

Kiinteistöautomaatiojärjestelmien käyttäjänäkökulmainen kehittäminen

Joona Ojala

Opinnäytetyö
Tietojenkäsittelyn koulutusoh-
jelma
2015



Tekijä(t) Joonas Ojala	
Koulutusohjelma Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma	
Opinnäytetyön otsikko Kiinteistöautomaatiojärjestelmien käyttäjänäkökulmainen kehittäminen	Sivu- ja liitesivumäärä 24+1
<p>Tämän opinnäytetyön aihealue on kiinteistöautomaatiojärjestelmät ja niiden mahdollisten kehityskohteiden selvittäminen käyttäjän näkökulmasta tarkasteltuna. Työn tavoitteena on selvittää kokonaisvaltaisesti, miten käyttäjät näkevät järjestelmät, niiden käytön, ja mahdolliset helppokäyttöisyyttä parantavat muutosmahdollisuudet.</p> <p>Opinnäytetyön teoriaosuudessa tuodaan esille kiinteistöautomaatiojärjestelmän perusperiaatteet, niihin liittyvät laitteistot ja esitellään kolme erilaista järjestelmää, joista uusimpaan työssä etsitään kehityskohteita. Lähteinä on käytetty alan julkaisuja, oppikirjoja ja tutkimuksia.</p> <p>Opinnäytetyön tutkimusosuudessa selvitettiin käyttäjänäkökulmaisuutta sidosryhmille lähetetyllä kyselyllä kiinteistöautomaatiojärjestelmien mahdollisista päivitys ja kehitystarpeista. Kyselyn tulokset dokumentoitiin työhön taulukoina sekä tekstimuodossa. Tutkimus rajattiin suuremmissa rakennuksissa käytettäviin järjestelmiin, mutta myös pienimuotoisempia järjestelmiä sivuttiin itse työssä.</p> <p>Tutkimustulosten ja vaatimusmäärittelyn perusteella saatiin selville lukuisia kehityskohteita ja se, että järjestelmissä on kehitettävää käyttäjän kannalta tarkasteltuna.</p>	
Asiasanat Kiinteistöautomaatiojärjestelmä, kehityskohteet, käytettävyys, mahdollisuudet	

Author(s) Joona Ojala	
Degree programme Business Information Technology	
Report/thesis title The development of Facility Automation Systems from the user's point of view	Number of pages and appendix pages 24+1
<p>This thesis is focused on Facility Automation Systems and researching the key development points from the user's point of view. The main goal was to investigate comprehensively how users see the systems, the use of them, and possible improvements that need to be made in accessibility.</p> <p>In the theory section the main principles of the systems and parts concerning them are presented. In the thesis, three different systems from the last few decades are introduced, and development ideas are presented for the newest system. Relevant publications, studies and textbooks were used as sources.</p> <p>The main goal in the empirical part of this thesis was to explore the systems from the user's point of view. A questionnaire was sent to several different interest groups. The results of the survey were documented to tables and also to a textual form. The study was limited to systems that are used on larger properties, however smaller systems were also processed a little during the thesis.</p> <p>Based on the results of the investigation and the requirement specification, many new evolution targets were found, and it can be stated it was also found out that that many things need to be developed when looking from the user's point of view.</p>	
Keywords Facility Automation System, evolution process, usability, opportunities.	

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Lämmönjakokeskus- ja siihen liittyvät laitteistot.....	2
3	Ilmanvaihto- ja siihen liittyvät laitteistot	3
3.1	Laitteistojen hallintaan liittyvät järjestelmän osat	3
4	Kiinteistöautomaatiojärjestelmien kehitys	4
5	Järjestelmät eri aikakausilla.....	5
5.1	Dos-pohjaiset järjestelmät.....	6
5.2	Käyttöpaneeliohjautuvat järjestelmät.....	7
5.3	Selainpohjaiset järjestelmät.....	8
6	Järjestelmien kehittymisen suuntautuminen	11
6.1	Ennakoiva huoltomahdollisuus	11
6.2	Hiilidioksidimittariston hyödyntäminen ilmanvaihdossa.....	11
6.3	Jäähdytysjärjestelmällä varustetun ilmanvaihdon hyödyt	12
6.4	Valoautomaatiikan kehittämisen hyödyt	12
7	Kiinteistöautomaatiojärjestelmän käytettävyytutkimus	13
7.1	Tutkimusaineisto ja analyysi.....	13
7.2	Tulokset	19
8	Kehityskohteet ja tietoturvan uhkakuvat	21
8.1	Rakennustekniset kehityskohteet	21
8.2	Tietotekniset kehityskohteet	21
8.3	Käyttäjäkohtaiset kehityskohteet	22
8.4	Tietoturva ja muut uhkakuvat	22
9	Yhteenveto ja johtopäätökset	23
10	Lähteet.....	24
11	Liitteet	25

1 Johdanto

Opinnäytetyössä tutkittiin kvalitatiivista tutkimusmenetelmää hyödyntäen kiinteistöautomaatiojärjestelmiä ja niiden kehitysmahdollisuuksia ensisijaisesti käyttäjän, mutta myös omistajan näkökulmasta. Käyttäjällä työssä viitattiin henkilöön tai organisaatioon, joka järjestelmää kiinteistöissä hallinnoi, esimerkiksi kiinteistöhuoltoyhtiöön. Työssä käytiin läpi muutaman eri aikakauteen sijoittuvan kiinteistöautomaatiojärjestelmän kuvaukset ja toimintaperiaatteet pääpiirteittäin sekä annettiin muutossuosituksia ja käyttökokemuksen kannalta kehitysehdotuksia järjestelmien tulevaisuutta silmälläpitäen.

Haastattelututkimukseen perustuvassa työssä luotiin tiivis muotoinen kysely, johon valikoitui haastateltaviksi erilaisia toimijoita kiinteistöpalvelualalta, kyselyllä saatiin kolmen tyyppisiltä toimijoilta vastaukset, joilla mahdolliset puutteet saatiin selville ja niihin voitiin havainnoida kehitysmahdollisuuksia. Omistajapuolelta haastateltiin isännöinnin toimijaa, joka usein toimii omistajapuolen edustajana, käyttäjäpuolelta valikoitui yritys, joka pääasiassa huoltaa ja päivittää järjestelmiä sekä yritys, joka asentaa ja uusii järjestelmiä.

Työssä keskitytään pääasiassa käyttäjäpuolen näkökulmaan ja esitetään mahdollisia kehityskohteita, mihin tulisi keskittyä jatkossa, jotta järjestelmät saataisiin mahdollisimman käyttäjäystävällisiksi. Omistajapuolen näkökulmaa ja muutos- ja kehitystarpeita käsitellään työssä lyhyesti, mutta silti esiintuoden. Työn perustana toimii keskilaaja vaatimusmäärittely, jonka perusteella pyritään saamaan selville se, millaiset ominaisuudet toimivat edellytyksenä järjestelmän jatkokehitykselle.

Työssä käytetään hyödyksi työelämäympäristössä hankittua osaamista ja tietotaitoa kiinteistönohjausjärjestelmistä, sekä niihin liittyvistä järjestelmistä. Opinnäytetyössä annetaan myös esimerkkejä talouspuoleen vaikuttavista seikoista, jotta saadaan havainnollistettua, kuinka suuria säästöjä tai ylimääräisiä kuluja voidaan saada aikaan kiinteistöautomaatiojärjestelmän optimaalisella toimivuudella tai toimimattomuudella.

Opinnäytetyössä tuodaan esille tietoturvan kannalta olennaisia seikkoja ja esitetään mahdollisia uhkakuvia ja erilaisia ratkaisuja, joilla voidaan välttää järjestelmien haavoittuvuus. Järjestelmien integroitavuutta tutkitaan ja pohditaan erilaisia järjestelmien yhdistämiskäytännöitä, joilla saataisiin aikaiseksi mahdollisimman kattava kokonaisratkaisu kiinteistön ylläpidolliset seikat parhaiten huomioon ottaen.

Suurimpana painoarvona työssä nojataan kyselystä saatuihin vastauksiin, ja niistä luotuihin taulukoihin, joista vaatimusmäärittelyn havainnointi on selkeää ja helposti omaksuttavaa.

