



# **KODIN SÄHKÖISEN TALOTEKNIIKAN JÄRJESTELMIEN VARUSTELUTASO JA INTEGRAATIO**

Petteri Nummi

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2011  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Talotekniikan suuntautumisvaihtoehto  
Tampereen ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Talotekniikan suuntautumisvaihtoehto

NUMMI, PETTERI: Kodin sähköisen talotekniikan järjestelmien  
varustelutaso ja integraatio

Opinnäytetyö 44 sivua, liitteet 4 sivua.  
Toukokuu 2011

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli vertailla erilaisia kodin ohjausjärjestelmiä pientalorakentajan näkökulmasta, sekä tehdä ohje erilaisista ohjausjärjestelmän tasoista pientalorakentajille. Vertailu tehtiin kolmesta eri suunnitelmasta, joissa automaation taso vaihteli kevyestä korkeaan. Ohjeen tarkoitus on avustaa kuluttajaa oman talon rakentamista suunniteltaessa, jotta hänen olisi helpompi ymmärtää ja käsitellä ohjausjärjestelmiin liittyviä asioita.

Esimerkkikohteena käytettiin Suomen Kodikas-Talojen vuoden 2012 asuntomessuille rakennettavaa pientaloa. Pientalo oli yksikerroksinen puutalo, jonka pinta-ala on noin 210 neliötä. Vuoden 2012 asuntomessut pidetään Tampereen Vuoreksessa. Näiden asuntomessujen teemana on energiatehokkuus, joka otettiin myös tässä työssä huomioon. Kiinteistöautomaation tason vaikutusta energiatehokkuuteen on käsitelty osana vertailua. Työn ohella oli tarkoitus tehdä asuntomessukohteeseen suunnitelmat ja piirustukset, joiden avulla kiinteistöautomaatio toteutettaisiin.

Ohjausjärjestelmän tason valinta on monen tekijän summa. Tästä johtuen järjestelmän tason valintaan tulee kiinnittää paljon huomioita. Ensiksi tulee määrittellä, mitä järjestelmältä halutaan ja kuinka paljon siihen pystytään sijoittamaan rahaa. Tämä määrittelee valinnalle reunaehdot, joita tarkennetaan tulevien asukkaiden ja suunnittelijan välisissä palaverissa, sillä eniten valintaan vaikuttaa kuitenkin järjestelmän tulevat käyttäjät. Näin saadaan aikaan toimiva kokonaisuus, joka helpottaa ja nopeuttaa omalta osaltaan asukkaan arkea. Huomatavimpina etuina, jotka oikein määritetyllä kiinteistöautomaation tasolla saavutetaan, voidaan pitää lisääntyneitä käyttömukavuutta, energian säästöä, muutosten helppoutta, sekä lisääntyneitä turvallisuutta.

---

Asiasanat: ohjausjärjestelmät, kiinteistöautomaatio

## ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Electrical Engineering  
Building Services Engineering

NUMMI, PETTERI: Electric home control systems equipment levels and integration

Bachelor's thesis 44 pages, appendices 4 pages  
May 2011

---

The aim was to compare a variety of home control systems to house builder's point of view. Another goal was to make a guide which can help builders to build their own house. Then it would be easier to understand automation system-related issues. The compare was made of three different plans with different levels of automation from light to high-end automation system. The meaning of the guide was to help consumer to plan how to make their own house, so it would be easier to understand and consume things about automation systems.

As example I used Suomen Kodikas-Talot Ltd:s house that will be built at 2012 Housing Fair. This house will be single-storey wooden house, which has an area of approximately 210 m<sup>2</sup>. The 2012 Housing Fair will be held in Tampere Vuores. Housing fair's theme is energy efficiency, which was also taken into consideration in this work. Building automation level of energy efficiency has been treated as part of the comparison. A long with work, it was meaning to do plans and drawings to housing fair which would help to real estate automation.

Selecting a level of home control system has many factors. As a result, you will have to pay attention to system-level selection. First of all we have to define what do we want to do with the system, and how much you can invest money on it. This defines frames for the selection, which will be focused with future residents and designers meeting. This is the best way because the residents who will use this system will have a major effect. By this way you can get best results, and make your life a lot of easier. The main advantages of correctly specified building automation level is increased comfort, energy efficiency, ease of change, and increased security.

---

Key words: control systems, building automation

## SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO .....	6
2	TYÖN TAUSTAA .....	7
2.1	Miksi työhön on ryhdytty .....	7
2.2	Työn tavoitteet.....	7
2.3	Yleistietoa kohteesta .....	8
3	TEORIA .....	9
3.1	Turvallisuustaso .....	9
3.2	Rikosilmoitinjärjestelmä.....	10
3.2.1	Rikosilmoitinjärjestelmän keskus.....	11
3.2.2	Rikosilmoitinjärjestelmän valvontamuodot .....	12
3.2.3	Rikosilmoitinjärjestelmän silmukat.....	13
3.2.4	Rikosilmoitinjärjestelmän hälytysten siirto .....	14
3.3	Paloilmaisimet.....	16
3.3.1	Savuilmaisin.....	17
3.3.2	Yhdistelmäilmaisin .....	17
3.3.3	Lämpöilmaisin .....	17
3.4	Kiinteistön käytönvalvonta ja ohjaus .....	18
3.4.1	Sähkön, käyttöveden ja kaukolämmön kulutusmittaukset .....	18
3.4.2	Käyttöveden katkaisu .....	19
3.4.3	Ilmanvaihdon ohjaus .....	19
3.4.4	Lämmityksen ohjaus .....	20
3.4.5	Valaistuksen ohjaus .....	20
3.5	Kiinteistön ohjausjärjestelmät.....	20
3.5.1	KNX.....	23
3.5.2	Beckhoff Building Automation .....	24
3.5.3	DALI (Digital Addressable Lighting Interface) .....	25
3.5.4	IHC (Intelligent House Control) .....	26
3.6	Ohjausjärjestelmän vaikutus kiinteistön energiatehokkuuteen .....	27

4	ERI TASOISET OHJAUSJÄRJESTELMÄN VAIHTOEHDOT .....	29
4.1	Kevyt automaation taso .....	29
4.1.1	Rikosilmoitinjärjestelmä (kevyt) .....	29
4.1.2	Paloilmaisijnjärjestelmä (kevyt) .....	30
4.1.3	Muut järjestelmät (kevyt) .....	30
4.1.4	Edut ja haitat (kevyt) .....	30
4.2	Tavanomainen automaation taso .....	31
4.2.1	Rikosilmoitinjärjestelmä (tavanomainen) .....	31
4.2.2	Paloilmaisijnjärjestelmä (tavanomainen) .....	32
4.2.3	Muut järjestelmät (tavanomainen) .....	32
4.2.4	Yhteistoiminnallisuus ja toteutustavat lyhyesti (tavanomainen) .....	32
4.2.5	Edut ja haitat (tavanomainen) .....	33
4.3	Korkea automaation taso .....	33
4.3.1	Rikosilmoitinjärjestelmä (korkea) .....	34
4.3.2	Paloilmaisijnjärjestelmä (korkea) .....	34
4.3.3	Muut järjestelmät (korkea) .....	35
4.3.4	Yhteistoiminnallisuus ja toteutustavat lyhyesti (korkea) .....	35
4.3.5	Edut ja haitat (korkea) .....	36
5	OHJAUSJÄRJESTELMIEN ERI TASOJEN VERTAILU .....	38
5.1	Eri tasoilla saavutettavat ominaisuudet .....	38
5.2	Eri tasojen kustannukset .....	39
5.3	Eri tasojen energiatehokkuuden laskenta .....	40
6	YHTEENVETO .....	41
6.1	Tulokset .....	41
6.2	Johtopäätökset .....	41
6.3	Jatkotoimenpiteet .....	42
	LÄHTEET .....	43
	LIITTEET .....	45

## 1 JOHDANTO

Perinteisessä sähköasennuksessa valaisin kytketään suoraan päälle kytkimen tai painonapin avulla. Ohjausjärjestelmää käytettäessä valaisin kytketään päälle epäsuorasti, jolloin ”kytkentää” voidaan yleensä muuttaa ohjelmallisesti varsinaiseen johdotukseen koskematta. Tämä mahdollistaa tilan käyttötarkoituksen muokkaamisen myöhemmin ilman lisäkaapelointeja. Lisäksi kodin eri järjestelmät voivat olla integroituna samaan ohjaukseen, joten asennetut laitteet toimivat kokonaisuutena. Esimerkiksi lämmityksen ohjaus voidaan toteuttaa ohjausjärjestelmän avulla.

Työn tarkoituksena oli laatia kolme eritasoista kiinteistöautomaatiosuunnitelmaa: kevyt, tavanomainen ja korkea. Ensimmäisessä vaihtoehdossa on esitetty kevyt ja edullisin ratkaisu. Toisessa vaihtoehdossa on esitelty tavanomaisin pientaloissa käytetty ratkaisu. Kolmanteen vaihtoehtoon on koottu kiinteistöautomaation avulla tehty korkeatasoinen kokonaisratkaisu. Lisäksi vertailtiin eri tasojen hyviä ja huonoja puolia.

Pientalojen energiakulutuksesta aiheutuvat kustannukset ovat kasvaneet jatkuvasta energiahinnan noususta johtuen. Tästä johtuen energiatehokkaan rakennusautomaation vaatimukset ovat kasvaneet jatkuvasti ja siten lisänneet integraation tarvetta entisestään. Tästä syystä on kehitetty toimintamalli, joka perustuu kestävään ja energiatehokkaaseen rakentamiseen, sekä rakennusten energiatehokkaaseen käyttöön. Tämä voidaan toteuttaa vain tarkoituksenmukaisesti toteutetulla rakennusautomaatiolla.

## 2 TYÖN TAUSTAA

Tämä työ on yksi osa kokonaisuutta, johon kuuluu yhteensä kolme eri opasta pientalorakentajille: omakotitalon sähköistys- ja sähkösuunnitteluopas pientalorakentajalle, pientalon energiatehokas lämmitys ja kodin sähköisten taloteknisten järjestelmien varustelutaso ja integraatio.

### 2.1 Miksi työhön on ryhdytty

Suomen Kodikas-Talot Oy:stä otettiin yhteyttä Tampereen Ammattikorkeakouluun ja pyydettiin suunnitteluapua koskien yhtä Vuoreksen asuntomessualueelle tulevaa omakotitaloa. Työ on toteutettu yhteistyössä Suomen Kodikas-Talot Oy:n kanssa. Pientalorakentajien oppaita taas lähdettiin työstämään yksinkertaisesti siksi, että kyseisiä oppaita ei ole ennestään olemassa.

### 2.2 Työn tavoitteet

Asiakkaan tavoitteena oli saada kohteeseen uudenlainen talotekninen järjestelmä, jonka suunnittelussa käytetään hyväksi valmistuvan insinöörin näkemyksiä ja osaamista. Työn tavoitteena oli myös saada aikaan tietopaketti pientalorakentajalle, joka helpottaisi rakennushankkeeseen ryhtymistä. Tietopaketin pääpaino omalta osaltani oli ohjausjärjestelmissä.





### 3 TEORIA

Omakotitalon ohjaukseen ja hallintaan on olemassa useita erilaisia järjestelmiä ja variaatioita. Seuraavassa on kerrottu järjestelmistä tarkemmin, sekä selvitetty hieman niiden toimintaperiaatteita. Ennen järjestelmien esittelyä muutama sana turvallisuustasosta, joka liittyy oleellisesti kodinohjausjärjestelmien valintaan.

#### 3.1 Turvallisuustaso

Turvallisuustasoon liittyy olennaisesti rikosilmoitinjärjestelmä, jolla voidaan myös toteuttaa kotonaolon simulointi. Kotonaolon simuloinnilla talo pidetään asutun näköisenä esimerkiksi lomamatkalla oltaessa. Tämä vähentää riskiä, että taloon murtauduttaisiin. Tähän voidaan liittää esimerkiksi valaistus, audiojärjestelmä ja verhojen ohjaus.

