

Juha Kähkönen

OMAKOTITALON TIETOJÄRJESTELMÄT

Insinöörityö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikan ja liikenteen ala
Tietotekniikan koulutusohjelma
Kevät 2005



Kajaanin
ammattikorkeakoulu

INSINÖÖRITYÖ TIIVISTELMÄ

Osasto	Tekniikka	Koulutusohjelma
		Tietotekniikka
Tekijä(t) Juha Kähkönen		
Työn nimi Omakotitalon tietojärjestelmät		
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Tietoverkot		Ohjaaja(t) Arto Partanen
Aika	5.4.2005	Sivumäärä 39
<p>Insinööriytyön tavoitteena oli perehtyä siihen, millaisia rakennusautomaatio- ja kiinteistön tietoliikennejärjestelmiä on omakotirakentajille tarjolla. Työhön on koottu keskeisimmät kiinteistön tietojärjestelmiä koskevat perustiedot sekä käytännön toteutusperiaatteet.</p> <p>Insinööriytyön tarkoitus on toimia talotekniikan ja kiinteistön tiedonsiirtojärjestelmien opas-kirjana omakotirakentajille taloprojektin suunnittelu- ja rakentamisvaiheen aikana. Työn alkuosassa on käsitelty yleisellä tasolla kiinteistön talotekniikkaa. Siinä on kerrottu taloteknisten järjestelmien toimintaa painottaen järjestelmien ohjauslaitteita. Pääosa työstä käsittelee rakennusautomaatiojärjestelmien rakennetta ja kiinteistön tietoliikennejärjestelmiä. Mukana on myös suunnitelma pientalon tietojärjestelmistä.</p> <p>Rakennusautomaatiolla tarkoitetaan kiinteistön automaattisia säätö-, valvonta-, ohjaus- ja hälytystoimintoja, joiden avulla hallitaan kiinteistöjen LVIS-toimintoja. Automaatiojärjestelmät rakentuvat useista hierarkkisista tasoista, joita on mm. hallinto-, valvomo-, alakeskus- ja kenttälaitetaso. Kiinteistön tiedonsiirto tapahtuu pääasiassa lähiverkon (LAN) avulla. Yleisin lähiverkkojen kaapelointijärjestelmä on tähtimäinen parikaapelointi eli ns. yleiskaapelointi. Yleiskaapelointia voidaan hyödyntää myös rakennusautomaation ja turvajärjestelmien tiedonsiirrossa.</p>		
Luottamuksellinen Kyllä Ei X		
Hakusanat Rakennusautomaatio, Talotekniikka		
Säilytyspaikka Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto		



**Kajaanin
ammattikorkeakoulu**

Kajaani Polytechnic

ABSTRACT THESIS

Faculty Faculty of Engineering	Degree programme Information Technology
Author(s) Juha Kähkönen	
Title Data Systems in a Detached House	
Optional professional studies Data Communication, Networks	Instructor(s) / Supervisor(s) Arto Partanen
Date 5 April 2004	Total number of pages 39
<p>The aim of this Bachelor's thesis was to study what kind of alternatives detached house builders have for building automation and data communications systems. The most important basic information concerning data systems in buildings and their practical realization principles were collected to the thesis.</p> <p>The purpose of the thesis is to be a guide for detached house builders during planning and building in problems concerning house technology and the data transfer systems of buildings. The first part of the thesis is about building house technology generally. It includes the operation of house technology systems emphasizing their control equipment. The main part of the thesis describes the structure of building automation and data communications systems in buildings. It also includes a plan for data systems in a one-family house.</p> <p>Building automation systems include automatic adjusting, supervision, control and alarm operations that are used to control heating, plumbing, ventilation and electricity. Automation systems consist of several hierarchical levels, for example administration, a control room, a sub distribution board and field device levels. Data transfer in buildings is mainly carried out via a local area network (LAN). The most common cabling system in local area networks is the star-shaped twin cabling. It can also be used for data transfer in building automation and security systems.</p>	
Confidential Yes No X	
Keywords building automation system, house technology	
Deposited at Library of the Kajaani Polytechnic	

SISÄLLYSLUETTELO

TERMINOLOGIA	6
1 JOHDANTO	9
2 TALOTEKNIikka	11
2.1 Lämmitys	11
2.1.1 Vesikiertoinen lämmitys	11
2.1.2 Sähkölämmitys	12
2.2 Ilmanvaihto	13
2.3 Sähköistys ja valaistus	14
2.4 Turva- ja valvontajärjestelmät	16
2.5 Paloilmoitinjärjestelmä	17
3 RAKENNUSAUTOMAATIO	18
3.1 Rakennusautomaatiojärjestelmän hierarkkinen rakenne	18
3.1.1 Valvomolaitteet	20
3.1.2 Alakeskuslaitteet	20
3.1.3 Ohjelmistot	21
3.1.4 Kenttälaitteet	22
3.2 Rakennusautomaatiojärjestelmät	22
3.2.1 Avoin ja hajautettu järjestelmä (LonWorks)	23
3.2.2 Lon – verkon rakenne	24
4 TIETOLIIKENNEJÄRJESTELMÄT	25
4.1 Tiedonsiirto	25
4.2 Tiedonsiirtoyhteys	26
4.2.1 Langallinen tiedonsiirtoyhteys	26
4.2.2 Langaton tiedonsiirtoyhteys	27
4.3 Kiinteistön sisäverkko (LAN)	29
4.3.1 Langaton lähiverkko (WLAN)	30
4.4 Rakennusautomaation tiedonsiirto	31
5 SUUNNITELMA PIENTALON TIETOJÄRJESTELMISTÄ	32
5.1 Kohde yleensä	32
5.2 Käyttäjien vaatimukset omakotitalon tietojärjestelmille	32
5.3 Talotekniikkajärjestelmät	33
5.3.1 Lämmitysjärjestelmä	33

5.3.2 Ilmanvaihto	34
5.3.3 Sähköistyksen ja valaistuksen ohjaus	34
5.4 Turva-, valvonta- ja paloilmoitinjärjestelmät	35
5.5 Tiedonsiirtojärjestelmät	36
6 YHTEENVETO	37
7 LÄHDELUETTELO	38

TERMINOLOGIA

AppleTalk

Apple-verkoissa käytetty verkkoprotokolla, perustuu solmukäsitteeseen. Jokainen AppleTalk-verkon laite on yksi verkon solmu.

ARP (Address Resolution Protocol)

ARP selvittää IP-osoitteet (L3-tason osoitteet) MAC-osoitteeksi (L2-tason osoitteet). Ethernet-verkossa verkkokortti ja kytkin/reititin muodostavat yhteyden MAC-osoitteiden kautta. Ylemmän tason siirtoprotokollan (esim. TCP/IP) täytyy selvittää ennen IP-kommunikointiyhteyttä kohdelaitteen MAC-osoite ja tähän käytetään ARP:ta.

DDC (Direct Digital Control)

Suora digitaalinen säätö

GPRS (General Packet Radio Service)

Langaton tiedonsiirtoyhteys gsm-puhelimiin, joissa tietoa siirretään ns. paketeina.

I/O-liityntä (Input / Output –liityntä)

Tulo- tai lähtöliityntä

IP-osoite

TCP/IP-verkossa olevan tietokoneen 32-bittinen osoite. Osoite muodostuu neljästä oktetista. Oktetti on binääri-luku, joka esitetään IP-osoitteessa desimaalimuodossa. (esimerkki IP-osoitteesta: 168.111.101.116)

IPX/SPX, (Internet Packet Exchange/Sequential Packet Exchange)

Novell NetWare 2.x – 4.x verkoissa ensisijaisesti käytetty reititettävä protokolla. Nykyisissä NetWare-versioissa käytetään enemmän TCP/IP-protokollaa ja IPX/SPX on valinnainen.

LAN (Local Area Network)

Lähiverkko. Tietokoneiden ja niihin liittyvien laitteiden muodostama verkko pienellä maantieteellisellä alueella.

LCD -näyttö (Liqued Crystal Display -näyttö)

Nestekidenäyttö, jota ohjataan jännitteellä.

LON (Logal Operation Network)

Echelonin kehittämä älykäs ja hajautettu tieto- ja automaatiojärjestelmä.

LVIS

Lämmitys, Vesi ja Viemäri, Ilmastointi, Sähkö

NetBEUI ja NetBIOS

NetBEUI on NetBIOS-yhteysprotokollan siirtoprotokolla. Sitä käytettiin yleisesti IBM- ja Microsoft LAN Manager -verkoissa sekä Windows NT -verkoissa. NetBEUI ei ole reititettävä protokolla, josta johtuen nykyisissä Windows-verkoissa TCP/IP-protokolla korvaa sen.

NTC-tyypin vastus (Negative Thermal Coefficient)

Vastus, jonka resistanssi pienenee, kun lämpötila nousee.

ODBC (Open Database Connectivity)

Tietokantayhteyksien toteutustekniikka, ohjelmointirajapinta.

OPC (OLE for Process Control)

Standardoitu palvelin, joka muodostaa tietokantarajapinnan laitetoimittajien ja ohjelmistojen kehittäjien välille.

PTC-tyypin vastus (Positive Thermal Coefficient)

Vastus, jonka resistanssi suurenee, kun lämpötila nousee

TCP/IP-protokolla (Transmission Control Protocol / Internet Protocol)

Internetissä olevien tietokoneiden väliseen liikennöintiin tarkoitettu protokolla, jota kaikki muut Internetissä esiintyvät protokollat tarvitsevat pohjaksi.

WLAN (Wireless Local Area Network)

Langaton lähiverkko. Tietokoneiden ja niihin liittyvien laitteiden muodostama verkko pienellä maantieteellisellä alueella.

1 JOHDANTO

Insinööriyön tavoitteena oli tutustua kiinteistön tietojärjestelmiin sekä tutkia, millaisia rakennusautomaatio- ja tietoliikennejärjestelmiä on tarjolla omakotitaloihin ja millaisia hyötyjä järjestelmistä saadaan.