2 Lämmönjakokeskus- ja siihen liittyvät laitteistot

Lämmönjakokeskus on järjestelmä, jonka kautta lämpö kulkee rakennuksen eri osiin. Se saa lämpönsä esimerkiksi öljylämmittimestä tai kaukolämmöstä, jolla lämmitetään kiinteistön omat järjestelmän osat kuten lämmin käyttövesi, joista siirretään lämpöä eteenpäin kiinteistön sisällä. Lämpö saadaan siirrettyä kaukolämmöstä kiinteistön omiin järjestelmiin tietynlaisen lämmönvaihtimen avulla, jonka sisällä esimerkiksi kaukolämpö kulkee omissa osissaan lämmittäen talon omia lämmitystä tarvitsevia osia. Lämmönjakokeskuksesta lämpö siirtyy lämmitysverkostoon, johon lukeutuvat kiinteistön lämmitystapaan kytkeytyvät osat kuten pumput, painemittarit ja lämmityspatterit.

Vesikiertoinen lämmitysmuoto on rakennuksen lämmitysmuoto, jossa lämmönjakohuoneessa laitteisto säätelee veden lämpötilan ulkoilman mukaan ja syöttää sen putkistoa pitkin lämmityspattereihin, joissa patteritermostaatit säätelevät yksilöllisesti jokaisen patterin veden tarvetta. Hyötysuhteeltaan parempi vaihtoehto tässä lämmitysmuodossa on vesikiertoinen lattialämmitys, mutta rakennuskannan huomioon ottaen se ei ole yhtä yleisesti käytössä.

Termostaattinen patteriventtiili on omavoimainen venttiili, jonka sisältää väliainetta, mikä reagoi lämpötilan muutoksiin supistamalla tai laajenemalla ja näin ollen avaa ja sulkee vedentuloa patteriin säädetyn lämpötilan ja huoneilman tasapainottamiseksi haluttuun lämpötilaan (Pentti Harju, Talotekniikan automaatio, mittaus ja säätö).

3 Ilmanvaihto- ja siihen liittyvät laitteistot

Ilmanvaihtojärjestelmä on säätimistä, tulo- ja poistokoneista koostuva järjestelmä, jolla vaihdetaan ilmaa rakennuksen sisällä. Suurien poistokojien lisäksi ilmanvaihtojärjestelmään voi kuulua erillisiä yksiköitä kuten huippumuri, jolla voidaan kohdentaa ilmanpoistoa esimerkiksi keittiötiloihin, missä ilmaa täytyy saada vaihdettua nopeammin.

Ilmanvaihtoon yhdistetyllä jäähdytysjärjestelmällä tarkoitetaan Ilmanvaihtokojetta, jossa on lisättyä joko nestepatteri tai jäähdytysyksikön höyrystin, jolla ilmaa viilennetään ja jäähtynyt tuloilma johdetaan samoja kanavia pitkin kiinteistöön, kuin talon muukin ilmanvaihto

Lämmöntalteenoton hyötysuhteella tarkoitetaan poistoilmasta tuloilmaan siirtyvän energian määrää. Hyötysuhde ilmoitetaan prosenttilukuna. (Webdia verkkotukipalvelu).

3.1 Laitteistojen hallintaan liittyvät järjestelmän osat

Kiinteistöautomaatiojärjestelmä

Kiinteistöautomaatiojärjestelmällä tarkoitetaan järjestelmää, jolla hallinnoidaan kiinteistön rakennusteknisiä osa-alueita esimerkiksi ilmanvaihtoa, lämmitystä ja valoautomaatiikkaa.

Etähallinnalla tarkoitetaan mahdollisuutta ottaa yhteys järjestelmään jollakin laitteella olematta paikan päällä.

(Webdia verkkotukipalvelu).

4 Kiinteistöautomaatiojärjestelmien kehitys

Järjestelmien päivittämiselle on aina ollut kysyntää ja kehityksen absoluuttinen tavoite on ollut kehittää järjestelmät mahdollisimman helppokäyttöiseen ja kattavaan toimintaan soveltuviksi. Mitä enemmän kiinteistön järjestelmiä käyttävä toimija pystyy ohjaamaan automaatiojärjestelmän kautta, sitä vähemmän hänen täytyy tehdä manuaalisia toimenpiteitä ja näin ollen aikaa säästyy muuhun toimintaan. Suurimpia syitä automaatiojärjestelmien kehittymiselle on ollut yhteiskunnan teknologian kehittyminen nopeasti ja rakennustekniikkaa hyödyttäen sekä lämmitysjärjestelmien eri muodoissa tapahtunut murros, kun kiinteistöissä on siirrytty mm öljy- ja sähkölämmityksestä kaukolämpöä käyttävän lämmitysjärjestelmän hyödyntämiseen.

Kiinteistöautomaation päätarkoituksena on saada aikaan säästöjä kuluissa, hallita kiinteistöä muuttuvissa olosuhteissa, turvata käyttäjien tarpeiden mukainen toiminta ja ennakoivan huollon ohjaaminen. Tästä johtuen järjestelmät on pyritty pitämään selkeinä käyttää, jotta käyttökokemus ei teknologian puutteiden vuoksi ole pääsyt liikaa hajautumaan.

Kiinteistöautomaation kehitys on vuosikymmenien saatossa ollut nopeaa ja laajamittaista. Pienilläkin muutostöillä on kyetty muuttamaan järjestelmien rakennetta kokonaisvaltaisemmaksi helppokäyttöisyyttä unohtamatta. Lähtötilanne kiinteistöautomaatiojärjestelmissä on ollut hyvin yksinkertainen ja vähitellen järjestelmät ovat teknisyytensä puolesta muuttuneet monimutkaisempaan suuntaan, minkä seurauksena ominaisuudet ovat kehittyneet ja yhdellä järjestelmällä hallittavien laitteistojen määrä on lisääntynyt huomattavasti. Suora seuraus tästä on se, että saadaan aikaan säästöä energiankulutuksessa, ilmanvaihto kyetään optimoimaan käytön mukaan ja kiinteistölle vaaraa aiheuttavat tilanteet voidaan ennakoida hyvissä ajoin (Arto Soinele, Sähkölämmitystekniikan perusteet)

Kiinteistöjen automaatiojärjestelmissä käytössä olevat järjestelmät ovat kehittyneet huomattavasti, kun puhutaan teknistyneistä sähköisistä järjestelmistä. Kappaleissa 5.1, 2 ja 3 Järjestelmät eri aikakausilla olevilla kuvioilla 1,2 ja 3 sivuilla 6, 7 ja 8 havainnollistetaan järjestelmien eroavaisuuksia lähinnä ulkomuodon ja käytettävyyden puolesta. Kaikissa järjestelmissä on samat peruseriaatteet ja hallintamahdollisuudet, mutta uusinta mallia edustavaan järjestelmään on tullut täydellinen selainpohjainen etähallintamahdollisuus, jolla voidaan säätää lähes kaikkia samoja asioita, mitä ennen säädettiin manuaalisesti paikan päältä.

5 Järjestelmät eri aikakausilla

Järjestelmät ovat kehittyneet pienin askelein nykyiseen päämääräänsä ottaen huomioon sen, että jo ensimmäisellä järjestelmällä kyettiin näkemään paljon kiinteistön hallintaan liittyviä tietoja. Tietyt säädöt kuten paineenlisäykset, ilmastointikoneiden suodattimien ja hihnojen vaihdot ja muut vastaavat manuaalista toimintaa edellyttävät toimenpiteet joudutaan vielä toistaiseksi tekemään paikan päällä käsin.

Työhön on valittu esiteltäväksi kolme toisistaan poikkeavaa järjestelmää ja niiden ohjauspaneelit. Vanhimmassa järjestelmässä, jonka käyttö oli suurimmillaan 1990-luvulla, hallinta on hoidettu konkreettisesti fyysisesti kohteessa sijaitsevan tietokoneen kautta (Kuvio 1, sivu 6) ja ohjelmiston käyttö on pohjautunut DOS (Disc Operation System) käyttöjärjestelmän alustalle. Lukuisia järjestelmiä käytetään edelleen fyysisen tietokoneen kautta, varsinkin suuremmissa kiinteistöissä, joissa automaatioon on yhdistetty muita rakennukseen liittyviä osia kuten ovien ohjaukset ja paloilmoitinjärjestelmät.

