



KIINTEISTÖAUTOMAATION UUDISTUS

Jäähdytysvesiverkoston sulkujen paikannus

Markku Auvinen

Opinnäytetyö
Joulukuu 2013
Automaatioteknologia
Ylempi AMK-tutkinto

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Automaatioteknologian koulutusohjelma, ylempi AMK

Markku Auvinen
Kiinteistöautomaation uudistus
Jäähdytysvesiverkoston sulkujen paikannus

Opinnäytetyö 31 sivua, joista liitteitä 6 sivua
Joulukuu 2013

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia, kuinka jäähdytysvesijärjestelmän sulkujen paikannus voidaan toteuttaa kiinteistöautomaation avulla. Työn aihe liittyy kiinteistöjen jäähdytyslaitteisiin ja projektiin kehittää uusi tuote, joka parantaa kiinteistöjen toimivuutta. Tutkimukseen liittyy myös jäähdytysvesijärjestelmän sulkujen eristeratkaisun kehittäminen, koska paikannusanturi on tarkoitus liittää eristeratkaisuun.

Asiasanat: kiinteistöautomaatio, jäähdytyslaitteet, jäähdytysvesiverkosto

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences, Master`s Degree
Degree programme in Automation Technology

Markku Auvinen

The reform of building automation

The positioning of the brackets of the cooling water network

Bachelor's thesis 31 pages, appendices 6 pages

December 2013

The purpose of this thesis was to investigate how the positioning of the valves of the cooling water system can be implemented with the help of building automation. The topic of this thesis is linked to properties for a cooling devices and to a project to develop a new product and moreover a workable solution which improves functionality of buildings. This research is also associated with the development of the insulation solution of the valves of the cooling water system, because a location sensor is meant to be attached to the insulation solution.

Key words: building automation, cooling device, cooling water system

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	KIINTEISTÖAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT	8
2.1	Suljettu rakennusautomaatiojärjestelmä	8
2.2	Avoin kiinteistöautomaatiojärjestelmä	9
3	TIEDONSIIRTOVERKOT	10
3.1	LON- WORKS	10
3.2	BAC-net	11
3.3	MatiBus.....	11
3.4	EHS	11
3.5	EIB	11
3.6	KNX.....	12
3.7	Tiedonsiirtoverkot Euroopassa	12
4	VESIKIERTOINEN JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ	13
4.1	Jäähdytysvesiverkoston rakenne	13
4.2	Jäähdytysputkiston eristeet	15
4.2.1	Sulkujen sijainti.....	16
5	SULKUJEN PAIKANNUS.....	17
5.1	Paikannuksen vaihtoehdot	17
5.1.1	Suunnitelmien lisääminen kiinteistöautomaatioon	18
5.1.2	Sulkujen paikannuksen liittäminen kiinteistöautomaatioon johdotuksella.....	18
5.1.3	Sulkujen paikannuksen liittäminen langattomasti kiinteistöautomaatioon	19
5.2	Paikannuksen toteutusmahdollisuudet.....	19
6	JOHTOPÄÄTÖKSET	21
7	POHDINTA.....	23
	LÄHTEET.....	24
	LIITTEET	25
	Liite 1. Putkistojen asennusta kerroksittain.....	25
	Liite 2. Jäähdytysvesiputkistoa.....	26
	Liite 3. Erilaisia sulkuventtiilejä.....	27
	Liite 4. Erilaisia sulkuventtiilejä.....	28
	Liite 5. Erilaisia sulkuventtiilejä.....	29
	Liite 6. Nokeval tiedonkeruujärjestelmä	30

ERITYISSANASTO

Automaatioväylä	Automaatioväylä on kiinteistökohtaisten automaatiojärjestelmien alakeskusten ja valvomoiden välinen viestintäkanava.
Jäähdytysvesiverkosto	Vesikiertoinen putkisto- ja laiteverkosto jolla jäähdytetään rakennuksen sisätiloja.
Kenttäväylä	Kenttäväylällä tarkoitetaan automaatiolaitteita yhdistävää viestintäkanavaa.
Kiinteistöautomaatio	Laajempi kokonaisuus kuin rakennusautomaatio, ohjaa myös kulunvalvontaa, murtohälytyksiä, hissejä, rullaportaita sekä käytännössä kaikkia laitteita jotka halutaan liittää kiinteistöautomaatioon.
Rakennusautomaatio	Rakennusautomaatiolla tarkoitetaan rakennusten lämmitys-, valaistus-, valvonta-, hälytys- ja ilmanvaihtojärjestelmien ohjaamista automaattisesti
Sulkuventtiili	Laite jonka tehtävänä on estää, säätää tai sallia nesteiden tai kaasujen virtausta.
Talotekniikka	On yleisnimitys kiinteistön ja siihen liittyvien teknisten järjestelmien ja laitteiden kokonaisuudesta.
Valvomo	Valvomo koostuu tietokoneesta sekä rakennusautomaation ohjelmistosta
Väylä	On tietokonejärjestelmissä tiedonsiirtoon käytetty yhteys
EHS	European Home Systems on kotiautomaatiosovelluksiin tarkoitettu kenttäväylä.
EIB	European Installation Bus on Siemens yhtiön kehittämä rakennusautomaation kenttäväylä.
LON	Local Operating Network on talotekniikan hajautettujen tietojärjestelmien toteutukseen käytetty kenttä- ja automaatioväyläratkaisu.

1 JOHDANTO

Tämä tutkimus on saanut alkunsa käytännössä todettujen ongelmatilanteiden pohjalta. Useissa eri kiinteistöissä on ongelmana paikantaa kiinteistötেকniikkaan kuuluvia laitteita rakennuksen sisällä. Yleensä laitteiden ja järjestelmien sijainti joudutaan selvittämään erillisten piirustusten avulla. Tässä tutkimuksessa selvitetään mahdollisuuksia laitteiden paikannukseen kiinteistöautomaation avulla. Tutkimuskohteena on kiinteistön vesikiertoinen jäähdytysjärjestelmä ja siihen liittyvät sulkuventtiilit. Jäähdytysvesiverkosto on valittu siksi että nykyisin jäähdytyslaitteet liittyvät olennaisesti kiinteistöjen talotekniikkajärjestelmiin. Työssä on tarkoitus selvittää kuinka jäähdytysvesiverkoston sulkujen paikantaminen kiinteistössä voidaan liittää kiinteistöautomaatiojärjestelmään. Tutkimuksella ei ole erillistä kohderakennusta vaan oletuksena on että vesikiertoinen jäähdytysvesiverkosto toteutetaan yleensä samantyyppisellä ratkaisulla jokaisessa kiinteistössä.

Tutkimusta on tarkoitus hyödyntää tulevaisuudessa työtehtävissä kiinteistöjen erilaisissa rakennus- ja korjaushankkeissa. Kohteissa joita olen ollut rakennuttamassa, vesikiertoinen jäähdytysvesiverkosto on aiheutunut erilaisia kosteusongelmia, kuten putkiston vuodot, eristeongelmat, kondenssivesivuodot putkiston laitteista sekä jäähdytysvesiverkoston sulkujen paikantaminen korjaustöiden yhteydessä. Kosteusongelmista kehittyy helposti sisäilmaongelma joten aihe on hyvin ajankohtainen. Lisäksi korjaustöiden osalta on huomattu että sulkujen ja laitteiden paikantaminen rakennuksen sisällä on yleensä hidasta ja vie paljon aikaa. Tutkimuksen tuloksia on mahdollista hyödyntää myös muissa vastaavissa järjestelmissä kuten lämmitys- ja vesijohtoverkostossa.

Aihe on kokonaisuutena laaja ja mielenkiintoinen usean järjestelmän kokonaisuus. Tässä tutkimuksessa kiinteistöautomaatio tarkoittaa koko kiinteistön kattavaa säätö ja ohjausjärjestelmää. Kiinteistöautomaation yhteydessä puhutaan myös rakennusautomaatiosta. Käytännössä rakennusautomaatio ja kiinteistöautomaatio tarkoittavat lähes samaa asiaa. Rakennusautomaation on käsitetty tarkoittavan rakennuksen talotekniikan ohjaus ja valvontajärjestelmää. Kiinteistöautomaatiojärjestelmä on käsitteenä huomattavasti laajempi kokonaisuus. Nykyinen kiinteistöautomaatio ohjaa kiinteistön talotekniikkaa, lukituksia, kulunvalvontaa, sähköpisteitä, murtohälyttimiä sekä monia muita järjestelmiä ja tarvittaessa useita kiinteistöjä samasta valvomosta tarpeen mukaan.

