Suomi

Tiivistelmä

SRI (Smart Readiness Indicator) eli rakennusten älyindikaattori on Euroopan komission Energiategohokkuusdirektiivistä (EPBD) lähtöisin oleva rakennusten älyvalmiutta mittaava menetelmä. SRI:n tarkoituksena on kartoittaa Euroopan eri rakennusten automaation tasoja, ja täten arvioida esimerkiksi rakennusten valmiutta liittyä älykkääseen sähköverkkoon. Vaikka SRI käsittelee rakennusten älyvalmiutta, on taustalla pohjimmiltaan motiivina rakennusten energiategohokkuuden kehittäminen – lisäämällä rakennusten kykyä kierrättää tai varastoida sähkön hukkatuotantoa, jakaa sähköntuotantoa sähköverkkoon tai yksinkertaisesti minimoimalla sähkönkulutus rakennuksessa.

SRI on ollut kehityksessä Euroopan komission tuella vuodesta 2018 asti, ja vuonna 2023 Euroopan komissio suoritti kansainvälisen testausvaiheen. Testausvaiheessa Suomessa suoritettiin satoja SRI-arvioita eripuolella maata, erilaisille rakennuksille eri tahojen puolesta. Tarkoituksena oli kerätä dataa sekä rakennuksista että SRI-arviointimenetelmästä itsessään. Perinteinen SRI-arvio vaatii arvioitsijan keräävän todenteet kaikista rakennuksen laitteista sekä järjestelmistä ja niiden toiminnasta. Testausvaiheen valmisteluissa heräsi kysymys, olisiko SRI-arvioita mahdollisuus suorittaa paremmin: pienemmällä vaivalla tai suuremmalla mittakaavalla?

Keskustelussa heräsi esille mahdollisuus SRI-arviointien suorittamisesta haastatteluna. Haastatteluna toteutetussa SRI-arviossa säästettäisiin aikaa ja vaivaa, mutta saatujen tulosten laatu ja varmuus oletetusti tulisi kärsimään, todenteiden puutteen vuoksi. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, kuinka SRI-arvio toimii haastattelun muodossa, ja kuinka se vertautuu perinteisiin menetelmin toteutettuun SRI-arvioon. Lisäksi halutaan yleisellä tasolla tutkia, kuinka SRI soveltuu suomalaiseen rakennuskulttuuriin.

Tutkimustyö toteutettiin kirjallisuustutkimuksena sekä laadullisena tutkimustyönä, jossa kerättiin dataa haastattelujen muodossa. Kirjallisuustutkimuksessa perehdyttiin ilmastonmuutokseen sekä SRI:n taustaan ja toimintaan. Laadullinen tutkimustyö oli kolmessa eri osassa: yksi yksittäinen SRI-arvio, yksi yksittäinen haastattelu sekä yksi suuren mittakaavan haastattelu. Haastattelut tallennettiin myöhempää analyysia varten, ja saadut datat kerättiin taulukoihin visualisoitavaksi. Haastateltavien antamat vastaukset olivat lähes kaikki varmoja, ansaiten noin 2,5 varmuusasteen asteikolla 0-3.

Tutkimustyön tuloksena todetaan, että vaikka kyseessä on tehokas ja vaivaton tapa kerätä SRI-taulukon tiedot rakennuksista, ei tätä dataa voida koskaan käyttää todellisessa arviossa tietojen helpon väärennyksen vuoksi. Arvioitsijan täytyy saada todenteet järjestelmien ja laitteiden olemassaolosta sekä toiminnasta, että SRI-arviolla on mitään arvoa. Mahdolliset keinot hyödyntää haastatteluna suoritettua SRI-arvion tuloksia on joko ennakoida arvion edistymistä etukäteen, tai suorittaa arvio haastatteluna ja tämän jälkeen täydentää tiedot keräämällä todenteet rakennuksesta toisena ajankohtana.

SRI soveltuu varsin hyvin Suomen rakennuskulttuuriin, muutamia ongelmia lukuunottamatta. Kaukolämpö sekä dynaaminen ulkovaippa aiheuttavat suurimpia ongelmia suomalaisessa rakennuskulttuurissa, ja niiden korjaaminen vaatii suuria rakenteellisia muutoksia SRI-taulukkoon.

Avainsanat SRI, Rakennusten älyindikaattori, älyvalmius, EPBD, Rakennusten energiategohokkuusdirektiivi, EU, Euroopan unioni

Sisällys

Lyhenteet	7
1 Johdanto	8
1.1 Työn taustaa.....	8
1.2 Aiemmat tutkimukset.....	9
1.3 Työn tavoitteet.....	10
1.4 Työn rajaus.....	11
1.5 Työn sisältö	11
2 Tausta.....	12
2.1 Mikä on ilmastonmuutos.....	12
2.2 Mikä on Älyrakennus?	13
3 SRI	15
3.1 Historiaa ja taustaa	15
3.2 Testausvaihe.....	15
3.3 Miten SRI toimii?	16
3.4 Palvelun arviointi	19
3.5 SRI Luokat	20
4 Tutkimustyö	21
4.1 Ensimmäinen perehtyminen SRI-laskelmaan	21
4.2 Tutkimusmenetelmät.....	24
4.3 Haastateltavat.....	25
4.4 Haastateltavien Taustat	25
4.5 Kampusrakennuksen SRI-laskelman haastattelu	27
4.6 Haastattelun 2 Läpikäytyt Rakennukset.....	32
4.7 Kampusrakennuksen SRI-laskelman rakennus 1.....	39
4.8 Kampusrakennuksen SRI-laskelman rakennus 2.....	41
4.9 Kampusrakennuksen SRI-laskelman rakennus 3.....	44
4.10 Kampusrakennuksen SRI-laskelman rakennus 4.....	47
5 Tulokset.....	49
5.1 Haastattelun 2 tulokset.....	49
5.2 Kaukolämpö	50
5.3 Dynaaminen ulkovaippa	51
5.4 Sähköautojen lataus	52
5.5 Valaistus.....	53
5.6 Energian tuotanto	54
5.7 Seuranta ja valvonta	54

6 Johtopäätökset	55
6.1 Haastattelu SRI-arvion muotona	55
6.2 Valaistuksen aihealueen kehittäminen	56
6.3 SRI-ohjekirja.....	58
6.4 Miten SRI-soveltuu Suomeen	59
7 Yhteenveto.....	60
8 Lähdeluettelo.....	62

Lyhenteet

EED	Energy Efficiency Directive / Energiatehokkuusdirektiivi
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive / Rakennusten Energiatehokkuusdirektiivi
EU	European Union / Euroopan unioni
LPU	Lämpöpumppu
LVI	Lämpö, vesi ja ilmastointi
HVAC	Heating, Ventilation and Air Conditioning
SRI	Smart Readiness Indicator / Rakennusten älyindikaattori
TABS	Thermally Active Building Systems / Lämpöenergiaa varaavat rakenneosat
TBS	Technical Building Systems / Tekniset Rakennusjärjestelmät

1 Johdanto

1.1 Työn taustaa

SRI eli Smart Readiness Indicator, suomeksi ”Rakennusten älyindikaattori” on Euroopan Unionin Rakennusten Energiatohokkuusdirektiivin vuonna 2018 kehitykseen valittu rakennusten arviointimenetelmä, joka arvioi rakennusten älyvalmiutta (Euroopan Komissio, 2023). SRI:n tarkoitus on kartoittaa Euroopan rakennusten älyvalmiuden tasoa mittaamalla niiden järjestelmien ja laitteiden automaation tasoa (Euroopan Komissio, 2023). Tämän kartoituksen myötä saadaan tietoa Eurooppalaistan rakennusten kehitysmahdollisuuksista esimerkiksi rakennusten lämmityksen, ilmastoinnin sekä vedenjakelun suhteen (Euroopan Komissio, 2023). SRI-arviossa kerätään rakennuksesta SRI-taulukkoon arvosanat rakennuksen eri toiminnallisuuksien automaation tasoista, ja niiden perusteella arvioidaan koko rakennuksen laitteiden ja järjestelmien automaation tasoa asteikolla nollasta sataan (Ketomäki, 2023).

Euroopan komissio suoritti vuoden 2023 aikana kansainvälisen SRI-testaushankkeen, jossa Euroopan eri maat osallistuivat SRI-menetelmän testaukseen menetelmän nykyisessä muodossaan (Motiva, 2023). Testauksen aikana Suomessa suoritetaan satoja SRI-arvioiteja useille erityyppisille rakennuksille, jotta dataa menetelmän toiminnasta saadaan mahdollisimman paljon (Motiva, 2023). Koska arvioiteja suoritetaan niin suuri määrä, heräsi kysymys voisiko arviointien tekemistä mahdollisesti jotenkin helpottaa esimerkiksi suorittamalla täyden, paikanpäällä tehtävän arvion sijaan etähaastattelu, joka vähentäisi arvion järjestelyyn ja suorittamiseen vaadittavaa aikaa merkittävästi.

Perinteisesti SRI-arvioita tehdessä henkilön tulee löytää arvioitavasta rakennuksesta tuntevia henkilöitä. Sen lisäksi että arvioitsijan on hyvä tuntea rakennustekniikan laitteita, on usein mukana esimerkiksi rakennuksesta vastaava huoltaja, joka tietää mistä rakennuksen eri laitteet ja järjestelmät löytää. Sen lisäksi että laitteiden olemassaolo ja kunto tarkistetaan, arvion yhteydessä otetaan usein kuvia rakennuksen laitteita. Tämän lisäksi ollaan usein yhteydessä rakennuksen ylläpitäjään, jolla tulisi olla tiedossa rakennuksen huoltohistoriaan sekä järjestelmien muutoksiin koskevat tiedot. On myös tärkeää että arviota tehdessä on mukana henkilö, joka ymmärtää rakennuksen automaatiojärjestelmien toiminnasta. Yhden SRI-arvion tekemiseen tarvitaan siis paljon valmistautumista sekä usean henkilön työtunteja, jotta arvio saadaan tehtyä tarkasti ja arviointimenetelmää oikein soveltaen.

SRI-arvio tehdään perinteisellä tavalla paikan päällä, joten myös paikalle matkustamiseen sekä rakennuksessa liikkumiseen käytetään aikaa, eikä esimerkiksi Suomen toisella puolella olevan rakennuksen arviointi ole aina kannattavaa pitkän välimatkan vuoksi. Tämän vuoksi SRI-arvioita on myös kokeiltu haastattelun muodossa, esimerkiksi videopuheluna verkossa.

Haastattelun muodossa tehty SRI-arviointi vaatii vähemmän suunnittelua sekä vaivaa kaikkien arviointiin osallistuvien osalta. Arvioitsijan ei tarvitse matkustaa paikanpäälle arviointipäivänä, eikä rakennuksen laitteisiin ja järjestelmiin tutustuminen etukäteen ole välttämättä yhtä tärkeää kuin perinteisen arvioinnin tekemisen yhteydessä. Myös

haastateltavien aikaa säästy, kun heidän ei tarvitse varata aikaa rakennuksessa liikkumiseen ja eri laitteiden sekä järjestelmien esittelyyn. Haastateltavia saattaa myös olla vähemmän, sillä esimerkiksi rakennuksen tiloja esittelevää huoltohenkilöä tai tätä vastaavaa ei välttämättä tarvita haastattelussa. Toisaalta, voidaan myös väittää että vähemmän vaivaa vaativassa haastattelussa voisi olla tärkeämpää käyttää aikaa valmisteluun sekä osaavien ihmisten löytämiseen haastateltavaksi, jotta tuloksesta saataisiin mahdollisimman hyvä.

SRI-arvion suorittaminen haastattelun muodossa tuottaa kuitenkin vaikeuksia. Kun arviota ei olla tekemässä paikanpäällä, on vaikea todistaa tai varmistaa laitteiden tai järjestelmien toimintaa rakennuksessa. Haastateltavat voivat muistaa asioita väärin tai heidän tiedot voivat olla vanhentuneita, jolloin olisi hyvin tärkeää että arvion tekijä pystyisi varmistamaan haastateltavien tietoja näkemällä rakennuksen laitteita ja järjestelmiä itse. Haastateltavat voivat myös johtaa arvioitsijaa harhaan tarkoituksella paremman SRI-arvion tuloksen saamiseksi. Valokuvat sekä muut todenteet arvion tekemisestä jäävät saamatta haastattelun muodossa, ellei haastateltavia pyydetä erikseen keräämään kuvia. Todenteiden puuttumisen vuoksi on vaikea osoittaa pelkän haastattelun perusteella, että haastattelussa kerättyjen tietojen todellisuudesta voidaan olla varmoja.

1.2 Aiemmat tutkimukset

SRI on vielä varhaisessa testausvaiheessa, mutta siihen liittyviä tutkimuksia löytyy jo arkistoista.

Märzinger ja Österreicher tutkivat SRI:n innoittamana kuinka rakennusten älykkyys voisi käytännössä mahdollistaa energiakuormituksen siirtelyn aluepiirin älykkään sähköverkon sisällä. SRI:n mukaisen korkean sähköverkon automaation tason avulla rakennuksia voisi käyttää energiavarastoina, jotka varaavat sähköä korkean tuotannon aikana ja vähitellen kuluttavat tätä varastoitua sähköä. Tämä on erityisen edullista sähköverkoissa, joihin on kytketty uusiutuvaa sähköä tuottavia laitteita. Uusiutuva sähkö on perinteisesti tuotannoltaan epätasaista, minkä vuoksi sen varastointi on tärkeää tasaisen sähkönsyötön varmistamiseksi. Mikäli sähköverkon rakennukset pystyvät toimimaan varastona uusiutuvalle sähkölle, hukkaenergiaa syntyy vähemmän ja uusiutuvasta energiasta tulee kannattavampaa tuottaa. (Märzinger, 2020)

Fokaides, Panteli ja Panayidou perehtyivät SRI:n toimintaan ja tehokkuuteen energiatehokkuutta kehittävänä tekijänä. Tutkimuksen katsaus SRI:n toimintaan oli yksi ensimmäisistä ja tarkoituksena oli yleisellä tasolla selvittää, kuinka hyvin SRI on toteutettu ja onko SRI:ssä merkittäviä ongelmia tai muutoksia vaativia kohtia. Tutkimuksessa todetaan, että SRI on ainakin varhaisessa vaiheessaan kulkemassa oikeaan suuntaan, ja innoittaa rakennuksen suunnittelijoita tekemään energiatehokkuutta kehittäviä älyratkaisuja rakennuksiin. SRI on nykyisessä muodossaan kattava ja ottaa huomioon suurimman osan rakennuksen ominaisuuksista arvioissaan. (Fokaides PA, 2020)

Vigna, Perneti, Pernigotto ja Gasparella kokeilivat SRI-arvion tekemistä toimistorakennukseen, kiinnittäen huomiota tulosten laatuun ja SRI-arvion etenemiseen. Tutkimuksessa oli mukana suuri määrä asiantuntijoita, jotka kykenivät arvioimaan tehokkaasti SRI-tilin palveluiden automaation tasoja. Asiantuntijat jaettiin kahteen ryhmään heidän taitojensa mukaan, ja heidän tekemien arvioiden tuloksia verrattiin. SRI-arvion tekemiseen valmistauduttiin paljon ja resursseja käytettiin paljon, ja tämä näkyi myös tuloksissa. Tutkimuksessa todettiin, kuinka merkittävää on saada paikalle asiantuntijoita, jotka tuntevat rakennuksen ja sen järjestelmät. Tarkalla tietämyksellä rakennuksen automaatiosta ja älyvalmiudesta saadaan selville asioita, jotka eivät ole käytössä rakennuksen nykyisessä toiminnassa. SRI-arvion tulokset voivat siis riippua arvioitsijoiden osaamisesta, mikä painottaa heidän SRI-arvioitsijakouluttamisen tärkeyttä SRI:n yleistymisen myötä. Arvioitsijaryhmien tuloksista huomasi myös, kuinka heidän oma alansa vaikuttaa tuloksiin. Energia-asiantuntijat ja automaatio-asiantuntijat keskittyivät erilaisiin asioihin erilaisella näkökulmalla, joka johti erilaisiin tuloksiin SRI-arviossa. (Vigna I, 2020)

1.3 Työn tavoitteet

Tämän työn tavoitteena on selvittää, kuinka haastatteluna toteutettu SRI-arvio vertautuu perinteiseen arvionitapaan. Työssä halutaan kiinnittää huomiota haastateltavien henkilöiden vastausten varmuuteen, vastausten laatuun verrattuna perinteiseen SRI-arvion sekä yleisesti SRI-arvion toimivuuteen Suomalaisessa ympäristössä. SRI-tilin on vielä kehityksessä, joten on tärkeää löytää mahdollisia ongelmia kuten myös mahdollisia kehitysideoita ennen SRI:n käyttöönottoa. Jotta nämä tavoitteet saavutettaisiin, on tutkimukselle määritetty tutkimuskysymykset, joihin tutkimuksella koitetaan selvittää vastauksia:

- Ovatko haastateltavien antamat vastaukset varmoja sekä luotettavia?
- Onko haastattelussa merkittäviä etuja perinteiseen arvionitapaan verrattuna?
- Kuinka suomalainen rakennustapa sopii SRI-arvion täydentämiseen?

1.4 Työn rajaus

Työtä on rajattu sekä näkökulman, haastateltavien henkilöiden sekä arvioitavien rakennusten kannalta.

Työn näkökulmaksi haluttiin keskittyä arvioihin, joissa haastateltavat henkilöt eli rakennusten asiantuntijat ovat pääasiallisesti vastuussa SRI-taulukon tulkinnasta. Tämä antaa tutkimukselle tietoa siitä, kuinka hyvin SRI-taulukko on soveltuvainen siihen perehtyville rakennustekniikan asiantuntijoille. Lisäksi näkökulmassa haluttiin perehtyä kokemattomien asiantuntijoiden vastausten varmuuteen, eikä itse SRI-arvioiden tuloksiin. Tämä tarkoittaa että SRI-arvion tulos itsessään ei ole keskeinen, vaan SRI-arvion aikana kerätty metadata haastateltavien käyttäytymisestä haastattelun aikana. Haastateltavien vastausten varmuus arvioitiin heidän keskustelun laadun perusteella.

Haastateltavat henkilöt valittiin heidän alan osaamisen sekä tutkittavan kampusalueen rakennusten tuntemuksen perusteella. Haastateltavien henkilöiden tuli sekä olla alan asiantuntijoita, että myös ennalta tuttuja kampuksen rakennusten kanssa. Tämän vuoksi oli kannattavaa etsiä haastateltavia Aalto-yliopistokiinteistöt OY:n (ACRE) henkilöstöstä, sillä heidän työnkuvaansa kuuluu kampusalueen rakennusten ylläpitäminen. Haastateltavat henkilöt olivat siis hyvin tietoisia rakennuksista, mutta heillä oli vähän tai ei lainkaan kokemusta SRI-arviosta tai sen toteuttamisesta.