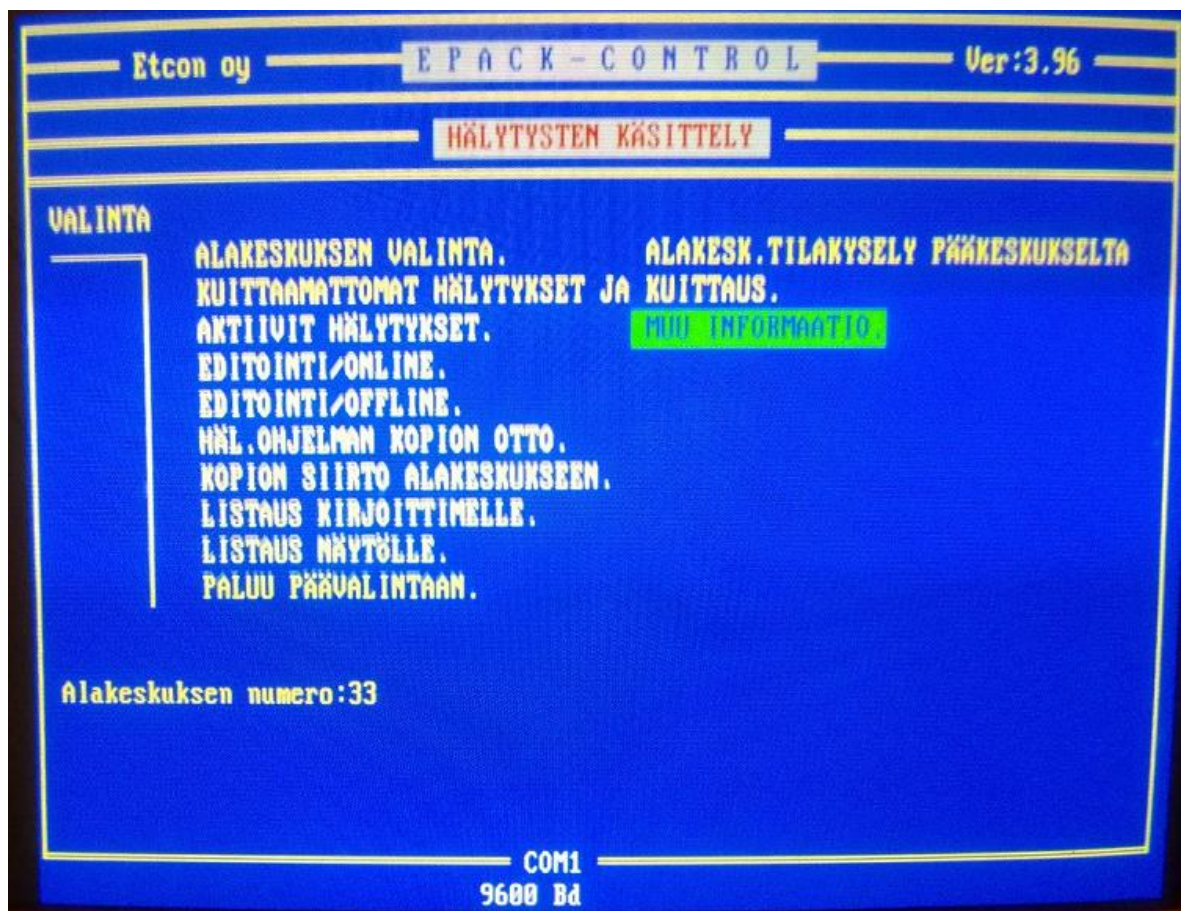
Toinen esitelty järjestelmä on lähempänä 2000-lukua suuremmin käyttöönotettu paneeli-hallittava järjestelmä, jossa fyysinen tietokone on korvattu käyttöpaneelilla (Kuvio 2, sivu 7), joista saadaan säädettyä yksinkertaisemmin samat asiat, kuin edellisessä järjestelmä-versiossa.

Uusinta sukupolvea edustavat selainpohjaiset järjestelmät, joissa toimintaperiaate pohjautuu yhtälailla paneelien hyödyntämiseen, mutta lisäksi paneelit on integroitu selainpohjaiseen etähallittavaan käyttöjärjestelmään (Kuvio 3, sivu 8). Selainpohjaisuutta hyödyntäen kaikki järjestelmän eri osat on saatu helppokäyttöiseen muotoon ja ne ovat helposti tarkasteltavissa esimerkiksi älypuhelinta tai tablettia hyödyntäen.

Seuraavaksi esitellyt järjestelmäkuvaukset perustuvat järjestelmien ominaisuuksien kuvailuun yleisellä tasolla. Eri laitevalmistajien järjestelmien ominaisuudet saattavat poiketa joiltain osin kuvauksista.

5.1 Dos-pohjaiset järjestelmät

Ensimmäinen näistä järjestelmistä toimii konkreettisesti tietokoneella, eli on olemassa tietokone, joka pyörittää yksinomaan tätä Dos-pohjautuvaa ohjelmaa, mitä havainnollistetaan *Kuviossa 1*. Ohjelma sinällään on varsin käyttökelpoinen ja siinä on suhteellisen selkeä valikko, josta ohjelman käytön tunteva käyttäjä voi hakea valitsemiaan tietoja ja tuoda ne näytölle, esimerkiksi kiinteistön eri osastojen lämpötiloja. Suurin ongelma kyseisessä järjestelmässä käyttäjän näkökulmasta on se, että se takkuilee paljon ja siinä on tiedettävä, mitä on tekemässä tai muuten saattaa aiheuttaa järjestelmän kaatumisen ja näin ollen tiedot jäävät saamatta. Toisin sanoen järjestelmä ei ole kovin käyttäjäystävällinen ja on epävakaa.



Kuvio 1: Kiinteistöautomaatiojärjestelmä 1990-luvun alkupuolelta

5.2 Käyttöpaneeliohjautuvat järjestelmät

Toinen järjestelmästä on selvästi yksinkertaistettu ja se on tuotu ulos tietokoneesta, eli sille on luotu omanlainen suuruusluokaltaan pienempikokoisempi käyttöpaneeli, josta kyetään erillisillä näppäimillä valitsemaan eri vaihtoehtoja ja hakemaan tietoja ja tekemään säädöksiä sekä kuittaamaan hälytyksiä. Järjestelmää havainnollistetaan *Kuviossa 2* ja tässä järjestelmässä riippuen iästä on yleensä mahdollista saada priorisoidut hälytykset, jotka on luokiteltu kiireellisyyssluokalla saapumaan GSM:n kautta tekstiviestillä valittuun numeroon.

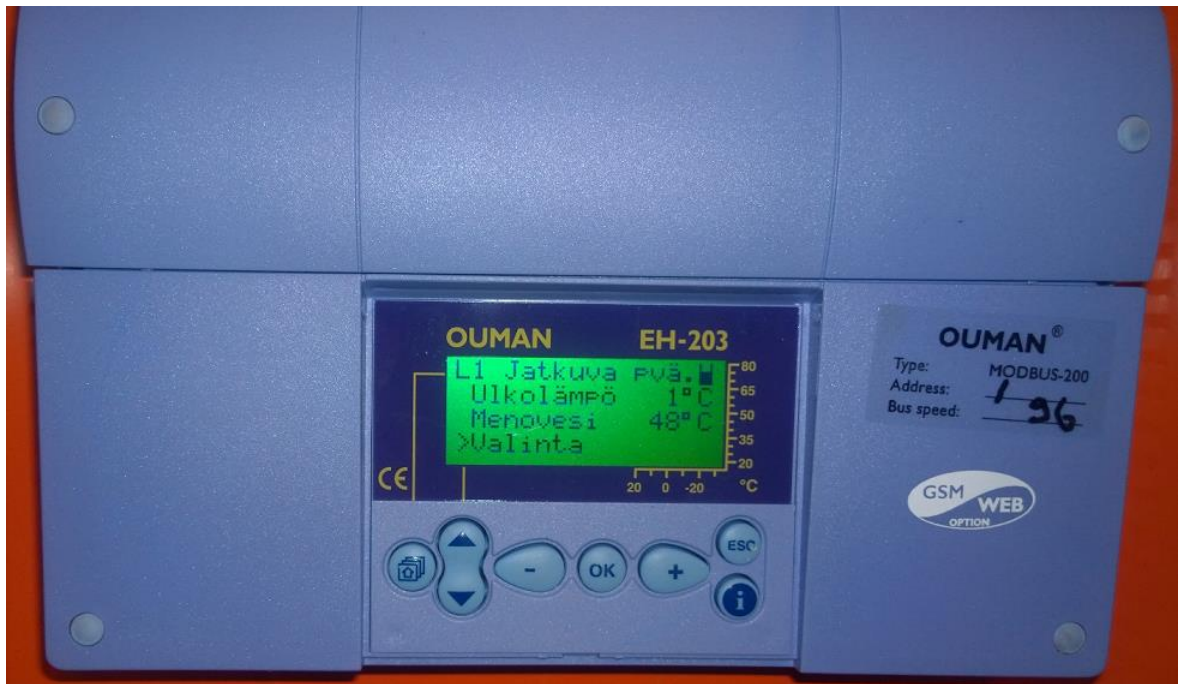
Paneelin käyttö on pelkistetty ja yksinkertaistettu, joten käyttäjälle on helpompi käyttää paneelia, koska vaihtoehtoja ei ole liikaa johtuen käyttönappuloiden vähäisestä lukumäärästä. Jokainen tietosivu hälytyksistä eri mittausarvoihin on helposti valittavissa omaksi sivukseen ja muokattavaksi.