Kiinteistöautomaatiojärjestelmä onkin kehittynyt kattavaksi valvonta- ja ohjausjärjestelmäksi jolla voi keskittää usean rakennuksen valvonnan yhteen pisteeseen. Kiinteistöautomaatio ohjaa ja valvoo rakennusten toimintoja valitun tekniikan mukaisesti ja poikkeamat lämpötiloissa, ilmanvaihdossa, jäähdytyksessä ja muissa järjestelmissä havaitaan nopeasti. Vikojen korjaustarpeet tulevat nopeasti tietoon ja korjaustoimenpiteet voidaan aloittaa välittömästi. Nykyinen kiinteistöautomaatiojärjestelmä onkin erittäin hyvä kiinteistöjen ylläpidossa ja seurannassa. Kun järjestelmä havaitsee muutoksen asetusarvoissa se antaa siitä hälytyksen joka ohjautuu sen kiireellisyyden ja tärkeyden mukaisesti halutulle vastaanottajalle jatkotoimia varten. Yleensä hälytysten vastaanottaja on kiinteistöhuolto tai kiinteistövalvomo. Kiinteistöhuolto ryhtyy selvittämään ongelman syytä joko itse, tai tilaa paikalle ulkopuolisen korjaajan. Tässä vaiheessa yleensä tarvittaisiin tietoa laitteiden ja sulkujen sijainnista rakennuksen sisällä. Kiinteistöautomaatiojärjestelmä ei vielä sisällä kovinkaan paljoa suoranaista paikannustietoa talotekniikkalaitteista, vaan paikannus tehdään normaalisti pohjapiirustusten avulla. Usein käy kuitenkin niin että kohteen pohjapiirustukset ei ole käytettävissä tai sitten niitä ei ole päivitetty vastaamaan nykytilannetta. Tämä aiheuttaa korjaustoimien viivästymisiä ja tietenkin turhia kustannuksia kiinteistön omistajalle.

Tähän tutkimuksen liittyy useita eri laitekokonaisuuksia, kuten kiinteistöautomaatiolaitteet, tiedonsiirtoväylät, jäähdytyslaitteet ja jäähdytysvesiverkosto. Lisäksi järjestelmät voivat olla sekoituksia vanhoista ja uusista järjestelmistä. Tekniset ratkaisut voivat olla hyvinkin erilaisia jonka vuoksi tässä työssä järjestelmiä käsitellään yleisluontoisesti. Tutkimus perustuu kirjallisuustietoon sekä käytännössä todettuihin ongelmatilanteisiin.

Aihealue on siis laaja joten selvennän ensin kiinteistöautomaation rakennetta ja siihen liittyviä kokonaisuuksia. Tämän jälkeen perehdyn rakennuksen vesikiertoisen jäähdytysjärjestelmän rakenteeseen ja toimintaan. Tästä jatketaan erilaisten paikannusvaihtoehtojen selvittelyyn ja pyritään löytämään toimiva laiteratkaisu jäähdytysvesiverkoston sulkujen paikantamiseen. Tutkimuksen tavoitteena on kehittää kiinteistöautomaatiojärjestelmää parantamalla laitepaikannusta. Tutkimus rajautuu nykyisin yleisesti käytössä oleviin kiinteistöautomaatiojärjestelmiin ja väyläratkaisuihin.

2 KIINTEISTÖAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT

Useimmat nykyiset rakennusautomaatiojärjestelmät perustuvat ns. DDC- tekniikkaan. Termi DDC- tulee sanoista Direct Digital Control eli suora numeerinen säätö. 1990-luvun lopulla alkoi yleistyä myös automaation standardiväylä LON (Local Operation Network). Se on ensimmäinen standardiväylä johon myös muut kuin rakennusautomaatiolaitteiden toimittajat, mm. kulunvalvonta, paloilmoitus- ja murtolaitteiden toimittajat tekevät laitteistoja (ST- käsikirja 17, 91).

Kiinteistöautomaatiojärjestelmä rakentuu yleensä kolmesta tai neljästä tasosta, riippuen siitä minkälainen järjestelmä on kyseessä. Kuvassa 3 on esitetty hajautetun järjestelmän rakennetta. Valvomotaso on tarkoitettu järjestelmän ohjaukseen ja valvontaan. Alakeskustaso toteuttaa prosessin säätö, ohjaus ja valvontatoimenpiteet. Kenttälaitetaso suorittaa ns. fyysisen työn toimilaitteilla ja mittausantureilla. Väylätaso yhdistää eri tasot toisiinsa ja suorittaa tiedonsiirron eri tasojen ja laitteiden välillä. Hajautetussa kiinteistöautomaatiojärjestelmässä ei ole alakeskustasoa, vaan se on korvattu älykkäillä anturilaitteilla. Älykkäät anturilaitteet pystyvät kommunikoimaan suoraan toistensa kanssa joten alakeskustasoa ei tarvita.

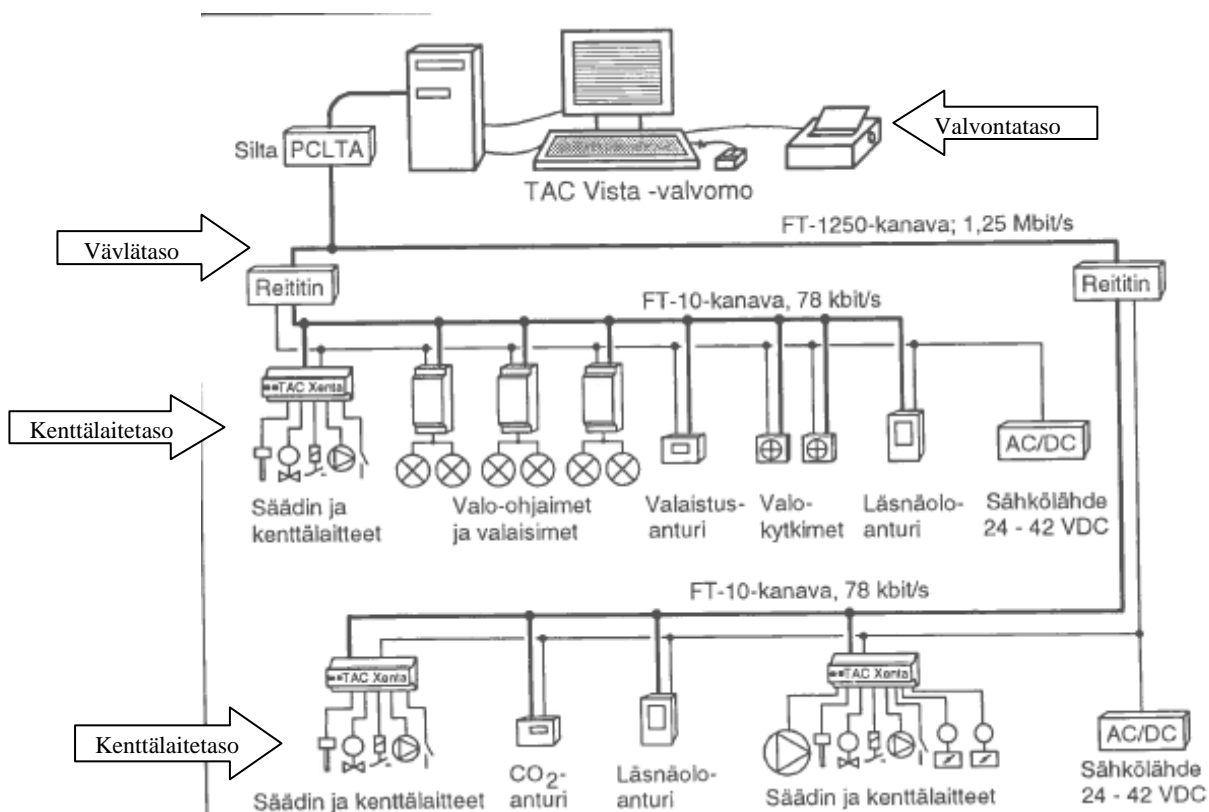
2.1 Suljettu rakennusautomaatiojärjestelmä

Suljettu rakennusautomaatiojärjestelmä on perinteinen talotekniikkalaitteiden valvonta- ja säätöjärjestelmä. Tämä tarkoittaa järjestelmää johon ei voi, tai on hankala liittää muiden laitevalmistajan laitteita. Aiemmin lähes kaikki rakennusautomaatiojärjestelmät olivat näitä suljettuja järjestelmiä. Suljetun automaatiojärjestelmän liittäminen muihin verkkojärjestelmiin vaatii yleensä monenlaisia sovittimia, eikä lopputulos ole välttämättä toimiva. Nykyisin tilanne on muuttumassa ja nämä vanhat elinkaarensa loppupäässä olevat järjestelmät yleensä poistetaan ja uusitaan avoimiksi kiinteistöautomaatiojärjestelmiksi rakennusten peruskorjausten yhteydessä. Suljettuja järjestelmiä jää varmasti käyttöön jonkin verran, riippuen kiinteistön käyttötarkoituksesta ja omistajan linjauksista. Automaatiojärjestelmän laadusta ja tasosta päättää kiinteistön omistaja.

