

Metropolia AMK

Loppuraportti

Passiivi RFID kosteusanturointi BIM tietomallissa ja kerätyn datan hyödyntäminen käytännössä



Jarmo Tuppurainen
15-11-2018



Sisällysluettelo

Passiivi RFID kosteusanturointi BIM tietomallissa ja kerätyn datan hyödyntäminen käytännössä	0
Johdanto	2
Hankkeen toteuttaminen	2
Osallistujien yhteystiedot	3
Näkyminen	3
Anturien ja lukijoiden tekninen yleisesittely.....	4
Smartrac ja NordicID	5
InviSense	5
Vigilan	6
Pilottikohteet	6
Metropolia, Myyrmäen kampuslaajennus.....	6
Ramboll pääkonttori, Perkkää.....	9
BIM tietomalli ja Ramboll Circle.....	11
Liiketoimintamallit.....	14
Hinnoittelumalliehdotukset	15
Jatkopohdintaa	16
Anturikartat	18
Metropolia Myyrmäen kampuslaajennus	18
Ramboll Perkkään pääkonttori:.....	25
Esimerkki asennusohjeesta:	31

Johdanto

Rakennusten kosteusongelma on Suomessa ja muualla valtava aiheuttaen yhteiskunnalle mittavat kustannukset. Rakennekosteuden seurauksena syntyvän homeen huonontama sisäilma johtaa usein ihmisten moninaiseen sairasteluun ja terveydellisiin ongelmiin.

Passiiviseen RFID teknologiaan perustuva kosteusvalvonta on hinnaltaan halpa ja tekniseltä toteutukseltaan suhteellisen yksinkertainen keino havaita rakenteisiin kehittymässä oleva kosteusvaurio jo sen syntyvaiheessa ennen kuin vaurio on edennyt pahaksi ja vaikeasti korjattavaksi.

Rakennus- tai korjausvaiheessa rakenteisiin sijoitetuilla passiivisilla RFID antureilla pystytään saamaan tietoa rakenteiden kosteudesta vuosikausia, jopa rakennuksen koko elinkaaren ajalta.

Tällä hetkellä anturien ja mittauspalveluiden toimittajat ovat pienehköjä ja hajanaisia, ja rakennusalan tietoisuus RFID anturoinnin mahdollisuuksista vielä hataraa. Markkinat sekä Suomessa että ulkomailla ovat suuria, koska nykyisen kaltainen rakennusten kosteusongelmatilanne on kestävä.

Jotta rakennuksesta kerättävä tieto olisi aidosti hyödyllistä, tulee sen olla kaikkien tietoa tarvitsevien käytettävissä ja muodoltaan havainnollista. Passiivisten kosteusanturien tuottama data on luonteeltaan sellaista, että se soveltuu hyvin visuaalisesti havainnollistettavaksi.

Hankkeen toteuttaminen

Hankkeen päätavoitteena on, että tulevaisuudessa rakennukset varustetaan passiivisilla RFID kosteusantureilla siten, että niiden antama kosteusdata saadaan hyödynnettyä optimaalisesti. Passiivisen RFID anturien etuina on edullisuus, paristottomuus ja langattomuus, joten se toimii piilossa rakenteen sisällä lähes ikuisesti.

Passiiviset RFID kosteusanturit ovat IoT sovellus, missä suuren anturimäärän tuottama data siirretään pilvipalveluun ja rakennuksen BIM-tietomalliin, mistä se voidaan siirtää hyödynnettäväksi kosteusdataa tarvitseville tahoille.

Anturiratkaisun tulisi olla ostajan näkökulmasta katsoen helposti ostettava ja hinnoittelultaan edullinen.

Rakennusten kosteusvaurioiden havaitseminen ja paikallistaminen jo niiden alkuvaiheessa tulee yhä tärkeämmäksi. Teknologiset ratkaisut ovat jo olemassa mutta ne ovat hajallaan, irrallaan toisistaan. Nämä teknologiat täytyy tuoda yhteen ja kokeilla niiden toimivuus yhtenäisenä datan siirtoketjuna antureista rakennuksen BIM-tietomalliin ja tietomallista reaali maailmassa hyödynnettäväksi tiedoksi esimerkiksi visuaalisena datana siten, että rakenteiden kosteus on nähtävissä rakenteita katsottaessa vaikkapa älypuhelimien AR-sovellusta käyttäen.

Tällaista palvelua käytettäessä asiakas voi tiloja vastaanottaessaan, vuokratessaan tai tarkastaessaan nähdä rakenteiden kosteuden ja rakenteen kuivumisen historiatiedot rakentamisvaiheesta alkaen.

Hankkeessa kokeiltiin asiakkaan (rakennuttaja, kiinteistön omistaja, asukas) näkökulmasta katsoen, millainen anturien myynti-, asennus- ja tiedonkeruu malli on hyvä, helppo ja edullinen. Käytännössä kokeilu toteutettiin asentamalla passiivi RFID-kosteusanturointi kahteen pilottikohteeseen, josta eri valmistajien anturien tuottama ja kunkin valmistajan lukijalla luettu data siirretään BIM-tietomalliin.

Kokeilussa tunnistettiin useita hyödyntäjätahoja, joiden edustajien kanssa pohdittiin parhaita hinnoittelua ja palveluntarjoamistapoja.

Kokeilun tuloksena saatiin tietoa ja kokemusta järjestelmän toimivuudesta sekä asiakkaan todellisista tarpeista uusille palveluille. Hankkeesta jää myöhempää kokeilua ja tutkimusta varten rakennus, joka on varustettu neljän anturitoimittajan antureilla pitkän ajan seuranta ja anturien testaamista varten. Anturit

ovat jatkossa kenen tahansa toimijan tai tutkimustahon käytettävissä. Asennetut anturit ja niiden sijaintipaikat dokumentoidaan ja dokumentti on julkisesti hyödynnettävissä.

Hankkeen toteuttajana oli Metropolia ammattikorkeakoulu ja sen rahoittajana oli Ympäristöministeriön KIRA-Digi, hallituksen kärkihanke.

Osallistujien yhteystiedot

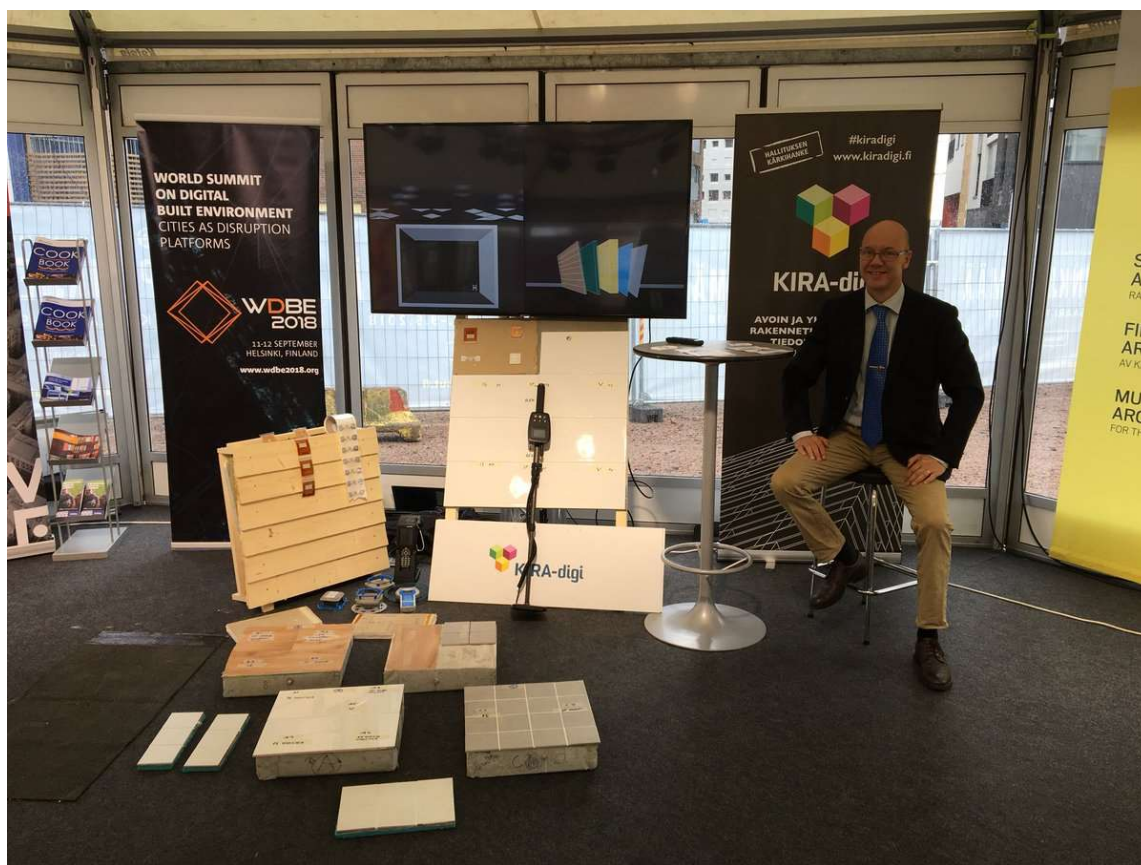
- Metropolia ammattikorkeakoulu: www.metropolia.fi
- Ramboll <https://fi.ramboll.com/>
- Smartrac www.smartrac-group.com/
- InviSense <http://invisense.se/>
- M&E Management <https://me-management.fi/>
- Vigilan www.vigilan.fi

Näkyminen

Hankkeesta pyrittiin viestimään aktiivisesti ja tehdä kokeilun teknologioita tunnetuiksi.

Tuusulan pilottikohteesta tehtiin *Passiiviset kosteusanturit omakotitalossa* Youtube-video, jossa esiteltiin anturien käyttämistä ja esimerkkiä mahdollisesta anturidatan visualisoinnista. Youtube-videon voi katsoa tästä linkistä: <https://youtu.be/pocHTT-VZpM>.

Osallistuttiin Kaupunkielämää 2018 Asuntomessut -tapahtumaan, missä esiteltiin yleisölle projektin antia <http://asuntomessut.fi/tulevat-messut/kaupunkielamaa/>.



Jätkäsaaren asuntomessuilla

Tärkeimpänä tapahtumana jossa esiteltiin projektin tulokset oli RFID/NFC - KONFERENSSI 15.11.2018, jonne kokoontui Suomen RFID alan toimijat:

<http://www.rfidlab.fi/rfidnfc-konferenssi-15-11-2018/>



RFID konferenssissa

Kokeiluprojektista tehtiin KIRAdigi -rahoitteinen radio-ohjelma kaupallisten radiokanavien käyttöön.

Loppuraportti julkaistaan internetissä pdf-muotoisena sekä Kokeilun paikka -sivustolla.

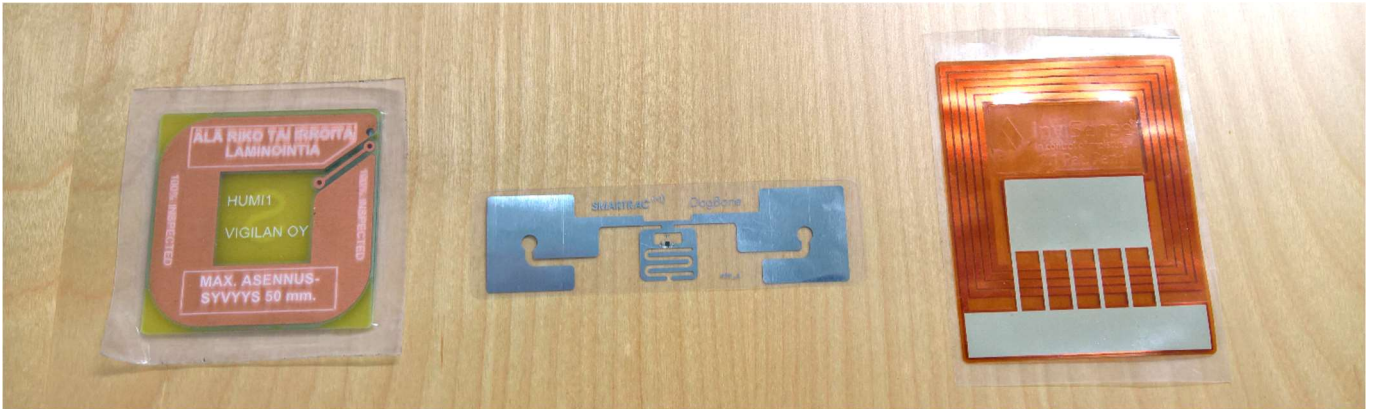
Projektin tuloksista tehdään Youtube -video, joka tekstitetään englanniksi.

Artikkeli ” Rakenteiden internet - passiiviset kosteusanturit” Metropolian mikrokirjaan:

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-328-100-4>

Anturien ja lukijoiden tekninen yleisesittely

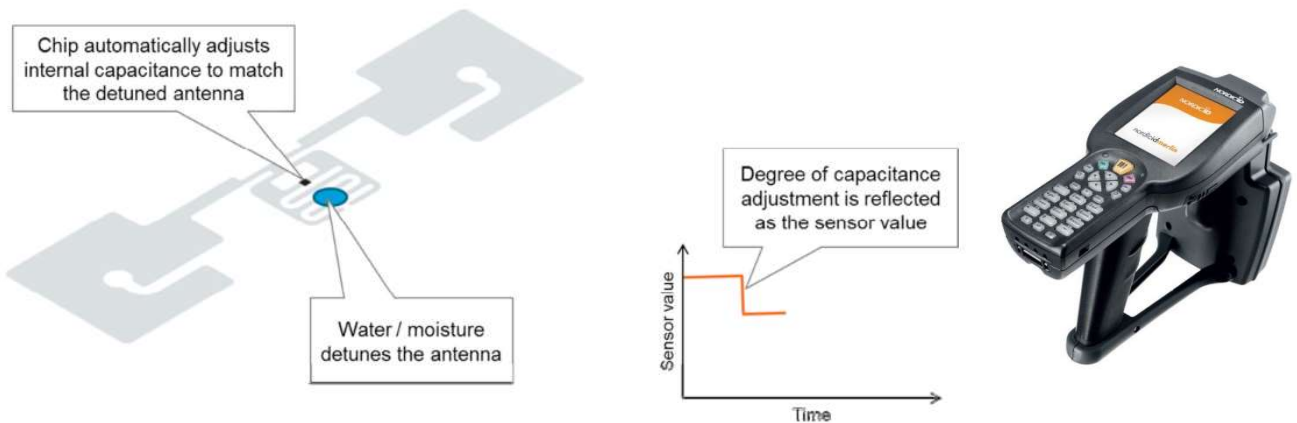
Anturit ovat kaikki pieniä, kokoluokaltaan muutaman sentin kokoisia. Ne sijoitetaan rakennusvaiheessa rakenteen sisään eivätkä ne näy päällepäin millään tavalla. Tyypillisiä käyttökohteita ovat wc- ja suihkutilat sekä kaikki muut rakenteet, joihin saattaa tunkeutua kosteutta rakennuksen käytön aikana, kuten seinien ja katon eristemateriaalit, ulkokuoren läpiviennit ja lattiapinnoitteet märkätilojen kulkujen lähetyvillä.