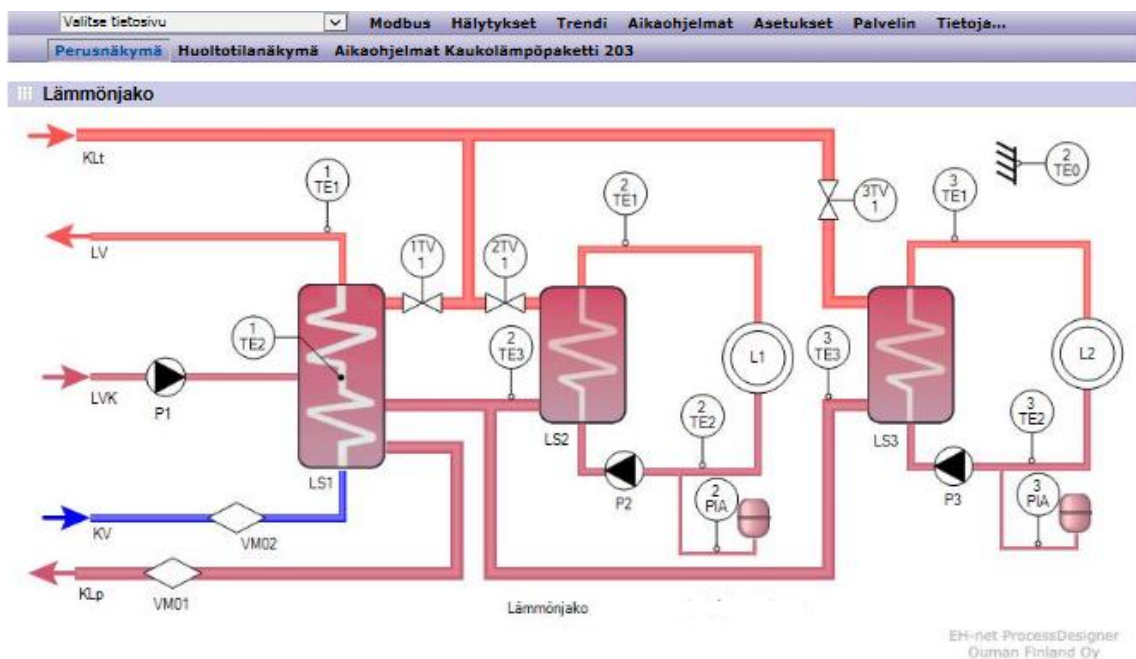
Kuvio 2: Automaatiojärjestelmän käyttöpaneeli

5.3 Selainpohjaiset järjestelmät

Uusimmassa laitteistossa on myös paneeliohjaus ja paneeleita voi olla useita, joilla jokaisella hallitaan laitteiston eri osia. Kyseistä paneelimalleia havainnollistetaan *Kuviossa 3*. Esimerkiksi lämmönjakolaitteistolle ja ilmastoinnin yksiköille on oma paneelinsa. Nämä kaikki eri osat on yhdistetty omaksi järjestelmäkseen, jota voidaan hallita selaimen kautta toimivasta käyttöliittymästä. Käyttöliittymän kautta voidaan hallita etäkäytöllä esimerkiksi puhelimella kaikkea talossa tapahtuvaa tiedonvaihtoa ja säätää eri laitteiston toimintaa ja kuitata hälytyksiä. Järjestelmän toimiessa oikein voidaan minimoida esimerkiksi hälytysten aiheuttamia käyntejä kiinteistössä.



Kuvio 3: Selainohjaukseen kytkettävä paneeli



Tieto	Arvo	Tieto	Arvo
Ulkolämpötila	8.4	L2 menovesi Patterit	34.8
L1 menovesi IV	37.9	L2 paluuvesi	29.6
L1 paluuvesi	33.7	L2-venttiilin asentotieto [%]	26
L1-venttiilin asentotieto [%]	5	Paine patteriverikko (Bar)	1.99
IV verkko paine	2.0	L2 laskettu asetusarvo	35
L1 laskettu asetusarvo	37		
		LV menovesi	58.4
KL tulolämpö	82.8	LV-venttiilin asentotieto [%]	1
KL paluulämpö	34.8		

Kuvio 4: Automaatiojärjestelmän lämmönjakohuoneen kuvaus selainversiossa

Kuviossa 4 olevasta kuvakaappauksesta selviää, kuinka informaatiota ja säätömahdollisuuksia on saatu tuotua selainversioon helposti käytettävään muotoon. Tietosivut on eritelty luontevaksi kokonaisuudeksi ja esimerkiksi hälytyksistä löytyy täydellinen loki, mistä selviää kunkin hälytyksen tarkoitus. Hälytyshistoriasta voidaan tarkastella hälytysten toistuvuutta ja vetää johtopäätöksiä hälytysten syntyyn vaikuttaneista olosuhteista ja muista määrittelevistä tekijöistä. Usein käytetty hälytysten siirto matkapuhelimien kautta on uusimmassa järjestelmässä varmistettu valittuihin sähköposteihin lähetettävällä hälytysviestillä.

Kuviossa 4 olevat ominaisuudet ovat olleet järjestelmissä jo ennen tätä versiota, mutta ne ovat sijainneet paikallisessa koneessa tai sisäisessä verkossa. On käyttäjälle suurta hyötyä tuottavaa, että hän saa puhelimellaan tai muulla mobiililaitteella avattua graafisen käyttöliittymän etäkäytöllä ja tarkistettua järjestelmän toimintaan olennaisesti vaikuttavat asiat nopeasti ja helposti.

Jokainen näistä järjestelmistä on ollut omalla aikakaudellaan toimiva kokonaisuus, mutta erot käytettävyydessä ja luotettavuudessa ovat suuria. Nykyaikana järjestelmille asetettavat vaatimukset ovat kasvaneet integroitavuuden ja helppokäyttöisyyden sekä toiminnallisten seikkojen suhteen niin paljon, että järjestelmiä on jatkuvasti kehitettävä käyttäjää ja kiinteistöä silmällä pitäen.

Kiinteistöautomaatiojärjestelmien kehityksen kulkusuunta tulevaisuudessa on monen eri tekijän summa. Suurinta roolia muutoksissa tulee varmasti näyttelemään järjestelmien käyttäjät, heiltä saatu informaatio ja kehitysehdotukset puutteisiin liittyen.

Tässä työssä on kerätty kyselyllä näitä kehitysehdotuksia ja koottu ne omiksi helposti lähestyttäviksi taulukoikseen. Taulukoihin kerätyt ehdotukset on lisäksi avattu selkokieliin muotoon, ja niistä tärkeimmät on priorisoitu luettelomuotoon, jotta tärkeysjärjestys tulee selvästi esille jatkoa ajatellen.