Arvioitavia rakennuksia rajattiin työssä niiden käyttötarkoituksen, sijainnin sekä rakennuksen iän mukaan. Haastatteluissa haluttiin käsitellä mahdollisimman laajaa valikoimaa saman kampusalueen rakennuksista, jotta saadaan samoilta haastateltavilta henkilöiltä paljon dataa. Rakennusten tuli olla opiskelijoiden käytössä olevia oppirakennuksia, ja rakennusten iän sekä peruskorjausten tason haluttiin vaihtelevan eri kohteiden välillä. Tällä tavalla saatiin dataa miten haastateltavien vastaukset vaihtelevat erilaisten rakennusten kohdalla, mitkä aihealueet SRI-taulukossa on helppoja tulkita ja kuinka ongelmakohdat SRI-taulukossa vaihtelevat rakennusten välillä.

1.5 Työn sisältö

Diplomityössä käydään ensin läpi kirjallisuuskatsaus, joka johdattaa lukijan työn aiheeseen kertomalla työhön liittyvästä taustasta luvussa 2. Tämän jälkeen siirrytään SRI:tä käsittelevään osuuteen, joka kertoo SRI:n taustasta sekä toiminnasta luvussa 3. Nämä luvut antavat taustatietoa aiheesta, ja niiden jälkeen työssä siirrytään tutkimuksen osuuteen.

Tutkimusosuudessa käydään läpi työn aikana tehdyn laadullisen tutkimuksen toteutuksesta sekä tuloksista. Luku 4 kertoo lukijalle työn aikana tehdystä tutkimustyön periaatteista sekä tarkasta toteutuksesta tavalla, jolla kuka tahansa voi toistaa tutkimuksen. Luvussa 5 tarkastellaan tutkimuksen tuloksia ja puretaan kerätty data tuloksiksi. Luvussa 6 analysoidaan tuloksia ja tehdään johtopäätöksiä niiden perusteella, sekä ehdotetaan mahdollisia ratkaisuja tutkimuksen perusteella. Luku 7 on yhteenveto diplomityöstä, ja luvussa 8 esillä on työssä käytetyt lähteet.

2 Tausta

2.1 Mikä on ilmastonmuutos

Ilmastonmuutos johtuu kasvihuoneilmiön kärjistymisestä. Kasvihuoneilmiö ei itsessään ole vaarallinen, vaan välttämätön osa elämän mahdollistamiseksi planeetallamme. Kasvihuoneilmiön ansiosta planeetta pystyy varaamaan lämpöä ilmakehän sisälle muodostamalla kaasukerroksen, joka heijastaa planeetalta karkaavaa lämpöä takaisin Maan pinnalle. Kasvihuoneilmiön ansiosta Maan keskivertolämpötila on pysynyt hieman alle 14 Celsiusasteen lukemassa. Ihmisten kulttuurin teollistuminen on kuitenkin johtanut kasvihuonekaasujen määrän kasvamiseen, jonka seurauksena ilmakehän kaasukerros on kasvanut paksummaksi ja täten varaten yhä enemmän lämpöä ilmakehän sisälle, johtaen ilmaston lämpenemiseen. (Melissa, 2019)

Ilmaston lämpeneminen ja ilmastonmuutos eivät ole sama käsite: ilmaston lämpeneminen on osa ilmastonmuutosta, ja tarkoittaa ilmastossa huomattavaa tasaista lämpötilan nousua vuosikymmenien aikana. Tämä johtuu kasvihuonekaasujen määrän kasvamisesta ilmakehässä. 1900-luvun alun jälkeen on mitattu 1,0 – Celsiusasteen kasvu Maapallon keskivertoisessa lämpötilassa, ja tämä vauhti on kiihtynyt ennestään teollistumisen myötä, saavuttaen 0,2 -Celsiusasteen kasvun vuosikymmentä kohden 2000-luvulla. Kun ilmaston keskimääräinen lämpötila nousee merkittävästi, on ilmastossa oletettavissa suuria muutoksia kokonaisuudessaan. (Nasa, 2023)

Ilmasto on käsite, joka kattaa säätietoja viimeisen 30 vuoden takaa. Ilmastolla tarkoitetaan siis pitkäaikaisia säätietoja, ja tämän käsitteen avulla voidaan vertailla eri vuosien, vuosikymmenien tai jopa vuosisatojen trendejä esimerkiksi lämmön tai kosteuden suhteen. Ilmastonmuutos viittaa siis merkittävään muutokseen maailman säätilojen keskiarvoissa, ja johtaa suuriin mutta vähittäisiin muutoksiin maapallolla, kuten merenpinnan tason nousuun, meriveden lämpötilan kasvuun, jäätiköiden sulamiseen sekä Etelä- että Pohjoisnavalla ja paikallisen kasvillisuuden muutoksiin. Tämän lisäksi ilmastonmuutos johtaa ilmastokatastrofien yleistymiseen, jotka aiheuttavat akuutteja ongelmia maailmalla. Ilmastokatastrofeja ovat esimerkiksi pyörremyrskyt, tulvat sekä metsäpalot, ja näiden tuottama vahinko on selvästi havaittavissa. (Nasa, 2023)

Ilmastonmuutos tapahtuu vähitellen ihmisen aiheuttamien lisääntyvien kasvihuonekaasujen päästöjen seurauksena. Ihmisiä on planeetallamme enemmän kuin koskaan, ja tämä tarkoittaa myös teollisuuden lisääntymistä. Suurin osa päästöistä onkin teollisten lämpö- sekä sähkötehtaiden toiminnan mahdollistaminen hiilellä sekä muilla fossiilisilla polttoaineilla, muodostaen 25% vuosittaisista kasvihuonekaasujen päästöistä. Sähkön- ja lämmöntuotannon lisäksi suuria kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttavat liikenne, ruoantuotanto sekä viljely, ja näihin läheisesti liittyvä metsien kaataminen epäsuorasti vaikuttaa kasvihuonekaasujen syntymiseen estämällä kasvien luonnollista hiilidioksidin hengittämistä. (Melissa, 2019)

Yksi suurimmista kasvihuonekaasujen lähteistä on erilaisten rakennusmateriaalien tuotanto tehtaissa sekä niiden käyttöön kuuluva rakentaminen itsessään. Kasvihuonepäästöt eivät myöskään lopu rakennuksen valmistuessa, vaan rakennukset itsessään aiheuttavat yli 6% maailman kasvihuonepäästöistä lämmityksen, jäähdytyksen ilmanvaihdon sekä muiden modernien talotekniikoiden seurauksena. (Melissa, 2019)

2.2 Mikä on Älyrakennus?



Kuva 1: Älyrakennuksen eri osa-alueet (Commission, European, 2017)

Älyrakennus voidaan määritellä rakennuksena, jonka sensorit, laitteet sekä toiminnallisuudet ovat kytkettyinä yhteiseen verkkoon, mahdollistaen keskustelun rakennuksen eri osien välillä. (Commission, European, 2017) Rakennuksen sensoreita, laitteita sekä toiminnallisuuksia voidaan ohjata, säätää tai automatisoida tämän keskustelun ansiosta niin, että rakennuksen eri osat yrittävät saavuttaa toivottua tilaa yhteistyössä. (Commission, European, 2017) Esimerkiksi jos taloa halutaan jäähdyttää, ikkunoiden avaaminen, lämmityksen lopettaminen ja sähkölaitteiden sammuttaminen ovat 3 erilaista toimintoa, mutta älykkäässä rakennuksessa kaikki nämä muutokset voivat tapahtua kerralla.

Älykoti ja älyrakennus eivät ole sama käsite. Älyrakodit tarjoavat yleistä rakennuksen turvallisuutta hälytysten sekä varoitusten muodossa, mutta myös mukavuus ja helppokäyttöisyys ovat käyttäjälle selviä etuja. Älykodin tarkoituksena on palvella käyttäjää, ja toiminnallisuudet usein keskittyvätkin käyttäjän näkökulmaan. (Commission, European, 2017)

Älyrakennukset viittaavat kaikkiin älykkäisiin rakennuksiin, ja nämä ovat usein teollisia tai julkisia toimitiloja. Älyrakennuksesta puhuessa ollaan enemmän kiinnostuneita

rakennuksen toiminnasta sen ulkopuolella sekä rakennuksen vaikutuksesta ympäristöön. Euroopan Komission mukaan älyrakennuksen suurin etu on energiatehokkuus ja energiatehokkuus. 2017 Euroopan Komissio totesi, että parhaimmat keinot älyrakennuksella säästää energiassa on: (Commission, European, 2017)

1. Säästämällä valojen käyttämää energiaa. Tämä voidaan automatisoida sensoreilla, jotka havaitsevat valon määrää sekä muiden laitteiden toiminnan perusteella. Tämän datan pohjalta voidaan himmentää tai kirkastaa valoja. Lisäksi voidaan ottaa huomioon ihmisten läsnäoloa mittaavat laitteet ja sensorit, jolloin voidaan kytkeä valot pois päältä kokonaan henkilöiden poistuessa tilasta. (Commission, European, 2017)
2. Ilmastointilaitteet, jotka osaavat ennakoita läsnäoloa, sään muutoksia sekä muutoksia rakennuksen sisäilmassa. (Commission, European, 2017)

Älyrakennuksia uskotaan olevan maailmassa lähes 1000 miljoonaa vuoteen 2025 mennessä. Eniten älyrakennuksia on tällä hetkellä Yhdysvalloissa, joiden kaikista rakennuksista 40% voidaan katsoa älyratkaisuja käyttäviksi. (Commission, European, 2017)

Euroopan Komission vuonna 2017 määrittelemät tärkeimmät energiatehokkuuden kehityskohteet ovat kuitenkin hyvin erilaiset SRI-taulukon pohjoisen Euroopan painotuksiin verrattuna. SRI-laskelmassa painotetaan lämmitystä selvästi eniten (31% energiatehokkuudelle, 49% energiatehokkuudelle), rakennuksen jäähdytys (~12%) sekä tietojen monitorointi seuraavana listalla (20%). Rakennuksen energiatehokkuudessa myös ilmanvaihto saa suuren 20% painotuksen, mutta tätä ei huomioida lainkaan energiatehokkuudessa. (Euroopan Komissio, 2023)

Ilmastoinnilla ei ole siis erityisen suurta painoarvoa energiatehokkuuden kohdalla, eikä lainkaan vaikuta energiatehokkuuteen. Valaistuksen painoarvo on 8% energiatehokkuuden kohdalla, ja 0% energiatehokkuudessa. Euroopan Komission 2017 raportissa arvioidut suurimmat energiatehokkuuden sekä energiatehokkuuden kehityksen kohteet valaistus sekä ilmanvaihto eivät vaikuta kaikista tärkeimmiltä SRI-taulukon painotuksiin verrattuna. Tämän sijaan, pohjoisen Euroopan tärkeimmät kehityksen kohteet ovat lämmityksen sekä jäähdytyksen automatisoinnin kehitys. Monitorointi on osa tätä automaatiota, ja on oletettavaa että se kehittyy muun automaation ohella. (Euroopan Komissio, 2023)

3 SRI

3.1 Historiaa ja taustaa

SRI alettiin kehittämään Rakennusten Energiatehokkuusdirektiivin artiklan kahdeksan myötä 2018. Tarkoituksena oli luoda koko Euroopan kattava standardi rakennuksen älyvalmiuden määrittämiseksi, jotta rakennusten älyvalmiuden tasoa voidaan vertailla helposti eri puolilla Eurooppaa. Rakennuksen älyindikaattori keskittyy pääosin rakennuksen taloteknisten järjestelmien arviointiin.

SRI on noussut vähitellen yhä enemmän merkittäväksi osaksi rakennuksen perustietoja, ja mahdollisesti tulee olemaan tulevaisuudessa rakennuksen energiatodistuksen rinnalla. Tätä tukee Euroopan Komission maininnat rakennuksen älyindikaattorista monissa eri artikloissa. Tulee kuitenkin huomata, että alun perin suunniteltu pakollinen rakennuksen SRI-todistus ei toteudu, vaan rakennuksen älyindikaattorin toteutuksesta päättää Euroopan Komissio. On todennäköistä, että rakennuksen älyindikaattori tulee olemaan merkittävä osa tulevaisuuden rakennusalaan. (Ketomäki, 2023)

3.2 Testausvaihe

SRI-menetelmän testausvaihe aloitettiin Suomessa vuoden 2022 lopussa. Testausvaiheen tarkoituksena on kerätä laaja määrä dataa eri puolelta Suomea erityyppisistä rakennuksista. Testausvaiheeseen liittyy muun muassa suomenkielisen käännöksen tekeminen, erilaisten rakennusalan osaajien tutustuttaminen prosessiin sekä SRI-menetelmän puutteiden löytäminen suomalaisessa ympäristössä. Testausvaiheen aloittamiseen kuuluu myös Maaliskuussa 2023 tapahtuva koulutus, jonka avulla saadaan ihmisille käsitystä siitä, mikä SRI-menetelmän tarkoitus on, miten se on eduksi niin maailmalla kuin Suomessa, sekä kuinka itse arviointi suoritetaan. (Motiva, 2023)

Koulutukseen osallistuu useita kymmeniä rakennusalan ammattilaisia, muun muassa energiakatselmoitsijoita, talotekniikan suunnittelijoita ja energiatodistuksen laatijoita. Jokaiselle koulutettavalle annetaan 3 rakennusta itsenäiseen arviointiin, ja tällä tavalla saadaan yli 100 SRI-arviota suoritettua kesän 2023 aikana. Rakennukset ovat testausvastaavien hyväksymiä, jotta saadaan mahdollisen laaja ja kattava valikoima erilaisia SRI-tuloksia. Testausvaiheen tulokset lähetetään Euroopan komissiolle vuoden 2023 loppuun mennessä, jonka jälkeen SRI-menetelmää jalostetaan tarpeen mukaisesti. (Motiva, 2023)

3.3 Miten SRI toimii?

SRI eli rakennuksen älyindikaattori on prosentuaalinen arvo, joka kertoo kuinka lähellä rakennus on tapauskohtaista ideaalista älyvalmiustasoaan. Rakennukselle annetaan siis arvosana väliltä 0-100%, ja mitä lähempänä arvosana on sataa prosenttia, sitä suurempi on älyvalmiuden taso kyseisessä rakennuksessa. Arvioitavat aihealueet ovat jaettu yhdeksään eri aihealueeseen (Engl. "Domain"): (Johansson, 2023)

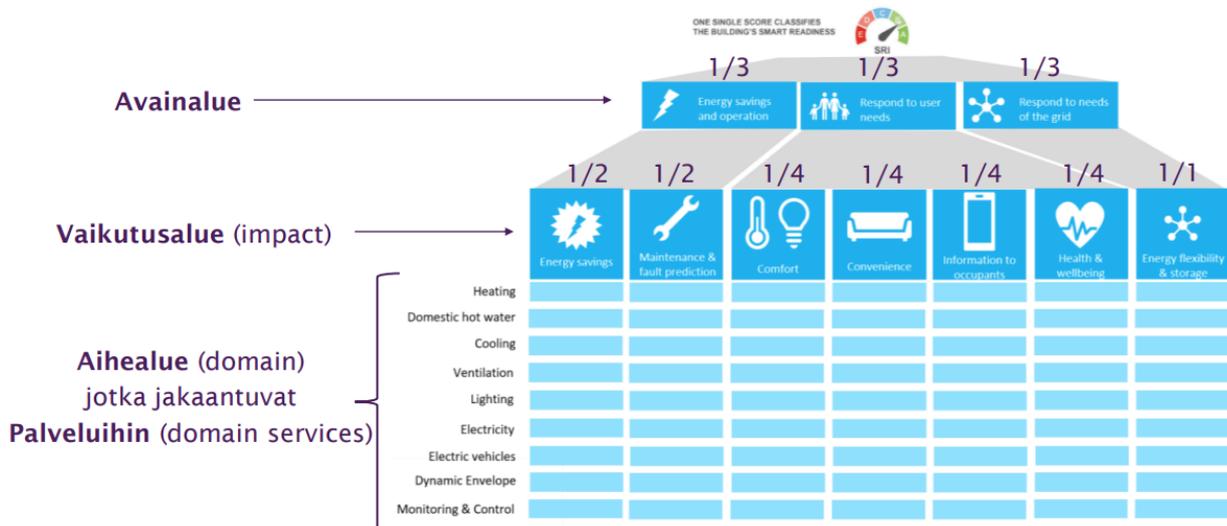
- Lämmitys (Engl. "Heating")
- Jäähdytys (Engl. "Cooling")
- Lämmin käyttövesi (Engl. "Domestic hot water")
- Koneellinen ilmastointi (Engl. "Ventilation")
- Valaistus (Engl. "Lighting")
- Dynaaminen ulkovaippa (Engl. "Dynamic envelope")
- Paikallinen sähköntuotanto (Engl. "Electricity")
- Sähköavoneuvojen lataus (Engl. "Electric vehicles")
- Seuranta ja valvonta (Engl. "Monitoring & control")

Nämä aihealueet ovat puolestaan jaettu pienempiin osiin, joita kutsutaan "palveluiksi" tai "tuotetuiksi palveluiksi" (Engl. "Domain services"). Jokainen palvelu on arvioitu asteikolla joka alkaa nolasta, ja saavuttaa korkeimmillaan arvosanan neljä. Taso nolla tarkoittaa että automaatio on hyvin vähäistä tai sitä ei ole lainkaan, kun taas arvosana neljä viittaa että automaation taso on hyvin korkea. Kaikilla palveluilla korkein arvosana ei ole neljä, vaan automaation tasoja saattaa olla vain kaksi tai kolme. Palveluita on yhteensä 54. (Johansson, 2023)

Kun aihealueen jokaiselle palvelulle on annettu arvosana, saadaan selvitettyä palvelun toiminnallisen tason pisteytys. Kun tätä pisteytystä verrataan aihealueen maksimaaliseen pistemäärään, saadaan selville aihealueen automaation taso, 0-100%. Tämän lukeman perusteella voidaan siis nopeasti todeta, kuinka hyvä älyvalmius aihealueella on ja missä aihealueissa on suurimmat puutteet. (Johansson, 2023)