Anturit ryhmäkuvassa: Vigilan, Smartrac ja InviSense

Smartrac ja NordicID

Luketaisyys antureilla on lukulaitteesta riippuen parista metrissä jopa kahdeksaan metriin ja antureita voidaan lukea suuri määrä yhtäaikaaisesti. Kullakin anturilla on oma yksilöllinen ID, joten tiedon siirto ja jatkokäsittely on hyvin helppoa.



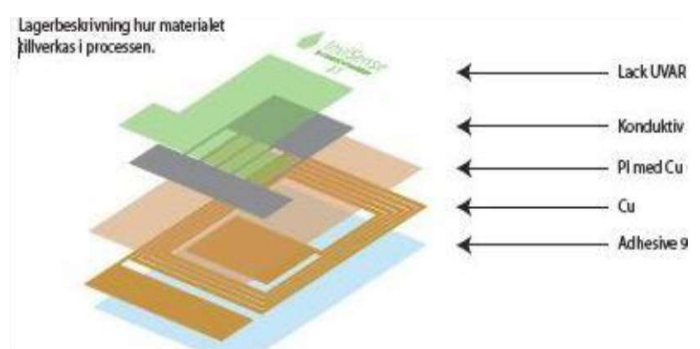
Smartrac anturin toimintaperiaate ja NordicID:n lukija

InviSense

Luketaisyys on noin parikymmentä senttiä ja lukija antaa suoraan kosteusarvon %RHH. Antureilla ei ole yksilöllistä tunnistetietoa, joten kukin anturi täytyy yksilöidä lukutapahtuman yhteydessä.



InviSense lukija



InviSense anturin rakenne

Vigilan

Vigilanilla on samasta anturista useita myyntiversioita, alkaen erikoislaastilla kiinnitettävistä antureista valun eri syvyyksiin asennettaviin esivalettuihin antureihin. Vigilanin anturin toiminta perustuu erikoismentin sähköjohtavuuden mittaamiseen ja induktiiviseen lukemiseen.



Vigilan lukija

Pilottikohteet

Pilottikohteina käytettiin Metropolia Ammattikorkeakoulun Myyrmäen kampuslaajennusta ja Ramboll Oy:n rakenteilla olevaa pääkonttoria Perkkaalla. Näiden lisäksi antureita on aiemman kokeiluprojektin yhteydessä asennettu Kellokoskelle rintamamiestaloon, jota myös pystyttiin hyödyntämään tässä kokeilussa.

Anturien tarkat asennuskartat on esitetty raportin lopussa.

Metropolia, Myyrmäen kampuslaajennus

Metropolian Myyrmäen kampuslaajennukseen asennettiin "Passiivi RFID anturit rakennuksen kosteusvalvonnassa" -kokeiluhankkeen aikana antureita, joista osa otettiin käyttöön myös tässä kokeilussa. Näiden anturien lisäksi asennettiin lisää antureita siten, että kaiken kaikkiaan niiden kokonaismäärä oli yli 100 kappaletta. Anturien paikat dokumentoitiin tarkasti. Antureita käytiin lukemassa säännöllisesti asentamisen jälkeen.

Laajennusosan suunnittelelta arkkitehtitoimistolta saatiin rakennuksen tietomalli, joka siirrettiin Rambollin Circle-järjestelmään anturidatan integrointia ja visualisoimista varten.

Anturit asennettiin kolmannessa kerroksessa sijaitsevan liikuntasalin saunan yhteydessä oleviin märkätiloihin; suihkuhuoneisiin, löylyhuoneeseen ja wc-tiloihin sekä toisen kerroksen pienryhmätilaan ja sosiaalitylöihin. Tilojen numerot ovat C227, C235, C321, C322 ja C323. Näiden lisäksi asennettiin ns. lasikäytävään eristevillarakenteisiin antureita.

Märkätiloissa anturit asennettiin kosteusvaurioiden tyypillisiin syntymispaikkoihin eli lattiakaivojen ympäristöön ja suihkuhanojen alapuolelle seinäpintoihin. InviSense ja Smartrac anturit asennettiin tasoitetun betonipinnan päälle, vesieristyksen alle.



Tarra-anturin asentaminen lattiaan



Antureita löylyhuoneessa ja suihkutiloissa



InviSense ja Smartrac antureita saunan suihkuhuoneessa



Anturien peittäminen vesieristeellä wc-tiloissa

Vigilanin anturit asennettiin erikoislaastilla betonipinnalle, ennen tasoitteen levittämistä. Suihkutiloissa on sähköinen lattialämmitys ja anturit sijoitettiin lämmityskaapelien väliin, jolloin kaapelit eivät haittaa anturien mittaustulosta.



Vigilanin anturien asentaminen erikoislaastilla

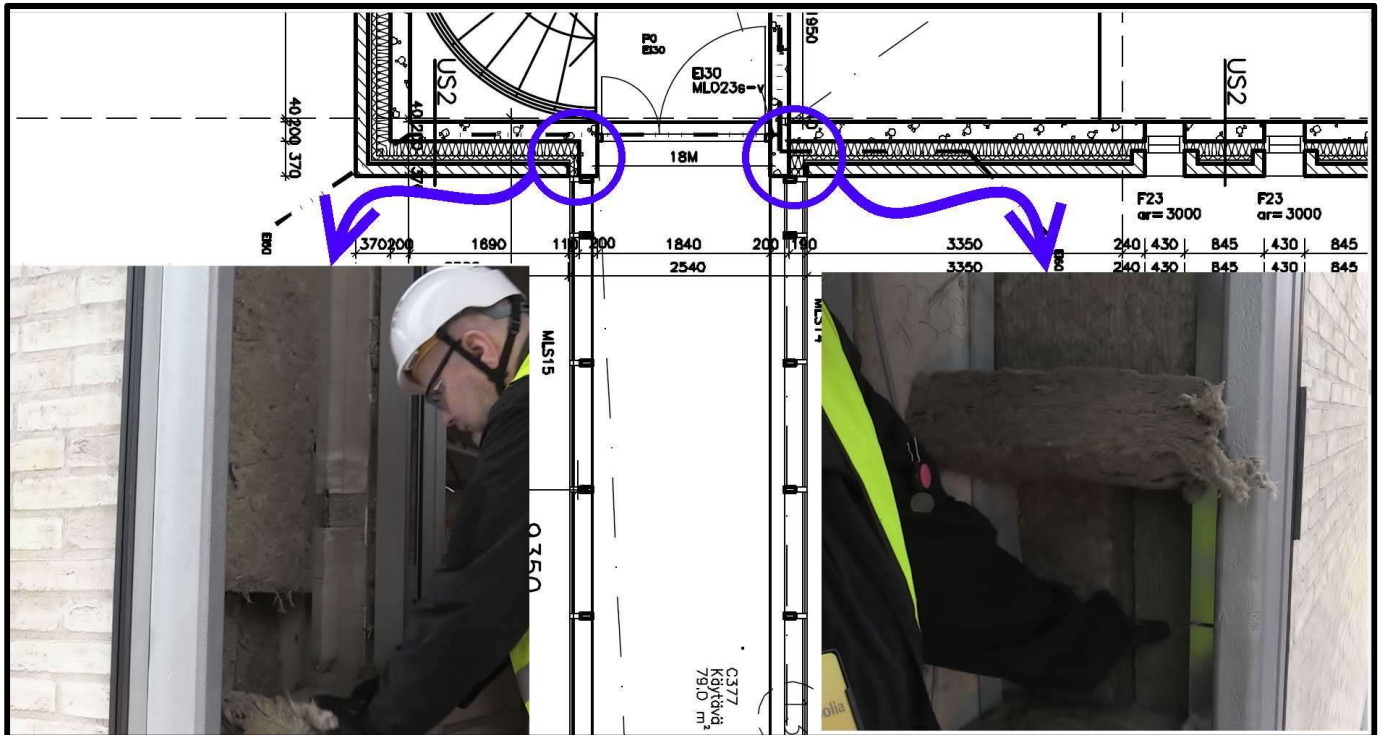


Tarkistusmittaus asentamisen jälkeen

Eristevillarakenteisiin sijoitettiin antureita tiloissa C235 ja ns. lasikäytävään, jolla ei ole omaa tilanumeroa. Lasikäytävän sijainti on esitetty raportin lopussa. Lasikäytävän antureita asennettaessa havaittiin, että todellinen rakenne ei vastannut arkkitehtitoimistolta saatua tietomallikuvaa. Sinänsä anturit oli helpompaa asentaa todelliseen rakenteeseen kuin jos se olisi ollut piirustuksen mukainen.

LOPPURAPORTTI

Passiivi RFID kosteusanturointi BIM tietomallissa ja kerätyn datan hyödyntäminen käytännössä



Lasikäytävän piirustuksesta poikkeava rakenne



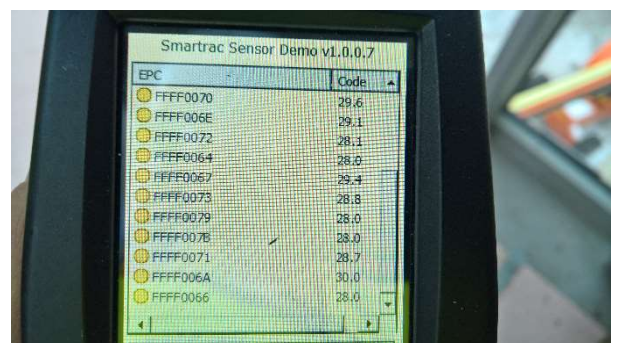
Anturi ST0066



Anturi ST0067



Anturi ST0068



Anturien testiluenta asennuksen jälkeen

Ramboll pääkonttori, Perkaa

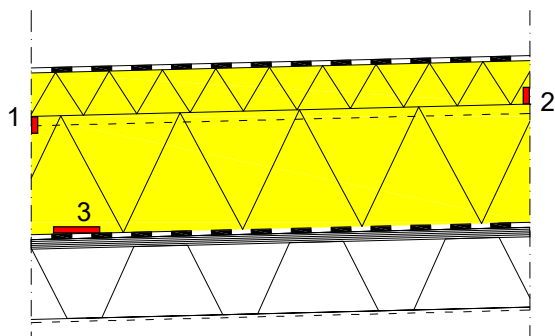
Rambollin rakenteilla olevaan pääkonttoriin päätettiin asentaa suihkutiloihin Vigilanin ja InviSensen antureita sekä kattorakenteiden eristemateriaaleihin Smartracin antureita. Ensimmäiset anturiasennukset tehtiin katolle, ns. nokalle, jonne asennettiin 12 kpl antureita. Anturiasennukset suoritti rakentajaliikkeen, Hartelan työnjohtaja.



Ensimmäiset kattoanturit

Asennuksia seuranneessa projektin ohjausryhmän kokouksessa todettiin anturit varsin hyödyllisiksi ja päätettiin anturoida muitakin katon osia. Katolle asennettiin projektin aikana yli sata anturia, joista itse asennettiin 80 kpl ja loput Hartelan toimesta. Antureiden asentamiseen tehtiin ohje Hartelaa varten ja todettiin, että ohjeen perusteella rakentaja pystyy itsenäisesti asentamaan anturit muun työn ohessa ilman ongelmia. Projektin päättyessä osa katosta on vielä tekemättä ja sille katon osalle Hartela asentaa vielä anturit.

Katon lämmöneristys kohteessa on toteutettu kahdella kerroksella villaa, joiden päälle on asennettu bitumikermi. Kosteusantureita asennettiin paikoilleen katon eristysurakan edessä. Pääasiassa antureita pyrittiin asentamaan lähelle todennäköisimpiä vuotokohtia eli lähinnä erilaisten läpivientien kohdalle ja katon reunalle. Tyypillisesti anturi on lähellä alemman villakerroksen pintaa laattojen saumassa (kuva), mutta joitain kappaleita on myös ylempien laattojen saumoissa tai villojen alla suoraan höyrysulun päällä.



Katon rakenne ja anturien tyypillinen sijoittaminen siihen. Anturit merkitty punaisella.



Katon rakenne

Projektin aikana havaittiin konkreettisesti anturoinnin hyödyllisyys, kun työmaalla syntyi epäily mahdollisesta villojen kostumisesta. Anturitietojen perusteella pystyttiin varmistumaan anturoitujen katon osien kuivuudesta.