Kiinteistön tietojärjestelmien merkitys on kasvanut kiinteistöjä omistaville organisaatioille merkittävästi viime vuosina. Tietojärjestelmistä saatavat tiedot ja kiinteistöjen ohjausmahdollisuudet ovat helpottaneet olennaisella tavalla kiinteistöjen hallintaa. Parantuneet tietoliikenneyhteydet ja rakennusten eri tietojärjestelmien yhteensopivuuden lisääntyminen antavat mahdollisuuden reaaliaikaisesti seurata ja ohjata tilojen ja rakennusten toimintaa.

Kiinteistön tietojärjestelmät integroituvat yhä laajemmin muihin yrityksen tietojärjestelmiin ja tiedonsiirto helpottuu. Sähkömittarit luetaan jo tällä hetkellä kaukoluentana automaattisesti, josta tiedot siirtyvät menekkiseuranta ja laskutusohjelmistoihin. Laskutusohjelma lähettää laskun sovitulla tavalla ja lasku maksetaan suoraveloituksena.

Tietojärjestelmien tulee palvella ihmistä eli seurata ja ohjata kiinteistöä käyttäjien puolesta. Nykyaikainen älykkäästi toimiva kiinteistön tietojärjestelmä huolehtii myös ihmisten mukavuudesta huomioiden lämpötilan, sisäilman laadun, valaistuksen ja turvallisuuden. Automaatiikka voi esimerkiksi sormenjälkitunnistimesta tai sähköisestä avaimesta avata lukituksen, poistaa murtohälytyksen, säätää ilmanvaihdon tarpeen mukaiseksi sekä syyttää perusvalaistuksen. Automaatiikka reagoi erilaisiin hälytystilanteisiin. Esimerkiksi tulipalon sattuessa palohälytys katkaisee sähköt ja ilmanvaihdon sekä kytkee poistumisvalot ja antaa hälytyksen merkkiäänellä sekä tekstiviestillä matkapuhelimeen. Vesivuotohälytys sulkee päävesihanauksen ja lähettää hälytyksen halutulla tavalla.

Omakotitaloihin on saatavana monenlaisia järjestelmiä, joiden avulla säästetään asumiskustannuksia, parannetaan turvallisuutta ja asumismukavuutta sekä helpotetaan kiinteistön hallintaa. Energian hinnan kallistuminen ja tietoko-

neiden yleistyminen ohjaa kiinteistöjen tietojärjestelmien kasvua. Yhä useampi omakotirakentaja suunnittelee kotiinsa automaattisia lämmityksen, ilmastoinnin ja valaistuksen ohjauslaitteita ja panostaa kotinsa turva- ja valvontajärjestelmiin. Useampi tietokone vaatii kotiin myös pienimuotoisen lähiverkon.

2 TALOTEKNIikka

2.1 Lämmitys

Kiinteistössä lämmitystä tarvitaan huonetilojen ja käyttöveden lämmitykseen sekä ilmanvaihdon esilämmitykseen. Lämmitysjärjestelmä muodostuu valitusta energiamuodosta ja lämmönjakotavasta. Sähkö, öljy, maalämpö ja erilaiset puupolttoaineet ovat Suomessa yleisimmät uusien pientalojen lämmityksen energialähteet.

Yhtä oikeaa ratkaisua talon energiamuodoksi ja lämmönjakotavaksi ei ole. Jokaisen on syytä kytkeä yhteen omat mieltymyksensä sekä taloudelliset ja tontin tarjoamat mahdollisuudet. Esimerkiksi maalämmön ja puupolttoaineen käyttömahdollisuudet vaihtelevat tontin sijainnin mukaan. Tärkeä valintakriteeri on myös lämmitysjärjestelmän luotettavuus ja käytön helppous. Valittu lämmitystapa sitoo pitkään. Vaihtoehtoja on hyvä vertailla faktojen perusteella ottaen huomioon rinnakkaisenergiavaihtoehdot sekä energialähteen vaihdettavuus. Esimerkiksi vesikiertoinen lattialämmitysjärjestelmä antaa mahdollisuuden minkä tahansa energiamuodon käytölle.

2.1.1 Vesikiertoinen lämmitys

Yleisin uusiin taloihin asennettavista lämmitysmuodoista on vesikiertoinen lattialämmitys. Vesikiertoisen lämmitysjärjestelmän lämmönjako voidaan toteuttaa myös pattereiden avulla. Energianlähteenä vesikiertoisen lämmityksen yhteydessä voidaan käyttää öljyä, maalämpöä, sähköä tai kiinteää polttoainetta.

Vesikiertoisissa lämmitysjärjestelmissä huonetiloihin menevän veden lämpötilaa säädetään ulkolämpötilan mukaan. Lämmityskattilan tai -varaajan yhteydessä on säädin, joka ulkolämpötila-anturin ja menoveden lämpötila-anturin perusteella säättää kiertävän veden ja lämmitetyn veden sekoitussuhdetta. Lattia-

lämmitykselle on hyvä olla minimi- ja maksimilämpötilat menovedelle. Maksimilämpötila estää liian kuumen veden pääsemisen lattialämmitysputkistoon. Tämä voisi vahingoittaa lattiarakenteita. Menoveden minimilämpötila tarvitaan kesäaikana, jolloin lattialämmityksellä pidetään pesutiloissa ja mahdollisesti muissakin kivipintaisissa lattioissa pieni lämpö.

Älykkäimmissä lämmönsäätimissä on digitaalinen ohjauspaneeli ja LCD-näyttö, jolloin lämmitysjärjestelmän säätö paikallisesti on yksinkertaista ja helppoa. Näihin on yleensä mahdollista kytkeä gsm-modeemi, jolloin kiinteistön tapahtumia ja kulutusarvoja voidaan seurata ja ohjata paikallisen ohjauspaneelin lisäksi myös gsm-puhelimella.

Huoneilman lämpötilan mittaus tapahtuu huonekohtaisesti oman termostaatin avulla, jolloin järjestelmä ”haistaa” ilman lämpötilan ja säätää lämmitysjärjestelmän veden virtausta asetusarvojen mukaisesti. Huonetermostaatti reagoi silloin, kun lämpökuormaa tulee sisälle normaalia enemmän (auringon paiste, paljon vieraita, takan käyttö) tai halutaan henkilökohtaisia lämpötilan säätömahdollisuuksia. [1]

2.1.2 Sähkölämmitys

Sähkölämmitykseen on tarjolla useita vaihtoehtoisia lämmitysratkaisuja. Yleisin uusiin taloihin asennettava sähkölämmitysjärjestelmä on lattialämmitys. Sähkölämmityksen voi toteuttaa myös pattereilla, kattolämmityksenä, ikkunalämmityksenä tai näiden yhdistelmänä. Varaavan sähkölämmityksen voi toteuttaa myös vesikiertoisena.

Sähkölämmityksessä lämpöä säädetään huonekohtaisesti joko lattiatermostaateilla, huonetermostaateilla tai molemmilla. Yksinkertaisin säätö tapahtuu pelkästään lattiatermostaateilla, joilla säädetään lattian lämpötilaa tai varaavassa järjestelmässä varauksen maksimilämpötilaa. Säätö pitää tällöin tehdä kokemuksen mukaan, koska säädin ei mittaa huonelämpötilaa vaan lattialäm-

pötilaa. Vakaampi sisälämpötila saadaan aikaan huonetermostaateilla, joilla mitataan ja säädetään suoraan huonelämpötilaa. Tällöin pitää olla joko lattiassa jatkuva lämmitys tai varaavan lattialämmityksen lisäksi esim. kattolämmitys, jolla säädetään huonelämpötila sopivaksi.

Älykkäiden lämmönohjaus- ja valvontajärjestelmien avulla voidaan sähkölämmitystä ohjata myös kauko-ohjauksella. Tämä helpottaa esimerkiksi vapaa-ajan asunnon lämmönsäätöä ja -valvontaa. Kauko-ohjaus tapahtuu joko Internetin kautta PC:llä tai gsm-puhelimella. [1]

2.2 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon tarkoituksena on poistaa asunnon ja muiden oleskelutilojen sisäilmasta epäpuhtauksia ja samalla huolehtia puhtaan korvausilman saannista. Vanhemmat ilmanvaihtojärjestelmät ovat yleensä painovoimaisia. Painovoimaisen ilmanvaihtojärjestelmän toiminta perustuu ulko- ja sisäilman lämpötilaeroon ja tuulen vaikutukseen. Lämmin ja käytetty ilman poistuu katolle johdettujen poistokanavien kautta ulos, ja korvausilma otetaan huonekohtaisesti raitisilmaventtiileistä tai hallitsemattomasti rakenteiden epätiiveyskohtien kautta.