Aihealueiden lisäksi keskeisessä roolissa ovat kiinteistön vaikutusalueet (Engl. Impact). Vaikutusalueet kertovat, millä tasolla aihealueiden älyvalmius vaikuttaa kiinteistö seitsemään erilaiseen lopputulokseen tai vaikutukseen. Vaikutusalue arvioidaan aihealueiden sekä SRI:n tapaan prosenttilukemana nolasta sataan, mutta toisin kuin aihealueilla, jokaisella aihealueella on vaikutusaluekohtainen painotus. Tämä painotus määrittää, kuinka paljon aihealueen arvosana vaikuttaa vaikutusalueen lopulliseen arvosanaan. Esimerkiksi sähköautojen latauspaikkojen painotus on hyvin alhainen kaikille vaikutusalueille (0-11%), kun taas lämmityksen painoarvo on hyvin korkea (10-49%). Kaikki aihealueet ja niiden sisällä olevat palvelut eivät vaikuta kaikkiin vaikutusalueisiin, vaan painotuksen arvo voi olla 0%. Palveluiden painotukset riippuvat rakennuksen tyypistä (Esimerkiksi tehdas, toimistotila, asuinrakennus, varasto) sekä rakennuksen maantieteellisestä sijainnista (Esimerkiksi etelä-Eurooppa, pohjais-Eurooppa, länsi-Eurooppa) (Johansson, 2023)

Älyindikaattorin laskennan periaate (2/2)



Kuva 2. SRI-arvion rakenne purettuna avainalueisiin, vaikutusalueisiin, aihealueisiin sekä palveluihin. (Ketomäki, 2021)

Jokainen vaikutusalue on osa yhtä avainaluetta. Jokaisella vaikutusalueella on avainalueen alla yhtä suuri painoarvo, ja sillä avainalueita on kolme, jokaisen avainalueen painoarvo on yksi kolmasosa lopullisesta arvosanasta. Älyindikaattorin määrittelemät avainalueet sekä niiden alla olevat vaikutusalueet ovat: (Johansson, 2023)

- Valmius energiansäästöön ja ennakoivaan ylläpitoon (Engl. "Energy savings and operation")
 - o Energiatehokkuus (Engl. "Energy savings")
 - o Huolto ja vikojen ennustaminen (Engl. "Maintenance & Fault prediction")
- Valmius vastata käyttäjän tarpeisiin (Engl. "Respond to user needs")
 - o Mukavuus (Engl. "Comfort")
 - o Sopivuus (Engl. "Convenience")
 - o Tiedot käyttäjille (Engl. "Information to occupants")
 - o Terveys, hyvinvointi ja saavutettavuus (Engl. "Health & Wellbeing")
- Valmius vastata verkon tarpeisiin (Engl. "Respond to the needs of the grid")
 - o Energian joustavuus ja varastointi (Engl. "Energy flexibility & storage")

Yhdistämällä jokaisen avainalueen arvosana saadaan selville rakennuksen lopullinen älyvalmiuden taso. (Johansson, 2023)

Painokertoimien toiminta ja lajikkeet

	Energia- tehokkuus	Huolto ja vikojen ennustaminen	Mukavuus	Sopivuus	Tiedot käyttäjille	Terveys, hyvinvointi ja saavutettavuus	Energian joustavuus ja varastointi
Lämmitys							
Jäähdytys							
Lämmin käyttövesi							
Koneellinen ilmastointi							
Valaistus							
Dynaaminen ulkovaippa							
Paikallinen sähköntuotanto							
Sähköajoneuvojen lataus							
Seuranta ja valvonta							

1. Sinisellä merkityt:
Pysyvät/kiinteät kertoimet

2. Vihreällä merkityt:
Tasajaolliset kertoimet

3. Viininpunaisella merkityt:
Energiataseesta tulevat
kertoimet



Kuva 3. Palveluiden painotukset (Johansson, 2023)

Kuvassa 3 olevat alueet kertovat, millaisia painotustyyppisiä rakennuksen älyindikaattorin laskelmassa käytetään. Sinisellä alueella olevat painotukset ovat kiinteitä, mikä tarkoittaa niiden olevan yhtä suuria maantieteellisestä alueesta tai rakennustyyppistä riippumatta. Vihreällä alueella olevat palvelut on painotettu tasaisesti vaikutusalueen sisällä, paitsi painokertoimen ollessa 0. Jos vaikutusalueella on 6 palvelua mutta yhdellä on painotusarvo 0, jaetaan painotus tasaisesti viidelle jäljelle jäävälle aihealueelle 20% per aihealue. Punaisella merkityt painotusarvot vaihtelevat rakennuksen tyyppin, onko kyseessä asuinrakennus vai ei, sekä rakennus maantieteellisen sijainnin mukaan: erilaisessa ilmastossa on erilaiset vaatimukset rakennuksen ominaisuuksille. (Johansson, 2023)

3.4 Palvelun arviointi

Yksittäistä palvelua arvioidessa annetaan arvosana nolasta neljään. Jokaisen palvelun tasolle on määritetty selitys palvelun ominaisuuksista jotka tulee täytyä, jotta palvelun automaation taso voidaan arviassa nostaa tälle tasolle. Tämä tarkoittaa, että seuraava taso palvelussa käsittää lähes aina myös aiemman tason vaatimukset. Esimerkkinä voidaan kuvitella palvelu jonka tasot ovat: (Johansson, 2023)

- Taso 0 – Ei automaatiota, vain manuaalinen ohjaus
- Taso 1 – Kevyt automaatio, esimerkiksi ajastettu ohjaus
- Taso 2 – Aiemman tason ajastettu ohjaus sekä läsnäolon tunnistavat sensorit
- Taso 3 – Ajastettu ohjaus, läsnäolosensorit sekä tiedot muista rakennuksen automaatiojärjestelmistä

Tämä on esimerkki tyypillisestä palvelusta. Palvelut sekä niiden automaation tasot ovat kuitenkin vielä viimeistelemättä, ja muutoksia voidaan tehdä ennen SRI-taulukon viimeistä julkaisuversiota (Motiva, 2023). Tämän lisäksi tulee ottaa huomioon, että joskus palvelun tasot tai selitykset eivät sovellu rakennuksen automaatioon (Johansson, 2023). Rakennuksen automaation taso voi olla hyvinkin suuri, mutta puuttuva selitys arvioitavan rakennuksen palvelun toteutuksesta voi tehdä arvion tekemisestä epäselvää (Motiva, 2023). SRI-taulukosta on pyritty tekemään mahdollisen yleisellä tasolla kattava, joten osittaisia puutteita rakennustekniikkaratkaisuista voi löytyä. (Johansson, 2023)

Kun palvelulle saadaan määritettyä arvosana, palvelun arvosanan mukaan määritetään vaikutukset vaikutusalueille. Nämä ovat ennalta määrättyjä kokonaislukemia, ikään kuin jokaisen vaikutusalueen omat pisteet, jotka määräytyvät palvelun automaation tason mukaan. (Johansson, 2023)

code	service	0						
DHW-1d	Control of DHW storage charging (with solar collector and supplementary heat generation)	Service group: Control DHW production facilities						
Functionality levels		IMPACTS						
		Energy efficiency	Energy flexibility and storage	Comfort	Convenience	Health, well-being and accessibility	Maintenance and fault prediction	Information to occupants
level 0	Manual selected control of solar energy or heat generation	0	0	0	0	0	0	0
level 1	Automatic control of solar storage charge (Prio. 1) and supplementary storage charge	1	0	0	1	0	0	0
level 2	Automatic control of solar storage charge (Prio. 1) and supplementary storage charge and demand-oriented supply or multi-sensor storage management	2	1	0	2	0	0	0
level 3	Automatic control of solar storage charge (Prio. 1) and supplementary storage charge, demand-oriented supply and return temperature control and multi-sensor storage management	3	2	0	2	0	0	0
level 4								

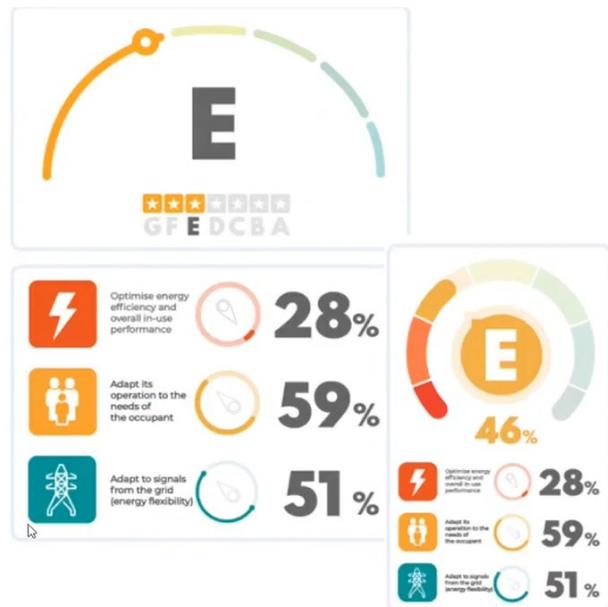
Kuva 4. Vaikutusten määräytyminen automaation tason mukaan. (Euroopan Komissio, 2023)

3.5 SRI Luokat

Kun rakennukselle saadaan määritettyä kaikkien palveluiden automaation taso, voidaan viimein todeta mikä on rakennuksen älyvalmiuden taso. Arvosana annetaan prosenttilukeman lisäksi kirjaimena A-G, jotka helpottavat erilaisten rakennusten luokittelua eri älyvalmiuden tasoihin. Taso G viittaa älyvalmiuden tasoon, joka on alle 20%. Tästä eteenpäin tasot ovat 15 prosenttiyksikön haarukoissa, lukuunottamatta kahta viimeistä ja korkeinta älyvalmiuden tasoa A ja B, joiden haarukat ovat 10 prosenttiyksikön suuruisia (A: 100-90% älyvalmius, B: 90-80% älyvalmius). (Johansson, 2023)

SRI luokat

A	SRI > 90%
B	80% < SRI < 90%
C	65% < SRI < 80%
D	50% < SRI < 65%
E	35% < SRI < 50%
F	20% < SRI < 35%
G	SRI < 20%



Kuva 5. SRI-luokat sekä SRI-todistus. (Johansson, 2023)

SRI-arvosana suunnitellaan myös kuvamaiseksi todistukseksi energiatodistuksen tapaan, joka todennäköisesti kertoo lukijalle helposti luettavassa visuaalisessa muodossa rakennuksen kokonaisarvosanan sekä yksityiskohtaisemmin jokaisen avainalueen arvosanan erikseen. Tämä ei kuitenkaan ole vielä viimeistelty versio SRI-todistuksesta. (Johansson, 2023)

4 Tutkimustyö

4.1 Ensimmäinen perehtyminen SRI-laskelmaan

Ennen työhön liittyvien haastatteluiden tekemistä haluttiin tutustua SRI:n laskentaan tekemällä rakennuksen älyvalmiuden arvio kohteelle, johon on jo aiemmin tehty SRI-laskelma. Tämän avulla saatiin sekä ensimmäinen kohde työtä varten, että myös päästiin tutustumaan rauhassa SRI-laskelman tekemiseen. Kohteeksi haluttiin valita kampukselta rakennus jossa sekä opetus- että toimistotiloja, ja edulliseksi koettiin myös mahdollisimman korkea automaation taso eri palveluiden kohdilla, jotta päästään tutustumaan erilaisten järjestelmien korkeampiin automaation tasoihin.

Ensimmäiseksi otettiin yhteyttä henkilöihin, joiden kanssa suunniteltiin myöhemmin tehtävän haastattelu. Heillä oli sekä kokemusta että vanhaa dataa aiemmista SRI-laskelmista, ja näitä hyödyntämällä saadaan tietoa SRI arvon tekemisen perusteista. Haastateltavilla oli kokemusta SRI:n kanssa vain useamman vuoden takaa, joten työn yhteydessä tehty laskentamenetelmään tutustuminen oli myös heille aiheen kertausta.

Haastateltavilta saatiin aiemman kohteen SRI-laskelma, joka oli tehty taulukon aiemmalle versiolle. Tästä syystä oli tarpeen tarkistaa, että kaikki SRI-palvelut löytyvät samassa muodossa sekä uudesta että vanhasta listasta. Palvelut ja niiden tasot käytiin yksitellen läpi molemmissa versioissa, jotta löydettiin mahdolliset muutokset. Kun eroavaisuudet löydettiin, korjattiin vanhan SRI-tilin arvot uuteen taulukkoon sopiviksi ja ne siirrettiin uuteen taulukkoon, mitä kautta saatiin selville muuttuuko arvon tulos merkittävästi uudella SRI-tilillä. Rakennuksen älyvalmiuden taso säilyi lähes samana päivitettyyn SRI-tiliin siirryessä.

Tässä arvioissa kerättyjä tietoja ei voitu hyödyntää suoraan työn datassa, sillä arviota ei suoritettu haastattelun muodossa. Arvon suorittamisella oli kuitenkin arvoa työn kannalta, sillä sen avulla voitiin perehtyä SRI-arvon tekemiseen. Arvon tekeminen auttoi tulevien arviointien etenemisessä, avasi mahdollisia ongelmakohtia ennakkoon ja osoitti millaisia tuloksia jatkossa tehtäviltä SRI-arvioinneilta kannattaa odottaa.

Energy efficiency	Energy flexibility	Comfort	Convenience	Health	Maintenance	Information
82%	82%	100%	88%	100%	50%	67%
100%	0%	0%	0%	0%	50%	33%
85%	45%	88%	88%	67%	50%	67%
82%	0%	100%	100%	89%	50%	33%
83%	0%	60%	60%	33%	0%	0%
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
25%	0%	0%	0%	0%	25%	50%
0%	25%	0%	83%	0%	0%	67%
75%	11%	100%	65%	75%	64%	56%

Kuva 6: Haastatteluja edeltävän rakennuksen tulokset SRI-kaaviosta. (Euroopan Komissio, 2023)

Rakennukselle on tehty jo aiemmin SRI-laskelma, mutta älyindikaattorin laskelma kehittyy jatkuvasti - uusilla menetelmillä saadaan erilaisia tuloksia arviointikriteerien sekä painotuksien muuttuessa. Vanhojen kerättyjen tietojen pohjalta tehtiin uusi SRI-laskelma käyttäen kaavion versiota 4.4, ja tulokset olivat erilaisia verrattuna vuonna 2019 tehtyyn SRI-laskelmaan: uuden laskelman mukaan rakennuksen SRI-taso on 65%, kun taas vanhalla kaaviolla laskettuna automaation tasoksi oltiin saatu 64%. Arviointikriteerit olivat vanhaan palvelutaulukkoon verrattuna identtiset, mutta painotuksissa oli tehty pieniä muutoksia, jotka johtivat tuloksen muuttumiseen. Uusimmassa SRI-arviointikaaviossa palveluilta on poistettu "Impact Weightings" -arvot, joka muuttaa eri palveluiden painotuksia lopullisen arvosanan laskennassa.

Yksi rakennuksen vahvuuksista on rakennuksen lämmitysjärjestelmät. Rakennus sai arvosanaksi lämmityksessä 79%. Rakennus 5 hyödyntää Suomalaiseen tapaan kaukolämpöä, joka hiljattain lisättiin osaksi SRI-arvioinnin taulukkoa sen puutteellisuuden vuoksi. Rakennuksen lämpöjärjestelmät ovat hyvin energiatehokkaita sekä energiasäästäviä, mistä suurin osa pisteistä painotetaan. Heikoimmat pisteet lämmitys saa ylläpitoon (Maintenance and fault prediction) sekä tiedotukseen (Information to occupants) liittyen. Ylläpidon painotus on 35% Suomalaisissa oppilaitoksissa, lämmityksen toiseksi korkein painotus, joten suurin osa pisteistä menetetään täällä. Tiedotuksen painotus on 11%, joten pisteitä ei ole menetetty paljoa tämän osalta.

Jäähdytyksen arvosana on 63%. Tämä on merkittävän korkea arvosana varsinkin Suomessa, jossa jäähdytyslaitteet ovat vasta viime aikoina alkaneet yleistyä. Jäähdytyksen taso oli korkeimmillaan energiatehokkuuden, mukavuuden sekä käytettävyyden kannalta, saavuttaen yli 80% pisteistä näissä luokituksissa. Jäähdytyksen energiasäästö taso oli heikoin, 45%. Jäähdytyksen yhteydessä on usein tehokkaat ilmanvaihtojärjestelmät.

Ilmanvaihdon arvosana on toiseksi korkein, 73%. Ilmanvaihto sai täydellisen 100% arvosanaksi mukavuudesta sekä käytettävyydestä. Terveys ja energiatehokkuus olivat myös korkealla tasolla, 89% sekä 82%, mutta ilmanvaihdossa ei ole huomioitu energiasäästöä lainkaan. Tiedottamisen arvosana on myös alhainen, 33%, mikä joka laskee pisteitä merkittävästi. Ylläpidolla on korkea painotus, ja sai pisteityksessä arvosanaksi 50%.

Valaistuksen arvosana 64% on korkea, mutta valaistus nykyisessä toteutuksessaan SRI-kaaviossa on varsin tynkä. Myös valaistuksen painotukset ovat matalia, keskittyen vain energiatehokkuuteen sekä käyttäjän mukavuuteen sekä käytettävyyteen. Valaistuksen merkitys suuresta arvosanastaan huolimatta on siis vähäinen.

Dynaaminen rakennuksen vaippa on rakennuksessa saanut arvosanaksi nolla. SRI-kaaviossa listatut palvelut eivät ole osana rakennusta, minkä vuoksi näille ei ole voitu antaa arvosanoja. Tämä on kuitenkin varsin yleistä Suomessa, sillä dynaaminen rakennuksen vaippa ei ole tarpeen suomalaiseen ympäristöön*. Rakennukset on

suunniteltu Suomessa niin, että esimerkiksi ikkunoiden automaatiolla ei ole suurta tarvetta*.

Sähköjärjestelmät rakennuksessa ovat saaneet alhaisen arvosanan, vain 15%.

Sähköautojen latausjärjestelmät saivat arvosanakseen 42%. Sähköautojen latausjärjestelmät arvioidaan vain kolmen ominaisuuden perusteella. Pienetkin puutteet latauslaitteissa tai niiden määrässä johtavat suureen arvosanan tippumiseen.

Rakennuksen seuranta ja ohjaus sai arvosanakseen 51%.

Rakennuksen energijoustopuutteet johtuvat akkujärjestelmien puuttumisesta. Rakennuksen energiatehokkuus on korkealla tasolla, mutta energijousto on myöskin tärkeässä roolissa energian säästämisen kannalta. Lisäämällä energiavarastoja voitaisiin rakennuksen SRI-tasoa nostaa merkittävästi.

4.2 Tutkimusmenetelmät

Työn tarkoituksena on haastatteluiden avulla selvittää, kuinka helposti rakennuksen tiedot ovat selvitettävissä SRI-taulukon täydentämistä varten sekä millaisia ongelmia SRI-taulukkoa täydentäessä voidaan kohdata. Haastateltavina ovat erilaiset talotekniikan asiantuntijat, jotka ovat osittain tuttuja kyseisen rakennuksen taloteknisten järjestelmien kanssa. SRI on varsin uusi arviointimenetelmä talotekniikan alalla, joten työssä pyrittiin haastattelemaan SRI:n tuntevia talotekniikan asiantuntijoita. Yhteen haastatteluun otettiin kerrallaan osalliseksi kaksi tai kolme talotekniikan asiantuntijaa.