6 Järjestelmien kehittymisen suuntautuminen

Todennäköisin suunta on se, että laitteistot tarvitsevat mahdollisimman vähän paikan päällä olemista. Jo tällä hetkellä järjestelmiä kyetään tiettyyn pisteeseen asti säätämään etäkäytöllä ja mahdollisuus siihen, että tulevaisuudessa kaikki toiminnot ovat hallinnassa niin, että paikalla läsnäoloa ei edellytetä, kuin poikkeustilanteissa on enemmän kuin todennäköistä. Tämä mahdollisuus vaatii toisaalta suuria mullistavia muutoksia esimerkiksi lämmitysjärjestelmän eri osien rakenteissa, mutta teoriassa tekniikka kehittyy todennäköisesti niin paljon, että erinäisillä sensoreilla ja muilla säätösilla kyetään paikkaamaan ihmiskäden jälki laitteiston säätelyssä. Tähän suuntaan mentäessä kameravalvontaa täytyy lisätä, jotta olennaisimmissa kiinteistön osissa esimerkiksi lämmönjakohuoneessa pystytään havaitsemaan sen kaltaiset vuodot, joita ei voida havainnoida pelkkien mittareiden lukutietojen pohjalta. Nykypäivänä on jo olemassa laaja-alaisesta leikattavasta kalvosta koostuva vuotojen tunnistusjärjestelmä, jolla vuotokohdat paljastuvat reaaliajassa ja tämä yhdistettynä kameravalvontaan antaa hyvät mahdollisuudet etäkäytön laajennukseen tulevaisuudessa (Pentti Harju, Talotekniikan automaatio, mittaus ja säätö).

6.1 Ennakoiva huoltomahdollisuus

Suuret monista eri laitekokonaisuuksista koostuvat järjestelmät edellyttävät säännöllistä ja oikea-aikaista huoltoa ja luonnollista olisi, että järjestelmään kehitettäisiin eri osakokonaisuuksista koostuva ennakoiva huollonkutsu toiminto. Kutsu toiminto ilmoittaisi hyvissä ajoin esimerkiksi suodattimien vaihdon tarpeesta, jonka paine-eromittari ennakoisi riittävän ajoissa ja järjestelmään olisi tallennettu huoltoliikkeen numero, mihin järjestelmä voisi lähettää huoltokutsun (Pentti Harju, Talotekniikan automaatio, mittaus ja säätö).

6.2 Hiilidioksidimittariston hyödyntäminen ilmanvaihdossa

Ilmanvaihdon hyötysuhteen parantamiseksi tämän hetken aikaohjelmoinnin lisäksi tullaan tulevaisuudessa todennäköisesti kehittämään erilaisten sensoreiden hyödyntämistä. Ihmisten eri tiloissa oleskelemisestä syntyy ilman sekaan hiilidioksidia, jonka automaatiojärjestelmä hiilidioksidimittaristoa hyödyntäen pystyisi eriyttämään ja säätämään ilmanvaihdon tarvetta tilakohtaisesti läsnäoloon pohjautuen. Hiilidioksidimittaukseen perustuvassa ilmanvaihdossa ilma saadaan vaihtumaan paremmin ja mahdolliset haittatekijät liian korkeista hiilidioksidimääristä poistettua. Hiilidioksidipitoisuuden kasvu voi aiheuttaa tiloissa oleskeleville väsymystä ja muita oireita, mitkä on hyvä kyetä ennakoimaan ja välttämään. On muistettava kaikkien teknisten uutuuksien käyttöönotossa se, että paljonko saadaan

taloudellista hyötyä aikaan, ja missä ajassa uudet järjestelmän osat maksavat itsensä takaisin. Uuden tekniikan tullessa markkinoilla on aina olemassa mahdollisuus, että ne sisältävät paljon vikaherkkyyttä ja laitteistojen huoltoon kuluva rahamäärä on otettava huomioon laskelmia tehtäessä (Pentti Harju, Talotekniikan automaatio, mittaus ja säätö).

6.3 Jäähdytysjärjestelmällä varustetun ilmanvaihdon hyödyt

Tiloissa joissa työskentelee paljon ihmisiä, saadaan aikaan miellyttävämpi ilmanvaihto jäähdytysjärjestelmää hyödyntämällä, koska perusilmanvaihto ei välttämättä tällaisissa tiloissa toimi riittävällä kapasiteetilla, jos ulkoilman lämpötila kohoaa merkittävästi.

Jäähdytysjärjestelmästä saatavia hyötyjä ovat muun muassa se, että sisäilman lämpötila pysyy viileänä riippumatta ulkoilman lämpötilasta ja jäähdytettäessä ilmasta saadaan pois ylimääräinen kosteus ja näin ollen jäähdytetyissä tiloissa on miellyttävämpää oleskella.

Jäähdytysjärjestelmän jäähdyttäessä ilmaa, ei perusilmanvaihdon täydy enää käydä täydellä teholla, vaan sillä voidaan hoitaa ainoastaan ilman vaihtumista, mihin se on tarkoitettu (Pentti Harju, Talotekniikan automaatio, mittaus ja säätö).

6.4 Valoautomaatiikan kehittämisen hyödyt

Valoautomaatiikkaan liittyvillä liiketunnistin verkostoilla pyritään minimoimaan mahdollisuus, että valot eivät pala turhaan tai jää päälle viimeisenä paikalta poistuttaessa. Valoautomaatiikan liiketunnistin voidaan liittää myös osaksi rikosilmoitinjärjestelmää, jolloin esimerkiksi kutsumattomien vieraiden rakennukseen tulo huomataan valojen syttymisestä ja kamerat saavat kuvattua tunkeutujan. Myös ajastimen lisäyksellä voidaan luoda automaattinen valojen päällä olo eri kiinteistön tiloissa, jotta aiheutetaan mielikuva, että rakennuksessa on joku paikalla.

Valoautomaatiikan liiketunnistimien hankintaa ajatellen on otettava huomioon se, että kyseinen järjestelmä on alkukustannuksiltaan melko kallis ja kestää pitkän ajan, että se on maksanut itsensä takaisin. Lisäksi järjestelmän osien vikaantuessa korjaamiskustannukset saattavat vaikuttaa merkittävältä osin siihen, että lopputuloksena järjestelmä syö hinnallaan saatavat hyödyt ja näin ollen säästöjen kannalta se ei ole kannattavaa (Pentti Harju, Talotekniikan automaatio, mittaus ja säätö).

7 Kiinteistöautomaatiojärjestelmän käytettävyystudkimus

Tutkimus toteutettiin kyselyllä, jolla pyrittiin selvittämään eri sidosryhmien mielipiteitä ja vaatimustasoa järjestelmän kehitystä silmällä pitäen. Kohderyhmäksi kyselyyn valikoitui kolmen tyyppiset eri näkökulmasta asiaa tarkastelevat kiinteistöalan toimijat. Kysely lähetettiin sähköpostikyselynä yritykselle, joka asentaa ja huoltaa järjestelmiä, huoltoa suorittavalle yritykselle ja omistajapuolelta yritykselle, mistä tekninen isännöitsijä vastasi kyselyyn.

Taulukoissa 2, 4 ja 5 sivuilla 15, 17 ja 18 on purettu kyselystä saadut vastaukset helposti luettavaan muotoon, taulukoissa olevat vaatimukset on avattu tekstimuotoon ja tärkeimmät on luetteloitu omana luettelonaan.

Kyselyn avulla saaduista vastauksista saatiin apua vaatimusmäärittelyn luontiin ja määrittely jakautui seuraaviin osa-alueisiin: Toiminnalliset, luotettavuus, käytettävyys, tehokkuus, ylläpidettävyys

7.1 Tutkimusaineisto ja analyysi

Tämän vaatimusmäärittelyn tarkoituksena oli saada kyselyn kautta aineistoa järjestelmiä käyttäjän ominaisuudessa hyödyntäviltä organisaatioilta, jotta käyttäjän edellyttämä vaatimustaso tulisi selväksi ja mahdolliset järjestelmän jatkokehitystarpeet tulee huomioiduiksi työssä.

Kyselystä ja muista lähteistä saatu informaatio on koostettu erillisiin taulukoihinsa ja myöhemmin taulukoiden tärkeimmät kohdat on koostettu kirjoitettuna mahdollisimman helppolukuisesti kokonaisuudeksi.

Käyttäjän kannalta järjestelmän on täytettävä lukuisia vaatimuksia toimiakseen mahdollisimman hyvin ja tehokkaasti. Taulukossa 1 on esitetty tärkeimpiä kriteerejä käytettävyyden kannalta opinnäytetyön tekijän näkökulmasta tarkasteltuna.