Nykyään ilmanvaihto toteutetaan lähes poikkeuksetta koneellisesti. Koneellinen ilmanvaihto varustettuna lämmön talteenotolla on tehokas ja taloudellinen ratkaisu. Koneellisessa ilmanvaihdossa suodatettua ja lämmityskaudella myös lämmitettyä tuloilmaa tuodaan kaikkiin makuuhuoneisiin, oleskelutiloihin ja saunaan sekä takan yläpuolelle tehostamaan takan ilmansiirtoa. Näistä tiloista ilma kulkeutuu tiloihin, joista se kosteana tai likaantuneena poistetaan ulos. Kostea ilma poistetaan saunasta, pesuhuoneesta, wc-tiloista ja kodinhoituhuoneesta. Lisäksi poistoventtiileitä on vaatehuoneissa ja keittiössä sekä asuintilaan liittyvissä varastoissa. Keittiön kärynpoisto toteutetaan erillisellä liesituulettimella tai huippumuri-liesikupuyhdistelmällä. Jäteilma poistetaan koneesta kattoläpiviennin kautta ulos, ja uutta raikasta ilmaa otetaan talon ”viileämmältä” puolelta joko seinään tai räystäään alle sijoitetun raitisilmasäleikön kautta. Lämmityskau-

della lämmöntalteenotto (LTO) käyttää poistuvan ilman lämpöä sisään otettavan ilman lämmittämiseen. [1]

Ilmastoinnin automaattiset säätölaitteet tuovat tarkkuutta ja tehokkuutta ilmastoinnin säätöön. Ilmastointilaitteessa on digitaalinen ohjauspaneeli ja LCD-näyttö, josta ilmastointia säädetään. Ilmastointilaitte voidaan varustaa myös järjestelmällä, joka mahdollistaa ilmastoinnin säädön etäyhteytenä PC:n tai gsm-puhelimen avulla. Säädin tunnustelee ilmanvaihdon tarpeellisuutta mittaamalla ilman lämpötilaa, kosteutta ja hiilidioksidipitoisuutta ja ohjaa tätä kautta ilmanvaihtokojeen toimintaa. Tilan ilmanvaihtoa voidaan ohjata myös liiketunnistimien avulla, jolloin ilmanvaihto kytkeytyy päälle, kun tilassa on ihmisiä, ja hoitaa ohjelmoidun jälkituuletuksen, kun kaikki ihmiset ovat poistuneet. Tarpeenmukaisella ilmanvaihdolla säästetään energiaa ja parannetaan asunnon viihtyisyyttä. [2]

2.3 Sähköistys ja valaistus

Sähköistys on nykyaikaisen talon toimivuuden kannalta välttämätön. Kodin mukavuusvarusteet, kuten viihde-elektroniikka, tietokoneet, keittiökoneet, pesukoneet, kuivausrummut, valaistus, poreammeet, sauna ja jopa sängyt toimivat nykyään sähköllä. Usein myös lämmitys ja ilmanvaihto ovat sähkötoimisia. Sähkölaitteiden ja sähköisten järjestelmien määrä pientalossa on kasvanut ja kasvaa tasaisesti. Sähkö tuo mukanaan mukavuutta ja turvallisuutta.

Sähköistyksen suunnittelu aloitetaan miettimällä, mitä kussakin huoneessa aiotaan tehdä, miten huone aiotaan kalustaa sekä millaisia sähkölaitteita siellä käytetään ja tarvitaan perheen jokapäiväisessä elämässä. Harrastukset, kuten tietotekniikka, kotiteatteri, musiikin kuuntelu, akvaario tai kotipuutarha vaatii omat sähköiset valintansa. Kiinteiden kalusteiden, kuten kaapistojen sijoitus vaikuttaa pistorasioiden, kytkinten ja valaisinten sijoitukseen. Siksi esimerkiksi keittiökalusteiden ja kodinkoneiden paikat on oltava selvillä ennen sähkösuunnitelman valmistumista.

Sähköistyksen yhteyteen kuuluu myös sähköisiä ohjausjärjestelmiä, joiden avulla parannetaan talon turvallisuutta ja helpotetaan sähkölaitteiden käyttöä. Ohjausjärjestelmällä voidaan ohjata yksilöllisesti esimerkiksi valaistusta ja lämmitystä sekä pistorasioiden ja sähkölaitteiden kellokytkin- ja ajastintoimintoja, valvoa rakennuksen teknisiä toimintoja sekä lähettää ja vastaanottaa hälytyksiä. Järjestelmää ohjataan perinteisesti kytkimillä, pienjännitepainikkeilla, kaukosäätimellä tai kaukovalvontana joko internetin kautta PC:llä tai gsm-puhelimella. Lisäksi voidaan käyttää automaattisia toimintoja, kuten reittivalaistusta, jolloin haluttu valaistus saadaan päälle yhdestä painikkeesta. Ajastimet ja liikeilmaisimet voidaan ohjelmoida huolehtimaan valojen sammuttamisesta, kun niitä ei tarvita. Sähköistyksen ohjausjärjestelmään voidaan asentaa myös kotona/poissa kytkin, jolloin asunnosta poistuttaessa sammuvat kaikki valot eikä liesi tai silitysrauta jää päälle. Myös veden pääsulku voidaan sulkea automaattisesti vesivahinkojen estämiseksi. Kotona/poissa-kytkin voidaan ohjata säätämään myös ilmanvaihtoa ja lämmitystä. [1] [3]

Valaistuksen tarkoituksena ei ole pelkästään valon tuottaminen. Valaistuksella voidaan korostaa sisustusratkaisuja. Perinteisesti valaistusta ohjataan ovien pieliin sijoitetuista kytkimistä. Nykyisillä valonohjausjärjestelmillä saadaan useiden valaisinryhmien valoa säädettyä keskitetysti yhdestä tai useammasta pisteestä. Esimerkiksi sängystä ei tarvitse nousta sytyttämään tai sammuttamaan valoja, jos sängyn viereen on asennettu oven pielessä olevan kytkimen lisäksi toinen kytkin. Hyvän ratkaisun valaistuskytkimien vapaaseen sijoittamiseen tarjoavat johdotonta infrapunaohjausta käyttävät kytkimet. Kytkimien paikkaa voidaan helposti vaihtaa tai vaikka lisätä useita kytkimiä. Infrapunaohjaus mahdollistaa myös kaukosäätimen käytön. Valaistuskytkimille voidaan ohjausjärjestelmällä ohjelmoida erilaisia yhteissytytys- ja yhteissammutustoimintoja. Kytkimen voi ohjelmoida ohjaamaan useita jopa eri huonetiloissa olevia valaisimia, esimerkiksi makuuhuoneen, porraskäytävän ja wc:n valaisimet voidaan sytyttää ja sammuttaa makuuhuoneessa olevalla kytkimellä. [3]

2.4 Turva- ja valvontajärjestelmät

Asuinkohteen turvallisuutta voidaan lisätä rakenteellisten ratkaisujen lisäksi elektronisilla turvajärjestelmillä. Asuinkiinteistöjen turvajärjestelmät voivat olla joko langallisia tai langattomia ja ne voidaan yhdistää esimerkiksi gsm-puhelimeen. Hätätilanteessa turvajärjestelmän keskusyksikkö ottaa yhteyttä etukäteen ohjelmoituihin puhelinnumeroihin. Kotiin tultaessa ulko-oven tai portin avaus voidaan hoitaa sormenjälkitunnistimella tai puhelinsoitolla.

Rikosilmoitinjärjestelmissä käytettävät ilmaisimet ovat tyypiltään mm. passiivisia infrapunahavaintimia, aktiivisia infrapunalinjoja, mikroaaltoilmaisimia, ikkunakoskettimia, kuuntelevia lasinrikkoilmaisimia ja runkoääni-ilmaisimia. Rikosilmoitinjärjestelmässä ilmaisimet ovat silmukassa ja ne voivat olla joko osoitteettomia tai osoitteellisia. Silmukassa tapahtuvat muutokset aktivoivat järjestelmän ilmoitinkeskuksen, joka suorittaa paikallishälytyksen ja kaukohälytyksen ilmoituksensiirtojärjestelmän kautta esim. vartiointiliikkeellä tai kiinteistön omistajan gsm-puhelimeen.

Vuodonilmaisinjärjestelmä ilmoittaa asukkaalle vesivuodosta hälyttämällä merkkivalolla tai -äänellä. Kehittyneimmissä järjestelmissä hälytys voidaan ohjata myös gsm-puhelimiin. Vuodonilmaisimet reagoivat joko kosketuksesta veteen tai ne seuraavat päävesimittarista veden kulutusta ja reagoivat, jos kulutus on jatkuvaa pitemmän aikaa. Veteen reagoivissa antureissa on teippi, joka kiinnitetään lattiapintaan tai seinän alaosaan vuodon kannalta riskialttiiseen paikkaan. Kun teippianturi joutuu veden kanssa kosketuksiin, suorittaa vuodonilmaisinjärjestelmä hälytyksen. Teippianturi asennetaan esim. astianpesukoneen, vesivaraajan tai muun vesilaitteen alle, josta voi laitteen tai putken rikkoutumisen seurauksena tulla vettä lattialle. [3]

2.5 Paloilmoitinjärjestelmä

Paloilmoitinjärjestelmä varoittaa kiinteistössä olevia ihmisiä ja tekee paloilmoituksen aluehälytyskeskukseen tai päivystävälle huoltoliikkeelle automaattisesti tulipalon sattuessa. Palovaroitinjärjestelmä koostuu yksittäisistä palovaroittimista tai palovaroitinryhmistä. Yksinkertaisin palovaroitin on huonetilaan asennettava patterikäyttöinen hälytin, joka tunnistaa savun ja hälyttää huoneistossa olevat henkilöt. Palovaroitinjärjestelmä on monimutkaisempi ja se koostuu palovaroittimista, palovaroitinryhmistä ja keskusyksiköstä. Hälytys yhdessä palovaroittimessa aiheuttaa hälytyksen myös keskusyksikössä ja tarvittaessa muissa siihen liitetyissä palovaroittimissa.

Paloilmoitinjärjestelmiä on markkinoilla monentasoisia. Jos paloilmoitus siirretään aluehälytyskeskukseen, vaatii järjestelmä sisäasiainministeriön pelastusosaston hyväksynnän. Paloilmoitinjärjestelmässä tulee olla kaksi erillistä virtälähdettä (verkkovirta sekä akut) sekä hälyttimet, jotka on pystyttävä havaitsemaan kaikkialla kiinteistössä. Lisäksi järjestelmään kuuluu erityyppisiä ilmaisimia ja paloilmotuspainikkeita, sekä jatkuvasti valvottu liitäntä aluehälytyskeskukseen. Paloilmoitinjärjestelmää ei saa integroida muihin järjestelmiin.