Haastateltavat tavoitettiin sähköpostin kautta. Kun mahdollinen haastateltava oli löytynyt tutkimusryhmän yhteyshenkilöiden kautta, haastateltavalle lähetettiin sähköpostiviesti, jossa kysyttiin, onko henkilöllä kiinnostusta yhteistyöhön. Työn tausta sekä tarkoitus selitettiin lyhykäisyydessään, ja SRI selitettiin vaihtelevasti riippuen kuinka paljon haastateltavilla oli entuudestaan tietoa kyseisestä arviointimenetelmästä. Joissain tapauksissa haastateltavat halusivat keskustella puhelimitse ennen tapaamista, nopeuttaen tiedonvaihtoa. Mikäli haastateltavilla oli kiinnostusta osallistua työn tekemiseen, heidän kanssa sovittiin tapaamiselle aika ja paikka haastattelua varten.

Haastateltavien tehtävänä oli vastata SRI:n taulukon eri palveluiden automaation tasoon. Aikaa haastatteluun varattiin 2 tuntia, mikä todettiin riittäväksi muttei liialliseksi määräksi aikaa. Haastateltavat tavattiin joko kasvotusten tai Teams -tapaamisessa. SRI-taulukko asetettiin kaikille haastatteluun osallistuville esille, jotta jokainen osallistuja pystyi seuraamaan arvioinnin edistymistä sekä lukemaan eri palveluiden automaation tasot keskustelun helpottamiseksi.

Haastattelun aikana keskusteluun lisäksi kuinka vaikeaa arvion antaminen oli. Haastateltavilta kyseltiin kuinka varmoja he olivat tiedoistaan, kuinka helposti tieto oli heidän mielestään saatavilla sekä kuinka tieto oli heille alun perin päätynyt. Tämä tieto hyödynnettiin myöhemmin tarkemman SRI-laskelman arvion tekemiseksi. Haastattelu tallennettiin Teamsiin myöhempää analyysia varten.

Tallenteen perusteella voitiin kerätä talteen tiedot kuinka varmoja haastateltavat olivat tiedoistaan. Arviota varten tehtiin taulukko, johon merkittiin kuinka varmoja haastateltavien vastaukset olivat. Mikäli vastaus oli tarpeeksi epävarma tai haastateltava kertoi olevan tietämätön kyseisen palvelun automaation tasosta, merkitsimme kyseisen palvelun hylätyksi.

SRI-laskelma suoritettiin loppuun haastattelun jälkeen laskemalla älyvalmiuden taso pienimmillä, suurimmilla sekä arvioituilla palveluiden tasolla. Hylätyt palvelut täydennettiin siis:

1. Pienimmällä mahdollisessa automaation tasolla 0.
2. Suurimmalla mahdollisella automaation tasolla (Mikä vaihtelee palvelusta riippuen).
3. Taulukkoa täydentävän henkilön omalla arviolla mahdollisesta automaation tasosta.

Näiden kolmen SRI-laskelman lopputuloksista otettiin keskiarvo, joka todettiin lopulliseksi älyvalmiuden tasoksi.

4.3 Haastateltavat

SRI-taulukoiden täyttämiseksi haastateltiin useaa rakennusalan ammattilaista. Tutkimuksessa oli mukana kolme eri haastateltavaa henkilöä, ja tutkimuksen aikana toteutettiin kaksi eri haastattelua. Kaikki haastateltavat eivät olleet molemmissa haastatteluissa mukana, vaan osallistujat vaihtelivat haastatteluiden välillä. Jotta haastateltavat voidaan erotella tekstissä ilman heidän henkilöllisyytensä paljastamista, on jokaiselle haastateltavalle annettu heitä vastaava satunnainen kirjain. Jokaiselle haastateltavalle annetaan tunnisteen perusteella taustatiedot sekä perustelut siitä, miksi juuri he olivat paras ehdokas osallistumaan tutkimukseen.

4.4 Haastateltavien Taustat

Ensimmäinen haastateltava A toimii kehityspäällikkönä Aalto-yliopiston kampuksesta vastaavassa Aalto-yliopistonkiinteistöt Oy:ssä (ACRE). Haastateltava A valittiin työhön mukaan hänen kattavan tietämyksensä perusteella. Hänen taustansa alalla on opinnoissa kiinteistöliiketoiminnan diplomi-insinööri sekä tekniikan tohtori. Töissä hän on ollut ACRE:lla viimeiset 4 ja puoli vuotta. Haastateltava A tuntee sekä kampuksen rakennukset että niistä erikoistuneet ihmiset, tehden muiden haastateltavien ihmisten löytämisestä helpompaa. Myös kampuksen rakennusten valitseminen oli helpompaa, kun osattiin haastateltavan A kanssa etsiä tutkimukseen parhaiten sopivia kohteita. Haastateltava A oli ennestään tuttu SRI-arvioinnin kanssa. Haastateltava A oli mukana molemmissa haastatteluissa.

Toinen haastateltava B on kestävän kehityksen asiantuntija Aalto-yliopiston kampuksesta vastaavassa Aalto-yliopistonkiinteistöt Oy:ssä (ACRE). Haastateltava B valittiin mukaan hänen tarkemman asiantuntemuksensa sekä kokemuksen perusteella. Hän on opiskellut itsensä kiinteistötalouden diplomi-insinööriksi ja työskennellyt ACRE:ssä 7 vuotta; 3 vuotta ylläpitoryhmässä osa-aikaisena ja tämän jälkeen 4 vuotta vakituisena liiketoiminnan kehittämis- ja vastuullisuusryhmän jäsenenä. Haastateltava B on sekä ammatiltaan että kokemukseltaan hyvin tietoinen kampuksen rakennuksen järjestelmistä sekä niiden toiminnasta, täydentäen rakennusten tarkempia yksityiskohtaisia tietoja. Haastateltava B oli ennestään tuttu SRI-arvioinnin kanssa. Haastateltava B oli mukana molemmissa haastatteluissa.

Kolmas haastateltava C on sisäolosuhdeasiantuntija Aalto-yliopiston kampuksesta vastaavassa Aalto-yliopistonkiinteistöt Oy:ssa (ACRE). Hän on opinnoiltaan automaatiotekniikan diplomi-insinööri ja töissä taustaa on sekä 4 vuotta kiinteistö-alan konsultaatiossa ja nyt 3,5 vuotta ACRElla. Haastateltava C valittiin mukaan aiempien haastatteluiden perusteella, sillä hänen osaaminen uskottiin olevan tukena tietojen keräämiseksi. Ensimmäisessä haastattelussa huomattiin puutteita tietämyksessä, joten haastateltava C kutsuttiin mukaan täydentämään sisäolosuhteisiin liittyviä tietoja. Haastateltavalla C ei ole aiempaa kokemusta SRI-arvioinnista, vaan hänet perehdytettiin ennen haastattelun alkua. Haastateltava C oli mukana siis vain viimeisessä haastattelussa.

4.5 Kampusrakennuksen SRI-laskelman haastattelu

Työn aikana saatiin mahdollisuus tutustua myös vuonna 2003 valmistuneen kampusrakennuksen automaatioon. Rakennuksessa on sekä luentosaleja ja opiskelutiloja, että myös yliopiston työntekijöiden toimistotiloja, kirjasto ja ruokala. Rakennus sijaitsee Espoon kampusalueella.

Haastateltavat olivat kampuksella työskenteleviä rakennusalan asiantuntijoita, ja heidän taustaan kuuluu yleistietoa kampuksen rakennusten järjestelmistä sekä toiminnasta. Heidän tiedot rakennusten järjestelmistä olivat siis paikoittain vajanaisia, mutta suuri osa järjestelmistä pystyttiin arvioimaan hyvinkin suurella varmuudella. Haastattelussa oli tukena lisäksi rakennuksen yleistiedot kattava asiakirja, jolla täydennettiin tietoja haastattelun yhteydessä. Haastattelun yhteydessä ei oltu rakennuksessa vierailemassa, eikä rakennuksen järjestelmistä oltu aiemmin tehty tiedonkeräystä.

Osana haastattelua oli SRI-taulukon täydentämisen lisäksi palveluiden automaation tason selvittämisen haasteellisuus. Perusteellisen SRI-laskelman tekeminen vaatii usean ammattilaisen apua rakennuksen laitteiden sekä niiden toiminnan selvittämiseksi. Haastattelussa otettiin huomioon asiantuntijoiden osaaminen sekä heidän vastausten varmuuden aste, jotta voidaan tehdä johtopäätöksiä SRI-arvion haasteellisuudesta. Molemmilla haastateltavilla oli jo aiempaa kokemusta SRI-arvion tekemisestä, joten oli oletettavaa että haastattelu etenee ilman suuria ongelmia.

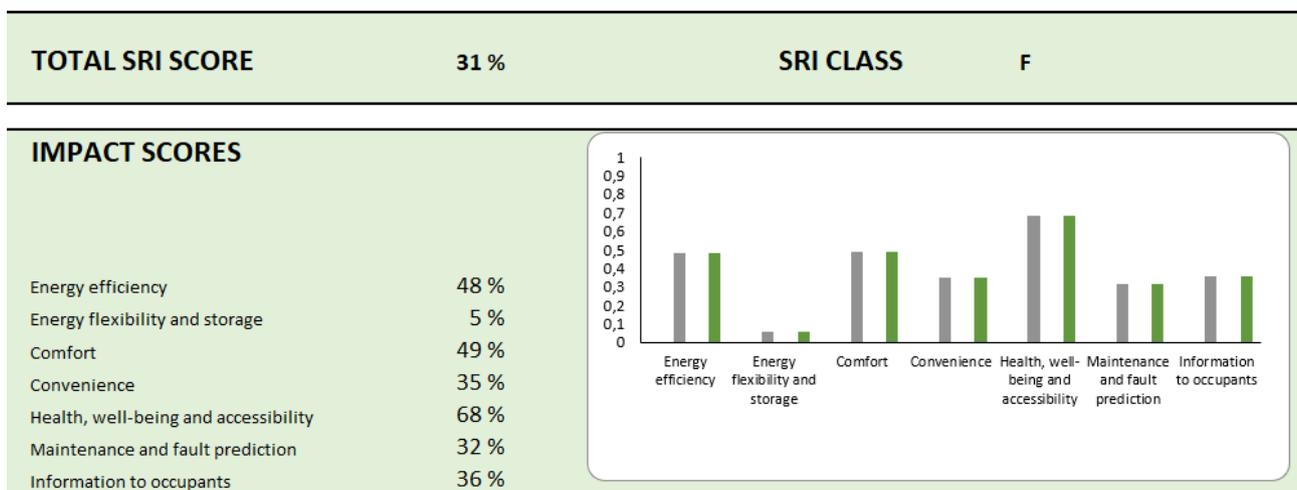
Haastattelu toteutettiin kasvoittain haastateltavien A ja B kanssa. Diplomityön ohjaaja oli mukana haastattelussa etäyhteydellä. Haastatteluun oli varattu aikaa 2 tuntia, minkä oletettiin olevan runsaasti aikaa yhden arvion täydentämiseen. Kävimme ensiksi läpi työn taustaa sekä tarkoitusta, jonka jälkeen puhuimme haastateltavien kokemuksesta SRI:n kanssa. Haastattelun aikana SRI-taulukko oli kaikille nähtävissä palaverihuoneen suurella TV-ruudulla SRI-palveluiden täydentämisen helpottamiseksi. Haastattelun aikana oli esillä sekä suomenkielinen että englanninkielinen versio SRI-taulukosta, jotta sanoja sekä selityksiä palveluiden automaation tasoille olisi helpompi ymmärtää. Tarkoituksena oli myös tehdä muistiinpanoja haastattelun edetessä erilaisiin palveluihin liittyen, joiden kohdalla huomattiin ongelmia, myöhemmän analyysin helpottamiseksi.

Haastattelun alkuvaiheessa huomattiin, miten SRI-taulukossa kannattaa edetä. Koska tietojen kerääminen ja varmuuden selvittäminen vaativat tarkkaa analyysiä, oli selkeästi helpompaa jättää vastausten varmuusasteen määrittely haastattelun jälkeen. Haastattelussa päätettiin siis pitää keskustelu mahdollisimman avoimena, jotta tallenteessa näkyisi haastateltavien ajatusten kulku, mutta kirjalliset muistiinpanot tehtiin vasta haastattelun jälkeen pieniä merkintöjä lukuun ottamatta.

Haastattelussa oli myös suurena etuna haastateltavan B mukana tuomat dokumentit rakennuksen sekä sen järjestelmien yleiskuvaukseen liittyen. Näiden avulla voitiin nopeasti selvittää esimerkiksi rakennuksen jäähdytyslaitteisto sekä energiantuotannon mahdollisuudet. Kaikkia SRI-arvion tekemiseen tarvittavia tietoja ei kuitenkaan ollut saatavilla näiden dokumenttien tiedoista, ja haastattelussa selvisi varisinkin vedenjakeluun sekä jäähdytykseen liittyvien tietojen olevan hyvin puutteellisia. Näitä tietoja ei löytynyt edes rakennuksen sekä sen järjestelmien yleiskuvauksen dokumentista. Myös rakennuksen automaation toiminnan arviointi oli usein puutteellista, sillä haastateltavilla ei ollut tarkkoja tietoja automaation mahdollisuuksista, eikä dokumentaatiossakaan kerrottu laitteiden toiminnasta automaation yhteydessä. Haastatteluissa päädyttiin siis merkitsemään automaation tasoksi se, joka rakennuksessa oli sillä hetkellä käytössä, vaikka automaatio mahdollisesti sallisikin korkeamman automaation tason.

Haastateltavilla oli eniten haasteita jäähdytyslaitteiden, vesijärjestelmien sekä lämmityksen arvioinnissa. Osa vastauksista näillä osa-alueilla oli hyvin epävarmoja, tai tietämystä ei ollut ollenkaan. Osassa vastauksista hyödynnettiin myös tietoja muista rakennuksista, ja näiden perusteella pääteltiin millainen automaation taso arvioitavassa rakennuksessa vähintään olisi.

Osa automaatiosta oli kuitenkin käyttötapausten kautta tuttua, ja palvelun automaation tason arviointi oli helppoa. Esimerkiksi huonekohtaiset lämmitys ja jäähdytyslaitteet olivat olleet omassa käytössä, minkä vuoksi niiden automaation taso oli helppo todeta. Toisaalta, sähköön liittyvien palveluiden arviointi oli myös yksinkertaista, sillä kampuksen rakennuksessa oleva sähköntuotanto oli haastateltaville tuttu aihe, eikä sähkön varastointiin tai kulutusjoustoon liittyvää automaatiota ollut juuri lainkaan.



Kuva 7. Lopullinen SRI-tulema (Euroopan Komissio, 2023)

Neljä seuraavaa rakennusta suoritettiin yhteishaastatteluna kolmen haastateltavan rakennusten asiantuntijan kanssa. Haastateltavat A ja B olivat jo mukana aiempien SRI-arvioiden tekemisessä, mutta haastateltava C osallistui mukaan täydentämään tietämystä aiemmassa haastattelussa huomattujen tiedon puutteiden takia.

Haastattelussa kokoonnuttiin yhdessä palaveritilaan haastateltavien A, B ja C kanssa. Haastateltavat A ja B olivat tässä vaiheessa jo tututtuja haastatteluprosessin kanssa, mutta haastateltavan C kanssa käytiin lyhykäisyydessään ohjeet, kuinka haastattelun kanssa edetään. Haastatteluun oli varattu aikaa 2 ja puoli tuntia, joka oli huomattavasti vähemmän aikaa yksittäistä rakennusta kohden verrattuna ensimmäiseen haastatteluun. Yksittäistä rakennusta kohden olisi aikaa siis vain reilut puoli tuntia, muun valmistelun lisäksi. Haastatteluun mentäessä kuitenkin oletettiin, että aiempi kokemus sekä rakennusten samankaltaisuus helpottaisi haastatteluprosessia. Kuten ensimmäisessä haastattelussa, SRI-taulukon lisäksi esillä oli suomenkielinen käänös palveluista sekä niiden automaation tasoista. Toisin kuin ensimmäisessä haastattelussa, muistiinpanoja ei yritetty kirjoittaa kesken haastattelun, vaan haastattelussa tukeuduttiin täysin tallenteesta tehtäviin muistiinpanoihin sekä haastateltavien vastausten tarkkuuteen. Haastattelussa oli jälleen mukana haastateltavan B mukana tuomat dokumentit rakennusten tietoihin liittyen.

Koska kyseessä oli yhteishaastattelu kaikille kolmelle rakennukselle, oli tärkeää valita kuinka rakennusten SRI-taulukot täydennetään. Lähestymistapoja oli useita:

- Käydään läpi jokainen SRI-taulukko yksitellen. Tällä tavalla yksittäiseen rakennukseen keskitytään paremmin, mutta todettiin että palveluiden lukemiseen yksitellen menisi paljon aikaa, jos lista käytäisiin kokonaisuudessaan neljään kertaan läpi. Aiheessa pysyessä (esim. lämmitys) on helppo vastata usean rakennuksen tietoihin kerrallaan.
- SRI-taulukon paloittelu vaikutusalueittain. Tällä tavalla haastateltavien kanssa olisi helppo pysyä yhdessä aiheessa (esim. lämmitys) ja edetä yksi rakennus kerrallaan, ilman että keskustelun aihe muuttuisi liikaa tai palveluiden automaation tasot unohtuisivat liikaa. Tämä ratkaisu voisi olla paras, mikäli tutkittavista rakennuksista olisi paljon tietoa saatavilla ja niiden välillä olisi suuria eroja. Tällä menetelmällä löydettäisiin sopiva tasapaino rakennukseen keskittymisen sekä aiheessa pysymisen välillä, ajan säästämiseksi.
- Parhaaksi ratkaisuksi kuitenkin katsottiin jokaisen rakennuksen palvelun tason arviointi yhtäaikaaisesti. Jokaisen palvelun kohdalla katsotaan siis kaikkien neljän eri rakennuksen automaation taso erikseen, ennen kuin siirrytään seuraavaan palveluun. Tämä oli edullinen ratkaisu valittujen rakennusten kanssa, sillä rakennukset olivat samalta kampus-alueelta sekä valmistuneet samoina vuosikymmeninä.

Haastattelua varten tehtiin siis väliaikainen SRI-taulukko, johon saatiin nopeasti kerättyä usean rakennuksen tiedot. Tähän taulukkoon rakennuksen automaation arviointikenttiä oli useita rinnakkain, jonka vuoksi ei ollut erikseen tarvetta vaihtaa ikkunoita tai välilehtiä kesken taulukon täydennyksen. Tähän väliaikaiseen taulukkoon kerätyt tiedot siirrettiin haastattelun jälkeen omiin taulukoihin, joista voitiin lukea jokaisen kohteen tarkat arvioinnit avainalueittain, vaikutusalueita sekä myös SRI-arvion lopputulos.