Katon villoitus



Anturin ujuttaminen paikalleen



Antureita asennettiin erityisesti riskikohtien läheisyyteen

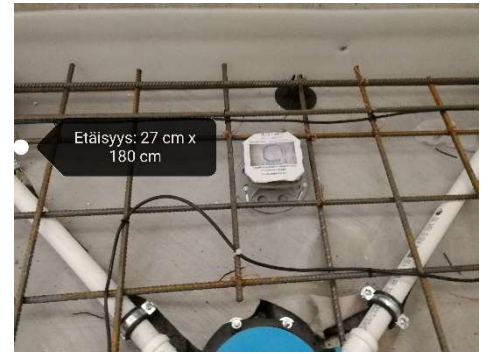


Katon läpiviennit ovat riskipaikkoja kosteusvauriolle

Töiden viivästyemisestä johtuen märkätiloihin suunniteltuja antureita ei pystytty projektin aikana asentamaan, mutta nämä anturit tullaan asentamaan projektin päättymisen jälkeen. Vigilantin antureita pystyttiin asentamaan muutama, koska ne tulevat valun sisään.



Vigilanin anturi odottamassa valua



Vigilan anturi



Lattiavalun rakenne

BIM tietomalli ja Ramboll Circle

Sekä Metropolian Myyrmäen kampuslaajennuksen tietomalli, että Perkkeen pääkonttorin tietomalli siirrettiin Rambollin Circle-järjestelmään anturidatan kokoamista ja visualisointia varten. Circle järjestelmässä on erilaisia tietomalleja ja RFID-anturit sijoitettiin Talotekniikkamalliin sensoritiedon visualisoimista varten.

Anturidata luettiin säännöllisesti kunkin anturitoimijan lukijalla ja tiedot yhtenäistettiin ja siirrettiin Circleen. Kokeiluhankkeen aikana anturien mittaamaan dataan ei kovin merkittäviä muutoksia ehtinyt tullemaan koska luettu ajanjakso oli lyhyehkö, vain muutamia kuukausia, joten antridataa muokattiin keinotekoisesti demonstroimaan kosteusvaurion syntymistä.

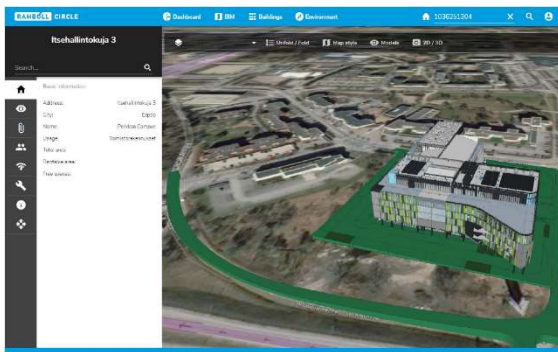
LOPPURAPORTTI

Passiivi RFID kosteusanturointi BIM tietomallissa ja kerätyn datan hyödyntäminen käytännössä

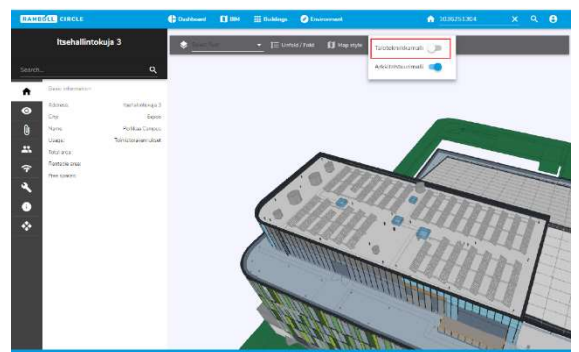
Tila	Anturi	Pvm	Arvo	Pvm	Arvo	Pvm	Arvo	Pvm	Arvo
C227	is 061	6.4.2018	100,0	23.5.2018	94,0	4.7.2018	88,0	4.9.2018	84,0
C227	is 062	6.4.2018	100,0	23.5.2018	99,0	4.7.2018	95,0	4.9.2018	89,0
C227	is 063	6.4.2018	100,0	23.5.2018	96,0	4.7.2018	89,0	4.9.2018	81,0
C227	is 064	6.4.2018	100,0	23.5.2018	96,0	4.7.2018	93,0	4.9.2018	87,0
C227	is 065	6.4.2018	100,0	23.5.2018	94,0	4.7.2018	85,0	4.9.2018	79,0
C227	is 066	6.4.2018	100,0	23.5.2018	96,0	4.7.2018	93,0	4.9.2018	84,0
C227	is 067	6.4.2018	100,0	23.5.2018	94,0	4.7.2018	87,0	4.9.2018	83,0
C227	is 068	6.4.2018	100,0	23.5.2018	95,0	4.7.2018	90,0	4.9.2018	86,0
C227	is 069	6.4.2018	100,0	23.5.2018	91,0	4.7.2018	88,0	4.9.2018	79,0
C227	is 070	6.4.2018	100,0	23.5.2018	99,0	4.7.2018	92,0	4.9.2018	85,0
C227	is 071	6.4.2018	100,0	23.5.2018	87,0	4.7.2018	81,0	4.9.2018	76,0
C227	is 072	6.4.2018	100,0	23.5.2018	98,0	4.7.2018	91,0	4.9.2018	82,0
C227	is 073	6.4.2018	100,0	23.5.2018	94,0	4.7.2018	91,0	4.9.2018	88,0
C227	is 074	6.4.2018	100,0	23.5.2018	98,0	4.7.2018	96,0	4.9.2018	90,0
C227	st 0024	6.4.2018	20,2	23.5.2018	20,2	4.7.2018	20,4	4.9.2018	20,3
C227	st 0025	6.4.2018	18,1	23.5.2018	17,9	4.7.2018	18,1	4.9.2018	18,1
C227	st 0026	6.4.2018	19,1	23.5.2018	19,9	4.7.2018	20,4	4.9.2018	20,2
C227	st 0027	6.4.2018	20,2	23.5.2018	20,2	4.7.2018	20,2	4.9.2018	20,2
C227	st 0036	6.4.2018	20,0	23.5.2018	22,1	4.7.2018	22,0	4.9.2018	22,0

Anturidataa Myyrmäestä

Circle-järjestelmä on varsin monipuolinen ja sillä on helppoa havainnollistaa visuaalisesti antureista luettu data. Myös muilla isoilla toimijoilla on oma vastaava järjestelmänsä kuten esimerkiksi Granlund Manager.



Bim näkymä, Perkkaa

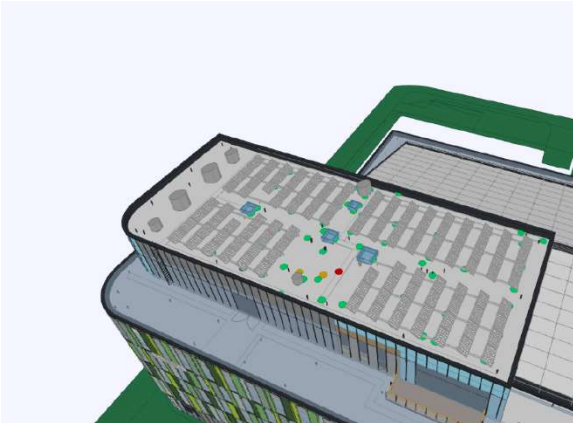


Näytettävän tietomallin valinta

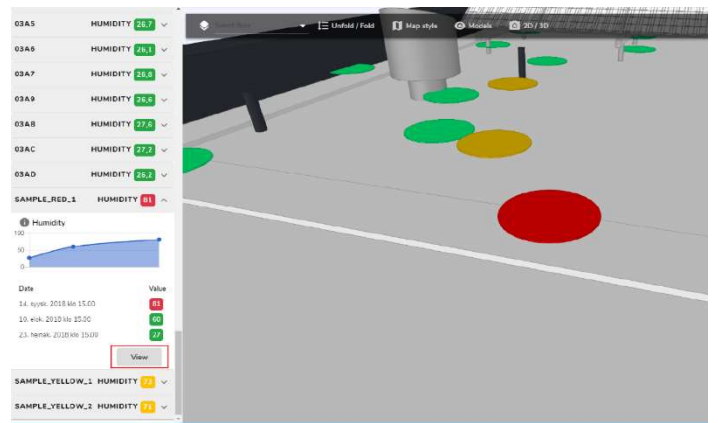
Anturidatalle asetettiin raja-arvot ja anturit visualisoitiin tietomalliin värikoodaamalla näiden raja-arvojen mukaisesti, jolloin yhdellä silmäyksellä on helppo nähdä mahdolliset ongelmakohdat. Värikoodaus tehtiin kolmiportaisena: Vihreä-Keltainen-Punainen. Kustakin anturista saatiin myös historiatieto aikaleimattuna graafisena kuvaajana.

LOPPURAPORTTI

Passiivi RFID kosteusanturointi BIM tietomallissa ja kerätyn datan hyödyntäminen käytännössä

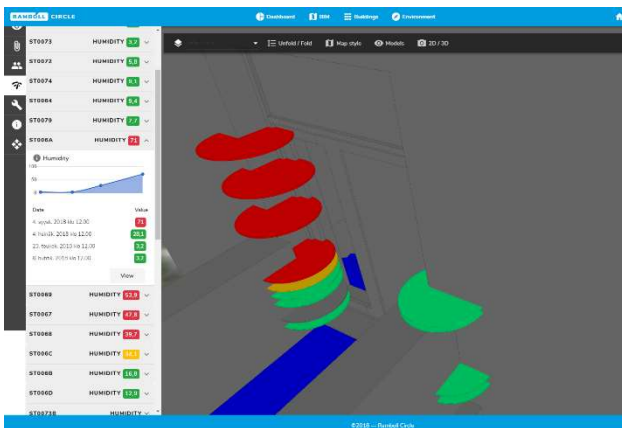


Antureita katolla



Lähikuva anturinäkymästä

Myyrmäen kampuslaajennuksen lasikäytävä-anturoinnin dataa muokattiin siten, että datassa alkoi näkyä simuloitu kosteusvaurio

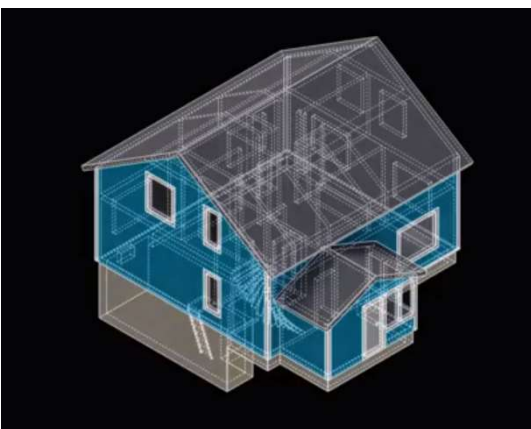


Kosteusvaurion näkyminen visualisoidussa datassa

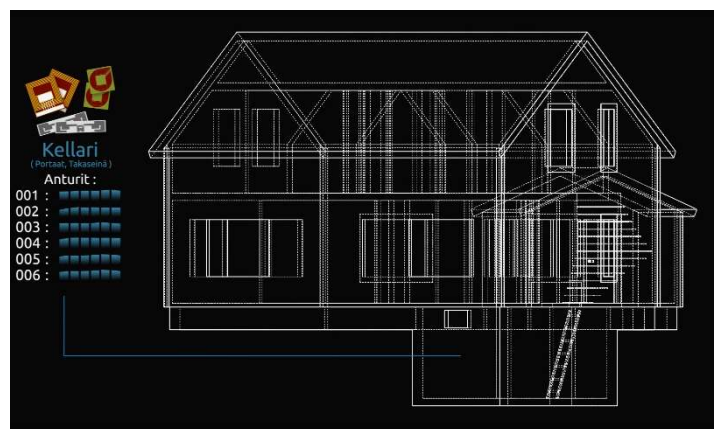


Rakenteita on helppo häivyttää anturien tuomiseksi paremmin esiin

Tehtiin visualisointidemo perustuen rintamamiestaloon asennettuihin antureihin. Anturidatan visualisointi avaa monenlaisia uusia mahdollisuuksia mitatun tiedon havainnollistamiseen perinteisten lukuarvojen esittämiseen ja niihin perustuvien käyrien lisäksi.



Visualisointidemo



Yksi mahdollisuus visualisoida anturidataa on rautalankamalli

Liiketoimintamallit

Jokaisella anturi/lukijatoimittajalla on omanlaisensa liiketoimintamalli. Alla on esitetty yleisellä tasolla kunkin yrityksen tämänhetkinen ansaintamalli:

Smartrac/Nordic ID

Smartrac toimittaa antureita ja Nordic ID lukijoita. Heillä ei jatkossakaan ole aikomusta siirtyä palvelutarjonnan suuntaan itse, mutta mahdollisen kumppanin kautta kyllä.

Smartracin anturi toimii erittäin hyvin ulkoseinärakenteissa. Näillä antureilla on helppo kattaa suuri pinta-ala ja ne on helppoa lukea yhdellä kertaa usean metrin etäisyydeltä. Olisi hyödyllistä asentaa Smartracin antureita jo tehtaalla eristevillojen sekaan, jolloin olisi mahdollista valvoa villojen kosteutta niin koko rakennusprosessin- kuin rakennuksen käytönkin aikana. Parocin kanssa tästä käytiin keskusteluita ja heidän putkieristeelleen tehtiin testi jatkokeskusteluiden pohjaksi. Märkätiloihin ja betonirakenteisiin ei Smartrac sovellu parhaalla mahdollisella tavalla, koska suuri märkyys vaimentaa anturin signaalin lukukelvottomaksi.



Smartrac anturin testaamista Parocin putkieristeellä

M&E Management/InviSense

Liiketoimintamalli perustuu palvelumyyntiin, eli lukijalaitteita ei tarjota asiakkaille. Aktiivisen kontaktoinnin ja kiinteistöjen omistajien kiinnostuksen herättäminen esittelykäynneillä tähtää asiakkaiden laadunvalvonnan parantamiseen kiinteistöjen rakentamisen tai korjaustöiden jälkeen Invisense-kosteusanturien hankinnalla, asennuksella ja jatkuvalla seurantamittauksilla raportoituna kiinteistöjen rakenteissa helposti. Lisäksi on mahdollista sopia asiakkaiden kanssa ideoiden erilaisia kokonaisuuksia.