Henkilöturvallisuus voidaan myös liittää turvallisuustason vaatimuksiin. Ilman valaistusta on hankala liikkua pimeässä, joten valaistus voidaan ohjata yöaikaan toimimaan liiketunnistimien avulla. Turvallisuutta saadaan lisättyä myös palovaroittimista saatavalla tiedolla. Palohälytyksen aktivoituessa voidaan esimerkiksi poistumisvalot sytyttää, kodinkoneiden sähkönsyöttö katkaista tai kytkeä ilmanvaihtokone pois päältä. Näin päästään poistumaan talosta turvallisesti ja rajoitetaan palon laajenemista.

Kosteusvahinkojen ennalta ehkäisy voidaan myös liittää osaksi turvallisuustasoa. Tämä toteutetaan kosteusvahdin avulla. Kosteusvahdilla voidaan valvoa kiinteistön vettä käyttäviä kodinkoneita ja myös kiinteistön erilaisia rakenteita, joissa kosteusvahingon vaara on todennäköinen. Kun kosteusvahti havaitsee kosteutta valvottavassa paikassa, aiheutuu tästä hälytys, joka voidaan toteuttaa äänimerkillä tai valolla (rakentaja.fi, kosteusvahti valvoo).

Näin ollen turvatekniikkaan voidaan sisällyttää omakotitalossa muun muassa seuraavat asiat:

- valaistusjärjestelmä
- murtohälytysjärjestelmä
- verhot
- kosteusvahti
- palohälyttimet
- pistorasioiden sähkönsyötön ohjaus
- lukitusjärjestelmä
- veden katkaisu

### 3.2 Rikosilmoitinjärjestelmä

Pientalon rikosilmoitinjärjestelmää suunniteltaessa voidaan suunnittelu jakaa kahteen pääalueeseen. Ne ovat ennaltaehkäisy ja tunkeutumisen tapahduttua tehtävät toimenpiteet. Ennaltaehkäisy on helppo toteuttaa kotonaolon simuloinnilla. Simulointi voidaan toteuttaa siten, että järjestelmä tallentaa normaalia asumista muistiin. Asukkaiden ollessa poissa simuloinnilla voidaan ohjata esimerkiksi kaihtimet laskemaan ja nousemaan, valot syttymään ja sammumaan sekä radio soimaan. Tunkeutumisen tapahduttua tehtävät toimenpiteet ovat hälytysilmoitus ja mahdollinen hälytyksen siirto. Hälytysilmoitus voidaan toteuttaa eri tavoilla, esimerkiksi sireenillä annettavalla hälytyksellä, ulkovaloja vilkuttamalla tai molemmilla yhtä aikaa. Hälytys voidaan toteuttaa myös niin sanottuna hiljaisena hälytyksenä, jolloin murtautuja ei välttämättä tiedä tulleen huomautuksi. Hälytykset voidaan siirtää halutessa vaikka asukkaan kännykkään joko tekstiviestinä tai puheviestinä.

Rikosilmoitinjärjestelmällä tarkoitetaan laitekokoonpanoa, jolla pyritään havaitsemaan luvaton tunkeutuminen ja liikkuminen suojattavassa kohteessa. Rikosilmoitinjärjestelmä lukuun ottamatta 24 h-silmukoita on normaalisti lepotilassa. 24 h-silmukkaan voidaan esimerkiksi kytkeä palovaroittimet, jos ne on liitetty

osaksi rikosilmoitinjärjestelmää. Hälytysten olleessa päällä valvotun rajapinnan ylittämisestä aiheutuu hälytys, joka vastaanottopäässä johtaa aina ennalta sovitettuun toimenpiteeseen. Järjestelmä toimii itsenäisesti ja koostuu keskusyksiköstä (rikosilmoitinkeskuksesta), siihen liittyvistä ilmaisimista ja ilmoituksensiirtolaitteesta (ST-kortti 663.10).

### 3.2.1 Rikosilmoitinjärjestelmän keskus

Rikosilmoitinkeskus tulee sijoittaa ulkopuolisilta suojattuun ja turvalliseen paikkaan, esimerkiksi tekniseen tilaan. Keskus sisältää myös varakäyntiakun, jolla keskuksen sähkönsyöttö turvataan sähkökatkon sattuessa. Vakuutusyhtiöiden ohjeen mukaan akun tulee kestää vähintään 24 tunnin sähkökatkos. Käytettäessä vakuutusyhtiöiden hyväksymää rikosilmoitinjärjestelmää (lista löytyy Finanssialankeskusliiton sivuilta) voidaan vakuutusmaksuista saada alennusta. Alennuksen suuruus riippuu vakuutusyhtiöstä, mutta on yleensä 5-10 % vakuutusmaksuista. Rikosilmoitinjärjestelmänä voidaan käyttää myös osoitteellista järjestelmää. Osoitteellinen järjestelmä mahdollistaa suoraan hälyttävän ilmaisimen yksilöinnin ja näin vikatapauksissa vian paikallistaminen on helppoa. (Määräykset, Vakes).

Rikosilmoitinjärjestelmänä voidaan myös käyttää langatonta järjestelmää. Langaton järjestelmä soveltuu hyvin sellaisten kohteiden suojaamiseen, joissa kaapelointi on hankalaa tai mahdotonta. Langattomiin järjestelmiin on myös helpompaa ja nopeampaa tehdä muutoksia. Langatonta järjestelmää voidaan käyttää myös, kun tarvitaan nopeaa tai väliaikaista toteutusta. Ilmaisimien sijaintia voidaan vaihtaa tarvittaessa hyvinkin joustavasti. Kuitenkin uudisrakennuksissa langattoman järjestelmän käyttöä on syytä harkita, sillä järjestelmän ylläpitokustannukset ovat paljon suuremmat kuin langallisessa järjestelmässä. Kohteen turvallisuustason ollessa korkea ei langatonta järjestelmää tule käyttää (Pussinen, J. Opinnäytetyö 2006; ST-kortti 663.10).

### 3.2.2 Rikosilmoitinjärjestelmän valvontamuodot

Rikosilmoitinjärjestelmän valvontamuodot voidaan jakaa suojaustavan perusteella kehäsuojaukseen, kuorisuojaukseen ja tilasuojaukseen.

- Kehäsuojausta käytetään, kun tunkeutuja halutaan havaita hänen läheisyydessään suojattavaa aluetta tai rakennusta. Kehäsuojaus soveltuu esimerkiksi mekaanisen aidan suojaukseen tai ikkuna- ja ovilinjojen suojaukseen. Kehäsuojauksella on myös ennaltaehkäisevä vaikutus, koska järjestelmä on yleensä näkyvä. Kehäsuojauksen heikkoutena on laitteiston herkkyyks ulkoisille olosuhteille, sekä laitteiden helppo ohitettavuus.

Käytettäviä ilmaisimia ovat esimerkiksi:

- aitavalvonnan sähkökenttäjärjestelmä
  - elektromagneettinen järjestelmä
  - vuotava kaapeli
  - infrapunalinjailmaisim
  - mikroaaltolinjailmaisim
  - ulkokäyttöön tarkoitetut passiiviset infrapunailmaisimet
- 
- Kuorisuojauksella havaitaan tunkeutuja hänen murtautuessaan rakennuksen ulkokuoren läpi. Kuorisuojausta käytetään tyypillisesti ikkunoiden ja ovien valvontaan. Käytettäviä ilmaisimia ovat esimerkiksi:
- lasirikkoilmaisimet
  - kuuntelevat lasirikkoilmaisimet
  - inertiakoskettimet
  - mikrokytkimet
  - magneettikoskettimet
  - infrapunavalokennot
  - hälytyslasit

- Tilasuojauksella valvotaan rakennuksen sisätiloja. Tilailmaisimilla tunnistetaan ihmisen kehonlämpö ja liike tilassa, tällöin myös tilaan piiloutunut havaitaan. Heikkoutena järjestelmällä on, että murtautuja havaitaan vasta sisällä, jolloin aika jatkotoimenpiteille on lyhyempi. Käytettäviä ilmaisimia ovat esimerkiksi:
  - passiiviset infrapunailmaisimet
  - ääni-ilmaisimet
  - ultraääni-ilmaisimet
  - mikroaaltoilmaisimet, sisäkäyttö
  - yhdistelmäilmaisimet
  
- Kohdesuojauksella valvotaan yksittäistä kohdetta esimerkiksi taulua, kassakaappia tai tietokonetta. Kohdesuojaus havaitsee valvottavan kohteen siirtämisen tai murtamisen. Käytettäviä ilmaisimia ovat esimerkiksi:
  - seismiset eli runkoääni-ilmaisimet
  - tauluilmaisimet
  - kapasitiiviset ilmaisimet
  - koskettimet
  - passiiviset infrapunailmaisimet
  - inertiakoskettimet
  - hälytysmatot
  - kansisuojakytkimet

(Sähköiset murtoilmaisujärjestelmät, Sähköinfo)

### 3.2.3 Rikosilmoitinjärjestelmän silmukat

Tavallisessa rikosilmoitinjärjestelmässä ilmaisimet liitetään keskuksen silmukoittain. Kuhunkin silmukkaan voidaan kytkeä useampia ilmaisimia. Samaan silmukkaan kytketyillä ilmaisimilla on yhteinen silmukakohtainen osoite, eli tiedetään vain mikä silmukka hälyttää, ei mikä ilmaisin.

Silmukoita on erityyppisiä:

- Murtosilmukka, johon kytketään tavalliset ilmaisimet. Se menee päälle, kun kytketään hälytykset päälle.
- Sabotaasisilmukka, joka havaitsee jos kaapelointeja katkotaan tai keskus avataan väkisin. Silmukka havaitsee myös jos ilmaisimia avataan, sillä ilmaisimien kansissa on kytkin, joka vapautuu kannen avautuessa. Sabotaasisilmukka on aina päällä.
- Ohitussilmukka (viiveellinen silmukka), jonka viiveen pituutta voi säätää keskuslaitteistolta. Tähän kytketään esimerkiksi liiketunnistin ja mahdollinen magneettikosketin, jotka ovat tilassa josta hälytykset saa päälle ja pois.

#### 3.2.4 Rikosilmoitinjärjestelmän hälytysten siirto

Rikosilmoitinkeskukselta hälytys on mahdollista siirtää eteenpäin usealla eri ratkaisulla. Hinta ja turvallisuustaso vaihtelevat paljon eri tekniikoiden kesken. Vakuutusyhtiön kanta siirtojärjestelmän valintaan tulee selvittää jo suunnittelu- vaiheessa, mikäli halutaan mahdollisia vakuutuslennuksia.

Robottipuhelin on yksinkertaisin ja edullisin hälytyksen siirtolaite. Se soittaa puhelinverkkoa käyttäen ennalta määritettyyn puhelinnumeroon. Puhelinnumeroita voidaan määrittää useampi, sillä jos ensimmäinen ei vastaa soitetaan seuraavaan. Robottipuhelin on nykyään yleensä itse rikosilmoitinkeskuksen sisällä. Puhelinverkon huonoja puolia ovat vikatilanteet, esimerkiksi kun linja on poikki, hälytyksen siirto ei myöskään toimi. Siirtoon voidaan käyttää myös valvottua linjaa, jossa huomataan välittömästi linjan katkeaminen tai muut häiriöt. Valvottu linjan huono puoli on, että valvontatoiminto tarvitsee kiinteän yhteyden, jolloin kustannukset kohoavat (Pussinen, J. Opinnäytetyö).