Jos paloilmoitinjärjestelmän hälytykset siirretään esim. päivystävälle huoltomiehelle tai omistajan puhelimeen, ei järjestelmän tarvitse täyttää viranomaisvaatimuksia ja tällöin järjestelmän voi myös integroida vapaasti muihin järjestelmiin. Paloilmoitinjärjestelmien ilmaisimet reagoivat joko savuun, liekin ultraviolettisäteilyyn tai lämpöön. Ilmaisimet voivat olla joko osoitteettomia tai osoitteellisia. Osoitteettomasta ilmaisimesta hälytystieto saadaan silmukan tarkkuudella. Osoitteellisessa ilmaisimesta hälytystieto saadaan ilmoitinkeskukseen ilmaisimen tarkkuudella [3].

3 RAKENNUSAUTOMAATIO

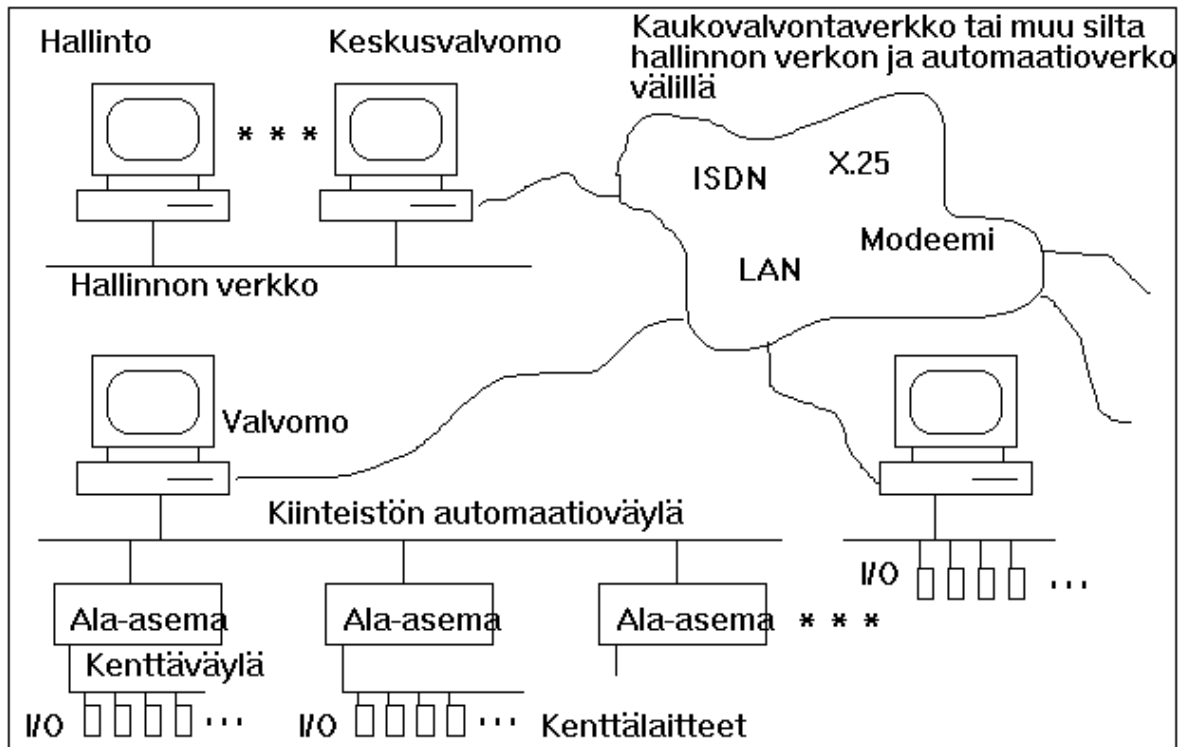
Rakennusautomaatio määritellään erilaisiksi automaattisiksi säätö-, valvonta-, ohjaus- ja hälytystoiminnoiksi, joiden avulla hallitaan kiinteistöjen LVIS-toimintoja. Rakennusautomaatiojärjestelmien merkitys on kasvanut huomattavasti 1990-luvulta lähtien. Rakennusautomaatiosta saatavat tiedot ja kiinteistöjen ohjausmahdollisuudet ovat helpottaneet kiinteistöjen hallintaa. Yhä parantuneet tietoliikenneyhteydet ja rakennuksen eri automaatiolaitteiden yhteensopivuus on mahdollistanut kiinteistön omistajien ja huoltohenkilökunnan seurata ja ohjata reaaliaikaisesti kiinteistöjen toimintoja. [4]

3.1 Rakennusautomaatiojärjestelmän hierarkkinen rakenne

Rakennusautomaatiojärjestelmät rakentuvat yleensä seuraavista hierarkkisista tasoista:

- hallintojärjestelmätaso, joka toimii linkkinä kiinteistön muihin tietojärjestelmiin
- valvomotaso järjestelmän operointia varten
- alakeskustaso säätö-, ohjaus- ja valvontatoimintojen toteuttamiseen
- kenttälaitetaso (mittausanturit ja toimilaitteet)
- väyläratkaisut.

Kuva 1 havainnollistaa tyypillisen rakennusautomaatiojärjestelmän hierarkkista rakennetta.



Kuva 1. Rakennusautomaatiojärjestelmän hierarkkinen rakenne

Eri hierarkiatasoja yhdistää tiedonsiirtojärjestelmä. Fyysisesti hallintojärjestelmän verkko voi olla kiinteistön mikroja yhdistävä lähiverkko. Alakeskukset yhdistetään toisiinsa valvomolaitteiston tiedonsiirtoyhteydellä, jota kutsutaan joko runkoväyläksi tai alakeskusväyläksi. Tässä väylässä siirtyvät erilaiset hälytys-, mittaus-, ohjaus- ja säätöinformaatiot valvomon ja alakeskusten välillä. Varsinaisen valvomo toimii käyttöliittymänä kentän ja alakeskusten välillä. Valvomo-tasolla järjestelmää ohjataan ja valvotaan yleensä PC-laitteistolla, johon liitetyllä kirjoittimella voidaan tulostaa hälytystietoja ja raportteja. Käyttöliittymänä on yleensä Windows-pohjainen graafinen liittymä. Nykyiset ATK-verkot mahdollistavat useiden eri valvomoiden liittymät toisiinsa. Intranet- ja Internetverkkojen lisääntyminen on tuonut käyttöön myös ns. selainkäyttöiset valvonnan ohjelmit, jolloin toimintoja on saatu jaettua myös yleiskäyttöön. [4]

3.1.1 Valvomolaitteet

Valvomon keskusyksiköt on lähes poikkeuksetta toteutettu yleiskäyttöisellä PC:llä. Valvomot liitetään toisiinsa pääsääntöisesti ATK-verkkojen avulla käyttäen TCP/IP-osoitteistoja. Internet ja intranet ovat myös yleistymässä valvomojen ja alakeskusten välisenä tiedonsiirtona.

Operointilaitteet ovat joko alakeskuksissa olevia kiinteitä päätelaitteita tai mukana kuljetettavia erillislaitteita. Kiinteiden päätelaitteiden näytöt ovat LCD-tyyppisiä tekstinäyttöjä, joissa on joko valmiiksi ohjelmoidut näytöt tai asiakaskohtaisesti tehtäviä käyttöliittymiä. Kiinteiden päätelaitteiden ohella käytössä voi olla myös kannettavia PC-laitteita tai gsm-puhelimia, joilla voidaan ottaa yhteys päävalvomoon. [4]

3.1.2 Alakeskuslaitteet

Kenttälaitteet liitetään alakeskuksen tulo- ja lähtöpiireihin eli ns. fyysisiin I/O-liityntäpisteisiin. I/O-liityntäpistetyyppinä on monenlaisia ja tyyppin valinta riippuu kenttälaitteesta. Eri I/O-liityntäpistetyypit ja liityntäpisteiden käyttötarkoitus on kerrottu seuraavassa listassa, joka on koottu tiivistetysti kirjasta Rakennusautomaatiojärjestelmät [4, s. 97 - 99]:

- **DI-pisteet.** Digitaalisten tulopisteiden avulla liitetään erilaisia kosketintietoon perustuvat hälytykset ja tilatiedot alakeskukseen.
- **AI-pisteet.** Erilaiset mittausanturit liitetään alakeskuksen analogisiin tulopisteisiin. Anturien mittaussignaalit ovat yleensä joko NTC- tai PTC-tyyppin vastuksia lämpötiloja mitattaessa.
- **Pulssilaskentapisteet.** Pulssilaskentatuloja käytetään lähinnä kulutusmittareiden kuten vesi-, energia- ja sähkömittareiden liittämiseen alakeskuksen.
- **DO-pisteet.** Digitaalisilla lähdoilla toteutetaan erilaiset on/off-tyyppiset toiminnot.
- **AO-pisteet.** Portaattomalla jänniteviestillä ohjattavat peltien ja venttiilien toimilaitteet liitetään analogisiin lähtöihin.

Alakeskusten rakennevaihtoehtoja on myös useita. Rakennevaihtoehdot on kerrottu tiivistetysti seuraavassa listassa, joka on koottu kirjasta Rakennusautomaatiojärjestelmät [4, s. 100 - 101]:

- Hajautetussa alakeskusjärjestelmässä toiminnot on hajautettu moduuleihin, jotka kommunikoivat suoraan väylässä toisten moduulien kanssa. Näin ollen säädöt ja ohjaukset ovat omissa järjestelmissään. Yleisin hajautettu alakeskusjärjestelmä on LON (Logical Operation Network).
- Modulaarinen alakeskus koostuu toimintokorteista tai -moduuleista, jotka kootaan korttikehikkoon tai pistokeliitännäisiin moduulipohjiin.
- Kiinteäpistemääräinen alakeskus koostuu yhdestä elektroniikkakortista, jolla on kiinteä I/O-liityntäpistemäärä, prosessori, virtalähde ja jne.
- Paikallinäyttöisiä alakeskuksia on yleensä mahdollisuus ohjata paikallisilla näyttö- ja ohjausyksiköillä. Niissä on yleensä LCD-näyttö sekä toimintonäppäimistö.
- Alakeskuslaitekaapit ovat laitekaappeja, johon alakeskus ja mahdollisesti muut prosessin ohjauslaitteet asennetaan.