2.2 Avoin kiinteistöautomaatiojärjestelmä

Nykyisin on yleisesti käytössä kuvan 1 mukainen avoin kiinteistöautomaatiojärjestelmä. Tämä tarkoittaa sitä että kiinteistöautomaatiojärjestelmä on toteutettu usean eri toimittajan laitteistolla ja ne on kytketty samaan väylään, eli tiedonsiirtokaapeliin. Avoimen väylän käyttöliittymä on standardisoitu joten hallintaohjelmia on saatavissa useilta eri valmistajilta. Myös väylään liitettäviä laitteita saa usealta eri toimittajalta. Käyttöjärjestelmänä on usein Windows.

Kiinteistöautomaatio voi olla rakenteeltaan joko hajautettu tai keskitetty järjestelmä. Keskitetyssä järjestelmässä kenttälaitteiden ohjaus kulkee erillisten mikroprosessoriohjattujen alakeskusten kautta itsenäisesti. Toimintaa seurataan keskusvalvomosta. Järjestelmässä kiinteistöautomaation ”äly” sijaitsee erillisissä alakeskuksissa. Keskitetyssä järjestelmässä alakeskukset valmistetaan tapauskohtaisesti tietylle määrälle automaatiopisteitä. Hajautetussa järjestelmässä sen sijaan käytetään älykkäitä kenttälaitteita joten erillisiä alakeskuksia ei tarvita. Tekniikka perustuu avoimeen väylään joka mahdollistaa kenttälaitteiden keskinäisen yhteyden. Hajautetussa järjestelmässä väylää käytetään vain ohjelmointiin ja tietojen siirtoon.



KUVA 1. Avoin valvonta- ja säätöjärjestelmä (Uusi kiinteistöautomaatio, 173).

3 TIEDONSIIRTOVERKOT

Rakennusautomaatiojärjestelmien kehitys on ollut suhteellisen nopeaa johtuen digitaalitekniikan nopeasta kehityksestä. Paljon vielä käytössä oleviin DDC- laitteisiin (Direct Digital Control) siirryttiin vasta 1980 luvun alkupuolella. Sitä ennen käytettiin analogisiin komponentteihin perustuvia säätimiä ja valvontatoiminnot toteutettiin säätötoiminnoista erillisenä järjestelmänä. Tällä hetkellä kaikki säätö- ja ohjaustoiminnot toteutetaan ohjelmallisesti, mutta eri valmistajilta hankittavat järjestelmät käyttävät omia tiedonsiirtoprotokolliaan. Ne ovat lähes poikkeuksetta suljettuja ja epästandardeja, eivätkä näin ollen ymmärrä toisiaan ja näiden järjestelmien integrointi on vaivalloista ja kallista eikä sitä ole juurikaan tehty (ST- käsikirja 21, 9).

Nykytekniikka on kehittynyt niin että kiinteistöautomaatiojärjestelmä tavallaan keskustelee siihen liitettyjen laitteiden kanssa. Antureissa ja toimilaitteissa on nk. äly joka mahdollistaa tiedonsiirron laitteiden välillä. Perinteisessä järjestelmässä toimilaitetta ohjaa tietty anturi joka ei kommunikoi muiden toimilaitteiden kanssa. Väyläohjaus rakennusautomaatiojärjestelmässä tarkoittaa sitä että siinä laitteiden ja järjestelmien välillä on tiedonsiirtoa. Väyläohjauksia on erilaisia, riippuen järjestelmän laajuudesta. Ohjauksen rakenne määrittelee sen kuinka paljon tietoa väylän sisällä liikkuu. Alla on esitelty lyhyesti yleisemmin käytössä olevia tiedonsiirtoverkkoja.

3.1 LON- WORKS

LON-WORKS on amerikkalainen, Echelon Corporationin yleiskäyttöinen kenttäväylä se julkaistiin 1990. LON- verkon tarkoitus on yhdistää useiden toisistaan riippumattomien laitteiden toiminta väylään joka ei ole laitevalmistajakohtainen. LON- verkossa laitteet kommunikoivat keskenään LonTalk- standardiprotokollan mukaisella kielellä. Väylää voidaan käyttää teollisuusautomaatiossa, koti- ja taloautomaatiossa sekä kulkuneuvoissa. Järjestelmä voidaan yhdistää verkoksi useilla eri erilaisilla tiedonsiirtotavoilla. LON- väylän etuna pidetään komponenttien ja kaapelin määrän vähenemistä. Kiinteistön LON- verkossa voidaan ohjata useita eri järjestelmiä valaistus, ilmanvaihtoa, jäähdytystä, sähkönjakelu yms.

3.2 BAC-net

BAC-net on amerikkalainen tietoliikenneprotokolla joka on kehitetty erityisesti talotekniikan tarpeisiin, kehitystyö on aloitettu 1987 ja nykyisin käytössä ympäri maailmaa. Järjestelmän lähtökohtana on usean eri automaatiojärjestelmän integroiminen yhdeksi kokonaisuudeksi. Järjestelmä perustuu neljän toimintakerroksen arkkitehtuuriin ja verkkoon kuuluvat laitteet mallinnetaan objekteina järjestelmään.

3.3 MatiBus

MatiBus on ranskalainen Merlin Gerin yhtiön valmistama kiinteistöautomaation kenttäväylä. Soveltuu parhaiten pieniin järjestelmiin, tiedonsiirtonopeus ei riitä suuriin järjestelmiin. Järjestelmä on patentoitu joten teollinen hyödyntäminen vaatii sitoutumista järjestöön.

3.4 EHS

EHS- järjestelmä on kehitetty eurooppalaisten yritysten yhteistyönä ja tarkoitettu lähinnä kodinkoneisiin ja kodinautomaatioon. Teknisesti hyvin suorituskykyinen ja joustava väyläratkaisu, käyttö ei vain ole yleistynyt ja valmiita tuotteita on vähän.

3.5 EIB

EIB on Saksalaisen Siemens- yhtiön kehittämä kiinteistötekniikkaan tarkoitettu tiedonsiirtoväylä. Kaikki toiminnot on yhdistetty yhdellä väyläkaapelilla. Protokolla tukee useita medioita kuten parikaapeli, sähköverkko, radioverkko ja infrapuna. Se voidaan liittää muihin medioihin ja järjestelmiin. Järjestelmään on mahdollista liittää uusia toimintoja.

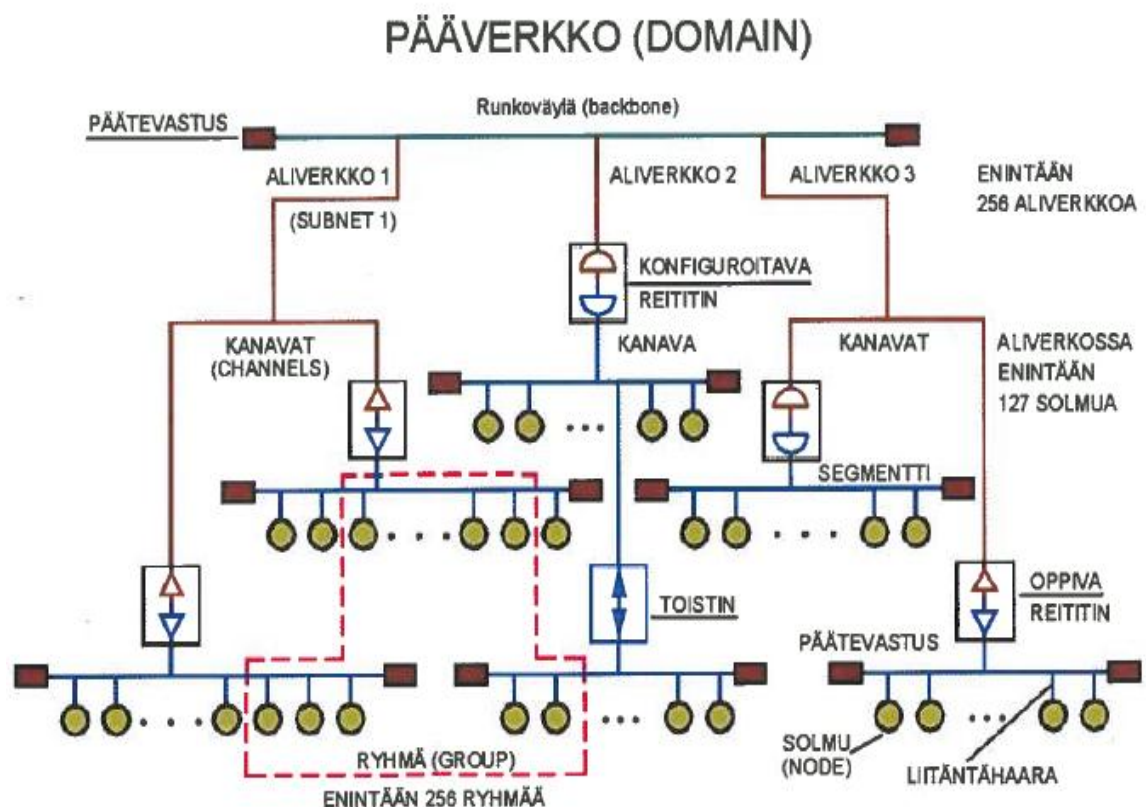
3.6 KNX

KNX- tiedonsiirtoväylä yhdistää EIB, MatiBUS ja EHS- järjestelmien parhaita puolia. Standardia kehittää KONNEX- yhteenliittymä, joka on em. järjestelmien oikeudenhaltioiden yhteenliittymä. Tukee siirtoa parikaapelissa, sähköverkon avulla ja radiosiiirtona.