Nykyään monessa rikosilmoitinkeskuksessa on jo valmiina langaton hälytyksen siirto, joka toimii GSM-tekniikalla. GSM-tekniikalla toteutetun siirron sabotointi on paljon hankalampaa. Lisäksi tekniikka mahdollistaa hälytysten siirron myös

kesämökeillä, joissa ei ole kiinteää puhelinlinjaa. GSM-siirtoa käytettäessä ei kuitenkaan saada alennusta vakuutusmaksuista, kuin korkeintaan omavastuun osalta (Pussinen, J. Opinnäytetyö).

Hälytyksen siirrossa täytyy huomioida etenkin seuraavat asiat:

- Siirtoyksikkö asennetaan suojattuun paikkaan.
- Puhelinlinjaa käytettäessä tehdään kiinteä linjan kytkentä, jonka avulla estetään linjan tahaton irrottaminen.
- Kaapelit suojataan tai piilotetaan mahdollisimman hyvin sabotoinnin vaikeuttamiseksi.

Hälytyslaitteistoa suunniteltaessa täytyy huomioida etenkin seuraavat asiat:

- Käytetäänkö järjestelmää, myös silloin kun ollaan kotona (kuorisuojaus)?
- Onko asunnossa kotieläimiä, jotka jäävät yksin kotiin?
- Siirretäänkö tieto hälytyksestä, jos siirretään
  - vartiointiliikkeeseen?
  - yksityispuhelimiin?
- Ovatko palovaroittimet osana rikosilmoitinta, vai tulevatko ne erikseen?
- Liitetäänkö laitteistoon muita ilmaisimia, kuten vesivahinkoilmaisimia?
- Halutaanko tieto (merkkiääni) pihalla liikkujista talon sisälle (kehäsuojuus)?
- Käytetäänkö vakuutusyhtiöiden hyväksymää järjestelmää?

### 3.3 Paloilmaisimet

Jos rakennuslupa on anottu 1.2.2009 jälkeen, on palovaroittimet liitettävä sähköverkkoon ja varmennettava. Ilmaisimia on asennettava yksi jokaista alkavaa 60 neliötä kohti. Ilmaisintyypit voidaan jakaa kolmeen eri tyyppiin: yhdistelmäilmaisimet, savuilmaisimet ja lämpöilmaisimet. Ilmaisimien valitaan yleensä kohteen olosuhteiden ja käyttötarkoituksen perusteella. Ilmaisimen valinnalla tulee pyrkiä mahdollisimman aikaiseen alkavan palon havainnointiin, kuitenkin siten että turhilta hälytyksiltä välttyttäisiin (Pelastuslaki).

Palovaroittimet voidaan kytkeä myös toisiinsa kaapelilla, tällöin yhden ilmaisimen hälyttäessä muutkin ilmaisimet alkavat hälyttää. Tämä mahdollistaa tulipalon havainnoinnin, vaikka se alkaisi toisesta päästä taloa. Varoittimia ei tarvitse välttämättä kytkeä fyysisesti kaapeloinnilla yhteen, vaan voidaan käyttää kuulevia varoittimia. Kuulevassa varoittimessa on anturi, joka havaitsee toisesta varoittimesta kuuluvan äänen ja alkaa myös hälyttää.

Erilaisten ilmaisintyyppien valvonta-alueet ovat seuraavat:

- Yhdistelmäilmaisimien enintään 60 m<sup>2</sup>
- Savuilmaisin enintään 60 m<sup>2</sup>
- Lämpöilmaisimien enintään 30 m<sup>2</sup>

On kuitenkin huomioitava, ettei lämpöilmaisimien ole lain mukaan palovaroitin, joten se ei korvaa asunnoissa vaadittavaa palovaroitinta. Lämpöilmaisimet eivät ole pelastuslain 2003/468, pykälän 29 mukaisia laitteita, jotka mahdollisimman aikaisin havaitsevat alkavan tulipalon ja hälyttävät asunnossa olevat. Lämpöilmaisimet ovat kuitenkin hyvä lisä tiloihin, joissa savuilmaisimien käyttö syystä tai toisesta on mahdotonta.



### 3.3.1 Savuilmaisin

Savuilmaisimet ovat yleisimmin käytettyjä paloilmaisimia, koska niiden avulla savun ilmaiseminen on nopeaa ja henkilöturvallisuuden kannalta tehokasta.

Savuilmaisimet voidaan jakaa toimintaperiaatteen mukaan kolmeen eri tyyppiin. Optiset savuilmaisimet tunnistavat parhaiten näkyvän savun ja toimivat siten parhaiten kytevässä palossa. Ioni-ilmaisoin taas tunnistaa parhaiten näkymättömän savun, jota syntyy nopeasti kehittyvässä palossa. Ohjelmoitavaan analyysiin perustuvan ilmaisutavan omaavaa hälytintä voidaan käyttää kohteessa, jossa palon kehittyminen on joko nopeaa tai hidasta. Ilmaisoin käyttää analyysiä, jonka avulla se vertaa havaitsemiaan mittaustuloksia ilmaisimeen tai järjestelmään sijoitettuihin palonkehittymismalleihin, algoritmeihin (ST-ohjeisto1, Sähköinfo).

### 3.3.2 Yhdistelmäilmaisin

Yhdistelmäilmaisin sisältää kaksi tai useampia eri ilmaisintyyppiä, jolloin palon tunnistaminen on paljon varmempaa. Ilmaisoin vertaa mittaustuloksia ennalta asetettuihin malleihin, jotka on määritetty sijaintiolosuhteiden mukaan. Ilmaisimet myös sietävät likaantumista parhaiten verrattuna muihin ilmaisintyypeihin (ST-ohjeisto1, Sähköinfo).

### 3.3.3 Lämpöilmaisin

Lämpöilmaisimet voidaan jakaa kahteen päätyyppiin: yläraja- ja differentiaali-ilmaisimiin. Yläraja- eli maksimaali-ilmaisoin toimii silloin, kun ilmaisimen lämpötila kohoaa tiettyyn lämpötilaan ympäristön lämpötilan vaikutuksesta. Maksimaali-ilmaisimia käytetään, kun tilassa normaalisti esiintyy runsaasti savua, käryä sekä nopeita lämpötilan vaihteluita. Differentiaali-ilmaisoin antaa ilmoituksen ilmaisimessa tapahtuvasta lämpötilan noususta tietyn ajan kuluessa eli se mittaa lämpötilan nousunopeutta. Suomessa on määrätty, että tällaisissa ilmaisimissa

täytyy olla myös maksimilämpötilaan perustuva toiminto. Tästä syystä ilmaisimia kutsutaankin differentiaalimaksimaali-ilmaisimiksi. (ST-ohjeisto1, Sähköinfo).

### 3.4 Kiinteistön käytönvalvonta ja ohjaus

Kiinteistön käytönvalvonta mahdollistaa kiinteistön tilan seuraamisen ja ohjaamisen keskitetysti, joko paikan päältä tai etävalvontana. Etävalvonnan avulla voidaan lukea kodin mittaus- ja kulutustietoja. Kodin turvatilanteen tarkistus ja kodin tilanneohjauksen vaihtaminen on myös mahdollista. Murto- tai palohälytys lähettää viestin ennalta määriteltuihin numeroihin, mikä nostaa näin omalta osaltaan turvallisuustasoa. Käytönvalvonta ja ohjaus voidaan toteuttaa joko kiinteänä tai palvelin pohjaisena. Kiinteä valvonta tarkoittaa, että valvonta ohjelmisto sijaitsee kiinteästi kohteessa, mutta siihen on yleensä mahdollista saada myös etäyhteys. Palvelin pohjaisessa toteutuksessa valvomo ohjelmisto toimii palvelimella, jota voidaan hallita esimerkiksi Internet selaimella. Etävalvonta ja ohjaus voidaan toteuttaa joko GSM-puhelimen avulla, tai tietokoneen avulla. Uusiin älypuhelimiin on nykyään mahdollista saada myös graafinen käyttöliittymä, joka helpottaa ohjausta ja hallintaa huomattavasti. Ennen graafinen käyttöliittymä oli mahdollista toteuttaa vain tietokoneen avulla.

#### 3.4.1 Sähkön, käyttöveden ja kaukolämmön kulutusmittaukset

Käytönvalvontaan on mahdollista liittää myös kulutusmittaukset. Sähkön kulutusmittaus toteutetaan yksinkertaisimmillaan liittämällä sähkölaitoksen energiamittarilta kulutustieto automaatiojärjestelmään. Kulutustiedon saaminen ei ole mahdollista kaikista mittareista. Se vaatii yleensä etäluettavan mittarin, jonka lisäksi mittarissa pitää olla mahdollisuus mittaustiedon ulossaantiin. Mikäli sähkölaitoksen mittarissa ei ole tätä mahdollisuutta, voidaan keskukseen asentaa erillinen mittari kulutusseurantaa varten. Myös käyttöveden kulutustiedot saadaan liitettyä automaatiojärjestelmään. Tämä vaatii yleensä oman mittarin, sillä

harvassa vesiyhtiössä on käytössä etäluettava mittari, joka mahdollistaisi mittarin käytön kuten sähkönkulutuksessa. Kaukolämpöverkkoon liitetyissä talouksissa on mahdollista liittää myös kaukolämmön kulutusmittaus automaatiojärjestelmään. Periaate on samanlainen kuin käyttöveden mittauksessa. Nämä kaikki mittaustiedot saadaan näkyviin esimerkiksi automaatiojärjestelmän näyttöpaneeliin. Mittaustiedot saadaan vaihtoehtoisesti etävalvonnan kautta esimerkiksi matkapuhelimeen.

### 3.4.2 Käyttöveden katkaisu

Vesivahinkoriskin minimoimiseksi voidaan katkaista vedentulo lähdetettäessä kotoa pois pidemmäksi ajaksi. Tämä toteutetaan erillisellä magneettiventtiilillä, joka asennetaan heti vesimittarin jälkeen. Magneettiventtiilin ohjaus voidaan toteuttaa tavallisella kotona / poissa -kytkimellä, mikä on helpoin ja edullisin tapa. Käytettäessä automaatiojärjestelmää kannattaa kuitenkin magneettiventtiilin ohjaus liittää siihen, mikä mahdollistaa veden katkaisun samalla kun koti muutenkin laitetaan ”poissa-kotoa” tilaan. Kotona / poissa -kytkin voidaan toteuttaa esimerkiksi rikosilmoittimen käyttöpaneelistä, samalla kun hälytinlaitteet kytetään päälle. Veden katkaisu on mahdollista toteuttaa myös kosteusvahdin avulla. Kun kosteusvahti havaitsee kosteutta, se katkaisee veden tulon koko kiinteistöön.

### 3.4.3 Ilmanvaihdon ohjaus

Lähes kaikkia ilmanvaihtokoneita voidaan ohjata automaatiojärjestelmän kautta. Tämä mahdollistaa esimerkiksi koneen puhallusnopeuden ohjaamisen minimiin silloin, kun ei olla kotona. Koneeseen voidaan tehdä myös aikaohjaus, jolloin esimerkiksi yöaikana saadaan eri puhallusnopeus kuin päivällä. Lisäksi järjestelmään voidaan liittää myös erillisiä antureita (lämpötila, kosteus, hiilidioksidi), joilla koneen toimintaa voidaan muuttaa. Myös koneen tilatieto ja antureiden

tiedot saadaan näkyviin näyttö- / hallintapaneeliin. Tiedot saadaan vaihtoehtoisesti etävalvonnan kautta esimerkiksi matkapuhelimeen.

#### 3.4.4 Lämmityksen ohjaus

Lämmityksen ohjaus tapahtuu tavallisesti huonetermostaattien avulla, mikä mahdollistaa huonekohtaisen lämmityksen säädön. Lämmitysjärjestelmän ohjausmahdollisuudet riippuvat käytettävästä lämmitysmuodosta. Sähkölämmitystä käytettäessä voidaan lämpötilaa pudottaa esimerkiksi yöajaksi ja poissa oltaessa muutaman asteen. Ohjaus voidaan toteuttaa erillisillä kytkimillä, mutta järkevintä on liittää lämmityksen ohjaus osaksi automaatiojärjestelmää. Ohjauksessa voidaan käyttää myös aikaohjelmaa, jolloin saadaan lämmitys päälle haluttuun aikaan, vaikkei oltaisi kotona. Aikaohjelman avulla kotiin saavuttaessa on taas lämpötila jo normaalissa asetusarvossaan. Lämpöpumppua käytettäessä ohjaus tapahtuu lähes samalla tavalla kuin ilmanvaihdon ohjaus.