3.1.3 Ohjelmistot

Alakeskusten toiminnot toteutetaan ohjelmallisesti. Ohjelmistot tarvitsevat käyttöjärjestelmän, jonka tulee pystyä suoriutumaan useista yhtäaikaisista prosesseista. Seuraavassa on muutama prosessinhallintaohjelma, jotka on koottu kirjasta Rakennusautomaatiojärjestelmät [4, s. 101 - 106]:

- säätöohjelmat
- aikaohjelmat
- tapahtumaohjelmat
- energianhallintaohjelmat
- huipputehon rajoitus
- hälytysten käsittely
- tietojen tallennus

3.1.4 Kenttälaitteet

Anturit voivat olla joko aktiivisia tai passiivisia. Passiiviset anturit eivät tarvitse erillistä virtalähdettä, vaan ne generoivat mitattavaan suureeseen verrannollisen jännitteen tai muuttavat vastustaan. Aktiiviset anturit tarvitsevat erillisen energialähteen. Aktiivisissa antureissa suoritetaan muunnos fysikaalisesta suureesta sähköiseksi signaaliksi mittaussosassa, josta signaali siirtyy lähetinosan välityksellä eteenpäin. Rakennusautomaatiojärjestelmissä antureilla mitataan pääasiassa lämpötilaa, painetta, kosteutta ja valonvoimakkuutta.

Toimilaitteet voidaan jakaa portaattomasti ohjattaviin tai on/off-toimisiin. Portaattomasti ohjattavia toimilaitteita ovat tyypillisesti säätöventtiilit. Portaattomasti ohjattavien toimilaitteiden säätöviesti on sähköinen tai pneumaattinen. On/off-toimisista toimilaitteista yleisimmät ovat magneettiventtiilit. [4]

3.2 Rakennusautomaatiojärjestelmät

Perinteisissä rakennusautomaatiojärjestelmissä 1980–1990-luvuilla eri toimintojen ohjaus on toteutettu joko manuaalisesti tai automaattisesti keskitetyillä automaatiojärjestelmällä eli DDC:llä (Direct Digital Control). Keskitetyssä järjestelmässä älykkyys on keskustietokoneessa. Keskitetyssä järjestelmässä muutoksien ja laajennuksien toteuttaminen muiden toimittajien laitteilla on hankalaa. Ongelmaksi on muodostunut myös DDC-järjestelmän hankala muunneltavuus ja suljettu järjestelmä. [5]

1990-luvun lopussa alkoivat yleistyä hajautetut ja avoimet järjestelmät. Avoin väyläteknikka antaa mahdollisuuden rakentaa hajautettuun älykkyyteen perustuvia ohjausjärjestelmiä. Älykkyys on kenttälaitteisiin rakennettua prosessoria ja muistikapasiteettia. Tämä mahdollistaa sen, että jokainen solmu voi itsenäisesti valvoa, säätää, ohjata, tiedottaa ja kommunikoida kulloinkin voimassa olevien ehtojen mukaan. Eli verkko ei välttämättä tarvitse keskitettyä ohjausta lainkaan. Avoin järjestelmä on usean automaatiotoimittajan käyttämä väyläratkaisu,

ja siihen voidaan rakennusautomaatiojärjestelmän lisäksi liittää useampia sähköisiä tietojärjestelmiä, kuten kulunvalvonta-, murtosuojaus- ja palovaroitinjärjestelmä. Tällöin eri toiminnot käyttävät yhteistä kaapelointia ja protokollaa eli järjestelmä on avoin kaikille toimittajille. [6] [7]

3.2.1 Avoin ja hajautettu järjestelmä (LonWorks)

Nykyisin rakennusautomaatiossa yleisin käytössä oleva avoin ja hajautettu järjestelmä on LonWorks. LonWorks-väylän verkko on digitaalinen ja kaksisuuntainen sarjaväyläinen ja monipisteyhteyksinen. Verkkoon liittyy yksittäisiä laitteita, kuten säätimiä, kytkimiä ja antureita. Laitteet mahdollistavat yhteyden kenttälaitteisiin ja kommunikoivat niiden kesken.

Lon-väylän etuna on myös reaaliaikaisuus, tiedonsiirron täsmällisyys ja tarkkuuden lisääntyminen analogiseen menetelmään verrattuna. Digitaalinen väylä korvaa perinteisen analogisen signaalin. Lon-verkon perusidea on useiden laitteiden ohjauksen saattaminen laitevalmistajista riippumattomalle väylälle. Lon-verkoissa älykkäät solmut kommunikoivat keskenään. Solmut lähettävät sanomiaan väylälle kilpavarausperiaatteella eli ne seuraavat väylän liikennettä ja kun huomaavat sen vapaaksi, lähettävät sanomapaketin.

LonWorks-verkko voidaan yhdistää tarvittaessa yrityksen lähiverkkoon jolloin mistä tahansa verkon koneesta voidaan muuttaa asetuksia (esim. säätää toimiston lämpötilaa). Kaukovalvonta voidaan hoitaa yhdistämällä LonWorks-verkko sitä hallinnoivan PC:n tai lähiverkon reitittimen kautta julkiseen verkkoon. Liitäntä voidaan tehdä myös esim. OPC-tai ODBC-tietokannan kautta Web-palvelimesta käytettäväksi. [7, s 2-1 – 2-2]

3.2.2 Lon-verkon rakenne

Lon-verkon osia ovat pääverkko, aliverkot, kanavat, segmentit, ryhmät ja solmut. Ylimpänä hierarkiassa oleva pääverkko on solmuista koottu looginen kokonaisuus, jossa voidaan käyttää useita erilaisia tiedonsiirtotyyppjä, esimerkiksi parikaapelia ja radiotaajuutta. Hierarkian toisella tasolla olevat aliverkot ovat paikallisia verkkoja yhdellä tai useammalla kanavalla. Pääverkossa voi olla enintään 255 aliverkkoa.

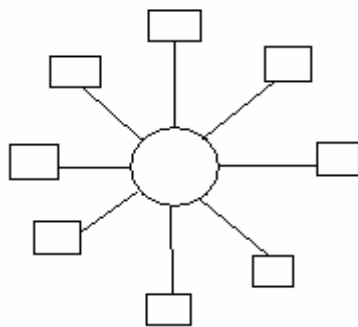
Kolmannella tasolla ovat solmut. Jokaisessa aliverkossa voi olla enintään 127 solmua, joiden pitää kuulua samaan kanavaan. Järjestelmässä saa olla enintään 256 ryhmää ja yksi solmu voi kuulua enintään 15 ryhmään. Käytettäessä viestimuotona aidontamista, saa ryhmään kuulua enintään 64 solmua. Jos käytetään viestimuotona kertaviestiä, jolle ei odoteta kiittausta, ei solmujen määrää rajoiteta. Yksi solmu voi kuulua enintään kahteen pääverkkoon. Solmulla on vain yksi pääverkko- ja aliverkko- sekä solmuosoite, johon se kuuluu. Koko järjestelmässä voi olla enintään 32 385 solmua. Jokainen solmu liittyy kanavaan. Kanava voi jakautua segmentteihin, jotka ovat osa väyläkaapelia. Reittimet liittävät kanavat yhteen. [7, s 5-1]

4 TIETOLIIKENNEJÄRJESTELMÄT

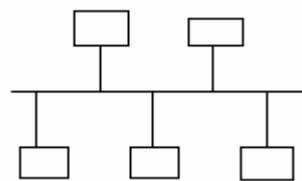
Kiinteistön tietoliikennejärjestelmät mielletään nykyisin kiinteistön perusjärjestelmäksi aivan kuten lämmitys, valaistus ja sähkö. Tietoliikennejärjestelmät jakautuivat ennen analogiseen puheen siirtoon ja digitaaliseen tiedon siirtoon. Tällöin rakennusten puhelinverkot ja dataliikenteen lähiverkot olivat täysin erillään toisistaan. Nykyjään myös puhelimet ovat digitaalisia, jolloin kaikki tiedon siirto tapahtuu digitaalisesti. [5]

4.1 Tiedonsiirto

Tiedonsiirrossa on kyse kahden tai useamman osapuolen välisestä yhteydestä, joiden välillä siirretään tietoa. Yksinkertaisessa yhteydessä on kaksi päätelaitetta yhdistetty toisiinsa. Monipisteyhteydessä on useita päätelaitteita yhdistetty samaan solmuun. Verkon topologiasta eli rakenteesta tavallisimmat ovat tähti, väylä ja rengas. Kuvassa 2 on esitetty periaatteellinen esitys tähti- ja väyläverkoista.



Tähti



Väylä

Kuva 2. Tähti- ja väyläverkkotopologiat

4.2 Tiedonsiirtoyhteys

Tiedonsiirtoyhteys voi olla langallinen tai langaton. Langallisessa verkossa tiedonsiirtoyhteys voidaan toteuttaa mm. kierrettyllä parikaapelilla, koaksiaalikaapelilla, valokuitukaapelilla tai olemassa olevassa sähköverkossa. Langattomia tiedonsiirtotapoja on mm.

- langaton puhelinverkko (GSM, HSCSD, GPRS, EDGE ja UMTS)
- pikoverkot (IrDA-verkko, Bluetooth)

4.2.1 Langallinen tiedonsiirtoyhteys

Kierretty parikaapeli muodostuu kahdesta toisistaan eristetystä symmetrisestä kaapeliparista. Nimitys kierretty parikaapeli johtuu siitä, että johtimia on siirron laadun parantamiseksi kierretty toistensa ympärille.

Koaksiaalikaapeli muodostuu kolmesta osasta. Ulommaisena on pvc-kuoren suojaama metallinen eristejohdin. Sen sisällä on eristekerros ja sisimpänä varsinainen signaalijohdin. Koaksiaalikaapelilla siirrettäessä voidaan päästä 1,25 Mbps tiedonsiirtonopeuteen.