3.7 Tiedonsiirtoverkot Euroopassa

Euroopan markkinoilla on useita järjestelmiä, joiden joukosta erottuu selvästi muutama järjestelmä, joiden markkinaosuudet ovat muita suuremmat. Merkittävimmät Euroopan markkinoilla olevat järjestelmät ovat: MatiBUS, EHS, EIB, LON-WORKS. Edellä mainitut neljä järjestelmää valittiin valmisteilla olevien eurooppalaisten standardien perustaksi (ST- käsikirja 17, 243).

Suomessa on käytössä kaikkia näitä edellä mainittuja tiedonsiirtoverkkoja. Käytännössä kaikkiin on mahdollista liittyä eri laitevalmistajien laitteilla ja komponenteilla. Kuvassa 2 on esitetty suomessa yleisesti käytössä olevan LON-WORKS verkon rakennetta.



KUVA 2. LON-WORKS verkon rakenne (ST- käsikirja 21, 225)

4 VESIKIERTOINEN JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ

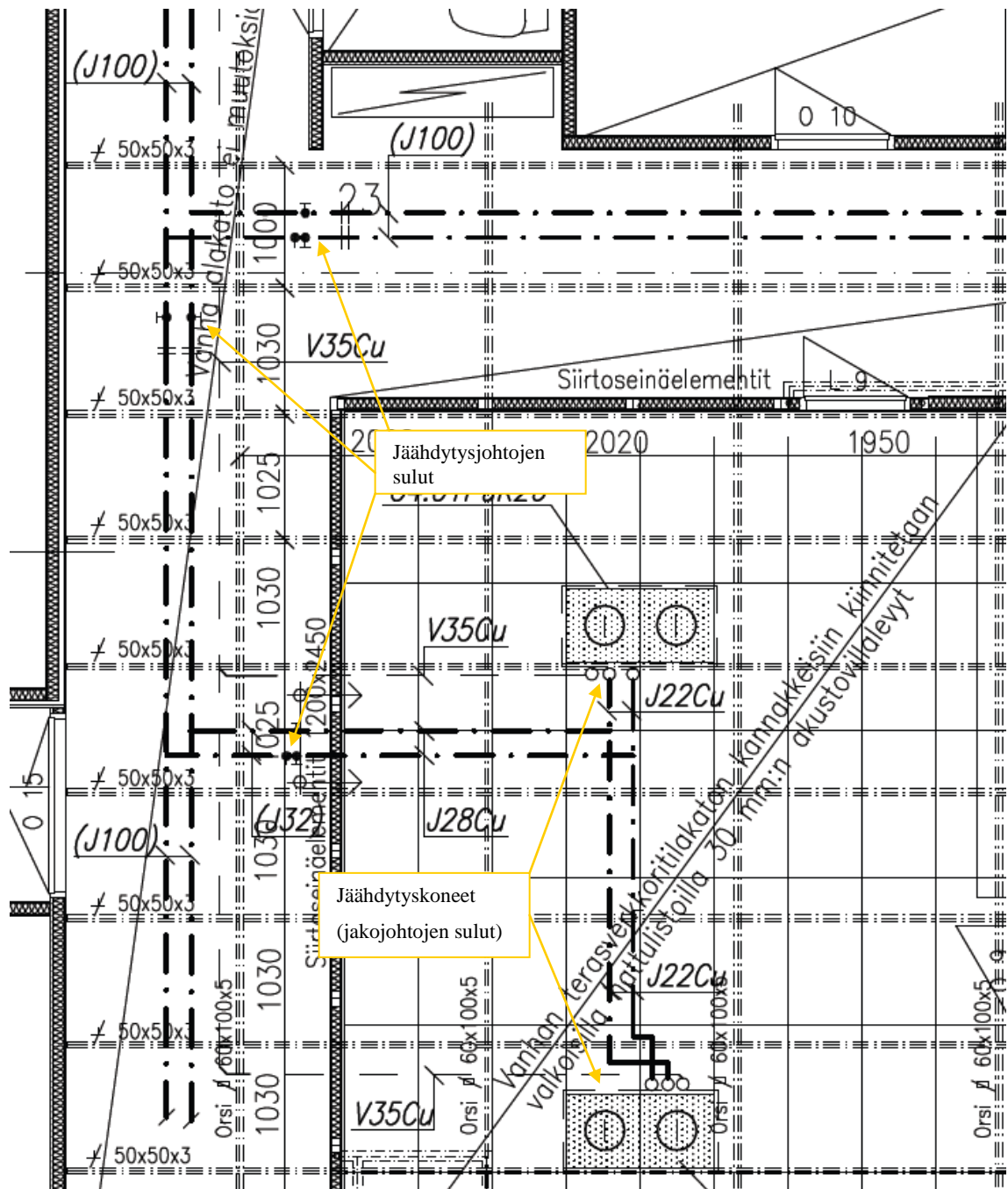
Vesikiertoinen jäähdytysjärjestelmä on tarkoitettu kiinteistön jäähdytykseen. Järjestelmään kuuluu normaalisti vedenjäähdytysyksikkö, lauhdutin, jäähdytysputkisto sekä jäähdytyspatterit, tarvittaessa myös jäähdytysvesivaraaja. Vedenjäähdytysyksikkö on laite joka sisältää jäähdytyskoneikon, pumpput ja tarvittavan automatiikan jäähdytyksen tuottamiseen. Lauhdutin poistaa kompressoreiden tuottaman liikalämmön silloin kun sitä ei voida hyödyntää johonkin muuhun tarkoitukseen. Jäähdytysvesiputkiston avulla jäähdytetty vesi siirretään jäähdytyspattereille ja muille jäähdytyslaitteille. Nykyisin on käytössä myös kaukokylmä jolloin jäähdytysenergiaa tuotetaan keskitetysti. Kaukokylmää on käytössä ainakin Helsingin energialla. Kaukokylmä tarkoittaa sitä että jäähdytetty vesi ostetaan kiinteistöön ulkopuoliselta toimittajalta samalla tavalla kuin esimerkiksi kaukolämpö. Jäähdytyksen tarve lisääntyy koko ajan etenkin toimistokiinteistöissä, julkisissa rakennuksissa ja kaupossa. Jäähdytysjärjestelmät ovatkin nykyään laajoja kokonaisuuksia ja niihin liittyy paljon erilaista tekniikkaa ja putkistoa.

4.1 Jäähdytysvesiverkoston rakenne

Vesikiertoisen jäähdytysvesiverkoston putkisto koostuu runkoputkistosta, jakojohdoista ja kytkentäjohdoista. Runkoputkistosta haaroitetaan jakojohdot joilla jäähdytetty vesi siirretään haluttuun osaan rakennuksessa. Kytkenäjäohdoilla liitetään jakojohdot jäähdytyslaitteeseen. Kaikki nämä putkiverkoston osat erotetaan toisistaan suluilla. Käytännössä niin että runkoputkiston voi sulkea lähtöpäästä, yleensä läheltä vedenjäähdytysyksikköä tai jäähdytysvesivaraajaa. Runkoputkistosta haaroittuvat jakojohdojen sulut on normaalisti sijoitettu heti haaroituskohdan jälkeen jakojohdoin. Kytkenäjäohdojen sulut taas sijaitsevat lähellä jäähdytyslaitetta. Sulkujen tarkoitus on helpottaa järjestelmän käyttöönottoa ja käytön aikana niiden avulla voidaan osa verkostosta poistaa käytöstä esimerkiksi korjaustöiden vuoksi. Jäähdytysverkoston putkiston rakennetta on havainnollistettu kuvassa 3.

