

Tietomallit ylläpitoon

LOPPURAPORTTI OLOSUHDEMALLIN PILOTOINNISTA

TIETOMALLIT YLLÄPITOON – OLOSUHDEMALLIN PILOTOINTI

KIRA-digi kehityshanke, kokeiluhankeraportti

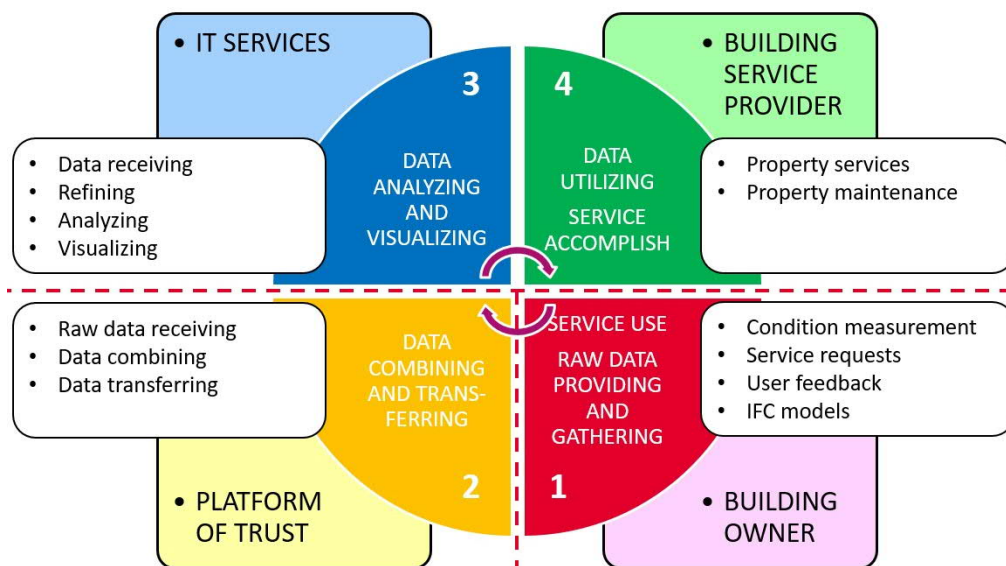
1. Kokeiluhankkeen kuvaus

Kokeiluhankkeessa toteutetaan ratkaisu, jossa rakennuksen tietomalliin kohdistettua reaaliaikaista olosuhdemittaustietoa ja olosuhdepalautetta hyödynnetään kiinteistöpalveluiden tuottamisessa. Kokeilun tarkoitus on todistaa, että rakennuksen tietomallin sisältöä pystytään hyödyntämään komponentteina, mittaustieto ja muu aktiivinen data pystytään yhdistämään em. komponentteihin, ja tästä luotua tietovirtaa pystytään hyödyntämään mobiilissa käyttöliittymässä.

Kokeiluhanke käsittää seuraavat osa-alueet:

1. tietomallin päivitys ja rikastaminen
2. tietomallitietokannan ja rajapinnan toteutus ja pilotointi
3. tiedonkeruun pilotointi sisäisistä ja ulkoisista silloista
4. palvelualustan pilotointi (Platform of Trust)
5. olosuhdemittausratkaisun toteutus ja tiedonkeruun pilotointi
6. mobiiliin käyttäjäpalauteratkaisun käyttöliittymän toteutus ja pilotointi
7. kiinteistöpalveluiden käyttöliittymän toteutus
8. tekoälyn pilotointi Big datan analysoinnissa ja ennusteiden laatimisessa

Kuva 1 esittää miten raakadatasta syntyy palvelua Olosuhdemalli-toimintaympäristössä.



Kuva 1 Datasta palvelua Olosuhdemalli-toimintaympäristössä

2. Kokeiluhankkeen osapuolet

Senaatti-kiinteistöt, Viestikatu 1, 90100 Oulu
Granlund Oy, Malminkaari 21, 00700 Helsinki
ISS Palvelut Oy, Karvaamokuja 2A, 00380 Helsinki

Senaatti-kiinteistöjen (myöh. Senaatti) alihankkijoita olivat VTT Technical Research Centre of Finland (myöh. VTT) ja Cozify Oy. ISS Palvelut Oy:llä (myöh. ISS) oli myös omia alihankkijoita.

Kokeiluhankkeen tiedonkeruu ja välitys tukeutuvat Suomen Tilaaavastuu Oy:n (myöh. STV) toisessa KIRA-digi kokeiluhankkeessa toteuttamaan Platform of Trust (PoT) ratkaisuun.

3. Kokeiluhankkeen eteneminen

Kokeiluhankkeen kick-off tilaisuus pidettiin 30.1.2018. Tilaisuudessa tarkennettiin tavoitteita ja työsuunnitelmia sekä sovittiin työryhmän perustamisesta. Ohjausryhmä järjestäytyi 27.2.2018.

Työryhmä kokoontui helmikuun alusta alkaen kahden viikon välein työpalaveriin, joissa käsiteltiin hankkeen status ja etsittiin vastaukset mahdollisiin kysymyksiin. Työpalaverit pidettiin Skypellä. STV:n ja sen alihankkijoiden kanssa järjestettiin työpajat 5.4.2018 ja 24.4.2018. Työpajojen tarkoitus oli syventää kokeiluhankkeen ja PoT-toteuttajien yhteistyötä sekä sopia yhteisistä etenemistavoista. Lisäksi osallistuttiin PoT-hankkeen Palvelut-työryhmän työskentelyyn.

Osapuolten asiantuntijoiden kesken pidettiin myös erillispalavereita ja käytiin puhelinkeskusteluja. PoT-hankkeella oli käytössään työtila, johon työryhmän jäsenillä oli pääsy. Hankkeen koordinoinnista ja vuoropuhelun ylläpitämisestä PoT-hankkeen kanssa vastasi projektipäällikkö.

Kokeiluhankkeen alussa riskien arvioitiin olevan tavanomaisen tietotekniikkahankkeen tasolla. Riskienhallintaa toteutettiin mm. varmistamalla toinen toimittaja sen varalle, että PoT ei valmistu aikataulussaan, rajaamalla kokeiltavien käyttötapausten määrä kolmeen, siirtämällä vähemmän tärkeitä tavoitteita kokeiluhankkeen jälkeiseen aikaan sekä tarkentamalla päätavoitteita hankkeen aikana. Aikataulu osoittautui haasteelliseksi ja testaus päästiin aloittamaan vasta elokuussa suunnitellun kesäkuun sijaan. Toteutussuunnitelmaa ei aikataulua lukuun ottamatta ollut tarvetta päivittää hankkeen aikana.