InviSense sopii märkätiloihin ja jossain määrin seinärakenteisiin sekä esimerkiksi ikkuna-aukkojen kosteudenvälvontaan. InviSense on yhtä helppo ja nopea asentaa kuin Smartrac, koska se on käytännössä ohut tarra. InviSenseä käytettäessä märkätiloissa täytyy huomioida pitkäaikoinen aika, asennuksen jälkeen, ennen kuin anturi alkaa näyttää tarkkoja lukemia. InviSensen antureita on helppoa laittaa muovimaton, laminaatin ja muiden lattiapinnoitteiden alle.

Vigilan

Tarjolla erilaisia kosteusantureita ja lukulaitteita sekä rakentamisen aikaiseen betonin kuivumisen seurantaan, että märkätilojen käytönaikaiseen seurantaan. Tarjotaan asiakkaalle heidän tarpeeseensa sopivat anturit ja lukijalaitteet. Pääsääntöisesti asiakas asentaa anturit itse ja myös seuraa itse anturien kosteuskokemuksia. Tarvittaessa myös mittauspalvelu.

Vigilan on parhaimmillaan märkätila- ja betonirakenteissa. Se on suunniteltu lähtökohtaisesti kiinteiden materiaalien kosteuden mittaamiseen. Vigilania voidaan käyttää niin rakentamisen aikaiseen betonivalun kuivumisen seurantaan kuin käytön aikaiseen kosteuden seurantaan. Se antaa oikeat lukemat jo pari tuntia asentamisen jälkeen. Vigilanin kohdalla on huomioitava asentaminen erikoislaastilla mikä tekee asentamisesta hitaampaa ja antureista paksumpia.

Hinnoittelumalliehdotukset

Hankkeessa tunnistettiin kuusi tyypillistä kosteusanturoinnin käyttökohdetta ja haastatteluihin perustuen luotiin näille mallisuunnitelmat kustannuslaskelmineen. Takaisinmaksuaika on laskennallinen ja se perustuu arvioituun kullekin rakennukselle tyypillisen kosteusvaurion aiheuttamiin korjauskustannuksiin.

Päiväkoti

- Anturit märkätiloihin. Esimerkiksi InviSense 11 kpl/ tila ja Smartrac –villoihin
- Luenta esim. 55€, sis alv 24%/h. Luetaan kerran vuodessa
- Pilvipalvelu 98€/kk, sis. huolto-ohjelman
 - Esim. 1 krs, 3 WC, 1 suihku, 5 ryhmähuonetta
 - Yhteensä **1 220€**
- Anturien kustannus saadaan takaisin kolmessa vuodessa säästyneinä korjauskuluina

Omakotitalo:

- Anturit 1 350€ (90 kpl), esim. Vigilan
- Luenta omatoimisesti
- Lukijalaite, 1 000€ kertakustannus
- Omaylläpiteinen seurantataulukko (Google Sheets tai Excel) 54€ kertakustannus
- Yhteensä: **2 404€**
- Anturointi ja lukija maksavat itsensä takaisin kolmessa vuodessa

Vuokrakiinteistöt:

- Anturit märkätiloihin esim. InviSense 11 kpl/ tila ja Smartrac –villoihin
- Luenta esim. 55€, sis alv 24%/h. Luetaan kerran vuodessa ja aina asukkaan vaihtuessa
- Pilvipalvelu 98€/kk, sis. huolto-ohjelman
 - Esim. 5 krs, 3 porraskäytävää, 3 as/ kerros = 45 as.
 - Yhteensä **6 270€**
- Anturien kustannus saadaan takaisin kahdessa vuodessa säästyneinä korjauskuluina

Asunto-Osakeyhtiöt:

- Anturit märkätiloihin esim. InviSense 15 kpl/ tila ja Smartrac –villoihin
- Luenta esim. 55€, sis alv 24%/h. Luetaan kerran vuodessa
- Pilvipalvelu 98€/kk, sis. huolto-ohjelman
 - Esim. 5 krs, 3 porraskäytävää, 3 as/ kerros = 45 as.
 - Yhteensä **7 810€**
- Anturien kustannus saadaan takaisin kahdessa vuodessa säästyneinä korjauskuluina

Toimistorakennus:

- Anturit märkätiloihin esim. InviSense 5 kpl/ tila ja Smartrac –villoihin
- Luenta esim. 55€, sis alv 24%/h. Luetaan kerran vuodessa
- Pilvipalvelu 98€/kk, sis. huolto-ohjelman
 - Esim. 3 krs, 1 porraskäytävää, 3 WC, 19 toimistoa, 1 neukkari/ kerros
 - Yhteensä **2 023€**
- Anturien kustannus saadaan takaisin kahdessa vuodessa säästyneinä korjauskuluina

Teollisuusrakennus:

- Anturit märkätiloihin esim. InviSense 11 kpl/ tila ja Smartrac –villoihin
- Luenta esim. 55€, sis alv 24%/h. Luetaan kerran vuodessa
- Pilvipalvelu 98€/kk, sis. huolto-ohjelman
 - Esim. 1 krs, 3 WC, 2 suihkua, 5 toimistoa, 1 neukkari

- Yhteensä **1 220€**
- Anturien kustannus saadaan takaisin kolmessa vuodessa säästyneinä korjauskuluina

Jatkopohdintaa

Passiivianturien tehokasta hyödyntämistä varten olisi määritettävä koko workflow suunnittelupöydältä aina anturidatan analysointiin ja tulosten hyödyntämiseen asti. Käytännössä suunnitteluvaiheessa kannattanee määritellä anturointi ja anturien summittaiset paikat ja anturitiheys. Varsinaiset mittatarkat asennuspaikat tarkentuvat vasta asennusvaiheessa ja niistä tulee tehdä tarkat asennuskartat. Suunnitteluohjelmiin tulisi lisätä anturikirjastot, jotta anturointi on helppoa rutiininomaisesti sisällyttää suunnitelmiin.

Anturien asentaminen itsessään on teknisesti helppoa eikä vie aikaa kuin muutaman minuutin anturia kohden. Helppous on kuitenkin näennäistä, koska asentajalla tulee olla ymmärrys anturin toiminnasta ja kunkin anturin rajoitteet. Anturien asentamiseen ei tarvita erillistä lisähenkilöä vaan urakoitsijan henkilökunta (esimerkiksi vesieristäjä tai villoittaja) voi pienellä lisätyöllä hoitaa asennuksen ja dokumentoinnin.

Antureita ja niiden lukemista varten tarvitaan suunnittelu-, asennus- ja käyttöohjeet. Teknologian yksinkertaisuuden myötä ohjeet voi tehdä melko yksinkertaisiksi. Liitteenä on Hartelalle toimitettu anturien asennusohje, jonka perusteella urakoitsija pystyi tekemään anturiasennuksia ongelmitta.

Anturien erilaisesta toiminnasta johtuen ei yhdellä anturityypillä voida kattaa koko rakennuksen kosteudenvälvontatarvetta, vaan tarvitaan aina kahta erityyppistä anturia. Omakotitalossa omatoimisen seurannan kohdalla yhdelläkin anturityypillä pärjää hyvin.

Liiketoimintamallit vaativat jatkojalostamista, mutta tässä on esitetty sopivimmat mallit:

1. Asuinkerrostaloissa rakennuksen valmistumisen jälkeen rakenteiden kosteutta seurataan tiheämmin esimerkiksi 3 kk - 6 kk - 1 v - 2 v - 2 v - jne. Käytön aikana anturidataa luetaan rutiininomaisesti harvemmin ja sen lisäksi aina tarpeen mukaan. Luenta on tarpeen aina asukkaan vaihtuessa, jolloin voidaan todentaa rakenteiden kuivuus tai vaihtoehtoisesti kohdentaa kosteusvauriokustannukset niiden aiheuttajalle. Vaurioepäilyissä luennalla voidaan selvittää tarkempien tutkimusten tarve. Lukemisen suorittaa huoltoyhtiö.
2. Toimistorakennuksissa anturien lukeminen voidaan tehdä tiheämmin aikavälillä viikottain tai jopa päivittäin. Smartracin anturit voi kiinteistössä muutenkin säännöllisesti liikkuva henkilö lukea vaivattomasti mukana pidettävällä lukijalla. Vartija voi kierroksellaan hoitaa lukemisen tai siivoojan kärryyn voidaan sijoittaa lukija, joka lukee anturit itsenäisesti.
3. Teollisuuskiihteistöissä voi olla tarpeen kriittisissä paikoissa saada anturidataa useamminkin. Tällöin käyttää kiinteitä antennia tai anturien lähellä kulkevaa antennijohdinta, jolloin saadaan käytännössä reaaliaikainen kosteusdata. Tämä tulee kyseeseen erityisesti putkivuotojen nopeassa havaitsemisessa.
4. Omakotitaloissa ja vapaa-ajan asunnoissa toimii joko analyysipalvelu, missä palveluntarjoaja hoitaa niin anturien asentamisen rakennusaikana kuin kosteuden lukemisen ja analyysipalvelut vuosimaksuperusteisesti. Tässä tapauksessa käytetään kahden anturivalmistajan antureita ja lukijoita. Toisena vaihtoehtona on omatoiminen asennus ja seuranta, jolloin talon omistaja hankkii vain anturit ja lukijan ja asentaa anturit sekä seuraa kosteutta itsenäisesti. Tässä tapauksessa Vigilan on hyvä vaihtoehto edullisen lukijan vuoksi.

Anturoinnista on rakentajalle hyötyä, koska suuri osa rakennusten kosteusongelmista syntyy rakentamisen aikaisen kosteudenhallinnan pettämisestä, mistä seuraa rakentajalle ylimääräistä työtä ja kustannuksia. Koska anturointi itsessään on hyvin edullista niin se kannattaa tehdä jo pelkästään

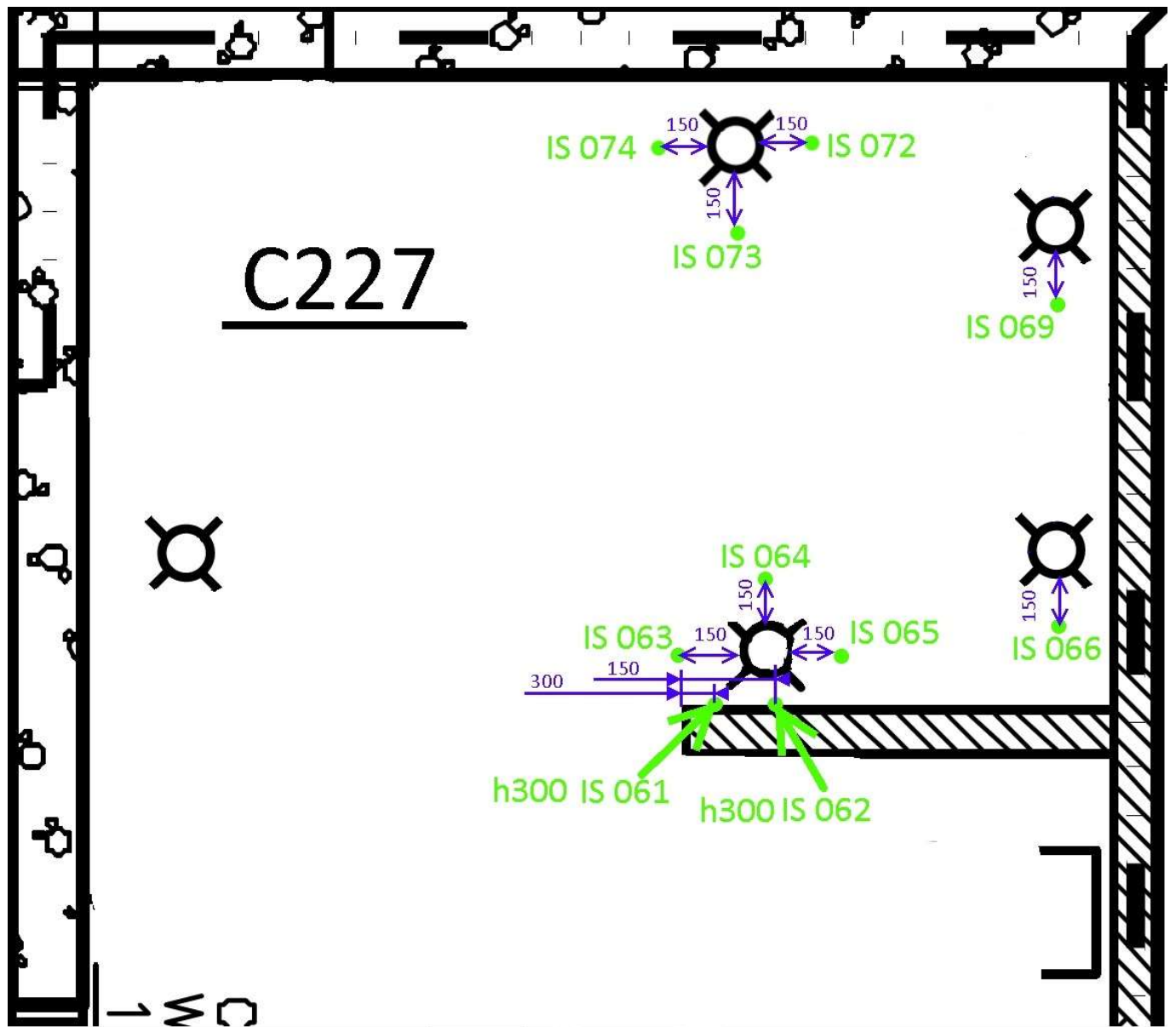
rakentamisvaihetta varten. Tämän jälkeen voisi anturointitiedot luovuttaa rakennuttajalle jopa ilmaisena laatutakuuna ja myydä kaotonaikaisen seurannan lisäpalveluna.