Kuvan mukainen tilanne on melko tavallinen nykyisessä rakentamisessa ja suunnittelussa. Putkistot rakennetaan rakennuksen käytävätiloihin alakattorakenteen

yläpuolelle. Putkiston ja muiden asennusvaiheiden jälkeen rakennetaan arkkitehdin suunnittelema alakattorakenne jolloin putkistot jäävät piiloon rakenteen alle. Alakattorakenteita on hyvin monenlaisia ja rakenteen toteutuksessa ei ole yleensä huomioitu putkiston sulkujen sijaintia ja käyttömahdollisuutta. Kuvassa 3 on nähtävissä jäähdytysputkistoon kuuluvien sulkujen sijoittelu. Runkoputkistoon kuuluvat sulkuventtiilit sijaitsevat rakennuksen käytäväalueella. Kuvassa on esitetty vain jäähdytysputkisto, normaalisti samassa tilassa on kuitenkin myös lämmitys-, vesi-, ja ilmanvaihtoputkistot sekä sähkökaapelit ja niiden kannatushyllyt. Käytännössä tila voi olla niin ahdas että sulkujen käyttö on mahdotonta.



KUVA 3. Mallikuva jäähdytysvesiputkistosta.

4.2 Jäähdytysputkiston eristeet

Jäähdytysvesiverkosto ja siihen kuuluvat sulut joudutaan myös eristämään koska jäähdytysvesiverkoston vesi on kylmää ja aiheuttaa muuten kondenssivuotoja putkistosta. Eristäminen tehdään joko solukumieristeellä tai villakourulla. Solukumieriste on ollut hyvin suosittu koska sillä saa tiiviin eristyksen ja se sopii pieneen tilaan. Solukumieristeen käyttöä on kuitenkin nykyisin rajoitettu palomääräysten tiukentumisen takia. Suomen rakentamismääräyskokoelmassa E1 on rakennustarvikkeet jaettu luokkiin sen perusteella miten ne vaikuttavat palon syttymiseen, sen leviämiseen sekä savun tuottoon ja palavaan pisarointiin. Kaikki solukumieristeet eivät täytä rakennusmääräyskokoelman E1 vaatimuksia. Villaeristeet ovat palotilanteessa parempi vaihtoehto koska niiden savuntuotto ja pisarointi on huomattavasti pienempi.

Jäähdytysputkistojen ja sulkujen eristämisessä on kuitenkin todettu paljon erilaisia ongelmia ja eristysvirheitä. Putkiston osalta eristämisen ongelmat rajoittuvat etupäässä tilan vähyyteen eli eristettä ei saada sopimaan kunnolla putken päälle. Rakenteiden läpiviennit aiheuttavat myös jonkin verran ongelmia. Selkein ongelma on saada sulkua eristetyksi niin että se on tiivis ja sitä voidaan käyttää tarvittaessa. Usein käy kuitenkin niin että kun eristystyö on valmis ja sulkua käytetään niin eristeet menevät rikki. Rikkoutuneet eristeet jäävät korjaamatta ja tästä aiheutuu myöhemmin kondenssivuotoja rakenteisiin. Tässä tutkimuksessa sulun eristeratkaisu on tärkeä koska se tulee liittymään sulun paikantamiseen. Laitetoimittajilla ja eristysliikkeillä on hyvin vähän valmiita tuotteita sulkujen eristämiseen, tämä johtunee siitä että sulun eristämistä ei ole pidetty tärkeänä ja on ajateltu sen olevan helppo toteuttaa työmaalla.

Jäähdytysvesiverkostojen lisääntyminen on kuitenkin aiheuttanut sen että eristeratkaisuja pitää kehittää etenkin sulkujen osalta. Nykyisellä mallilla toteutettu sulun eristäminen ei johda hyvään ja toimivaan lopputulokseen. Olen havainnut työmaalla seuraavanlaisia ongelmia sulkujen eristeissä. Eriste ei ole tiivis, sulun kahvaosa kondensoi ja tiputtaa vettä rakenteisiin, eristeen ulkonäkö ei ole siisti, sulun käyttäminen rikkoo eristeen. Lisäksi olen huomannut että eristeiden liimaukset eivät pysy kunnolla kiinni. Toimivan eristeratkaisun kehittäminen ei kuitenkaan ole helppo. Sulkuja on useilta eri valmistajilta, lisäksi sulkujen fyysinen koko vaihtelee putkikoon mukaisesti. Liitteissä 3-5 on kuvattu erilaisia sulkuventtiilejä.

4.2.1 Sulkujen sijainti

Jäähdytysvesiverkostossa olevien sulkujen määrä ja sijainti riippuu verkoston laajuudesta ja siitä miten suunnittelija on sen ajatellut. Nykyisin on ymmärretty että verkosto on hyvä saada jaettua sulkujen avulla osiin esimerkiksi korjaustöiden takia. Sulkujen määrä jäähdytysvesiverkostossa onkin melko suuri etenkin laajoissa järjestelmissä sulkua voi olla useita kymmeniä. Sulkujen sijainti kohteessa on yleensä lähellä suunnitelmissa esitettyä paikkaa. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä että sulku on näkyvissä. Sulku voi olla alakaton päällä tai muiden laitteiden takana hyvinkin vaikeassa paikassa. Nykyinen rakentaminen suosii ns. kerrosasennusta, eli eri järjestelmien putkistot asennetaan käytävätiloissa tietyssä järjestyksessä päällekkäin. Käytännössä tämä aiheuttaa sen että ylimpänä olevat verkostot ovat hankalasti saavutettavia. Erilaisia asennustapoja kerrosasennuksesta on esitetty liitteessä 1 ja 2.

Sulkujen sijainti siis tulee pääosin suunnitelmista ja lopullinen paikka tarkentuu asennusvaiheessa. Sulkujen tarkan sijainnin määrittäminen suunnitelmiin vaatii suunnitelmien päivittämistä asennustyön jälkeen. Tätä päivitystä ei yleensä tehdä riittävällä tarkkuudella joten sulkujen paikka jää hieman epämääräiseksi. Tämän lisäksi kaikki myöhemmin tehtävät muutokset ja korjaustyöt voivat muuttaa sulkujen sijaintia tai lisätä niitä. Kaikki muutokset tulisi päivittää suunnitelmiin. Usein on kuitenkin niin että suunnitelmien päivittäminen unohtuu ja lisättyjen tai muutettujen sulkujen paikat muistaa vain joku pitkään kiinteistössä työskennellyt henkilö.

Tässä tutkimuksessa etsitään ratkaisua jäähdytysvesiverkoston sulkujen paikannukseen kiinteistön sisällä. Kuten jo aiemmin on todettu sulkujen sijainti voi olla hyvin erilaisissa paikoissa, näkyvissä tai piilossa alakaton yläpuolella, hormissa, putkitunnelissa jne. Sulun sijainti tiedetään muutamien metrien tarkkuudella erillisten piirustusten avulla. Lopullinen paikantaminen vaatii kuitenkin joko kiinteistöhuollon tai ammattimiehen käynnin kohteessa. Sulkujen nopea löytyminen on tärkeää esimerkiksi vuodon rajaamisessa tai huoltotöiden yhteydessä. Paikannuksen liittäminen kiinteistöautomaatioon nopeuttaisi sulun löytymistä ja säästäisi huolto- ja korjauskustannuksia ongelmatilanteissa. Sulkujen osalta on vielä muistettava se että pitkään käyttämättömänä ollut sulku voi olla jumissa ja sitä ei saada käännettyksi kiinni tarvittaessa. Sulkujen paikannuksesta olisi apua myös tähän tilanteeseen, sulkua voisi käydä kääntelemässä huoltojen yhteydessä jolloin sulkujen toimivuus olisi varmempaa.

5 SULKUJEN PAIKANNUS

Nykyisessä kiinteistöautomaatiossa ei ole yleensä käytössä laitepaikannusta, joidenkin laitteiden sijainti on ilmoitettu laitemerkinnän yhteydessä esimerkiksi huonenumerolla. Tätä merkitsemistapaa käytetään yleensä sellaisten laitteiden yhteydessä jotka vaativat säännöllistä huoltoa tai muita toimenpiteitä säännöllisesti. Säännöllistä huoltoa kaipaavia laitteita ovat esimerkiksi jäähdytysverkoston jäähdytyskoneet huonetiloissa. Kuvan 3 mukaisessa tapauksessa jäähdytyskoneet on merkitty tilan kattoon. Jäähdytysverkoston sulkuventtiilit, jotka sijaitsevat käytävän alueella joudutaan selvittämään suunnitelmista. Kuvasta ei selviä alakaton rakenne; se voi olla avattava tai umpinainen ja se varmistuu vasta paikan päällä. Usein sulkua ei ole merkitty alakattoon, tai merkinnät ovat hävinneet esimerkiksi katon uusimisen yhteydessä. Rakennusten käyttötarkoitusten jatkuva muutos aiheuttaa helposti sen että laitteiden paikantaminen vaikeutuu entisestään.