Hanketta esiteltiin KIRA-digi Kick-off tapahtumassa 7.2.2018 sekä Suomen älykkäimmät kiinteistöt tapahtumassa 18.4.2018. Lisäksi hanketta on esitelty osapuolten omissa asiakastilaisuuksissa. Olosuhdemallista julkaistaan marraskuussa 2018 tieteellinen artikkeli 'The Conditions data model supporting Building Information Models in Facility Management.' Kokeiluhankkeesta on myös tehty 4 min mittainen englanninkielinen video SOME-levitykseen.

Projektipäällikkö haastatteli kaikki osapuolet lokakuussa 2018. Loppuraportin johtopäätökset perustuvat kaikkien osapuolten näkemyksiin.

Kokeiluhankkeen tulokokous pidettiin 5.10.2018. Lisäksi pidettiin 30.10.2018 työpaja, jonka aiheena oli Mitä pilottien jälkeen. Työpajassa määriteltiin jatkokehityksen suuntaviivoja,

pohdittiin käyttöönoton edellytyksiä ja valmistelua kaikkien osapuolten näkökulmista sekä laadittiin käyttöönoton roadmap vuodelle 2019.

Tilintarkastus toteutettiin 28.11.2018 PwC Julkistarkastus Oy:n toimesta. Palauteratkaisua koskeva käyttökokemuskartoitus tehdään marras-joulukuussa 2018.

4. Kokeiluhankkeen toteutus

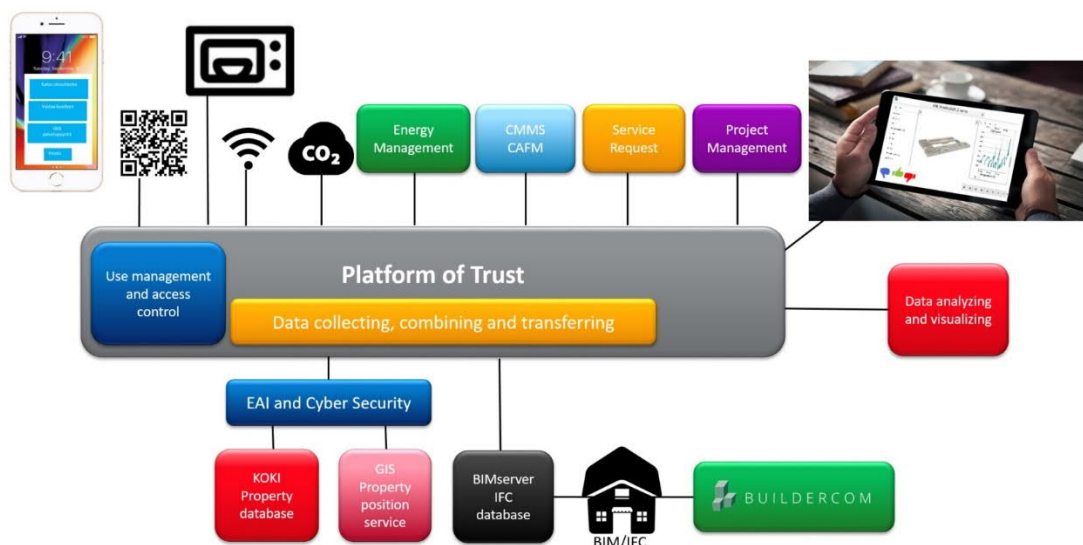
4.1 Yleisiä periaatteita

Kokeiluhankkeessa noudatettiin seuraavia periaatteita:

- Tiedon omistaja päättää, kuka tai mikä taho saa tiedot käyttöönsä.
- Osapuolten valtuuttamisessa ja pääsynhallinnassa hyödynnetään PoT-palvelualueen proseduuria.
- Koneluentaa koskevat samat autentikointi- ja valtuutusäännöt kuin henkilöiden tekemää tiedonhakua.
- Tiedot säilytetään pelkästään suomalaisella palvelimella.
- Kokeiluhankkeessa noudatetaan GDPR direktiiviä.
- Kussakin tietojärjestelmässä on voimassa sen oma käyttäjähallinta ja käyttäjäroolit

Olosuhde- ja palautedatan sekä tietomallien omistusoikeus on Senaatilla. Kokeiluhankkeessa kehitetyt toiminnot ja tietotekniset ratkaisut ovat julkisia ja alihankkijat voivat vapaasti myydä osaamistaan kolmansille osapuolille. Tavanomaisten liikesalaisuuksien lisäksi kunkin osapuolen liikesalaisuuden piiriin katsotaan kuuluvaksi itse kehitettyjen sovellusten lähdekoodit, sekä tiedonkeruuseen ja analysointiin käytetyt algoritmit.

Kuva 2. esittää kokeiluhankkeessa toteutettua Olosuhdemallin tietoarkkitehtuuria.



Kuva 2 Olosuhdemallin tietoarkkitehtuuri

4.2 Platform of Trust

Platform of Trust (PoT) palvelualusta toteutettiin STV:n vetämässä erillisessä KIRA-digi kokeiluhankkeessa. Hankkeiden välisestä yhteistyöstä sovittiin käynnistysvaiheessa. Tällöin päätettiin, että Olosuhdemalli tulee hyödyntämään PoT-palvelualustaa mittausdatan, palautetun IFC-objektidatan ja tekstimuotoisen tiedon kyselyyn palvelimilta ja sen siirtämiseen kysyvälle osapuolelle.

Pähkinänkuoressa PoT:n tehtävä on ottaa osapuolten järjestelmistä tulevat kyselyt vastaan, etsiä kyselyssä määritelty tieto toisista järjestelmistä ja palauttaa vastaus kysyjälle. PoT:n toimintalogiikka luotiin tukemaan myös IFC-tietomallien tietosisällön lukemista ja objektien siirtoa.