			Rakennus 1	Rakennus 2	Rakennus 3	Rakennus 4	Taso 0	Taso 1	Taso 2
H-1a	Lämmitystehon säätö	Heat emission control					Ei automaattista ohjausta	Keskitetty automaattinen ohjaus (esim. keskustermostaatti)	Yksittäinen huonesäätö (esim. termostaattiventtiilit tai elektroninen ohjain)
H-1b	Lattialämmityksen/jäähdytyksen tehon säätö	Emission control for TABS (heating mode)					Ei automaattista ohjausta	Keskitetty automaattinen ohjaus	Pitkälle kehitetty keskitetty automaatio-ohjaus
H-1c	Jakelunesteen lämpötilan säätö (tulo- tai paluuilmavirta tai veden virtaus) - Samanlaista toimintoa	Control of distribution fluid temperature (supply or return air flow or water flow) - Similar function can be applied to the control of direct					Ei automaattista ohjausta	Ukolämpötilakompensoitu ohjaus	Kysyntään perustuva ohjaus
H-1d	Verkoston jakelupumppujen hallinta	Control of distribution pumps in networks					Ei automaattista ohjausta	Päälle/pois-ohjaus	Moniportainen ohjaus
H-1f	Lämpöenergian varastointi rakennusten lämmitykseen (pois lukien lattialämmitys/-jäähdytys)	Thermal Energy Storage (TES) for building heating (excluding TABS)					Jatkuva varastointi	Aikataulutettu varastoiminto	Kuorman ennustamiseen perustuva lataustoiminto

Kuva 8: Haastattelussa käytetty väliaikainen SRI-taulukko, jolla pystyttiin helposti arvioimaan useita kohteita kerrallaan.

4.6 Haastattelun 2 Läpikäytyt Rakennukset

Haastattelussa 2 mukana olleet rakennukset 1, 2, 3 ja 4 ovat samalta kampusalueelta ja ovat valmistuneet tai peruskorjattu samoina vuosikymmeninä. Rakennukset on varustettu hyvin samankaltaisilla järjestelmillä, jonka vuoksi tässä kappaleessa käydään läpi ensin jokaisen rakennuksen yhteneväisyydet, jonka jälkeen erotellaan rakennusten poikkeavuudet.

Lämmitys

Haastateltavilla oli paljon tietoa rakennusten lämmityksen toiminnasta. Merkittäviä arvosanoja olivat joustavuus ja vuorovaikutus energiaverkon kanssa, josta annettiin arvosanaksi 0 sen täydellisen puutteen vuoksi kaikissa paitsi rakennuksessa 3. Tämä on tärkeä arvosana, sillä energian joustavuuden ja varastoinnin painotus lopullisessa arvosanassa on korkea ja sillä on tärkeä rooli energiatehokkuuden kannalta tulevaisuudessa. Korkean arvosanan rakennukset saivat verkoston jakelupumppujen hallinnassa, arvosanan 3. Korkea arvosana johtuu kampuksen rakennusten edistyksellisen jakelupumppujärjestelmän johdosta.

Aukkoja tiedoissa oli vain rakennelämmityksen suhteen. Tämä palvelu ei ole yleisesti käytössä Suomessa, joten kyseinen palvelu jää usein ilman arvosanaa suomalaisissa SRI-arvioinneissa (Motiva, 2023). Haastateltavat tiedostivat palvelun puutteen. Muita puutteita kampuksen rakennusten tiedoissa ei lämmityksen suhteen ollut.

Lämpöenergian varastoinnin, lämmöntuotannon ohjaus sekä lämmöntuotannon vuorottelu ei ole oleellista suomalaisissa SRI-arvioinneissa kaukolämmön vuoksi. Suomalaiset rakennukset tuottavat harvoin oman lämpönsä, joten rakennuksen lämmöntuotannon arviointia ei tehdä. Kyseessä ei siis ole puute rakennuksen järjestelmissä, vaan ratkaisu on vain osa suomalaista rakennuskulttuuria.

Lämmin käyttövesi

Haastateltavat A ja C tekevät huomion siitä, kuinka Suomessa käytetyn kylmän veden kaukolämmön mittaus tehdään erikseen, ja näiden perusteella saadaan tieto lämmitetyn veden tarkat tiedot selville. Lämpimän käyttöveden kulutus ei ole siis suoraan tiedossa, mutta yhdistämällä tietoja myös tämä saadaan selville. Haastateltavien A ja C mukaan tieto on saatavilla tässä muodossa vain laskutustarkoituksessa, eikä dataa käytetä lainkaan rakennuksen tai sen järjestelmien toiminnan edistämiseksi.

Jäähdytys

Myös tiedot rakennusten jäähdytyksestä olivat suurilta osin haastateltavien muistissa. Merkittävimmät huomiot jäähdytyksessä olivat verkoston jakelupumppujen hallinnassa, joka sai kolmessa ensimmäisessä rakennuksessa arvosanan 3. Tämä arvioitiin lämmityksen toiminnan mukaan, ja haastateltava C näki nämä palveluina joita voidaan verrata suoraan toisiinsa. Tämä tarkoittaa pumpun nopeuden asteittaista säätöä pumpun sisäisten arvojen mukaan. Asteen korkeamman arvosanan saisi lisäämällä ulkoisia sensoreita.

Rakennejäähdytyksen tiedoissa oli puute lämmityksen tapaan. Käsite on hieman epäselvä eikä laajalti käytössä Suomen rakennuksissa, joten haastateltavat eivät osanneet ottaa kantaa tarkalleen siitä, kuinka arvioida palvelun automaation tasoa.

Kaikkien muiden paitsi rakennuksen 3 jäähdytyksen joustavuus ja vuorovaikutus energiaverkon kanssa oli arvosanaltaan 0. Tämä tarkoittaa, että automaattista ohjausta ei ollut ollenkaan saatavilla kyseisille rakennuksille. Energijousto ja -varastointi merkittävä arvona suuren painoarvonsa takia lopullisessa SRI-arvioinnissa.

Koneellinen ilmastointi

Haastateltavat A ja C kertoivat paljon rakennusten ilmastoinnin toiminnasta, mutta vastaukset eivät olleet aina yksiselitteisiä. Ilmastoinnin toiminta vaihteli merkittävästi eri huoneiden välillä yksittäisessä rakennuksessa, mistä syystä rakennuksille annettiin usea eri arvona monessa koneelliseen ilmastointiin liittyvässä palvelussa. Esimerkiksi tuloilman virtauksen säätö oli haastateltavan C mukaan hyvin korkealla tasolla (Taso 4) suurissa luentosaleissa ja muissa oleskelutiloissa esimerkiksi hiilidioksidisensorien ansiosta, kun taas toimistohuoneet ja wc-tilat toimivat huomattavasti pienemmän tason automaatiolla, arvosanalla 1-2 manuaalisen ohjauksen tai kelloitetun ohjauksen seurauksena.

Ilmavirran tai kanavapaineen säätö ilmanvaihtokoneella oli varmasti kaikissa haastattelun 2 rakennuksissa tasolla 3, mutta automaation tason 4 saavutettavuus jäi epäselväksi SRI-tilulukossa mainitun ”paineen nollauksen” takia. Haastattelun aikana ei saatu selville mistä tässä oli kyse, vaan vastaus jätettiin osittain avoimeksi. Avoimuus ei siis johtunut haastateltavien tiedon puutteesta, vaan SRI-tilulukon epäselvästä suomennoksesta.

Haastateltava C huomioi että rakennusten ilmastoinnin ohjauksessa ei käytetä hyväksi keskivertodataa, mikä esitetään vaihtoehtoksi automaation tasolle 3 tuloilman virtauksen säädön palvelussa. Sen sijaan taso ylitetään kaikissa tapauksissa ja kyseessä on huonekohtainen ohjaus huonekohtaisten arvojen perusteella. Haastateltava C kyseenalaistaa koko rakennuksen kattavan keskitetyn ohjauksen tarpeellisuutta ja toiminnallisuutta.

Haastateltavat nostivat myös keskustelun aiheeksi SRI-aulukossa käytetyn "käyttjä" -nimityksen merkitystä. Haastateltavat toteavat, että on hieman epäselvää tarkoitetaanko käyttäjällä rakennuksessa oleskelevaa henkilöä, vai rakennuksen järjestelmiä hallitsevaa henkilöä. Automaation tai ohjauksen saatavuus huoneessa olevalle henkilölle vaatii merkittävästi enemmän teknologiaa ja joustavuutta, kuin yksittäinen keskusohjain jota hallitaan.

Haastateltavien oli vaikea käsittää käsitteitä "yöjäähdytys" sekä "vapaajäähdytys". Vaikkakaan taulukon suomennos ei ole virallinen, vaikutti haastateltavilla olevan haasteita ymmärtää mitä käsitteet tarkoittavat. Haastateltava A mukaan voisi olla mahdollista, että tässä tarkoitetaan esimerkiksi savuluukkujen sekä ikkunoiden avaamista tilojen viilentämiseksi, mutta haastateltavat olivat epävarmoja että tämä on taulukossa viitattu menetelmä. Haastateltavien mielestä käytettyjä termejä olisi voinut avata enemmän esimerkiksi ulkoisella dokumentilla, jossa käytäisiin tarkemmin läpi lyhenteet ja käsitteet, ja avattaisiin palveluiden sekä automaation tasojen merkityksiä. Tällainen dokumentti voisi olla eräänlainen SRI-ohjekirja, joka oli saatavilla kaikille arvioitsijoille.

Valaistus

Rakennusten valon automaation palveluita arvioidessa haastateltava A ja B tekevät heti alussa huomion, että automaation tasot 2 ja 3 valaistuksen palvelussa, jossa käsitellään sisävalaistuksen läsnäolotietoa, vaikuttavat olevan takaperin. Automaation taso 2 vaatii että sekä valojen sammutus että myös käynnistys (tai himmennys) ovat automaattisia, kun taas tasolla 3 vaaditaan vain sammutuksen automaatiota, kun taas käynnistys tai himmennys on manuaalista. Haastateltavien mielestä tasolla 2 olevan automaation selitys on edistysellisempi kuin tason 3 selitys, ja näiden järjestystä tulisi siksi vaihtaa. On kuitenkin epäselvää, onko automaation tasojen selitys vain ymmärretty väärin, onko selityksessä mahdollisesti virhe vai onko edullisempaa esimerkiksi ympäristön kannalta, että valojen kytkeminen päälle on manuaalista.

Haastateltava C kertoo tarkemmin, että rakennuksissa käytettävät valaistusjärjestelmät vaihtelevat tilakohtaisesti. Automaation taso on korkeampaa suurissa tiloissa kuten käytävillä ja luentosaleissa, kun taas toimistohuoneissa ja keittiössä valojen päälle- ja poiskytkentä on manuaalista. Parhaimmillaan automaatio tunnistaa läsnäolon ja pidentää aikaa aina havaittuaan liikettä, mutta asettaa aina muutaman minuutin ajastimen viimeisestä liikehinnästä. Kun liikehinnästä ei enää tapahdu ja ajastin ehtii loppuun asti, huoneen valot sammuvat. Haastateltavien mukaan tämä on varsin yleinen ratkaisu suomessa.

Kun oli puhetta palvelusta, joka käsittelee valaistuksen tehon säätöä päivänvalon määrän mukaan, haastateltavat totesivat ettei kampuksen rakennuksissa tai muutenkaan yleisesti suomessa ole kyseistä toimintoa käytössä. Päivänvalon kompensoinnin tasoksi ei osattu sanoa tulisiko arvosana jättää antamatta kokonaan vai arvioida, kuinka huoneita käyttävät henkilöt voivat itse kompensoida valon tehokkuutta. Haastateltavien mukaan useassa tilassa valojen himmennys huonekohtaisesti olisi mahdollista kampuksen rakennuksissa, mukaan lukien haastattelun rakennuksissa, mutta mitään automaatiota toimintoon ei ole kytketty.

Haastateltavat olivat hyvin varmoja valaistuksen toiminnasta, mutta epäroivät vastauksia automaation tason epäselvyyden takia ja jokaisen rakennuksen valaistusjärjestelmän moninaisuuden vuoksi.

Dynaaminen ulkovaippa

Dynaaminen ulkovaippa ei ole suomalaissa rakennuksissa yleinen ominaisuus. Haastateltavien kanssa käytiin nopeasti läpi tämän aihealueen eri palveluiden määritelmät ja tasot, mutta haastateltavat kertoivat palveluiden puuttuvan kampuksen rakennuksista. Suomalaisissa SRI-arvioissa dynaamisen ulkovaipan arviointi jätetään yleensä kokonaan pois, ja painotus on muutenkin alhainen. Rakennuksen älyvalmiuden kannalta ei ole siis tärkeää, että dynaamisen ulkovaipan palvelut ovat korkealla automaation tasolla.

Haastateltavat olivat hyvin varmoja rakennusten dynaamisen ulkovaipan puutteesta.

Paikallinen sähköntuotanto

Haastateltavien mukaan vain yhdellä haastattelun rakennuksista on omaa sähköntuotantoa. Koska rakennuksilla ei ole omaa sähköntuotantoa, suuri osa aihealueen palveluista jää arvioimatta. ”Mikroverkon toimintatilojen tukeminen” -palvelussa sekä ”sähkön kulutuksen tietojen raportointiin” -palvelussa annettiin kaikille arvosana rakennuksille, sillä nämä ovat aihealueen ainoat palvelut jotka eivät vaadi rakennuksen omaa sähköntuotantoa automaation tason arvioimiseksi. Mikroverkon tukeminen oli automaation tasolla 0, kun taas raportointi oli tasolla 2.

Haastateltavilla oli selkeä kuva rakennusten sähköjärjestelmien toiminnasta. Raportoinnin kannalta oli hieman epäselvyyksiä, millaista dataa järjestelmistä saadaan ulos, mutta haastateltava C tiesi kaikkien kampusrakennusten toimivan samanlaisella tasolla. Sähköntuotanto ei ole haastateltavien mukaan kovin yleistä, mutta nousevassa suosiossa viimeisen vuosikymmenen aikana.

Sähköajoneuvojen lataus

Sähköajoneuvojen latauksessa haastateltavat olivat tietoisia laitteiden olemassaolosta, mutta tarkempien yksityiskohtien ja latauspisteiden lukemien tarkka määrä oli vaikea arvioida. Haastateltavat totesivat että olisi kuitenkin helppoa laskea parkkipaikkojen määrää ihan vain rakennuksen parkkialuetta vierailamalla. Rakennusten parkkipaikkojen määrä löytyi haastateltavan B dokumenteista, joten tarkat lukemat saatiin selville.

Haastateltavat huomauttavat, että on vaikea arvioida parkkipaikkojen määrää joissain tapauksissa, kun parkkipaikkoja on paljon usean rakennuksen ympärillä. Joskus on vaikeaa määritellä, mihin taloon mikäkin parkkipaikka on määritetty, ja jos usean rakennuksen latauspisteet ovat kaikki yhden rakennuksen vieressä, katsotaanko kaikki latauspisteet tämän yksittäisen rakennuksen latauspisteiksi.

Haastateltavien mielestä oli kyseenalaista, onko kyseessä rakennusten automaatiota vai ovatko latauslaitteissa oleva automaatio ulkoista automaatiota. Haastateltava B kuitenkin toteaa, että latauspisteet ovat kytkettynä osaksi kiinteistöä ja täten latauspisteet sekä niihin liittyvä automaatio ovat osa rakennuksen automaatiota.

Haastateltavien vastaukset sähköajoneuvojen lataukseen liittyen olivat hieman epävarmoja palvelun automaation tasojen selitysten muotoilun vuoksi. Heidän tiedot latauspaikkojen toiminnasta olivat kuitenkin tarkkoja ja selitykset selkeitä.

Seuranta ja valvonta

Seuranta ja valvonta ovat usein kaikista vaikein osuus SRI-arvion tekemistä, sillä tämä avainalue keskittyy järjestelmien automaatioon ja automaatiojärjestelmien väliseen kommunikaatioon. Jotta haastateltavat osaavat arvioida avainalueen palveluiden automaation tason, heillä tulee olla kattava käsitys rakennusten automaatiolaitteiden toiminnasta. Tässä haastattelussa oli siis suureksi eduksi, että kaikki haastateltavat olivat hyvin koulutettuja sekä perehtyneitä kampuksen rakennuksista.

Haastateltava C toteaa että muualla Euroopassa on hyvin yleistä, että automaatiolaitteet ovat eristettyjä toisistaan ja keskustelu eri automaatiolaitteiden välillä on hyvin vähäistä. Tämä johtaisi SRI-arvioinnissa tämän avainalueen palveluiden automaation tasoissa pieniin arvosanoihin. Suomessa tilanne on päinvastainen, on huomattavasti yleisempää että automaatiojärjestelmiä rakennetaan ja asennetaan yhtenäisinä paketteina, jotka sisällyttävät kaikki rakennuksen järjestelmät yhteen automaatiojärjestelmään. Tämä parantaa SRI-arvion tuloksia Suomessa.

LVI-järjestelmien hallinta sai kaikissa haastattelun rakennuksissa toiseksi parhaan arvosanan, ohjauksen tarvetta ennakoivan tekoälyn puuteen vuoksi. Myös vikojen havaitsemista käsittelevä palvelu sai toiseksi parhaan arvosanan 2, diagnoositoiminnon puutteen vuoksi. Läsnäolon havaitseminen oli käytössä lähes kaikissa rakennuksissa yksittäisen järjestelmien yhteydessä (esim. valaistus), mutta useiden palveluiden välillä tapahtuvaa kommunikointia läsnäoloon suhteen ei ole.

Keskitettyyn raportointiin, älyverkon integrointiin sekä kysyntäpuolen raportointiin ja ohjauksen yliajoon liittyvät palvelut olivat kaikki haastateltavien mielestä rakennuksista puuttuvia.

Haastateltavien vastaukset olivat tässä aihealueessa aiempia vastauksia pohtivimpia. Vastausten aikana käytiin paljon keskustelua, ja haastateltavat jakoivat paljon ajatuksiaan lopullisten palveluiden arvosanojen saamiseksi.