Käytännössä sulkujen paikannus tapahtuu katsomalla lvi-suunnitelmista mihin sulut on sijoitettu. Kun alakatto on rakennettu umpinaiseksi, eikä siihen ole tehty huoltoluukkuja niin kattorakenteita joudutaan avaamaan niin että sulkuventtiilejä voidaan käyttää. Lisäongelman muodostaa alakaton tilanahtaus, usein alakaton yläpuolinen tila on rakennettu liian tiiviiksi ja sulkuihin on vaikea päästä käsiksi vaikka alakattoon olisi tehty huoltoluukku. Usein luukku on liian pieni ja sitä joudutaan suurentamaan ennen kuin sulkuun päästään käsiksi.

5.1 Paikannuksen vaihtoehdot

Jäähdytysvesiverkoston sulkujen paikannuksen toteuttamiseen on useita vaihtoehtoja. Tämän työn tarkoituksena on löytää toteuttamiskelpoinen vaihtoehto sulkujen paikantamiseen. Järjestelmän tulee olla kustannuksiltaan kohtuullinen ja sellainen joka ei aiheuta ylimääräisiä huoltokustannuksia. Esittelen erilaisia vaihtoehtoja joista karsitaan edellä mainittujen tavoitteiden pohjalta huonosti soveltuvat toteutusvaihtoehdot. Koska kiinteistöautomaatiojärjestelmiä on erilaisia, tässä valittu järjestelmä ei välttämättä sovellu suoraan kaikkiin kiinteistöautomaatiojärjestelmiin.

Tarkoituksena onkin selvittää teoreettisesti erilaisten vaihtoehtojen mahdollisuuksia. Lopullinen toteutusvaihtoehto onkin valittava aina tapauskohtaisesti.

5.1.1 Suunnitelmien lisääminen kiinteistöautomaatioon

Jäähdytysvesisulkujen paikannuksen liittäminen kiinteistöautomaatioon olisi mahdollista toteuttaa yksinkertaisesti niin että kiinteistöautomaatiojärjestelmään kopioidaan päivitettyt suunnitelmat jäähdytysvesiverkostosta ja merkitään sulkujen paikat siihen selkeästi. Käytännössä tämä olisi paikannuskaavio tyyppinen ratkaisu. Eli suunnitelmat olisivat sähköisessä muodossa kiinteistöautomaatiojärjestelmässä. Tätä ratkaisua on jonkin verran käytössä muissa laitejärjestelmissä. Näistä mainittakoon paloilmotinkaaviot, palopeltien sijaintikaaviot, laitteiden toiminnan kuvaamiseen käytetyt säätökaaviot sekä paikannuskaaviot erikoislaitteiden sijainnista. Tämä johtaa kuitenkin siihen että aina muutostöiden jälkeen kiinteistöautomaatiossa olevat suunnitelmat tulisi päivittää vastaamaan nykytilaa. Suunnitelmien päivittämisestä syntyy ylimääräisiä kuluja ja se vaatii jonkun vastuuhenkilön ohjaamaan toimintaa. Käytännössä onkin todettu että esimerkiksi paloilmotinkaavion pitäminen ajan tasalla on suhteellisen kallista ja vaatii paljon työtä. Suurissa kiinteistöissä joissa tilojen muutostarve on jatkuvaa, tämä ratkaisu ei ole ei ole toimiva kustannussyistä.

5.1.2 Sulkujen paikannuksen liittäminen kiinteistöautomaatioon johdotuksella

Sulkujen paikannuksen voisi toteuttaa myös johdottamalla sulut ja luomalla sille aina oma automaatiopiste esimerkiksi asentamalla kosteusanturi tai lämpötilamittaus sulun yhteyteen. Näin toteutettuun automaatiopisteeseen voidaan luoda paikannus pisteen nimen yhteyteen kirjoittamalla siihen esimerkiksi huonenumero tai muu sovittu kohdistustapa. Hyvä puoli tässä vaihtoehdossa olisi se että samasta pisteestä voitaisiin saada muutakin mittaustietoa riippuen käytettävästä anturitekniikasta. Tämän toteutuksen huonoja puolia on automaatiopisteiden ja kaapeloinnin määrän selkeä lisääntyminen. Kaapelireitin toteuttaminen kohteeseen voi myös olla ongelmallista koska sulkuja sijaitsee hyvin erilaisissa paikoissa riippuen kiinteistön käyttötarkoituksesta ja suunnitelmista. Pisteistä tulee ns. kiinteitä eli paikkojen siirtäminen tai lisääminen vaatii aina automaatiotöitä. Pisteiden nimeäminen voi myös

aiheuttaa ongelmia koska joissakin kiinteistöautomaatiojärjestelmissä on nimeämislle käytössä rajoitettu määrä merkkejä. Merkinnän tulisi kuitenkin olla niin selkeä että sulku voidaan paikantaa sen avulla.

5.1.3 Sulkujen paikannuksen liittäminen langattomasti kiinteistöautomaatioon

Langatonta paikannusta on ainakin vielä toistaiseksi ollut hyvin vähän käytössä rakennuksen sisätiloissa. Paikannus voi olla henkilöihin tai laitteisiin liittyvää. Suomessa toimiva EKAHAU toteuttaa Wlan- pohjaisia sisätilapaikannusjärjestelmiä. Näissä paikannus tapahtuu niin että paikannettavan alueen kartta piirretään tietokoneelle, langaton verkko mitataan ja näin pystytään luomaan paikannusjärjestelmä verkossa oleviin laitteisiin. Tämän tyyppistä paikannusta käytetään henkilöiden ja liikuteltavien laitteiden paikantamiseen esimerkiksi sairaaloissa. Järjestelmä vaatii jatkuvan verkkoyhteyden paikallistettavaan laitteeseen. Haittapuolena tässä on kallis verkostonmittaus aina kun huonejärjestelyt muuttuvat tai kun laitteita lisätään verkkoon.

Myös Nokeval on kehittänyt langattoman mittausjärjestelmän tiedonkeruun tarpeisiin. Järjestelmä on suunniteltu siten että, sillä voidaan kattaa jopa 200*400 metrin alue ja satoja lähettämiä. Langattomille lähettimille tarkoitettuja vastaanottimia on useita eri malleja. Uusin vastaanotin, tukee myös Modbus RTU- protokollaa. Lähettimet ja anturit toimivat paristolla, järjestelmästä on mallikuvia liitteessä 6.

Langattoman paikannuksen käytön suurin ongelma onkin miten paikannus- ja mittausantureille saadaan tarvittava käyttöenergia. Kuten jo aiemmin oli esillä, kaapelointi ei ole käyttökelpoinen koska kaapelointia pyritään vähentämään. Patterikäyttöinen laite taas aiheuttaa lisää huoltotarvetta. On vielä muistettava se että sulkujen sijainti voi olla todella hankalassa paikassa joten pattereiden vaihto muodostuu liian hankalaksi.

5.2 Paikannuksen toteutusmahdollisuudet

Jäähdytysvesiverkoston sulkujen paikannus on mahdollista toteuttaa nykyisin käytössä olevilla komponenteilla ja väyläratkaisuilla. Paikannuksessa joudutaan yhdistämään

langallista ja langatonta tiedonsiirtotekniikkaa, sekä käyttämään langattomia antureita. Langattoman tekniikan käyttö on välttämätöntä sulkujen hankalan sijainnin takia. Ongelmana on kuitenkin anturin tarvitseman virtasyötön toteuttaminen niin että huoltotarve saadaan mahdollisimman pieneksi. Edellä mainitut EKAHAU:n ja Nokevan käyttämät tekniikat perustuvat patterikäyttöisiin antureihin ja lähettämiin. Järjestelmät olisivat tekniikkansa puolesta sovellettavissa myös jäähdytysvesiverkoston sulkujen paikannukseen, ainoastaan patterikäyttö tuo rajoituksia järjestelmien käyttöön. Nykyinen anturitekniikka on jo niin kehittynyttä että erillistä paikannusanturia ei tarvita vaan paikannuksen voisi toteuttaa esimerkiksi kosteus tai lämpötila-antureiden avulla Nokeval järjestelmällä.

Jäähdytysvesiverkoston sulkua on kuitenkin määrällisesti paljon, joten patterikäyttöiset laitteet lisäävät merkittävästi huollon tarvetta. Voidaankin todeta että paikannuksesta saatu hyöty häviää lisääntyneinä huoltokustannuksina jos järjestelmä toteutetaan patterikäyttöisillä antureilla ja laitteilla. Käytännössä virtasyöttö pitäisi toteuttaa johdotuksella tai käyttää antureita jotka ottavat toimintaenergian langattomasti.