4.3 Pilottikohde

Kokeiluhankkeen pilottikohteeksi valittiin Senaatin omistama Torikatu 34-40 toimistorakennus Oulusta. Rakennuksen bruttoala on noin 18 500 m² ja lämmin tilavuus 57 800 m³. Rakennus on rakennettu 1983 ja peruskorjattu ja laajennettu 2006. Kiinteistössä työskentelee päivittäin noin 400 henkilöä.

Pääasialliset valintakriteerit olivat: a) kohde on ISS:n hoidossa, b) kohteessa on olemassa oleva tietomalli (ARK ja LVI) ja c) kohteessa on käytössä Granlundin Metrix-raportointiratkaisu (122 mittauspistettä).

4.4 Tietomallit (BIM)

Kokeiluhankkeen tavoitteena oli tehdä ratkaisu, jossa tietomallin data on osa palveluntuottajan saataville toimitettua datavirtaa ilman, että visualisointiratkaisun tarvitsee käyttää alustana kokonaista tietomallia. Tästä poiketen IFC-mallin kopio tallennettiin ISS:n IT-toimittajan Polku Oy:n palvelimelle. PoT:n kautta hyödynnetään alkuperäisen IFC-mallin tilaobjektien tietosisältöjä mittaustiedon täsmätyksessä oikeaan tilaan. Ratkaisuun päädyttiin aikataulusyistä, mutta se on toteutettu siten että tuotantoon siirryttäessä kopiosta voidaan luopua.

Hankkeessa käytettiin kiinteistön arkkitehtimallia ja ilmanvaihtomallia. Lisäksi luotiin Revit-ohjelmistolla uusi sensorimalli, johon sijoitettiin langattoman mittausjärjestelmän sensorit mahdollisimman tarkasti todellisille asennuspaikoilleen.

Kokeiluhankkeen BIM-malli koostuu useasta IFC-tiedostosta siten, että eri kerrokset on määritelty omina IFC -tiedostoinaan. Mallit kohdistetaan toisiinsa IFC-hierarkian avulla. Syy usean IFC-mallin käytölle on pragmaattinen. Suunnitteluvaiheessa arkkitehti- ja rakennesuunnittelijat luovat yleensä koko rakennuksen kattavat mallit, kun taas LVI-suunnitelmat mallinnetaan kerroksittain.

Teknisesti IFC-mallista hyödynnettiin tilaobjekteja ja niihin liitettäviä property set- tietokenttiä. Ensisijaisena linkitystietona käytettiin IFC-objektien GUID-tunnuksia.

4.5 Tietomallipalvelin

Senaatti valitsi tietomallipalvelimen toteuttajaksi VTT:n, koska heillä on kokemusta Senaatin edellisen käyttöliittymäpilotin palvelimen ja sillä olevan tietokannan toteutuksesta.

Senaatti osoitti kokeiluhankkeen käyttöön Elisa Appelsiinin konesalista vuokratun palvelimen. Palvelimen kapasiteetti riitti hyvin ja se oli vakaa. Palvelimen varusohjelmien päivittämisen jälkeen Tomcat-sovelluspalvelin piti käynnistää uudelleen manuaalisesti.

Tuotantovaiheeseen siirryttäessä tietomallipalvelin ohjelmistoinen tullaan siirtämään Senaatin konesaliympäristöön.

4.6 Ohjelmistot

Palvelimella on Windows-käyttöjärjestelmä. Lisäksi palvelimelle hankittiin SSL-sertifikaatti ja asennettiin BIMserver Open source-ohjelmisto. BIMserver-ohjelmiston valinta perustui ratkaisun käyttötarkoitukseen (IFC-tietomallit), yksikertaisuuteen, yleisyyteen ja edullisuuteen.

BIMserver-ohjelmisto sisältää SQL-tietokannan, johon IFC-malli tallennetaan. Sovellus tarjoaa myös monipuolisia selainpohjaisia näkymiä mallin katseluun. BIMserver mahdollistaa tietojen kyselyn objekti objektilta, jolloin visualisointi on mahdollista tehdä pelkän IFC-datan pohjalta, ilman että visualisoinnin alustana tarvitsee käyttää samanlaista IFC-mallia.

Palvelimen varusohjelmistot ovat Apache HTTP Server, joka on avoimeen lähdekoodiin perustuva HTTP-palvelinohjelma, sekä Tomcat sovelluspalvelin. Tomcat valittiin kokeiluhankkeeseen sen tunnettuuden vuoksi. Palvelimella on lisäksi node.js -palvelu dynaamisten Web-sivujen luontia varten sekä Microsoft JavaScript Web-palvelinta varten.

4.7 Rajapinnat

Palvelimelle toteutettiin kaksi REST-rajapintaa: toinen tietojen hakua sekä mittausarvojen kyselyä ja palautusta varten ja toinen IFC-mallin tietojen hakemiseen BIMserver-ohjelmiston rajapinnasta (liite 1). PoT-palvelualustan ja palvelimen välille toteutettiin rajapintaintegraatio, jonka kautta tietomallidata tarjotaan osapuolten käyttöön ja jonka yli palautejärjestelmä lähettää palautedataa sekä kyselee olosuhdemittaukseen liittyviä arvoja.

Granlundin järjestelmien olemassa olevat rajapinnat avattiin PoT:iin. Kokeiluhankkeessa testattiin Metrix-olosuhdedatan lisäksi mm. energiankulutustiedon ja palvelupyyntödatan hakua, jotka molemmat toimivat ongelmitta.

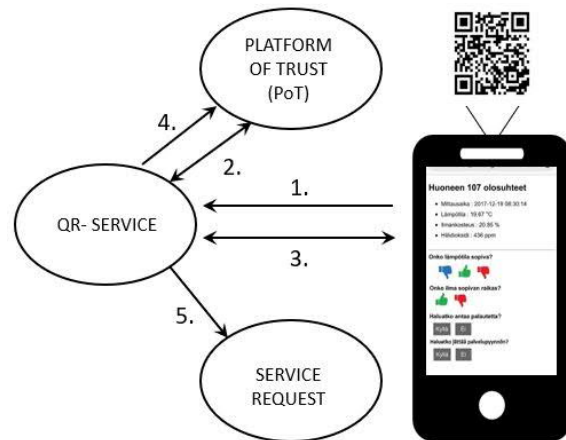
4.8 Palautepalvelu

VTT toteutti pilottikohteeseen mobiililaitteella toimivan palauteratkaisun. VTT valittiin toimittajaksi, koska heillä oli aiempaa kokemusta vastaavan ratkaisun toteuttamisesta.