Yhteenveto

Jokaiselle rakennukselle kerätään kappaleen lopussa yhteenveto haastateltavien antamien vastausten varmuudesta. Vastausten varmuus on visualisoitu taulukoksi, josta näkee numero- sekä värikoodien perusteella kuinka suurella varmuudella haastateltavat antoivat vastauksen:

- 0 (Ei väriä): Taulukossa olevat tiedot ovat epäselkeitä, eikä vastauksen epävarmuus johdu haastateltavien puuttellisista tiedoista. Taulukon kohtaan ei voitu vastata.
- 1 (Punainen): Haastateltavien vastaus oli pitkän pohdinnan takana ja pohdinnan aikana oli selkeää epävarmuutta. Haastateltavat eivät ymmärtäneet SRI-tilukossa käytettyä termejä tai termien merkitykset olivat epäselkeitä. Vastauksen laadusta ei voida olla varmoja, tai vastaus on selkeästi epävarma.
- 2 (Keltainen): Haastateltavien vastaus vaati pohdintaa, mutta lopullinen vastaus osoittautui selkeäksi. Keskustelun aikana termit oli tuttuja ja rakennuksen järjestelmät ja laitteet vaikuttivat tutuilta. Lopullinen vastaus ei ollut täysin varma, mutta pohdinnan loogisuus osoittaa että haastateltavilla oli hyvä käsitys SRI-tilukon palvelun kohdalla.
- 3 (Vihreä): Haastateltaville aihe on tuttu, eikä vastauksessa osoittautunut epävarmuutta. Vastauksen varmuus voi silti tarkoittaa että kysymys on ymmärretty väärin tai että haastateltavan tieto on väärää, mutta selkeä vastaus silti katsotaan korkeaksi varmuuden tasoksi. Lisähuomiona myös katsotaan se, että SRI-tilukon kohdat joissa laitteissa oli puutteita saatiin suuren varmuuden vastaukset, sillä laitteen puuttuessa palvelu on erittäin helppo arvioida.

4.7 Kampusrakennuksen SRI-laskelman rakennus 1

Rakennuksen esittely

Valmistunut: 1960-luvulla

Peruskorjattu: 2010-luvulla

Käyttö: Rakennus 1 on yksi kampuksen koulurakennuksista. Rakennuksessa on luentosaleja sekä pienempiä oppitiloja, ruokala sekä useita toimistoja.

Lämmitys

Ei poikkeuksia.

Jäähdytys

Ei poikkeuksia.

Lämmin käyttövesi

Ei poikkeuksia.

Koneellinen ilmastointi

Haastateltavan C mukaan luentosalien sekä muiden suurien yhteistilojen ilmastointia ohjataan automaattisesti muun muassa hiilidioksidimittareilla, mutta käyttäjällä ei ole nopeaa pääsyä yksittäisen luentosalin ilmastoinnin ohjaukseen, sillä tämä ohjaus tapahtuu automaatiojärjestelmässä. Haastateltavan C tiedot vaikuttavat varmoilta.

Haastateltavat B ja C kuitenkin toteavat, että ilmastoinnin ohjaus rakennuksen 1 pienemmissä tiloissa (kuten toimistohuoneet) on mahdollista, mutta automaation taso on muutoin pienempi. Huoneissa käytetään läsnäolotietoa sekä käyttäjän ohjausta tarkempien sensoritietojen sijaan.

Valaistus

Ei poikkeuksia.

Dynaaminen ulkovaippa

Ei poikkeuksia.

Paikallinen sähköntuotanto

Ei poikkeuksia.

Sähköajoneuvojen lataus

Ei poikkeuksia.

Seuranta ja valvonta

Ei poikkeuksia.

Yhteenveto

Lämmitys	Vesi	Jäähdytys	Ilmanvaihto	Valaistus	Ulkovaippa	Sähkö	Sähköautot	Monitorointi
3	3	2	2	2	3	3	3	2
0	3	0	1	3	3	3	3	3
2	3	2	1		3	3	2	3
3	3	3	2			3		2
2	2	2	1			3		3
3		3	3			3		2
3		2				3		3
3		3						2
2		2						
3		3						

Kuva 9: Rakennuksen 1 varmuudet

Rakennuksen 1 vastausten varmuus oli keskiarvoltaan 2.46. Rakennus oli eräänlainen vertaukohde muille rakennuksille, ja mahdollisesti tämän vuoksi vastaukset rakennukseen liittyen saivat korkeimman keskiarvon. Suurin osa epävarmuudesta keskittyi ilmanvaihdon alueelle, kun dynaamisen ulkovaipan ja sähköön liittyvät vastaukset olivat hyvin korkeita varmuudeltaan. Lämmityksen ja jäähdytyksen kohdalla esiintyvä nolla liittyy TABS-lämmityksen ja TABS-jäähdytyksen palveluun, jonka määritelmässä oli ongelmia.

4.8 Kampusrakennuksen SRI-laskelman rakennus 2

Rakennuksen esittely

Valmistunut: 1960-luvulla

Peruskorjattu: 2010-luvulla

Käyttö: Rakennus 2 on yksi kampuksen tapahtumakeskuksista. Rakennuksessa on saleja oleskeluun, juhlimiseen sekä luentojen esittämiseen. Rakennuksessa on tapaamistiloja, ja huoneet sekä tilat ovat suuria.

Lämmitys

Haastateltavat huomauttivat, että rakennuksen 2 lämmitystehon säätö oli muita toisen haastattelun rakennuksia edistyksellisempi. Toisin kuin muissa toisen haastattelun rakennuksissa, rakennuksessa 2 oli käytössä järjestelmiä jotka kommunikoivat ulkoisen sähköverkon kanssa. Haastateltava C kuitenkin nosti esille, että toiminta ulkoisen energiaverkon kanssa ei ole täysin hänen tiedossaan ja ei ollut varma tarkasta toiminnasta.

Rakennuksessa 2 on lisäksi lämpöpumppuja, jotka toimii kaukolämmön ohella. Lämpöpumppujen automaatio ei ollut korkeaa tasoa, vaan arvosanaksi sekä lämpöpumpun toiminnalle että lämpötuotannon vuorottelulle on 1. Haastateltava C tiesi että lämpöpumppu on rakennuksessa 2, mutta uskoi sen toiminnan olevan hyvin manuaalista.

Myöhemmin haastattelussa haastateltava C toteaa myös, että rakennuksen 2 lämmityksen toiminta määrittyy sähkön hinnan mukaan. Kaukolämpöä käytetään vain silloin, kun sähkön hinta on alhaista. Tämä ei ole täysin SRI-taulukon mukaista automaatiota jonka mukaan automaation tulisi ohjata lämmön tuotantoa sen tarpeen sekä ympäristöystävällisyyden mukaan, mutta osoittaa kuitenkin esityksellistä tasoa rakennuksen lämmityksen automaatioissa.

Jäähdytys

Rakennuksen 2 jäähdytyksessä oli pieniä eroja muihin rakennuksiin verrattuna. Haastateltavan A mukaan rakennuksessa olevan maalämpökaivon avulla pystyttiin varastoimaan lämpöenergiaa, ja tämän kytkeminen päälle ja pois olisi mahdollista rakennuksessa vuodenajan mukaan. Tarkkaa automaation tasoa ei kuitenkaan tietojen perusteella osattu arvioida, mutta oltiin varmoja että toiminnallisuus oli jollain tasolla mahdollista. Myös yleinen jäähdytystehon säätö oli rakennuksessa muita haastattelun 2 rakennuksia korkeammalla, automaation tasolla 3.

Lämmin käyttövesi

Ei poikkeuksia.

Koneellinen ilmastointi

Ei poikkeuksia.

Valaistus

Ei poikkeuksia.

Dynaaminen ulkovaippa

Ei poikkeuksia.

Paikallinen sähköntuotanto

Ei poikkeuksia.

Sähköajoneuvojen lataus

Rakennus 2 oli haastattelun rakennuksista ainoa, jolla oli sähköajoneuvojen latauspaikkoja kiinteistöllään. Kiinteistö latauspakkojen määrä oli haastateltavilla suoraan tiedossa, mutta tavallisten pysäköintipaikkojen määrä oli epävarmaa. Tämä tieto tarvittiin ensimmäisen palvelun tason selvittämiseksi, jossa kysyttiin kuinka iso osuus pysäköintipaikoista oli latauspaikkoja. Lopullinen vastaus oli kuitenkin haastateltavilta hyvin varmaa tietoa.

Kahden muun sähköajoneuvojen lataukseen liittyvän palvelun arviointi oli myös helppoa. Latauspaikkoja ei käytetty sähkön varastointiin, eli taso oli nollassa. Sähköautojen latauksen monitorointiin latauspaikkoja varten on sovellus, jonka avulla käyttäjä pystyy seuraamaan latauksen edistymistä.

Haastateltavien tiedot sähköajoneuvojen latauksesta olivat siis selkeitä, eikä vastausten kanssa jouduttu arvailemaan. Aiemmassa haastattelussa käyty pohdinta auttoi haastateltavaa B tuomaan esille ajatuksia, joita kävimme aiemman haastattelun kanssa läpi ja tämä helpotti arvion tekemistä.

Seuranta ja valvonta

Rakennuksen 2 seurannan ja valvonnan aihealueella oli muista rakennuksista poikkeavia järjestelmiä. Haastateltava B kertoi rakennuksessa olevan muita rakennuksia edistysellisempi kiinteistöjärjestelmien ja energiankäytön raportointijärjestelmä, joka saavuttaa automaation tason 3. Rakennuksen 2 järjestelmät ovat myös muita haastattelun rakennuksia edistysellisimpiä yhteistoiminnaltaan, ja haastateltavat olivat melko varmoja että rakennuksen järjestelmien alusta olisi myös automaatioltaan tasoa 3.

Rakennuksen 2 paremman automaation yksityiskohtaiset tiedot nostettiin haastattelun aikana enemmän esille niiden poikkeuksellisen toiminnan mukaan.

Yhteenveto

Lämmitys	Vesi	Jäähdytys	Ilmanvaihto	Valaistus	Ulkovaippa	Sähkö	Sähköautot	Monitorointi
2	3	2	2	2	3	3	3	2
0	3	0	1	3	3	3	3	3
2	3	2	1		3	3	2	3
3	3	3	2			3		2
2	2	2	1			3		3
3		3	3			3		2
2		2				3		3
2		2						2
2		2						
1		3						

Kuva 10: Rakennuksen 2 varmuudet

Rakennuksen 2 vastausten varmuus oli keskiarvoltaan 2.35. Rakennuksen 2 toiminnassa oli muista rakennuksista poikkeavia ratkaisuja, jotka eivät olleet haastateltaville täysin tuttuja. Tämä vaikutti vastausten varmuuden laatuun negatiivisesti.

Suurin osa epävarmuudesta keskittyi ilmanvaihdon alueelle, kun dynaamisen ulkovaipan ja sähkөөn liittyvät vastaukset olivat hyvin korkeita varmuudeltaan. Lämmityksen ja jäähdytyksen kohdalla esiintyvä nolla liittyy TABS-lämmityksen ja TABS-jäähdytyksen palveluun, jonka määritelmässä oli ongelmia.

4.9 Kampusrakennuksen SRI-laskelman rakennus 3

Rakennuksen esittely

Valmistunut: 1990-luvulla

Peruskorjattu: -

Käyttö: Rakennus 3 on yksi kampuksen koulurakennuksista

Lämmitys

Ei poikkeuksia.

Jäähdytys

Haastateltavien A ja C mukaan rakennuksessa on kiinteistön ulkopuolinen kaukokylmälaitteisto, joka mahdollistaa tilojen jäähdyttämisen. Haastateltavat eivät kuitenkaan olleet varmoja kuinka tällaisen ratkaisun automaation tasoa arvioidaan, sillä automaatio tai palvelu itsessään eivät ole osana rakennusta, vaan kaukolämmön tapaan palvelu on ulkoistettu ja rakennus vain hyödyntää jäähdytystä.

Lämmin käyttövesi

Ei poikkeuksia.

Koneellinen ilmastointi

Ei poikkeuksia.

Valaistus

Haastateltavan C mukaan rakennuksen 3 tiloissa ei ole käytössä lainkaan automaatiota valojen kytkemiseen. Rakennuksen 3 kaikki valaistus on manuaalista, ja henkilö joka käyttää rakennuksen tiloja on täysin vastuussa valaistuksen toiminnasta. Rakennus saa siis arvosanaksi valaistuksen läsnäolotunnistuksen palvelussa nollan. Tämä ei kuitenkaan ole arvion kannalta kovin merkittävä arvosana, sillä valaistuksen painotus on lopullisessa SRI-arviossa matala.

Dynaaminen ulkovaippa

Ei poikkeuksia.

Paikallinen sähköntuotanto

Haastattelun rakennuksista rakennus 3 oli ainoa, jolla oli omaa sähköntuotantoa. Haastateltavien mukaan rakennuksella 3 on katolla aurinkopaneeleita, jotka tuottavat sään ja vuodenajan mukaan vaihtelevasti energiaa. Haastateltavan A ja C mukaan tuotantolaitoksia on vain yksi, joten tuotannon vaihtelua ei tapahdu, eikä palvelua arvioida. Myöskään sähkön varastointia tai sähkön kulutuksen optimointia ei tehdä rakennuksessa, mutta näiden puuttellisuus johtaa arvosanaan 0 taulukossa, koska ne ovat osana sähkön tuotantolaitteen arviointia.

Haastateltavat tunnustivat kehityksen tarpeet rakennuksen 3 sähköntuotannossa, todeten varsinkin sähkön varastoinnin tai sähkön kulutuksen optimoinnin tarpeen. Haastateltavat olivat hyvin tietoisia rakennuksen sähköntuotantolaitteista.

Sähköajoneuvojen lataus

Ei poikkeuksia.

Seuranta ja valvonta

Ei poikkeuksia.

Yhteenveto

Lämmitys	Vesi	Jäähdytys	Ilmanvaihto	Valaistus	Ulkovaippa	Sähkö	Sähköautot	Monitorointi
3	3	2	2	2	3	3	3	2
0	3	0	1	3	3	3	3	3
2	3	2	1		3	3	2	2
3	3	3	2			3		2
2	2	2	1			3		3
3		3	3			3		2
3		1				3		3
3		3						2
2		2						
3		1						

Kuva 11: Rakennuksen 3 varmuudet

Rakennuksen 3 vastausten varmuus oli keskiarvoltaan 2.38. Rakennuksen 3 toiminnassa oli muista rakennuksista poikkeavia ratkaisuja muun muassa jäähdytyksen aihealueella, joista haastateltavien tuli keskustella enemmän eikä varmaan lopputulokseen päädytty niiden toimintaan liittyen. Tämä vaikutti vastausten varmuuden laatuun negatiivisesti.

Suurin osa epävarmuudesta keskittyi ilmanvaihdon alueelle, kun dynaamisen ulkovaipan ja sähkön liittyvät vastaukset olivat hyvin korkeita varmuudeltaan. Lämmityksen ja jäähdytyksen kohdalla esiintyvä nolla liittyy TABS-lämmityksen ja TABS-jäähdytyksen palveluun, jonka määritelmässä oli ongelmia.

4.10 Kampusrakennuksen SRI-laskelman rakennus 4

Rakennuksen esittely

Valmistunut: 1960-luvulla

Peruskorjattu: 2010-luvulla

Käyttö: Rakennus 4 on yksi vanhimmista rakennuksista kampusalueella, kuten osoittaa myös rakennuksen vanha teknologia. Rakennuksessa on sekä luentotiloja että työpajoja, joissa opiskelijat pääsevät kokeilemaan oppejaan käytännössä.

Lämmitys

Rakennuksessa 4 ei ole haastateltavan C mukaan lämmitysveden jakeluverkkoa lainkaan, mutta vastaus ei ollut täysin varma. Automaation taso on siis joko tässä tapauksessa 1, tai toiminnallisuutta ei ole lainkaan.

Jäähdytys

Rakennuksessa 4 ei ole haastateltavan C mukaan jäähdytysveden jakeluverkkoa lainkaan, mutta vastaus ei ollut täysin varma. Automaation taso on siis joko tässä tapauksessa 1, tai toiminnallisuutta ei ole lainkaan. Tämä vastaus liittyy haastateltavan C mukaan lämmitysveden jakeluverkkoon, joten tieto on identtinen lämmitysveden jakeluverkon tiedon kanssa.

Lämmin käyttövesi

Ei poikkeuksia.

Koneellinen ilmastointi

Ei poikkeuksia.

Valaistus

Ei poikkeuksia.

Dynaaminen ulkovaippa

Ei poikkeuksia.

Paikallinen sähköntuotanto

Ei poikkeuksia.

Sähköajoneuvojen lataus

Ei poikkeuksia.

Seuranta ja valvonta

Ei poikkeuksia.

Yhteenveto

Lämmitys	Vesi	Jäähdytys	Ilmanvaihto	Valaistus	Ulkovaippa	Sähkö	Sähköautot	Monitorointi
3	3	3	2	2	3	3	3	2
0	3	0	1	3	3	3	3	3
2	3	1	1		3	3	2	3
3	3	3	2			3		2
2	2	2	1			3		3
3		3	3			3		2
3		2				3		3
3		3						2
2		2						
3		3						

Kuva 12: Rakennuksen 4 varmuudet

Rakennuksen 4 vastausten varmuus oli keskiarvoltaan 2.46. Rakennuksen 4 toiminnassa oli muista rakennuksista poikkeavia ratkaisuja rakennuksen ikääntymisen vuoksi, mutta peruspohjaltaan rakennus on samanlainen kuin muutkin kampuksen rakennukset.

Suurin osa epävarmuudesta keskittyi ilmanvaihdon alueelle, kun dynaamisen ulkovaipan ja sähkön liittyvät vastaukset olivat hyvin korkeita varmuudeltaan. Lämmityksen ja jäähdytyksen kohdalla esiintyvä nolla liittyy TABS-lämmityksen ja TABS-jäähdytyksen palveluun, jonka määritelmässä oli ongelmia.

5 Tulokset

5.1 Haastattelun 2 tulokset

Haastatteluiden jälkeen voidaan tehdä yhteenveto sitä, kuinka helppoa on kerätä tietoa rakennusten järjestelmistä ilman, että järjestelmiin perehdytään yksitellen paikanpäällä. Yhteenvedossa huomioidaan haastateltavien antamien vastausten varmuuden taso:

1. Kuinka hyvin haastateltavat tuntevat palvelussa käsiteltävän aiheen. Haastateltavat voivat kertoa suoraan, etteivät tunne järjestelmän toimintaa, tai että tieto on puutteellista. Esimerkiksi vastauksen kanssa pitkään pohtiminen tai haastateltavien välillä käydyn keskustelun epävarmuus viestii siitä, että vastaus ei ole täysin varma.
2. Kuinka hyvin haastateltavat ymmärtävät SRI-aulukon palvelun sekä sen automaation tasojen selityksen. Mikäli haastateltavat joutuivat kysymään paljon SRI-aulukon käyttämistä selityksistä, oli selkeää että heidän antamassa vastauksessa on jonkin tason epävarmuutta mukana.
3. Suomalainen järjestelmä ei sovellu SRI-aulukon antamiin selityksiin palvelusta tai sen automaation tasoista. Tällaisessa tapauksessa tieto järjestelmästä sekä sen toiminnasta voi olla selkeää, ja haastateltavat ymmärtävät myös SRI-aulukon antamat selitykset, mutta on epävarmaa kuinka palvelu tulisi arvioida.