Vakuutusyhtiöt hyötyvät passiivianturoinnin yleistymisestä vähentyneinä vakuutuskorvauksina. Jo nykyisellään vakuutusyhtiöillä on joihinkin turvavälineisiin liittyen houkuttimena vahinkotapahtuman sattuessa omavastuun poisto. Hankkeessa kysyttiin myös vakuutusyhtiön näkemystä ja heidän vistinä oli, että tällainen järjestelmä ei olisi huono juttu. Tyypillisenä vakuutuskorvattava kosteusvaurio on talvella lumenpoiston yhteydessä vahingoittunut katto. Passiiviantureilla toteutettu kattava katon kosteudenvälvonta paljastaa alkavan katon kosteusvaurion keväisen luennan yhteydessä ennen kuin vesi alkaa tippua sisäkatosta.

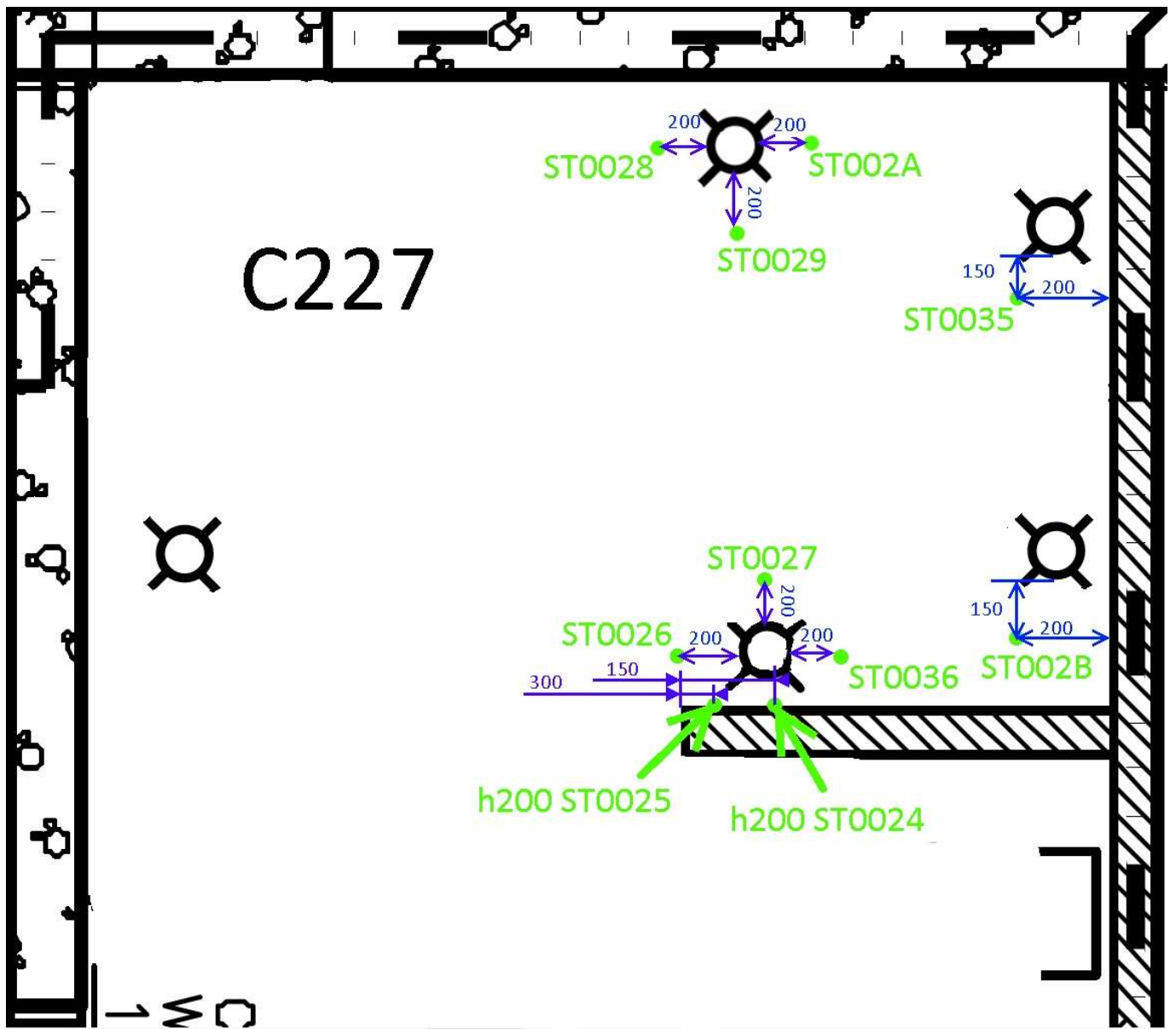