#### 3.4.5 Valaistuksen ohjaus

Erilaiset ohjausjärjestelmät mahdollistavat valaistuksen mukauttamisen eri tilanteisiin ja vaikuttavat niiden toimivuuteen. Valaistuksen ohjaukseen voidaan käyttää esimerkiksi himmentimiä, liike- ja läsnäolotunnistimia, hämäräkytkimiä tai valaistus voidaan liittää osaksi kiinteistöautomaatiojärjestelmää (Valaistusratkaisut, Sähkö-opas).

### 3.5 Kiinteistön ohjausjärjestelmät

Kodinohjausjärjestelmän tarkoitus on helpottaa asukkaan arkea. Kodinohjausjärjestelmän avulla voidaan yhdistää erilliset järjestelmät yhtenäiseksi kokonaisuudeksi. Järjestelmällä voidaan ohjata esimerkiksi valaistusta, lämmitystä, ilmanvaihtoa ja pistorasioiden sähkönsyöttöä.

Valaistuksen ohjauksessa voidaan toteuttaa erilaisia tilannevalaistuksia viihtyvyyden lisäämiseksi. Valaistusvoimakkuutta voidaan säätää erilaisiin tilanteisiin sopivaksi. Liiketunnistimien avulla valot voidaan ohjelmoida syttymään huoneeseen saavuttaessa ja sammumaan, kun huoneesta poistutaan. Hämähäkytkimillä ulkovalot puolestaan saadaan syttymään ja sammumaan tarpeen mukaan. Ohjauksiin voidaan käyttää myös kellokytkimiä. Niiden avulla voidaan ohjata esimerkiksi pihavalaistus pois päältä klo 24 – 06 väliseksi ajaksi. Kodinohjausjärjestelmistä saadaan myös halutessa tietoa esimerkiksi veden-, sähkön- ja lämmönkulutuksesta. Etähallinta mahdollistaa kodin ohjaamisen ja valvomisen Internetin välityksellä tietokoneen tai älypuhelimien avulla.

Eri huoneiden lämpötilaa voidaan helposti säätää mieltymysten mukaan. Lämpötilaa voidaan automaattisesti laskea yöksi tai pitää lämpötila tasaisena.

Kotona / poissa -kytkimen avulla voidaan kotoa poistuttaessa vähentää valaistusta, katkaista tiettyjen pistorasioiden sähkönkäyttö sekä sulkea käyttöveden pääventtiili. Samalla turvajärjestelmät kytkeytyvät päälle, ilmanvaihtokone kytkeytyy minimiin ja huonetermostaatit asettuvat haluttuun lämpötilaan. Myös PC:llä tai jopa matkapuhelimella käytettävä paikallinen tai palvelinperustainen käyttöliittymä on kodinohjauksen arkipäivää. Sen avulla käyttäjä pystyy muuntelemaan esimerkiksi valaistuksen himmennysrajoja ja tilanneohjauksia, ilmanvaihtoa sekä huonelämpötiloja (Kodinohjaus, Sähköala-lehti).

Erilaisissa kodinohjausjärjestelmissä on valinnanvaraa. Tarjolla on keskitettyjä ohjausjärjestelmiä esimerkiksi Beckhoff ja hajautettuja ohjausjärjestelmiä esimerkiksi KNX, joita myös tässä työssä tarkastellaan. Keskitetyssä järjestelmässä ”äly” on sisällytetty keskukseen, joka ohjaa kaikkien laitteiden toimintaa. Käytännössä tämä tarkoittaa, että järjestelmää ohjataan keskusyksiköllä, joka käsittelee kenttälaitteilta saatavaa tietoa ja ohjaa tämän perusteella toimilaitteita. Keskitetyt järjestelmät ovat yleensä laitevalmistajasidonnaisia, joten niissä voidaan käyttää pääasiassa vain yhden valmistajan tuotteita. Itse keskus on hinnaltaan melko arvokas, mutta liitännälaitteet suhteessa edullisempia. Kaikki toimilaitteet kaapeloidaan keskukseen tähtimäisen topologian mukaan, joten kaapelointia tarvitaan huomattavan paljon (Kodinohjaus, Sähköala-lehti).

Hajautettu järjestelmä käyttää tiedonsiirtoon automaatiöväylää. Siinä äly on sisällytetty itse toimilaitteisiin, eikä erillistä keskusta tarvita. Toimilaitteet ovat kuitenkin jonkin verran kalliimpia kuin keskitetyssä järjestelmässä. Hajautetussa järjestelmässä laitteet toimivat itsenäisesti ilman keskuksen ohjausta. Tämän järjestelmän suurimpia etuja ovat luotettavuus, joustavuus ja laajennettavuus.

Kodinohjausjärjestelmä voidaan toteuttaa kaapeloituna tai langattomasti. Yleensä uudisrakennuksissa käytetään kaapeloitua järjestelmää edullisemman hinnan ja paremman käyttövarmuuden takia. Langaton järjestelmä voi olla parempi vaihtoehto remontoitaessa vanhaa kohdetta, jotta voidaan vähentää pinnalle asennettavien johtojen määrää.

Kodinohjausjärjestelmän hintaa on vaikeata määrittää, sillä se riippuu erittäin paljon käytettävästä automaation tasosta. Alla olevassa taulukossa 1 on määritetty eri tasoilla saatavat ominaisuudet, sekä niiden perusteella laadittu tyypillisen omakotitalokohteen kustannusarvio, KNX:llä toteutettuun ohjausjärjestelmään (Rajala, H. Opinnäytetyö).

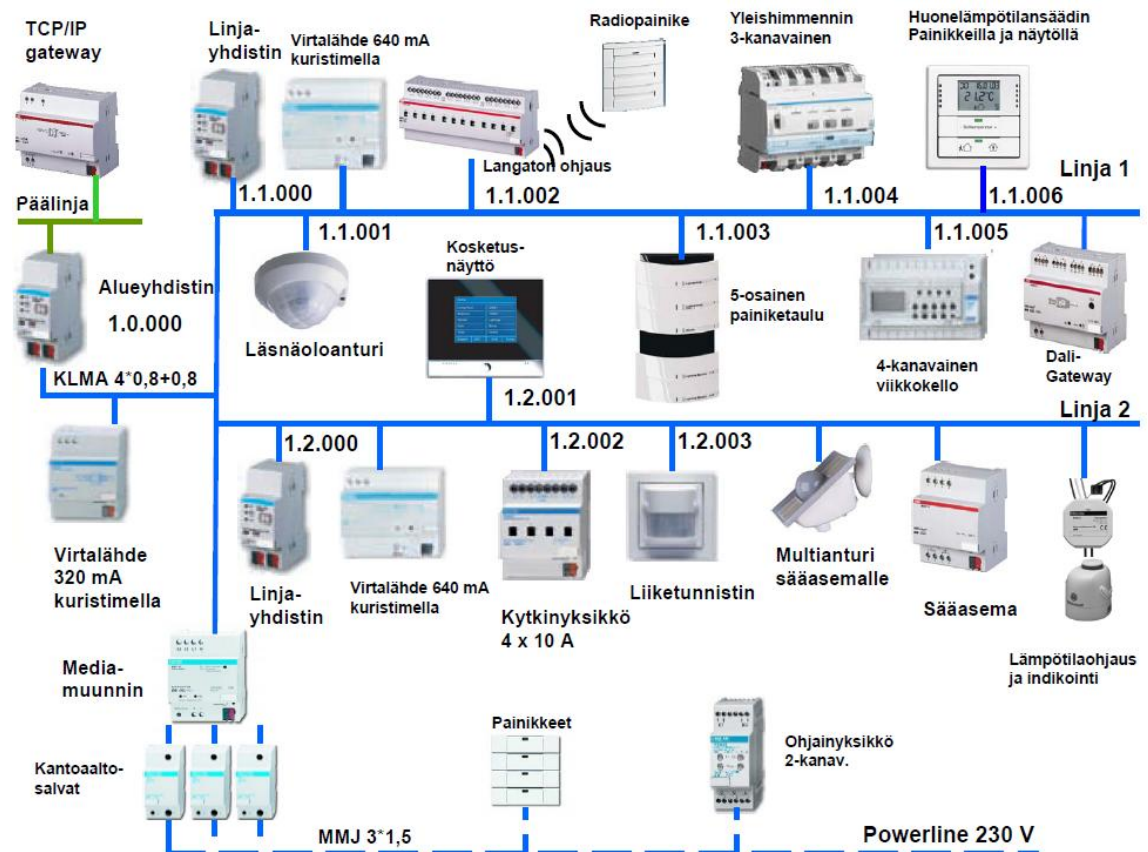
**TAULUKKO 1 KNX ohjausjärjestelmän eri tasoilla saavutettavat ominaisuudet ja kustannusarvio, jos järjestelmä toteutetaan tyypilliseen omakotitalokohteeseen.**

Saavutettavat ominaisuudet	Perus	Hyvä	Erinomainen
Lämmityksen ohjaus	X	X	X
Valaistuksen ohjaus	X	X	X
Pistorasioiden ohjaus	X	X	X
Rikosilmoitinjärjestelmä	O	X	X
Paloilmaisijnjärjestelmä	O	X	X
Kosteusanturit	O	O	X
Verhojen ohjaus	O	O	X
Etäohjaus	O	O	X
Ohjausjärjestelmän kustannukset [euroa]	5000-7000	10 000-15 000	15 000-25 000

Kustannusarvio sisältää koko järjestelmän tarvitsemat komponentit, eli keskuslaitteet ja kenttälaitteet. Keskuslaitteisiin kuuluu kytkinyksiköt, säädinohjaimet ja muut järjestelmän toiminnan kannalta keskeiset komponentit. Kenttälaitteisiin sisältyy kaikki painikkeet, sekä kosketusnäyttö. Kustannusarvion pohjana on käytetty 150 neliömetrin suuruista omakotitaloa (Rajala, H. Opinnäytetyö).

### 3.5.1 KNX

Hajautettu KNX-ohjausjärjestelmä tuli nykyisellä nimellään markkinoille 90-luvun lopulla. KNX ei ole lyhenne mistään, vaan se on pelkkä järjestelmän nimi. Sen edeltäjä EIB on ollut markkinoilla jo 20 vuotta ja EIB-käsitettä käytetään yhä monissa tuotteissa. EIB- ja KNX- laitteet ovat keskenään yhteensopivia. KNX on standardoitu väyläpohjainen hajautettu ohjausjärjestelmä, jonka periaatekaavio on esitetty kuviossa 2. Kaikki toimilaitteet ovat sertifioituja, joten eri laitevalmistajien tuotteet ovat yhteensopivia keskenään. KNX:ssä ei ole keskusyksikköä, vaan jokainen laite toimii itsenäisesti. Laitteet yhdistetään toisiinsa esimerkiksi parikaapelilla, jonka kautta ne saavat myös tehonsyöttönsä (Käsikirja, KNX Finland).



KUVIO 2 KNX:n periaatekaavio (Käsikirja, KNX Finland).

Tavallisessa sähköjärjestelmässä sähkökuorma ohjataan suoraan ohjattavalle laitteelle, kun taas KNX-järjestelmässä laitteet ovat yhteydessä toisiinsa väylän avulla. Sanoma lähetetään tiedonsiirtoväylää pitkin tietylle keskuksen laitteelle, joka ohjaa sille ohjelmoitua laitetta. Laitteistolla voidaan ohjata esimerkiksi valaistusta, ilmanvaihtoa ja pistorasioita. KNX-standardiin on sitoutunut yli 200 laitevalmistajaa ympäri maailmaa. Jos halutaan käyttää yhden valmistajan kalustesarjaa ja toisen valmistajan laitteita, voidaan ne kaikki liittää samaan järjestelmään (Käsikirja, KNX Finland).