Palautepalvelun toiminta perustuu huoneisiin jaettuihin yksilöllisiin Quick Response (QR) -koodeihin. Kun koodi luetaan älylaitteella, laite avaa palvelimella olevan Web-sivun, jossa näytetään kyseisen huoneen lämpötila tai muu mittausarvo. Web-sivua klikkaamalla voi antaa

peukalo ylös – peukalo alas -palautetta tai kirjoittaa lyhyen palautetekstin. Web-sivulla on myös linkki, joka avaa Granlund Manager –palvelupyyntöjärjestelmän palautelomakkeen.

QR-koodien käyttöön päädyttiin niiden edullisuuden takia. Toinen merkittävä syy oli teknologian yleisyys ja helppokäyttöisyys. QR-koodit voidaan tulostaa tavallisella tulostimella, niiden luomiseen on saatavissa Internetistä ilmaisia ohjelmistoja ja niiden käyttö on mahdollista tavanomaisilla älylaitteilla.



QR-koodipalvelu ei tallenna olosuhdetietoja vaan ainoastaan lukee ja lähettää dataa PoT:iin. Myös päätelaitteella avattava palvelupyyntösivun linkki saadaan PoT:n kautta.

Kuva 3 Tilankäyttäjän palauteratkaisu

4.9 Olosuhdetietojen keräys

Metrix –olosuhdemittausjärjestelmän ja PoT:n välille toteutettiin rajapintaintegraatio, jonka kautta kohdekiinteistön mittausdata tarjotaan osapuolten käyttöön. Lisäksi kiinteistöön hankittiin Cozify Oy:n langaton olosuhdemittausjärjestelmä. Toimittajan valintaperusteena olivat kyky toteuttaa soveltuva ratkaisu käytettävissä olevassa aikataulussa sekä valmius toteuttaa vaadittu rajapinta PoT-palvelualustalle.

Cozifyn järjestelmässä on 120 mittauspistettä. Mitatut suureet ovat toimistohuoneissa lämpötila ja suhteellinen kosteus, sekä neuvotteluhuoneissa lämpötila, suhteellinen kosteus ja CO₂. Järjestelmä kerää mittaustiedon omaan pilveensä ja toimittaa sen sieltä PoT:iin, joka välittää sen edelleen kysyvälle osapuolelle. Kokeiluhankkeessa suhteellisen kosteuden mittausdataa ei toimitettu PoT:iin käyttötapausten rajaamistarpeen vuoksi.

Kummankin mittausjärjestelmän jokaiselle sensorille annettiin asennuspaikan GUID-tunnisteeseen perustuva yksilöllinen tunnistus, jolla sensorin lähettämä mittaustieto sijoitettiin oikeaan huonetilaan käyttöliittymässä.

4.10 Tietojen nimeäminen ja tunnistaminen

Tietojen ja tiedostojen nimeämisessä käytettiin buildingSMART yhteisön IFC-speksejä siltä osin kuin niitä on valmiina. IFC:n objektien ja QR-koodien kohdistamiseen käytettiin Excel®-taulukkoa. Kokeiluhankkeessa kaikki toimijat eivät käyttäneet samaa sensorin ID:tä, joka todettiin aiheuttavan ylimääräistä täsmäytystä.

4.11 Datan muotovaatimukset

Kokeiluhankkeessa todettiin kaksi toisistaan poikkeavaa datan käyttötarvetta: visuaalinen esitys ja datan keruu tekoälyanalyysiä varten. Myös visuaalisuuden toteutus ja arvojen esittäminen numeroina edellyttivät monimuotoista datan syöttöä.

Siirrettävän datan tulee olla jossakin standardissa muodossa. Mahdollisia standardeja on useita, kuten esimerkiksi teollisuuden tiedonsiirto-standardit, IoT-standardit, Open Geospatial Consortium (OGC) ja niin edelleen. Siirrettävä data itsessään voi olla esim. koodia (UBL, XML, CSV jne.), milliampeereita tai millivolteja. Ontologia tulee sopia etukäteen ja siitä on pidettävä kiinni. Kokeiluhankkeessa erot termien kesken aiheuttivat aluksi sekaannusta (esim. toinen toimija käytti hiilidioksidille tunnusta CO2 ja toinen carbondioxide).

Vastuu datan oikeellisuudesta on datan toimittajalla ja vastuu johtopäätöksistä datan hyödyntäjällä. Tiedonkeruu- ja välitysalusta ei esimerkiksi arvioi, onko 0°C tai 100°C sopiva työhuoneen lämpötila.

4.12 Kiinteistönhoidon käyttöliittymä

Kokeiluhankkeessa toteutettiin käyttöliittymä, jonka avulla kiinteistönhoitaja pystyy seuraamaan tilojen olosuhteita ja reagoimaan tilankäyttäjän jättämiin palautteisiin. Käyttöliittymä näyttää yhden kerroksen kerrallaan 2D tai 3D-näkymässä. Käyttöliittymä on suunniteltu Android-tabletille. Android valittiin toteutusympäristöksi yleisyyden sekä laajan työkaluvalikoiman vuoksi. Lisäksi käyttöliittymä toimii Google Chrome –selaimessa.

Käyttöliittymässä näytetään myös tekoälysovelluksen (IBM Watson) tuottama ennuste sisäolosuhteista. Ennuste perustuu historiadataan ja sääennusteeseen. Ennusteesta voidaan nähdä, miten tilojen olosuhteiden arvioidaan muuttuvan seuraavien vuorokausien aikana. Ennusteen perusteella säätöarvoja voidaan muuttaa etukäteen ei-toivottujen muutosten välttämiseksi. Suoraa takaisinkytkentää rakennusautomaation ohjaamiseksi ennusteen perusteella ei toteutettu tässä kokeiluhankkeessa.

4.13 Tietoturvallisuus

Olosuhdemallin ideologia on, ettei sinne viedä turvaluokiteltua tietoa. Käytännössä tietomallit ja/tai pohjapiirustukset voivat kuitenkin joissakin tapauksissa tulla turvaluokituksen piiriin. Myös käyttöastetieto tai käyttötilanne saattavat tulla luokiteltavaksi, jos ne pystytään yhdistämään määrättyyn tilaan ja organisaatioon. Henkilöiden nimet ovat myös tietosuojaan alaisia asioita.