Valokuitukaapeli muodostuu kahdesta kerroksesta, joiden optiset taitto-ominaisuudet ovat erilaiset. Tämä aiheuttaa valon kokonaisuheijastumisen kuidun sisällä. Kuituoptiikka on vielä varsin uutta tekniikkaa, mutta nopeimmin yleistyvä kaapeleiden ryhmä. Valokuidun hyviä puolia ovat mm. suuri tiedonsiirtonopeus ja -etäisyys, sähkömagneettisten häiriöiden sieto ja kaapelin pienuus.

Olemassa olevan sähköverkon käyttö tiedonsiirtotienä ei aiheuta lisäkaapelointeja. Sähköverkon käyttö siirtotienä perustuu siihen, että verkkojännitettä moduloidaan suuritaajuisemmalla signaalilla. Vastaanottimessa datajännite erotetaan verkkojännitteestä. Mm. sähkölaitokset käyttävät tätä tekniikkaa omissa sovelluksissa.

4.2.2 Langaton tiedonsiirtoyhteys

Ensimmäinen digitaalinen matkapuhelinverkko (GSM-verkko) avattiin kaupalliseen käyttöön vuonna 1992. GSM-järjestelmä on toteutettu soluverkkona ja se käyttää tavallisesti 900 MHz:n, 1800 MHz:n ja 1900 MHz:n taajuuksia. GSM-verkossa puhe/data muuttuu digitaaliseen muotoon ja siirtyy sitten langattomasti voimakkaimpaan eli yleensä lähimpään tukiasemaan. Alussa GSM-matkapuhelinverkkoa käytettiin lähes yksinomaan puheen siirtoon. Erilaiset puhelinten ja tietokoneiden välimuodot ovat kuitenkin hiljalleen siirtämässä myös tietoliikennettä GSM-verkkoon. GSM-järjestelmän tiedonsiirtonopeus on 9,6 kbps, mikä mahdollistaa joidenkin langattomien tiedonsiirtopalveluiden käytön. [8]

Tiedon siirtotarpeen kasvu pakotti kuitenkin kehittämään GSM-verkkoa. Keksittiin tekniikka, joka mahdollistaa useamman aikavälin käytön samanaikaisesti tietoa lähetettäessä ja vastaanottaessa, mikä kaksin- tai kolminkertaistaa tiedonsiirtonopeuden. Tästä tekniikasta käytetään nimitystä HSCSD (High Speed Circuit Switched Data). [8]

GPRS (General Packet Radio Service) on GSM-matkapuhelinverkoissa käytettävä tiedonsiirtotekniikka, jonka avulla dataa lähetetään ja vastaanotetaan paketteina. GPRS-yhteyden avulla yhteys verkkoon pysyy aina päällä, mikä nopeuttaa tiedon etsintää. GPRS on erinomainen tiedonsiirtotapa erilaisille langattomille sovelluksille, joissa tietoa siirretään ns. paketteina. Tällaisia ovat mm. WAP-pohjaisten tietojen hakusovellukset ja erilaisten tietokantojen käytön mahdollistavat sovellukset. GPRS-verkon tiedonsiirtonopeus on nelinkertainen tavanomaisiin GSM-järjestelmiin verrattuna. [8]

EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) eli (E)GPRS on GSM:n laajennus, ja se mahdollistaa neljä kertaa nopeamman datasiirron GPRS:ään verrattuna. EDGE rakennetaan GSM-ydinverkon päälle, jota hieman muokataan. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että GSM-ydinverkko on muutettava sellaiseksi, että kanavakohtaisia nopeuksia voidaan nostaa ja radiotien modulointia muutetaan siten, että se sallii suuremman bittimäärän siirtämisen GSM-verkon

aikavälissä. EDGE:n avulla voidaan kasvattaa radiotiellä siirrettävän tiedon määrää muuttamatta GSM-verkon rakennetta. EDGE-verkon päätelaitteeksi ei kelpaa tavallinen GSM-puhelin, vaan tätä varten tarvitaan laite, joka pystyy toimimaan perinteisessä GSM-verkossa ja EDGE-verkossa. Kyseessä on siis vähintään GSM900/GSM1800-yhteensopiva puhelin, joka tukee kahta erilaista modulointitapaa [8].

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) on suunniteltu nopeaan langattomaan tiedonsiirtoon. Yhteys voidaan luoda GRPS-systeemillä täydennettyyn GSM-verkkoon, ISDN-verkkoon tai Internet-protokollaan perustuviin verkkoihin (TCP/IP) liitännäverkon avulla. UMTS-verkon suurin tiedonsiirtonopeus voi olla jopa 2 Mbps päätelaitteen liikkeessä hyvin pienillä nopeuksilla. Yhdellä käyttäjällä voi olla samanaikaisesti monta erityyppistä yhteyttä auki, kuten ääni, video ja datayhteydet. UMTS:n tarkoitus on toimia ympäri maailmaa missä tahansa. Vaikeissa olosuhteissa vain siirtonopeudesta joudutaan tinkimään. [9]

IrDA (Infrared Data Association) eli infrapunatekniikka on kehitetty lyhyen kantaman tiedonsiirtoon. Infrapunatekniikassa käytetään infrapunavaloa siirtämään tietoa, eli se vaatii toimiakseen joko suoran tai heijastetun näköyhteyden tietoa välittävien koneiden kesken, koska valo ei pysty läpäisemään läpinäkymättömiä esteitä. Infrapunatekniikalla ei tämän vuoksi voida rakentaa kovin laajoja verkkoja. [10]

Bluetooth on lyhyen kantaman langaton radiotekniikka. Se mahdollistaa tiedon siirron alle 10 m:n etäisyyksillä toisistaan sijaitsevien puhelimien, tietokoneiden ja muiden laitteiden välillä. Bluetooth-tekniikka muodostuu laitteisto-, ohjelmisto- ja yhteistoiminnallisuusvaatimuksista. Se muodostaa yleisen sillan olemassa olevien dataverkkojen ja oheislaitteiden välille. Bluetooth mahdollistaa myös laitteiden liittämisen toisiinsa väliaikaisesti ilman kiinteitä verkkoyhteyksiä. [11]

4.3 Kiinteistön sisäverkko (LAN)

Kiinteistön sisäinen tiedonsiirto tapahtuu pääasiassa lähiverkon (LAN) avulla.

Lähiverkko koostuu seuraavista laitteista: [12]

- työasemat
- palvelimet
- kaapelointi
- verkkolaitteet (keskitin, kytkin, reititin, palomuuuri)
- oheislaitteet

Yleisin lähiverkkojen kaapelointijärjestelmä on tähtimäinen parikaapelointi eli ns. yleiskaapelointi. Yleiskaapelointi on sovelluksesta riippumaton tietoliikennekaapelointi, jota on helppo muunnella. Yleiskaapelointia voidaan hyödyntää myös rakennusautomaation sekä turva- ja valvontajärjestelmien tiedonsiirtoon.

Yleiskaapelointi on ATK-järjestelmistä ja -laitteista riippumaton määrämuotoinen kaapelointijärjestelmä, joka tarjoaa avoimet markkinat kaapeloinnin eri rakenneosille. Kiinteistön yleiskaapeloinnin osat ovat työpiste, kerroskaapelointi, kerrosjakamo, nousukaapelointi, talojakamo, aluekaapelointi ja aluejakamo. Työpisteissä käytetään RJ-45-tyyppisiä liitännärasioita puhelinyhteyksiä ja datayhteyksiä varten. Kerroskaapelointi yhdistää liitännärasiat ja kerrosjakamon. Kerrosjakamo muodostuu ristikytkentätelineestä, -kentistä, -kaapeleista, aktiivisista ja passiivisista laitteista, sähkönsyötöstä ja maadoituksista. Nousukaapelointi yhdistää kerrosjakamoja ja talojakamoja. Talojakamo on kiinteistöön tulevan talokaapelin, kiinteistön sisäisen verkon ja laiteliittymien kytkentäpaikka. [5]

Lähiverkkojen nopeudet ovat kasvaneet 1 Mbps:stä jopa 1000 Mbps:iin ja yhä nopeampia ratkaisuja on odotettavissa. Samassa fyysisessä verkossa voi olla useita eri nopeudella toimivia tekniikoita. Kasvava nopeus on mahdollistanut suurempien verkkojen ja raskaanpien sovellusten käytön. Aikaisemmin lähiverkot olivat yksinäisiä, toisistaan riippumattomia saarekkeita, mutta nykyiset lähiverkot ovat lähes poikkeuksetta yhdistetty joko toisiinsa tai laajempiin verkko-

kokonaisuuksiin. Tietoliikenteen turvallisuudesta on tullut merkittävä osa verkon ylläpidon ja käyttöoikeuksien hallintaan.

Aikaisemmin verkoilla tarkoitettiin lähinnä päätelaitteita, palvelimia ja keskuskojeita yhdistäviä fyysisiä kaapeleita. Nykyisin verkko käsittää valtavan joukon erilaisia palveluita, laitteita ja niiden ominaisuuksia, jotka tarjoavat mahdollisuuden verkon ylläpitäjille hallita verkkoa ja mukauttaa verkon toimintaa käyttäjien tarpeita vastaaviksi. Suuri muutos lähiverkkotekniikassa on siirtyminen jaetun kaistan käytöstä kytkentäiseen tekniikkaan. Erityisesti se on vaikuttanut yhteyksien nopeuteen ja liikenteen hallintaan. [12]

4.3.1 Langaton lähiverkko (WLAN)

Langaton lähiverkkokäsite voidaan kuvitella muodostuvan langattomasta siirtotiestä. Langattomiksi siirtoteiksi voidaan luokitella kaikki ilmassa etenevät sähkömagneettisia aaltoja käyttävät tekniikat. Sähkömagneettinen säteily ei tarvitse etenemiseensä väliainetta, vaan se voi edetä tyhjiössäkin. Säteily on poikittaista aaltoliikettä, joka kykenee kuljettamaan energiaa, kuten muutkin aaltoliikkeet.