Taulukko 1: käyttäjäpuolen vaatimusmäärittelytaulukko ennen kyselyn vastauksia

Toiminnalliset	Luotettavuus	Käytettävyys	Tehokkuus	Ylläpidettävyys
Osien oltava tarkkaan yksilöityinä eri kokonaisuuksina	Oltava käytettävissä reaaliajassa	Käyttöjärjestelmän selainversion oltava selkeä ja helppokäyttöinen	Ajankäytön suhteen käytön oltava nopeaa	Järjestelmän vaadittava käyttäjältä mahdollisimman vähäistä ylläpitoa peruskäytön lisäksi
Oltava turvallisuuden suhteen tarkat raja-arvot, jotta käyttäjä ei erehdyksessä pysty aiheuttamaan vahinkoa	Luotettavuus varmistettava kaksoisvarmistuksella esim. eri mittareiden toimintaa valvotaan raja-automaateilla	Oltava käytettävissä eri tuoteperehden laitteistoilla	Muutosten teon nopea rekisteröityminen järjestelmään	Järjestelmän oltava muunneltavissa mahdollisten lisäosien tai ominaisuuksien lisääntyessä
		Käytön oltava helposti ja nopeasti opittavissa	Järjestelmällä kyettävä hallitsemaan etähallinnalla suurinta osaa järjestelmän osista	Järjestelmällä on kyettävä testaamaan eri osien toimivuutta ja vikoja
		Järjestelmään on oltava helppoa ja ketterää tehdä muutoksia		

Taulukossa 2 on käytetty kyselyyn saatuja vastauksia kiinteistöautomaatio järjestelmiä asentavalta ja huoltavalta yritykseltä.

Taulukko 2: Käyttäjipuolen vaatimusmäärittelytaulukko järjestelmiä asentavan ja huoltavan yrityksen näkökulmasta

Toiminnalliset	Luotettavuus	Käytettävyys	Tehokkuus	Ylläpidettävyys
Helppokäyttöisyys menee aina toimintavarmuuden edelle, koska tällöin vika tilanteessa käyttäjää voidaan neuvoa puhelimesta, eikä kohdekäyntiä aina välttämättä edes tarvita. Toimintavarmuudella ei siinä kohdassa ole mitään merkitystä, jos palvelua vikatilanteessa ei saada kohtuullisessa ajassa.	Alakeskus tietokantojen säilyvyys sähkökatkon jälkeen	Hyvän järjestelmän tärkein ominaisuus on helppo, käyttäjäystävällinen käyttöliittymä, jolloin käyttäjä pystyy itse helposti havaitsemaan poikkeavuudet järjestelmän toiminnassa	Riittävästi tehoa lukea muuttuneet pisteet ja ohjelmat.	Järjestelmän pitkä elinkaari
Täsmällinen tieto kiinteistöhuollolle välitettävästä hälytyksestä (ei enää LVI-A tai LVI-B hälytyksiä)		Graafinen käyttöliittymä, jolloin käyttäjä näkee koko prosessin toiminnan yhdellä silmäyksellä.	Riittävä pistemäärä per alakeskus.	Varaosien saatavuus
Integroitavuus muiden toimittajien kenttälaitteisiin			I/O moduulien hajauttamismahdollisuus	Ammattitaitoisen huollon saatavuus kohtuullisessa ajassa
				Käyttäjän mahdollisuus tehdä käsin ohjauksia ja muuttaa säätöarvoja

Taulukosta 2 nähdään, että tärkeimpiä vaatimuksia ovat se, että järjestelmä on helppokäyttöinen, siinä on käyttäjäystävällinen graafinen käyttöliittymä, järjestelmän elinkaari on pitkä ja siihen on saatavilla hyvin varaosia, se on integroitavissa muiden toimittajien kent-

tälaitteisiin, ammattitaitoinen huolto on saatavissa kohtuullisessa ajassa ja käyttäjän on mahdollista tehdä käsin ohjauksia ja muuttaa säätöarvoja.

Taulukossa 3 on kuvattuna automaatiojärjestelmiä asentavan yrityksen kyselyn vastaukset taulukoituna.

Taulukko 3 asennuksia suorittavan yrityksen vaatimukset

Toiminnalliset	Luotettavuus	Käytettävyys	Tehokkuus	Ylläpidettävyys
Järjestelmän graafinen esitys	Järjestelmän tulee ”pysyä pysyissä” ja palautua tai olla palautettavissa helposti.	Hälytysten jälleenanto, etäohjattavuus ja seuranta	Käyttövarmuus, ei ole seisokkeja	Jos laitteilla on vain yksi maahantuoja tai huoltaja on asiakas hänen armoillaan eli on vain yksi numero mihin soittaa, jolloin asiakkaalla on heikko tilanne.
	Häiriöttömyys ja sisäinen järjestelmänvalvonta hälytyksillä.	Helppokäyttöisyys, siis että se avautuu myös huoltoon suorittaville henkilöille	Käytännössä testatut tiedonsiirrot yms. ratkaisut	On koottu peruskomponenteista, joita saatavilla useasta paikasta
		Äidinkielisyys	Loppukäyttäjän tulee hallita ohjelmisto	Kotimainen huolto saatavilla lähistöltä
		Selkeys, eli käyttäjätason mukainen avautuminen (hallinto – huolto – asukastasot)		

Tärkeimpinä vaatimuksina asennuksia suorittava yritys pitää seuraavia asioita: Järjestelmässä on nähtävillä graafinen esitys, mistä näkee järjestelmän osien kokonaiskuvan, äidinkielisyys, hälytysten jälleenlähetys mahdollisuus, etäohjattavuus ja seuranta, käyttövarmuus, ettei tule turhia seisokkeja järjestelmän kaatumisen takia, kotimainen huolto saatavilla lähistöltä, järjestelmä koottu peruskomponenteista, joita saatavilla useista paikoista sekä käyttäjätason mukainen avautuminen eri käyttäjäryhmille.

Kiinteistön tai järjestelmän omistajan vaatimukset voivat poiketa hyvinkin paljon käyttäjän vaatimuksista, koska omistaja harvoin itse käyttää järjestelmää. Omistajan vaatimukset pohjautuvat useimmiten edullisuuteen ja korjausmahdollisuuksien kattavuuteen. Alla olevassa taulukossa 4 on kuvattuna keskeisimpiä omistajapuolen vaatimuksia opinnäytetyön tekijän kannalta tarkasteltuna.

Taulukko 4: Omistajapuolen vaatimusmäärittely ennen kyselyn tuloksia

Toiminnalliset	Luotettavuus	Käytettävyys	Tehokkuus	Ylläpidettävyys
Järjestelmän oltava myös omistajan hallittavissa ja muokattavissa	Voitava luottaa järjestelmän itsenäiseen toimintaan ja vikasetokykyyn	Käyttöjärjestelmän selainversion oltava selkeä ja helpokäyttöinen	Ajankäytön suhteen käytön oltava nopeaa	Järjestelmän vaadittava käyttäjältä mahdollisimman vähäistä ylläpitoa peruskäytön lisäksi
Tietoturvan on oltava riittävä ja kohteen turvallisuus ei saa vaarantua	Suurimmat järjestelmän toiminnalliset muutokset hyväksyttävä omistajapuolella	Oltava käytettävissä eri tuoteperheiden laitteistoilla	Järjestelmällä kyettävä hallitsemaan etähallinnalla suurinta osaa järjestelmän osista	Oltava muunneltavissa mahdollisten lisäosien tai ominaisuuksien lisääntyessä
		Käytön oltava helposti ja nopeasti opittavissa	Kulujen minimoimisen mahdollisuus riittäväillä säätöominaisuuksilla	Järjestelmällä on kyettävä testaamaan eri osien toimivuutta ja vikoja
		oltava helppoa ja ketterää tehdä muutoksia	Järjestelmän oppivuus laskelmien vertauksella	Omistajapuolella oltava suurin vaikutusmahdollisuus tärkeimpiin ylläpidollisiin muutoksiin
		Järjestelmään voitava luoda uusia käyttäjätunnuksia helposti		

Taulukosta 5 on huomattavissa ero käyttäjän ja omistajan vaatimuksissa. Omistajan vaatimukset ovat huomattavasti vaatimattomammat ja usein pohjautuvat enemmänkin toimintavarmuudellisiin vaatimuksiin, kuin oman käytön kautta hankittuun kokemukseen järjestelmän käyttömahdollisuuksista ja puutteista.