Palautekyselyssä käytetty selväkielinen QR-koodin polku mahdollistaa sen, että vihamielinen taho voi yhden kaapatun polun perusteella päätellä kaikki muut polut. Turvallisempi vaihtoehto on käyttää esimerkiksi IFC:n GUID-tunnusta kaikessa tiedonsiirrossa.

PoT:n tietoturvallisuus on määritelty tiedon tarjoajien ja käyttäjien vaatimusten mukaisesti. PoT:n pääkäyttöä varten on toteutettu SSO (Single Sign On) eli kertakirjautuminen. Lisäksi PoT tukee useita erilaisia kirjautumismenetelmiä.

QR-koodien tulostamisen helppous mahdollistaa sen, että ulkopuolinen taho voi korvata huoneessa olevan tarran toisella saman näköisellä tarralla. Tästä voi aiheutua järjestelmän

toimimattomuus tai käyttäjän harhauttaminen Web-sivulle, joka mahdollistaa haittaohjelman pääsyn tilankäyttäjän älypuhelimien. Riskin välttämiseksi Olosuhdemallin QR-kooditarroja ei tule asentaa yleisön käytössä oleviin tiloihin.

5. Tulosten arviointi

5.1 Kokeiluhankkeen mittarit ja niiden toteuma

1. Mittari - Olosuhdeseurannan kehittäminen: Tietomalliin pohjautuva kiinteistönhoidon käyttöliittymä on pilotoinnissa.
 - Tulos: Tietomallipohjainen käyttöliittymä on käytössä.
2. Mittari - Käyttäjäpalveluiden kehittäminen: Tietomalliin pohjautuva palvelupyynnöiden kohdistamiseen on pilotoinnissa.
 - Tulos: Tietomallipohjainen palvelupyynnöiden kohdistus on käytössä.
3. Mittari - Käyttäjätyytyväisyyden parantaminen: Huonekohtaisiin, tietomallin tilaobjekteihin liitettyihin QR-koodeihin pohjautuva käyttäjäpalauteratkaisu on pilotoinnissa.
 - Tulos: Tietomallista johdettuihin QR-koodeihin perustuva palauteratkaisu on toiminnassa.

Yleisenä tavoitteena oli, että kokeiluhankkeen lopputuloksena osapuolilla on kokemusta Olosuhdemallin toteutuksesta, sekä tarvittava tietotaito ratkaisun käyttöönottoon omassa liiketoiminnassaan. Hankkeen perusteella tuli määritellä ylläpidon vaatimukset rakennuksen tietomalleille. Kokeiluhankkeessa saavutettiin molemmat tavoitteet. Lisäksi ylläpidon vaatimuksista rakennuksen tietomalleille on laadittu erillinen dokumentti Senaatin rakennuttamisohjeistukseen liitettäväksi.

5.2 Kokeiluhankkeen tavoitteet ja niiden toteuma

Kokeiluhankkeen tavoitteena oli selvittää:

- ratkaisun toimivuus käytännössä,
- toteutuksen kustannukset,
- käyttöönoton vaatimat toimenpiteet,
- hyötyjen saavuttaminen käytännössä ja
- toteutuksen pullonkaulat ja haasteet.

Seuraavissa kappaleissa on arvioitu näiden tavoitteiden toteutumista.

5.2.1 Ratkaisun toimivuus käytännössä

Teknisesti ratkaisu toimii hyvin. Kaikki toiminnot toimivat luotettavasti eikä merkittäviä viiveitä tai virheitä esiinny. Kiinteistöhoitajan käyttöliittymä toimii suunnitellusti. Olosuhdemalliin liittyvät palvelutarpeet on tunnistettu ja niitä tukevien prosessien kehittäminen on aloitettu.

Olosuhdemallin tietoarkkitehtuuri toteutettiin alkuperäisen suunnitelman mukaisena. Uusiin toimintoihin valitut sovellukset ovat koeteltuja ja pitkään tuotannossa olleita. Siirrettävien tietojen yhteismitallisuus ja standardinmukaisuus toteutuvat hyvin. Internetin yli tapahtuvassa

tiedonsiirrossa esiintyy satunnaisia viiveitä, joilla ei kuitenkaan ole merkittävää vaikutusta toimintaan. Tiedonhakua varten avatut tiedonsiirtorajapinnat toimivat luotettavasti.

Kokeiluhankkeen alkuvaiheessa PoT-palvelualustan toimivuudessa ja vakaudessa oli ongelmia. Tiedonsiirron viiveet ja katkokset häirtasivat muiden osapuolten testausta ja lisäsivät vianhakuun käytettyä aikaa. Tilanne korjattiin mm. lisäämällä kapasiteettia, jonka jälkeen järjestelmä on toiminut suunnitellusti.

Jälkiasennuksena toteutettu olosuhdemittausjärjestelmä (Cozify) toimii luotettavasti. Myös Granlund Metrix toimii luotettavasti, joskin sen käyttökelpoisuutta heikentää saadun mittaustiedon latenssi (tieto voi olla 1-12 h vanhaa).

Tietomallipalvelin toimii suunnitellusti. Päivitysten jälkeen varusohjelmat eivät aina käynnisty automaattisesti, joka voi aiheuttaa tilapäisen käyttökätkon. Tiedonhaku IFC-tietomallista toimii suunnitellusti.

QR-koodeihin ja tilankäyttäjän henkilökohtaiseen älypuhelimien käyttöön tukeutuva olosuhdepalauttejärjestelmä toimii luotettavasti. Tiedonhaussa ja lähettämisessä esiintyy satunnaista hitautta, joka voi johtua esim. älylaitteen tietoliikenneyhteydestä, palvelualustasta tai Internetistä. Tällä ei kuitenkaan ole merkittävää vaikutusta käyttökokemukseen.