Langaton lähiverkko (WLAN) käyttää sähkömagneettisia aaltoja (sekä radioettä infrapuna-aaltoja) välittäessään tietoa. Tärkein tekijä langattomassa tiedonsiirrossa on lähetykseen käytetty taajuus. Taajuusalue vaikuttaa suoraan signaalien leviämiseen. Alle 900 MHz taajuudet pääsevät useimpien esteiden lävitse. Taajuuden kasvaessa gigahertseihin signaali alkaa saada valoallon luonnetta ja sen läpäisykyky pienenee. Karkeasti arvioiden voidaankin sanoa, että taajuuden kaksinkertaistuminen pienentää kantomatkan neljäsosaan. [10]

Langaton lähiverkko muodostuu yhdestä tai useammasta tukiasemasta ja tukiasemia kaapelilla yhdistävästä kiinteästä verkosta sekä muista aktiivilaitteista, jotka ohjaavat liikennettä verkon sisällä tai palomuurin läpi Internetiin. Mobiilit päätelaitteet, kuten kannettavat tietokoneet, ovat joko infrapunayhteydellä tai radioteitse yhteydessä lähimpään tukiasemaan. [10]

4.4 Rakennusautomaation tiedonsiirto

Rakennusautomaatiolaitteiden siirtotienä voidaan käyttää kierrettyä parikaapelia, sähköverkkoa, valokuitua, koaksiaalikaapelia, radio- tai infrapunalinkkejä. Infrapunatiedonsiirrolla on kuitenkin tiettyjä rajoituksia suurissa kiinteistöissä, koska siinä lähettimen ja vastaanottimen välillä on oltava suora näköyhteys.

Varsinaisen rakennusautomaation tietoverkon rakentamisessa käytetään samantyyppisiä osia kuin muissakin lähiverkoissa. Verkon fyysinen rakenne voi olla vapaa, väylä, rengas, tähti tai näiden yhdistelmä. Verkon nopeus vaihtelee käytetyn median ja rakenteen mukaan. Hitain verkko muodostuu sähköverkosta (rakenne vapaa), jossa käytetään hajaspektri- tai kapeakaistatekniikkaa. Tällöin verkon nopeusvaihtoehdot ovat 2, 5 ja 10 kbit/s. Käyttämällä parikaapelia ja verkon fyysisen rakenteen ollessa vapaa päästään 78 kbit/s nopeuteen. Kun verkon rakenne muutetaan väyläksi, mahdollistuu 1,25 Mbit/s nopeus. Tällöin väylän maksimipituus on kuitenkin rajoitettu. Tällä nopeudella voidaan toteuttaa jo monimutkaisia ohjausverkkoja, koska tiedonsiirtotarve solmujen välillä ei yleensä ole kovin suuri. Käyttämällä siltoja tai reitittämiä yhdistämään aliverkkoja on mahdollista rakentaa hyvinkin laajoja verkkokokonaisuuksia. [13]

Internet-verkon ansiosta rakennusautomaation ohjaus ja valvonta voidaan hoitaa etäyhteydellä. Tällöin järjestelmän käyttöliittymä sijaitsee Internetissä ja sen avaamiseen riittää PC tai WAP-yhteydellä varustettu puhelin. Automaatiolaitteiden etäkäyttö toimii modeemin, ISDN:n, ADSL:n, GPRS:n tai lähiverkon kautta. Yhteys tapahtuu päätelaitteen välityksellä. Päätelaite sisältää liitännän tai LAN-yhteyden kodin PC:lle. Kiinteistöautomaatioon liittyvä automaatiojärjestelmälle tarkoitettu TCP/IP-reititin liittyy talojakamossa kiinteistön yleiskaapelointiin esimerkiksi 10Base-T Ethernet-kaapelilla kytkimen kautta liityntäverkkoon. Kenttälaitetason integrointi edellyttää laitteiden välistä yhteistä kieltä eli protokollaa. LonWorks-pohjaisen kenttäväylän suora liityntä TCP/IP-verkkoihin voidaan toteuttaa esim. web-palvelimella. Tiedonsiirto toteutetaan esim. siltauksella tai protokollamuuntimella ja tiedonsiirtotapana voidaan käyttää standardoitua OPC-palvelinta. Toteutus voidaan tehdä myös www-palvelinta ja selainta käyttäen. [7 s 8-4]

5 SUUNNITELMA PIENTALON TIETOJÄRJESTELMISTÄ

5.1 Kohde yleensä

Suunnitelma pientalon tietojärjestelmistä toteutetaan suunnitteilla olevaan omakotitaloon. Talon huoneistoala on 112 m² ja rakennusala 163 m². Talo on yhdessä tasossa ja siinä on kolme makuuhuonetta, olohuone, keittiö, kodinhoito-/ takkahuone, pesuhuone ja sauna sekä autotalli, lämmönjakohuone ja varasto.

Talon lämmityksen energiamuodoksi on päätetty valita sähkö ja lämmönjakotavaksi vesikiertoinen lattialämmitys. Lisälämmönlähteenä toimivat takka ja leivinuuni. Lämmönjakotavan ja energiamuodon valintaan vaikutti alhaiset investointikustannukset sekä lämmitysjärjestelmän pieni tilantarve. Toteuttamalla lämmitys vesikiertoisena lattialämmityksenä on energiamuodon vaihto ja mahdollisen lisälämmönlähteen (esimerkiksi aurinkolämmitysjärjestelmän) rakentaminen suhteellisen helppoa. Lämmitysjärjestelmän tulee toimia osittain varaavana, jolloin lämmitys voidaan pääasiassa hoitaa yösähköllä. Talon ilmanvaihto toteutetaan koneellisesti ja varustetaan lämmöntalteenotolla, jolloin poistoilman lämpö saadaan osittain hyödynnettyä.

5.2 Käyttäjien vaatimukset omakotitalon tietojärjestelmille

Omakotitalon tulisi olla koti, jossa on mukava ja turvallinen asua. Talon tietojärjestelmien tulee toimia tilanteen ja tarpeenmukaisesti ja järjestelmien tulee olla helposti laajennettavissa. Tietojärjestelmissä tulee olla mm. seuraavanlaisia toimintoja:

- Lämmitystä pystyy säätämään huonekohtaisesti huonetermostaateista.
- Ilmanvaihto säätyy huoneilman hiilidioksidipitoisuuden ja kosteuden mukaan.
- Talon vedentulo sekä joidenkin pistorasioiden ja kodinkoneiden virta katkeaa, kun kotona/poissa-kytkin käännetään poissa asentoon.

- Autonlämmityspistorasian käyntiaikoja pystyy ajastamaan ohjainyksiköstä.
- Valaistusjärjestelmään voidaan ohjelmoida eri valaistusryhmiä ja valaistusta voidaan säätää himmentimillä.
- Talon energiankulutusta pystytään seuraamaan tietokoneelta
- Ulkovaistus toimii liiketunnistimesta.
- Ulko-ovien avaus ja lukitus toimii perinteisen avaimen lisäksi puhelinsoitosta.
- Talossa on lähiverkko (LAN), johon pystytään liittymään makuuhuoneista, takahuoneesta, olohuoneesta ja keittiössä.
- Tavallisten ohjauspainikkeiden lisäksi taloteknisiä laitteita tulee pystyä ohjaamaan paikallisesti pääkeskuksen ohjausyksiyöstä tai kotitietokoneella sekä etäohjauksena matkapuhelimella.

5.3 Talotekniikkajärjestelmät

5.3.1 Lämmitysjärjestelmä

Lämmitysjärjestelmän lämmönlähteeksi valitaan sähkökattila (esim. Jäspín Tehowatti TW13 tai vastaava). Kattila asennetaan lämmönjakuhuoneeseen. Sähkökattilan lämmitysteho on noin 15 KW ja siinä on kiinteä 250–300 litran vedenlämmitin. Sähkökattila varustetaan digitaalisella ohjauspaneelilla, josta lämmitystä ohjataan ja seurataan järjestelmän toimintaa. Kattilan säätöautomaatiikka mittaa ulkoilman lämpötilaa ja säätää sen mukaan lattialämmitysjärjestelmään oikean lämpöistä vettä. Sähkökattilan lämmittämä vesi ohjataan kahden jakotukin kautta lattialämmityspotkille. Jakotukit ja lattialämmityspotket (esim. Wirsbo-lattialämmitysjärjestelmä tai vastaava) asennetaan tuotteen toimittajan ohjeiden mukaisesti. Huonetiloihin asennetaan huonetermostaatit, jotka säätävät huonekohtaisesti vedenkiertoa jakotukin toimilaitteella.

5.3.2 Ilmanvaihto

Ilmanvaihtolaite (esim. ILTO 300 tai vastaava) asennetaan lämmönjako- huoneeseen. Ilmanvaihdon jälkilämmitys toteutetaan vesikiertoisella jälkilämmi- tysvaihtimella. Ilmastointikoneella ilmaa poistetaan keittiöstä, pesuhuoneesta, saunasta, wc:stä, vaatehuoneesta ja varastosta. Keittiössä on lisäksi erillinen liesituuletin. Tuloilma ohjataan suodatettuna ja lämmitettynä makuuhuoneisiin, olohuoneeseen, saunaan ja takkahuoneeseen. Ilmanvaihdon ohjaus hoidetaan paikallisesti ohjainpaneelista. Ohjauslaite varustetaan hiilidioksidi- ja kosteus- anturilla, jolloin järjestelmä ”haistaa” huoneilman hiilidioksidi- ja kosteuspi- toisuutta ja säätää ilmanvaihtokoneen puhallinnopeutta tarpeen mukaan.