Taulukko 5: Omistajapuolen vaatimusmäärittely teknisen isännöitsijän näkökulmasta

Toiminnalliset	Luotettavuus	Käytettävyys	Tehokkuus	Ylläpidettävyys
Laajennettavuus esim. Kulunvalvonta ja rikosilmoitin	Pitkä takuu	Toimintavarmuus	Toiminnan tarkkuus	Kotimaisuus
	Varmuus uusittavien komponenttien saatavuudesta	Etäkäyttö, säätö- ja ohjelmointimahdollisuus		

Omistajapuolelta kyselyyn vastanneen teknisen isännöitsijän mielestä tärkeimmät asiat automaatiojärjestelmän kannalta olivat se, että järjestelmä on laajennettavissa niin, että siihen voidaan lisätä esimerkiksi kulunvalvonta ja rikosilmoitinjärjestelmät, sillä on pitkä takuu ja uusittavat komponentit ovat helposti saatavilla, järjestelmä on toimintavarma ja sitä voidaan käyttää säätää ja ohjelmoida etäkäytöllä, järjestelmä kotimainen ja sen käyttäminen on tarkkaa.

7.2 Tulokset

Kyselyyn vastasivat kaikki yritysten edustajat, joille kysely oli lähetettykin. Tavoitteena oli saada mahdollisimman paljon erilaisia vastauksia ja näkökulmia kyselyn kysymyksiin. Tavoite toteutui ja edustajien vastaukset olivat monipuolisia, havainnoivia ja käyttäjän näkökulmasta ajateltuja. Saadut vastaukset koostettuna taulukoihin ja tarkasteltuna yhdistettynä toisiinsa saatiin kattava kuvaus vaatimuksista, mitä kiinteistöautomaatiojärjestelmältä vaaditaan nykypäivänä. Suurimpana tuloksena vaatimusmäärittelyn ja kyselyn kannalta voidaan pitää sitä, että kehitettävää on näköpiirissä ja vastaukset olivat sellaisia, että toimijat ovat selvästi havainneet, että järjestelmissä on korjauskelpoisia puutteita. Yrityksistä käytetään tulosten selostuksessa nimiä yritys 1 (Isännöinnin taho), yritys 2 (Asennusta ja huoltoa suorittava yritys) ja yritys 3 (Asentava yritys).

Kysymyksessä yksi edustajilta tiedusteltiin hintaa, minkä järjestelmä saa korkeintaan maksaa. Ainoastaan yritykseltä 1 saatiin euromääräinen selkeä arvio, joka oli 4000-8000 euroa. Yritys 2 edustajan vastauksessa korostui järjestelmään liitettävien pisteiden/laitteiden lukumäärä ja kappalehinta sijoittui 50-100 euron välille. Yritys 3 oli samoilla suuntaviivoilla eikä antanut tarkkaa arviota perustellen sitä sillä, että järjestelmän kokoluokka vaikuttaa niin määräävästi hintaan.

Toisessa kysymyksessä tiedusteltiin järjestelmän tärkeintä ominaisuutta, johon kaikilla vastaajilla oli jollain tasolla erilainen näkemys. Yritys 1 piti tärkeimpänä etäohjattavuutta ja Yritys 2 käyttäjäystävällistä käyttöliittymää. Yrityksen 3 vastauksessa yhdistyivät nämä molemmat edelliset vastaukset, mutta lisäksi graafinen esitys järjestelmästä oli vaatimuksena.

Toimintavarmuuden ja helppokäyttöisyyden väliltä piti valita kysymyksessä kolme ja Yritys 1 ja 2 valitsivat toimintavarmuuden perustelematta sitä sen erityisemmin. Yritys 2 valitsi helppokäyttöisyyden ja perusteli sitä sillä, että toimintavarmuudella ei ole merkitystä, koska järjestelmän ollessa helppokäyttöinen voidaan käyttäjää neuvoa vikatilanteessa eikä kohdekäyntiä välttämättä tarvita vikatilanteessa.

Kysymys neljä käsitteli käytettävyyden kannalta tärkeintä ominaisuutta ja kaikilta yrityksiltä saatiin erilaiset vaatimukset. Yritys 1 piti tärkeimpänä etäohjattavuutta, säätömahdollisuuksia ja ohjelmointia. Yritys 2 oli sitä mieltä, että graafinen käyttöliittymä on ensiarvoisen tärkeä, jotta järjestelmän käyttäjä voi yhdellä silmäyksellä nähdä järjestelmän tilan. Kolmannen yrityksen mielestä helppokäyttöisyys meni tässä etusijalle, jotta järjestelmä avautuu hyvin sitä käyttävälle taholle.

Kysyttäessä missä ajassa järjestelmän on maksettava itsensä takaisin, jotta järjestelmän uusiminen olisi kannattavaa, vastaukset vaihtelivat kolmen ja seitsemän vuoden välillä.

Kiinteistöautomaatiojärjestelmälle asetettaviin toiminnallisiin vaatimuksiin yritys 3 jätti vastaamatta. Yrityksen 1 mielestä laajennettavuus oli tärkein ominaisuus, kun taas yritys 2 edellytti integroitavuutta muiden laitetoimittajien kenttälaitteisiin ja peräänkuulutti täsmällistä tietoa hälytyksistä.

Järjestelmän luotettavuuden kannalta tärkeimmät ominaisuudet erosivat yrityksillä siten, että Yritys 1 piti tärkeimpänä pitkää takuuta ja komponenttien saatavuutta, Yritys 2:n mielestä alakeskusten tietokantojen säilyminen esimerkiksi sähkökatkoista huolimatta olisi varmistettava. Yritys 3 priorisoi järjestelmän häiriöttömyyden, palauttamisen ja sisäisen järjestelmän valvonnan hälytyksillä tärkeimmiksi ominaisuuksiksi.

Kysymys numero 8 tarkoitti lähes samaa kuin kysymys 4, mutta silti yritykset vastasivat siihen täydentävästi. Yritys 1 piti tärkeimpänä toimintavarmuutta sitä tarkemmin erittelemättä. Yritys 3:lle tärkeintä oli äidinkielisyys ja käyttäjätason mukainen avautuminen. Yritys 2 taas asetti tärkeimmäksi selkeän käyttöliittymän.

Kysymys 9 käsitteli järjestelmän tehokkuutta ja yritysten vastaukset vaihtelivat jonkin verran. Yritys 1:n mielestä toiminnan tarkkuus luo tehokkuutta järjestelmälle. Yritys 3 oli sitä mieltä, että käyttövarmuus ja turhien järjestelmän seisokkien välttäminen, loppukäyttäjän ohjelman käytön hallitseminen sekä käytännössä testatut tiedonsiirrot ja muut ratkaisut ovat tärkeimmässä roolissa. Yrityksen 2 tehokkuuden kannalta tärkeimmät vaatimukset taas olivat: Riittävästi tehoa lukea muuttuneet pisteet ja ohjelmat, riittävä piste määrä per alakeskus, I/O moduulien hajauttamismahdollisuus.

Viimeisessä kysymyksessä tiedusteltiin yrityksiltä ylläpidettävyyden kannalta tärkeimpiä asioita ja vastauksissa saatiin useita variaatioita. Yritys 1:n mielestä tärkeintä oli, että järjestelmä on kotimainen. Yritys 2 taas edellytti seuraavia asioita: Järjestelmän pitkä elinkaari, varaosien saatavuus, ammattitaitoisen huollon saatavuus kohtuullisessa ajassa, käyttäjän mahdollisuus tehdä käsi ohjauksia ja muuttaa säätöarvoja. Yritys 3:n edustaja oli sitä mieltä, että laitteilla täytyy olla useampi huoltoa tarjoava taho, järjestelmän on oltava koottu peruskomponenteista, joita on saatavilla useasta paikasta ja kotimainen huolto täytyy löytyä läheltä.

8 Kehityskohteet ja tietoturvan uhkakuvat

Kehityskohteet voidaan luokitella seuraaviin osa-alueisiinsa: Rakennus- ja tietotekniset sekä käyttäjäkohtaiset kehityskohteet. Näiden eri alueiden kehityskohteet esitellään omien alaotsikoidensa alla seuraavana.