Järjestelmän hintavertailu tavalliseen sähköistykseen on erittäin vaikeaa, koska KNX- ohjausjärjestelmää käytettäessä järjestelmän ominaisuudet ovat paljon laajemmat. Lisäksi hintaan vaikuttavat esimerkiksi automaation taso, kalusteiden ulkonäkö sekä käyttöympäristö. Arvio voisi olla, että KNX-ohjausjärjestelmää käytettäessä koko sähköurakan hinta kasvaa noin 20 - 40 % perinteiseen sähköistykseen verrattuna (Piikkilä, V. TAMK).

### 3.5.2 Beckhoff Building Automation

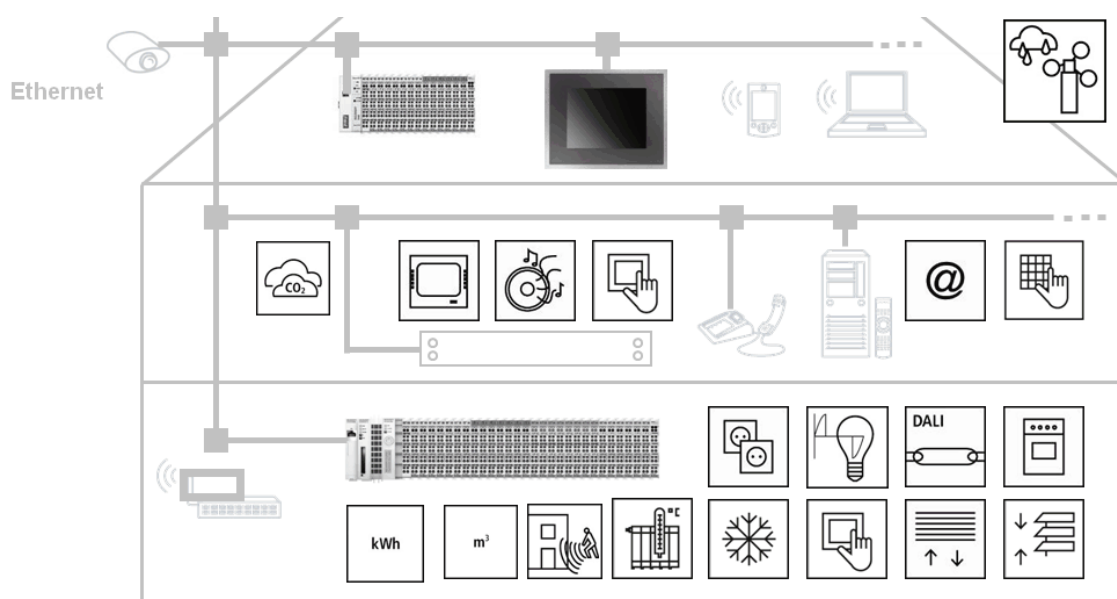
Beckhoff Building Automation on keskitetty kiinteistönohjausjärjestelmä, järjestelmän kuvaus on esitetty kuviossa 3. Järjestelmä voidaan kuitenkin hajauttaa esimerkiksi isoissa kiinteistöissä Ethernetin avulla. Järjestelmän avulla saadaan ohjattua esimerkiksi valaistusta, pistorasioita, ilmanvaihtokonetta ja lämmitystä. Myös energiankulutuksen mittaaminen on mahdollista. Järjestelmän avulla voidaan ohjata myös KNX laitteita. Ohjaamiseen tarvitaan vain erillinen väyläliityntäyksikkö, jonka avulla järjestelmät pystyvät kommunikoimaan keskenään. Myös DALI-väylän ohjaus on mahdollista toteuttaa väyläliityntäyksikön avulla.

Järjestelmä pohjautuu PC-pohjaiseen ohjaustekniikkaan. Beckhoffin PC- ja Ethernet-pohjainen ohjausratkaisu sopii rakennusautomaatioon, koska se on avoin ohjausjärjestelmä ohjelmallisten rajapintojen sekä rakennusautomaation väyläliityntöjen osalta. Beckhoff ohjaimet voidaan liittää Ethernet-verkkoon, jolloin sekä valvonta että ohjauslaitteet ovat samassa verkossa ja siten kaikki tieto on läpinäkyvää rakennuksen tehokasta ohjaamista varten. Beckhoff-



väyläterminaalit mahdollistavat useiden erilaisten anturi- ja toimilaitteiden liittämisen suoraan I/O-järjestelmään. Saatavilla on yli 400 erilaista väyläterminaalia yleisimmille järjestelmille (Kalajainen, A. Beckhoff).

Building Automation Framework on suunniteltu erityisesti omakotitalo-ohjauksia sekä isojen toimistorakennusten ohjauksia silmälläpitäen. Lisäksi Building Automation Framework mahdollistaa selainpohjaisen käyttöliittymän tekemisen automaattisesti konfiguroitujen toiminnallisuuden pohjalta.

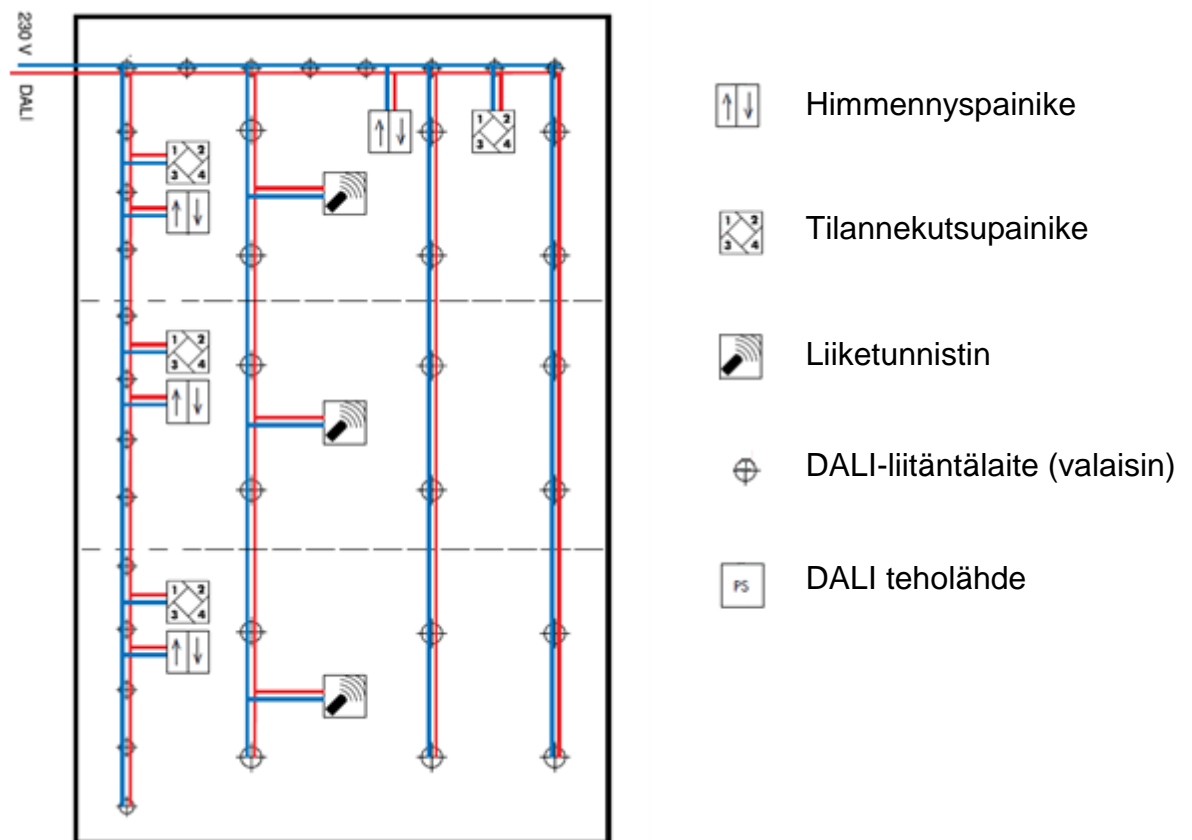


KUVIO 3 Beckhoff ohjausjärjestelmäkuvaus.

### 3.5.3 DALI (Digital Addressable Lighting Interface)

DALI tarkoittaa suomeksi "digitaalinen osoitteellinen valaistuksen käyttöliittymä". DALI on osoitteellinen järjestelmä, joka on ensisijaisesti suunniteltu huonekohdaisen valaistuksen ohjaukseen. DALI- ohjausjärjestelmä perustuu digitaaliseen kaksisuuntaiseen ohjaussignaaliin, jolla voidaan ohjata esimerkiksi valonsäätimiä, valaisinten liitälaitteita ja pistorasioita. DALI on myös mahdollista yhdistää korkeamman tason KNX- järjestelmään. Yhdistäminen toteutetaan yhdyskäytävien kautta (Käsikirja, KNX Finland).

DALI-järjestelmän johdotus on yksinkertaista (kuvio 4) ja se tarjoaa joustavuutta järjestelmän suunnittelussa ja asentamisessa. DALI-järjestelmän johdotus ei vaadi erityisjohdotusta, kuten esimerkiksi parikaapelia tai muita erikoisjohtoja. Johdotus voidaan toteuttaa esimerkiksi MMJ-tyyppisellä kaapelilla. Valaisimiin kytketään normaaliin tapaan vaihe-, nolla- ja suojajohdin. Lisäksi kytketään myös kaksi johdinta digitaalisignaalia varten (Salo, T. Opinnäytetyö; ST-kortti 701.60).



KUVIO 4 DALI toimintaperiaate (Glamox).

### 3.5.4 IHC (Intelligent House Control)

Strömfors IHC - Intelligent House Control - on ohjelmoitava sähkönohjausjärjestelmä, joka soveltuu esimerkiksi valaistuksen, pistorasioiden, ilmanvaihtokoneen ja verhomoottorien ohjaamiseen ja valvontaan. IHC on keskitetty järjestelmä, eli kaikki ohjattavat sähkölaitteet (kuten esimerkiksi valaisinpistorasiat)

sekä ohjauspainikkeet, liiketunnistimet ja muut laitteet johdotetaan IHC-keskukseen. Järjestelmän toimintaperiaate on esitetty kuviossa 5. IHC-järjestelmän huono puoli on laitteistosidonnaisuus, joten komponenttien saataavuus on huomattavasti rajallisempi. Painikkeiden kaapeloinnissa käyttökelpoinen kaapelityyppi on UTP 2x4 -parinen dataverkkojen rakentamisessa yleisesti käytetty kaapeli. Kaapeli tunnetaan paremmin CAT 5 / 6 –kaapelina (Strömfors IHC, Schneider Electric).