Ensimmäisessä haastattelussa oli esillä paljon epävarmuutta SRI:n palvelukatalogin selitysten yhteydessä. Haastateltavat A ja B olivat molemmat aiemmin tehneet SRI-arvion haastattelun muodossa, mutta haastattelusta oli aikaa usea vuosi, eikä kaikkia palveluita sekä niiden automaation tasoja enää muistanut. SRI-aulukko oli myös kehittynyt vuosien aikana, ja palveluita sekä niiden automaation tasoja oli lisätty, poistettu sekä muokattu. Vaikka haastateltaville annettiin taulukko etukäteen tutustuttavaksi, oli haastattelun aikana useita epäselkeitä kohtia joita jouduttiin yhdessä selvittämään.

Ensimmäisessä haastattelussa kohdatut ongelmat kuitenkin tukivat hyvin toisen haastattelun edistymistä. SRI-aulukon kohdat olivat tutumpia, osa tarvittavista keskusteluista oltiin jo käyty ensimmäisellä kerralla ja haastateltavilla oli parempi käsitys siitä, millainen prosessi SRI-aulukon täyttäminen on. Toisen haastattelun tulokset olivat tarkempia ja nopeampia kerätä, ja samassa ajassa saatiin kerättyä neljän rakennuksen tiedot. Toisen haastattelun tehokkuuteen vaikutti haastateltavien A ja B kokemuksen lisäksi haastateltavan C asiantuntemus.

5.2 Kaukolämpö

Esimerkiksi kaukolämmön käyttö Suomessa osoittautui nopeasti ongelmakohtaksi, joka voitiin ohittaa tulevissa haastatteluissa. SRI:n taulukossa arvioidaan rakennuksen oman lämmityksen toimintaa, mutta Suomessa laajalti käytössä oleva kaukolämpö on ratkaisu, joka ulkoistaa lämmityksen ja täten tekee suuren osan lämmitystä koskevasta arvioinnista merkityksetöntä. Haastateltavat tunnistivat epäkohdan helposti ja osasivat selittää lämmityksen toiminnan rakennuksissa helposti, mutta Suomalainen malli rakennuksen lämmityksessä ei yksinkertaisesti sovellu arvioitavaksi SRI-taulukon nykyisillä palveluilla.

Lämmitykseen aihealueen käsittelyssä päädyttiin myös rakennelämmityksen yhteyteen, ja myöhemmin aiheeseen palattiin rakennejäähdytyksen kohdalla. Palvelun selitys ja sen automaation tasojen kuvailu olivat haastateltavien mielestä vajanaisia, minkä vuoksi automaation tasoa oli vaikea arvioida. Tämän palvelun kohdalla ei helpottanut, että itse käsite "rakennelämmitys" on epäselkeä. Kyseessä ei ole lattialämmitys, johon haastattelun aikana alettiin ensimmäiseksi keskittymään, vaan muualla Euroopassa käytettävä rakennelämmitys. Koska rakennelämmitystä ei käytetä juurikaan Suomessa, oli kohtaa vaikea arvioida ja tämän vuoksi sekä rakennelämmityksen että rakennejäähdytyksen varmuuden tulokset nollattiin lopullisissa tuloksissa.

5.3 Dynaaminen ulkovaippa

Rakennusten SRI-arvioinnin yksi aihealueista on dynaaminen ulkovaippa. Tämän aihealueen painotus ei ole kovin suuri, mutta se on kuitenkin yksi iso osa rakennuksen älyindikaattorin laskemista. Suomalaisissa rakennuksissa dynaamisen ulkovaipan sisältämiä palveluita on kuitenkin harvoin käytössä, ja niiden sisällyttäminen arvioon on ajoittain jätetty kokonaan pois Suomalaisissa SRI-arvioissa.

Haastateltavat kuitenkin osasisivat sanoa, että dynaamiseen ulkovaippaan liittyviä laitteita tai järjestelmiä ei rakennuksissa ole tai niiden automaation taso on nollassa. Haastateltavat kuitenkin pohtivat ikkunoiden sekä verhojen ohjaamisen automaatioon liittyviä tasoja, ja totesivat eri tasojen olevan hyvin selkeitä. Mutta ennen dynaamisen ulkovaipan palveluiden yleistymistä Suomessa, voi olla turhaa sisällyttää sitä Suomalaiseen rakennusten älyindikaattorin laskelmaan.

Suomalaisissa rakennuksissa dynaaminen ulkovaippa on harvinainen Suomen pitkän ja kylmän talven vuoksi. Rakennusten lämmitys on usein yksi eniten energiaa vievistä järjestelmistä, ja siksi lämmön varaaminen rakennuksen sisälle on Suomessa rakennukselle hyvin tärkeä ominaisuus. Tämän vuoksi Suomalaisten sekä muiden kylmän ilmaston maiden rakennukset ovat hyvin eristettyjä, mutta tämä tarkoittaa että rakenteet ovat tiiviitä ja esimerkiksi ikkunoiden avaaminen ja sulkeminen on hidas ja raskas prosessi. Tämän vuoksi dynaaminen vaippa on vaikea toteuttaa, ja mikäli se heikentää rakennuksen eristystä, voi dynaaminen vaippa olla jopa haitaksi rakennuksen energiatehokkuudelle sekä kustannuksille.

Dynaaminen ulkovaippa voi kuitenkin olla tulevaisuudessa myös Suomessa yleisempi talotekniikan ratkaisu. Ilmastonmuutoksen myötä Suomalaisissa rakennuksissa ilmanvaihdosta sekä jäähdytysjärjestelmistä on tullut yhä yleisempiä. Koneellinen ilmastointi ja jäähdytys on tehokasta, mutta käyttää energiaa. Dynaamisella ulkovaipalla voisi olla mahdollista jäähdyttää rakennusta ilman, että käytettäisiin mekaanisia jäähdytysmenetelmiä, jotka kuluttavat energiaa esimerkiksi avaamalla ikkunoita kesäisin.

5.4 Sähköautojen lataus

Sähköautojen lataus ja siihen liittyvien automaation tasojen selvittäminen oli yksi helpoimmista aihealueista haastateltaville. Tiedot joita haastatelvat eivät itse tiedäneet olivat helposti saatavilla internetistä, sillä erilaiset parkkeeraus-sovellukset pitävät kirjaa sähköautojen latauspaikkojen saatavuudesta. Haastateltavat osasivat suurella varmuudella kertoa, miten sähköautojen lataus toimii kampuksen alueella, mahdollisesti oman kokemuksen perusteella.

Epäselvää haastateltaville oli osakseen latauspaikkojen laskeminen osaksi rakennuksen automaatiota. Koska automaattinen lataus ja kaikki latauksessa tapahtuva automaatio ovat osana latauspaikkaa eikä kiinteistöä, oli haastateltavien mielestä osittain epäselvää lasketaanko latauksessa tapahtuvaa automaatiota osaksi rakennuksen älykkyyttä. Pohdinnan jälkeen päädyttiin kuitenkin toteamaan, että latauspaikat ja niihin liittyvien sovellusten automaatio on osa rakennuksen älykkyyttä.

Ongelmat olivat esillä ensimmäisessä haastattelussa, ja yhteisymmärrykseen päästiin pienellä keskustelulla. Toisen haastattelun aikana palattiin pikaisesti tähän keskusteluun haastateltavien A ja B kanssa, jotka vakuuttivat haastateltavalle C miten sähköautojen latauspaikkojen automaatiota tulisi lähestyä. Tämä oli hyvä esimerkki siitä, miten epävarma vastaus saatiin käännettyä varmaksi vastaukseksi usean haastateltavan läsnäolon ja kokemuksen vuoksi.

5.5 Valaistus

Valaistuksen kohdalla isoin epävarmuus vastauksissa johtui palvelun automaation tasojen järjestyksestä. Epälooginen siirtyminen automaattisesta valojen kytkennästä automaation tasolla 2 manuaaliseen valojen kytkentään tasolla 3 herätti haastateltavilla kysymyksiä. Haastateltavien mukaan rakennusten valaistuksen automaation taso oli paikoittain hyvinkin älykästä, mutta korkeimman automaation tason vaatiessa manuaalisen päällekytkennän on vaikea sanoa, kuinka korkealle kampuksen rakennusten automaatio tulisi arvioida.

Valaistuksen kohdalla ei siis ollut kyse puutteellisesta tiedosta, mutta SRI-taulukon palvelun automaation tason selitys oli epäselkeä, eikä se mahdollisesti sovellu Suomalaisen valaistusautomaation arvioimiseen. Taulukon automaation tasot tulisi tässä tapauksessa tarkistaa että selitykset ovat oikein sekä automaation tasot ovat oikeassa järjestyksessä, ja tämän jälkeen katsoa että miten Suomalainen tapa toteuttaa valaistusta vertautuu automaation tasoihin – sekä mahdollisesti luoda SRI-taulukosta Suomalaiseen valaistukseen sopiva arviointitaulukko.

Valaistuksen yhteydessä todettiin myös ongelma tiedot pakkautumisessa. Päivänvalon mukaan mukautuvan valaisuksen palvelun automaation korkeimmalla tasolla selitys sisältää hyvin paljon tietoa, eikä tätä tasoa ole sen vuoksi helppoa arvioida tai saavuttaa rakennuksessa. Haastateltavat totesivat, että automaation tason pilkkominen tässä tapauksessa useammaksi pienemmäksi palveluksi voisi olla edullista, selkeyttäen arvion tekemistä sekä helpottaen taulukon lukemista.

5.6 Energian tuotanto

Energian tuotantoon liittyen haastateltavilla oli helppo vastata kysymyksiin, sillä energian tuotannon tai muun palvelun puuttuessa niiden olemassaolo on helppo kieltää, ja SRI-taulukkoon saadaan tyhjä vastaus. Mutta vaikka taulukkoon saatiinkin helppoja vastauksia, nosti energian tuotannosta puhuminen esille keskustelun sen tarpeesta tai mahdollisuuksista. Haastateltavat osoittivat tarpeen erilaisten energian varastointi- tai jakotavoista ja energiahukasta rakennuksissa, joissa energian tuotantoa oli käytössä mutta tiedostettiin myös kuinka paljon energiaa menee hukkaan esimerkiksi kesällä, kun aurinkopaneelit keräävät eniten energiaa mutta opiskelijat viettävät vähiten aikaa koululla.

5.7 Seuranta ja valvonta

Seuranta ja valvonta on rakennuksen automaatiojärjestelmiä lähtien käsittelevä osuus SRI-arviossa. Tämä osuus on myös usein haastavin, sillä sen lisäksi että arviota tai haastattelevan tekevän henkilön on tunnettava rakennuksen järjestelmät sekä laitteet, on hänen myös tunnettava laitteiden tai järjestelmien välinen toiminta. Haastateltavien vastaukset olivat huomattavasti pohdiskelevimpia arvioinnin tässä osuudessa, ja keskustelua haastateltavien välillä oli enemmän.

SRI-taulukon palveluiden sekä automaation tasojen selitykset olivat suurimmilta osin selkeitä, niissä käytetyt käsitteet olivat haastateltaville tuttuja eikä automaation tasojen ymmärtäminen tuottanut ongelmaa. Haastateltavien oli vaikeuksia antaa vastauksia vain puutteellisten tai epäselvien tietojen syystä – haastateltavat jopa totesivat, että Suomalaisissa rakennuksissa on SRI-arvion kannalta hyvin edistyksellisiä rakennusautomaatiojärjestelmiä, sillä rakennuksen laitteet ja järjestelmät usein myydään yhdistettynä ”pakettina”, jolloin eri osien välinen keskustelu on luonnostaan osa rakennuksen automaatiojärjestelmää.

Tämän vuoksi olisi jopa mahdollista nostaa Suomalaisten rakennusten automaation tasojen vaatimuksia seurannan ja valvonnan osalta, tai vaihtoehtoisesti laskea painotuksia aihealueella. Mutta koska laitteiden ja järjestelmien välinen keskustelu on sekä laitteiden ja järjestelmien toiminnan kannalta edullista, energiatehokkuuden kannalta edullista sekä käyttäjän mukavuuden kannalta edullista, on helppoa ymmärtää miksi painoarvon sekä Suomalaisen tavan luoda näitä järjestelmiä voidaan katsoa sopivaksi myös Suomalaisissa rakennuksissa.

6 Johtopäätökset

6.1 Haastattelu SRI-arvion muotona

Haastattelut SRI-arvion tekemiseksi ovat tehokas ja verraten vaivaton tapa tehdä SRI-arviosta alustava versio. SRI-arvion suorittaminen vaatii paljon aikaa monelta eri henkilöltä, ja tämän vuoksi niitä on vaikea tehdä useita lyhyessä ajassa. Tämä työ osoittaa, että haastattelemalla henkilöitä voidaan vaivatta tehdä perustason SRI-arvio usealle rakennukselle, mikäli rakennukset ovat verrattain samanlaisia. Tämä helpottaa suuria SRI-arvioita kerääviä projekteja merkittävästi, sillä dataa saadaan nopeasti ja vaivattomasti suurille massoille rakennuksia. Vastausten laatu ja arvo kuitenkin heikkenee mitä useampaa kohdetta käsitellään yhtä-aikaisesti, ja luottamus tulokseen heikkenee tämän myötä. Haastattelun yhteydessä on siis erityisen tärkeää, että kerätään tietoja myös vastausten varmuudesta SRI-arviointihaastattelun yhteydessä.

Haastattelun muodossa oleva SRI-arvio ei pysty korvaamaan perinteisillä menetelmillä suoritettua SRI-arviota, sillä vastausten varmuutta ei voida koskaan saada tarpeeksi korkeaksi ilman rakennuksessa paikanpäällä tehtyä kierrosta, jossa tarkistetaan laitteiden olemassaolo ja toiminta asiantuntevien henkilöiden kanssa. Haastattelua voidaan kuitenkin yhä hyödyntää edellä mainitun mukaan tapana ennakoida perinteisestä SRI-arviosta saatavia tuloksia.

Yksi vaihtoehto on siis suorittaa haastattelu ennen todellista SRI-arviota rakennuksen asiantuntijoiden kanssa. SRI-taulukko käytäisiin ennalta läpi, ja haastateltavilla on mahdollisuus tutustua prosessin etenemiseen. Tämä voi olla erityisen edullista tapauksissa joissa haastateltavat tekevät SRI-arviota ensimmäistä kertaa. SRI-arvion haastattelua tehdessä voidaan huomata missä tiedoissa on puutteita, sekä mahdollisesti löytää laitteita tai järjestelmiä joita ei odotettu olevan osana arviota. Näin ollen haastateltavilla on aikaa valmistautua todelliseen SRI-arvioon, joka voidaan suorittaa haastattelun jälkeen. Tällöinkin vaihtoehtona on joko täydentää haastattelussa kerättyjä tietoja sekä kerätä kuvia kohderakennuksesta, tai arvio voidaan tehdä täysin alusta perinteisin arviointimenetelmin.

Tällä tavalla haastattelusta saadaan hyötyä tekemällä SRI-arvioinnista entistä tarkemman, mutta haastattelun mahdollinen aika- ja vaivaetus ei ole esillä.

Viimeinen mahdollinen etu SRI-arvion toteuttamisessa haastattelun muodossa on tapauksissa, joissa SRI-arviota joudutaan päivittämään tulevaisuudessa. Syy arvion päivittämiseksi voi olla rutiininen, esimerkiksi 10 vuoden välein tapahtuva tarkastus. Myös

itse SRI-tilukko voi saada ajanmittaan muutoksia, jolloin rakennusten tulee saada uusi arvio uudella SRI-tilukolla todellisen älyvalmiuden tason selvittämiseksi. Ei kuitenkaan vielä ole varmaa kuinka SRI-kehitty vuosien aikana tai tuleeko SRI-tilukkoon niin merkittäviä muutoksia, että uusille SRI-arvioille olisi tarvetta. Mutta mikäli tulevaisuudessa päivitys tapahtuu, voisi olla edullista suorittaa päivitetty arviointi haastattelun muodossa kaikille vapaaehtoisille, jotta arviot saadaan pidettyä ajan tasalla ilman että tarvitsee käyttää ensimmäisellä arviolla käytettyä vaivaa. Arvion muutoksen lisäksi selviää, onko rakennuksessa tapahtunut muutoksia vuosien aikana.

6.2 Valaistuksen aihealueen kehittäminen

Valaistuksen aihealueessa on SRI-tilukon suurimmat puutteet. Valaistuksessa on SRI-tilukossa vain kaksi palvelua:

- Palvelu joka käsittelee valaistuksen ohjausta läsnäolon mukaan
- Palvelu joka käsittelee valaistuksen ohjausta päivänvalon määrän mukaan

Tämän lisäksi päivänvaloon perustuvan ohjauksen palvelun viimeisellä automaation tasolla on suuri määrä informaatiota, joka voitaisiin purkaa pienempiin osiin.

Haastatteluiden sekä tutkimuksen ohella kuitenkin heräsi myös ajatuksia Suomalaisten rakennusten valaistuksen ajastetusta ohjauksesta. Esimerkiksi kampusalueen rakennuksissa valaistus käynnistyy usein automaattisesti aamulla ennen luentojen alkua, ja valaistus myös sammutetaan automaattisesti myöhään illalla. Tällöin esimerkiksi kello 08:00 – 20:00 valot ovat rakennuksen käytävillä päällä kaikesta huolimatta, tai vaihtoehtoisesti valaistukseen liitetyt liikentunnistimet voivat olla aktiivisia vain tällä aikavälillä. Aikavälin ulkopuolella valot toimivat esimerkiksi manuaalisilla kytkimillä, joissa on lyhyt ajastin. Tämä ratkaisu on hyvä rakennuksissa joissa liikennettä on päivittäin paljon, eikä jatkuva valojen päälle ja pois kytkentä ole kannattavaa. Ratkaisu on yleinen on ainakin Suomessa, ja tämän vuoksi valaistuksen aihealueeseen voisi lisätä kelloitettua valojen kytkentää käsittelevän palvelun:

Palvelun nimi: Kellotettu valojen ohjaus

Automaation taso 0: Ei automaattista valojen ohjausta kellonajan mukaan.

Automaation taso 1: Valot ovat automaattisesti on käytössä tiettyinä päivinä ja/tai kellonaikoina. Valot käynnistyvät läsnäolotunnistuksella tai manuaalisesti ajan ulkopuolella, aikakatkaisun kanssa.

Automaation taso 2: Valojen läsnäolotunnistus on käytössä tiettyinä päivinä ja kellonaikoina. Valot käynnistyvät manuaalisesti ajan ulkopuolella, aikakatkaisun kanssa.