5.2.2 Toteutuksen kustannukset

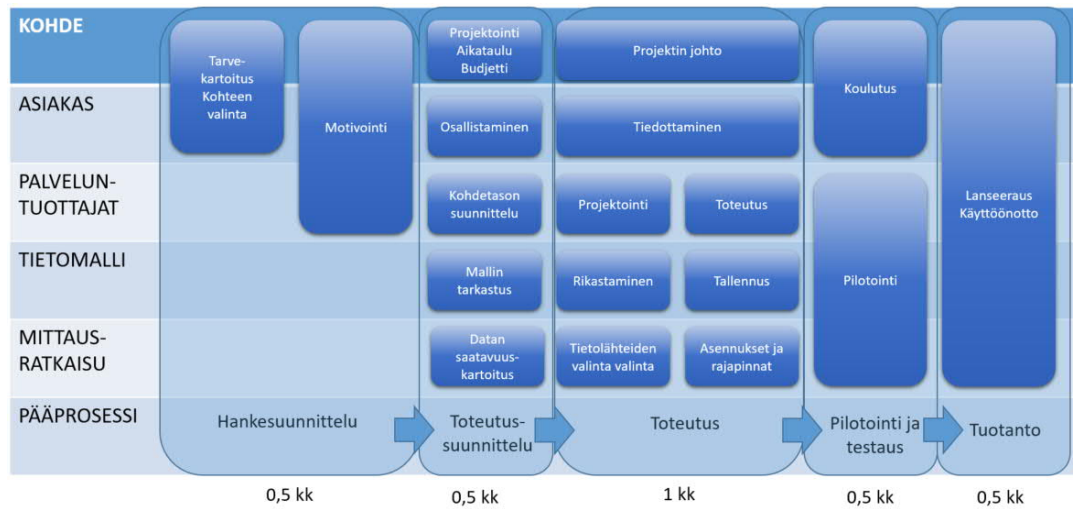
Kokeiluhanke antaa selvän käsityksen Olosuhdemallin toteutuskustannuksista ja ne ovat luotettavasti arvioitavissa etukäteen. Kustannus on kiinteistön kuluihin ja tuottoihin verrattuna vähäinen keskikokoisissa ja suurissa kiinteistöissä. Perusvaatimustensa vuoksi Olosuhdemalli ei sovellu hyvin kehityssalkun kiinteistöihin tai pieniin kohteisiin.

Merkittävimmät kustannuserät syntyvät kiinteistön tietomallien laatimisesta ja päivittämisestä, olosuhdemittautiedon keräämisestä ja ratkaisun edellyttämien rajapintojen toteutuksesta. Lisäksi merkittävän kertakustannuksen aiheuttaa tuotantokykyisen tietomallipalvelimen perustaminen Senaatin konesaliin. Järjestelmän ylläpidosta ja käytöstä aiheutuu jatkuvaa ylläpitokustannusta (mittausratkaisut, palvelualusta, tiedottaminen ja markkinointi ym.).

Palveluntuottajien kustannuksista pääosa muodostuu rajapintojen ja käyttöliittymän toteutuksesta ja ylläpidosta, sekä mahdollisen keinoälyratkaisun käyttämisestä.

5.2.3 Käyttöönoton vaatimat toimenpiteet

Kokeiluhankkeessa määriteltiin Olosuhdemallin kohdekohtaisen käyttöönoton vaiheet ja niihin liittyvät toimenpiteet. Käyttöönottoprosessin tavoitekesto on 3 kk. Aika voi olla huomattavasti lyhyempi, jos kohteen tietomalli on jo valmiina ja olosuhdemittausjärjestelmä on asennettu etukäteen.



Kuva 1. Olosuhdemallin kohdekohtaisen käyttöönoton vaiheet

Jos Olosuhdemalli toteutetaan kiinteistöön, jossa on ns. turvakriittisiä asiakkaita, on otettava huomioon, että turvallisuusselvitysprosessi saattaa kestää useita viikkoja. Tällä on merkittävä vaikutus kohdekohtaisiin aikatauluihin.

5.2.4 Hyötyjen saavuttaminen käytännössä

Kokeiluhankkeen lyhyestä kestosta johtuen hyötyjä ei ollut mahdollista mitata hankkeen aikana. Olosuhdepalautejärjestelmä on kuitenkin otettu hyvin vastaan, sillä huoneissa olevia QR-koodeja luettiin ensimmäisten kahden kuukauden aikana noin 1200 kertaa. Odotusarvo käyttäjätyytyväisyyden nousun suhteen on tästä syystä korkealla. Palvelupyynnöitä jätettiin kuitenkin vain yksi. Tämä voi olla seurausta siitä, että kohdekiinteistössä palvelupyynnöiden jättäminen on keskitetty pelkästään yhteyshenkilöille, eivätkä peruskäyttäjät siten ole tottuneet tekemään niitä.

Myös kiinteistönhoidon käyttöliittymä on saanut myönteistä palautetta kiinteistöhoitajalta ja etävalvomolta.

Kokeiluhankkeen aikana tunnistettuja pitkän aikavälin hyötyjä:

- Asiakaskokemuksen ja olosuhteiden parantuminen, olosuhteiden pysyvyyden parantuminen sekä palautteen ja tiedonsaannin helpottuminen.
- Palveluntuottaja pystyy tuottamaan parempaa laatua nykyisillä resursseilla.
- Olosuhdemalli tarjoaa käyttöliittymän muulle kohteesta kerättävälle datalle (esim. Metrix).
- Olosuhdemalli mahdollistaa erilaisten palveluiden, kuten kuntotarkastusten, energiankäytön manageroinnin ja käyttäjäpalveluiden tarjoamisen, tuottamisen ja johtamisen.

5.2.5 Toteutuksen pullonkaulat ja haasteet

Platform of Trust-palvelualusta on kriittinen osa Olosuhdemallia. Jos PoT ei toimi, juuri mikään muukaan ei toimi. PoT:n vastatessa hitaasti vastausajat moninkertaistuvat mm. Internet-liikenteen latenssin vuoksi. Uuden toimijan liittäminen PoT:iin vaatii pitkähkön valmistelun ja

sopimusmenettely on monimutkainen. Ongelmat eivät yleensä ole teknisiä vaan juridisia (ml. tietoturva) ja liittämisprosessia koskevia.

Siirrettävää tietoa on paljon ja osa siitä on aikakriittistä, mikä saattaa johtaa tietoliikenteen suureen määrään ja viiveitä aiheuttaviin ylikuormitustilanteisiin. Joidenkin organisaatioiden tietoturvallisuussäännöt estävät tiettyjen porttien (esimerkiksi 8088) avaamisen tietoliikenteelle, joka tulee huomioida järjestelmäarkkitehtuurin suunnittelussa.