Anturikartat

Metropolia Myyrmäen kampuslaajennus

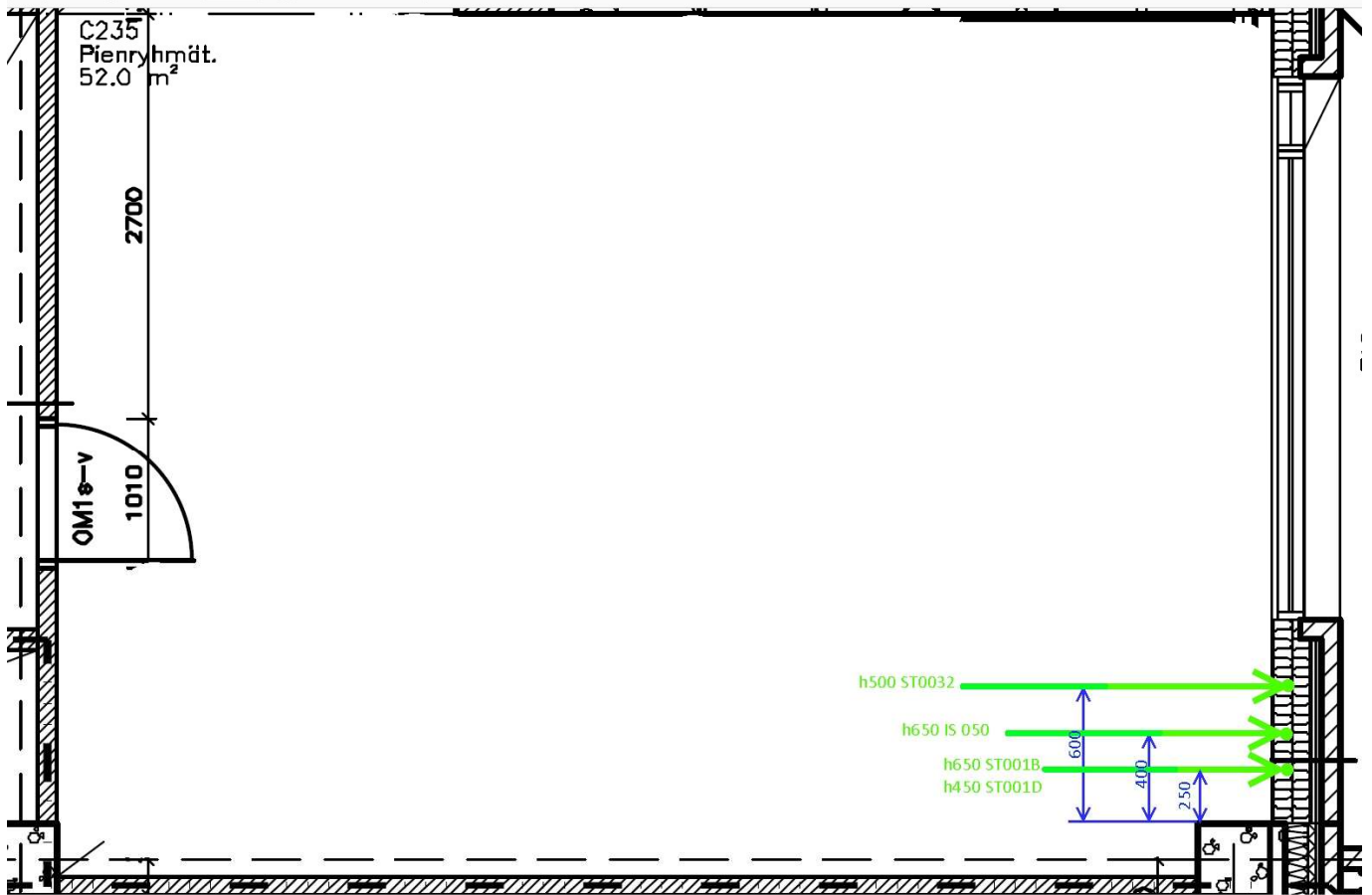
Tila C227, Invisense



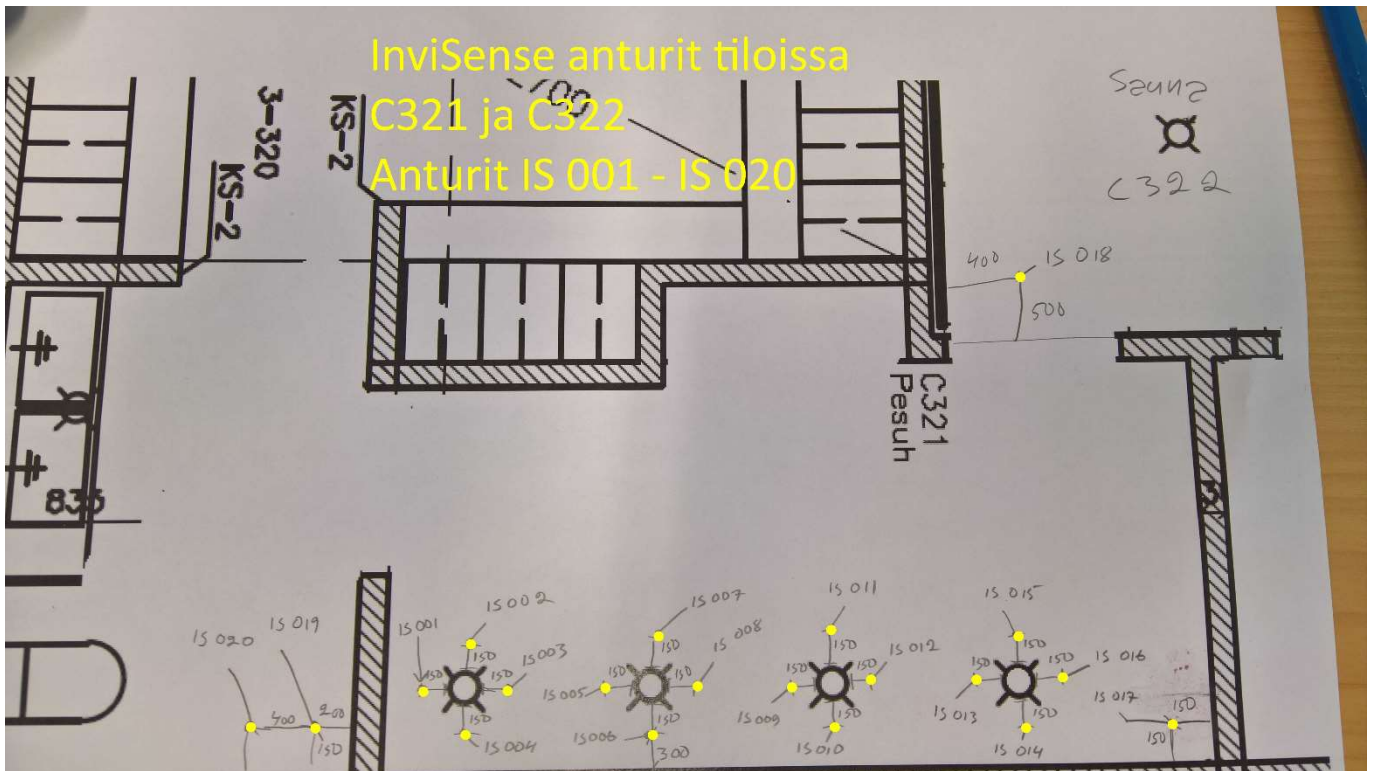
Tila C227, Smartrac



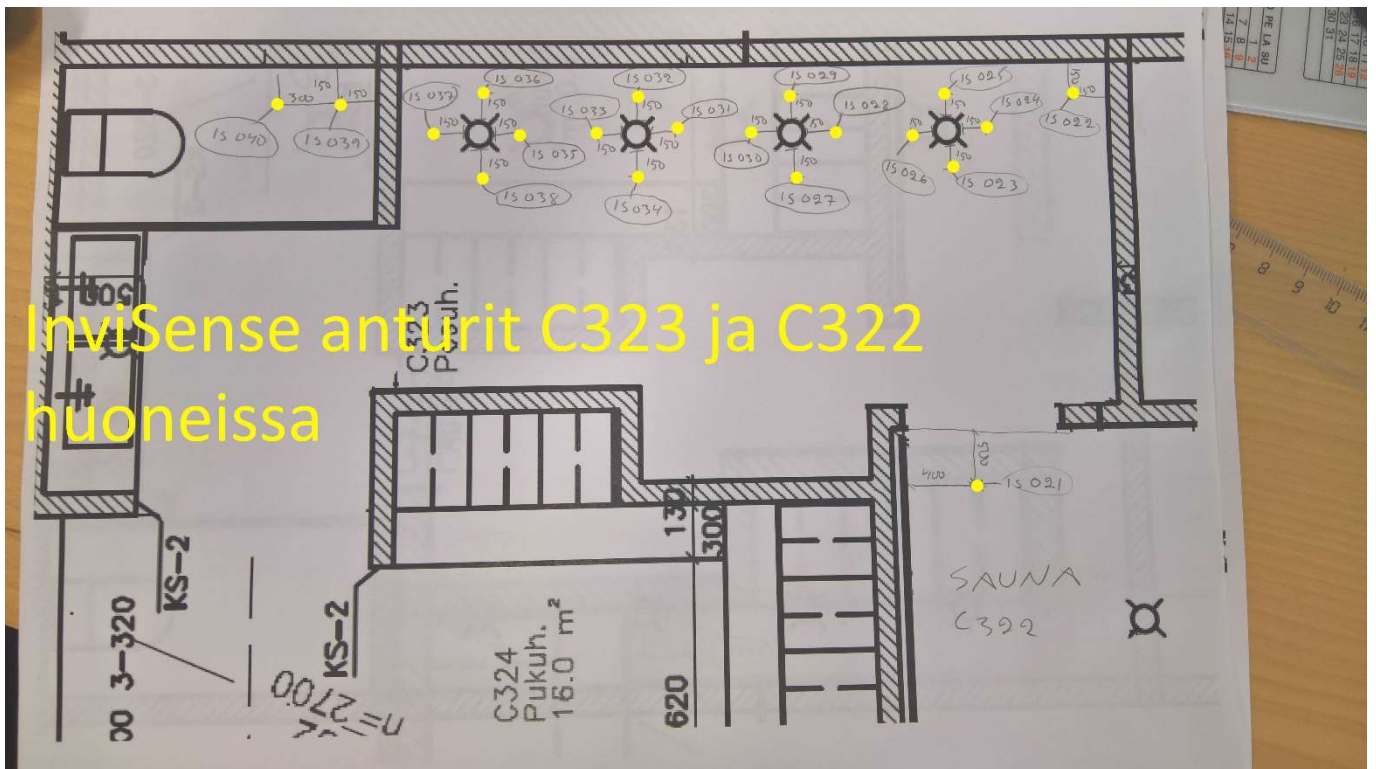
Tila C235, Smartrac ja Invisense



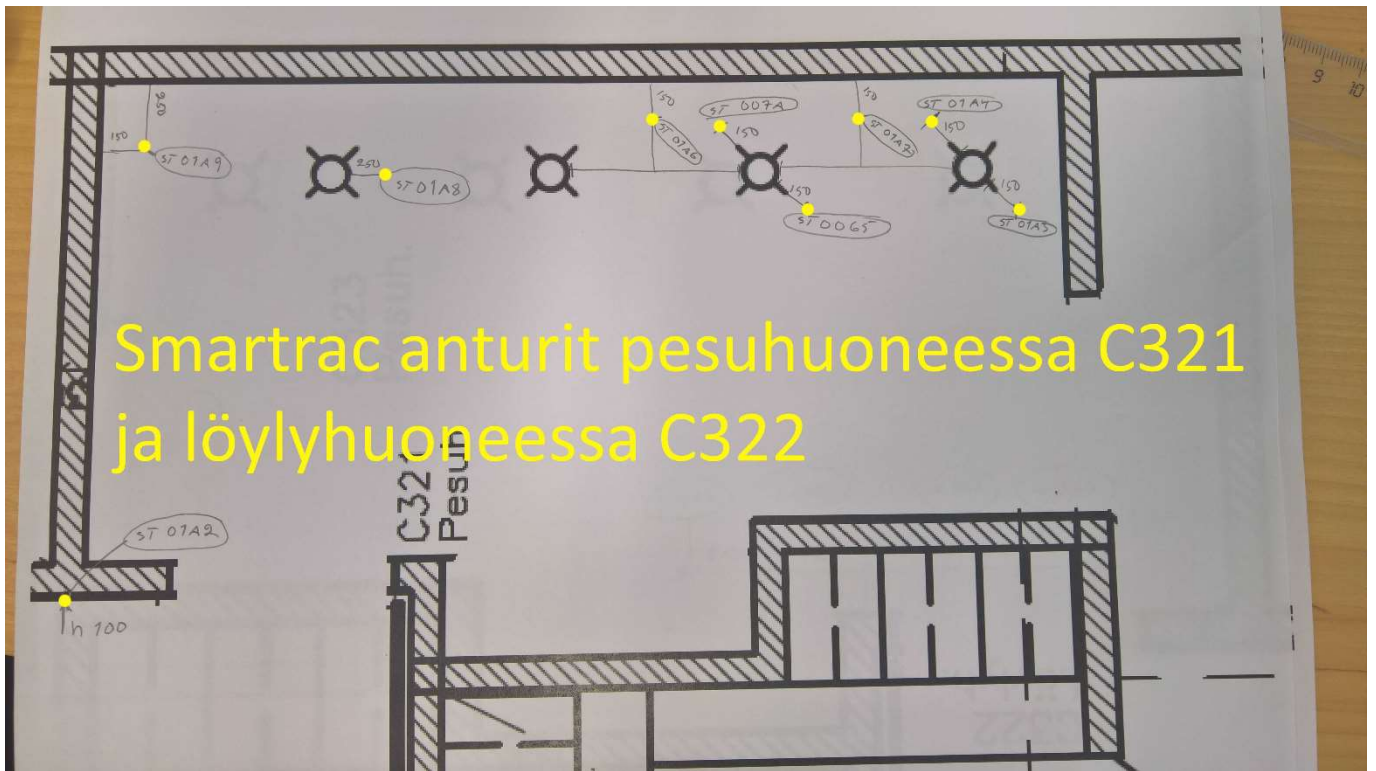
Tila C321 ja C322, Invisense



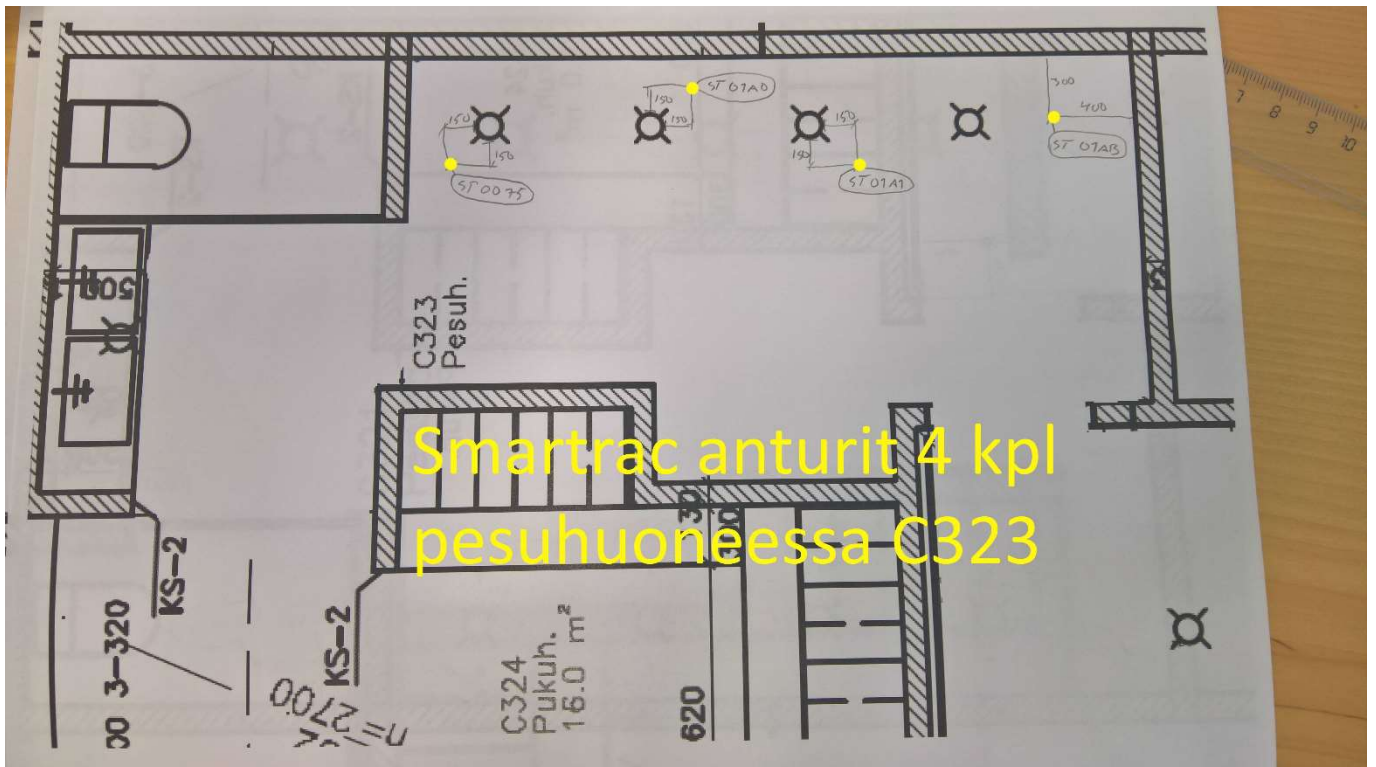
Tila C323 ja C322, Invisense



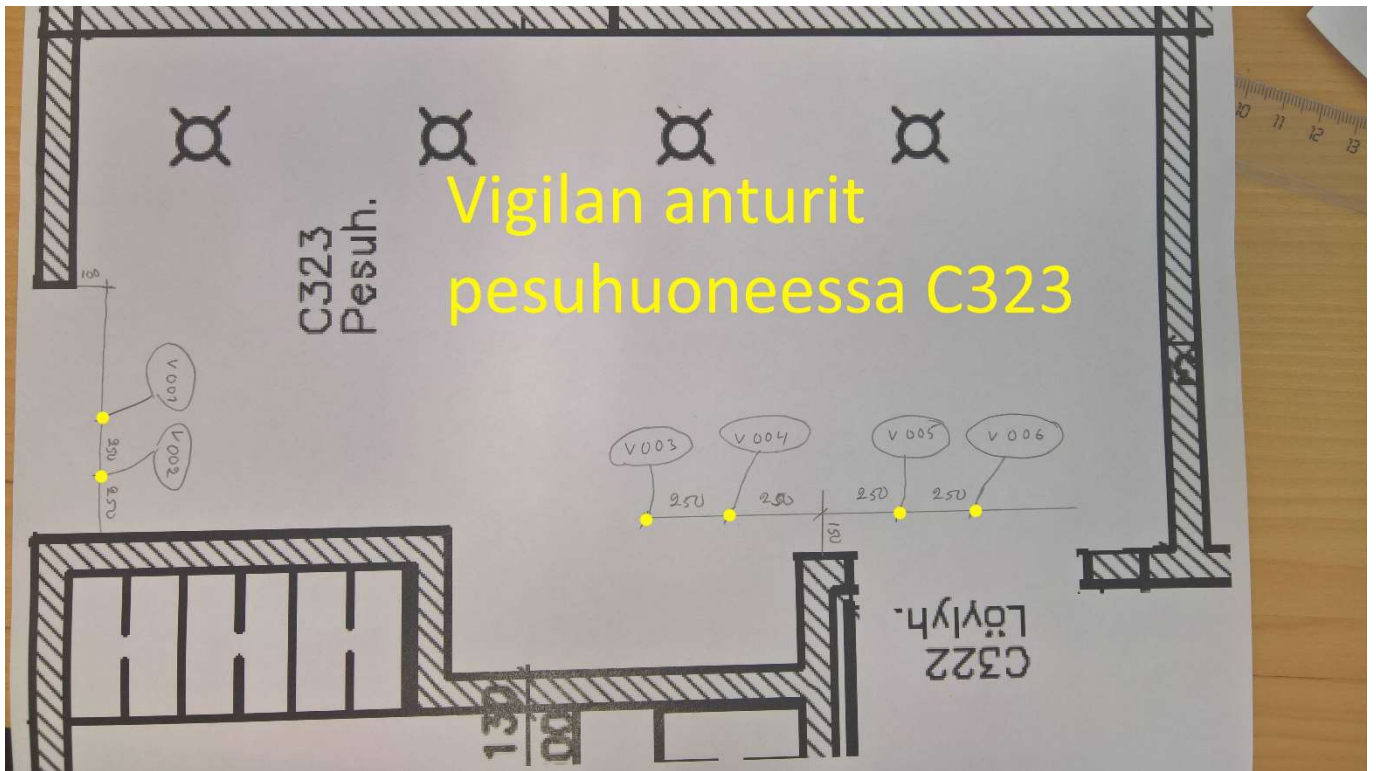
Tila C321nja C322, Smartrac



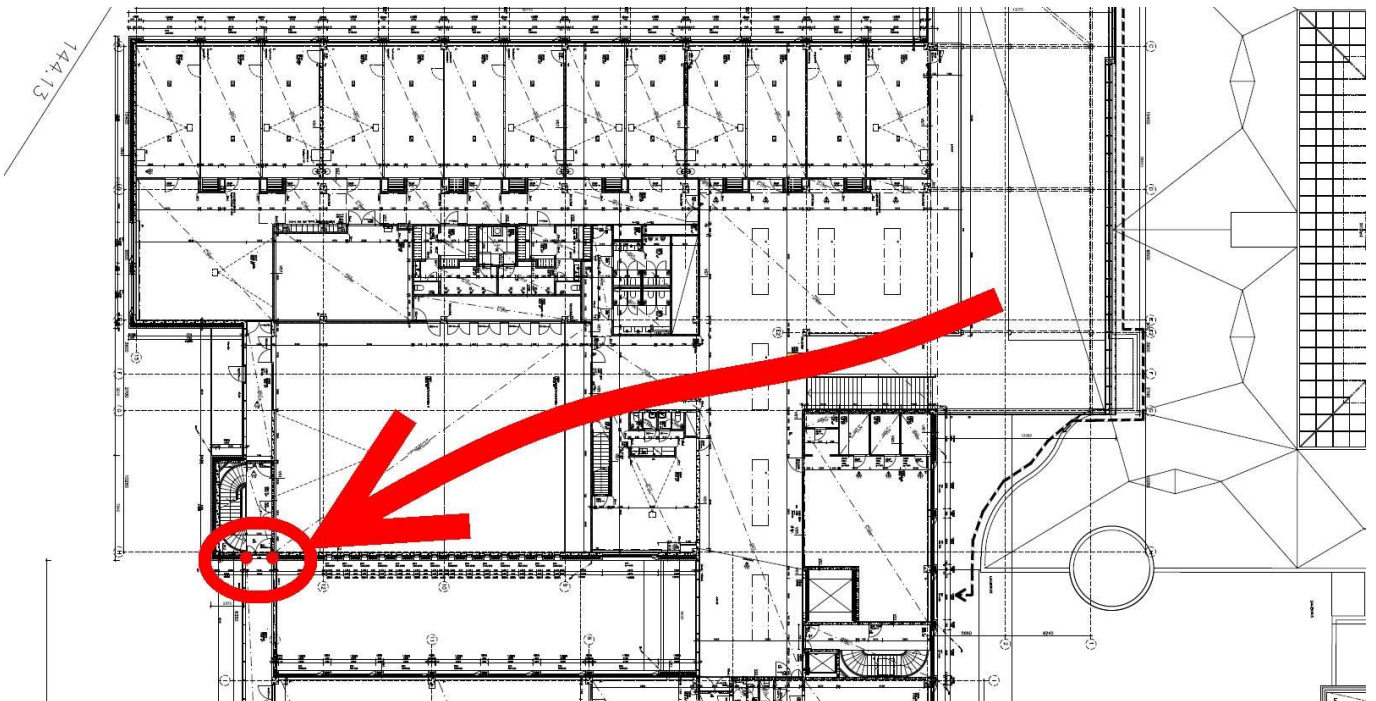
Tila C323, Smartrac



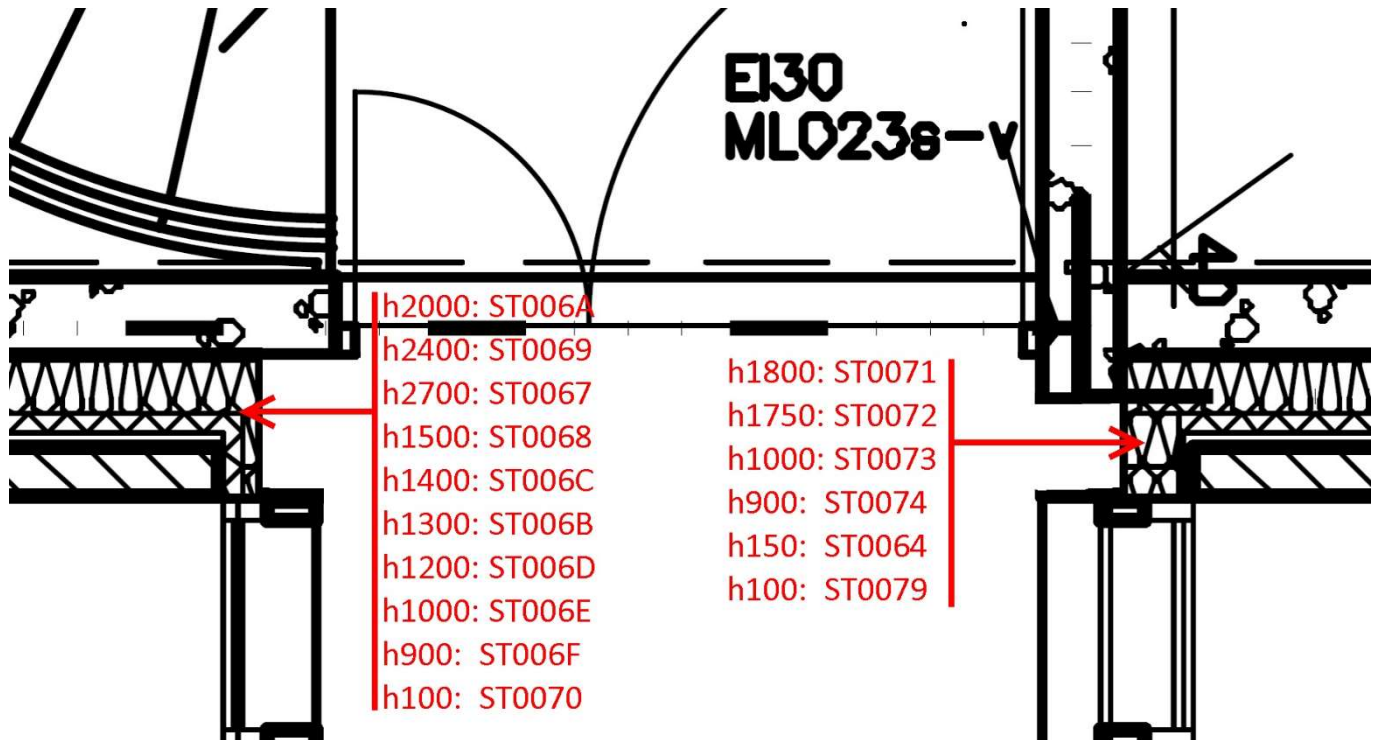
Tila C323, Vigilan



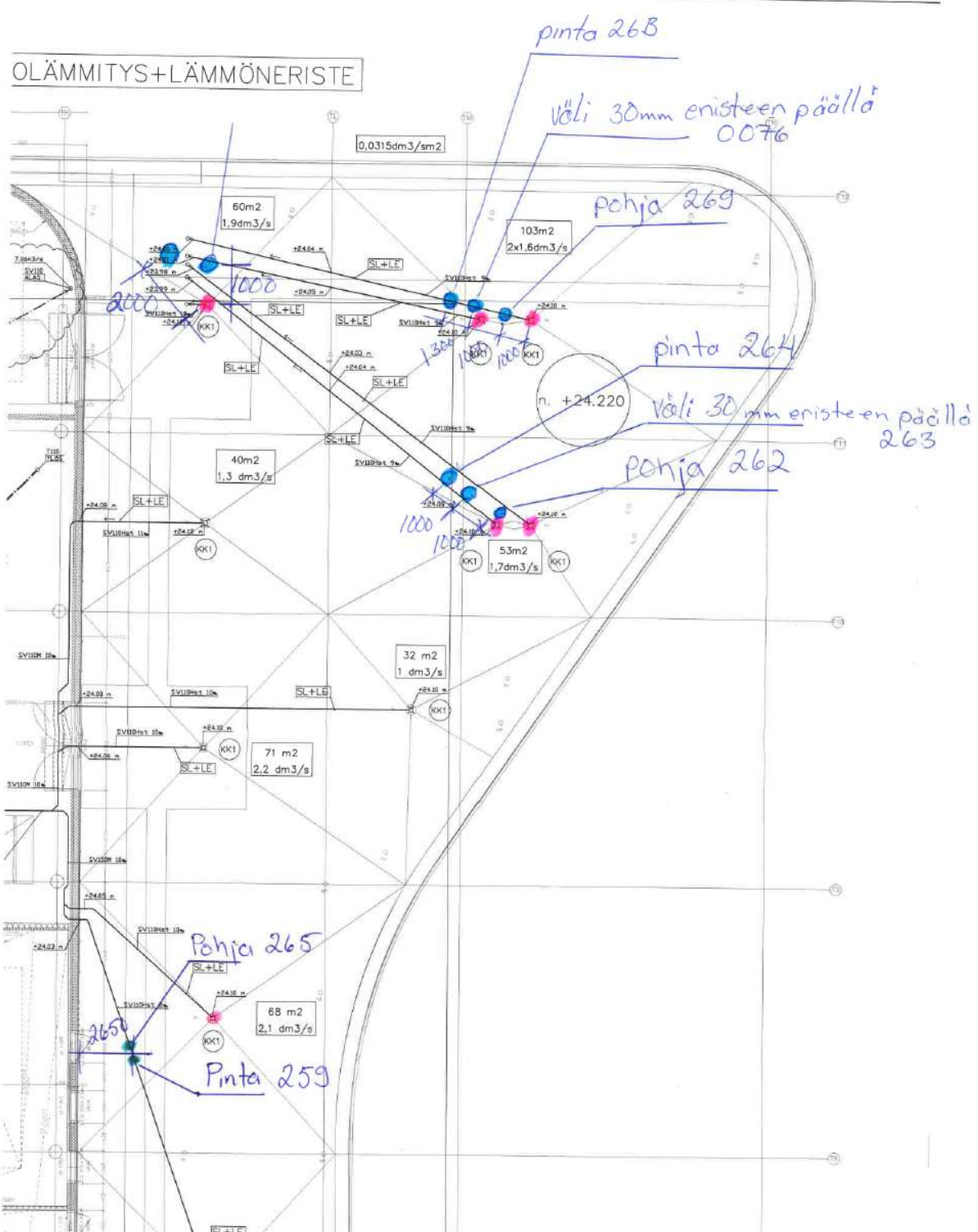
Lasikäytäväpaikan sijainti