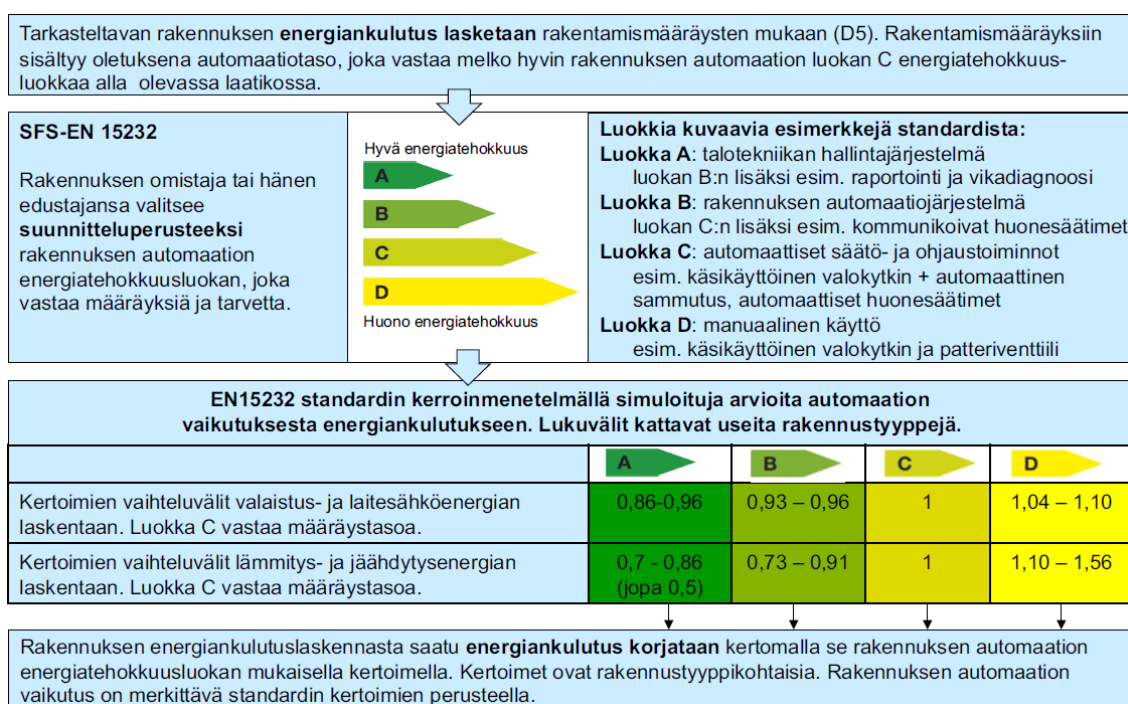
KUVIO 5 Strömfors IHC toimintaperiaate (Tuoteluettelo, Schneider Electric).

### 3.6 Ohjausjärjestelmän vaikutus kiinteistön energiatehokkuuteen

Rakennusautomaation vaikutusta rakennuksen energiatehokkuuteen on käsitelty eurooppalaisessa standardissa ”Rakennusautomaation, säädön ja kiinteistönhoidon vaikutus energiatehokkuuteen SFS-EN 15232:2007”. Standardissa on esitetty kaksi menetelmää vaikutuksen arvioimiseksi: kerroinmenetelmä ja yksityiskohtainen menetelmä. Kerroinmenetelmä soveltuu vaikutuksen arviointiin rakennuksen suunnitteluvaiheessa, jolloin kaikki yksityiskohtaiset tiedot eivät

vielä ole täysin tiedossa. Standardissa toisena menetelmänä kuvattua yksityiskohtaista menetelmääkin voi soveltaa, mikäli lähtötiedot ovat kattavasti tiedossa.

Kerroinmenetelmän käyttämät tehokkuuskertoimet on muodostettu eri rakennustypeille. Kullekin rakennustypille on oletettu laskennallista tarkastelua varten tyypillinen käyttöprofiili, joka koostuu rakennustyyppin käyttöajoista ja ihmisten sekä heidän käyttämiensä laitteiden aiheuttamista lämpökuormista. Rakennusten automaation tehokkuusluokat ovat A (tehokas), B (edistynyt), C (tavanomainen) ja D (tehoton). Laskennallisten tarkastelujen tuloksena on saatu kaksi kerrointa kullekin rakennustypille. Kertoimet ovat  $f_{BAC,hc}$  ja  $f_{BAC,el}$ . Ensin mainittua käytetään lämmitys- ja jäähdytysenergian korjatun kulutusarvion laskennassa ja jälkimmäistä käytetään valaistuksen ja laitesähkön korjatun kulutusarvion laskennassa. Laskennan peruseriaatetta on havainnollistettu kuviossa 6 (Hyvärinen J, VTT).



**KUVIO 6** Energiatehokkuuslaskennan periaate (Kodinohjaus, Sähköala-lehti).

## 4 ERI TASOISET OHJAUSJÄRJESTELMÄN VAIHTOEHDOT

Suunnittelun lähtökohtana oli laatia kolme eritasoista kiinteistöautomaatiosuunnitelmaa esimerkkikohteeseen: kevyt, tavanomainen ja korkea. Ensimmäisessä vaihtoehdossa on esitetty kevyt ja edullisin ratkaisu. Toisessa vaihtoehdossa on esitelty yleisin pientaloissa käytetty ratkaisu. Kolmanteen vaihtoehtoon on koottu kiinteistöautomaation avulla tehty kokonaisratkaisu. Tässä luvussa vertaillaan eri automaatiotasojen hyviä ja huonoja puolia.

### 4.1 Kevyt automaation taso

Ensimmäisessä tapauksessa turvallisuustasoksi tulee matala, jolloin päästään pienemmillä investoinneilla. Matalaa tasoa käytettäessä joudutaan tinkimään järjestelmän ominaisuuksista. Murtosuojausena käytetään vain tilasuojausta, eli liiketunnistimia, joilla havaitaan liike sisätiloissa. Palovaroittimina käytetään toisiinsa kytkettäviä ja akkuvarmennettuja varoittimia, jotka on kytketty sähköverkkoon. Tässä vaihtoehdossa ei integroida muita järjestelmiä.

#### 4.1.1 Rikosilmoitinjärjestelmä (kevyt)

Rikosilmoitinjärjestelmäksi valitaan lähes jokaiselta valmistajalta löytyvä ”perus” paketti, joka sisältää akkuvarmennetun keskusyksikön, käyttönäppäimistön keskuksessa ja liiketunnistimet. Keskus sisältää kolmesta viiteen silmukkaa, joihin ilmaisimet kytketään. Ilmaisimia tarvitaan viisi kappaletta, koska halutaan valvoa kaikkia ulko-ovia. Ilmaisimina käytetään passiivisia infrapunailmaisia, koska ne ovat edullisia ja hyvin toimivia. Hälytysten siirto on mahdollista vain langallisen puhelinverkon avulla. Kiinteistön ulkopuolelle on myös asennettu sireeni, joka aktivoituu hälytyksestä.

#### 4.1.2 Paloilmaisinjärjestelmä (kevyt)

Palovaroittimina käytetään toisiinsa kytkettäviä ja akkuvarmennettuja varoittimia, jotka on kytketty sähköverkkoon. Palovaroittimia tarvitaan kahdeksan kappaletta, jotta toteutetaan määräykset, jotka vaativat yhden varoittimen jokaista 60 neliötä kohti. Lisäksi jokaiseen makuuhuoneeseen tulee omansa, jotta varmasti herätään mahdolliseen tulipaloon. Lisäksi useissa palovaroittimissa on toiminto, jolla yhteen johdotetut ilmaisimet alkavat kaikki hälyttää yhden ilmaisimen havahtuessa. Palovaroittimet suositellaan johdottamaan keskuksella omaan ryhmäänsä, jotta esimerkiksi vioittuneesta valaisimesta johtuva johdon-suojan laukeaminen ei vaikuta palovaroittimien toimintaan. Vaikka palovaroittimet ovat akkuvarmennettuja, tulee niille taata silti mahdollisimman hyvä sähkönsaanti.

#### 4.1.3 Muut järjestelmät (kevyt)

Tässä tapauksessa ei integroida mitään muita järjestelmiä, vaan kaikki järjestelmät toimivat omillaan ja erikseen.

#### 4.1.4 Edut ja haitat (kevyt)

Kevyen vaihtoehdon etuja ovat:

- Järjestelmä on edullinen ja asennus nopeaa, sillä järjestelmä on pieni ja vaatii vähän kaapelointia.
- Yhden järjestelmän vikaantuessa ei koko systeemi vikaannu.
- Yhden palovaroittimen havaitessa tulipalon, myös muut palovaroittimet alkavat hälyttää.

Kevyen vaihtoehtoon haittoja ovat:

- Hälytysten siirto ei ole mahdollista GSM-verkon avulla, mikä heikentää järjestelmän luotettavuutta.
- Valvontamuotona vain tilasuojaus, joten kotona oltaessa ei voida valvoa mitään alueita, pois lukien palovaroittimet.
- Jokaista järjestelmää joudutaan ohjaamaan erikseen, mikä voi olla työlästä.
- Päällekkäiset järjestelmät tuovat turhia kustannuksia.

## 4.2 Tavanomainen automaation taso

Toisessa tapauksessa turvallisuustasoksi tulee tavanomainen, jolloin kustannukset nousevat hieman kevyeen verrattuna. Turvallisuustason noston myötä järjestelmältäkin vaaditaan enemmän. Murtosuojauksena käytetään tilasuojauksen lisäksi myös kuorisuojausta, jolloin tunkeutujat havaitaan jo heidän päästessään esimerkiksi ovesta sisään. Palovaroittimina käytetään toisiinsa kytkettäviä ja akkuvarmennettuja varoittimia, jotka on kytketty sähköverkkoon. Palovaroittimet on myös liitetty osaksi rikosilmoitinjärjestelmää.

### 4.2.1 Rikosilmoitinjärjestelmä (tavanomainen)

Rikosilmoitinjärjestelmäksi valitaan hieman enemmän toimintoja sisältävä paketti, joka sisältää akkuvarmennetun keskusyksikön, käyttönäppäimistön ja liiketunnistimien lisäksi myös hälytysten siirron GSM-verkon avulla. Keskus sisältää 5-10 silmukkaa, joihin ilmaisimet kytketään. Keskus käyttää osoitteellisia silmuksia, jolloin kaikki ilmaisimet ovat yksilöityjä. Rikosilmoitusjärjestelmään tarvitaan 5 liiketunnistinta, koska halutaan valvoa kaikkia ulko-ovia. Liiketunnistimiksi valittiin infrapunailmaisimet. Lisäksi tarvitaan magneettikoskettimet kaikkiin oviin (viisi kappaletta). Magneettikoskettimien avulla pystytään havaitsemaan ovesta murtautuja. Poikkeuksena panoraamaoven viereen asennettiin lasirik-

koilmaisoin. Kiinteistön ulkopuolelle on asennettu sireeni, joka aktivoituu hälytyksestä ja näin saadaan naapuruston huomio herätettyä. Myös tunkeutuja tietää tällöin tulleen havaituksi.

#### 4.2.2 Paloilmaisinjärjestelmä (tavanomainen)

Palovaroittimina käytetään tavallisia varoittimia. Varoittimet on kytketty sähköverkkoon ja ne ovat lisäksi akkuvarmennettuja. Palovaroittimia tarvitaan kahdeksan kappaletta, jotta toteutetaan määräykset, jotka vaativat yhden varoitinmen jokaista 60 neliötä kohti. Lisäksi jokaiseen makuuhuoneeseen tulee oman, jotta varmasti herättää mahdolliseen tulipaloon. Palovaroittimet on kytketty osaksi rikosilmoitinjärjestelmää.

#### 4.2.3 Muut järjestelmät (tavanomainen)

Palovaroittimien yhdistäminen rikosilmoitinjärjestelmään mahdollistaa hälytysten siirron, joka toteutetaan rikosilmoitinjärjestelmän kautta. Muita järjestelmiä ei tässä tapauksessa integroida, vaan kaikki toimivat omillaan ja erikseen.

#### 4.2.4 Yhteistoiminnallisuus ja toteutustavat lyhyesti (tavanomainen)

Palovaroittimina käytetään kuulevia varoittimia, jolloin yhteen johdotetut ilmaisimet alkavat kaikki hälyttää yhden ilmaisimen havahtuessa. Ulko-oven viereen on sijoitettu kotona / poissa -kytkin, jolla voidaan suorittaa nopeasti ennalta määrätyt toiminnot. Kytkimellä saadaan katkaistua sähkö keittiön pistorasioista, sekä saadaan tiputettua lämpötilaa kahdella asteella. Lämpötilan tiputustieto viedään kytkimeltä lämmitysjärjestelmään, joka hoitaa lämpötilan tiputuksen. Lämpötilan tiputus kahdella asteella vaikuttaa jo huomattavasti kiinteistön energiankulutukseen. Mikäli lämpötilaa tiputettaisiin enemmän, vaatisi lämpötilan takaisinnosto liikaa energiaa, koska se pitäisi tapahtua kuitenkin mahdollisim-



man nopeasti. Hälytysjärjestelmän päälle laitto tapahtuu ulko-oven vieressä olevan koodinäppäimistön avulla, jolloin ennalta määrätty koodi aktivoi tai sammuttaa hälyttimet.