Valitsemani automaation tasot ovat hyvin samanlaiset verrattuna SRI-taulukossa olemassa oleviin palveluihin sekä niiden automaation tasoihin:

- Tasolla 0 palvelua ei ole lainkaan. Valot toimivat manuaalisesti katkaisimesta tai toisella automaattioratkaisulla, joka ei ole kytkettynä kellonaikaan tai kalenteriin (esimerkiksi etäohjaus mobiililaitteella)
- Tasolla 1 palvelu on käytössä matalan automaation tasolla. Käytössä on joko kellonaikaan tai kalenteriin perustuva automaattinen ohjaus, ja valojen kytkentä päälle tapahtuu automaattisesti kellotuksen mukaan, eikä läsnäolotunnistusta hyödynnetä kuin ainoastaan kellotuksen ulkopuolella. Energiaa ei säästy vaatimalla manuaalisen päällekytkennän kellotuksen ulkopuolella.
- Tasolla 2 palvelu on korkeimmalla automaation tasolla. Kellotus ohjaa valojen sijaan valojen läsnäolotunnistinta, eivätkä valot siksi ole päällä kuin vain ihmisten läsnä ollessa. Tätä ratkaisua tehdessä täytyy huomioida, että mikäli tilassa ei ole paljoa liikehdintää, on tärkeää, että ihmisen läsnäolo tunnistetaan myös silloin. Liikkeentunnistin ei siis välttämättä riitä valojen toiminnan varmistamiseksi. Kun kellotus päättyy, energian säästämiseksi korkein automaation taso vaatii manuaalisen päälle kytkennän kytkimestä. Tämä on samanlainen ratkaisu kuin muissa valaistuksen aihealueen palveluiden automaation tasoissa. Korkeimmalla automaation tasolla valaistus on kytköksissä sekä kalenteriin että kellonaikaan.

Kellotettu valojen ohjaus on varsin yleistä Suomessa, vaikka päivän pituus vaihtelee paljon vuodenajan mukaan. Voisi olla edullista yhdistää järjestelmät, jotka ohjaavat valojen toimintaa yhdessä päivänvalon sekä kellonajan mukaan, vaikkakin päivänvalon määrää on helppo ennustaa kalenterin perusteella. Tällä tavalla vältetään tilanteet, jossa esimerkiksi talven mukaan kellotettu valojen päälle kytkentä tuhlaa energiaa kesällä, jolloin valon määrä on merkittävästi suurempi pitkien päivien seurauksena.

Lisäämällä palvelu SRI-taulukkoon voidaan samalla sekä keventää muiden valaistuksen palveluiden painotusta, joissa todettiin jo aiemmin olevan ongelmia. Lisäksi valaistuksen palvelun lisääminen tarkentaa SRI-arvion tuloksia, ja käsittelee aluetta joka jäi ennen kattamatta. Valaistus ei ole energian kulutuksen osin tärkein osa-alue, mutta silti merkittävä osa energiankulutusta ja siksi tältäkin kannalta tärkeä osa SRI-arviota.

6.3 SRI-ohjekirja

Haastatteluiden aikana tuli huomattua, että kaikki ongelmat vastauksissa eivät juurtaneet itseään haastateltavien osaamattomuuteen, vaan joskus ongelmat johtuivat taulukon epäselvyydestä. Taulukon englanninkieliset termit ja jopa suomennoksen sanasto oli ajoittain vaikeaa ymmärtää, eikä palveluiden tai niiden automaation tasojen selityksistä aina ottanut selkoa, mitä sillä oikeastaan tarkoitetaan. Tämä vaikeutti haastatteluiden tekemistä, ja voi aiheuttaa ongelmia myös perinteisillä menetelmillä suoritettun SRI-arvion kanssa. SRI-tilin selitysten ymmärtäminen voi hidastaa arvioinnin tekemistä, ja pahimmassa tapauksessa jopa vääristää tuloksia väärinymmärrysten seurauksena.

Työn aikana on tullut todettua tarve mahdolliselle SRI-ohjekirjalle, joka selittäisi tarkemmin SRI:ssä käytettävää termistöä sekä avaisi palveluiden ja palveluiden automaation tasojen selityksiä laajemmin. Paikoittain sanasto voi olla vaikeaa ymmärtää tai taulukossa käytetty selitys ei välttämättä avaudu lukijalle. Tällaisissa tapauksissa voisi olla hyvä taulukon selityksiä laajentava ohjekirja, jonka avulla arvioitsija voisi selvittää tarkemmin, mitä SRI-tilin selitykset tarkoittavat. Ohjekirja voisi olla sekä erillinen dokumentti SRI-kaavion ulkopuolella, tai jopa laajennus itse excel-tilin sisällä, joka avaa ja selittää taulukon osia asettamalla tietokoneen osoittimen sanan tai solun päälle.

SRI-ohjekirja voisi olla jaossa kaikille SRI-arvioita tekeville henkilöille, jotta he osaavat epäselvyyksien kohdalla etsiä tarvittavaa tietoa arvion yhteydessä. Ohjekirjan selitysten tulisi olla tarpeeksi selkeitä, että ohjekirjan avulla voi kuka tahansa rakennustekniikan perusteet osaava henkilö selittää tai selvittää mitä palvelussa tai automaation tasossa tarkoitetaan. Ohjekirjaa täten päivitetäisiin ja pidettäisiin ajan tasalla SRI:n edistymisen myötä.

6.4 Miten SRI-soveltuu Suomeen

SRI on yhä kehityksessä ja SRI:n testausvaihe suoritettiin vasta hiljattain, joten on tärkeää pohtia myös SRI:n toimivuutta varsinkin Suomalaisessa rakennuskulttuurissa. Haastateltavien vastauksissa oli paikoittain ongelmia SRI-kaavion selitysten epäselvyyksien vuoksi, joka osoittaa että SRI-taulukossa on ainakin paikoittain korjaamisen varaa. Nämä kuitenkin ovat osuuksia, joissa sanojen selittäminen tai korjauksien tekeminen selityksissä riittää parantamaan SRI-taulukon tasoa Suomalaiseen ympäristöön.

Sen sijaan suuret ongelmat, kuten erilaiset rakennusratkaisut sekä rakennuskulttuurilliset erot, vaativat suuria muutoksia SRI-taulukkoon sekä arvioinnin painotuksiin. Esimerkiksi Suomalainen kaukolämpöjärjestelmä on mahdotonta arvioida SRI-kaavion nykyisellä toteutuksella, ja lämmitys on kuitenkin hyvin suuri osa SRI-arvion kokonaisuutta. On siis tärkeää että kaukolämpö saataisiin sisällytettyä esimerkiksi vaihtoehtoisena ratkaisuna SRI-taulukkoon. Tällaisissa tapauksissa SRI-taulukon rakennetta joudutaan muuttamaan huomattavasti.

Viimeinen ongelmatapaus kohdattiin tilanteissa, joissa automaation tasot eivät vastaa loogista automaation tasojen järjestystä, tai tapauksia joissa automaation korkeimmat tasot täyttyvät osittain, kun taas välillä olevat tasot jäävät täyttymättä rakennuksen nykyisillä järjestelmillä sekä laitteistolla. Näissä tapauksissa ei ole siis tarpeen muokata automaation tasoja, mutta niiden järjestystä tai vaatimuksia voi olla tarpeen osittain muokata tai vaihtaa. Esimerkiksi valaistuksen palveluissa oli havaittu manuaalinen päällekytkentä korkeimmaksi tasoksi, vaikka automaattinen päällekytkentä vaikuttaa korkeamman tason automaation ratkaisulta.

Vaihtoehtoinen ratkaisu tapauksille joissa automaation tasot eivät kohtaa Suomalaista käsitystä automaation tasoissa, olisi muokata SRI-kaavio toimimaan tasoilla joissa tarkistetaan toimintojen olemassaoloa. Sen sijaan että katsotaan onko rakennus saavuttanut palvelussa automaation tason 1-4, voitaisiin automaation tasot purkaa 1-4 ominaisuudeksi joiden toiminta tarkistetaan yksitellen. Tällöin ei tulisi sekaannuksia, mikä automaation tasoista on korkein, riippuen kuinka monta vaatimusta palvelu täyttää, voidaan todeta automaation taso. Tämä tosin voi tehdä arvioinnista monimutkaisempaa, ja useimmat palvelut toimivat jo loogisesti kasvavilla automaation tasoilla, joten muutos ei välttämättä olisi kannattava.

7 Yhteenveto

Tämän diplomityön tarkoituksena oli selvittää rakennusten älyindikaattorin (SRI) toimivuutta suomalaisissa kampusrakennuksissa, kun perinteisten arviontimentelmien sijaan arviointi suoritetaan haastatteluna. Diplomityö keskittyy erityisesti haastatteluissa saatavien vastausten varmuuteen, jotta voidaan kerätä dataa kuinka luotettavana SRI-arviontia haastattelun muodossa voidaan pitää. Työssä kuitenkin suoritetaan SRI-arviot normaalisti loppuun rakennusten älyvalmiuden tulosten saamiseksi.

Työ toteutettiin yhteistyössä ACRE:n työntekijöiden kanssa Espoon kampusalueella, suorittamalla haastatteluja rakennukset tuntevien asiantuntijoiden kanssa. Kaikki työssä käsitellyt rakennukset ovat rajattu opiskelijoiden opiskeluun käyttämiin kampusrakennuksiin, eli muun muassa asuinrakennukset ja erilliset toimistorakennukset eivät olleet mukana työn rajauksessa. Tutkimuksen taustana on katsaus SRI:n perusteisiin sekä arviointimenetelmään, ja yleistä tietoa älyrakennuksista, erityisesti suomalaisessa rakennuskulttuurissa.

Tutkimuksen tavoitteiden saavuttamiseksi suoritettiin SRI-arvio haastattelun muodossa yhteensä kuudelle eri rakennukselle:

- Ensimmäinen arvio luotiin vanhan datan pohjalta. Tässä tapauksessa selvitettiin kuinka SRI on muuttunut vuosien aikana, ja miten tulevissa SRI-arvioissa tulisi valmistautua mahdollisiin haasteisiin.
- Toinen arvio suoritettiin haastatteluna kahden haastateltavan kanssa. Tässä haastattelussa päästiin ensimmäistä kertaa kokeilemaan SRI-arvion suorittamista haastattelun muodossa, ja oltiin jälleen valmiita kohtaamaan ongelmia. Haastateltavat olivat myös vieraita prosessin kanssa, joten tarkoituksena oli selvittää miten hyvin haastattelu toimii SRI:n arviointimenetelmänä.
- Viimeiset neljä arviota tehtiin yhteishaastatteluna kolmen asiantuntijan kanssa, joista kaksi olivat jo ensimmäisessä haastattelussa mukana. Tällä kertaa haastattelu päästiin suorittamaan tehokkaammin ja monet ongelmakohdat ennalta tuntien, jolloin aikaa säästy huomattavasti.

Kohteita valittaessa haluttiin saada samalta kampusalueelta mahdollisimman erilaisia kohteita, jotka kuitenkin olisivat käyttötarkoitukseltaan samanlaisia. Tällöin tuloksia ja ongelmakohdita voidaan verrata toisiinsa tarkemmin, ja erilaisuuksien nostaminen esille on helpompaa. Kampusalueen rakennukset pystyivät eroamaan sijainniltaan, iältään, kooltaan, opiskelutilojen koolta sekä määrältään ja myös mahdollisten peruskorjausten tasoltaan. Myös haastateltavien asiantuntijoiden tuntemus rakennuksista tuli olla mahdollisten yhtenäinen, jotta välttyttäisiin tilanteilta joissa osaa rakennuksista ei yksinkertaisesti tunneta. Rakennuksia sen jälkeen verrattiin toisiinsa SRI-arvioiden vastausten varmuuden perusteella ja selvitettiin, missä tapauksissa haastateltavien henkilöiden vastausten varmuus oli heikkoa.

Vastausten laatua arvioitiin haastatteluissa käydyn keskustelun analysoinnilla. Haastateltavien vastauksia vertailtiin keskenään ja arvioitiin missä tilanteissa haastateltavat osoittivat epävarmuutta joko suoraan kertomalla, että vastaus on epävarma tai pitkäkestoisen keskustelun kautta, jossa selvisi pohdinnoista että lopullinen tulema ei ollut kovin varma. Varmuuteen vaikutti myös arvioitsijan oma osaaminen sekä SRI- taulukon tulkittavuus. Tilanteissa joissa haastateltavilla tuntui olevan kattavasti tietoa aiheesta mutta SRI- taulukon tulkinta oli vaikeaa on tärkeää huomioida, mistä lopullisen vastauksen epävarmuus johtuu. Vastassa oli myös tilanteita joissa Suomalaisen rakennuskulttuurin ratkaisut eivät soveltuneet SRI-kaavioon tai rakennuksissa ei ollut SRI- taulukon vaatimia ominaisuuksia, jolloin vastaukset olivat varmoja mutta kielteisiä.

Tulosten mukaan haastattelu toimii hyvin SRI-arvion nopeana esitarkasteluna tai perinteisen SRI-arvion tukena. Haastattelu on helppo järjestää ja nopea toteuttaa, mikä on iso etu varsinkin jos arvioitavia kohteita tai välimatkaa kohteeseen on paljon. Mutta tämä ei kuitenkaan riitä perusteeksi korvata perinteistä SRI-arviointia, sillä haastattelun muodossa toteutettavassa SRI-arviossa kerättyjen tietojen varmuus jää epäselväksi. Tämä mahdollistaa esimerkiksi rakennuksen SRI-tason väärentämisen ja täten mitätöi haastatteluista saadut tulokset. Haastattelun muodossa toteuttavalla SRI-arviolla on kuitenkin mahdollisesti arvoa esimerkiksi rakennuksen uusinta-arvioiteja varten SRI-kaavion kehittymisen myötä vuosien saatossa. Kokonaiselle uudelle tarkastukselle ei välttämättä ole tarvetta, vaan uusinta-arvio voidaan tulevaisuudessa mahdollisesti suorittaa haastatteluna.

Työn lopuksi ehdotetaan vielä mahdollisuutta lisätä SRI- taulukkoon valaistuksen aihealueelle palvelu, joka käsittelee valaistuksen kellotusta kalenterin ja kellonajan mukaan. Valaistuksen aihealue on SRI- taulukon kaikista vähiten kattava aihealue, ja valaistuksen palvelut vaikuttavat keskeneräisiltä. Siksi voisi olla edullista lisätä valaistukseen palvelu, joka auttaa laajentamaan aihealuetta sekä tarkentamaan aihealueella saatavia vastauksia. Kellotetun valaistuksen palvelulle suunniteltiin automaation tasot sekä perusteltiin niiden valinnat.

Viimeisenä huomiona annetaan huomio mahdollisen SRI-ohjekirjan tarpeesta. Haastatteluiden aikana huomattiin, kuinka vaikeaa SRI- taulukon tulkinta ajoittain oli haastateltavien asiantuntijoiden osaamisesta huolimatta. Sanat, lyhenteet tai selitykset olivat ajoittain epäselviä, ja varsinkin selityksissä huomattiin pienten excel-solujen rajoittavan tekstin määrää, kuinka laajasti aiheesta voidaan selittää. Tämä vaikeutti monen automaation tason ymmärtämistä, ja siksi voidaan katsoa tarpeelliseksi SRI- taulukkoa tukevan SRI-ohjekirjan kirjoittaminen. Ohjekirjassa kaikki käsitteet ja lyhenteet olisi avattu ja selitetty, ja palveluiden ja automaation tasojen selittämiseen käytettäisiin enemmän tilaa ja vaivaa kuin mitä yksittäinen excel-solu sallii. Tämä helpottaa varsinkin uusia ja aloittavia SRI-arvioita tekeviä osapuolia, ja helpottaa mahdollisissa ongelmatilanteissa, kun rakennuksessa on automaatoratkaisu, jollaista ei ennen ole tavattu.

8 Lähdeluettelo

Commission, European, 2017. *Smart Building: Energy Efficiency Application*, s.l.: European Commission.

Euroopan Komissio, 2023. *SRI Assessment Package*. s.l.:Euroopan Komissio.

Euroopan Komissio, 2023. *SRI Test Phases*. [Online]

Available at: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/smart-readiness-indicator/sri-test-phases_en

[Haettu 12 9 2023].

Euroopan Komissio, 2023. *What is the SRI?*. [Online]

Available at: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/smart-readiness-indicator/what-sri_en

[Haettu 19 2 2023].

Fokaides PA, P. C. P. A., 2020. *How Are the Smart Readiness Indicators Expected to Affect the Energy Performance of Buildings: First Evidence and Perspectives*, s.l.: Sustainability.

Hagner, B., 2019. *LVI-Alan Historiakooste*. s.l.:s.n.

Johansson, I., 2023. *SRI - laskentamenetelmä*. s.l.: Motiva.

Ketomäki, J., 2021. *Rakennusten Älyindikaattori (SRI) - Tiivistetysti*. s.l.: Motiva Oy.

Ketomäki, J., 2023. *SRI - kansallinen testaus*. s.l.: Motiva.

Komissio, E., ei pvm *What is the SRI?*. [Online]

Available at: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/smart-readiness-indicator/what-sri_en

[Haettu 12 8 2023].

Melissa, D., 2019. *Greenhouse Effect 101*. [Online]

Available at: <https://www.nrdc.org/stories/greenhouse-effect-101>

[Haettu 17 Helmikuu 2023].

Motiva, 2023. *Rakennusten älyindikaattori – Smart Readiness Indicator (SRI)*. [Online]

Available at: https://www.motiva.fi/ratkaisut/ohjauskeinot/rakennusten_alyindikaattori

[Haettu 12 2 2023].

Motiva, 2023. *SRI-arvioitsijakoulutus*. Vantaa: Motiva Oy.

Märzinger, T. & Ö. D., 2020. *Extending the Application of the Smart Readiness Indicator—A Methodology for the Quantitative Assessment of the Load Shifting Potential of Smart Districts*. Basel: Licensee MDPI.

Nasa, 2023. *Global Warming vs. Climate Change*. [Online]

Available at: <https://climate.nasa.gov/global-warming-vs-climate-change/>

[Haettu 17 Helmikuu 2023].

Verbeke, S. A. D. R. G. M. Y. & W. P., ei pvm *Summary of state of affairs in 2nd technical support study on the smart readiness indicator for buildings*, Bryssel: Euroopan Komissio.

Verbeke, S. A. D. R. G. y., 2020. *Final report on the technical support to the development of a smart readiness indicator for buildings: summary*, Bryssel: Euroopan Komissio.

Vigna I, P. R. P. G. G. A., 2020. *Analysis of the Building Smart Readiness Indicator Calculation: A Comparative Case-Study with Two Panels of Experts*, s.l.: Energies.