5.3.3 Sähköistyksen ja valaistuksen ohjaus

Talon sähköistyksen, valaistuksen sekä turva- ja valvontajärjestelmät kytketään keski- tettyyn ohjausjärjestelmään (esim. Ensto Smart tai vastaava). Ohjausjärjes- telmän pääkeskus asennetaan tuulikaappiin sähköpääkeskuksen viereen. Ohjausjärjestelmän digitaalinen ohjauspaneeli sijoitetaan eteiseen keskeiselle paikalle, josta toimintoja ohjataan paikallisesti. Järjestelmään kytketään myös gsm-modeemi, jolloin järjestelmään kytkettyjen toimintojen ohjaus voidaan hoi- taa myös gsm-puhelimella. Ohjausjärjestelmään kytketään lisäksi tuulikaappiin sijoitettava kotona/poissa-kytkin.

Osa keittiön ja kodinhoitohuoneen sähköpistorasia ja kodinkoneista kytketään ohjausjärjestelmään, jolloin järjestelmä katkaisee asetettujen pistorasioiden ja kodinkoneiden sähkön, kun tuulikaapin kotona/poissa-kytkin painetaan poissa asentoon. Myös autonlämmityspistorasia kytketään ohjausjärjestelmään.

Huoneisiin asennetaan valaistuksen ohjauskytkimet ja himmentimet. Valaistus- katkaisijat kytketään ohjausjärjestelmään, jolloin katkaisijoihin on mahdollista ohjelmoida ennalta ohjelmoituja valaistustilanteita. Tämä mahdollistaa useiden valaisinryhmien valaistuksen säädön keskitetysti yhdestä tai useammasta pis- teestä.

5.4 Turva-, valvonta- ja paloilmoitinjärjestelmät

Talon turva- ja valvontajärjestelmät kytketään lämmityksen ja valaistuksen kanssa samaan ohjausjärjestelmään, jolloin turva- ja valvontajärjestelmiä voidaan etävalvoa ja -ohjata gsm-puhelimella. Järjestelmään ohjelmoidaan asukkaiden matkapuhelinnumerot, joihin ohjausjärjestelmä soittaa hälytyksen sattuessa.

Taloon asennetaan olohuoneeseen ja eteiseen ulko-oviin päin murtohälyttimen liikeilmaisimet. Ulko-oveen asennetaan sähkölukko, joka kytketään ohjausjärjestelmään. Tällöin ovien avaus voidaan hoitaa perinteisen avaimen lisäksi gsm-puhelimella.

Keittiön astianpesukoneen ja allaskaapin alle sekä lattialämmityksen jakotukkien ympärille lattiapintaan asennetaan vesivuotohälyttimen teippianturit. Vesivuotohälytyn kytketään ohjausjärjestelmään, jolloin vuodon sattuessa järjestelmä soittaa asukkaiden matkapuhelimiin. Vesivuotohälytyn kytketään käyttövesiverkostoon asennettuun magneettiventtiin, jolloin vesivuototilanteessa järjestelmä sulkee magneettiventtiin ja estää näin suuremman vesivahingon syntymisen.

Taloon asennetaan kolme palovaroitinta, jotka tunnistavat savun. Palovaroittimet kytketään sarjaan sekä ohjausjärjestelmään, jolloin yhden varoittimen reagoidessa savun hajuun, hälyttää kaikki palovaroittimet hälytysäänellä ja ohjausjärjestelmä hälyttää asukkaiden matkapuhelimeen.

5.5 Tiedonsiirtojärjestelmät

Tietoliikenne toteutetaan yleiskaapeloinnilla, joka palvelee puhelinta, internetiä ja muuta kodin dataliikennettä. Kaapelointi toteutetaan 4-parisilla kuparijohtimilla kaapeleilla. Kaapelointi asennetaan tuulikaappiin sijoitetusta kotijakamosta liitäntärasioille tähtimäisesti. Kotijakamosta jokaiselle rasialle asennetaan siis oma 4-parinen kaapeli. Kaksiosaisia liitäntärasioita sijoitetaan jokaiseen makuuhuoneeseen, olohuoneeseen ja takkahuoneeseen ja keittiöön. Jokaiselle kaksiosaiselle rasialle tulee kaksi kaapelia. Yleiskaapeloinnin liitäntärasioissa käytetään ns. RJ45-liitintä ja samaa liitintyyppiä käytetään myös kotijakamossa, josta kaapelit lähtevät rasioille. Kotijakamossa sijaitsee myös kodin kaapeloinnin liityntä yleiseen viestintäverkkoon eli operaattorin kaapeliin. Sinne sijoitetaan myös Internet-liittymän vaatima reititin. Tietokoneet ja oheislaitteet liitetään yleiskaapelointiin RJ45-liittimillä varustetuilla laitekaapeleilla.

Antennijärjestelmä toteutetaan myös tähtimäisesti. Kaapelointi toteutetaan koaksiaalikaapelilla. Kaapelointi asennetaan antennista tähtipisteeseen, josta se edelleen jaetaan antennirasioille tähtimäisesti, ts. tähtipisteestä asennetaan oma kaapeli jokaiselle antennirasialle. Antennirasioita sijoitetaan jokaiseen makuuhuoneeseen, olohuoneeseen ja takkahuoneeseen ja keittiöön.

6 YHTEENVETO

Kiinteistön tietojärjestelmät ovat viime vuosina kehittyneet nopeasti tietotekniikan ja varsinkin digitaalitekniikan kehittymisen myötä. Markkinoilla on tarjolla monenlaisia talotekniikan automaatiolaitteita ja tiedonsiirtojärjestelmiä omakotirakentajille ja peruskorjaajille. Järjestelmien toimintaa ja laitteista saatavaa hyötyä ei kuitenkaan tunneta ja tällöin laitteita ei osata hankkia rakennusvaiheessa.

Työssä tutustuttiin yleisellä tasolla kiinteistön tietojärjestelmiin sekä laadittiin suunnitelma pientalon tietojärjestelmistä. Ensimmäisessä osassa on kerrottu yleisesti kiinteistön talotekniikasta ja taloteknisistä ohjausjärjestelmistä. Toisessa osassa on käsitelty rakennusautomaatiojärjestelmien toimintaa ja kolmannessa osassa on kerrottu kiinteistön tietoliikennejärjestelmistä.

Kiinteistön tietojärjestelmien osuus niin pientalopuolella kuin teollisessa rakentamisessa tulee kasvamaan ja järjestelmiä kehitetään jatkuvasti. Ihmiset kaipaavat raskaiden ja pitkien työpäivien päätteeksi kotiin järjestelmiä ja laitteita, jotka helpottavat arkiaskareiden suoritusta. Tietojärjestelmien kehittämissä on Suomella selvä etulyöntiasema muihin maihin nähden, koska meillä vallitsevat vaihtelevat ja ankarat ilmasto-olosuhteet ovat pakottaneet kehittämään talotekniikkaa ja tietotekniikka-osaamisen taso on huippuluokkaa. Talotekniikan tietojärjestelmät integroituvat yhä laajemmin muihin rakennuksen tietojärjestelmiin ja tiedonsiirto helpottuu. Integroitumista tapahtuu mm. yhteisinä kenttälaitteina, yhteisinä tiedonsiirtoväylinä, eri järjestelmien tiedonsiirtona samoja etäyhteyksiä ja yleisten palveluverkkojen liittymiä hyväksi käyttäen sekä yhteisinä tietokantoina ja käyttöliittyminä.

7 LÄHDELUETTELO

1. Rakentaja.fi. [WWW-dokumentti]
<<http://www.rakentaja.fi>>
(luettu 6.3.2005)
2. Ouman Oy, [WWW-dokumentti]
<<http://www.ouman.fi/suomi/tervetuloa/index.html>>
(luettu 6.2.2005)
3. Rakenna Oikein, [WWW-dokumentti]
<<http://www.rakennaoykein.fi/>>
(luettu 6.3.2005)
4. Piikkilä, V. Rakennusautomaatiojärjestelmät. Tampere: Tammer-Paino Oy, 2001, ISBN 952-5382-10-9
5. Koivisto, P. Avoimet rakennusautomaatiojärjestelmät. Tampere: Tammer-Paino Oy, 1998. ISBN 952-9756-42-7
6. Piikkilä, V. Avoimen LON-väylätekniiikan toteutuksia. Tampere: Tammer-Paino Oy, 2000, ISBN 952-9756-65-8
7. Piikkilä, V. LonWorks –tekniikan perusteet. Tampere: Tammertekniikka, 2004, ISDN 952-5491-00-5
8. Granlund, K. Langaton tiedonsiirto. Ensimmäinen painos. Jyväskylä: Docendo Finland, 2001 ISDN 951-846-091-4
9. UMTS, universal mobile telecommunications system. Mikä on UMTS? [WWW-dokumentti]
<<http://www.fiktio.fi/cyrus/umts/>>
(luettu 9.3.2005)

10. Antti Krats ja Mikko Ketola. LANGATON LÄHIVERKKO -käytössä olevat ratkaisut –. 1999 Jyväskylän yliopisto
(WWW-dokumentti)
<http://www.cc.jyu.fi/~akrats/harkat/datasiirto/wireless.htm#_Toc516642701>
(luettu 6.3.2005)
11. Ericsson. Langaton teknologia.
(WWW-dokumentti)
<<http://www.ericsson.com/fi/technology/Bluetooth.shtml>>
(luettu 11.3.2005)
12. Kemppainen, E. PK-yritysten tietoliikennepalveluiden tietoturva ja tietoturvaohjeistus. Insinööriyö. Kajaanin ammattikorkeakoulu, 2004. Moniste.
13. Koskenranta, T. Talotekninen tiedonsiirto (LON), Teletietotekniikka, Seminaariesitelmä.
(WWW-dokumentti)
<<http://www.netlab.hut.fi/opetus/s38116/1996/esitelmat/39740n/>>
(luettu 16.3.2005)
14. Kaukora Oy. JÄSPI-Sähkökattilat
(WWW-dokumentti)
< <http://www.kaukora.fi/Kehys.html>>
(luettu 16.3.2005)