Antureita jotka toimivat ilman virtalähdettä käytetään RFID- tekniikassa. Tämän tekniikan huono puoli on pienessä toimintasäteessä ja tietomäärässä jonka anturi pystyy toimittamaan. RFID- tunnistetta olisi mahdollista käyttää paikannukseen mutta sitä ei voi käyttää esimerkiksi mittaustiedon välittämiseen. Lisäksi RFID- tekniikka on vielä häiriöaltis sähköjohtojen läheisyydessä. RFID- tekniikka ei siis ainakaan nykyisessä muodossa sovellu sulkujen paikannukseen.

Toteutusmahdollisuudet jäähdytysvesiverkoston sulkujen paikannusjärjestelmän toteuttamiseen ovat olemassa. Valmista paikannusjärjestelmää tähän tarkoitukseen ei ole toteutettu eikä sitä ole valmiina saatavilla. Tällä hetkellä käytössä olevat paikannusjärjestelmät on kehitetty pääosin logistiikkakäyttöön tavaraliikenteelle sekä sairaala- ja teollisuuskäyttöön.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä tutkimuksessa ei valittu erillistä kohderakennusta jäähdytysvesiverkoston sulkujen paikannukseen. Kaikki kiinteistöt ovat hieman erilaisia ja vaativat omat tekniset ratkaisunsa kohdekohtaisesti. Nykyisin kaikissa kiinteistöissä on kuitenkin jonkinlainen kiinteistöautomaatiojärjestelmä, joko suljettu tai avoin. Erilaisiin järjestelmiin liittyminen on mahdollista, se vaatii vain aina erilaista tekniikkaa. Sama tilanne on erilaisissa rakennuksissa, paikannuksen toteuttaminen edellyttää että tekniikka valitaan rakennukseen soveltuvaksi.

Paikannuksen toteuttaminen vaatii vielä kehitystyötä vaikka sopiva laitekanta onkin jo olemassa. Edellä on mainittu erilaisia toteutusvaihtoehtoja jotka olisivat periaatteessa mahdollisia mutta niiden ylläpito tulisi kohtuuttoman kalliiksi. Oma näkemykseni paikannuksen toteuttamiseen on kuitenkin se ettäärkevin ja edullisin tapa on toteuttaa paikannus osittain langattomana järjestelmänä. Järjestelmään kuuluvat laitteet ja anturit eivät voi olla patterikäyttöisiä. Patterikäyttöiset laitteet lisäävät huoltotöiden määrää jota pyritään vähentämään. Anturitekniikka on kehittynyt niin että erillistä paikannusanturia ei välttämättä tarvita, vaan paikannukseen käytettävä anturi voi olla esimerkiksi kosteusanturi. Kosteusanturin käyttö paikannuksessa auttaisi jäähdytysvesiverkoston vuotojen paikallistamisessa. Samassa yhteydessä olisi hyvä olla myös lämpötilamittaus, koska silloin pystyttäisiin seuraamaan jäähdytysveden lämpötilaa tarkemmin eri puolilla rakennusta.

Antureiden kiinnittäminen sulkuun tai sulun läheisyyteen vaatii myös jonkun yksinkertaisen ja toimivan ratkaisun. Jäähdytysvesiverkostossa käytettäviä sulkuja on esitelty liitteissä 3-5. Kuten kuvista on havaittavissa, sulkuja on hyvin erilaisia. Tässä tutkimuksessa sulkuun kiinnitettävä anturi oli tarkoitus kiinnittää jäähdytysputkiston eristeratkaisuun. Antureiden kiinnittäminen eristeratkaisuun olisi järkevää koska sulut joudutaan eristämään joka tapauksessa. Haittapuolena on kuitenkin se että jos eriste rikotaan tai poistetaan siinä olevat mittausanturit häviävät. Eristeratkaisua tulisi kehittää niin että, se on helposti avattava ja suljettava. Lisäksi sen tulisi soveltua erilaisille sulkuventtiileille.

Nykyisin käytössä oleva sulun eristeratkaisu on nähtävissä liitteen 1 ja 2 kuvissa. Nykyisen eristeratkaisun avaaminen sitä rikkomatta on vaikeaa. Eristeratkaisun lisäksi antureiden virtasyöttö tulisi ratkaista. Virtasyöttö antureille joudutaan toteuttamaan johdotuksella kun haetaan mahdollisimman huoltovapaata ratkaisua. Johdotus tulisi toteuttaa niin, että sen määrä olisi kohtuullinen.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää mahdollisuuksia jäähdytysvesiverkoston sulkujen paikannukseen ja paikannuksen liittämistä kiinteistöautomaatiojärjestelmään. Aihetta käsiteltiin hieman teoreettiselta pohjalta koska käytännön kokeiluihin ei ollut tässä yhteydessä mahdollisuuksia. Tutkimuksessa selvisi että, paikannukseen tehtyjä järjestelmiä on saatavilla ja niistä soveltamalla olisi mahdollista kehittää toimiva järjestelmä. Selkeäksi ongelmaksi sulkujen paikantamiseen muodostuu kuitenkin antureiden tarvitsema johdotus jos käytetään kiinteitä antureita. Langattomien antureiden osalta ongelmaksi muodostuu virran syöttö sulkujen antureille. Langattoman tekniikan käytössä voisi ajatella mallia jossa lähetinlaite sijoitetaan sulkujen läheisyyteen niin että sille saadaan virtasyöttö helposti. Lähetinlaite yhdistetään johdotuksella sulussa käytettävään anturiin, näin toteutettuna johdotuksen määrä pysyy kohtuullisena ja laitteiston huoltotarve vähenee merkittävästi.

Tutkimus osoitti että jäähdytysvesiverkoston sulkujen paikannus käytännössä ei ole aivan yksinkertainen asia. Vaikka tarvittava laitekanta onkin olemassa, sen järkevä toteutus tulee suunnitella huolellisesti. Suunnittelun yhteydessä järjestelmiä pitää ajatella kokonaisuuksina ja miettiä myös laitteiden asennukseen ja huoltoon vaikuttavat asiat. Jäähdytysvesiverkoston sulkujen määrä on kohtuullisen suuri, järjestelmästä riippuen sulkuja voi olla jopa satoja. Koska sulkujen määrä on suuri, laitteiden pitäisi olla sellaisia että ne eivät tarvitse säännöllistä huoltoa. Tämä rajoittaa patterikäyttöisten laitteiden käyttöä.

Yhteenvedona voidaankin todeta että, jäähdytysvesiverkoston sulkujen paikannus on mahdollista ja vaihtoehtoja toteutukseen on useita. Kokonaisuutta ajatellen järjestelmä tulee toteuttaa niin että sulkujen paikannuksesta saatava hyöty ei häviä siitä aiheutuviin huoltokustannuksiin. Tämä paikannusjärjestelmä on vielä kehittelyasteella joten sen laiteratkaisuja ja toimivuutta tulisi testata jossakin todellisessa kohteessa.

7 POHDINTA

Tämä tutkimus oli mielenkiintoinen ja vaikka selkeää ratkaisua ei löytynyt, tutkimus herätti kuitenkin paljon ajatuksia erilaisista teknisistä ratkaisuista. Erilaisten laitekokonaisuuksien selvittely vaati paljon taustatyötä ja perehtymistä. Aiheeseen liittyvää kirjallisuutta paikannuslaitteista oli huonosti saatavilla ja tieto oli hieman vanhaa. Alkuperäisenä ajatuksena jäähdytysvesiverkoston sulkujen paikannuksessa oli parantaa kiinteistön toimivuutta uudella tuotteella. Paikannusjärjestelmän on tarkoitus helpottaa jäähdytysvesiverkoston liittyviä huoltotöitä ja parantaa laitteiston käytettävyyttä. Olikin yllättävää huomata että huoltotarpeen määrä voi lisääntyä väärällä laitevalinnalla merkittävästi. Langattoman tekniikan käyttö toi myös esiin uusia ongelmia, kuten tehonsyötön toteuttamisen langattomille laitteille.

Jäähdytysvesiverkoston sulkujen eristeratkaisun kehittäminen vaatii vielä paljon tuotekehittelyä toimivan ratkaisun löytämiseksi, tässä tutkimuksessa eristeratkaisuun ei saatu merkittävää parannusta. Kokonaisuutena tutkimus oli kuitenkin onnistunut, aihe oli hyvä ja käsiteltiin riittävän laajasti.

LÄHTEET

CUBE-Talotekniikan teknologiaohjelma 2002- 2006

Johdatus väyläteknikkaan, 2007. Teollisuuden laiteverkot. Helsinki: Picaset Oy.