#### 4.2.5 Edut ja haitat (tavanomainen)

Tavanomaisen vaihtoehdon etuja ovat:

- Yhden järjestelmän vikaantuessa, ei koko systeemi vikaannu.
- Hälytysten siirto on mahdollista GSM-verkon avulla, mikä parantaa järjestelmän luotettavuutta.
- Valvontamuotona on tilasuojauksen lisäksi kuorisuojaus, mikä mahdollistaa tunkeutujan havaitsemisen aikaisemmin.
- Rikosilmaisimien osoitteellisuudesta johtuen nähdään aina tarkalleen, mikä ilmaisin aiheutti hälytyksen.
- Palohälytysten siirto on mahdollista rikosilmoitinjärjestelmän kautta.

Tavanomaisen vaihtoehdon haittoja ovat:

- Jokaista järjestelmää joudutaan ohjaamaan erikseen, mikä voi olla työlästä.
- Päällekkäiset järjestelmät tuovat turhia kustannuksia.
- Järjestelmänkoon kasvaessa myös kaapeloinnin määrä lisääntyy.

#### 4.3 Korkea automaation taso

Kolmannessa tapauksessa turvallisuustasoksi tulee korkea, jolloin järjestelmältä vaaditaan jo aika paljon ominaisuuksia, jotka myös nostavat kustannuksia. Ratkaisu toteutetaan keskitetyn kiinteistöautomaationjärjestelmän avulla. Murtosuojauksena käytetään tila- ja kuorisuojauksen lisäksi myös kehäsuojausta, jolloin tunkeutujat havaitaan jo heidän tullessa pihalle. Palovaroittimina käy-

tään kiinteistöautomaatiojärjestelmään kytkettäviä varoittimia. Järjestelmään liitetään myös valaistuksen, lämmityksen, ilmanvaihdon ohjaukset ja käyttöveden katkaisumahdollisuus. Vaihtoehdon sähkösuunnitelma on esitetty liitteessä 4.

#### 4.3.1 Rikosilmoitinjärjestelmä (korkea)

Erillistä rikosilmoitinjärjestelmää ei tarvita, sillä ilmaisimet kytketään suoraan kiinteistöautomaatiojärjestelmään. Liiketunnistimia tarvitaan seitsemän kappaletta, koska halutaan valvoa ulko-ovien lisäksi myös muita tiloja, jotka näkyvät liitteessä 4. Liiketunnistimiksi valitaan PIR- liiketunnistimet. Lisäksi tarvitaan magneettikoskettimet kaikkiin oviin (viisi kappaletta) ja kuuleva lasirikkoilmaisoin panoraamaoven läheisyyteen. Kiinteistön ulkopuolelle on asennettu sireeni, joka aktivoituu hälytyksestä. Rikosilmoitinjärjestelmä on liitetty osaksi kiinteistöautomaatiota, joka mahdollistaa hälytysten ohjauksen ja siirron.

#### 4.3.2 Paloilmaisinjärjestelmä (korkea)

Palovaroittimina käytetään kiinteistöautomaatiojärjestelmään kytkettäviä varoittimia, jotka ovat kytketty sähköverkkoon ja joiden akkuvarmennus hoidetaan kiinteistöautomaation avulla. Palovaroittimia tarvitaan kahdeksan kappaletta, jotta toteutetaan määräykset, jotka vaativat yhden varoittimen jokaista 60 neliötä kohti. Lisäksi jokaiseen makuuhuoneeseen tulee omansa, jotta varmasti herätään mahdolliseen tulipaloon. Palovaroittimet on myös liitetty osaksi kiinteistöautomaatiota, minkä kautta tapahtuu myös hälytysten siirto. Järjestelmään on ohjelmoitu niin, että yhden varoittimien hälyttäessä muutkin varoittimet toimivat.

#### 4.3.3 Muut järjestelmät (korkea)

Palo- ja rikosilmoitinjärjestelmä yhdistetään kiinteistöautomaatiojärjestelmään, joka mahdollistaa etäohjauksen ja hälytysten siirron. Järjestelmään liitetään myös valaistuksen, lämmityksen ja ilmanvaihdon ohjaukset. Myös veden katkaisumahdollisuus poissa oltaessa hoidetaan kiinteistöautomaatiojärjestelmällä. Järjestelmä liitetään myös ATK-verkkoon, jonka avulla etävalvonta ja etäohjaus toteutetaan.

#### 4.3.4 Yhteistoiminnallisuus ja toteutustavat lyhyesti (korkea)

Palovaroittimien hälytystieto tuodaan yhdeltä varoittimelta kiinteistöautomaatiojärjestelmän sisääntuloon. Tietoa ei tarvitse tuoda kaikilta varoittimilta erikseen, sillä varoittimet on kytketty yhteen. Liiketunnistimet ja magneettikoskettimet liitetään jokainen erikseen kiinteistöautomaatiojärjestelmään, jotta saadaan yksilöityä hälytyksen aiheuttaja. Vedenkatkaisu toteutetaan magneettiventtiilillä, joka on myös liitetty kiinteistöautomaatiojärjestelmään. Hälytysten siirto tapahtuu suoraan asukkaan kännykkään, joko ääniviestinä tai tekstiviestinä tai molempina.

Ilmanvaihdon ohjaus toteutetaan liittämällä IV-kone kiinteistöautomaatiojärjestelmään. Tämän avulla saadaan ohjattua puhallinnopeuksia kosketusnäytöstä käsin. Ohjaus perustuu analogiaviestiin. IV-koneesta saadaan myös häiriötieto, joka voidaan esittää kosketusnäytöllä.

Valaisimet ja ohjauspainikkeet on johdotettu kiinteistöautomaatiojärjestelmään, jonka avulla ohjaus tapahtuu. Tämä mahdollistaa myös valaistuksen etäohjauksen. Valaistusta voidaan ohjata joko kosketusnäytöltä tai erillisiltä painikkeilta, jotka on sijoitettu huoneisiin. Valaistusta ohjataan kutsumalla erilaisia valaistustilanteita, riippuen tilan käyttötarkoituksesta. Valaistustilanteet on ohjelmoitu järjestelmään etukäteen, tosin niitä voidaan muuttaa myöhemmin tarpeen vaatiessa.

Kosteusanturit on sijoitettu pyykinpesukoneen, kuivausrummun ja astianpesukoneen alle. Kun kosteusanturi havaitsee kosteutta, siirtyy siitä tieto kiinteistöautomaatiojärjestelmän avulla magneettiventtiiliin, joka sulkeutuu ja näin vältetään kosteusvahinko.

Järjestelmän ohjaus tapahtuu pääasiallisesti olohuoneeseen sijoitetun kosketusnäytön avulla. Näytöstä voidaan suorittaa kaikki päivittäiset ohjaustoiminnot. Lisäksi ulko-oven viereen on sijoitettu koodinäppäimistö, jolla ohjataan kiinteistö ennalta määritettyyn tilaan. Tässä tapauksessa tilanteita on määritetty kolme kappaletta; ”päivä poissa”, ”viikonloppu poissa” ja ”viikko poissa”. Kun poistutaan kotoa päiväksi, sammutetaan valot, katkaistaan sähköt keittiön pistorasioilta ja laitetaan hälyttimet päälle. Kun taas lähdetään viikonlopuksi pois, edellisten toimenpiteiden lisäksi suoritetaan vielä veden katkaisu päävesiventtiiliin avulla ja lasketaan lämpötilaa kahdella asteella. Jos talo on tyhjä pidemmän aikaa, edellisten toimenpiteiden lisäksi lasketaan huoneiden asetuslämpötila 15 asteeseen. Paljon kotoa poissa oleva perhe saa näin pienennettyä vuotuista energialaskua huomattavasti. Etäohjauksen avulla lämpötila saadaan nostettua takaisin oletusarvoonsa esimerkiksi päivää ennen kotiin tuloa, joten ei tarvitse palata viileään kotiin.

#### 4.3.5 Edut ja haitat (korkea)

Korkean vaihtoehdon etuja ovat:

- Ohjauksen helppous, koska kaikkia järjestelmiä ohjataan yhdestä paikasta.
- Etäohjaus mahdollistaa järjestelmän hallinnan mistä tahansa, kunhan vain nettiyhteys on käytettävissä.
- Hälytysten siirto on mahdollista myös GSM-verkon avulla, mikä parantaa järjestelmän luotettavuutta.
- Osoitteellisen järjestelmän ansiosta tiedetään tarkalleen, mikä ilmaisin hälyttää, jolloin vikatilanteissa toimiminen helpottuu.

Korkean vaihtoehtoon haittoja ovat:

- Järjestelmän hankintakustannukset ovat aika korkeat, mutta kuitenkin edullisemmat kuin erillisiä järjestelmiä käytettäessä.
- Korvaavien laitteiden saatavuus laitteiston ikääntyessä saattaa muodostua ongelmaksi.

## 5 OHJAUSJÄRJESTELMIEN ERI TASOJEN VERTAILU

Esimerkkikohteen eri vaihtoehtojen vertailu jakautuu kolmeen osa-alueeseen, jotka ovat ominaisuuksien, kustannusten ja energiatehokkuuden vertailu. Ominaisuuksien vertailussa täytyy huomioida, että eri ihmiset haluavat järjestelmältä hyvinkin erilaisia ominaisuuksia. Kustannusten vertailu jakautuu kahteen osa-alueeseen suunnittelu- ja laitekustannuksiin. Energiatehokkuuden laskenta on tehty aikaisemmin esitetyllä laskentatavalla.

### 5.1 Eri tasoilla saavutettavat ominaisuudet

Eri vaihtoehtoilla saatavat ominaisuudet on esitetty taulukossa 2. Ominaisuudet vaihtelevat huomattavasti eri tasojen kesken.

**TAULUKKO 2 Eri vaihtoehtoilla saatavat ominaisuudet.**

Saavutettavat ominaisuudet	Kevyt	Tavanomainen	Korkea
Rikosilmoitinjärjestelmä	X	X	X
Rikosilmoitin: hälytysten siirto (langallinen)	X	X	X
Rikosilmoitin: hälytysten siirto (GSM)	O	X	X
Paloilmaisimet	X	X	X
Paloilmaisin: hälytysten siirto (langallinen)	O	X	X
Paloilmaisin: hälytysten siirto (GSM)	O	X	X
Pistorasioiden ohjaus	O	X	X
Lämmityksen ohjaus	O	X *	X
Ilmanvaihdon ohjaus	O	X *	X
Valaistuksen ohjaus	O	O	X
Sähkön ja veden kulutusmittaus	O	O	X
Käyttöveden katkaisu	O	O	X
Keskitetty ohjaus ja käytönvalvonta	O	O	X
Etävalvonta ja etäohjaus	O	O	X
* Osittain mahdollista			

## 5.2 Eri tasojen kustannukset

Eri vaihtoehtojen kustannuksia vertaillessa täytyy huomioida, että eritasoiset vaihtoehdot sisältävät myös erilaisia ohjaustarpeita. Kustannukset voidaan jakaa kahteen osa-alueeseen: suunnittelu- ja laitekustannuksiin. Asennuskustannuksia ei ole tässä työssä huomioitu, sillä ne vaihtelevat erittäin suuresti kohteesta riippuen. Kevyessä versiossa asennuskustannukset ovat kaikkein pienimmät, sillä siinä on vähiten kaapelointia ja kytkentöjä. Vaatimuksia korotettaessa myös työmäärä lisääntyy ja näin ollen myös asennuskustannukset kasvavat.