Käyttöliittymien toteutukseen aiheuttaa lisätyötä vaatimus yhteensopivuudesta mm. Internet Explorerin ja Mozilla Firefoxin kanssa. Käyttöliittymän tulee myös kyetä toimimaan ilman, että koko tietomalli kopioidaan visualisointia varten toiselle palvelimelle. Tilaobjektien kohdistaminen koordinaatistoon IFC-hierarkian avulla edellyttää tarkkojen määrittelyjen sopimista ja niiden pikkutarkkaa noudattamista.

Kaikissa kohteissa ei ole lainkaan tietomallia. Tällöin sen laatiminen on aloitettava alusta, joka vie aikaa ja rahaa ja johtaa yleensä pelkkään arkkitehtuurin inventointimalliin. Kattavia talotekniikan malleja on harvoissa kiinteistöissä. Niiden laatiminen olemassa olevaan kiinteistöön ei yleensä ole kustannustehokasta. Tästä johtuen osa Olosuhdemallin hyödyistä kiinteistöhoidolle saattaa jäädä saavuttamatta. Jatkuva käyttö myös korostaa tietomallin ajantasaisuuden vaatimusta.

Metrix-järjestelmä ei ole reaaliaikainen vaan mittausdata päivitetään kerran tunnissa. Aikaviive heikentää olosuhdetiedon käyttökelpoisuutta tilankäyttäjän informoinnissa. Ikääntyneet rakennusautomaatiojärjestelmät eivät välttämättä kykene tuottamaan olosuhdedataa riittävällä taajuudella palautejärjestelmää varten.

Tilankäyttäjillä ei välttämättä ole valmiuksia asentaa palautejärjestelmän edellyttää QR-koodilukijaa älypuhelimeen. Henkilöstöllä voi olla käytössä myös muita kuin älypuhelimia.

6. Osapuolten jatkosuunnitelmat

Senaatti on päättänyt ottaa Olosuhdemallin valtakunnalliseen käyttöön. Ensimmäisessä vaiheessa ratkaisu toteutetaan kymmeneen toimisto-, museo- ja koulurakennukseen eri puolille Suomea. Seuraavien neljän vuoden aikana järjestelmää on suunniteltu laajennettavan yhteensä sataan kiinteistöön. Kaikki Senaatin kiinteistöpalveluiden sopimuskumppanit on informoitu ja myös ne ovat aloittaneet valmistelut Olosuhdemallin käyttöönottamiseksi.

ISS on tehnyt päätöksen ratkaisun globaalista käyttöönotosta ja tarjoaa ratkaisua myös muille asiakkailleen. Kokonaisuudessaan kokeiluhanke nähtiin ISS:llä erittäin hyödyllisenä ja se toi best practise -aiheita ja core-ideoita, joita voi käyttää myös muissa projekteissa. Kokeiluhankkeella nähdään olevan suora yhteys operatiivisen liiketoiminnan kehittämiseen (mm. sisäolosuhteiden hallinta, selkeä tilannekuva, ennakointi ym.).

Granlund jatkaa kehitystyötään oman Virtuaalinen kiinteistö-ratkaisunsa parissa. Monet kokeiluhankkeessa tutkitut ja toteutetut ratkaisut tukevat tätä kehitystyötä. Jatkossa tietomallien laadinnassa ja prosessien kehittämisessä otetaan huomioon kokeiluhankkeessa todetut ja kirjatut ylläpidon tietomallien vaatimukset. Kokeiluhanke tukee vahvasti rakennusalan kehitystoimintaa ja toimii selkeästi suunnannäyttäjän tietomallien hyödyntämiselle koko rakennuksen elinkaaren aikana.

7. Yhteenveto

Kokeiluhankkeessa onnistuttiin toteuttamaan ohjelmisto- ja toimittajariippumaton ratkaisu tietomallien sisällön hyödyntämiseksi kiinteistöjen ylläpidossa. Tulosta voidaan pitää läpimurtona, joka voi johtaa koko kiinteistöalan uudelle uralle tietomallien hyödyntämisessä koko rakennuksen elinkaaren aikana.

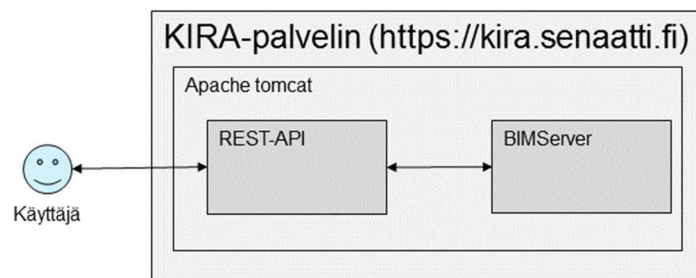
Olosuhdemalli tuo ensimmäistä kertaa olosuhdetiedot kaikkien tilankäyttäjien saataville. Samalla se alentaa käyttäjäpalautteen jättämisen kynnystä ja mahdollistaa nopeat ja tilakohtaiset palvelut.

Kokeilu on myös kiinteistö- ja rakennusalan ensimmäinen alustatalouden käytännön sovellus Suomessa. Kokeilun aikana toteutettiin organisaatioiden rajat ylittävä, digitaaliseen palvelualustaan perustuva ekosysteemi, joka kykenee tuottamaan lisäarvoa kaikille osapuolille parantamalla tietojen saatavuutta ja käyttökelpoisuutta, sekä luomalla tiedon avulla uutta liiketoimintaa.

Liite 1. BIMServer REST-rajapintakuvaus

1. Palvelun kuvaus ja tunnukset

Toteutettu palvelu toimii välirajapintana BIMServerille (open source, <http://bimserver.org/>), jonne on tallennettu kohteen IFC-mallit. Rajapinta kommunikoi sisäisesti BIMServerin kanssa, joten käyttäjät Internetin ylitse eivät ole suoraan yhteydessä BIMServeriin, vaan toteutettuun REST-rajapintaan (kuva 3). Tämä pienentää tietoturvanäkökulmasta avoimna olevia palveluja julkiseen Internetiin ja niiden tuomia riskejä. Lisäksi se luo helppokäyttöisen ja tarpeeseen mukautetun rajapinnan BIM-tiedon hakemiseen. Tiedonhaku BIMServerin omaa rajapintaa käyttäen vaatisi lukuisia eri hakuja tietokantaan, johtuen IFC-mallin laajuudesta ja rakenteesta. Nyt toteutettu REST-rajapinta niputtaa useat BIMServer -haut yhden REST-kutsun alle ja palauttaa halutut tiedot JSON-muodossa käyttäjälle.