Mautz,R.Indoor Positioning Technologies. Institute of Geodesyand Photogrammetry, Department of civil, Enviromental and Geomatic Engineering, ETH Zurich.

Onwubolu, G. 2005. Mechatronics Priciples and Applications. Oxford: Elsevier/Butterworth- Heineman.

Pertti, P. Jukka-Matti, M. 1999. Uusi kiinteistöautomaatio. Kuusankoski: Cadnet Oy.

Puska,M.2000. Lähiverkkojen tekniikka.Jyväskylä:Gummerus kirjapaino Oy.

ST-käsikirja 17.2001. Rakennusautomaatiojärjestelmät. Tampere: Tammer-Paino Oy.

ST-käsikirja 21.2006. Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Toimi,K. Pentti,K. Tommi,M. Kari,P. 2002. Logiikat ja ohjausjärjestelmät. Porvoo: WS Bookwell Oy.

<http://e-collection.library.ethz.ch/eserv/eth:5659/eth-5659-01.pdf>

<http://www.chiller.fi/doc/vedenjaahdyttimet/CHSAM100012FIA.pdf> (luettu 6.10.2013)

<http://www.tekes.fi/Julkaisut/cube-loppuraportti.pdf> (luettu 18.10.2013)

<http://www.ekahau.com> (luettu 12.11.2013)

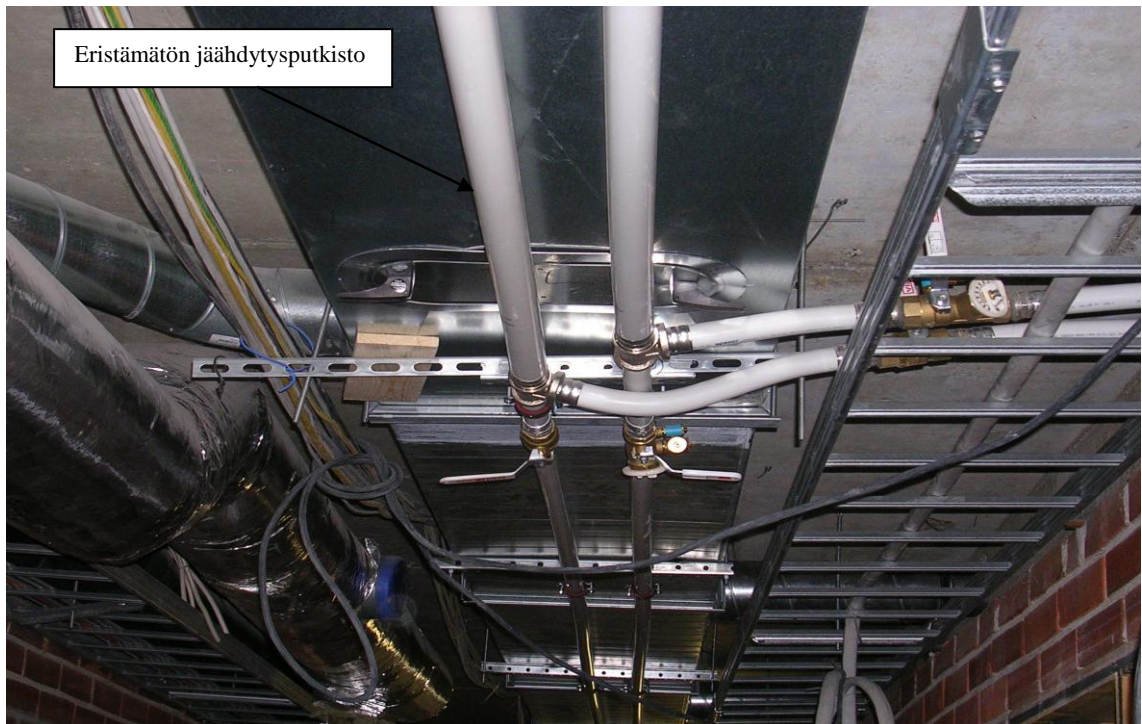
http://www.finlex.fi/data/normit/37126-E1_2011-fi.pdf (luettu 13.11.2013)

http://www.paroc.fi/dokumentit-ja-tyokalut/~/_media/Files/Brochures/Finland/Technical-Insulation-Pricelist-Paroc-FI.ashx (luettu 13.11.2013)

http://www.nokeval.com/products.php?subgroup_id=12&mid=13&language=finnish (luettu 17.11.2013)

LIITTEET

Liite 1. Putkistojen asennusta kerroksittain



Jäähdytysputkistoa joka on asennettu ilmanvaihtokanavien alle. Asennukset jäävät alakaton yläpuolelle. Putkistot ja laitteet on asennettu kerroksittain.



Armaflex eristeellä eristettyä jäähdytysvesiputkistoa.

Liite 2. Jäähdytysvesiputkistoa



Liite 3. Erilaisia sulkuventtiilejä



Oras, linjasäätöventtiili (<http://www.oras.com>)



Palloventtiili (eplvi.webnetjmt.fi)



Luistinventtiili (www.econosto.fi)

Liite 4. Erilaisia sulkuventtiilejä



Naval, hitsattava linjasäätöventtiili (<http://www.naval.fi>)



Oras, hitsattava linjasäätöventtiili (<http://www.oras.com>)



Vexve, laipallinen linjasäätöventtiili (<http://www.vexve.com>)

Liite 5. Eriaisia sulkuventtiilejä

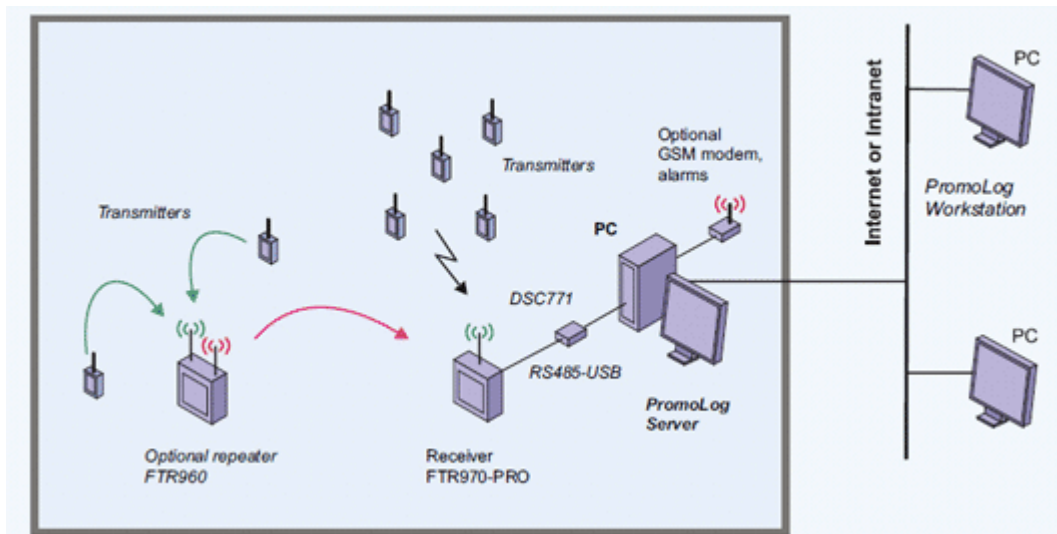


Vexve, läppäventtiili (<http://www.vexve.com>)



Läppäventtiili (www.tecalemitflow.fi)

Liite 6. Nokeval tiedonkeruujärjestelmä



Kuva 1. Nokeval langattomat vastaanottimet ja toistimet (<http://www.nokeval.com>)

Langaton lähetin ulkoiselle Pt100-anturille



FT10-RT433-ES on langaton lähetin holkkitiivisteellä ulkoisille Pt100/Pt1000 antureille. Laite koostuu radiolähetinmoduulista **FT10-RT433** ja mittausmoduulista **FT10-ES** sekä piiska-antennista. Lähetinsarjan mekaaninen rakenne ja elektronikka on suunniteltu antamaan laitteille korkea mittaustarkkuus ja stabiilisuus sekä erinomainen kestävyys ja hankalien ympäristöolosuhteiden sieto.

Kuva 2. Nokeval langaton lähetin (<http://www.nokeval.com>)

Vastaanotin



FTR970B on Nokeval MTR-sarjan radiolähettimien vastaanottoasema. Se vastaanottaa, purkaa ja puskuroi muistiinsa radiolähetinten lähettämät datapaketit. Se tunnistaa automaattisesti lähettimen tyyppin, joten sen kanssa voidaan käyttää yhtäaikaaisesti useita erityyppisiä lähettimiä, joilla voi olla eri lähetysvälit.

Kuva 3. Nokeval vastaanotin kenttäkotelossa (<http://www.nokeval.com>)