Suunnittelukustannukset koostuvat asiakkaan toiveiden kartoittamisesta ja varsinaisesta suunnittelusta.. Laitekustannuksissa on laskettu mukaan vain keskuskomponentit, ilmaisimet ja anturit. Asennustarvikkeiden (painikkeet, kaapeloinnit, jne.) hinnat eivät ole mukana vertailussa. Eri vaihtoehtojen tarkat kustannuslaskelmat on esitetty liitteissä 1-3. Kustannuslaskennassa käytetyt hinnat on otettu Ecom ohjelmassa olevista valmistajien hinnoista. Ecom on erityisesti talotekniikka-alalle kehitetty taloushallinnan ohjelmisto. Kustannusten vertailu on esitetty taulukossa 3.

**TAULUKKO 3 Ohjausjärjestelmistä tehty kustannusvertailu esimerkkikohteeseen.**

Kustannukset [euroa]	Kevyt	Tavanomainen	Korkea
Suunnittelu	400	800	1000
Laitteisto	980	1590	5030
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>1380</b>	<b>2390</b>	<b>6030</b>

### 5.3 Eri tasojen energiatehokkuuden laskenta

Energiatehokkuuden määrittäminen aloitetaan laskemalla rakennuksen arvioitu energiankulutus. Kulutus voidaan laskea esimerkiksi käyttämällä rakennusmääräyskokoelman osaa D5:2007, joka esittää yhden yksinkertaistetun tavan laskea rakennuksen energiankulutus. Seuraavaksi arvioidaan, millä tavalla tarkasteltavan rakennuksen automaation tehokkuusluokka poikkeaa siitä, millaiseksi se oli oletettu energiankulutuksen laskennan yhteydessä. Suomessa käytettävässä rakennuksen energiankulutuksen laskentaohjeessa (D5:2007) on oletettu, että rakennuksissa on jokin tavanomainen rakennuksen automaation toteutustapa. Lopuksi ensimmäisessä vaiheessa laskettua energiankulutuksen arvoa korjataan oikealla kertoimella (SFS-EN 15232:2007).

Taulukkoon 4 on laskettu kerroinmenetelmän (luku 3.6) avulla vuotuinen energiansäästö. Esimerkkilaskelma on tehty samaan Vuoreksen asuntomessukohteeseen. Kiinteistön energiantarve on määritetty rakennusmääräyskokoelman D5:2007 mukaan. Ohjausjärjestelmien vaihtoehtoisissa esitetty korkea automaation taso kuuluu energiatehokkuutta laskettaessa vertailuluokkaan B.

**TAULUKKO 4 Vuotuinen energiansäästö.**

	Yksikkö	Lämmitys	Laitesähkö
Energian tarve	kWh/a	21618	12200
BAC kerroin	B (edistynyt)	0,88	0,93
Korjattu energian kulutus	kWh/a	19024	11346
Energian säästö	%	14	8
Takaisinmaksu aika	vuotta	14	

Kuten tuloksista voidaan havaita, korkealla automaation tasolla saavutetaan yli 10 prosentin säästö vuotuisissa kokonaisenergiakustannuksissa. Tämä tarkoittaa nykyisillä sähkönhinnoilla jo noin 450 euron säästöä vuodessa. Takaisinmaksu ajaksi pelkällä energiansäästöllä muodostuu noin 14 vuotta.



## 6 YHTEENVETO

Kun työ on saatu valmiiksi, on aika katsoa taaksepäin ja tarkastella, mitä on saatu aikaiseksi. Tarkastelussa pohdittiin myös toteutuivatko tavoitteet. Työn keskeisenä tavoitteena oli perehtyä eritasoisiin kiinteistönohjausjärjestelmiin, sekä tehdä niistä vertailu. Vertailu toimisi pohjana pientalorakentajalle tehtävälle oppaalle. Oppaan on tarkoitus helpottaa rakennushankkeeseen ryhtymistä ohjausjärjestelmien osalta. Lisäksi Kodikas-Taloille oli tarkoitus tehdä sähkösuunnitelmat, jotka toteutettaisiin kiinteistöautomaatiojärjestelmän avulla.

### 6.1 Tulokset

Työn tuloksena valmistui pientalorakentajalle opas, joka toivottavasti auttaa ohjausjärjestelmien valinnan osalta, kun ruvetaan suunnittelemaan oman talon rakentamista. Lisäksi Kodikas-Taloille saatiin tehtyä sähkösuunnitelmat, niin kuin oli tarkoituskin. Suunnittelun pohjana käytettiin korkeaa automaation tasoa. Ohjausjärjestelmäksi valittiin Beckhoffin keskitetty kiinteistöautomaatiojärjestelmä.

### 6.2 Johtopäätökset

Huomattavampina etuina, jotka oikein määritetyllä automaationtasolla saavutetaan, voidaan pitää lisääntynyttä käyttömukavuutta, energian säästöä, muutostöiden helppoutta, sekä lisääntynyttä turvallisuutta. Turvallisuudella tarkoitetaan tässä vahinkojen ennaltaehkäisyä ja minimointia. Esimerkiksi vesivahingot ovat sattuessaan erittäin kalliita ja ne voidaan lähes kaikki ennaltaehkäistä kosteusanturin ja päävesiventtiilin avulla.

### 6.3 Jatkotoimenpiteet

Jatkotoimenpiteenä kannattaisi miettiä, voiko pientalorakentajalle tehdä erillisen oppaan sähköisistä taloteknisistä järjestelmistä. Tällä hetkellä oppaana toimii tämä tutkintotyö, mutta tästä voisi tehdä selkeän ja kattavan oppaan. Pientalon rakentamista suunnitteleva ei välttämättä osaa ensimmäisenä etsiä tietoa opinnäytetöistä. Tietoa etsiessä rakentaja todennäköisesti löytää ensimmäiseksi jonkin valmistajan mainoksen, jossa keuhutaan vaan yhtä tiettyä järjestelmää.

Toisena vaihtoehtona voisi harkita kaikkien kolmen opinnäytetyön yhdistämistä yhdeksi kokonaisuudeksi.. Muiden töiden aiheethan olivat: omakotitalon sähköistys- ja sähkösuunnitteluopas pientalorakentajalle ja pientalon energiatehokas lämmitys.

## LÄHTEET

Kosteusvahti valvoo. 2010. Rakentaja.fi. Luettu 15.1.2011.  
<http://www.rakentaja.fi/>

ST-kortti 663.10 Rikosilmoitinjärjestelmät. Tekninen suunnitteluohje. 2003. Sähkötieto ry.

Sähköiset murtoilmaisujärjestelmät. 2010. Sähköinfo Oy. Sähköalan tietokansio.

Rikosilmoitusjärjestelmiä koskevat määräykset. 2011. Suomen vakuutusyhtiöiden keskusliitto. Luettu 30.1.2011  
<http://www.vakes.fi>

Pelastuslaki 13.6.2003/468.

Suomen rakentamismääräyskokoelma E1. Rakennusten paloturvallisuus määräykset ja ohjeet. 2011. Ympäristöministeriö.

Pussinen, J. 2006. Kulunvalvonta ja ajanseuranta yhdistettynä rikosilmoitinjärjestelmään. Lahden ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Mäkynen, O. 2007. Kodinohjausjärjestelmät. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

ST-ohjeisto 1. Paloilmoittimen suunnittelu, asennus, huolto ja kunnossapito. 2009. Sähkötieto ry.

Valaistusratkaisut.2010. Sahko-opas. Luettu 21.1.2010.  
<http://www.sahkoopas.com/sahkotietoa/valaistus/sisavaalaistus/>

Yli-Kätkä, V. 2010. Kodinohjausjärjestelmissä on varaa valita. Sähköala 9/2010. Sähköinfo Oy.

Piikkilä, V & Liukku, H. & Parviainen, K. 2006. Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. KNX Finland ry.

ST-kortti 701.60 Kenttäväyläteknikka. 2009. Sähkötieto ry.

ST-kortti 58.32 Valaistuksen ohjaus. 2004. Sähkötieto ry.

Salo, T. 2006. DALI-oppimisympäristö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Strömfors IHC sähkönohjausjärjestelmä. 2009. Schneider Electric Oy.  
Luettu 20.2.2011.  
<http://fi.snb.leon.se/Downloads/pdf/IHCesite.pdf>

Asennuskalusteet ja -tarvikkeet tuoteluettelo. 2009. Schneider Electric Oy.

Tekninen ohjaus tuoteluettelo. 2010. Glamox.

Hyvärinen, J. Asuinrakennusten automaation vaikutus energiatehokkuuteen. 2009. VTT Expert Service Oy.

Standardi SFS-EN 15232. Rakennusten energiatehokkuus. 2007. Suomen standardoimisliitto.

Rajala, H. 2008. KNX-järjestelmällä toteutetut malliratkaisut omakotitaloon. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Kalajainen, A. Beckhoff Building Automation-luento. 2011. Beckhoff Automation Oy.

Piikkilä, V. KNX-luento. 2010. Tampereen ammattikorkeakoulu.

## LIITE 1

### Laiteluettelo, kevyt automaationtaso.

Laite	Sähkönumero	Määrä	Hinta [€]	Summa [€]
Rikosilmoitinkeskus 5-silmukkaa+puhelin	71 118 19	1	86,1	86,1
Asennuskotelo Multi1S	71 383 34	1	68,33	68,33
Akku 12 V, 7,0 Ah FP1270	71 383 62	1	18,45	18,45
Muuntaja 16 VAC TRAF016	71 383 52	1	40,74	40,74
Käytönäppäimistö, LCD PK5500	71 387 55	1	167,18	167,18
Digitaalinen PIR-ilmaisin	71 195 48	5	40,26	201,3
Palovaroitin 230V+paristo	71 190 69	8	40,74	325,92
Hinta sisältää alv 23 %	YHTEENSÄ			908,02

## LIITE 2

### Laiteluettelo, tavanomainen automaationtaso.

Laite	Sähkönumero	Määrä	Hinta [€]	Summa [€]
Osoitteellinen rikosilmoitin keskus PC4020CB	71 381 27	1	520,09	520,09
Asennuskotelo Multi1S	71 383 34	1	68,33	68,33
Akku 12 V, 7,0 Ah FP1270	71 383 62	1	18,45	18,45
Muuntaja 16 VAC TRAF016	71 383 52	1	40,74	40,74
Käytönäppäimistö, LCD 4501	71 381 29	1	173,8	173,8
Osoitteellinen PIR-liiketunnistin	71 383 80	5	61,04	305,2
Magneettikytkin SC570	71 380 22	5	11,87	59,35
Palovaroitin 230V+paristo	71 190 69	8	40,74	325,92
Hinta sisältää alv 23 %	YHTEENSÄ			1511,88

### LIITE 3

#### Laiteluettelo, korkea automaationtaso.

Laite	Sähkönumero	Määrä	Hinta [€]	Summa [€]
Beckhoff, kiinteistöautomaatio järjestelmä, sis näytön		1	3000	3000
Ulkotilojen PIR ilmainen	71 380 21	1	297,38	297,38
DGB kuunteleva lasirikko ilmainen	71 384 31	10	77,01	770,1
Digitaalinen PIR yhdistelmäilmainen osoitteellinen	71 383 80	5	61,04	305,2
Vilkkusireeni ulkotiloihin 120dB	71 187 05	1	69,42	69,42
Magneettikytkin SC570	71 380 22	5	11,87	59,35
Palovaroitin 230V+paristo	71 190 69	8	40,74	325,92
LS Magneettiventtiili veden katkaisuun	28 120 36	1	203,51	203,51
Hinta sisältää alv 23 %	<b>YHTEENSÄ</b>			<b>5030,88</b>