Kuva 3. REST-API ja BIMServer.

Rajapinta käsittää tällä hetkellä kolme tiedonhaketapausta, jotka ovat 1) määritellyn tilan sisältämät anturit, 2) määritellyn anturin tiedot ja 3) määritellyn QR-koodin tiedot. Edellä mainitut tiedonhaukset on kuvattu tarkemmin kappaleessa 2.

Palvelu tukee tällä hetkellä vain yhtä kohdetta (Oulun Torikadun kiinteistö), joka määritellään nykyisessä toteutuksessa rajapinnan koodissa. Useampien kohteiden tuen lisääminen muuttaisi rajapintaa siten, että kohde-tunniste lisättäisiin rajapintaan parametriksi, esim.

<https://kira.senaatti.fi/kiradataservice/api/kohde101/>. Tällöin käyttäjä voisi dynaamisesti määritellä mihin kohteeseen hän haluaa haun kohdentuvan.

Palvelun URL: <https://kira.senaatti.fi/kira-dataservice/api/>

Autentikaatio: BASIC authentication

(https://en.wikipedia.org/wiki/Basic_access_authentication) + HTTPS tunnukset toimitettu erikseen.

2. REST-rajapintakuvaus

2.1 Tilan haku

GET /kira-dataservice/api/space?spaceNumber={space_number}

Palauttaa määritellyn tunnisteiden mukaisen tilan tiedot. Tunnisteen arvona tilan numero (space_number).

Palautettava tieto sisältää tilan sisältämät anturit, sekä niiden tiedot käsittäen anturin

- GUID-koodin siten kuin se on määritetty IFC-mallissa,
- sijaintihuoneen numeron
- mittausarvon tyyppin (esim. Temp, CO2)
- mittauksen alkuperätiedon (esim. Cozify, Metrix).

Esimerkki 1: Tilan 02079 haku.

REST-kutsu: <https://kira.senaatti.fi/kira-dataservice/api/space?spaceNumber=02079>

HTTP-tilakoodi: 200.

JSON-vastaus:

```
{"spaceNumber": "02079",  
  "sensors": [  
    {"id": "3G1o9MtzX9Whn_ymNyXTP4", "spaceNumber": "02079", "measurementType":  
      "QR", "measurementOrigin": "QR"},  
    {"id": "3G1o9MtzX9Whn_ymNyXTQY", "spaceNumber": "02079", "measurementType":  
      "Temp", "measurementOrigin": "Cozify"}  
  ]  
}
```

Jos annetulle tilanumerolle ei löydy antureita tai kyseistä tilaa ei ole olemassa, palvelu palauttaa virheilmoituksen.

Esimerkki 2: Virheellinen tilatunniste.

REST-kutsu: <https://kira.senaatti.fi/kira-dataservice/api/space?spaceNumber=0123>

HTTP-tilakoodi: 404.

Vastaus: No instance found with ID '0123'

2.2 Anturin haku

GET /kira-dataservice/api/sensor?id={sensor_id}

Palauttaa määritellyn tunnisteiden mukaisen anturin tiedot. Tunnisteena anturin GUID-koodi (sensor_id) siten, kuin se on määritetty IFC - mallissa. Palautettava tieto sisältää anturin

- GUID-koodin
- sijaintitilan numeron

- mittausarvon tyyppin (esim. Temp, CO2)
- mittauksen alkuperätiedon (esim. Cozify, Metrix).

Esimerkki 3: Sensorin 3G1o9MtzX9Whn_ymNyXTQY haku.

REST-kutsu: https://kira.senaatti.fi/kira-dataservice/api/sensor?id=3G1o9MtzX9Whn_ymNyXTQY

HTTP-tilakoodi: 200.

JSON-vastaus:

```
{"id":"3G1o9MtzX9Whn_ymNyXTQY","spaceNumber":"02079","measurementType":"Temp","measurementOrigin":"Cozify"}
```

Jos annettua GUID-arvoa vastaavaa anturia ei löydy tietokannasta, palvelu palauttaa virheilmoituksen.

Esimerkki 4: Virheellinen anturitunniste.

REST-kutsu: https://kira.senaatti.fi/kira-dataservice/api/sensor?id=3G1o9MtzX9Whn_ymNyXRE

HTTP-tilakoodi: 404.

Vastaus: No instance found with ID '3G1o9MtzX9Whn_ymNyXRE'

2.3 QR-koodin haku

GET /kira-dataservice/api/qrcode?id={qr_code_id}

Palauttaa määritellyn tunnisteiden mukaisen QR-koodin tiedot. Tunnisteena QR-koodin GUID-koodi (qr_code_id) siten, kuin se on määritetty IFC - mallissa. Palautettava tieto sisältää QR-koodin

- GUID-koodin
- sijaintitilan numeron
- tyyppitunnisteiden (QR)
- alkuperätiedon (QR).

Esimerkki 5: QR-koodin 3G1o9MtzX9Whn_ymNyXTP4 haku.

https://kira.senaatti.fi/kira-dataservice/api/qrcode?id=3G1o9MtzX9Whn_ymNyXTP4

HTTP-tilakoodi: 200. JSON-vastaus:

```
{"id":"3G1o9MtzX9Whn_ymNyXTP4","spaceNumber":"02079","measurementType":"QR","measurementOrigin":"QR"}
```

Jos annettua GUID-arvoa vastaavaa QR-koodia ei löydetä tietokannasta, palvelu palauttaa virheilmoituksen.

Esimerkki 6: Virheellinen QR-kooditunniste.

REST-kutsu: https://kira.senaatti.fi/kira-dataservice/api/qrcode?id=3G1o9MtzX9Whn_juNyXTP4

HTTP-tilakoodi: 404.

Vastaus: No instance found with ID '3G1o9MtzX9Whn_juNyXTP4'