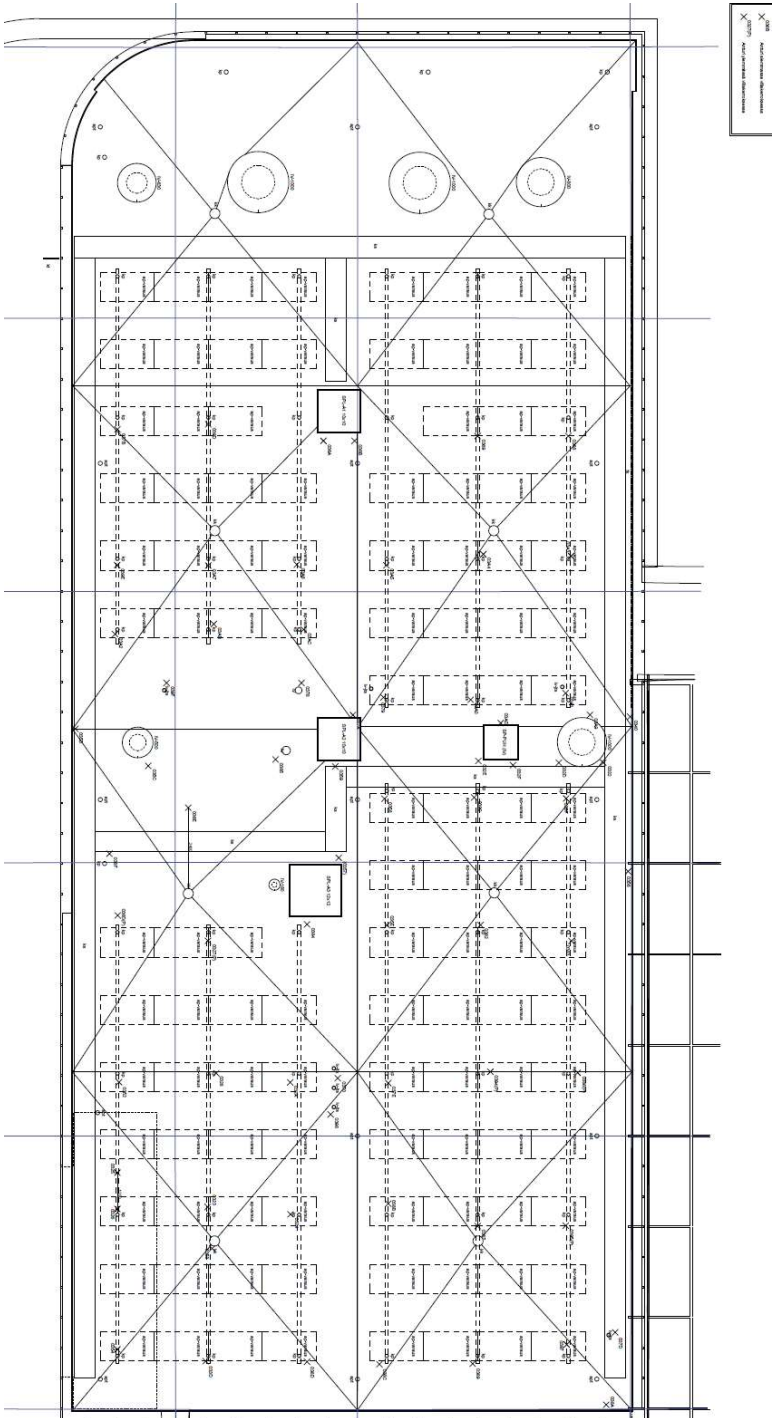


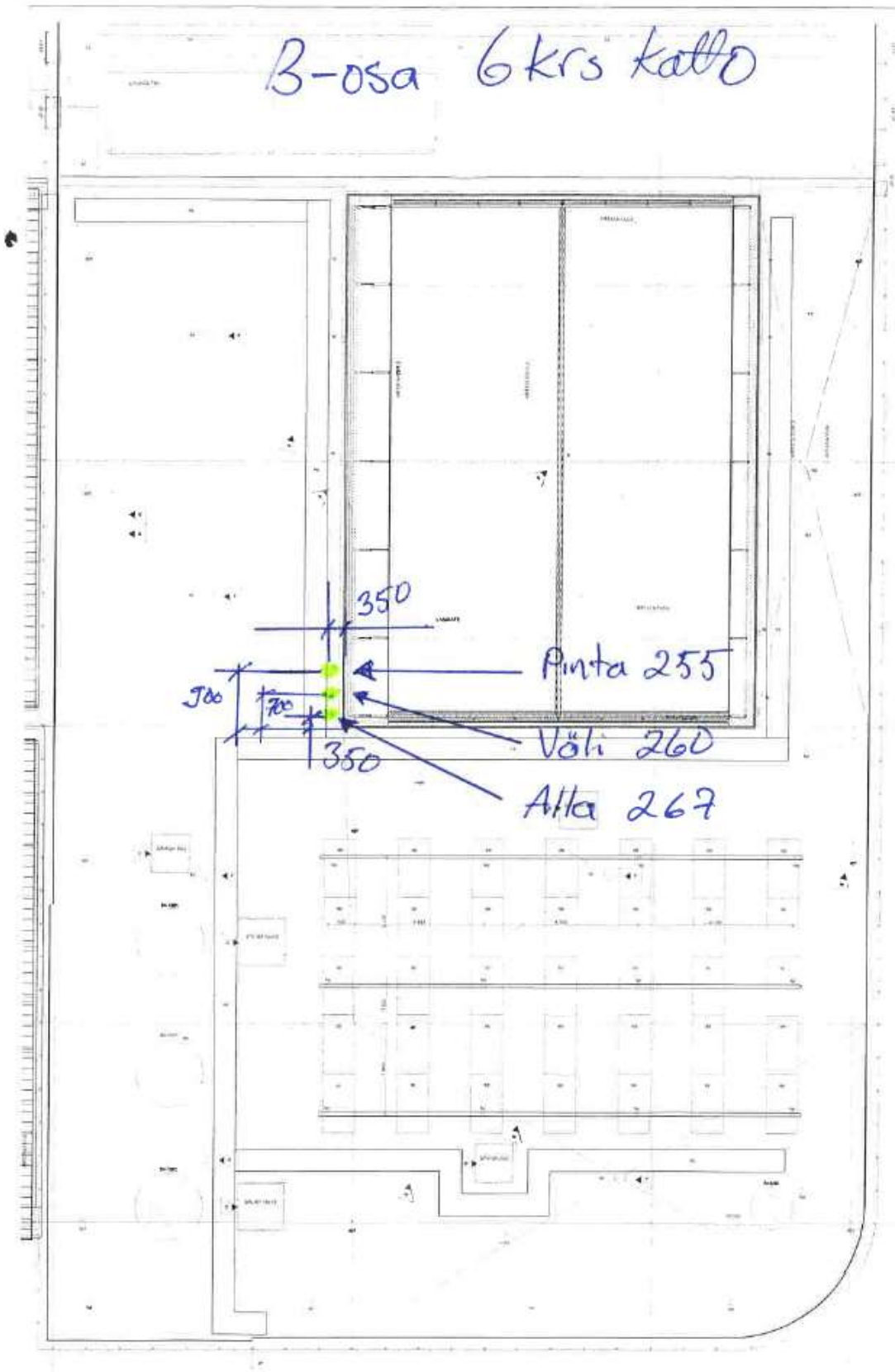
Lasikäytävän anturikartta



Ramboll Perkkaan pääkonttori:
Kattoasennukset

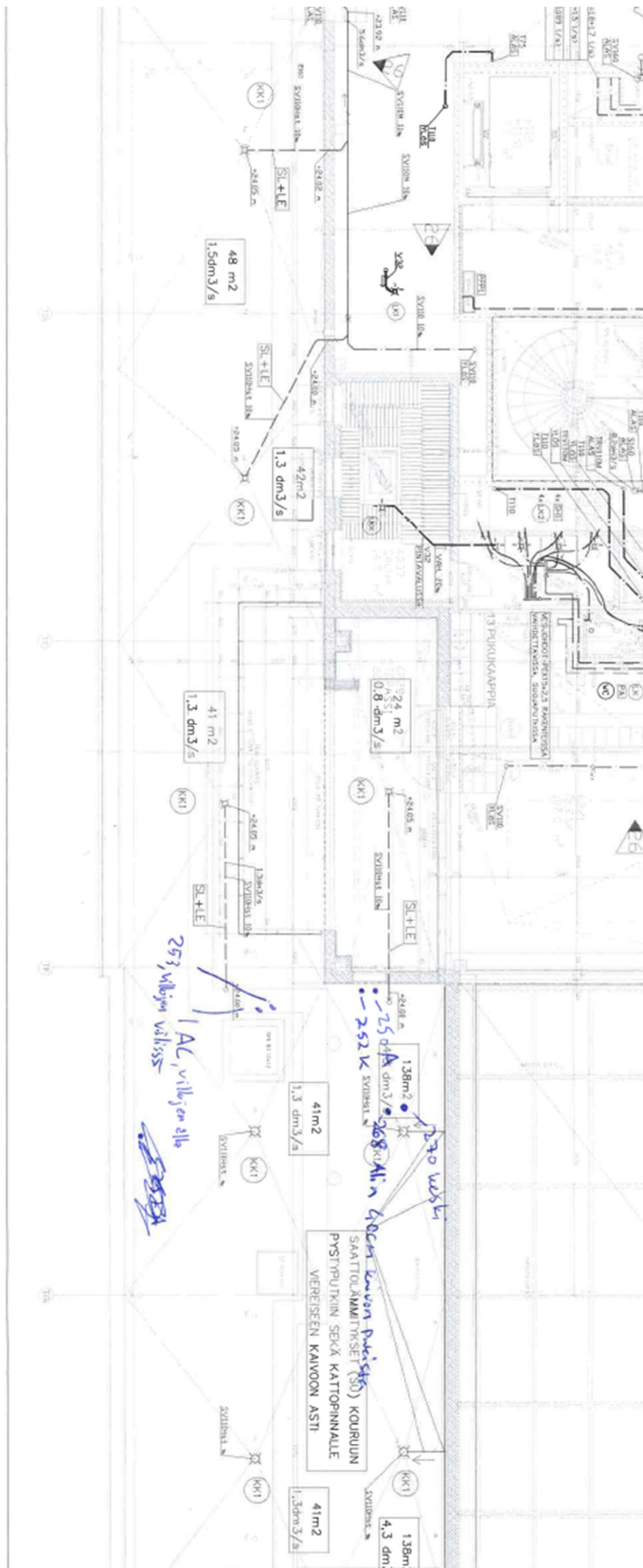






LOPPURAPORTTI

Passiivi RFID kosteusanturointi BIM tietomallissa ja kerätyn datan hyödyntäminen käytännössä

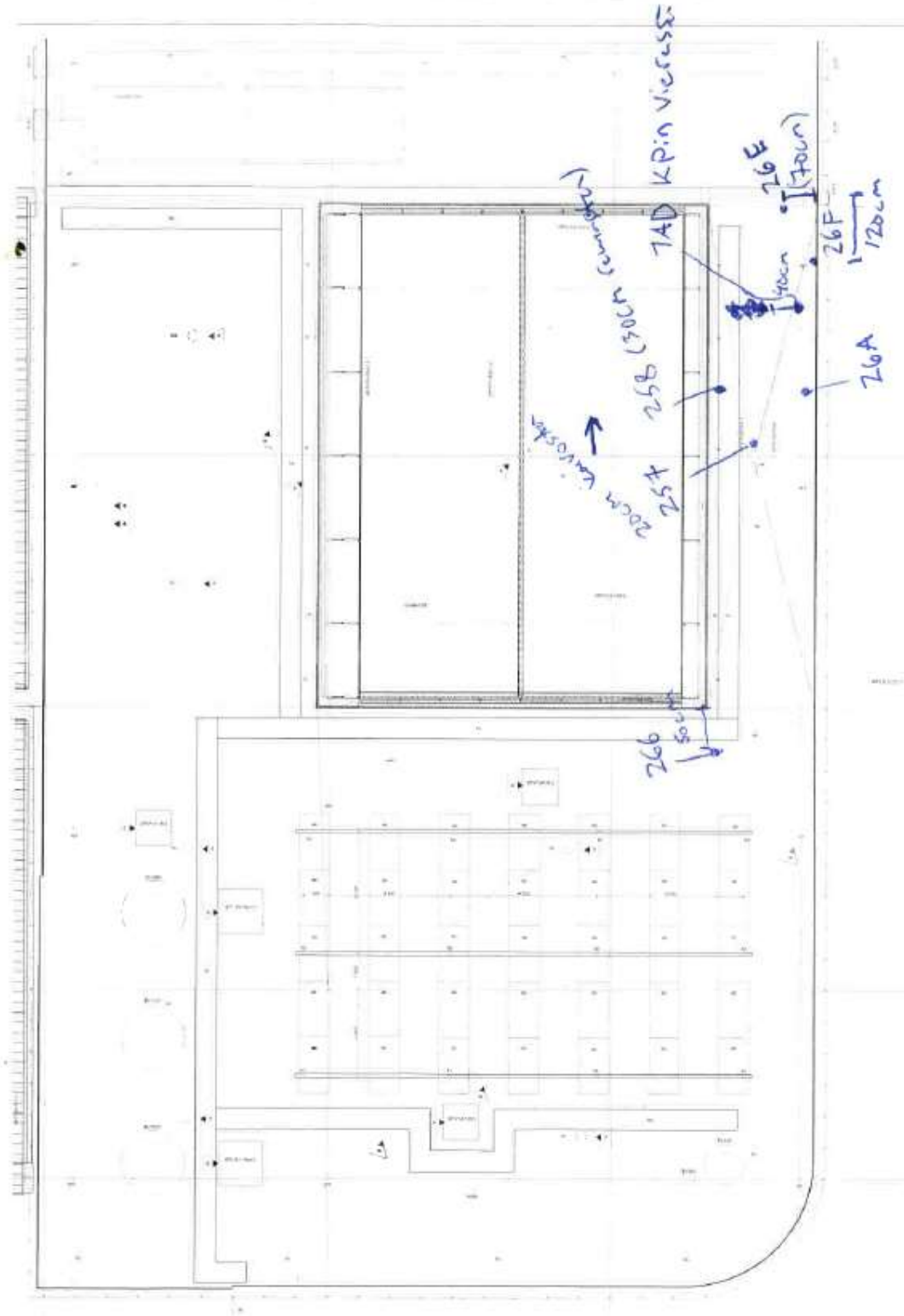


A-B Skys Lutto

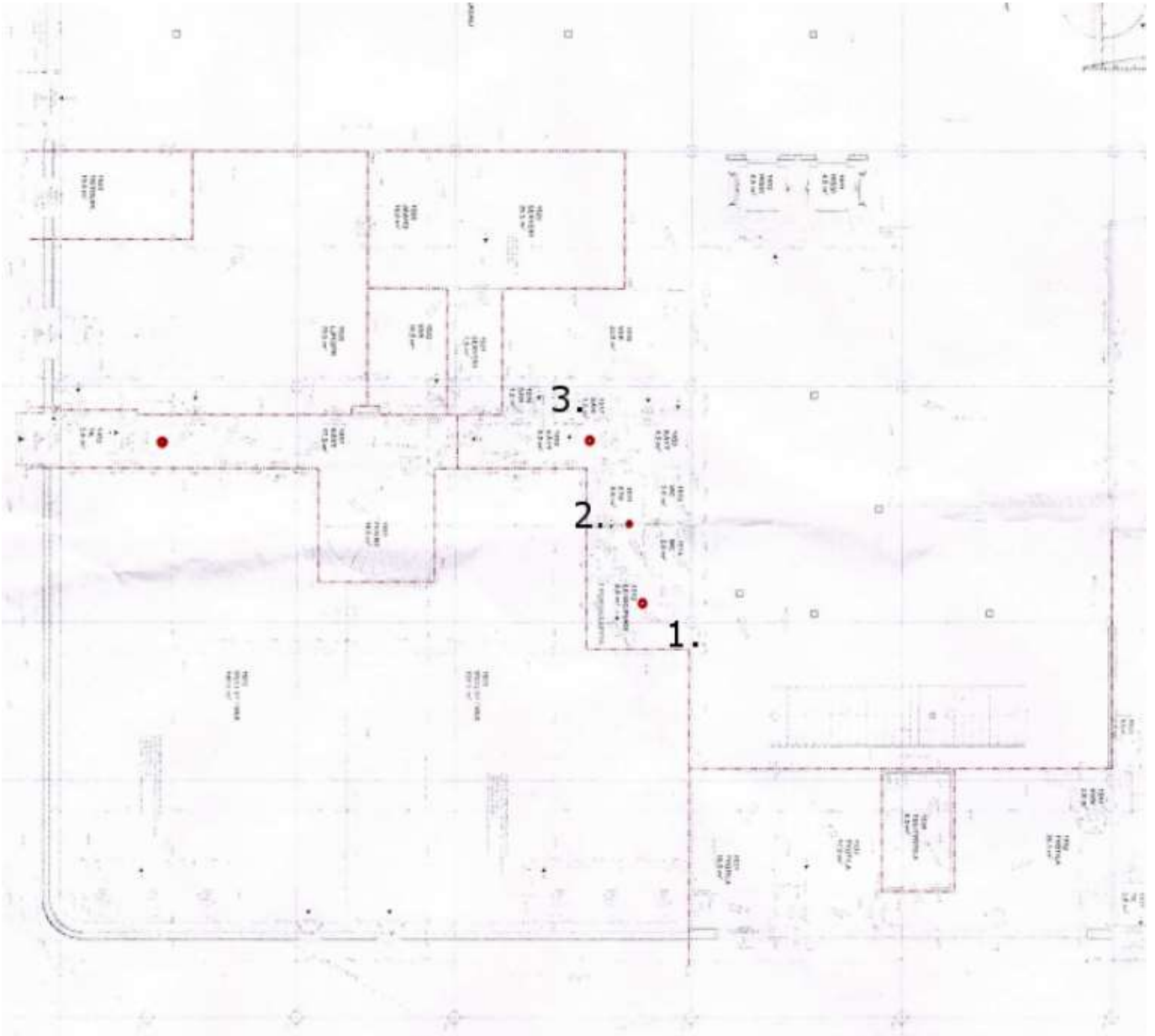
LOPPURAPORTTI

Passiivi RFID kosteusanturointi BIM tietomallissa ja kerätyn datan hyödyntäminen käytännössä

B6 Katto



Märkätila-asennukset



Esimerkki asennusohjeesta:

SMARTAC-KOSTEUSANTURIEN ASENNUS KATTOVILLOIHIN

1. Anturia ei saa asentaa pystysuoraan. Muut asennot ok (ks. Kuva 1).



Kuva 1

2. Anturia ei saa sijoittaa metallien välitömään läheisyyteen (< 4 cm), eikä isojen metallirakenteiden alle kuten esim. Kuvan 2 pellin alle.



Kuva 2

3. Sijoittelussa saa muuten käyttää omaa harkintaa sen suhteen, missä antureista olisi eniten hyötyä. Esimerkkeinä katon reuna ja läpivientien läheisyydet. Aivan pintaan ei tunnistetta kannata laittaa ellei ole pakko. Anturin luettavuuden kannalta ja asennuksen helppouden kannalta alemman villakerroksen saumat ovat hyviä paikkoja.
4. Merkitse pohjapiirrokseen anturin numero (sisältää myös kirjaimia A...F) ja asennuspaikka n. 20 cm:n tarkkuudella.