8.1 Rakennustekniset kehityskohteet

Rakennusteknisinä kohteina voidaan pitää kaikkia rakennuksen eri osia ja näissä sijaitsevia laitteistoja ja järjestelmän osia kuten ilmastointiyksikkö. Tulevaisuudessa rakennusteknisiin kohteisiin voidaan kiinnittää huomiota sillä tavalla, että saadaan aikaan viihtyvyyden lisääntymistä, taloudellista säästöä ja käyttäjän tekemien säätöjen minimointia. Kohteisiin voidaan lisätä liiketunnistimia, jotta saadaan esimerkiksi pienennettyä tiettyyn alueeseen kohdennettua lämmitystä tai ilmanvaihdon tarvetta läsnäolon mukaisesti. Kattavalla mittari- ja anturiverkostolla saadaan aikaan tilanne, jossa voidaan seurata rakennuksen tiettyjen alueiden lämmönvaihtelua eri huonekorkeuksissa ja näin ollen järjestelmä voi oppia itse säätämään kustannustehokkaasti eri alueiden erinäisiä muuttuvia olosuhteita tarpeen niin vaatiessa.

Tärkein tavoite käyttäjän kannalta on se, että järjestelmä toimii mahdollisimman yksinkertaisesti ja vaatii vähän käyttäjän tekemiä muutoksia. Asumisviihtyvyys on järjestyksessä tärkein ja järjestelmien kehittyessä mukavuus kehittyä, kun järjestelmä kykenee itse reagoimaan muuttuviin olosuhteisiin.

Kun järjestelmä on saatu kehitettyä niin edistyneeksi, että se kykenee säätämään itsenäisesti rakennuksen eri alueita käyttöasteen mukaan se luo huomattavaa säästöä, koska tiloja ei esimerkiksi lämmitetä tai tuuleteta turhaan (Pentti Harju, Talotekniikan automaatio, mittaus ja säätö).

8.2 Tietotekniset kehityskohteet

Tietoteknisinä kehityskohteina voidaan pitää kaikkia elektronisia järjestelmän osia kuten erinäisiä antureita ja säätimiä. Tärkeimpänä tavoitteena voidaan perustellusti pitää sitä, että kaikki mahdolliset osat saadaan integroitua järjestelmään niin, että kaikkea voidaan säätää yksinkertaisesti käyttöliittymästä. Futuristisessa järjestelmässä on luontevaa, että informaation määrä on suuri ja saavuttaa käyttäjän, jotta hän voi reagoida tarvittaessa siihen ja tehdä haluamiaan muutoksia. Kaikki tietotekniset järjestelmän osat on hiottava mahdollisimman helppokäyttöisiksi, jotta käyttäjällä ei tarvitse olla erityisosaamista järjestelmän käyttämiseen ja hän voi halutessaan saada lisättyä uusia osia järjestelmään (Pentti Harju, Talotekniikan automaatio, mittaus ja säätö).

8.3 Käyttäjakohtaiset kehityskohteet

Käyttäjakohtaisiin kohteisiin lukeutuvat kaikki osat mihin käyttäjän on mahdollista päästä tekemään säätöjä ja muutoksia. On luontevaa, että järjestelmän käyttöliittymä on yksinkertainen ja helposti lähestyttävä ja käytettävissä etähallinnalla kaikilla eri laitteistoilla valmistajasta riippumatta.

8.4 Tietoturva ja muut uhkakuvat

Tietoturvan tasolta on perusteltua edellyttää suhteellisen suurta turvausta, koska kyseessä olevat järjestelmän hallinnassa olevat osat voivat väärän tahon hallussa saada aikaan suurta vahinkoa ja kustannuksia.

Laitteiston hallinnan jouduttua väärin käsiin skenaarioita on lukuisia. Ehkä pahimpana skenaariona voidaan pitää sitä, että tunkeutuja säätää laitteiston asetusarvot äärimmäisen korkeiksi, jonka seurauksena laitteisto käy suurimmalla mahdollisella teholla ja kuluttaa suuria määriä vettä, energiaa ja sähköä. Näin tapahtuessa järjestelmä saa lyhyessä ajassa aikaan äärimmäisen suuria rahamääräisiä kuluja ja jopa osa laitteistosta saattaa tuhoutua, jos varotoimenpiteet eivät pidä ja estä vahingollista toimintaa.

Suomen olosuhteissa talviaikaan tapahtuva laitteiston käytöstä poiskytkentä voi kylmällä säällä saada aikaan sen, että rakennuksen putkistot jäätyvät ja rikkoutuvat ja saavat aikaan huomattavia kuluja.

Tietoturvan läpäisevä taho voi valjastaa järjestelmän verkon omaan käyttöönsä ja saada aikaan samantapaista taloudellista hyötyä, kuin tavallisimmissakin tietomurroissa ja lisäksi vielä hyödyntää järjestelmän osana olevaa sim-korttia omiin tarkoituksiinsa.

9 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tämän tutkimuksen suurimmat löydökset nojaavat vahvasti eri toimijoiden ammattitaitoon ja käsitykseen kiinteistöautomaatiojärjestelmistä. Tutkimukseen osallistuneet toimijat ovat päivittäin tekemisissä järjestelmien ja niiden kehittämisen kanssa. Tästä voidaan vetää johtopäätös, että se tieto mikä heiltä tulleilla vastauksilla on saatu ja on dokumentoitu tähän työhön täytyy olla kuranttia tietoa. Työssä saatua informaatiota voidaan pitää järjestelmien kehittämisen kannalta äärimmäisen hyödyllisenä, koska se konkreettisesti tulee käyttäjätasolta. Ensiarvoista onkin juuri se, että kehityskohteet ja järjestelmien puutteet tiedostetaan kyseisellä tasolla ja saadaan tuotua julki, jotta muutostarpeisiin voidaan puuttua ja saada aikaan kestäviä käyttöä helpottavia ratkaisuita.

Tutkimukseen haastateltavien toimijoiden antamista vastauksista voitiin päätellä se, että samoja tai samankaltaisia vastauksia löytyi jokaiselta kyselyyn vastanneelta. Tästä voidaan siis vetää johtopäätös, että vastausten ollessa eri toimijoilla samankaltaiset täytyy puutteiden ja muutosehdotusten olla valideja.

Työn tekijällä oli varsin kattava omakohtainen näkemys aihealueesta ja tutkimustuloksiin nojaten se täydentyi entisestään. Oli hyödyllistä havaita, että järjestelmiin erikoistuneet tahot edellyttivät lähes samoja vaatimuksia, kuin alkuun oli pääteltykin.

Tätä työtä kokonaisuutena tarkasteltaessa voidaan tulla siihen lopputulokseen, että tutkimuksen tavoite saavutettiin, kun kattava vaatimusmäärittely kiinteistöautomaatiojärjestelmien kehittämisestä käyttäjän näkökulmasta tarkasteluna saatiin luotua haastattelujen pohjalta. Tämä yhdistettynä eri aikakausien järjestelmistä luotuihin kuvauksiin antaa helpolukuisen kuvan jopa asiaan perehtymättömällekin ymmärtää asian konteksti ja lähestyä asiaa omasta näkökulmastaan.

10 Lähdeet

Pentti Harju, Talotekniikan automaatio, mittaus ja säätö. Luettavissa:

http://www.penantieto-opus.fi/files/Talotekniikan_automaatio_oppikirja.pdf. Luettu: 10.1.2015

Webdia verkkotukipalvelu. Luettavissa:

<http://www.rte.vtt.fi/webdia/kaukolampo/opastus/faq.asp>. Luettu: 14.2.2015

Arto Soinele, Sähkölämmitystekniikan perusteet. Luettavissa:

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/1046/Soinele_Arto.pdf?sequence=1. Luettu: 30.2.2015

11 Liitteet

Haastattelukysymykset

1. Paljonko kiinteistöautomaatiojärjestelmän uusiminen saa tulla maksamaan?
2. Mitä pidät tärkeimpinä ominaisuuksina/osina, mitä järjestelmän tulee sisältää?
3. Kumpi menee edelle, järjestelmän helppokäyttöisyys vai toimintavarmuus?
4. Mikä on mielestäsi käytettävyyden kannalta tärkein ominaisuus järjestelmässä?
5. Kuinka monessa vuodessa järjestelmän on maksettava itsensä säästöjen muodossa takaisin, jotta uusiminen on kannattavaa?
6. Kiinteistöautomaatiojärjestelmälle asetettavat toiminnalliset vaatimukset?
7. Järjestelmän luotettavuuden kannalta tärkeimmät vaatimukset?
8. Käytettävyyden kannalta tärkeimmät vaatimukset?
9. Tehokkuuden kannalta järjestelmälle asetettavat vaatimukset?
10. Ylläpidettävyyden kannalta tärkeimmät vaatimukset?